



## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>1</b>
1.1	Descrizione dell'opera	2
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b>	<b>6</b>
2.1	Elaborati di riferimento	6
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI</b>	<b>7</b>
3.1	Calcestruzzo per Muri	7
3.2	Calcestruzzo per pali	7
3.3	Acciaio per calcestruzzo armato	8
<b>4</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA</b>	<b>9</b>
4.1	Stratigrafia muro tipologico A1	10
4.2	Stratigrafia muri tipologici C1 e D1	10
4.3	Stratigrafia muri tipologici E1,G1,H1 e I1	11
4.4	Terreno di riempimento e rinterro	12
4.5	Vita nominale e classe d'uso	12
4.6	Parametri di pericolosità sismica	12
<b>5</b>	<b>CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE</b>	<b>16</b>
5.1	Metodo agli stati limite ed approcci di progetto	16
5.2	Criteri di analisi e verifica dei muri di sostegno	18
5.3	Prescrizioni generali per le verifiche in fase sismica	20
5.4	Prescrizioni generali per le verifiche dovute a carichi eccezionali	21
<b>6</b>	<b>CRITERI DI ANALISI E VERIFICHE DELLE OPERE</b>	<b>22</b>
6.1	Verifiche geotecniche	22
6.1.1	Verifica allo scorrimento	22
6.1.2	Verifica a ribaltamento	23
6.1.3	Verifica di stabilità globale	23

---

6.1.4	Capacità portante dei pali nei confronti dei carichi verticali .....	24
6.1.5	Capacità portante dei pali nei confronti dei carichi orizzontali .....	25
6.1.5.1	Unità a comportamento coesivo .....	25
8.1.5.1	Unità a comportamento incoerente .....	27
6.2	Verifiche di resistenza.....	27
6.2.1	Pressoflessione .....	28
6.2.2	Taglio.....	28
6.3	Verifiche di esercizio .....	30
6.3.1	Stato limite di limitazione delle tensioni .....	30
6.3.2	Stato limite di fessurazione.....	30
<b>7</b>	<b><i>ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI.....</i></b>	<b>31</b>
7.1	Pesi propri e carichi permanenti .....	31
7.2	Carichi permanenti non strutturali .....	32
7.3	Carichi variabili da traffico.....	32
7.4	Azione eccezionale dovuta all'urto dell'autoveicolo in fase di svio.....	32
7.5	Spinte del terreno in fase statica .....	34
7.6	Spinta del terreno in presenza di falda .....	36
7.7	Coefficienti sismici.....	36
7.8	Spinte del terreno in fase sismica.....	37
7.9	Combinazioni di carico .....	37
<b>8</b>	<b><i>CODICI DI CALCOLO.....</i></b>	<b>39</b>
8.1	Affidabilità dei codici di calcolo.....	40
8.2	Informazioni generali sull'elaborazione .....	40
8.3	Giudizio motivato di accettabilità dei risultati .....	40
<b>9</b>	<b><i>ANALISI E VERIFICHE DEL MURO DI SOSTEGNO.....</i></b>	<b>41</b>
9.1	MURO TIPOLOGICO A1 (H=2m-fondazione diretta).....	41
9.1.1	Risultati e Sollecitazioni .....	42
9.1.2	Verifica di stabilità globale.....	44

9.1.3	Verifiche geotecniche SLE- SLD .....	44
9.1.4	Armatura paramento e piastra di fondazione .....	45
9.1.5	Verifiche allo SLU.....	46
9.1.6	Verifiche allo SLE.....	46
9.1.7	Verifiche locali della mensola per azioni d'urto.....	47
9.2	<b>MURO TIPOLOGICO C1 su 2 pali (<math>H_{\text{paramento}}=4\text{m}</math>).....</b>	<b>50</b>
9.2.1	Sollecitazioni Paramento.....	52
9.2.2	Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione .....	53
9.2.3	Sollecitazioni in testa ai pali e lungo il fusto.....	55
9.2.4	Verifiche strutturali pali .....	60
9.2.4.1	Verifiche SLU-Pressoflessione .....	60
9.2.4.2	Taglio .....	60
9.2.4.3	Verifiche SLE.....	61
9.2.5	Verifiche geotecniche dei pali.....	61
9.2.5.1	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali .....	61
9.2.5.2	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali.....	62
9.2.5.3	Verifica di stabilità globale.....	64
9.2.6	Verifica dell'inflessione del paramento .....	65
9.2.7	Verifiche locali della mensola per azioni d'urto.....	66
9.3	<b>MURO TIPOLOGICO D1 su 2 pali (<math>H_{\text{paramento}}=5\text{m}</math>) .....</b>	<b>69</b>
9.3.1	Sollecitazioni Paramento.....	72
9.3.2	Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione .....	73
9.3.3	Sollecitazioni in testa ai pali e lungo il fusto.....	75
9.3.4	Verifiche strutturali pali .....	80
9.3.4.1	Verifiche SLU-Pressoflessione .....	81
9.3.4.2	Taglio .....	81
9.3.4.3	Verifiche SLE.....	81
9.3.5	Verifiche geotecniche dei pali.....	82
9.3.5.1	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali .....	82
9.3.5.2	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali.....	83
9.3.5.3	Verifica di stabilità globale.....	85
9.3.6	Verifica dell'inflessione del paramento .....	86



9.3.7	Verifiche locali della mensola per azioni d'urto.....	88
9.4	MURO TIPOLOGICO E1 su 3 pali ( $H_{\text{paramento}}=6\text{m}$ ).....	90
9.4.1	Sollecitazioni Paramento.....	94
9.4.2	Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione .....	95
9.4.3	Sollecitazioni in testa ai pali e lungo il fusto.....	97
9.4.4	Verifiche strutturali pali .....	102
9.4.4.1	Verifiche SLU-Pressoflessione .....	103
9.4.4.2	Taglio .....	103
9.4.4.3	Verifiche SLE.....	104
9.4.5	Verifiche geotecniche dei pali.....	104
9.4.5.1	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali .....	104
9.4.5.2	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali.....	105
9.4.5.3	Verifica di stabilità globale.....	107
9.4.6	Verifica dell'inflessione del paramento .....	108
9.4.7	Verifiche locali della mensola per azioni d'urto.....	110
9.5	MURO TIPOLOGICO G1 su 3 pali ( $H_{\text{paramento}}=8\text{m}$ ) .....	113
9.5.1	Sollecitazioni Paramento.....	116
9.5.2	Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione .....	117
9.5.3	Sollecitazioni in testa ai pali.....	119
9.5.4	Verifiche strutturali pali .....	125
9.5.4.1	Verifiche SLU-Pressoflessione .....	125
9.5.4.2	Taglio .....	125
9.5.4.3	Verifiche SLE.....	126
9.5.5	Verifiche geotecniche dei pali.....	126
9.5.5.1	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali .....	126
9.5.5.2	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali.....	128
9.5.5.3	Verifica di stabilità globale.....	130
9.5.6	Verifica dell'inflessione del paramento .....	131
9.5.7	Verifiche locali della mensola per azioni d'urto.....	133
9.6	MURO TIPOLOGICO H1 su 3 pali ( $H_{\text{paramento}}=9\text{m}$ ) .....	136
9.6.1	Sollecitazioni Paramento.....	140
9.6.2	Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione .....	141

9.6.3	Sollecitazioni in testa ai pali.....	143
9.6.4	Verifiche strutturali pali .....	149
9.6.4.1	Verifiche SLU-Pressoflessione .....	149
9.6.4.2	Taglio .....	149
9.6.4.3	Verifiche SLE.....	150
9.6.5	Verifiche geotecniche dei pali.....	150
9.6.5.1	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali .....	150
9.6.5.2	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali.....	152
9.6.5.3	Verifica di stabilità globale.....	154
9.6.6	Verifica dell'inflessione del paramento .....	155
9.6.7	Verifiche locali della mensola per azioni d'urto.....	156
9.7	<b>MURO TIPOLOGICO I1 su 3 pali (<math>H_{\text{paramento}}=10\text{m}</math>).....</b>	<b>158</b>
9.7.1	Sollecitazioni Paramento.....	162
9.7.2	Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione .....	164
9.7.3	Sollecitazioni in testa ai pali.....	167
9.7.4	Verifiche strutturali pali .....	173
9.7.4.1	Verifiche SLU-Pressoflessione .....	173
9.7.4.2	Taglio .....	173
9.7.4.3	Verifiche SLE.....	174
9.7.5	Verifiche geotecniche dei pali.....	174
9.7.5.1	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali .....	174
9.7.5.2	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali.....	177
9.7.5.3	Verifica di stabilità globale.....	179
9.7.5.4	Verifica dell'inflessione del paramento .....	180
9.7.6	Verifiche locali della mensola per azioni d'urto.....	181
<b>10</b>	<b><i>T ABULATI DI CALCOLO .....</i></b>	<b><i>184</i></b>
10.1	<b>MURO TIPOLOGICO A1 .....</b>	<b>184</b>
10.1.1	Condizione statica e sismica.....	184
10.1.2	Condizione eccezionale d'urto.....	184
10.2	<b>MURO TIPOLOGICO C1 .....</b>	<b>184</b>
10.2.1	Condizione statica.....	184

10.2.2	Condizione sismica .....	205
10.2.3	Condizione eccezionale d'urto.....	223
10.3	MURO TIPOLOGICO D1.....	244
10.3.1	Condizione statica.....	244
10.3.2	Condizione sismica .....	265
10.3.3	Condizione eccezionale d'urto.....	290
10.4	MURO TIPOLOGICO E1 .....	307
10.4.1	Condizione statica.....	307
10.4.2	Condizione sismica .....	327
10.4.3	Condizione eccezionale d'urto.....	351
10.5	MURO TIPOLOGICO G1.....	377
10.5.1	Condizione statica.....	377
10.5.2	Condizione sismica .....	404
10.5.3	Condizione eccezionale d'urto.....	429
10.6	MURO TIPOLOGICO H1.....	442
10.6.1	Condizione statica.....	442
10.6.2	Condizione sismica .....	470
10.6.3	Condizione eccezionale d'urto.....	496
10.7	MURO TIPOLOGICO I1.....	515
10.7.1	Condizione statica.....	515
10.7.2	Condizione sismica .....	542
10.7.3	Condizione eccezionale d'urto.....	568

## 1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici del "Progetto Esecutivo STRADA STATALE 4 "VIA SALARIA"- Adeguamento della piattaforma stradale e messa in sicurezza dal km 56+000 al km 64+000. L'opera oggetto delle analisi riportate nei paragrafi seguenti rientra nel progetto delle "Opere di Sostegno". In particolare, nel presente documento è affrontato il dimensionamento del **"MURO DI SOSTEGNO in sx 02S da Rotatoria 1 al Km 0+096 alla pk 0+096"**.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all'opera.

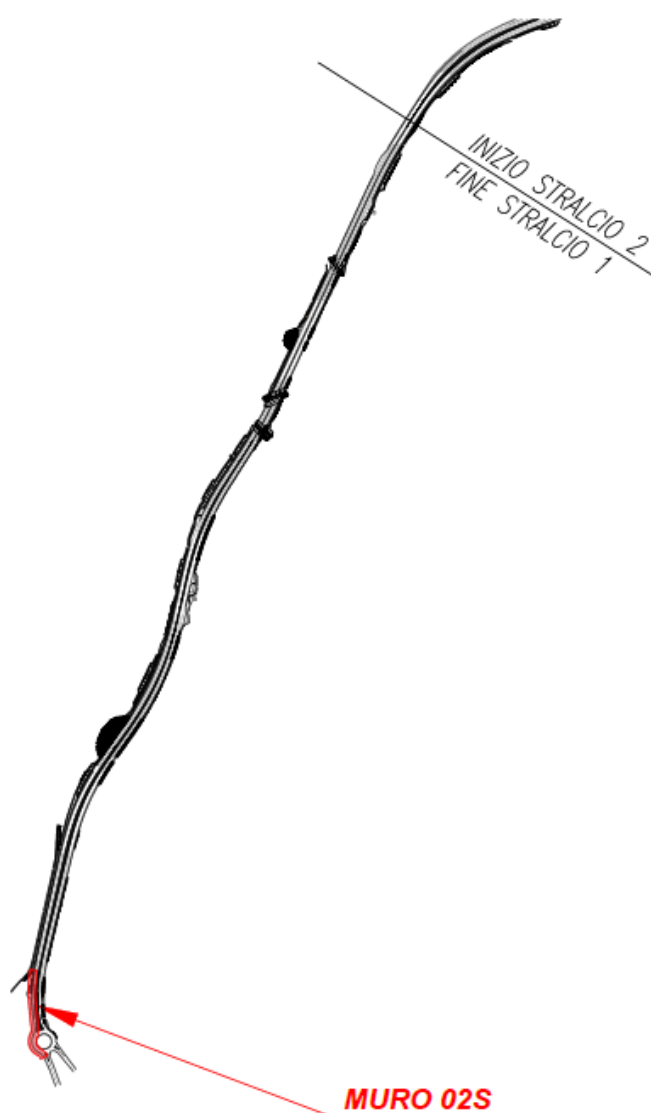


Figura 1: inquadramento planimetrico

## 1.1 Descrizione dell'opera

Il muro di sostegno denominato "02S dalla Rotatoria 1 alla pk 0+096" presenta una lunghezza pari a 128m ed è costituito da tratti di muro aventi un'altezza variabile tra 2.41m e 9.91m e pertanto riconducibili ai muri tipologici A1-C1-D1-E1-G1-H1-I1. Alla pk 0+077.84 il muro è interrotto da un tombino di larghezza pari a 17.5m.

Nel seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche dei muri tipologici in esame ed a seguire alcune immagini rappresentative delle sezioni trasversali analizzate:

	Paramento	Fondazione									
	Paramento										
TIPO	H <sub>MAX</sub> [m]	L [m]	Spessore [m]	Mensola monte [m]	Mensola Valle [m]	N° PALI [-]	Φ [mm]	L [m]	Interasse long. [m]	Interasse trasv. [m]	
<b>A1</b>	2.00	3.20	0.70	2.00	0.60						
<b>C1</b>	4.00	4.00	1.00	2.60	0.60	2	800	14	3.00	2.40	
<b>D1</b>	5.00	4.00	1.00	2.50	0.60	2	800	18	3.00	2.40	
<b>E1</b>	6.00	6.40	1.20	4.80	0.60	3	800	16	2.40	2.40	
<b>G1</b>	8.00	8.00	1.30	6.20	0.60	3	1000	25	3.00	3.00	
<b>H1</b>	9.00	8.00	1.40	6.10	0.60	3	1000	30	3.00	3.00	
<b>I1</b>	10.00	9.60	1.60	6.10	0.60	3	1200	36	3.00	3.00	

*Tabella 1: caratteristiche geometriche muro di sostegno*

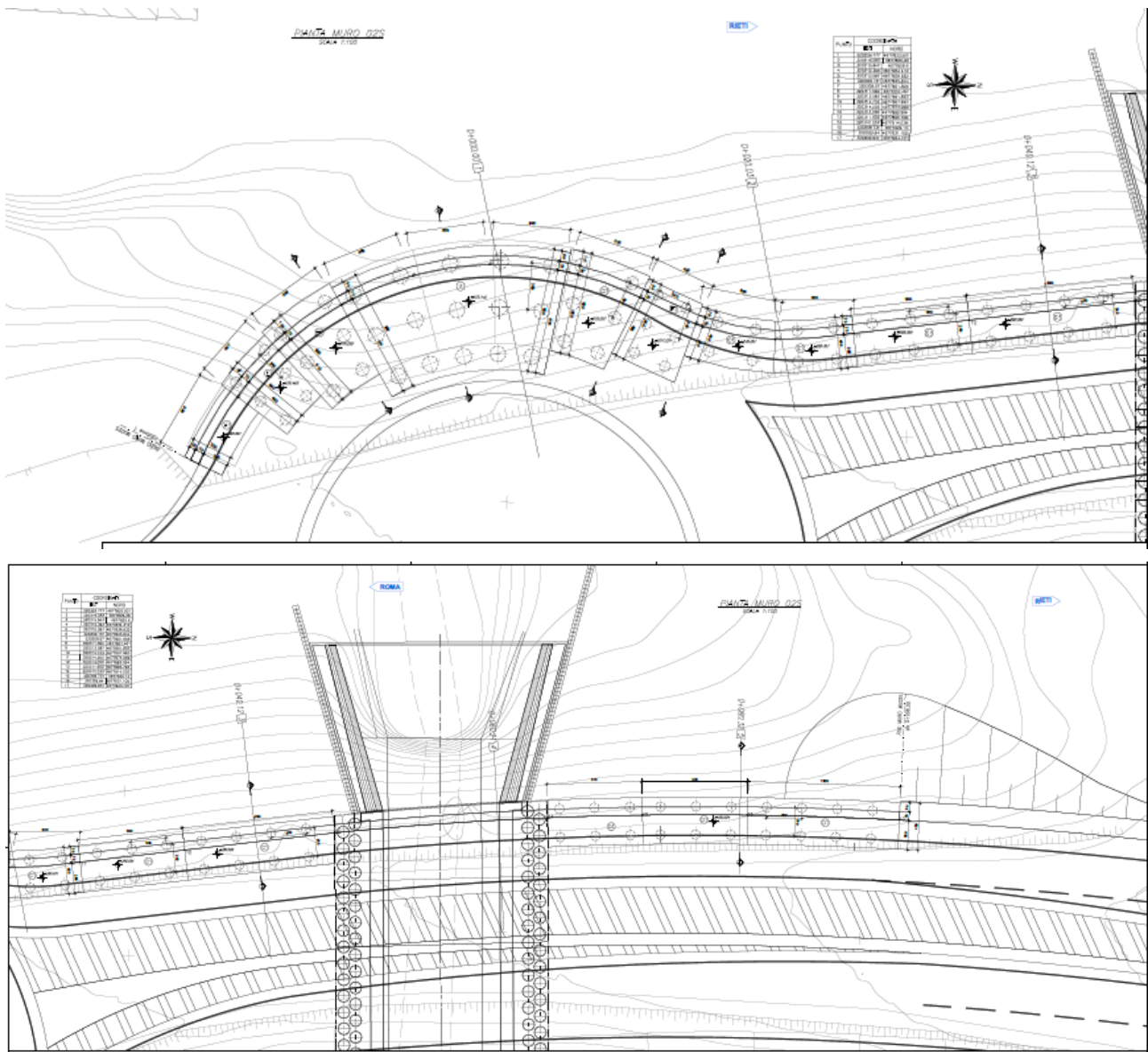
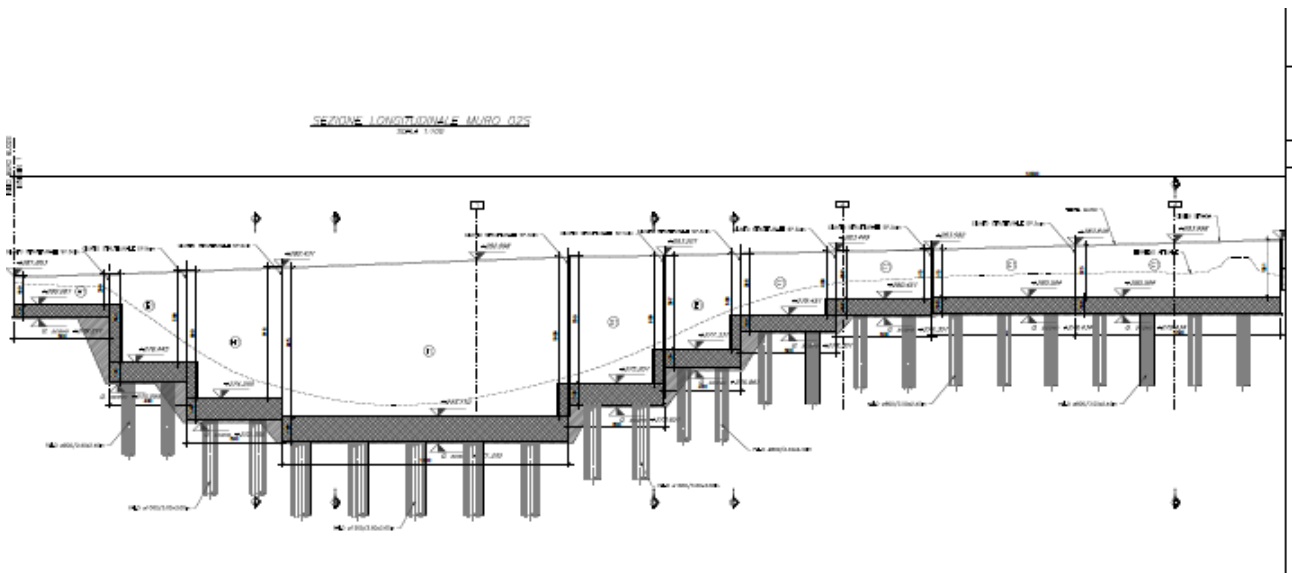


Figura 2: Planimetria di progetto



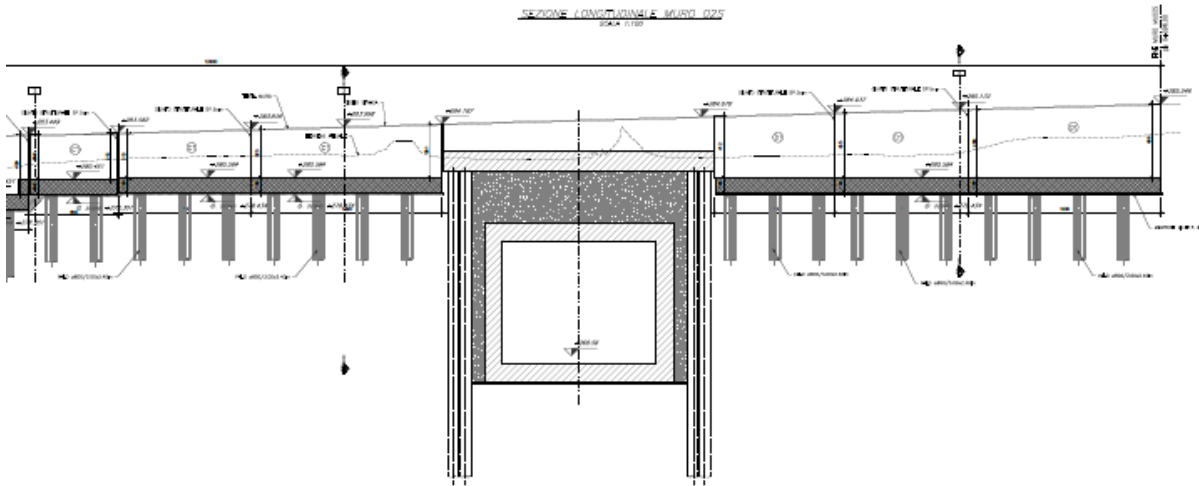


Figura 3: profilo longitudinale muro di sostegno

**SEZIONE 3**  
Q.PROGETTO: 282.96  
DIST.PROG.: 0+040.12  
SCALA 1:100

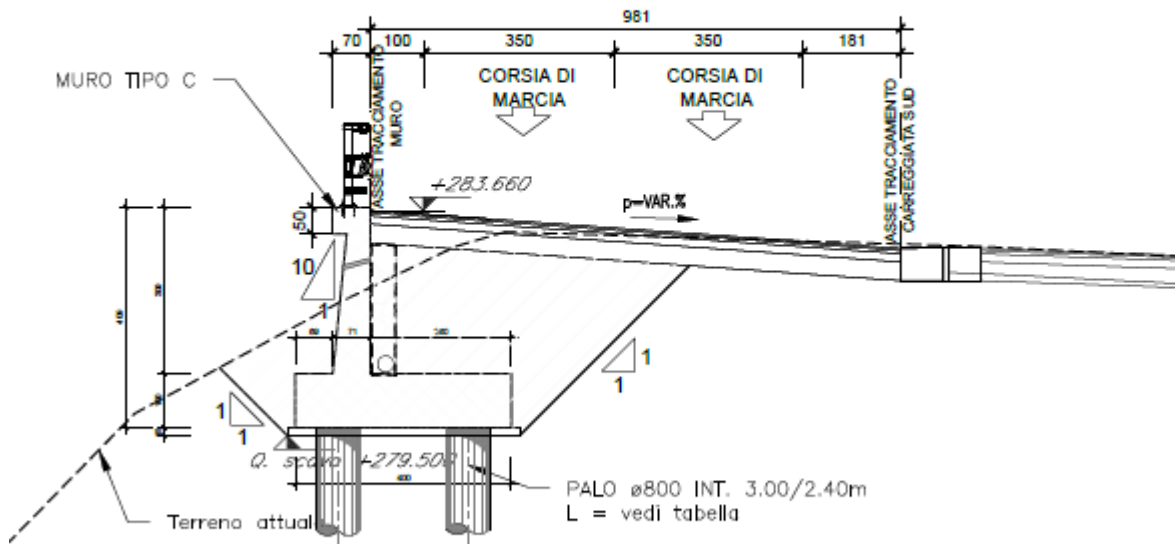


Figura 4: sezione trasversale muro tipologico C1

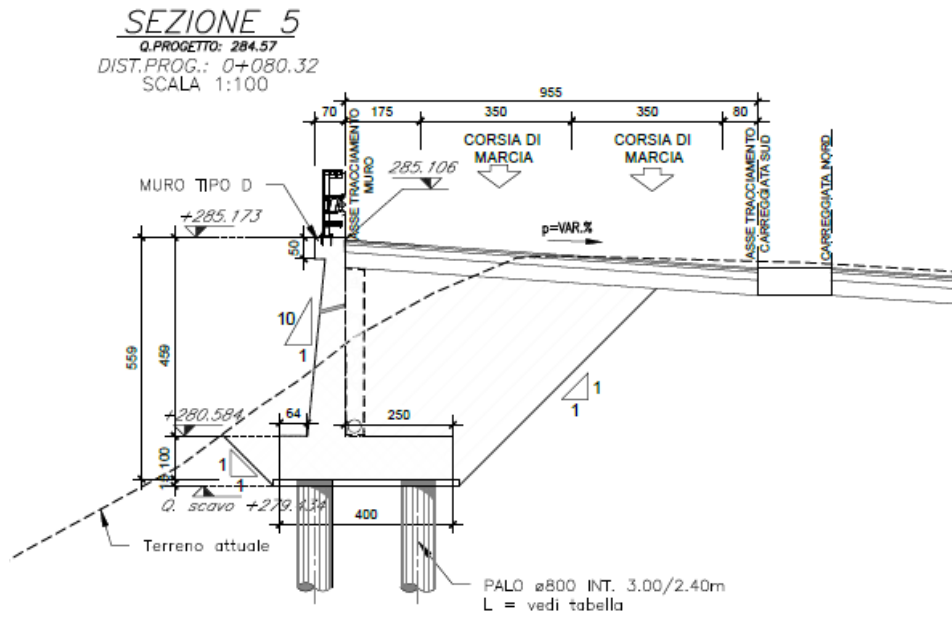


Figura 5: sezione trasversale muro tipologico D1

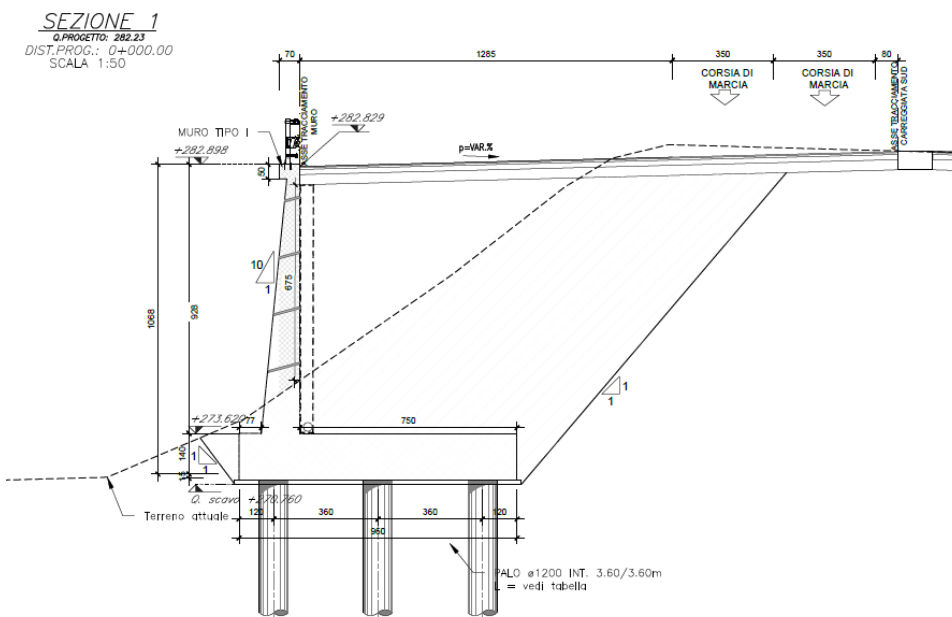


Figura 6: sezione trasversale muro tipologico II



## 2 DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Di seguito è riportato l'elenco delle Normative e dei Documenti assunti come riferimento per il progetto delle opere trattate nell'ambito del presente documento.

- D.M. 17/01/2018 (NTC18): "Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare 21/01/2019, n.7 CSLLP
- Norma Europea UNI ENV 1990: "Eurocodice 0 – Basi di calcolo";
- Norma Europea UNI ENV 1991: "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture";
- Norma Europea UNI ENV 1992: "Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo";
- Norma Europea UNI ENV 1997: "Eurocodice 7 – Progettazione Geotecnica";
- Norma Europea UNI EN 1198: "Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture".

### 2.1 Elaborati di riferimento

<b>Muro in sx da Rotatoria 1 al Km 0+096</b>											
T	0	1	OS	0	2	STR	RE	0	1	A	Relazione di calcolo
T	0	1	OS	0	2	STR	PF	0	1	A	Pianta profilo tav.1
T	0	1	OS	0	2	STR	PF	0	2	A	Pianta profilo tav.2
T	0	1	OS	0	2	STR	SZ	0	1	A	sezioni trasversali
T	0	1	OS	0	2	STR	ST	0	1	A	sezioni tipo tav.1
T	0	1	OS	0	2	STR	ST	0	2	A	sezioni tipo tav.2
T	0	1	OS	0	2	STR	PT	0	1	A	Pianta scavi e tracciamento
T	0	1	OS	0	2	STR	AR	0	1	A	Armatura - Tav.1
T	0	1	OS	0	2	STR	AR	0	2	A	Armatura - Tav.2
T	0	1	OS	0	2	STR	AR	0	3	A	Armatura - Tav.3
T	0	1	OS	0	2	STR	AR	0	4	A	Armatura - Tav.4
T	0	1	OS	0	2	STR	AR	0	5	A	Armatura - Tav.5
T	0	1	OS	0	2	STR	AR	0	6	A	Armatura - Tav.6
T	0	1	OS	0	2	STR	AR	0	7	A	Armatura - Tav.7
T	0	1	OS	0	2	STR	AR	0	8	A	Armatura - Tav.8
T	0	1	OS	0	2	STR	AR	0	9	A	Armatura - Tav.9

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Di seguito sono riportati per ciascuno materiale, i valori delle resistenze e parametri generali da adottare in sede di calcolo secondo quanto stabilito dalla normativa vigente:

#### 3.1 Calcestruzzo per Muri

Per le strutture in esame si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione	C32/40	Classe minima di consistenza	Copriferro minimo [mm]
XC4-XF1	$f_{ck} \geq 32 \text{ MPa}$ $R_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$	S4	50

**Tabella 2: caratteristiche calcestruzzo per muri**

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	$R_{ck}$	40	$\text{N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33.20	$\text{N/mm}^2$
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41.2	$\text{N/mm}^2$
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c$	1,5	[-]
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22.13	$\text{N/mm}^2$
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18.81	$\text{N/mm}^2$
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} [R_{ck} < 50/60]$	3.09	$\text{N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2.17	$\text{N/mm}^2$
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.71	$\text{N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.45	$\text{N/mm}^2$
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33642.8	$\text{N/mm}^2$

**Tabella 3: caratteristiche meccaniche calcestruzzo per muri**

#### 3.2 Calcestruzzo per pali

Per le strutture in esame si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione	C32/40	Classe minima di consistenza	Copriferro minimo [mm]
XC2-XA2	$f_{ck} \geq 32 \text{ MPa}$ $R_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$	S4	60

**Tabella 4: caratteristiche calcestruzzo per PALI**

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	$R_{ck}$	40	$\text{N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33.20	$\text{N/mm}^2$
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41.2	$\text{N/mm}^2$
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c$	1,5	[-]
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22.13	$\text{N/mm}^2$
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18.81	$\text{N/mm}^2$

Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} [Rck < 50/60]$	3.09	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2.17	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.71	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.45	N/mm <sup>2</sup>
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33642.8	N/mm <sup>2</sup>

**Tabella 5: caratteristiche meccaniche calcestruzzo per Pali**

### 3.3 Acciaio per calcestruzzo armato

Acciaio per calcestruzzo armato tipo B 450 C secondo le NTC18 avente le seguenti caratteristiche:

Modulo di elasticità longitudinale	$E_s$	=	210000	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s$	=	1,15	[-]
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	=	450	[MPa]
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$	=	540	[MPa]
Allungamento	$A_{gt k}$	≥	7,50%	[-]
Resistenza di calcolo	$f_{yd}$	=	391,3	[MPa]

**Tabella 6: caratteristiche meccaniche acciaio**

Coefficiente sicurezza SLU

$$\gamma_s = 1,15$$

Resistenza di calcolo SLU

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391,30 \text{ N/mm}^2$$

Tensione di calcolo SLE

$$\sigma_{y,ad} = 0,80 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$$

## 4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

Analizzando il profilo geologico-geotecnico emerge quanto di seguito riportato. Per la caratterizzazione geotecnica del terreno si rimanda alla Relazione Geotecnica. Si riporta uno stralcio del profilo geotecnico con l'ubicazione dell'opera in esame.

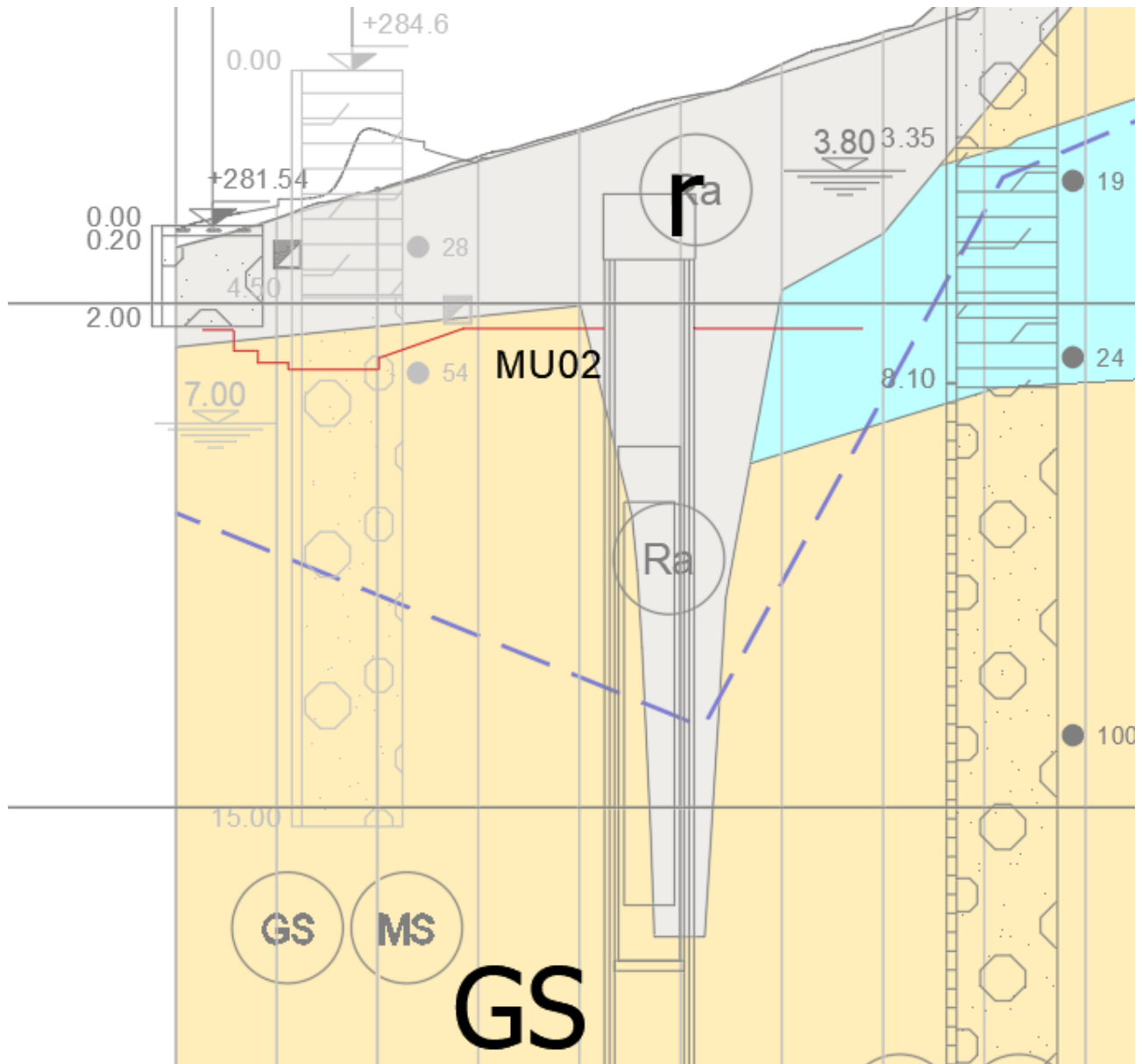


Figura 7: Stralcio del profilo geotecnico con ubicazione dell'opera

Dal profilo geotecnico si desume la stratigrafia di progetto con i relativi parametri caratteristici. In particolare, occorre differenziare la stratigrafia dei muri di sostegno in funzione della progressiva di riferimento:

- Dalla rotonda alla pk 0+050 (in corrispondenza tombino TM01)
- Da pk 0+060 a pk 0+100

#### 4.1 Stratigrafia muro tipologico A1

Per il muro diretto tipo A1 la stratigrafia utilizzata per le verifiche risulta essere la seguente:

Unità geotecnica	Profondità da p.p. [m]	Tipo di sottosuolo
<b>Ra</b>	0 - 2	B
<b>GS</b>	2- 25	

Tabella 7: unità geologiche del sito

Unità Ra (riporto antropico)	
$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 35^\circ$	angolo di attrito
$E = 250 \div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)
$E' \text{ op} = 60 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Tabella 8: Caratteristiche geotecniche Unità Ra- Riporto antropico

Unità GS (ghiaia sabbiosa)	
$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 35 \div 40^\circ (35^\circ)$	angolo di attrito (valore di progetto)
$E_0 = 350 \div 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)
$E' \text{ op} = 100 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Tabella 9: Caratteristiche geotecniche Unità GS

#### 4.2 Stratigrafia muri tipologici C1 e D1

Per i muri di sostegno tipologia C1 e D1 data la loro ubicazione, si farà riferimento, in maniera cautelativa alla seguente stratigrafia (per le curve di portanza si farà riferimento a quelle dei pali D800 da pk 0+060 a pk 0+100).

Da pk 0+060 a pk 0+100		
Unità geotecnica	Profondità da p.p. [m]	Tipo di sottosuolo
<b>AL</b>	0 - 4	B
<b>GS</b>	4-25	

Tabella 10: unità geologiche del sito dalla pk 0+60 alla pk 0+100.00

Unità AL (argilla limosa)	
$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 15 \text{ kPa} (5 \text{ kPa})$	coesione drenata (valore di progetto)
$\varphi' = 26 \div 30^\circ (27^\circ)$	angolo di attrito (valore di progetto)
$C_u = 75 \div 200 \text{ kPa}$	Coesione non drenata
$E_0 = 150 \div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)
$E' \text{ op} = 40 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Tabella 11: caratteristiche geotecniche Unità AL

Unità GS ( ghiaia sabbiosa)	
$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 35 \div 40^\circ (35^\circ)$	angolo di attrito (valore di progetto)
$E_0 = 350 \div 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale ( a piccole deformazioni)
$E'_{op} = 100 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Tabella 12: caratteristiche geotecniche Unità GS

Si riporta il modulo E del terreno utilizzato nella valutazione del momento lungo il fusto dei pali:

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m <sup>2</sup>
.000	42000.00
2.500	42000.00
2.510	48000.00
7.000	100000.00
23.500	100000.00
23.510	70000.00
43.500	70000.00

### 4.3 Stratigrafia muri tipologici E1,G1,H1 e I1

Si riporta la stratigrafia a partire dal piano di posa delle fondazioni dei muri tipologici E1, G1, H1 e I1 per il tratto dalla rotonda a pk 0+50.

Da rotonda a pk 0+50 per muri su pali		
Unità geotecnica	Profondità da p.p. [m]	Tipo di sottosuolo
GS	0 - 25	B
AL	25-40	

Tabella 13: unità geologiche del sito da rotonda alla pk 0+50.00 per muri su pali

Unità GS ( ghiaia sabbiosa)	
$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 35 \div 40^\circ (35^\circ)$	angolo di attrito (valore di progetto)
$E_0 = 350 \div 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale ( a piccole deformazioni)
$E'_{op} = 100 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Tabella 14: caratteristiche geotecniche Unità SG

Unità AL ( argilla limosa)	
$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 15 \text{ kPa} (5 \text{ kPa})$	coesione drenata (valore di progetto)
$\varphi' = 26 \div 30^\circ (27^\circ)$	angolo di attrito (valore di progetto)

$C_u = 75 \div 200$ kPa	Coesione non drenata
$E_0 = 150 \div 400$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale ( a piccole deformazioni)
$E'_{op} = 40$ MPa	modulo di deformazione elastico operativo

**Tabella 15: caratteristiche geotecniche Unità AL**

Si riporta il modulo E del terreno utilizzato nella valutazione del momento lungo il fusto dei pali:

Prof. m	E kN/m <sup>2</sup>
.000	18000.00
7.000	100000.00
23.500	100000.00
23.510	70000.00
40.000	70000.00

**Dal profilo geotecnico è possibile rilevare la falda ad una quota di -4m dal piano di posa delle fondazioni.**

#### 4.4 Terreno di riempimento e rinterro

Il terreno di rinterro dell'opera è costituito da terreno di rilevato stradale per il quale sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche:

Terreno di rinterro a tergo del muro (rilevato stradale)	
$\gamma = 20.0$ kN/m <sup>3</sup>	peso di volume naturale
$\phi' = 35^\circ$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$c' = 0$ kPa	coesione drenata

**Tabella 16: caratteristiche geotecniche terreno di rinterro**

#### 4.5 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale ( $V_N$ ), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso ( $C_U$ ).

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale:  $V_N = 50$  anni. Riguardo invece la Classe d'Uso, all' opera in oggetto corrisponde una Classe IV a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II):  $C_U = 2.0$ .

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutati in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ . Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a  $V_R = 50 \times 2.0 = 100$  anni.

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

#### 4.6 Parametri di pericolosità sismica

L'azione sismica di progetto è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base del sito su cui l'opera insiste, descritta in termini geografici e temporali:

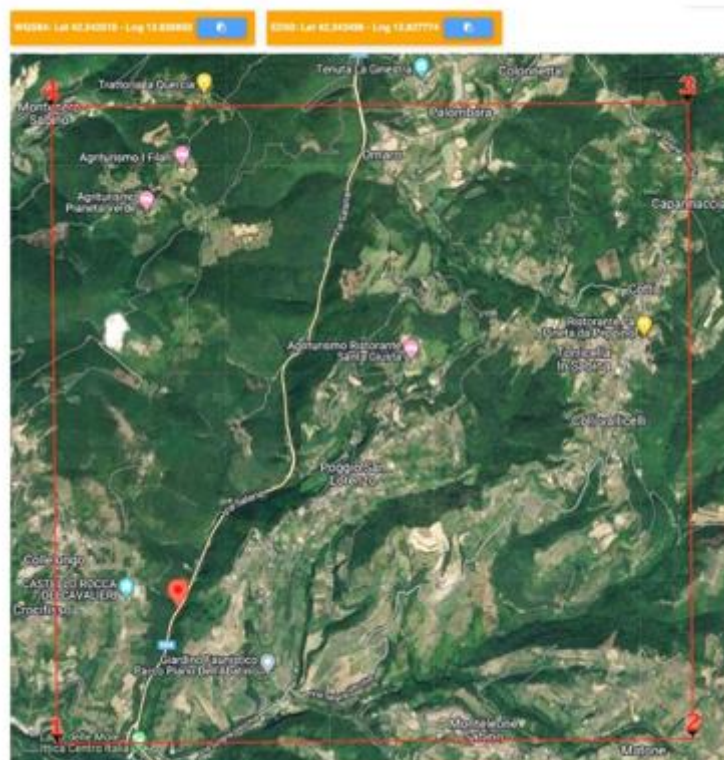
- attraverso i valori di accelerazione orizzontale di picco  $a_g$  (attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale) e le espressioni che definiscono le ordinate del relativo spettro di risposta elastico in accelerazione  $S_e(T)$ ;
- in corrispondenza del punto del reticolo che individua la posizione geografica dell'opera;
- con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR

In particolare, la forma spettrale prevista dalla normativa è definita, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

- $a_g$ , accelerazione orizzontale massima del terreno
- $F_0$ , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- $TC^*$ , periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I suddetti parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell'opera, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici. In particolare, si può notare come  $F_0$  descriva la pericolosità sismica locale del sito su cui l'opera insiste. Infatti, da quest'ultimo, attraverso le espressioni fornite dalla normativa, sono valutati i valori d'amplificazione stratigrafica e topografica.

L'area di studio è indicativamente ubicata alle coordinate (WGS84) **Lat: 42.242518° Long: 12,826850°** e ricade pertanto all'interno del reticolo di riferimento tra i 4 vertici indicati nella Fig. 4.1 per i quali le NTC definiscono i parametri necessari per definire l'azione sismica.



**Figura 8:** *Figura 6: Rappresentazione dei punti della maglia del reticolo di riferimento riportati nella Tab.1 allegata alle NTC 2018*

**Le coordinate del muro in esame OS02 risultano essere le seguenti (WGS84):**



**LATITUDINE: 42.232385**

**LONGITUDINE: 12.822492**

**Ai fini della valutazione dell'azione sismica si è fatto riferimento alle coordinate indicate nella RELAZIONE SISMICA e valide per l'intero tratto in esame.**

Di seguito sono riassunti i valori dei parametri assunti per l'opera in oggetto.

Vita nominale VN = 50 anni;

Classe d'uso = IV;

Coefficiente d'uso Cu = 2.0;

Periodo di riferimento VR = 100 anni;

TR,SLV = 949 anni;

I parametri di progetto utilizzati per la valutazione degli spettri di risposta sono riepilogati di seguito..

ag,SLV = 0.201 g;

F0,SLV = 2.477;

T\*c,SLV = 0.334 sec.

Lo spettro di risposta elastico per la descrizione della componente orizzontale del moto sismico è infine costruito a partire dai parametri seguenti.

**Per le opere in progetto, in accordo con la tabella 3.2.III delle NTC2018, si assume categoria topografica T2.**

**In accordo con quanto riportato al punto 3.2.3.2 delle NTC2008, ultimo capoverso, in ragione della morfologia dell'area e dell'ubicazione delle opere rispetto ad essa (situate difatti in corrispondenza della base del versante), non sussistono condizioni tali da comportare un effetto di amplificazione topografica delle azioni sismiche, per cui il coefficiente topografico (Tab. 3.2.V), viene assunto unitario (ST=1.0).**

Categoria di suolo = B;

Categoria topografica = T1;

Ss, fattore stratigrafico = 1.20;

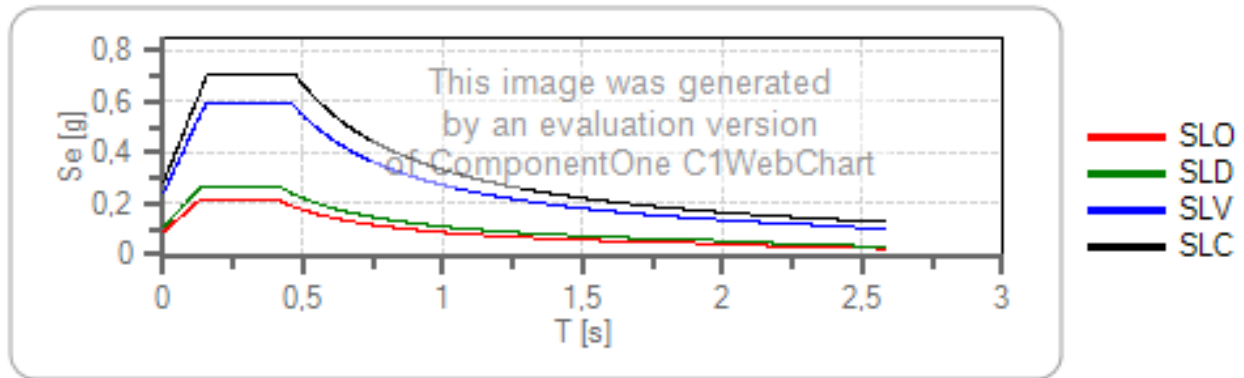
ST, fattore topografico = 1.00;

Cc, fattore correttivo del periodo TC\* = 1.37.

Si riportano nell'immagine seguente, a titolo di riferimento, gli spettri elastici allo SLV e allo SLC in accelerazione in direzione orizzontale e verticale come riportati nella Relazione Sismica, a cui si rimanda per maggiori dettagli.

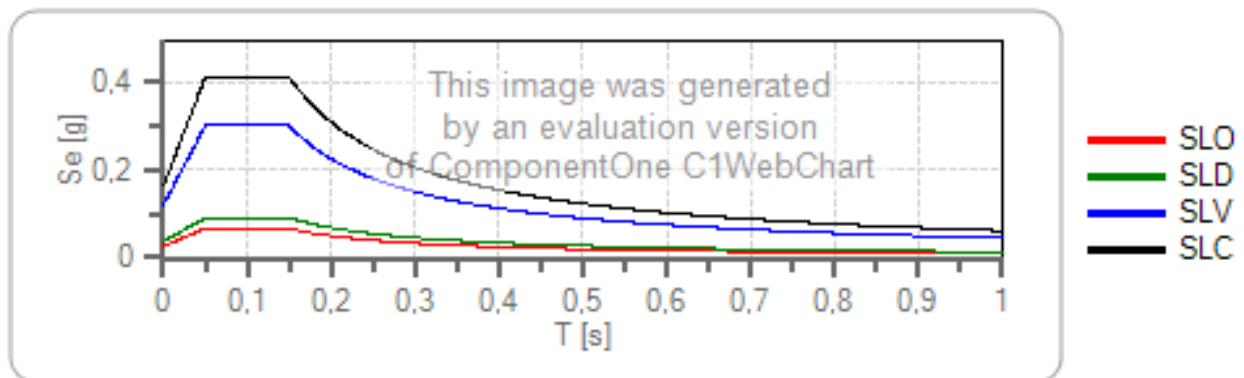
I grafici riportati nelle seguenti figure rappresentano i valori di accelerazione spettrali attesi ( $S_d$  [g]) rispetto ad un di periodo di oscillazione di riferimento ( $T$  [s]). Nel corso della progettazione strutturale esecutiva degli interventi tali considerazioni dovranno essere verificate e puntualizzate in funzione delle caratteristiche strutturali e dimensionali degli edifici stessi.

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,073	2,498	0,285	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,134	0,401	1,893
SLD	2	0,092	2,442	0,295	1,200	1,400	1,000	1,200	1,000	0,138	0,413	1,966
SLV	2	0,201	2,477	0,334	1,200	1,370	1,000	1,200	1,000	0,153	0,458	2,403
SLC	2	0,245	2,509	0,346	1,150	1,360	1,000	1,150	1,000	0,157	0,470	2,582

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,073	2,498	0,285	1,000	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	2	0,092	2,442	0,295	1,000	1,400	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	2	0,201	2,477	0,334	1,000	1,370	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	2	0,245	2,509	0,346	1,000	1,360	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

Figura 9 – Spettri elastici in accelerazione

## 5 CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE

Nel seguente paragrafo si riporta una descrizione riguardante procedure e criteri di calcolo adottati per l’effettuazione di tutte le verifiche prescritte dalla normativa vigente.

### 5.1 Metodo agli stati limite ed approcci di progetto

Il progetto di opere strutturali e geotecniche va effettuato, come prescritto dalle NTC 2018, con i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite basati sull’impiego dei coefficienti parziali di sicurezza. Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale è verificata tramite il confronto tra la resistenza e l’effetto delle azioni.

La normativa distingue inoltre tra Stati Limite Ultimi e Stati Limite di Esercizio.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza è stata effettuata con il “metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d.$$

dove:

$R_d$  è la resistenza di progetto

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

$E_d$  è il valore di progetto dell’effetto delle azioni

$$E_d = E \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

oppure

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[ F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Il coefficiente  $\gamma_R$  opera direttamente sulla resistenza del sistema.

I coefficienti parziali di sicurezza,  $\gamma_{Mi}$  e  $\gamma_{Fj} = \gamma_{Ej}$ , associati rispettivamente al materiale i-esimo e all’azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e all’affidabilità del modello di calcolo.

In accordo a quanto stabilito al §2.6.1 delle NTC 2018, la verifica della condizione  $R_d \geq E_d$  deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell’ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo Approccio progettuale (Approccio 1) le verifiche si eseguono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto, convenzionalmente indicate come di seguito:

A1+M1+R1

A2+M2+R2

Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) le verifiche si eseguono con un’unica combinazione di gruppi di coefficienti.

Gli stati limite di verifica si distinguono in genere in:

- **EQU** perdita di equilibrio della struttura fuori terra, considerata come corpo rigido.
- **STR** raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

- **GEO** raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;
- **UPL** perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla spinta dell'acqua (sollevamento per galleggiamento).
- **HYD** erosione e sifonamento del terreno dovuta ai gradienti idraulici.

I coefficienti parziali da applicare alle azioni sono quelli definiti alla Tab 2.6.I delle NTC 2018 di seguito riportata per chiarezza espositiva:

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti  $G_1$ ;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali  $G_2$ ;

$\gamma_Q$  coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6.

I valori dei coefficienti parziali da applicare ai materiali e/o alle caratteristiche dei terreni (M) sono definiti nelle specifiche sezioni della norma, ed in particolare al Cap. 4 per ciò che concerne i coefficienti parziali da applicare ai materiali strutturali, mentre al Cap.6 sono indicati quelli da applicare alle caratteristiche meccaniche dei terreni.

I coefficienti parziali da applicare alle resistenze (R) sono infine unitari sulle capacità resistenti degli elementi strutturali, mentre assumono in genere valore diverso da 1 per ciò che concerne verifiche che attengono il controllo di meccanismi di stabilità locale o globale; i valori da adottare per ciascun meccanismo di verifica, sono definiti nelle specifiche sezioni di normativa dedicate al calcolo delle diverse opere geotecniche.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio viene effettuata invece controllando gli aspetti di funzionalità e lo stato tensionale e/o deformativo delle opere, con riferimento ad una combinazione di verifica caratterizzata da coefficienti parziali sulle azioni e sui materiali tutti unitari.

Al §2.5.3 delle NTC 2018, sono infine definiti i criteri con cui le diverse azioni presenti vanno combinate per ciascuno stato limite di verifica previsto dalla Normativa.

Nell'ambito della progettazione geotecnica, la normativa definisce inoltre nella Tab 6.2.II, i valori dei coefficienti parziali M1/M2 da applicare ai parametri caratteristici dei terreni nell'ambito delle diverse combinazioni contemplate dai due approcci di progetto:

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_\phi$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Tali valori agiscono sulle proprietà dei terreni, condizionando sia le azioni (spinte ed incrementi di spinta), sia le resistenze nei riguardi delle verifiche di stabilità dell'insieme terreno-opera interagente (Paratie, Muri, Pali di Fondazione ecc.)

Inoltre, ribadisce i valori dei coefficienti da applicare alle azioni nella Tab 6.2.I di seguito riportata:

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2$ <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

## 5.2 Criteri di analisi e verifica dei muri di sostegno

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite, accertando che la condizione  $R_d \geq E_d$  sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

### **SLU di tipo geotecnica (GEO)**

- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;
- ribaltamento;
- stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;

### **SLU di tipo strutturale (STR)**

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

In condizioni statiche, la verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC 2018; in aggiunta a quanto già mostrato in precedenza nel documento, si riporta anche la Tab 6.8.I appena menzionata:

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

Le rimanenti verifiche, in condizioni statiche, devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I di seguito riportata.

**Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno**

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Nella verifica a ribaltamento, i coefficienti R3 della Tab. 6.5.I, si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Come già specificato al paragrafo precedente, trattandosi nel caso specifico di opere soggette ad azioni da traffico veicolare, in luogo dei coefficienti generici di cui alle Tab 6.2.I, si è fatto riferimento a quelli di cui alle Tab. 5.I.V e 5.I.VI del già citato DM.

**Tab. 5.1.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU**

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti $g_1$ e $g_3$	favorevoli	$\gamma_{G1}$ e $\gamma_{G3}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup> $g_2$	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

**Tab. 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali**

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente $\Psi_0$ di combi- nazione	Coefficiente $\Psi_1$ (valori frequent)	Coefficiente $\Psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Le spinte devono tenere conto del sovraccarico e dell'inclinazione del piano campagna, dell'inclinazione del paramento rispetto alla verticale, delle pressioni interstiziali e degli effetti della filtrazione nel terreno; nel calcolo della spinta si può tenere conto dell'attrito che si sviluppa fra parete e terreno.

Ai fini della verifica alla traslazione sul piano di posa di muri di sostegno con fondazioni superficiali, non si deve in generale considerare il contributo della resistenza passiva del terreno antistante il muro, salvo casi particolari in cui, in relazione caratteristiche meccaniche dei terreni ed alle modalità costruttive, è possibile portare in conto un'aliquota di tale resistenza, nella misura massima del 50% del valore teorico.

### 5.3 Prescrizioni generali per le verifiche in fase sismica

Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, le verifiche agli stati limite ultimi di opere e sistemi geotecnici si riferiscono al solo stato limite di salvaguardia della vita (SLV); quelle agli stati limite di esercizio si riferiscono al solo stato limite di danno (SLD). Le verifiche devono essere eseguite ponendo pari a 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto con i coefficienti parziali  $\gamma_R$  indicati nella tabella 7.11.III riportata in seguito:

**Tab. 7.11.III - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.**

Verifica	Coefficiente parziale $\gamma_R$
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Per i muri di sostegno ubicati in corrispondenza di versanti o in prossimità di pendii naturali devono essere soddisfatte le condizioni di stabilità del pendio, in presenza della nuova opera, con i metodi di analisi riportati al §7.11.3.5. delle NTC2018. Deve inoltre essere soddisfatta la verifica di stabilità del complesso muro-terreno con i criteri indicati al §7.11.4. ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente  $\gamma_R=1.2$ .

Il §7.11.6.2.1 delle NTC 2018, precisa che l’analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche, può essere eseguite mediante i metodi pseudo-statici o i metodi degli spostamenti. Nell’analisi pseudo-statica, l’azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

con:

$g$  accelerazione di gravità;

$a_{max} = S_S S_T a_g$  accelerazione massima attesa sul suolo di riferimento ( $a_g$  è l’accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido,  $S_S$  e  $S_T$  sono i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, come già definiti nell’ambito del precedente paragrafo §0);

Per muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede,  $\beta_m$  coefficiente di riduzione dell’accelerazione massima attesa al sito assume il valore di 0.38 nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e 0.47 nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD). Inoltre, si può assumere che l’incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica con distribuzione triangolare.

**Per i muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno (MURI SU PALI), il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario. Inoltre, si deve assumere che l’incremento di spinta dovuto al sisma sia applicato a metà altezza del muro secondo una distribuzione di tipo rettangolare.**

#### 5.4 Prescrizioni generali per le verifiche dovute a carichi eccezionali

Con riferimento al § 5.1.3.13 del D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, si puntualizza che le azioni d’urto agenti sugli elementi strutturali orizzontali al disopra della strada, sono da impiegarsi per la verifica di sicurezza globale dell’impalcato nel suo insieme inteso come corpo rigido (sollevamento/ribaltamento). Occorre pertanto verificare la resistenza del muro di sostegno cui sono collegate le barriere di sicurezza nei confronti delle azioni da urto veicolare. Tali azioni, si ricorda, sono azioni eccezionali, quindi caratterizzate da coefficienti di sicurezza dei materiali e da coefficienti di amplificazione dei carichi unitari. Per le verifiche strutturali e geotecniche relative alla struttura in oggetto si fa riferimento a quanto riportato nel capitolo nel D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 2.5.3. Sulla base di ciò è stata individuata la combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$F_d = \sum_{j=1}^m (G_{Kj}) + P + A_d + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \gamma_{Qi} Q_{ki})$$

dove:

$\gamma_G$  e  $\gamma_Q$  rappresentano i coefficienti parziali di amplificazione dei carichi –

$G_{kj}$  rappresenta il valore caratteristico della  $j$ -esima azione permanente

$Q_{k1}$  rappresenta il valore caratteristico dell’azione variabile di base in ogni combinazione

$Q_{ki}$  rappresenta il valore caratteristico della  $i$ -esima azione variabile



$\Psi_{oi}$  rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori caratteristici

## 6 CRITERI DI ANALISI E VERIFICHE DELLE OPERE

Nel seguente paragrafo si riporta una descrizione riguardante le procedure e i criteri di calcolo adottati per l'effettuazione di tutte le verifiche prescritte dalla normativa vigente suddividendole in:

- **Verifiche geotecniche**
- **Verifiche strutturali**

### 6.1 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche sono quelle che coinvolgono la resistenza del terreno nell'ambito di quelle prescritte dalla normativa. Esse sono:

- **Verifica allo scorrimento**
- **Verifica a carico limite**
- **Verifica a ribaltamento**
- **Verifica di stabilità globale**

#### 6.1.1 Verifica allo scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro, sia minore di tutte le forze resistenti lungo la stessa direzione.

La verifica a scorrimento risulta in particolare soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento ( $F_r$ ) fattorizzata secondo un opportuno coefficiente parziale  $\gamma_r$  stabilito dalla normativa e la risultante delle forze mobilitanti ( $F_s$ ) risulti non inferiore all'unità:

$$(F_r / \gamma_r) / F_s \geq 1$$

ovvero che il rapporto  $F_r/F_s$  risulti non inferiore di  $\gamma_r$ , fissato dalla normativa pari ad **1,1** in condizioni statiche e **1** in condizioni sismiche.

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito lungo la base della fondazione.

Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, la forza resistente può esprimersi come:

$$F_r = N \operatorname{tg} \varphi$$

In casi particolari specificati dalla normativa è possibile eventualmente tener conto della resistenza passiva  $S_p$  del terreno a valle del muro.

La valutazione delle azioni resistenti e di quelle mobilitanti, dovrà tener conto dei coefficienti  $A$  ed  $M$  fissati dalla normativa per la combinazione di verifica specifica.

In condizioni sismiche, la forza mobilitante per muri di sostegno diretti viene calcolata secondo il metodo pseudostatico considerando un coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito  $\beta_m$  pari a 0.38 mentre nel caso di muri su pali tale coefficiente di deamplificazione risulta essere unitario.

Lo scorrimento del piano di posa della fondazione viene considerato assorbito dai pali di fondazione, sui quali vengono calcolati gli sforzi di taglio agenti che, successivamente, vengono confrontati con i valori di taglio resistente del palo e con i valori di capacità portante orizzontale.

### 6.1.2 Verifica a ribaltamento

La verifica al ribaltamento di un muro di sostegno, prevede la valutazione del coefficiente di sicurezza nei confronti del meccanismo di rotazione dell'opera rispetto al vertice esterno della fondazione.

Nella fattispecie, detti  $M_{rib}$ , momento delle azioni ribaltanti, e  $M_{sta}$ , momento delle azioni stabilizzanti, occorrerà verificare quanto segue:

$$M_{sta} / R \geq M_{rib}$$

In accordo a quanto prescritto dalla normativa vigente, la verifica a ribaltamento deve essere effettuata in condizioni statiche secondo l'approccio 2 (A1+ M1+R3) in cui i coefficienti parziali  $\gamma_R$  pari a **1.15** si applicano alle azioni stabilizzanti. In condizioni sismiche, la verifica deve essere effettuata ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando un coefficiente parziale di sicurezza sulle azioni stabilizzanti  $\gamma_R$  pari a **1.0**. Lo stato limite di ribaltamento in condizioni sismiche deve essere trattato impiegando valori di  $\beta_m$  incrementati del 50% rispetto a quelli indicati al par. 7.3. e comunque non superiori all'unità.

Tale verifica perde di significato nel caso di muri su pali.

### 6.1.3 Verifica di stabilità globale

Le NTC 2018 affrontano il tema della Stabilità Globale distinguendo tra il caso dei Pendii Naturali (§ 6.3) e quello delle opere in terra in Materiali sciolti e Fronti di scavo (§ 6.8) fornendo prescrizioni differenti circa i criteri di verifica da adottare nei due casi. Trattandosi nel caso in esame di valutare la Stabilità Globale di Opere a sostegno di scavi, si ricade nel caso dei "Fronti di Scavo e rilevati".

Il punto 6.8 delle NTC 2018 e relativa circolare applicativa, tratta l'argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 "Verifiche di Sicurezza (SLU)" viene prescritto quanto di seguito: Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

In aggiunta a quanto già riportato nei precedenti paragrafi, si riporta di seguito la Tab. 6.8.I, in cui è definito il valore del coefficiente parziale "R2" da applicare al valore della resistenza caratteristica calcolata per la generica superficie di potenziale scivolamento analizzata in condizioni statiche:

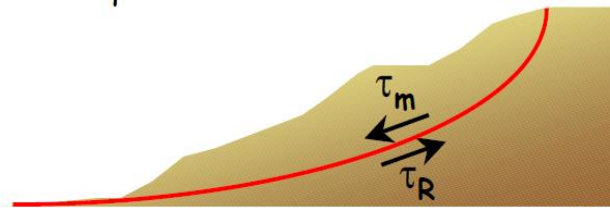
**Tabella 6.8.I** – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1.1

In condizioni sismiche in accordo alle prescrizioni al § 7.11.4. le resistenze di progetto devono essere calcolate con un coefficiente parziale pari a  $\gamma_R=1.2$ .

Nel presente paragrafo sono illustrati i Criteri generali adottati per l'effettuazione delle Verifiche di Stabilità Globale prescritte dalla normativa. In generale, ciascuno metodo va alla ricerca dei potenziali superfici di scivolamento,

generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



$$FS = \frac{\int_S \tau_{rott}}{\int_S \tau_{mob}}$$

**Figura 10: illustrazione superficie di scorrimento**

Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione b, interessati da azioni taglianti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

Per il caso in esame, le verifiche sono state effettuate rispetto a superfici di forma circolare, utilizzando il metodo di Bishop, per i cui dettagli si rimanda a quanto esposto a riguarda nella letteratura tecnica.

Le verifiche sono state effettuate rispetto a famiglie di superfici potenziali di rottura disegnate in maniera tale da non intersecare le opere, escludendo quindi ai fini della stabilità la resistenza al taglio locale offerta dalle opere, fermo restando tutte le prescrizioni definite dalla normativa per questo tipo di verifica.

#### 6.1.4 Capacità portante dei pali nei confronti dei carichi verticali

Tratti di muro dell'opera in oggetto presentano una fondazione indiretta costituita da una platea di fondazione su pali trivellati, il cui valore di progetto  $R_d$  della resistenza a carichi assiali dei singoli pali si ottiene a partire dal valore caratteristico  $R_k$  applicando i coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati nella tabella 6.4.II seguente:

*Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali*

Resistenza	Simbolo	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	$\gamma_b$	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,15	1,15	1,15
Totale $\heartsuit$	$\gamma$	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,25	1,25	1,25

$\heartsuit$  da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

In condizioni sismiche, i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri meccanici del terreno sono unitari mentre i coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze sono riportati nella tabella 6.4.II.

La resistenza caratteristica  $R_k$  del singolo palo è determinata mediante metodi di calcolo analitici, dove  $R_k$  è calcolata a partire a da valori caratteristici dei parametri geotecnici e/o mediante l'impiego di relazioni empiriche che utilizzano direttamente i risultati di prove in situ.

La normativa vigente definisce per tali procedure, il valore caratteristico della resistenza  $R_{c,k}$  (o  $R_{t,k}$ ) come il valore minore tra quelli ottenuti applicando alle resistenze calcolate  $R_{c,calc}$  ( $R_{t,calc}$ ) i fattori di correlazione  $\xi$  riportati nella tabella seguente, in funzione del numero n di verticali di indagini:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \qquad R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

**Tabella 13 - Fattori di correlazione  $\xi$**

n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

La campagna di indagine condotta in fase di progettazione definitiva permette di assumere in sede di calcolo un fattore di correlazione pari a  $\xi_3 = \xi_4 = 1.70$ .

### 6.1.5 Capacità portante dei pali nei confronti dei carichi orizzontali

Il carico orizzontale limite  $H_{lim}$  è stato calcolato in accordo alla teoria proposta da Broms (1984).

Le ipotesi assunte da Broms sono le seguenti:

- terreno omogeneo;
- comportamento dell'interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico;
- la forma del palo è ininfluyente e l'interazione palo-terreno è determinata solo dalla dimensione caratteristica  $D$  della sezione del palo (il diametro per sezioni circolari, il lato per sezioni quadrate, etc.) misurata normalmente alla direzione del movimento;
- il palo ha comportamento rigido-perfettamente plastico, cioè si considerano trascurabili le deformazioni elastiche del palo.

Questa ultima ipotesi comporta che il palo abbia solo moti rigidi finché non si raggiunge il momento di plasticizzazione  $M_y$  del palo. A questo punto si ha la formazione di una cerniera plastica in cui la rotazione continua indefinitamente con momento costante.

In accordo alla condizione di vincolo dei pali nei plinti di fondazione, il palo è considerato impedito di ruotare in testa.

Per quanto riguarda la resistenza del terreno, si riportano in seguito le distribuzioni per terreno a comportamento coesivo e a comportamento incoerente, sulla base di analisi teoriche ed osservazioni sperimentali.

#### 6.1.5.1 Unità a comportamento coesivo

Il diagramma di distribuzione della resistenza  $p$  offerta dal terreno lungo il fusto del palo è quello riportato in fig. 8-a. Broms adotta al fine delle analisi una distribuzione semplificata (b) con reazione nulla fino a  $1.5 d$  e costante con valore  $9 c_u d$  per profondità maggiori.

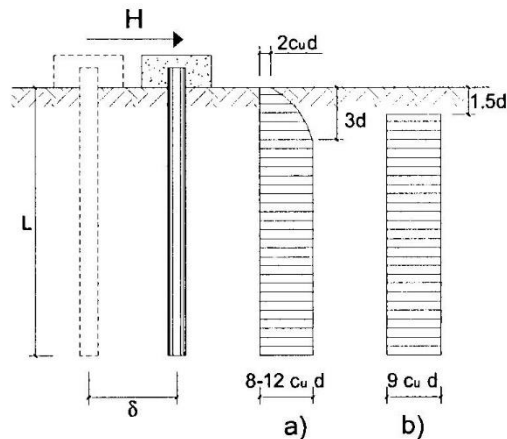


Figura 11: Distribuzione della resistenza offerta dal terreno a carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa (Broms, 1984)

I meccanismi di rottura del complesso palo-terreno sono condizionati dalla lunghezza del palo, dal momento di plasticizzazione della sezione e dalla resistenza esercitata dal terreno. I possibili meccanismi di rottura sono riportati nella figura seguente e sono solitamente indicati come "palo corto", "intermedio" e "lungo".

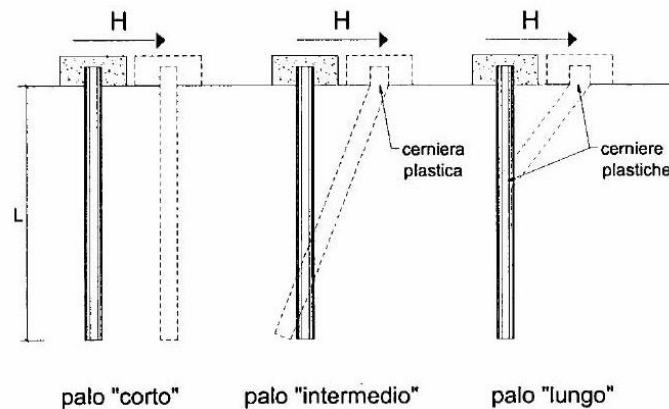


Figura 12 – Meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984)

Facendo ricorso a semplici equazioni di equilibrio ed imponendo la formazione di una cerniera plastica nelle sezioni che raggiungono un momento pari a  $M_y$ , è possibile calcolare il carico limite orizzontale corrispondente ai tre meccanismi di rottura:

$$H \text{ lim} = 9c_u D^2 \left( \frac{L}{D} - 1.5 \right) \quad \text{palo corto}$$

$$H \text{ lim} = -9c_u D^2 \left( \frac{L}{D} - 1.5 \right) + 9c_u D^2 \sqrt{2 \left( \frac{L}{D} \right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u D^3} + 4.5} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H \text{ lim} = -13.5c_u D^2 + c_u D^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u D^3}} \quad \text{palo lungo}$$

Con riferimento al caso in oggetto, il meccanismo di rottura è sempre quello di palo lungo.

Nel caso di palo scalzato e per il caso di palo lungo, il valore di  $H_{lim}$  si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H_{lim} = 9c_u D \times (f - 1.5D)$$

$$H_{lim} \times (d_s + f) - 4.5c_u D (f - 1.5D)^2 - 2M_y = 0$$

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna;

$d_s$  l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna.

### 8.1.5.1 Unità a comportamento incoerente

Per un terreno incoerente si assume che la resistenza opposta dal terreno alla traslazione del palo vari linearmente con la profondità con legge:

$$p = 3 k_p \gamma z D$$

essendo:

$k_p$  il coefficiente di spinta passiva;

z la profondità da piano campagna;

$\gamma$  il peso di volume del terreno, nel caso in cui il terreno sia sotto falda si assume  $\gamma'$ .

I valori del carico limite corrispondenti ai diversi meccanismi di rottura sono di seguito riportati:

$$H_{lim} = 1.5 k_p \gamma D^3 \left( \frac{L}{D} \right)^2 \quad \text{palo corto}$$

$$H_{lim} = \frac{1}{2} k_p \gamma D^3 \left( \frac{L}{D} \right)^2 + \frac{M_y}{L} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H_{lim} = k_p \gamma D^3 \sqrt[3]{\left( 3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma D^4} \right)^2} \quad \text{palo lungo}$$

Con riferimento ai casi in oggetto, il meccanismo di rottura è sempre quello di palo lungo.

Nel caso di palo scalzato e per il caso di palo lungo, il valore di  $H_{lim}$  si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H_{lim} = 1.5 k_p \gamma D f^2$$

$$f^3 + 1.5 D f^2 - \left( \frac{2 M_y}{\gamma k_p D} \right) = 0$$

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna;

$d_s$  l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna.

## 6.2 Verifiche di resistenza

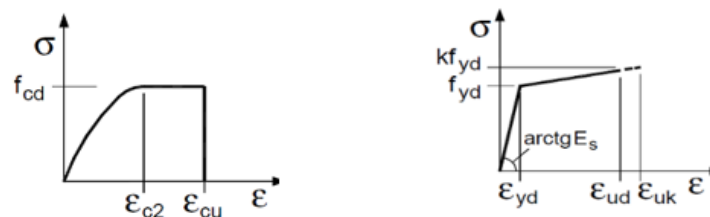
Le verifiche strutturali allo SLU (Stato Limite Ultimo) sono quelle che riguardano l'attingimento della resistenza degli elementi strutturali. Esse sono:

- **Verifica a pressoflessione**
- **Verifica a taglio**

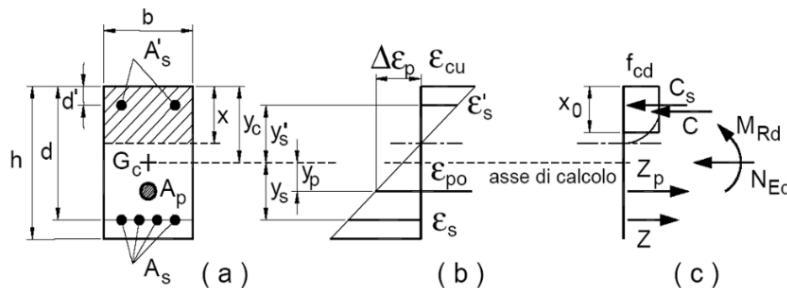
Come per le verifiche geotecniche (ad eccezione della verifica di stabilità globale), esse devono essere condotte secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3).

### 6.2.1 Pressoflessione

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione, viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC 2018, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



**Figura 13: legami costitutivi calcestruzzo e acciaio**



**Figura 14: Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione della generica sezione**

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

- $M_{Rd}$  è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a  $N_{Ed}$ ;
- $N_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;
- $M_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

### 6.2.2 Taglio

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w d$$

dove:

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2};$$

$$k = 1 + (200 / d)^{1/2} \leq 2;$$

$$\rho_1 = A_{sw} / (b_w d);$$

$d$  = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;

$b_w = 1000$  mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio  $V_{Rd}$  è il minimo tra la resistenza a taglio trazione  $V_{Rsd}$  e la resistenza a taglio compressione  $V_{Rcd}$ .

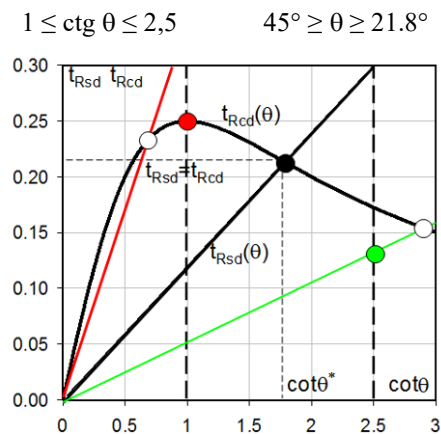
$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta)}{(1 + \text{ctg}^2\theta)}$$

essendo:

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle NTC 2018, considerando ai fini delle verifiche, un angolo  $\theta$  di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.



L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle ( $\theta$ ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato:

$$\cot \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$

( $\theta^*$  angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove:

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5;$$

$f'_{cd}$  = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima;

$f_{cd}$  = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima;

$\omega_{sw}$  = percentuale meccanica di armatura trasversale  $\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}}$ ;

$\alpha_c$	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
		1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
		$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$



- Se la  $\cot\theta^*$  è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la  $\cot\theta^*$  è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rsd})$  coincide con il massimo taglio sopportato dalle armature trasversali valutabile per una  $\cot\theta = 2,5$ .
- Se la  $\cot\theta^*$  è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e il taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rcd})$  coincide con il massimo taglio sopportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una  $\cot\theta = 1,0$ .

### 6.3 Verifiche di esercizio

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato.

#### 6.3.1 Stato limite di limitazione delle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche “Rara” e “Quasi Permanente”; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo “non reagente a trazione” adottando come limiti di riferimento quelli di seguito indicati, in accordo alle prescrizioni della normativa vigente:

riferimento,

Per il caso in esame risulta in particolare:

#### **CALCESTRUZZO ELEVAZIONE/FONDAZIONE C32/40**

$\sigma_{c,max,Q.P.} = 0,45 f_{cK}$	14.4	MPa	(combinazione di carico Quasi Permanente)
$\sigma_{c,max,R.} = 0,60 f_{cK}$	19.2	MPa	(combinazione di carico Rara)

*Tabella 17: limiti tensione calcestruzzo*

#### **CALCESTRUZZO PALI C25/30**

$\sigma_{c,max,Q.P.} = 0,45 f_{cK}$	11.25	MPa	(combinazione di carico Quasi Permanente)
$\sigma_{c,max,R.} = 0,60 f_{cK}$	15	MPa	(combinazione di carico Rara)

*Tabella 18: limiti tensione calcestruzzo*

#### **ACCIAIO**

$\sigma_{f,max} = 0,80 f_{yK}$	360	MPa	(combinazione di carico Rara)
--------------------------------	-----	-----	-------------------------------

*Tabella 19: limiti tensione acciaio*

#### 6.3.2 Stato limite di fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico “Frequente” e combinazione “Quasi Permanente”.

Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive di tipo XC4-XF1; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV].

**Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali**

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportata nel prospetto seguente.

Tabella 20 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e condizioni ambientali

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	Frequente	ap. fessure	≤w2	ap. fessure	≤w3
		Quasi Permanente	ap. fessure	≤w1	ap. fessure	≤w2
b	Aggressive	Frequente	ap. fessure	≤w1	ap. fessure	≤w2
		Quasi Permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤w1
c	Molto Aggressive	Frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤w1
		Quasi Permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤w1

Risultando:

w1= 0.2 mm;

w2= 0.3 mm;

w3= 0.4 mm.

Pertanto dovrà risultare:

Combinazione Quasi permanente :  $w \leq 0.2\text{mm}$

Combinazione Frequente :  $w \leq 0.3\text{mm}$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura riportata al C4.1.2.2.4.5 della Circolare n. 7/2019.

## 7 ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI

Nel presente paragrafo si descrivono i criteri di valutazione delle azioni sollecitanti le opere di sostegno e relative combinazioni di calcolo adottate.

### 7.1 Pesi propri e carichi permanenti

I pesi propri relativi alla struttura ed al terreno eventualmente gravante sulla fondazione, sono valutati tenendo conto dei pesi dell'unità di volume specifici  $\gamma$  come di seguito definiti:

Calcestruzzo strutturale  $\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$

terreno di rinterro:	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
----------------------	------------------------------

Tabella 21: pesi di unità di volume calcestruzzo e terreno di rinterro

## 7.2 Carichi permanenti non strutturali

Le opere di sostegno oggetto di dimensionamento prevedono anche un carico permanente non strutturale dovuto alla pavimentazione stradale. Si considera uno spessore del pacchetto stradale di spessore pari a 0.20m e  $\gamma=24\text{KN/m}^3$ . Pertanto, tale carico è schematizzato, ai fini del calcolo, come un carico uniforme agente sul profilo del terreno, di valore pari a 4.8KN/m, agente su una larghezza che dipende dalla geometria dell'asse stradale.

## 7.3 Carichi variabili da traffico

Le opere di sostegno oggetto di dimensionamento sono soggette alle azioni accidentali da traffico stradale. I carichi variabili associati al passaggio dei veicoli sono schematizzati, ai fini del calcolo, con dei carichi uniformi, su una larghezza complessiva pari alla dimensione della pavimentazione stradale e valore pari a 20 kN/m.

## 7.4 Azione eccezionale dovuta all'urto dell'autoveicolo in fase di svio

Al fine di quantificare il valore del momento flettente e del carico orizzontale equivalente da applicare alla sommità dell'opera d'arte per tener conto dell'eventuale collisione accidentale di veicoli in svio sulle barriere collegate al muro di sostegno si possono seguire 2 differenti approcci:

- 1) Attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione pari a **100 kN**. Essa rappresenta l'effetto dell'impatto da trasmettere ai vincoli e deve essere considerata agente trasversalmente ed orizzontalmente **100 mm** sotto la sommità della barriera o **1.0 m** sopra il livello del piano di marcia, a seconda di quale valore sia più piccolo (§3.6.3.3.2, NTC2018).

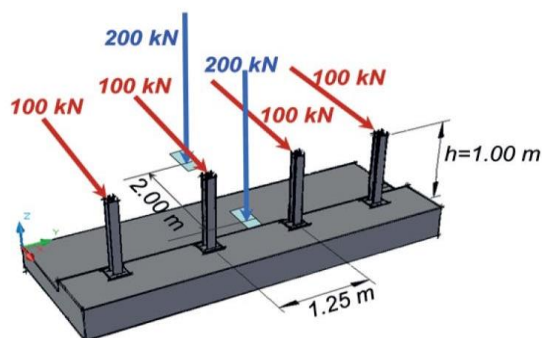


Figura 15: schema di carico azione d'urto

- 2) Considerando il momento plastico che il montante della barriera metallica di sicurezza utilizzata può fornire. Tale approccio ottempera quanto previsto dal § 4.7.3.3 della UNI EN 1991.2 così come emendato dall'appendice nazionale (G.U. 27 Marzo 2013, DM 31/07/2012).

Il primo approccio è da utilizzare in assenza di specifiche prescrizioni, ovvero quando non si conoscono in fase di progetto del muro di sostegno le caratteristiche geometriche della barriera che dovrà essere installata ovvero in caso di condizioni di progettazione "non ordinarie". In alternativa, a discrezione del progettista è possibile utilizzare come

azione di progetto il momento di plasticizzazione del montante (cfr UNI EN 1991.2). È tuttavia necessario sottolineare che tale metodologia è applicabile quando in fase di progetto si conosce già il dispositivo di ritenuta da installare e le sue caratteristiche geometriche e meccaniche.

Planimetricamente, si considera una redistribuzione delle azioni sollecitanti secondo un angolo di diffusione pari a 45°. Nel caso in esame, è stato applicato il secondo approccio, più idoneo e realistico, in quanto, pur non conoscendo ancora il tipo di barriera da installare e tutte le caratteristiche geometriche e statiche utili (comprensivi del sistema di fissaggio sul supporto in calcestruzzo, in conformità a quanto adottato in sede di prova di crash), cautelativamente è stata scelta nella gamma delle barriere indicate nelle linee guida Anas quella che consente lo sviluppo dei calcoli e delle verifiche con maggiore cautela, in quanto caratterizzata da momento plastico più alto e, quindi, trasmettente maggiori sollecitazioni sul muro di sostegno.

In particolare, si è fatto riferimento a barriere H4-bordo ponte con montanti costituiti da paletti verticali con sezione a C in acciaio S275 R, posti ad un interasse di  $i = 1,25$  m e ancorati al cordolo mediante piastra saldata e tirafondi. Si riportano le caratteristiche geometriche e meccaniche di tale barriera.

**BARRIERA H4- BORDO PONTE- SEZIONE A C**

<b>B</b>	<b>H</b>	<b>C</b>	<b>S</b>	<b>W<sub>plastico</sub></b>	<b>M<sub>plastico</sub></b>	<b>M<sub>ampl</sub></b>
<b>[mm]</b>	<b>[mm]</b>	<b>[mm]</b>	<b>[mm]</b>	<b>[cm<sup>3</sup>]</b>	<b>[KNm]</b>	<b>[KNm]</b>
160	120	40	5.5	154,22	42,41	63,62

*Tabella 22: valori geometrici e meccanici barriera H4-bordo ponte*

L'azione derivante dal momento plastico della barriera può essere determinata considerando che la massima sollecitazione che tale sezione può trasmettere al muro di sostegno è quella che determina la formazione della prima cerniera plastica. Essa si forma con sufficiente approssimazione in corrispondenza dell'irrigidimento della barriera ipotizzato ad un'altezza di 20cm dalla base del palletto. Pertanto, considerando che la forza d'urto è applicata ad una quota  $d = 1,00$ m dal piano viabile, la distanza  $b_f$  tra la cerniera plastica e il punto di applicazione della forza è pari a 0.8m.

La forza d'urto associata alla formazione della prima cerniera plastica è quindi pari a:

$$H_{urto} = \frac{M_{ampl}}{b_f} = \frac{63.62}{0.8} = 79.53 \text{ KN}$$

Dove  $M_{ampl}$  è il momento plastico amplificato per un coefficiente di sicurezza pari a 1.5

In accordo con gli schemi statici forniti dalle NTC2018, si considera che tale azione d'urto sia esercitata singolarmente su 4 paletti consecutivi posti ad un interasse di 1.25m, pertanto lo sviluppo lineare di barriera coinvolta dall'azione d'urto è pari a 3.75m.

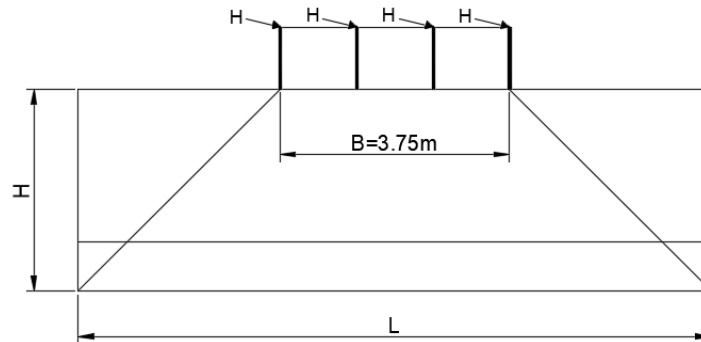


Figura 16: schema di ridistribuzione del carico d'urto

Per tener conto della ridistribuzione dell'azione d'urto lungo l'altezza del muro di sostegno, essa è schematizzata come un carico distribuito ottenuto dividendo la forza d'urto totale agente sui 4 paletti per la lunghezza d'azione del concio di muro L secondo la seguente espressione:

$$H_{urto,distr} = \frac{4 \cdot H_{urto}}{L}$$

A tale carico orizzontale occorre aggiungere il momento flettente distribuito generato dal trasporto dell'azione d'urto orizzontale dalla sommità della barriera alla sommità del muro di sostegno, pari a:

$$M_{urto} = H_{urto,distr} \cdot d$$

L'azione d'urto viene calcolata per tutti i muri tipologici considerando, nel caso in esame come lunghezza di diffusione, la lunghezza del concio minimo. Si riporta in seguito la tabella contenente le sollecitazioni dovute all'urto per i diversi muri tipologici.

	$L_{,diff}$	$H_{,urto, distr}$	$M_{, urto,distr}$
	[m]	[KN/m]	[KNm/m]
<b>TIPOLOGICO A1</b>	9.00	34.35	34.35
<b>TIPOLOGICO C1</b>	6.00	53.02	53.02
<b>TIPOLOGICO D1</b>	8.10	39.27	39.27
<b>TIPOLOGICO E1</b>	4.80	23.13	23.13
<b>TIPOLOGICO G1</b>	6.00	53.02	53.02
<b>TIPOLOGICO H1</b>	6.00	53.02	53.02
<b>TIPOLOGICO I1</b>	18.00	14.14	14.14

Tabella 23: valori del carico distribuito e del momento dovuti all'urto in testa al muro

Per le verifiche strutturali e geotecniche, i coefficienti di amplificazione dei carichi ( $\gamma_A$ ) e i coefficienti riduttivi ( $\gamma_M$ ) sono tutti unitari mentre i coefficienti riduttivi sulle resistenze sono quelli previsti dalle verifiche strutturali e geotecniche in funzione dello stato limite considerato.

## 7.5 Spinte del terreno in fase statica

Le spinte esercitate dal terrapieno e dagli eventuali carichi presenti su di esso sono state valutate con il metodo di Culmann.

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente.

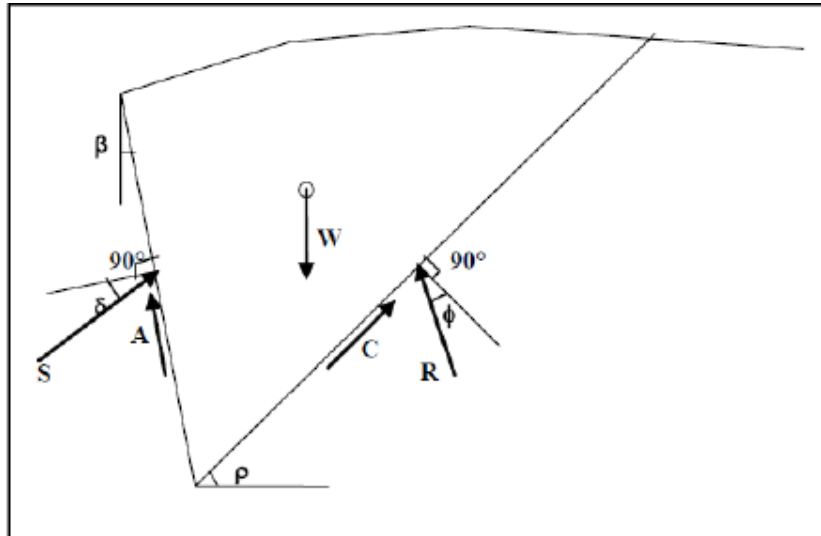


Figura 17: schema metodo di Culmann per calcolo della spinta

Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea. I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- 1) si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- 2) si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio del terreno tenendo conto anche dell'eventuale presenza della falda ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );
- 3) dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta  $S$  sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima. La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno. Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Il metodo, per come è stato descritto, non permette di ricavare il diagramma delle pressioni agente sulla parete (e quindi le sollecitazioni lungo la parete) e inoltre risulta di difficile determinazione il punto di applicazione della spinta.

Nell'ambito dello specifico Software utilizzato, il procedimento è stato implementato suddividendo l'altezza della parete in tanti tratti di ampiezza  $dz$ , al fine di ricavare l'andamento delle pressioni lungo l'altezza del muro; in

corrispondenza di ogni ordinata  $z_i$  si trova il cuneo di rottura e la spinta  $S_i$  ottenendo la distribuzione della spinta  $S(z)$  lungo l'altezza della parete.

Nota la distribuzione delle spinte lungo l'altezza della parete, la pressione ad una generica profondità  $z$ , rispetto alla sommità della parete, è espressa da:

$$\sigma(z) = \frac{dS}{dz}$$

Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta. Inoltre dal diagramma delle pressioni è facile ricavare l'andamento delle sollecitazioni lungo la parete, con gli usuali metodi della scienza delle costruzioni.

**Per l'attrito paramento – terreno si utilizza il valore  $\delta = 2/3\phi$**  mentre l'attrito fondazione muro – terreno è assunto pari all'angolo di attrito del terreno.

**Nel caso di muri su pali, la spinta, in condizioni statiche, è stata calcolata facendo riferimento alla condizione di spinta a riposo del terreno.**

## 7.6 Spinta del terreno in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento:

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove  $\gamma_{sat}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso di volume dell'acqua.

Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Nel caso in esame, il regime di spinta non è influenzato dalla presenza della falda.

## 7.7 Coefficienti sismici

Il §7.11.6.2.1 delle NTC 2018, precisa che l'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche, può essere eseguita mediante i metodi pseudo-statici o i metodi degli spostamenti. Nell'analisi pseudo-statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

con:

$g$  accelerazione di gravità;

$a_{max} = S_S S_T a_g$  accelerazione massima attesa sul suolo di riferimento ( $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido,  $S_S$  e  $S_T$  sono i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, come già definiti nell'ambito del paragrafo 4);

$\beta_m$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito assume il valore di 0.38 nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e 0.47 nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

Nel caso di muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno (MURI SU PALI), nelle analisi eseguite con il metodo pseudostatico, il coefficiente  $\beta_m$  può essere assunto di valore unitario come definito al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC 2018.

## 7.8 Spinte del terreno in fase sismica

In condizioni sismiche si adotta la formulazione di Culmann come già illustrata al precedente paragrafo, inserendo nell'equazione risolutiva anche la forza di inerzia del cuneo di spinta. In accordo con quanto definito al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC 2018 nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi, si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro. Pertanto nel caso nel muro tipologico C che presenta una fondazione su micropali si considera una distribuzione rettangolare dell'incremento di spinta considerando **l'attingimento delle condizioni di spinta attiva.**

## 7.9 Combinazioni di carico

Si riporta nel seguito il riepilogo delle combinazioni di carico esaminate per l'analisi e la verifica di un muro di sostegno su pali.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.30	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\psi$	Effetto
------------	----------	--------	---------



Condizione	$\gamma$	$\psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n°7 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	$\gamma$	$\psi$	Effetto
pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

## 8 CODICI DI CALCOLO

Tutte le Analisi e Verifiche espone nel presente documento sono state effettuate con l'Ausilio dei seguenti Software di calcolo:

- "MAX - ver 15" (Analisi e Calcolo Muri di Sostegno) prodotto e distribuito dalla Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS) specifico da licenza n° AIU5041GP intestata a PROGIN SPA - CENTRO DIREZIONALE DI NAPOLI ISOLA F4 - 80143 NAPOLI);
- "PresFle+ ver 5.15" (Verifiche di sezioni in cemento armato) prodotto e distribuito dalla Concrete srl, identificato nello specifico da licenza n° 4552054 intestata a PROGIN SPA - CENTRO DIREZIONALE DI NAPOLI ISOLA F4 - 80143 NAPOLI);

- “Fogli di Calcolo Excel Autoprodotti”.

### 8.1 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

### 8.2 Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

### 8.3 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, si asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

## 9 ANALISI E VERIFICHE DEL MURO DI SOSTEGNO

Di seguito si riportano i risultati delle analisi dei tipologici che compongono il muro di sostegno denominato "O2S", aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

### 9.1 MURO TIPOLOGICO A1 (H=2m-fondazione diretta)

Di seguito si riportano i risultati delle analisi del muro di sostegno denominato "TIPOLOGICO A1" avente le seguenti caratteristiche geometriche:

Tipologico	fondazione	H <sub>paramento</sub>	H <sub>fondazione</sub>	L <sub>fondazione</sub>	Mensola monte	Mensola valle
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
A1	diretta	2.0	0.70	3.20	2.00	0.60

Tabella 24: caratteristiche geometriche muri di sostegno

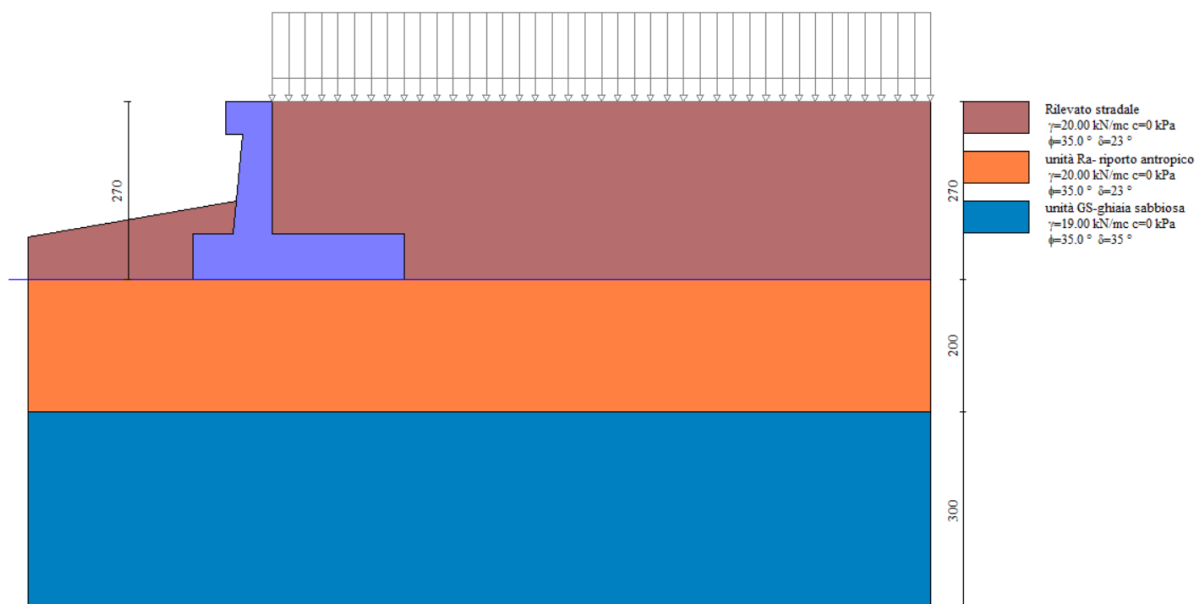


Figura 18: modello di calcolo muro tipologico A1

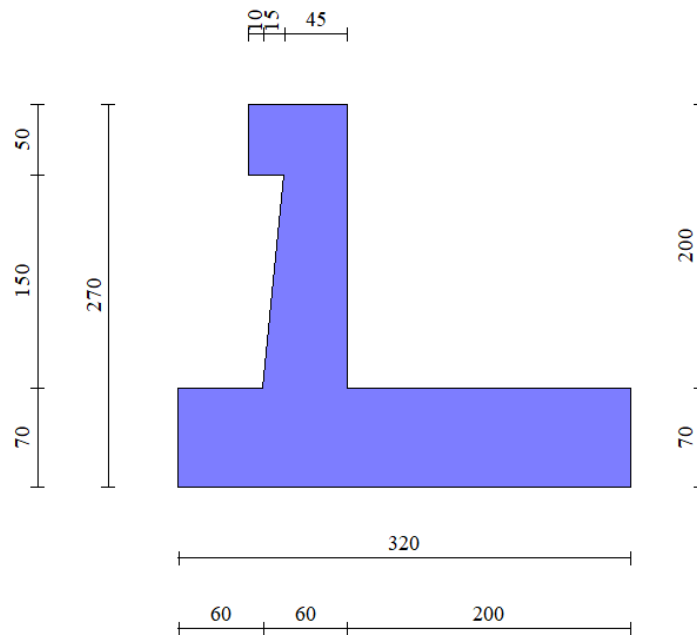


Figura 19: Geometria del muro di sostegno: sezione trasversale

### 9.1.1 Risultati e Sollecitazioni

Si riportano i risultati delle verifiche geotecniche e le sollecitazioni per le combinazioni statiche/sismiche e per la combinazione eccezionale d'urto. **Occorre precisare che nelle verifiche geotecniche il terreno dinanzi la fondazione è stato considerato pesante ma privo di resistenza passiva**

 Sintesi FS verifiche globali

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab	FShyd	FSupl
1	STR (A1-M1-R3)		2.631	9.107	--	--	--	--
2	STR (A1-M1-R3)	H + V	2.084	13.115	--	--	--	--
3	STR (A1-M1-R3)	H - V	1.992	14.149	--	--	--	--
4	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	1.561	--	--
5	GEO (A2-M2-R2)	H + V	--	--	--	1.819	--	--
6	GEO (A2-M2-R2)	H - V	--	--	--	1.706	--	--
7	EQU (A1-M1-R3)		--	--	10.640	--	--	--
8	EQU (A1-M1-R3)	H + V	--	--	6.544	--	--	--
9	EQU (A1-M1-R3)	H - V	--	--	4.570	--	--	--

Figura 20: Fattori di sicurezza verifiche statiche e sismiche

 Sintesi FS verifiche globali

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab	FShyd	FSupl
1	STR (A1-M1-R3)		1.948	4.109	--	--	--	--
2	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	2.019	--	--
3	EQU (A1-M1-R3)		--	--	2.302	--	--	--

Figura 21: Fattori di sicurezza- urto

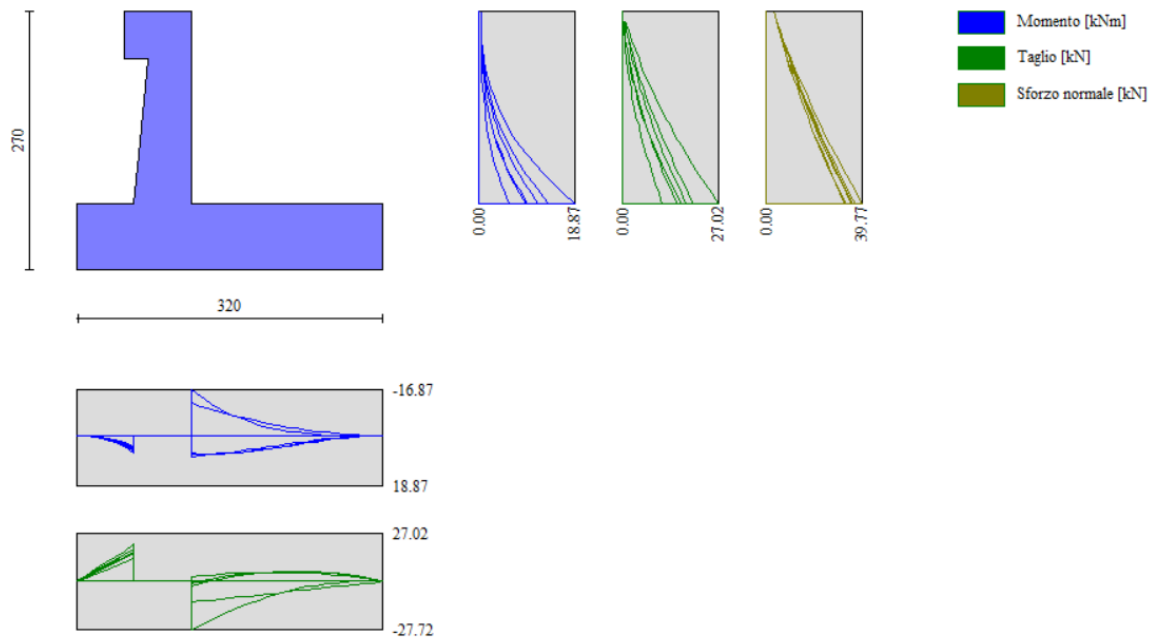


Figura 22: Involuppo diagrammi sollecitazioni- condizioni statiche e sismiche

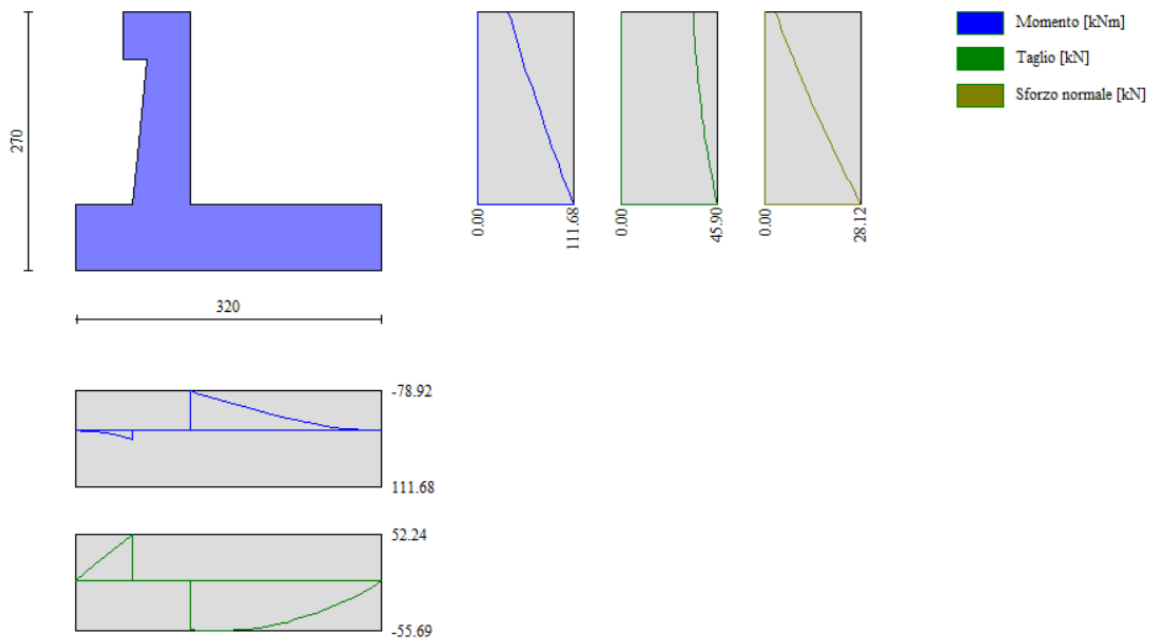


Figura 23: Involuppo diagrammi sollecitazioni – condizione urto

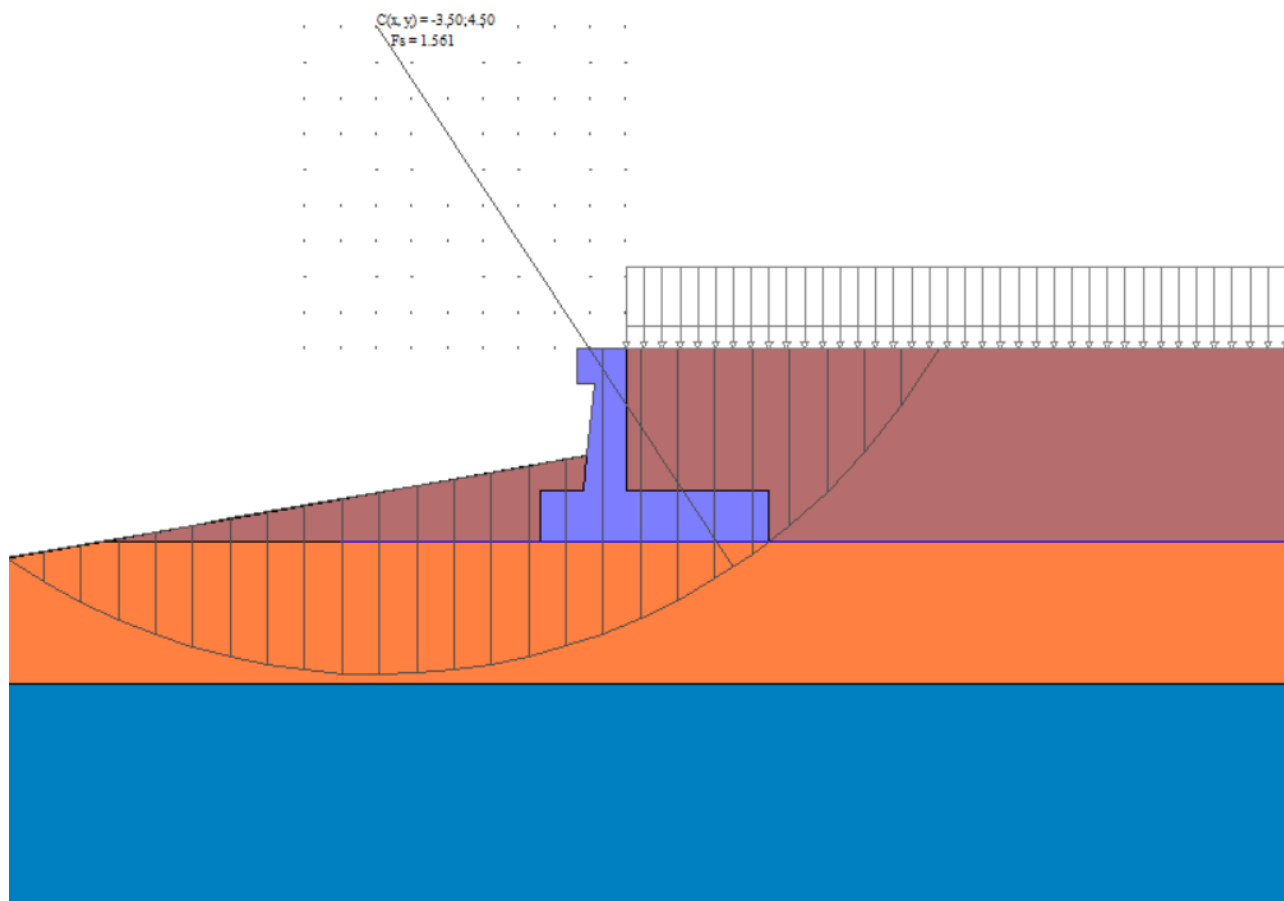
### 9.1.2 Verifica di stabilità globale

Si riportano i FS della verifica di stabilità globale effettuata con il metodo di Bishop in condizioni statiche e sismiche. Le verifiche di stabilità dei muri lato valle eseguite con il software di calcolo analizzano la condizione di stabilità "locale" in corrispondenza del muro. Per l'analisi di stabilità del versante si rimanda alle relazioni di calcolo delle trincee.

Per maggiori dettagli su metodo delle strisce si rimanda al tabulato di calcolo.

Ic      Indice/Tipo combinazione  
 C      Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
 R      Raggio, espresso in [m]  
 FS      Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-3.50; 4.50	9.07	1.561
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.00; 4.50	9.38	1.819
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	9.71	1.706



**Figura 24: Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)\_FS=1.561**

### 9.1.3 Verifiche geotecniche SLE- SLD

Si riporta il calcolo dei cedimenti del muro di sostegno in esame in condizioni di esercizio secondo il metodo elastico

così come definito al paragrafo 6.1.5 e il calcolo degli spostamenti in condizioni sismiche (SLD) secondo il metodo di Richards-Elms illustrato al par. 6.1.6.

### Cedimenti

#### Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
X, Y	Punto di calcolo del cedimento, espressa in [m]
w	Cedimento, espressa in [cm]
dw	Cedimento differenziale, espressa in [cm]

Ic	X; Y [m]	w [cm]	dw [cm]
10	-1.20; -2.70	1.019	0.000
10	0.40; -2.70	1.436	0.417
10	2.00; -2.70	1.166	0.147
11	-1.20; -2.70	0.974	0.000
11	0.40; -2.70	1.366	0.392
11	2.00; -2.70	1.106	0.131
12	-1.20; -2.70	0.838	0.000
12	0.40; -2.70	1.157	0.319
12	2.00; -2.70	0.923	0.085

### Spostamenti

#### Simbologia adottata

Cmb	Tipo combinazione
a <sub>g,crit</sub>	accelerazione critica, espressa in [m/s <sup>2</sup> ]
Dmax	Spostamento orizzontale massimo, espressa in [cm]

Cmb	a <sub>g,crit</sub> [m/s <sup>2</sup> ]	Dmax [cm]
13 - SLEQ H + V	3.0358	0.0014
14 - SLEQ H - V	2.3372	0.0039

**Sulla base del calcolo dei cedimenti e degli spostamenti in condizioni statiche e sismiche, si ritiene che i cedimenti indotti sul piano stradale risultano essere trascurabili.**

### 9.1.4 Armatura paramento e piastra di fondazione

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della piastra di fondazione. Sia le verifiche a pressoflessione che a taglio sono state eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati sulla base delle NTC2018 e mediante software di calcolo PressFle sulla base dell'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni.

*Tabella 25: armature di progetto paramento e piastra di fondazione*

Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle
Paramento	Φ16/20	Φ12/20

Elemento	Armatura a flessione	
	Lato inferiore	Lato superiore
Piastra fondazione	Φ16/20	Φ16/20

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio, tuttavia si prevedono ganci Φ8/20x40 per legare le armature nel paramento e Φ8/40x40 in fondazione, ripartitori Φ12/20cm ed una opportuna staffatura per la mensola portabarriera di testa.



Tabella 26: armatura mensola portabarriera

Armatura a taglio	
Elemento	staffe
mensola di testa	Φ12/20cm

### 9.1.5 Verifiche allo SLU

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione e taglio per la sezione di base del paramento e per la fondazione. Nelle verifiche è stato considerato un copriferro (distanza tra il bordo e l'asse del ferro longitudinale) pari a 70mm.

GEOMETRIA				VERIFICA A PRESSOFLESSIONE						
Elemento		b	h	M <sub>Ed</sub>	N <sub>Ed,min</sub>	Armature	c	d	M <sub>Rd</sub>	FS
		[mm]	[mm]	[kNm]	[kN]		[mm]	[mm]	[kNm]	[-]
Paramento	monte	1000	600	111,7	29,4	φ16/20	70	530	215,5	1,93
	valle					φ12/20	70			
Fondazione	Superiore	1000	700	78,9		φ16/20	70	630	240,4	3,05
	Inferiore					φ16/20	70			

Tabella 27: verifica a pressoflessione

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio, tuttavia si prevedono ganci Φ8/20x40 nel paramento e ganci Φ8/40x40 in fondazione:

Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo			TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO						
	b <sub>w</sub> (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	N <sub>sd</sub> (KN)	V <sub>sd</sub> (KN)	σ <sub>cp</sub> (Mpa)	ρ <sub>t</sub>	k	f <sub>ck</sub> (Mpa)	v <sub>min</sub>	V <sub>Rdmin</sub> (KN)	V <sub>Rct</sub> (KN)	F.S.
Paramento	1000	600	50	550	5	16	1004,8	0	45,90	0	0,002	1,60	33,2	0,41	225,12	192,95	4,20
Fondazione	1000	700	50	650	5	16	1004,8	0	56,39	0	0,002	1,55	33,2	0,39	254,11	209,17	3,71

Tabella 28: verifica per elementi non armati a taglio

### 9.1.6 Verifiche allo SLE

Ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio si è provveduto a verificare che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai valori limite riportati nella seguente tabella:

#### CALCESTRUZZO ELEVAZIONE/FONDAZIONE C32/40

σ <sub>c,max,Q.P.</sub> = 0,45 f <sub>cK</sub>	14.4	MPa	(combinazione di carico Quasi Permanente)
σ <sub>c,max,R.</sub> = 0,60 f <sub>cK</sub>	19.2	MPa	(combinazione di carico Rara)

Tabella 29: limiti tensione calcestruzzo

#### ACCIAIO

σ <sub>i,max</sub> = 0,80 f <sub>yK</sub>	360	MPa	(combinazione di carico Rara)
---	-----	-----	-------------------------------

Tabella 30: limiti tensione acciaio

nonché di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite di  $w_1=0,2\text{mm}$  (Classe di esposizione XC4 ed armature poco sensibili).

Pertanto dovrà risultare:

Combinazione Quasi permanente :  $w \leq 0,2\text{mm}$

Combinazione Frequente :  $w \leq 0,3\text{mm}$

Verifica delle tensioni	I <sub>p</sub> [-]	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	CLS 32/40			ACCIAIO B450C		
				σ <sub>c</sub> [Mpa]	σ <sub>c,max</sub> = 0,6 f <sub>ck</sub> [Mpa]	FS	σ <sub>f</sub> [Mpa]	σ <sub>f,max</sub> = 0,8 f <sub>yk</sub> [Mpa]	FS
combinazione rara	paramento	28,1	19,9	1,0	19,2	19,01	25,5	360,0	14,12
	fondazione	-	20,0	0,8	19,2	24,00	33,5	360,0	10,75

*Tabella 31: verifica tensionale-combinazione rara*

Verifica delle tensioni	I <sub>p</sub> [-]	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	CLS 32/40		
				σ <sub>c</sub> [Mpa]	σ <sub>c,max</sub> = 0,45 f <sub>ck</sub> [Mpa]	FS
Combinazione quasi permanente	paramento	28,1	13,4	0,6	14,4	22,50
	fondazione	0,0	7,9	0,3	14,4	48,00

*Tabella 32: verifica tensionale- combinazione quasi permanente*

Le verifiche risultano essere soddisfatte. La sezione inoltre risulta essere non fessurata.

### 9.1.7 Verifiche locali della mensola per azioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 7.4. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a  $F= 79.5\text{kN}$ , applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera.

Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza  $d= 1.00\text{ m}$  dalla base della barriera.

**Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.**

La mensola presenta una larghezza pari a 0.7m e uno spessore 0.5m. Si dispone nella mensola una staffatura di  $\Phi 12/20$ .

La funzione di tali staffe è duplice:

- **Equilibrare l'azione orizzontale F;**
- **Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out.**

Per il punto 1. Il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a 45° della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi. Si considera una larghezza della piastra di 0.30m posizionata a 0.10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre  $\Phi 12/20$  che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.

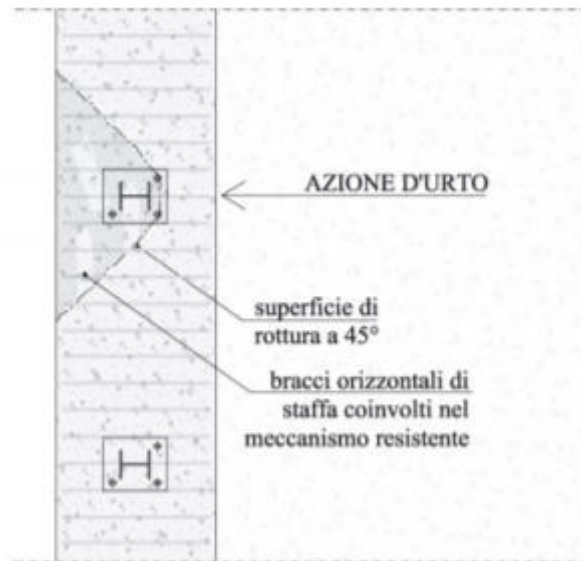


Figura 25: cono di diffusione verifica staffe orizzontali

In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a  $F=79.5$  kN.

Le barre  $\Phi 12/20$  oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove  $A_s$  è l'area della staffa e  $n$  è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione.

Nel caso in esame è stata assunta, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0.3m che permette di individuare, considerando una diffusione a  $45^\circ$  all'interno dello spessore del cordolo, una larghezza collaborante pari a 1.50m all'interno della quale si dispongono 7 ferri e 14 bracci.

Conseguentemente si ha:

verifica delle staffe orizzontali				
Larghezza collaborante	n bracci orizzontali	Fsd	Frd	FS
[m]	[-]	[KN]	[KN]	[-]
1.50	14	712.51	79.53	8.96

Tabella 33: verifica 1 del cordolo portabarriera

La verifica risulta soddisfatta.

Per il punto 2. Il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a  $45^\circ$  a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.

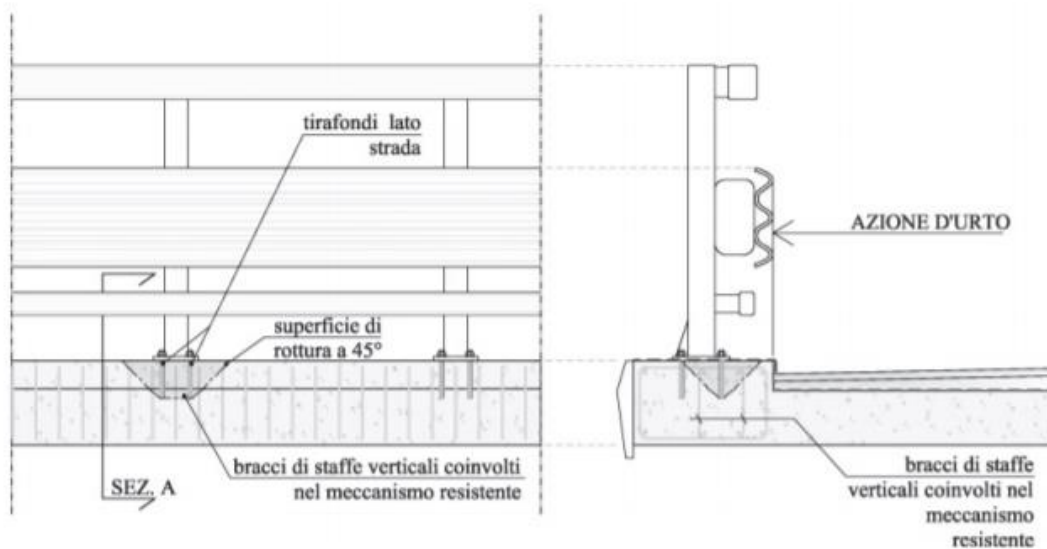


Figura 26: cono di diffusione verifica staffe verticali

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a  $l = 0.22$  m e un'altezza  $h$  della barriera sopra tale piastra di 1 m, si stima  $T_d$  come:

$$T_d = \frac{N \cdot h}{l}$$

Si dispongono delle staffe  $\Phi 12/20$ . Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19 cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di 0.22 m), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a 0.38m e longitudinale di 0.6m. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono 3.

Nel calcolare la resistenza delle staffe verticali si considera anche il contributo dei ferri longitudinali  $\Phi 16/20$  del paramento che sono accoppiati alle staffe. Pertanto si calcola la trazione resistente pari a:

$$T_r = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Verifiche delle staffe verticali				
$B_{long}$	$n$	$T_d$	$T_r$	FS
[m]	[m]	[KN]	[KN]	[-]
0.6	3	361.48	424.12	1.17

Le verifiche risultano essere soddisfatte.

## 9.2 MURO TIPOLOGICO C1 su 2 pali ( $H_{\text{paramento}}=4\text{m}$ )

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica del modello di calcolo adottato per il muro tipologico C1 avente un'altezza del paramento pari a 4m. Esso è fondato su 2 pali di diametro  $D=800\text{mm}$  e lunghezza  $L=14\text{m}$ .

tipologico	fondazione	$H_{\text{paramento}}$	$H_{\text{fondazione}}$	N°pali	$D_{\text{pali}}$	$L_{\text{pali}}$
		[m]	[m]		[m]	[m]
C1	pali	4	1.0	2	0.80	14

Tabella 34: caratteristiche geometriche muri di sostegno

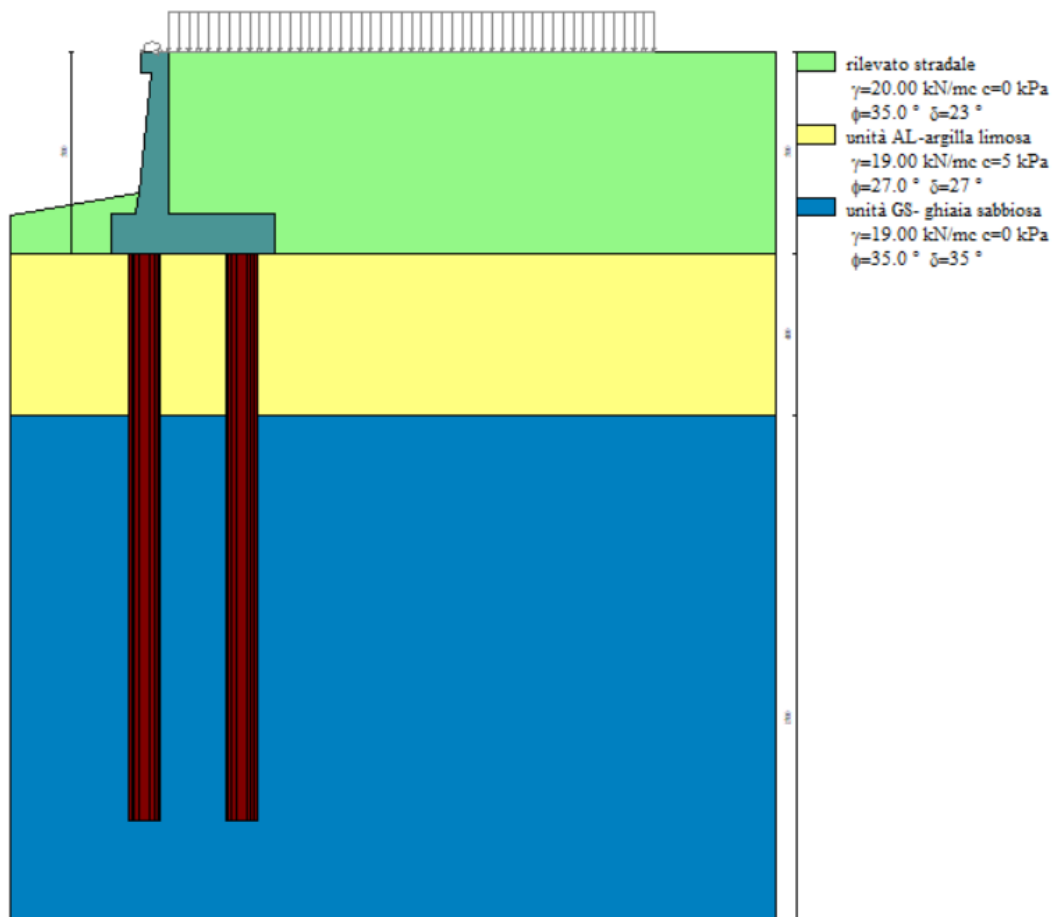
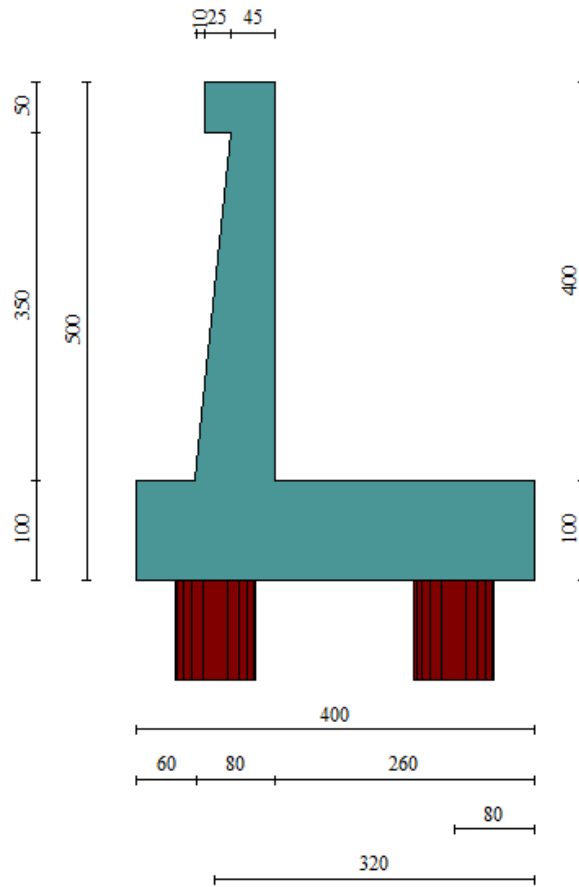
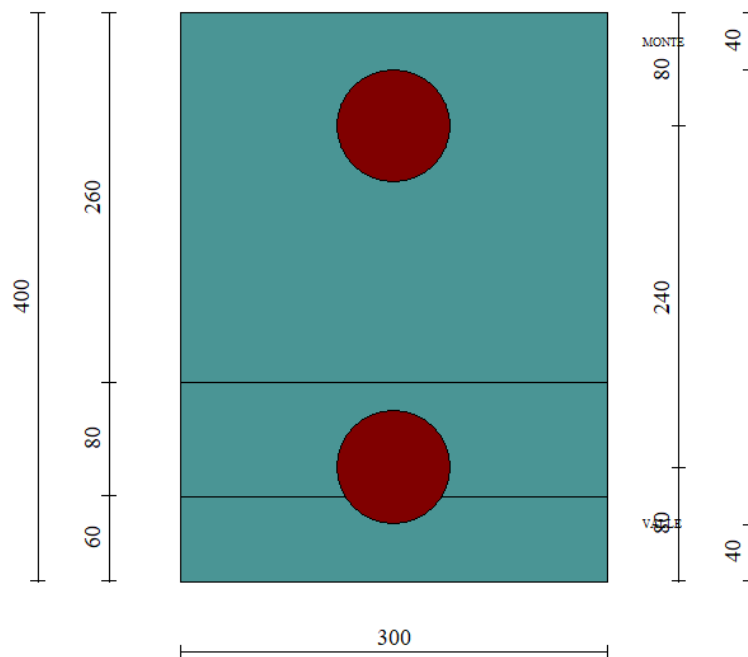


Figura 27: modello di calcolo muro tipologico C1



**Figura 28: Geometria del muro di sostegno: sezione trasversale**



**Figura 29: pianta fondazione su pali**

### 9.2.1 Sollecitazioni Paramento

Si riportano le sollecitazioni sul paramento che non sono influenzate dalla lunghezza dei pali o dalla tipologia di terreno di fondazione ma esclusivamente dal terreno spingente a tergo. **Occorre precisare che nelle verifiche geotecniche il terreno dinanzi la fondazione è stato considerato pesante ma privo di resistenza passiva**

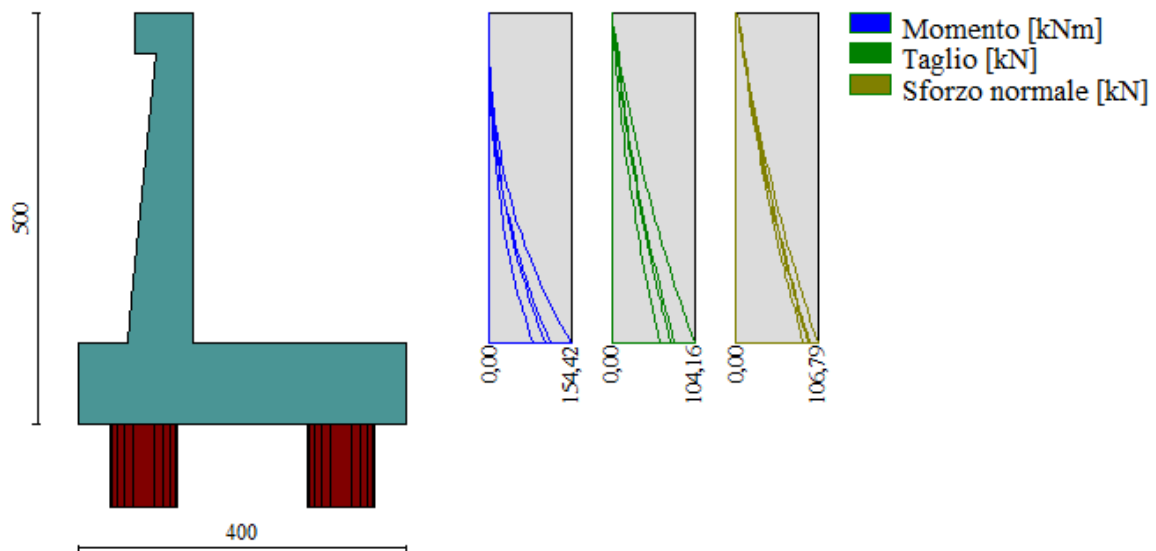


Figura 30 – Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni statiche

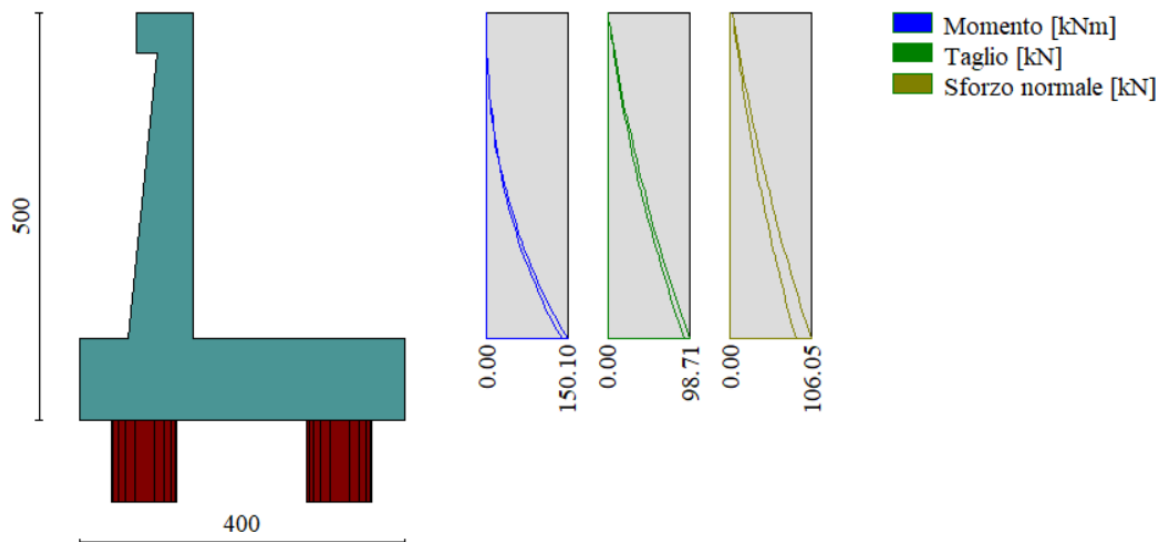


Figura 31- Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni sismiche

Si riportano le sollecitazioni sul paramento per l'azione eccezionale d'urto, calcolata facendo riferimento ad una lunghezza di diffusione pari alla lunghezza minima del concio (L=6m).

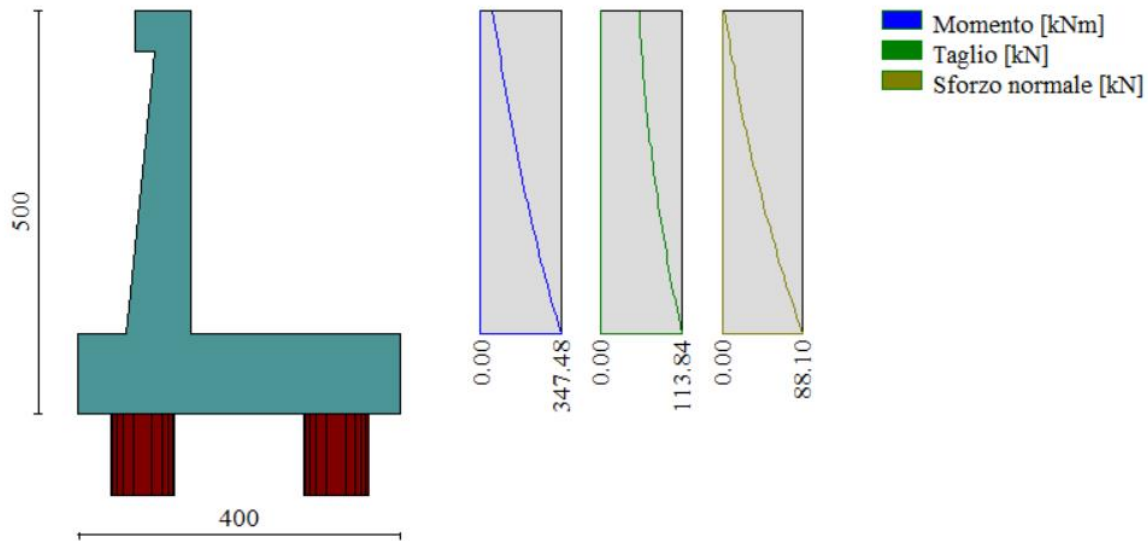


Figura 32: Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni eccezionali d'urto

### 9.2.2 Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione

Sia le verifiche a pressoflessione che a taglio sono state eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati sulla base delle NTC2018 e mediante software di calcolo PressFle sulla base dell'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni. Nelle verifiche è stato considerato un copriferro (distanza tra il bordo e l'asse del ferro longitudinale) pari a 70mm.

Elemento	STATICA				SISMICA				URTO			
	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted	MY, Ed	MX, Ed	NEd,min	TEd,min
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Paramento	154.42	-	106.79	104.16	150.1	-	106.05	98.71	347.48	-	88.10	113.84
Fondazione	187.91	234.7	-	239.92	273.02	110.21	-	185.49	273.02	71.91	-	164.47

SLE rara				SLE quasi permanente				SLE frequente			
MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved
[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
115.19	-	95.84	78.77	82.38	-	88.10	60.82	106.99	-	93.91	74.28
175.75	228	-	224.43	157.38	197.9		201.0	171.16	220.8		218.6

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della piastra di fondazione.



Tabella 35: Armature di progetto paramento e piastra fondazione

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
Paramento	Φ20/20	Φ16/20	Piastra fondazione	Φ20/20	Φ20/20

Si dispongono ripartitori in fondazione Φ16/20 e nel paramento Φ12/20.

GEOMETRIA				VERIFICA A PRESSOFLESSIONE							
Elemento		b	h	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,x</sub>	N <sub>Ed,min</sub>	Armature	c	d	M <sub>Rd</sub>	FS
		[mm]	[mm]	[kNm]	[kNm]	[kN]		[mm]	[mm]	[kNm]	[-]
Paramento	monte	1000	800	347.5	-	106.8	φ20/20	70	730	463.2	1.33
	valle						φ16/20	70			
Fondazione	Superiore	1000	1000	273.0	-		φ20/20	70	930	546.7	2.00
	Inferiore						φ20/20	70			
Fondazione (ripartitori)	Superiore	1000	1000		234.7		φ16/20	70	930	354.4	1.51
	Inferiore						φ16/20	70			

Tabella 36: verifica a pressoflessione

Per il paramento e la fondazione le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio.

Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo		TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO							
	b <sub>w</sub> (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	As (mm <sup>2</sup> )	N <sub>sd</sub> (KN)	V <sub>sd</sub> (KN)	σ <sub>cp</sub> (Mpa)	ρ <sub>t</sub>	k	f <sub>ck</sub> (Mpa)	v <sub>min</sub>	V <sub>Rdmin</sub> (KN)	V <sub>Ret</sub> (KN)	F.S.
Paramento	1000	800	70	730	5	20	1570	0	113.84	0	0.002	1.52	33.2	0.38	276.82	256.98	2.26
Fondazione	1000	1000	70	930	5	20	1570	0	239.92	0	0.002	1.46	33.2	0.36	332.14	290.17	1.21

Tabella 37: verifica elementi non armati a taglio

Tuttavia si prevedono nel paramento **ganci Φ10/20x40** mentre per la fondazione si dispongono **ganci Φ10/40x40**.

Si riportano infine le verifiche tensionali e a fessurazione:

Verifica delle tensioni	I <sub>p</sub>	N <sub>Ed</sub>	CLS 32/40						ACCIAIO B450C					
			M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,x</sub>	σ <sub>c,y</sub>	σ <sub>c,x</sub>	σ <sub>c,max = 0,6 f<sub>ck</sub></sub>	FS <sub>y</sub>	FS <sub>x</sub>	σ <sub>f,y</sub>	σ <sub>f,x</sub>	σ <sub>f,max = 0,8 f<sub>yk</sub></sub>	FS <sub>y</sub>	FS <sub>x</sub>
			[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]
combinazione rara	Param.	95,8	115,2	-	3,6		19,2	5,35	-	117,6		360,0	3,06	-
	Fond.	-	175,8	228,4	3,8	5,0	19,2	5,00	3,86	197,5	256,6	360,0	1,82	1,40

Tabella 38: verifica tensionale combinazione rara

Verifica delle tensioni	CLS 32/40								
	I <sub>p</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,x</sub>	σ <sub>c,y</sub>	σ <sub>c,x</sub>	σ <sub>c,max = 0,45 f<sub>ck</sub></sub>	FS <sub>y</sub>	FS <sub>x</sub>
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]
Combinazione quasi permanente	paramento	88,1	82,4	-	2,5	-	14,4	5,71	-
	fondazione	0,0	157,4	197,9	3,5	4,3	14,4	4,17	3,34

Tabella 39: verifica tensionale combinazione quasi permanente

**Dalla verifica a fessurazione emerge che il muro di sostegno non è fessurato.**

9.2.3 Sollecitazioni in testa ai pali e lungo il fusto

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di taglio, momento e sforzo normale. Si fa notare che nel software di calcolo, i pali sono stati considerati incernierati in testa ottenendo le sollecitazioni in termini di sforzo normale e taglio. Nella realtà i pali risultano essere incastrati nel plinto di fondazione, pertanto il valore del momento flettente verrà determinato sulla base della teoria di Matlock e Reese di seguito descritta.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incernierati a tale piastra.

Lo sforzo normale nei pali è calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{M}{d}$$

Dove d rappresenta l'interasse trasversale tra i pali.

Pertanto, allo sforzo normale derivato dal codice di calcolo è stato sommato il contributo di compressione o di trazione generato dall'azione flettente, per tener conto dell'interazione palo-terreno.

Le azioni derivanti da questo modello vengono confrontate con le curve di capacità portante dei pali di fondazione.

Mentre le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali come di seguito riportato:

$$V_i = \frac{V_{Ed}}{n}$$

In definitiva, gli scarichi a testa palo sono pari a quanto di seguito riportato.

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	735.29	0	-229.72
	2	834.3	0	-229.72
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	354.33	0	-352.4
	2	1114.43	0	-352.4
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	168.94	0	-336.78
	2	956.41	0	-336.78
4- ECCEZ. URTO L=6m	1	221.83	0	-220.03
	2	1041.49	0	-220.03
5 - SLER	1	711.56	0	-174.17

	2	736.8	0	-174.17
6 - SLEF	1	688.54	0	-165.75
	2	713.56	0	-165.75
7 - SLEQ	1	619.46	0	-140.51
	2	643.83	0	-140.51

**Tabella 40: Scarichi in testa ai pali**

Per la valutazione del momento flettente a testa palo si è utilizzata la teoria di Matlock e Reese per la quale il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente  $\alpha$  (espresso in metri) "coefficiente di Matlock e Reese":

$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente  $\alpha$  dipende principalmente dalle caratteristiche di rigidità relative palo-terreno e, generalmente, fornisce un valore del momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo,  $D$ ,  $\alpha$  dipende quindi dalla rigidità del terreno.

Per il caso in esame si fa riferimento al seguente valore del coefficiente  $\alpha$  di Matlock & Reese. Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica.

Tuttavia nelle verifiche si è fatto riferimento alla condizione più gravosa assumendo il seguente valore del coefficiente  $\alpha$  relativo ai muri su pali da realizzarsi nel tratto compreso tra le progressive pk 0+060 a 0+100

PALI D800
$\alpha = 1.3974 \text{ m}$

**Tabella 41: parametro  $\alpha$**

Vengono riportate nella tabella che segue le sollecitazioni in testa ai pali.

Combinazione	Ip	V	$\alpha$	M	N	N+M/d
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	229.7	1.397	321.0	735.3	467.8
	2	229.7	1.397	321.0	834.3	1101.8
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	352.4	1.397	492.4	354.3	-56.0
	2	352.4	1.397	492.4	1114.4	1524.8
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	336.8	1.397	470.6	168.9	-223.2
	2	336.8	1.397	470.6	956.4	1348.6
ECCEZ. URTO	1	220.0	1.397	307.5	221.8	-34.4
	2	220.0	1.397	307.5	1041.5	1297.7
SLE - Rara	1	174.2	1.397	243.4	711.6	508.7
	2	174.2	1.397	243.4	736.8	939.6
SLE - Frequente	1	165.8	1.397	231.6	688.5	495.5
	2	165.8	1.397	231.6	713.6	906.6
SLE - Quasi Permanente	1	140.5	1.397	196.3	619.5	455.8
	2	140.5	1.397	196.3	643.8	807.5

**Tabella 42: sollecitazioni in testa ai pali**

Si riportano inoltre nella seguente tabella, ai fini delle prove in corso d'opera, le sollecitazioni in punta ai pali pari a 1.5SLE (ai sensi del par. 6.4.3.7.2. delle NTC 2018):

Combinazione	Ip	V	$\alpha$	M	N
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]
1.5*SLE_rara	1	261.3	1.397	365.1	1067.3
	2	261.3	1.397	365.1	1105.2

**Tabella 43: sollecitazioni 1.5\*SLE**

Al fine di determinare le sollecitazioni lungo il fusto del palo si fa riferimento alla già citata teoria di Matlock&Reese secondo cui i valori di momento flettente e taglio possono essere determinati secondo le seguenti espressioni:

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

$$\begin{aligned} \text{Taglio: } F &= A_v F_0 + B_v M_0/T \\ \text{Momento: } M &= A_m F_0 T + B_m M_0 \end{aligned}$$

Dove:

- $A_v, A_m, B_v, B_m$  sono i coefficienti adimensionali di flessibilità della sommità del palo;
- $F_0$  è il taglio massimo in testa al palo allo SLU/SLV;
- $M_0$  è il momento massimo in sommità per palo impedito di ruotare pari a  $M_0 = -\alpha F_0$
- $T$  è la lunghezza elastica pari a  $T = (EJ/K_h)^{0.20}$
- 

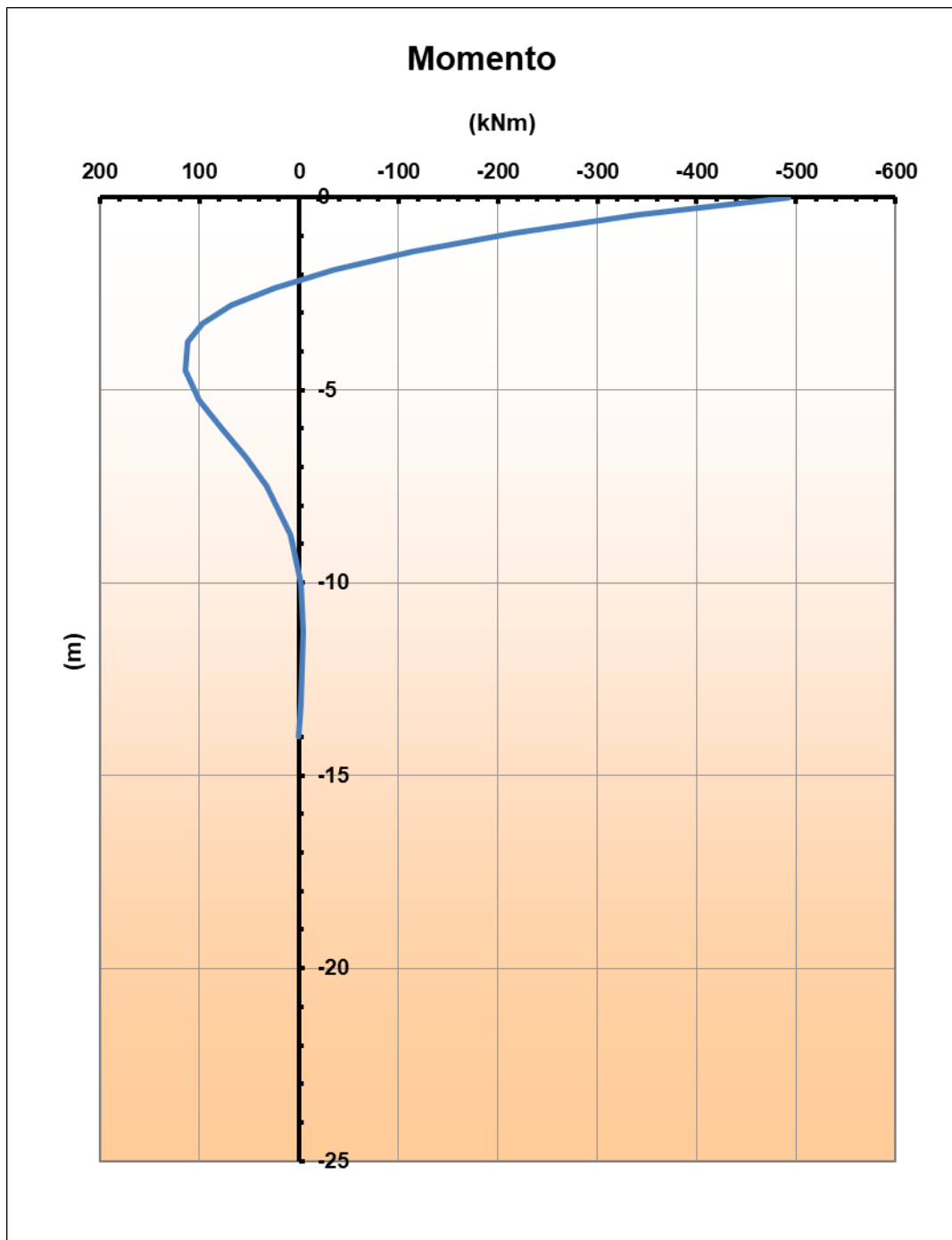
**Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati della Relazione Geotecnica.**

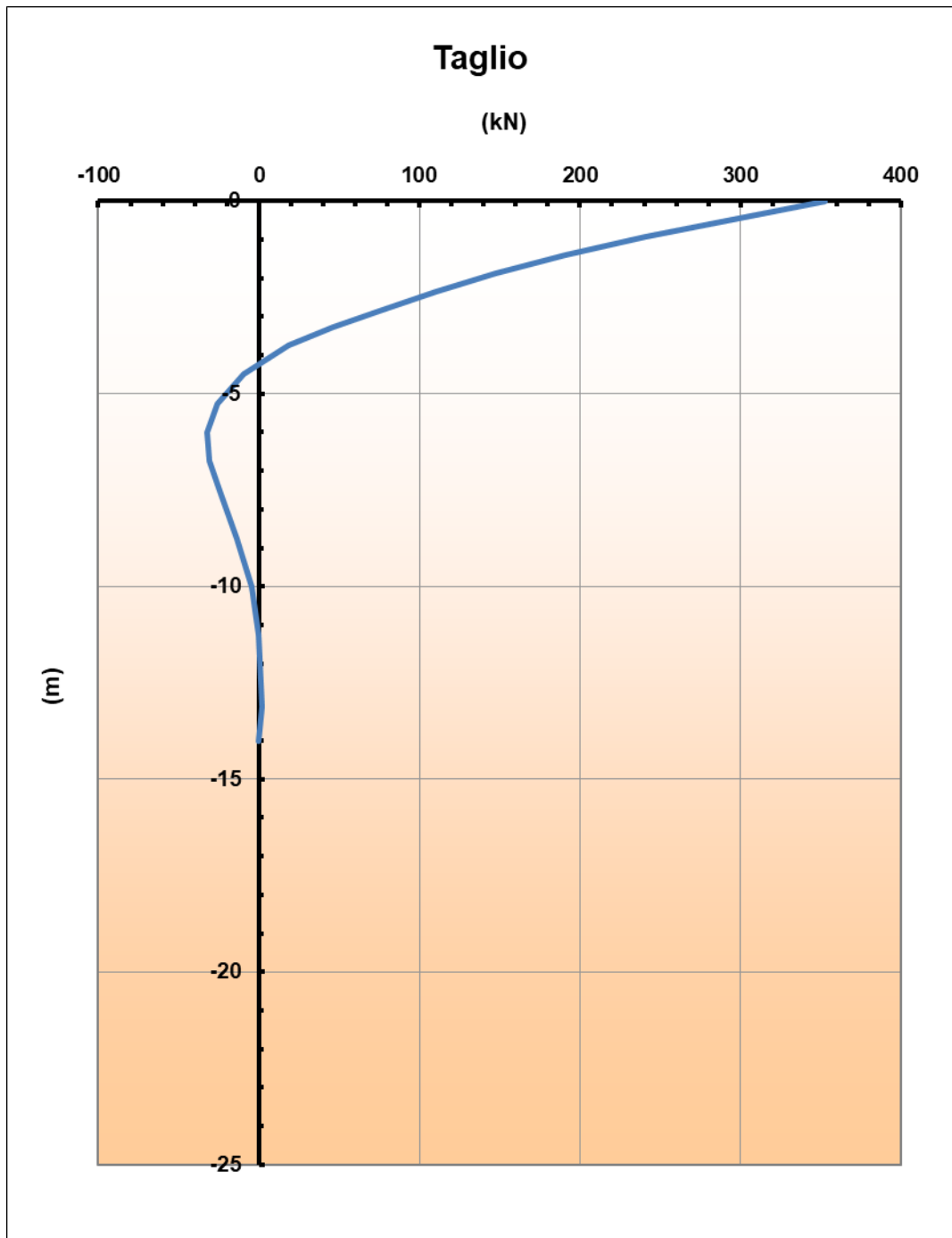
Per il caso in esame si ha:

z	z/T	$A_v$	$A_m$	$B_v$	$B_m$
[m]					
0.00	0	1	0	0	1
-0.47	0.241	0.693	0.2022	-0.2007	0.9737
-0.94	0.482	0.4419	0.3372	-0.3356	0.9073
-1.41	0.722	0.2422	0.4181	-0.4176	0.8152
-1.87	0.963	0.0893	0.4567	-0.4584	0.7087
-2.34	1.204	-0.0229	0.4635	-0.4689	0.5963
-2.81	1.445	-0.1104	0.4469	-0.4563	0.4843
-3.28	1.686	-0.1744	0.4119	-0.4248	0.3777
-3.75	1.926	-0.2167	0.3644	-0.3756	0.2805
-4.50	2.312	-0.2354	0.2754	-0.291	0.1508
-5.25	2.697	-0.2167	0.1868	-0.1991	0.0566
-6.00	3.082	-0.1751	0.1106	-0.1171	-0.0036
-6.75	3.467	-0.1247	0.0527	-0.0528	-0.0354
-7.50	3.853	-0.0736	0.0142	-0.0066	-0.0463
-8.75	4.495	-0.0221	-0.0151	0.0223	-0.0388

-10.00	5.137	0.0038	-0.019	0.0243	-0.0223
-11.25	5.779	0.011	-0.0132	0.0151	-0.0092
-13.13	6.742	0.0072	-0.0034	0.0036	-0.0006
-14.00	-7.191	0	0	0	0

Si riportano i diagrammi relativi al profilo delle sollecitazioni flettenti e di taglio lungo il fusto del palo, calcolate considerando la combinazione di carico più gravosa (SLV).





Il momento flettente e il taglio massimi vengono raggiunti in corrispondenza della sommità dei pali.

Nel caso in esame si considera un'armatura di progetto uniforme per l'intera lunghezza del palo, pertanto, le verifiche verranno effettuate considerando le sollecitazioni massime agenti.

### 9.2.4 Verifiche strutturali pali

Per i pali di fondazione di diametro  $D=800\text{mm}$  si prevedono le seguenti armature:

**gabbia 20 $\phi$ 24 e staffa a spirale  $\phi$ 12/20;**

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per i pali ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 8.9cm

#### 9.2.4.1 Verifiche SLU-Pressoflessione

Occorre osservare che la determinazione dell'armatura nei pali di fondazione dipende anche dal soddisfacimento della verifica a carico limite orizzontale (Broms) riportata al paragrafo 10.1.5.

Si riporta in seguito la verifica a presso-flessione.

Verifica a pressoflessione	$I_p$	$M_{Ed}$	$N_{Ed}$	$M_{Rd}$	FS
	[-]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	321.0	735.3	1095.6	3.41
	2	321.0	834.3	1113.3	3.47
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	427.1	409.2	1042.1	2.44
	2	427.1	1015.4	1140.9	2.67
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	403.7	258.2	1014.7	2.51
	2	403.7	877.1	1119.9	2.77
URTO	1	307.5	221.8	1007.9	3.28
	2	307.5	1041.5	1144.7	3.72

**Tabella 44: Verifica a pressoflessione**

#### 9.2.4.2 Taglio

Le verifiche a taglio sono state condotte con riferimento ad elementi in c.a. armati a taglio, avendo assunto come inclinazione del puntone compresso  $\theta = 27^\circ$ .

Verifica a taglio ( $\theta = 27^\circ$ )	$I_p$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	735.3	229.7	486.2	1385.8	486.2	2.12
	2	834.3	229.7	486.2	1385.8	486.2	2.12
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	409.2	305.6	486.2	1385.8	486.2	1.59
	2	1015.4	305.6	486.2	1385.8	486.2	1.59
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	258.2	288.9	486.2	1385.8	486.2	1.68
	2	877.1	288.9	486.2	1385.8	486.2	1.68
ECCEZ. URTO	1	221.8	220.0	486.2	1385.8	486.2	2.21
	2	1041.5	220.0	486.2	1385.8	486.2	2.21

**Tabella 45: verifica a taglio**

### 9.2.4.3 Verifiche SLE

Si riportano le verifiche tensionali e a fessurazione dei pali eseguite mediante il software pressFle.

Verifica delle tensioni	CLS 32/40				FS	ACCIAIO B450C		
	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$\sigma_c$	$\sigma_{c,max} = 0,6 f_{ck}$		$\sigma_f$	$\sigma_{f,max} = 0,8 f_{yk}$	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]		[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Rara	711.6	243.4	7.74	19.2	2.48	45.5	360.0	7.91

Verifica delle tensioni	CLS C32/40				
	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$\sigma_c$	$\sigma_{c,max} = 0,45 f_{ck}$	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Quasi Permanente	643.8	196	6.1	14.4	2.36

**Tabella 46: verifica limitazione tensioni**

Verifica a fessurazione	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$w_f$	$w_1$	FS
	[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[-]
SLE - Quasi Permanente	643.8	196.3	0.034	0.200	5.88
SLE - Frequente	713.6	231.6	0.046	0.300	6.52

**Figura 33: verifica a fessurazione**

## 9.2.5 Verifiche geotecniche dei pali

### 9.2.5.1 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali

La determinazione della lunghezza dei pali è il risultato della verifica di capacità portante. Si riporta la verifica di capacità portante e la lunghezza dei pali ottenuta. Per aggiori dettagli sulla definizione delle curve di capacità portante si rimanda alla Relazione Geotecnica.

**Tabella 47: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali**

curva di portanza da 0+060 (TM01) a 0+100							
Capacità portante nei confronti dei carichi verticali di compressione - SLU-							
$L_p$	$Q_{ll}$	$Q_{bl}$	$W_p$	$Q_u$	$Q_d$	$N_{max}$	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
0	0	558	0	558	242	1371	0.18
0.5	24	562	2	584	255	1371	0.19
1	54	567	4	617	270	1371	0.20
1.5	91	572	6	657	289	1371	0.21
2	135	577	8	704	312	1371	0.23
2.5	183	582	10	755	336	1371	0.25
3	230	629	12	847	379	1371	0.28
3.5	279	676	14	940	422	1371	0.31
4	331	722	16	1037	467	1371	0.34



4.5	386	769	18	1137	513	1371	0.37
5	443	816	20	1239	560	1371	0.41
5.5	503	855	22	1335	606	1371	0.44
6	566	893	24	1435	653	1371	0.48
6.5	632	931	26	1537	701	1371	0.51
7	701	970	29	1642	751	1371	0.55
7.5	772	1008	31	1750	802	1371	0.58
8	846	1047	33	1860	854	1371	0.62
8.5	923	1085	35	1973	908	1371	0.66
9	1002	1124	37	2089	963	1371	0.70
9.5	1085	1162	39	2208	1020	1371	0.74
10	1170	1201	41	2330	1078	1371	0.79
10.5	1258	1239	43	2454	1138	1371	0.83
11	1348	1277	45	2581	1199	1371	0.87
11.5	1442	1316	47	2711	1261	1371	0.92
12	1538	1354	49	2844	1325	1371	0.97
12.5	1637	1393	51	2979	1390	1371	1.01
13	1739	1431	53	3117	1457	1371	1.06
13.5	1844	1470	55	3258	1525	1371	1.11
14	1951	1508	57	3402	1594	1371	1.16

**In accordo con la curva di capacità portante ottenuta, è stata considerata una lunghezza dei pali pari a 14m.**

#### 9.2.5.2 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali

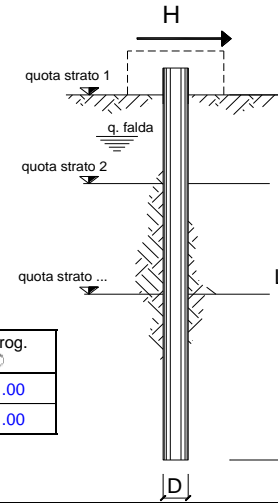
Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali dei pali all'SLU, secondo la teoria di Broms descritta nel § 6.1.5. Come per la capacità portante, si riportano le verifiche differenziate in funzione della stratigrafia del sito.

Verifica di capacità portante H	I <sub>p</sub>	V <sub>Ed</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Rd</sub>	H <sub>d</sub>	F <sub>d</sub>	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	229.7	735.3	1095.6	392.1	229.7	1.71
	2	229.7	834.3	1113.3	392.1	229.7	1.71
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	305.6	409.2	1042.1	382.8	305.6	1.25
	2	305.6	1015.4	1140.9	401.5	305.6	1.31
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	288.9	258.2	1014.7	373.6	288.9	1.29
	2	288.9	877.1	1119.9	401.5	288.9	1.39
URTO	1	220.0	221.8	1007.9	373.6	220.0	1.70
	2	220.0	1041.5	1144.7	401.5	220.0	1.82

*Tabella 48: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali – SLU*

**opera**

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_{\psi}$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_T$
S.U.	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	Unità AL	279.00	19	9	27	2.66		27	2.66	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	Unità GS	275.00	19	9	35	3.69		35	3.69	
<input type="checkbox"/> strato 3						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 276 (m)  
 Diametro del palo D 0.80 (m)  
 Lunghezza del palo L 14.00 (m)  
 Momento di plasticizzazione palo My 1014.65 (kNm)  
 Step di calcolo 0.05 (m)

- palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

	<b>H medio</b>		<b>H minimo</b>	
Palo lungo	825.7 (kN)		825.7 (kN)	
Palo intermedio	3027.0 (kN)		3027.0 (kN)	
Palo corto	10770.1 (kN)		10770.1 (kN)	
	<b>H<sub>med</sub> 825.7 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	<b>H<sub>min</sub> 825.7 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>

$$H_k = \text{Min}(H_{\text{med}}/\xi_3 ; R_{\text{min}}/\xi_4) \quad 485.69 \quad (\text{kN})$$

$$H_d = H_k/\gamma_T \quad 373.61 \quad (\text{kN})$$

Carico Assiale Permanente (G):  $G = 288.9 \quad (\text{kN})$

Carico Assiale variabile (Q):  $Q = \quad (\text{kN})$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 288.90 \quad (\text{kN})$$

$$FS = H_d / F_d = 1.29$$

**Figura 34: verifica Broms-carico limite orizzontale**

### 9.2.5.3 Verifica di stabilità globale

Si riportano i FS della verifica di stabilità globale effettuata con il metodo di Bishop in condizioni statiche e sismiche.

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	11.47	2.867

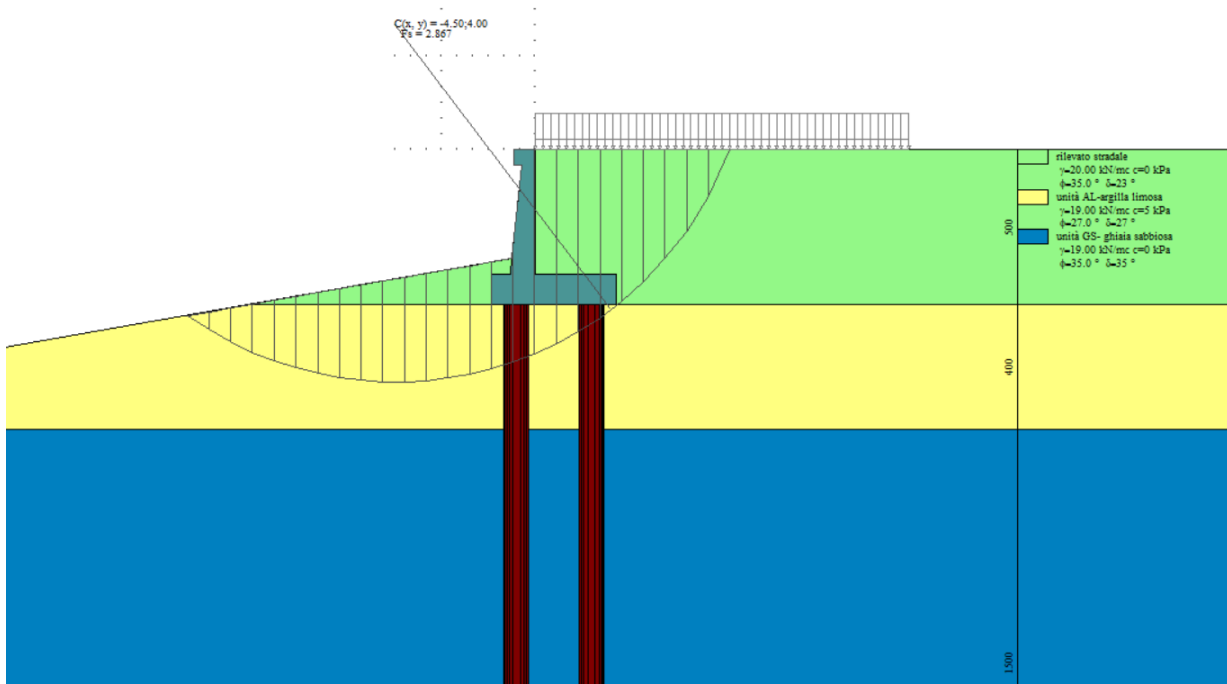


Figura 35: Verifica di stabilità globale\_cond. statica\_FS=2.87

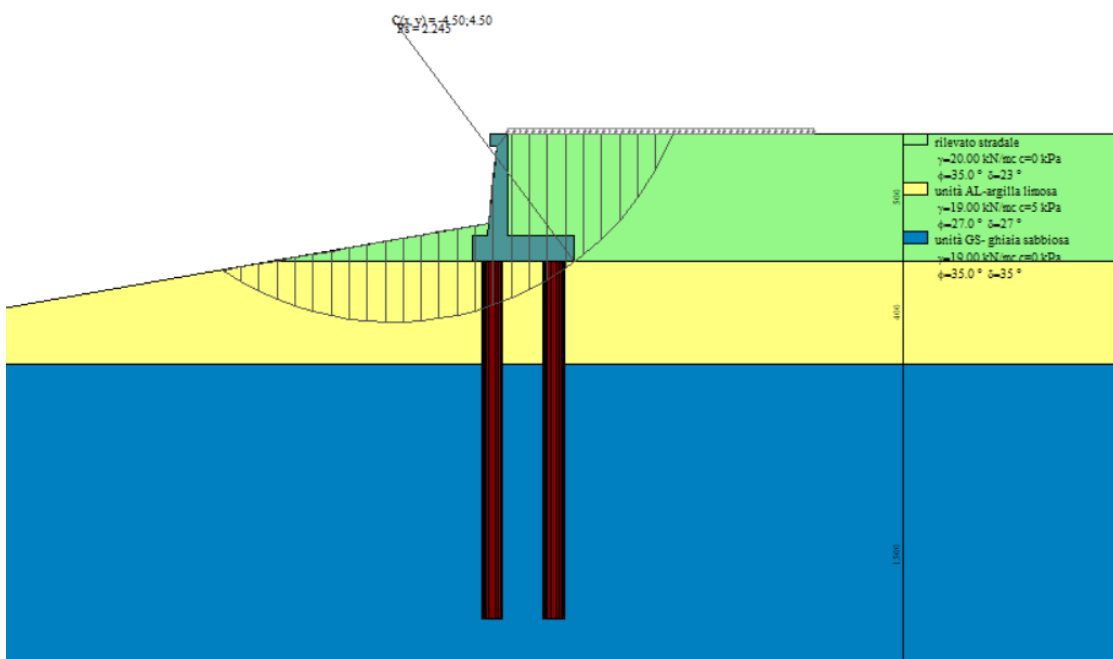


Figura 36: Verifica di stabilità globale\_cond. sismica H+V (FS=2.24)

### 9.2.6 Verifica dell'inflessione del paramento

Ai fini della valutazione di possibili cedimenti a tergo del muro di sostegno, in corrispondenza della piattaforma stradale, si calcola l'inflessione del paramento sotto i carichi allo SLU.

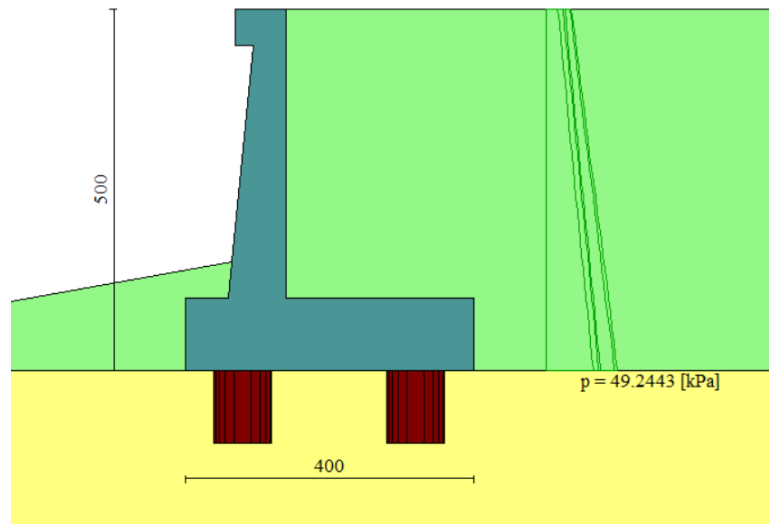
Il calcolo dell'inflessione avviene facendo riferimento- cautelativamente- agli schemi noti della teoria dell'elasticità considerando come carico l'involuppo delle spinte sul paramento scondo cui la freccia massima è pari a :

$$f = \frac{q L^4}{30 E J}$$

Dove:

- q è la pressione triangolare massima agente alla base del paramento del muro;
- L è l'altezza del paramento;
- E è il modulo elastico del calcestruzzo;

J è l'inerzia della sezione media del muro.



**Figura 37: Involuppo spinte in condizioni statiche**

Tipo	Combinazione	fondazione	H <sub>paramento,max</sub>	S <sub>paramento,medio</sub>	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m <sup>4</sup> ]	[KN/m]	[mm]
C	statica	pali	4.0	0.60	0.017966	48.42	0.72

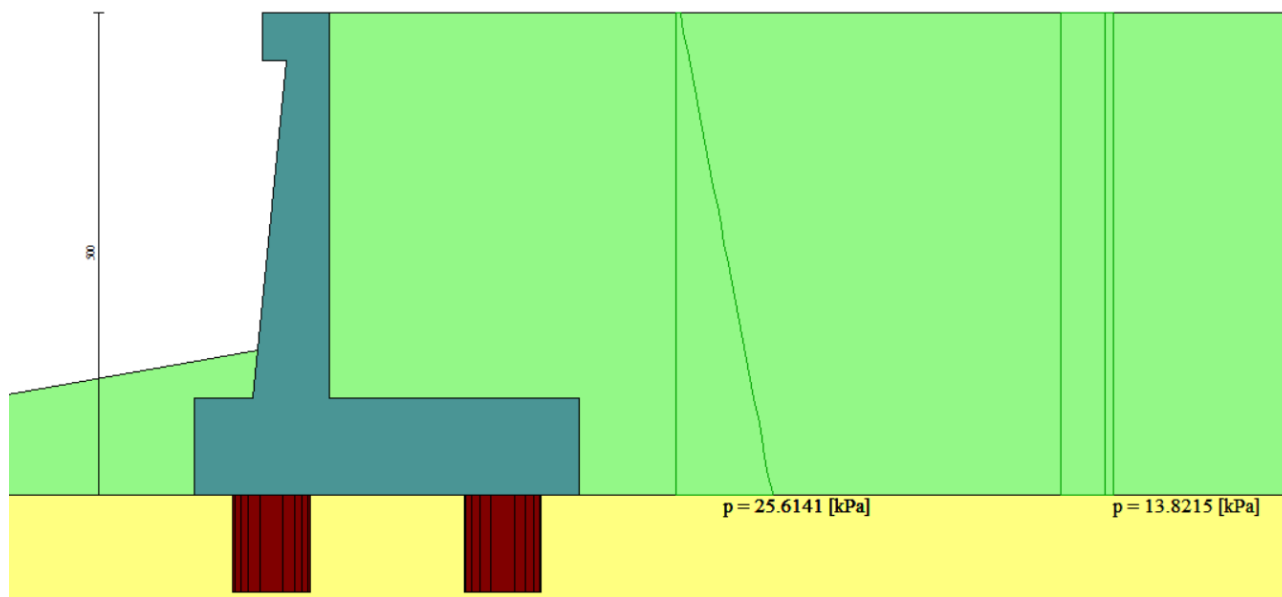


Figura 38: Involuppo spinte \_combinazione sismica H+V

Tipo	Combinazione	fondazione	$H_{\text{paramento,max}}$	$S_{\text{paramento,medio}}$	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m <sup>4</sup> ]	[KN/m]	[mm]
C	sismica	pali	4.0	0.60	0.017966	35.94	0.53

**Sulla base del calcolo dell'inflessione del paramento in condizioni statiche e sismiche, si ritiene che i cedimenti indotti sul piano stradale risultano essere trascurabili.**

### 9.2.7 Verifiche locali della mensola per azioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 7.4. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a  $F= 79.5\text{kN}$ , applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera.

Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza  $d= 1.00$  m dalla base della barriera.

**Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.**

Il muro presenta una larghezza pari a 0.7m. Si dispone nella mensola una staffatura di  $\Phi 12/20$ .

La funzione di tali staffe è duplice:

- **Equilibrare l'azione orizzontale F;**
- **Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out.**

Per il punto 1. Il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a 45° della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi. Si considera una larghezza della piastra di 0.30m posizionata a 0.10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre  $\Phi 12/20$  che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.

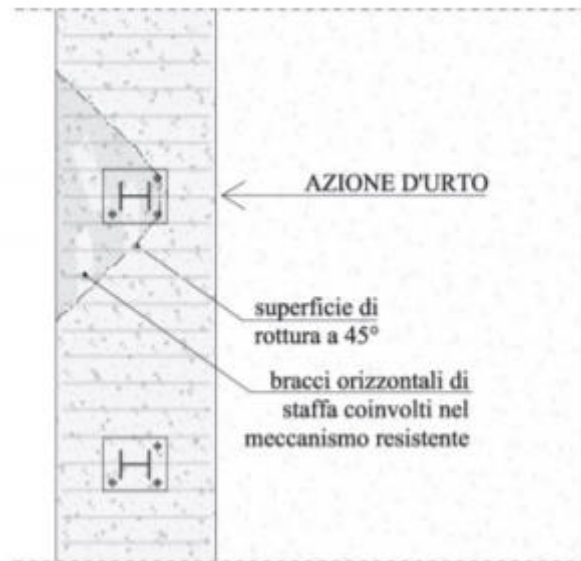


Figura 39: cono di diffusione verifica staffe orizzontali

In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a  $F=79.5$  kN.

Le barre  $\Phi 12/20$  oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove  $A_s$  è l'area della staffa e  $n$  è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione.

Nel caso in esame è stata assunta, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0.3m che permette di individuare, considerando una diffusione a  $45^\circ$  all'interno dello spessore del cordolo, una larghezza collaborante pari a 1.50m all'interno della quale si dispongono 7 ferri e 14 bracci.

Conseguentemente si ha:

verifica delle staffe orizzontali				
Larghezza collaborante	n bracci orizzontali	Fsd	Frd	FS
[m]	[-]	[KN]	[KN]	[-]
1.50	14	712.51	79.53	8.96

Tabella 49: verifica 1 del cordolo portabarriera

La verifica risulta soddisfatta.

Per il punto 2. Il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a  $45^\circ$  a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.

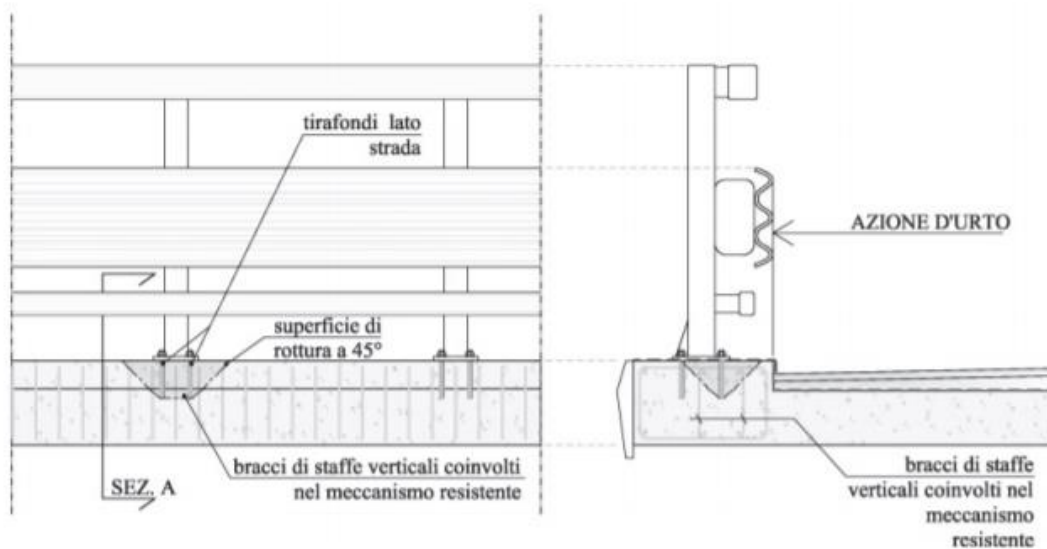


Figura 40: cono di diffusione verifica staffe verticali

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a  $l = 0.22$  m e un'altezza  $h$  della barriera sopra tale piastra di 1 m, si stima  $T_d$  come:

$$T_d = \frac{N \cdot h}{l}$$

Si dispongono delle staffe  $\Phi 12/20$ . Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19 cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di 0.22 m), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a 0.38m e longitudinale di 0.6m. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono 3.

Nel calcolare la resistenza delle staffe verticali si considera anche il contributo dei ferri longitudinali  $\Phi 16/20$  del paramento che sono accoppiati alle staffe. Pertanto si calcola la trazione resistente pari a:

$$T_r = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Verifiche delle staffe verticali				
$B_{long}$	$n$	$T_d$	$T_r$	FS
[m]	[m]	[KN]	[KN]	[-]
0.6	3	361.48	424.12	1.17

Le verifiche risultano essere soddisfatte.

### 9.3 MURO TIPOLOGICO D1 su 2 pali ( $H_{\text{paramento}}=5\text{m}$ )

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica del modello di calcolo adottato per il muro tipologico D1 avente un'altezza del paramento pari a 5m. Esso è fondato su 2 pali di diametro  $D=800\text{mm}$  e lunghezza  $L=18\text{m}$ .

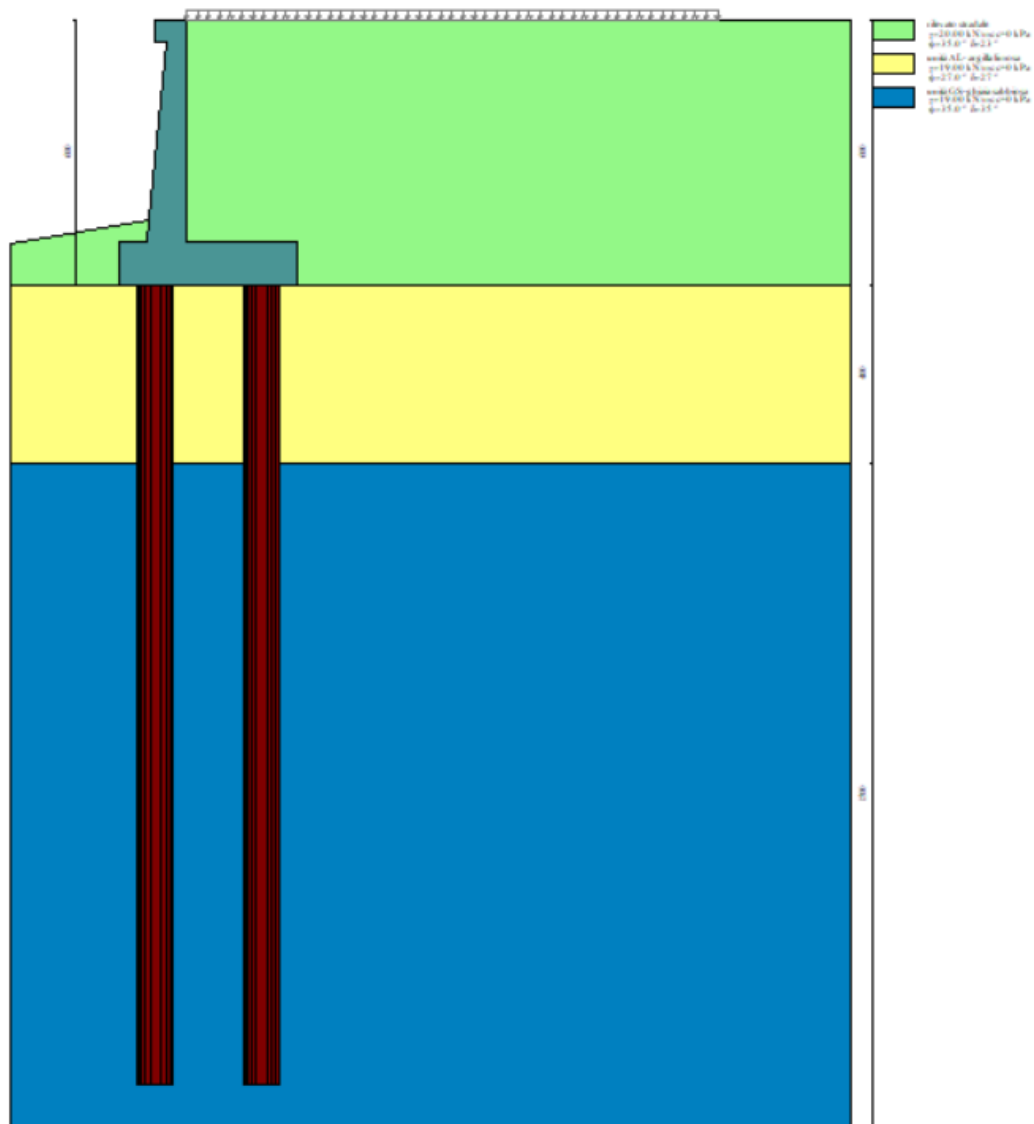
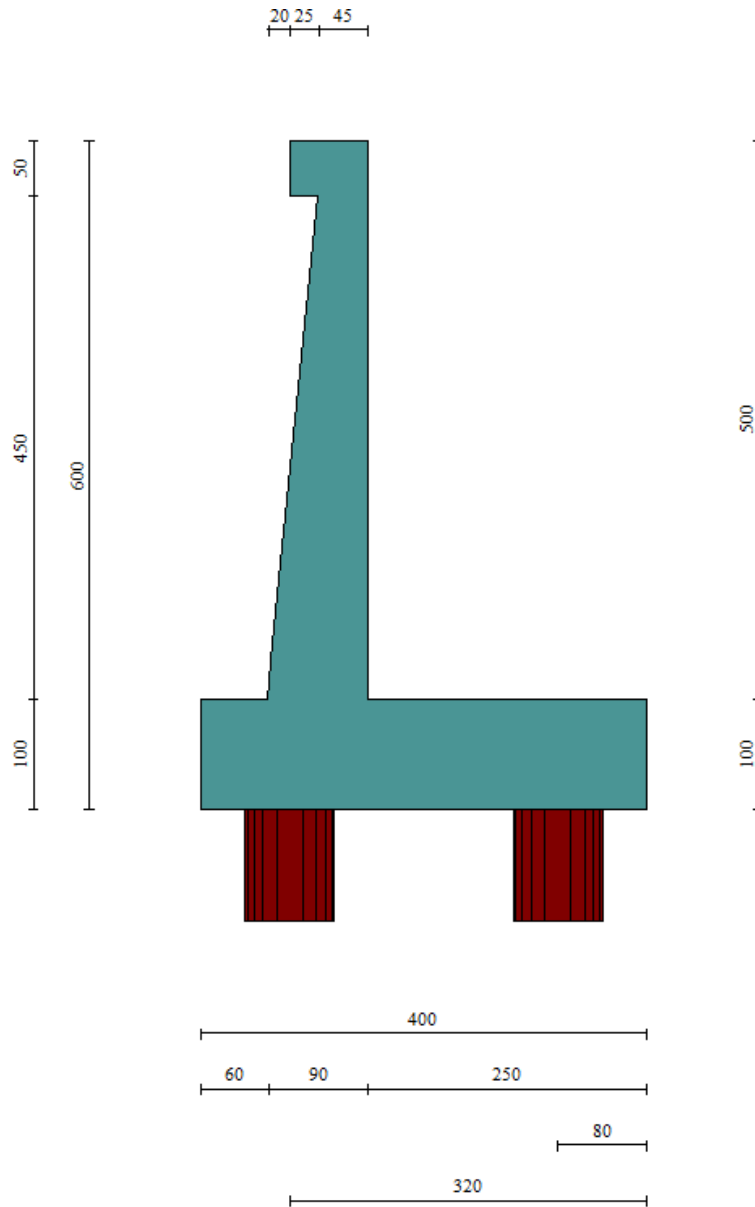
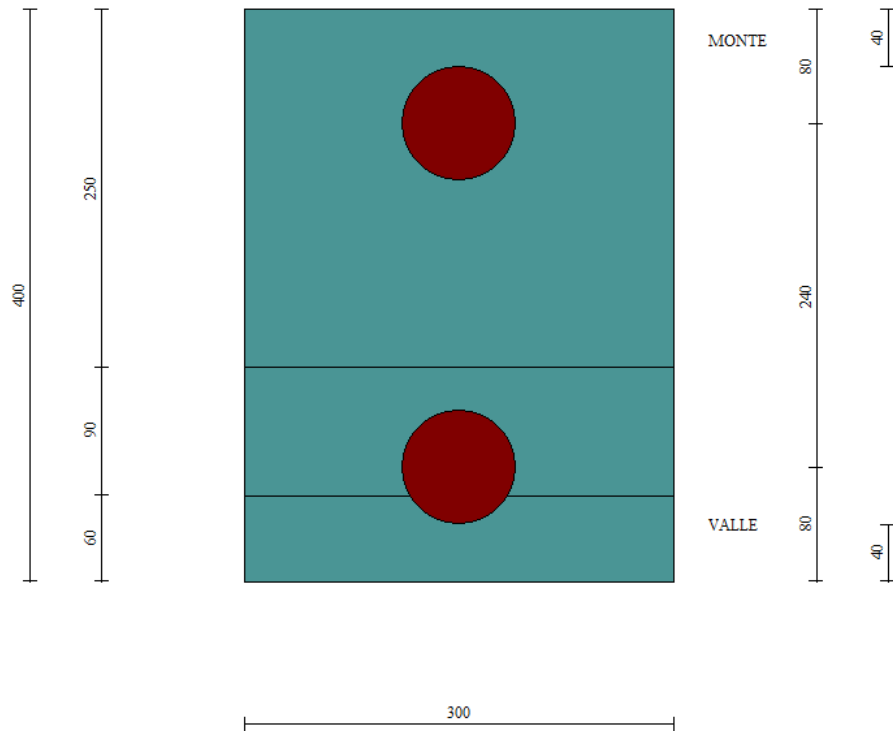


Figura 41: modello di calcolo muro tipologico D1





**Figura 42: Geometria del muro di sostegno: sezione trasversale**



*Figura 43:pianta fondazione su pali*

### 9.3.1 Sollecitazioni Paramento

Si riportano le sollecitazioni sul paramento che non sono influenzate dalla lunghezza dei pali o dalla tipologia di terreno di fondazione ma esclusivamente dal terreno spingente a tergo. **Occorre precisare che nelle verifiche geotecniche il terreno dinanzi la fondazione è stato considerato pesante ma privo di resistenza passiva**

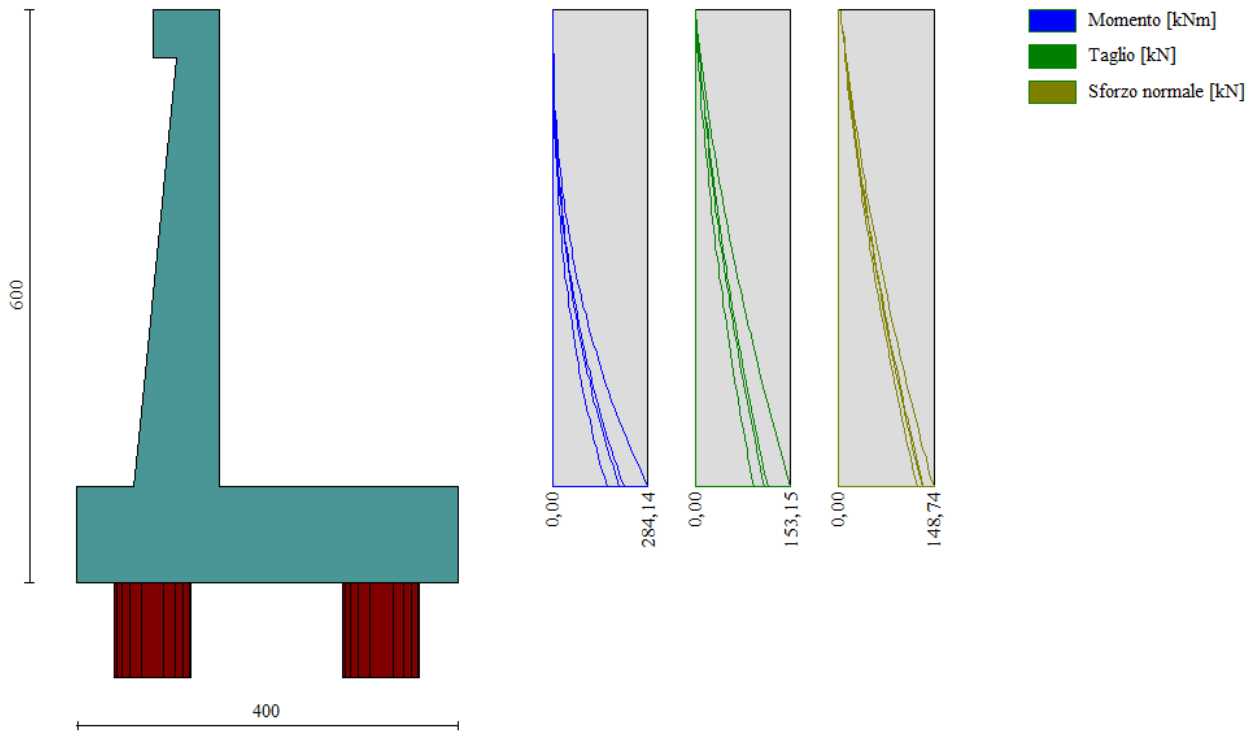


Figura 44 – Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni statiche

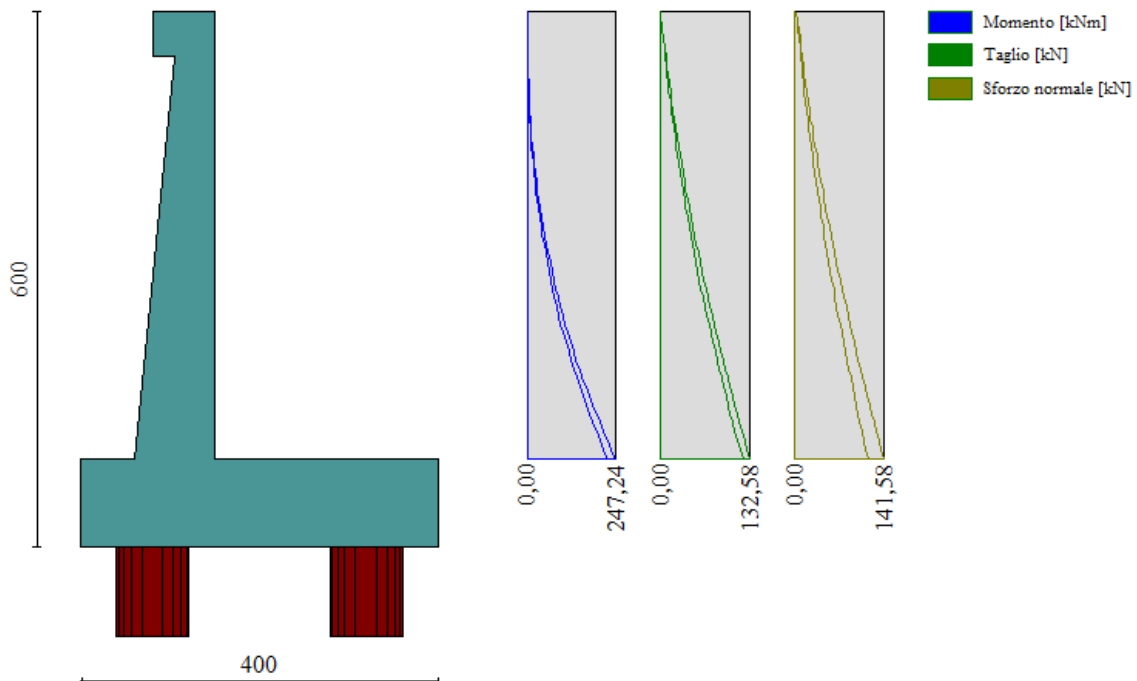


Figura 45- Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni sismiche

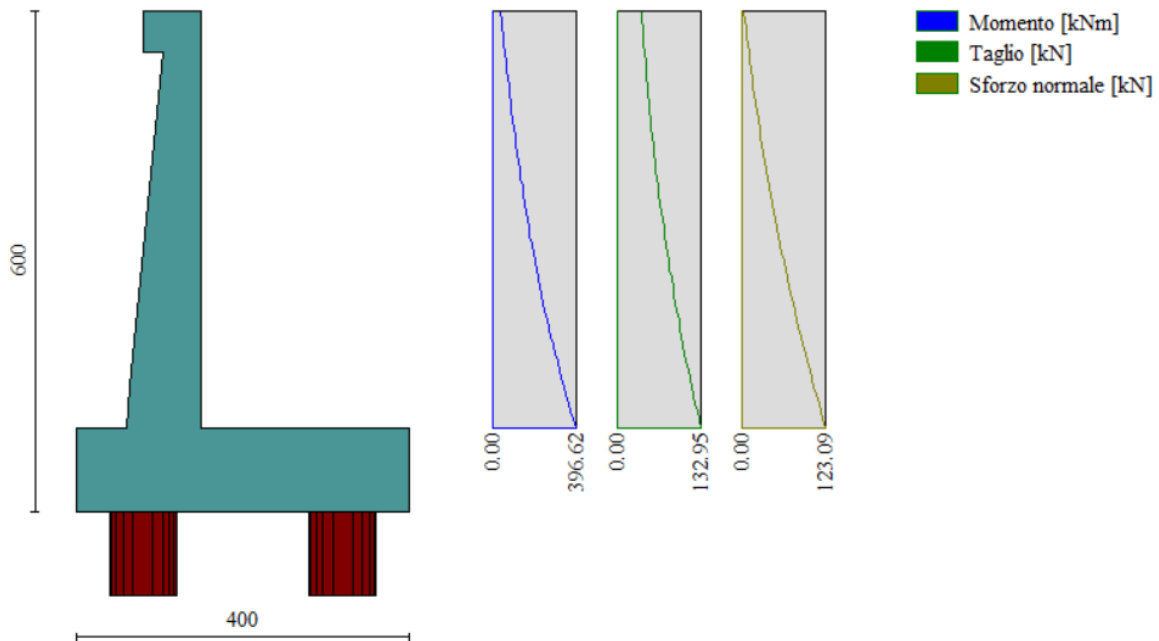


Figura 46: Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni eccezionali d'urto

### 9.3.2 Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione

Sia le verifiche a pressoflessione che a taglio sono state eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati sulla base delle NTC2018 e mediante software di calcolo PressFle sulla base dell'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni. Nelle verifiche è stato considerato un copriferro (distanza tra il bordo e l'asse del ferro longitudinale) pari a 70mm.

Elemento	STATICA				SISMICA				URTO			
	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
<b>Paramento</b>	284.14	-	148.74	153.15	244.27	-	140.99	131.27	396.62	-	123.09	132.95
<b>Fondazione</b>	184.14	63.91	-	130.24	318.89	101.39	-	222.59	236.75	95.36	-	166.57

SLE rara				SLE quasi permanente				SLE frequente			
MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved
[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
212.76	-	132.77	116.12	161.00	-	123.09	93.68	199.82	-	130.35	110.51
77.04	40	-	130.24	77.04	39.7		130.2	77.04	39.7		130.2

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della piastra di fondazione.

Tabella 50: Armature di progetto paramento e piastra fondazione

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
Paramento	Φ20/20	Φ16/20	Piastra fondazione	Φ20/20	Φ20/20

Si dispongono ripartitori in fondazione Φ16/20 e nel paramento Φ12/20.

GEOMETRIA				VERIFICA A PRESSOFLESSIONE							
Elemento		b	h	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,x</sub>	N <sub>Ed,min</sub>	Armature	c	d	M <sub>Rd</sub>	FS
		[mm]	[mm]	[kNm]	[kNm]	[kN]		[mm]	[mm]	[kNm]	[-]
Paramento	monte	1000	900	396.6	-	123.1	φ20/20	70	830	542.0	1.37
	valle						φ16/20				
Fondazione	Superiore	1000	1000	424.2	-		φ20/20	70	930	546.7	1.29
	Inferiore						φ20/20				
Fondazione (ripartitori)	Superiore	1000	1000		123.4		φ16/20	70	930	354.4	2.87
	Inferiore						φ16/20				

Tabella 51: verifica a pressoflessione

Per il paramento e la fondazione le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio,

Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo		TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO							
	b <sub>w</sub> (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	N <sub>sd</sub> (KN)	V <sub>sd</sub> (KN)	σ <sub>cp</sub> (Mpa)	ρ <sub>t</sub>	k	f <sub>ck</sub> (Mpa)	v <sub>min</sub>	V <sub>Rdmin</sub> (KN)	V <sub>Rct</sub> (KN)	F.S.
Paramento	1000	900	70	830	5	20	1570	0	153.15	0	0.002	1.49	33.2	0.37	304.70	273.96	1.79
Fondazione	1000	1000	70	930	5	20	1570	0	275.19	0	0.002	1.46	33.2	0.36	332.14	290.17	1.05

Tabella 52: verifica elementi non armati a taglio

Tuttavia si prevedono nel paramento **ganci Φ10/20x40** mentre per la fondazione dato l'esiguo margine di sicurezza viene condotta la verifica per elementi armati a taglio, disponendo **ganci Φ10/40x20**. Si riporta la verifica a taglio per la fondazione:

Elemento	Armature trasversali				Inclinazione Bielle Compresse					Taglio Compressione		Taglio Trazione		risultati
	n <sub>b</sub>	Ø	p (mm)	A <sub>sw</sub> (mm <sup>2</sup> )	α°	θ°	ctg θ	σ <sub>cp</sub> (Mpa)	α <sub>c</sub>	f' <sub>cd</sub> (Mpa)	V <sub>Rcd</sub> (KN)	V <sub>Rsd</sub> (KN)	V <sub>rd</sub>	F.S.
Fondazione	2.5	10	200	196.25	90	21.8	2.5	0	1	18.81	2714.96	803.44	803.44	2.92

Tabella 53: verifica per elementi armati a taglio

Si riportano infine le verifiche tensionali e a fessurazione:

Verifica delle tensioni	CLS 32/40										ACCIAIO B450C				
	I <sub>p</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,x</sub>	σ <sub>c,y</sub>	σ <sub>c,x</sub>	σ <sub>c,max = 0,6 f<sub>ck</sub></sub>	FS <sub>y</sub>	FS <sub>x</sub>	σ <sub>t,y</sub>	σ <sub>t,x</sub>	σ <sub>t,max = 0,8 f<sub>yk</sub></sub>	FS <sub>y</sub>	FS <sub>x</sub>	
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]	
combinazione rara	Param.	132,8	212,8	-	4,5		19,2	4,27	-	131,9		360,0	2,73	-	

	Fond.	-	185,3	224,3	3,3	4,9	19,2	5,87	3,91	134,5	252,0	360,0	2,68	1,43
--	-------	---	-------	-------	-----	-----	------	------	------	-------	-------	-------	------	------

**Tabella 54: verifica tensionale combinazione rara**

Verifica delle tensioni	CLS 32/40								
	I <sub>p</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,x</sub>	σ <sub>c,y</sub>	σ <sub>c,x</sub>	σ <sub>c,max</sub> = 0,45 f <sub>ck</sub>	FS <sub>y</sub>	FS <sub>x</sub>
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]
Combinazione quasi permanente	paramento	123,1	161,0	-	3,4	-	14,4	4,26	-
	fondazione	0,0	171,7	208,7	3,0	4,6	14,4	4,75	3,15

**Tabella 55: verifica tensionale combinazione quasi permanente**

**Dalla verifica a fessurazione emerge che il muro di sostegno non è fessurato.**

9.3.3 Sollecitazioni in testa ai pali e lungo il fusto

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di taglio, momento e sforzo normale. Si fa notare che nel software di calcolo, i pali sono stati considerati incernierati in testa ottenendo le sollecitazioni in termini di sforzo normale e taglio. Nella realtà i pali risultano essere incastrati nel plinto di fondazione, pertanto il valore del momento flettente verrà determinato sulla base della teoria di Matlock e Reese di seguito descritta.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidzze.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incernierati a tale piastra.

Lo sforzo normale nei pali è calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{M}{d}$$

Dove d rappresenta l'interasse trasversale tra i pali.

Pertanto, allo sforzo normale derivato dal codice di calcolo è stato sommato il contributo di compressione o di trazione generato dall'azione flettente, per tener conto dell'interazione palo-terreno.

Le azioni derivanti da questo modello vengono confrontate con le curve di capacità portante dei pali di fondazione.

Mentre le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali come di seguito riportato:

$$V_i = \frac{V_{Ed}}{n}$$

In definitiva, gli scarichi a testa palo sono pari a quanto di seguito riportato.

Simbologia adottata

- Cmb    Indice/Tipo combinazione
- I<sub>p</sub>    Indice palo
- N      Sforzo normale, espresso in [kN]
- M      Momento, espresso in [kNm]
- T      Taglio, espresso in [kN]

<b>Cmb</b>	<b>Ip</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
		<b>[kN]</b>	<b>[kNm]</b>	<b>[kN]</b>
1 - STR (A1-M1-R3)	1	704.61	0	-316.98
	2	1118.44	0	-316.98
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	327.21	0	-398.57
	2	1367.7	0	-398.57
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	161.29	0	-374.88
	2	1193.21	0	-374.88
ECCEZ. URTO L=8.10m	1	308.94	0	-259.29
	2	1193.04	0	-259.29
7 - SLER	1	719.89	0	-240.78
	2	966.93	0	-240.78
8 - SLEF	1	703.06	0	-230.68
	2	937.56	0	-230.68
9 - SLEQ	1	652.55	0	-200.39
	2	849.43	0	-200.39

**Tabella 56: Scarichi in testa ai pali**

Per la valutazione del momento flettente a testa palo si è utilizzata la teoria di Matlock e Reese per la quale il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente  $\alpha$  (espresso in metri) "coefficiente di Matlock e Reese":

$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente  $\alpha$  dipende principalmente dalle caratteristiche di rigidezza relative palo-terreno e, generalmente, fornisce un valore del momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo,  $D$ ,  $\alpha$  dipende quindi dalla rigidezza del terreno.

Per il caso in esame si fa riferimento al seguente valore del coefficiente  $\alpha$  di Matlock & Reese. Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica.

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	Av	Am	Bv	Bm
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.241	.6930	.2022	-.2007	.9737
.482	.4419	.3372	-.3356	.9073
.722	.2422	.4181	-.4176	.8152
.963	.0893	.4567	-.4584	.7087
1.204	-.0229	.4635	-.4689	.5963
1.445	-.1104	.4469	-.4563	.4843
1.686	-.1744	.4119	-.4248	.3777
1.926	-.2167	.3644	-.3756	.2805
2.312	-.2354	.2754	-.2910	.1508
2.697	-.2167	.1868	-.1991	.0566
3.082	-.1751	.1106	-.1171	-.0036
3.467	-.1247	.0527	-.0528	-.0354
3.853	-.0736	.0142	-.0066	-.0463
4.495	-.0221	-.0151	.0223	-.0388
5.137	.0038	-.0190	.0243	-.0223
5.779	.0110	-.0132	.0151	-.0092
6.742	.0072	-.0034	.0036	-.0006
7.705	.0000	.0000	.0000	.0000

Tuttavia nelle verifiche si è fatto riferimento alla condizione più gravosa assumendo il seguente valore del coefficiente  $\alpha$  relativo ai muri su pali da realizzarsi nel tratto compreso tra le progressive pk 0+060 a 0+100

PALI D800
$\alpha = 1.3974 \text{ m}$

Tabella 57: parametro  $\alpha$

Vengono riportate nella tabella che segue le sollecitazioni in testa ai pali.

Combinazione	Ip	V	$\alpha$	M	N	N+M/d
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	317.0	1.397	442.9	704.6	335.49
	2	317.0	1.397	442.9	1118.4	1487.56
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	398.6	1.397	557.0	327.2	-136.92
	2	398.6	1.397	557.0	1367.7	1831.83
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	374.9	1.397	523.9	161.3	-275.26
	2	374.9	1.397	523.9	1193.2	1629.76
URTO	1	259.3	1.397	362.3	308.9	7.00
	2	259.3	1.397	362.3	1193.0	1494.98
SLE - Rara	1	240.8	1.397	336.5	719.9	439.50
	2	240.8	1.397	336.5	966.9	1247.32
SLE - Frequente	1	230.7	1.397	322.4	703.1	434.43
	2	230.7	1.397	322.4	937.6	1206.19
SLE - Quasi Permanente	1	200.4	1.397	280.0	652.6	419.20
	2	200.4	1.397	280.0	849.4	1082.78

Tabella 58: sollecitazioni in testa ai pali



Si riportano inoltre nella seguente tabella, ai fini delle prove in corso d'opera, le sollecitazioni in punta ai pali pari a 1.5SLE (ai sensi del par. 6.4.3.7.2. delle NTC 2018):

Combinazione	Ip	V	$\alpha$	M	N
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]
1.5*SLE_rara	1	240.8	1.397	336.5	1079.8
	2	240.8	1.397	336.5	1450.4

**Tabella 59: sollecitazioni 1.5\*SLE**

Al fine di determinare le sollecitazioni lungo il fusto del palo si fa riferimento alla già citata teoria di Matlock&Reese secondo cui i valori di momento flettente e taglio possono essere determinati secondo le seguenti espressioni:

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

$$\begin{aligned} \text{Taglio: } F &= A_v F_0 + B_v M_0/T \\ \text{Momento: } M &= A_m F_0 T + B_m M_0 \end{aligned}$$

Dove:

- $A_v, A_m, B_v, B_m$  sono i coefficienti adimensionali di flessibilità della sommità del palo;
- $F_0$  è il taglio massimo in testa al palo allo SLU/SLV;
- $M_0$  è il momento massimo in sommità per palo impedito di ruotare pari a  $M_0 = -\alpha F_0$
- $T$  è la lunghezza elastica pari a  $T = (EJ/K_h)^{0.20}$
- 

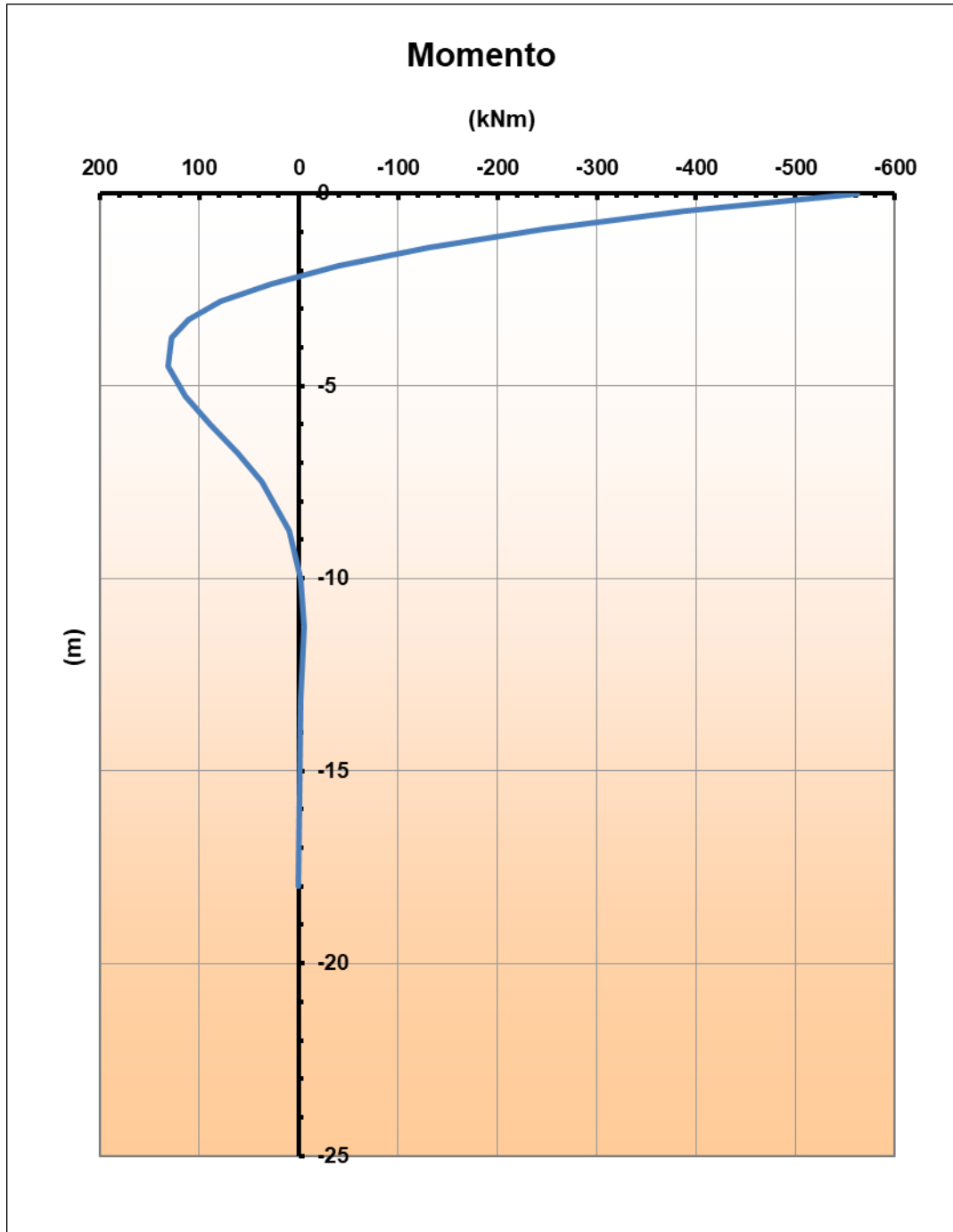
**Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati della Relazione Geotecnica.**

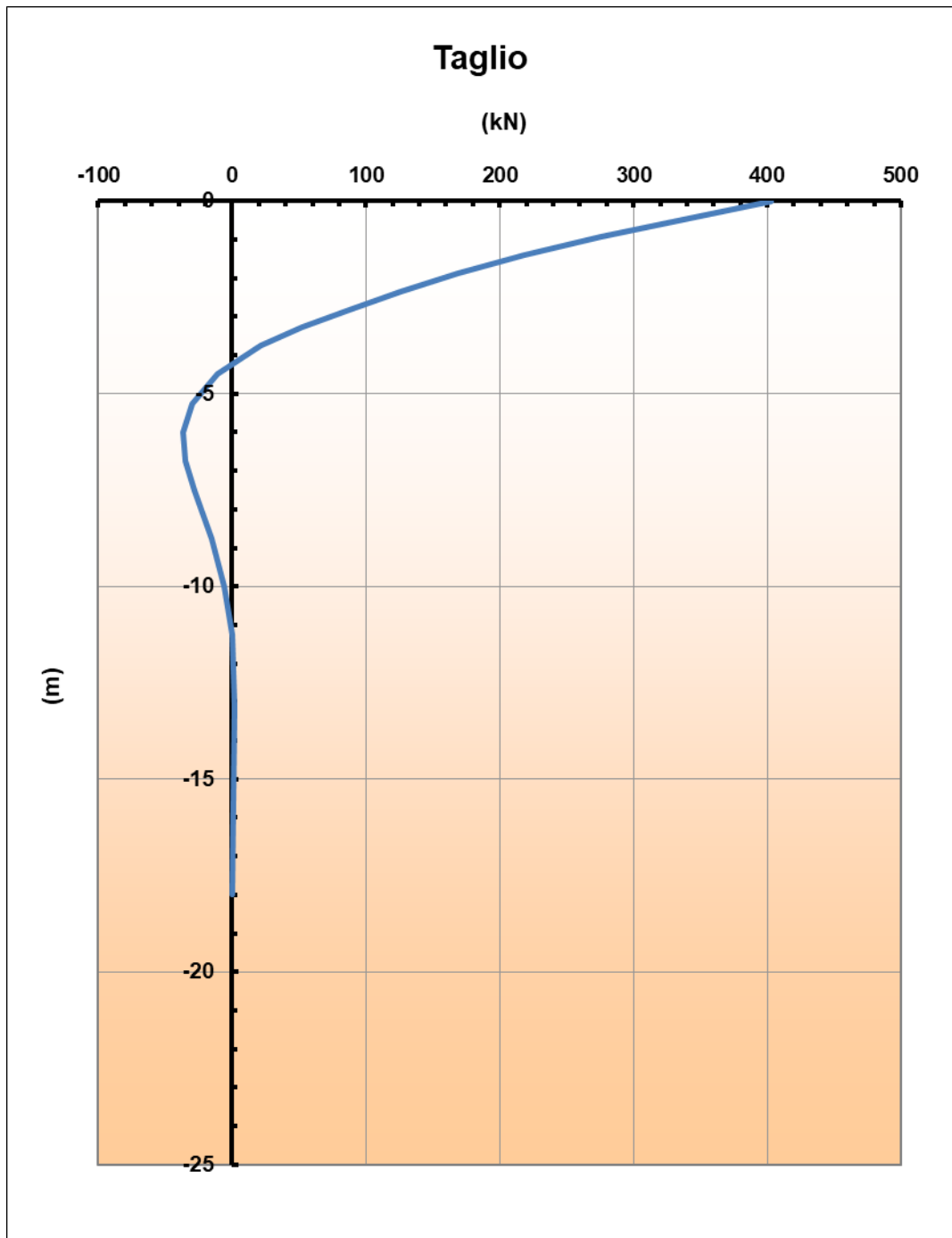
Per il caso in esame si ha:

z	z/T	$A_v$	$A_m$	$B_v$	$B_m$
[m]					
0.000	0	1	0	0	1
-0.469	0.241	0.693	0.2022	-0.2007	0.9737
-0.938	0.482	0.4419	0.3372	-0.3356	0.9073
-1.406	0.722	0.2422	0.4181	-0.4176	0.8152
-1.875	0.963	0.0893	0.4567	-0.4584	0.7087
-2.344	1.204	-0.0229	0.4635	-0.4689	0.5963
-2.813	1.445	-0.1104	0.4469	-0.4563	0.4843
-3.283	1.686	-0.1744	0.4119	-0.4248	0.3777
-3.750	1.926	-0.2167	0.3644	-0.3756	0.2805
-4.501	2.312	-0.2354	0.2754	-0.291	0.1508
-5.251	2.697	-0.2167	0.1868	-0.1991	0.0566
-6.001	3.082	-0.1751	0.1106	-0.1171	-0.0036
-6.750	3.467	-0.1247	0.0527	-0.0528	-0.0354
-7.502	3.853	-0.0736	0.0142	-0.0066	-0.0463
-8.752	4.495	-0.0221	-0.0151	0.0223	-0.0388
-10.002	5.137	0.0038	-0.019	0.0243	-0.0223
-11.252	5.779	0.011	-0.0132	0.0151	-0.0092
-13.127	6.742	0.0072	-0.0034	0.0036	-0.0006

-18.000	-9.245	0	0	0	0
---------	--------	---	---	---	---

Si riportano i diagrammi relativi al profilo delle sollecitazioni flettenti e di taglio lungo il fusto del palo, calcolate considerando la combinazione di carico più gravosa (SLV).





Il momento flettente e il taglio massimi vengono raggiunti in corrispondenza della sommità dei pali.

Nel caso in esame si considera un'armatura di progetto uniforme per l'intera lunghezza del palo, pertanto, le verifiche verranno effettuate considerando le sollecitazioni massime agenti.

#### 9.3.4 Verifiche strutturali pali

Per i pali di fondazione di diametro  $D=800\text{mm}$  si prevedono le seguenti armature:

**gabbia  $26\phi 26$  e staffa a spirale  $\phi 12/20$ ;**

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per i pali ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a  $8.9\text{cm}$

### 9.3.4.1 Verifiche SLU-Pressoflessione

Occorre osservare che la determinazione dell'armatura nei pali di fondazione dipende anche dal soddisfacimento della verifica a carico limite orizzontale (Broms) riportata al paragrafo 10.1.5.

Si riporta in seguito la verifica a presso-flessione.

Verifica a pressoflessione	$I_p$	$M_{Ed}$	$N_{Ed}$	$M_{Rd}$	FS
	[-]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	442.9	704.6	1435.0	3.24
	2	442.9	1118.4	1577.3	3.56
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	557.0	327.2	1360.5	2.44
	2	557.0	1367.7	1608.8	2.89
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	523.9	161.3	1336.9	2.55
	2	523.9	1193.2	1591.1	3.04
ECCEZ. URTO	1	362.3	308.9	1384.3	3.82
	2	362.3	1193.0	1578.1	4.36

**Tabella 60: Verifica a pressoflessione**

### 9.3.4.2 Taglio

Le verifiche a taglio sono state condotte con riferimento ad elementi in c.a. armati a taglio, avendo assunto come inclinazione del puntone compresso  $\theta = 27^\circ$  e disponendo ferri a spirale  $\Phi 12/20\text{cm}$ .

Verifica a taglio ( $\theta = 27^\circ$ )	$I_p$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	704.6	317.0	486.2	1385.8	486.2	1.53
	2	1118.4	317.0	486.2	1385.8	486.2	1.53
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	327.2	398.6	486.2	1385.8	486.2	1.22
	2	1367.7	398.6	486.2	1385.8	486.2	1.22
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	161.3	374.9	486.2	1385.8	486.2	1.30
	2	1193.2	374.9	486.2	1385.8	486.2	1.30
ECCEZ. URTO	1	308.9	259.3	486.2	1385.8	486.2	1.88
	2	1193.0	259.3	486.2	1385.8	486.2	1.88

**Tabella 61: verifica a taglio**

### 9.3.4.3 Verifiche SLE

Si riportano le verifiche tensionali e a fessurazione dei pali eseguite mediante il software pressFle.

Verifica delle tensioni			CLS 25/30			ACCIAIO B450C		
	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$\sigma_c$	$\sigma_{c,max} = 0,6 f_{ck}$	FS	$\sigma_f$	$\sigma_{f,max} = 0,8 f_{yk}$	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Rara	719.9	336.5	9.8	19.2	1.96	64.8	360.0	5.55

Verifica delle tensioni	CLS C25/30				
	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>c,max</sub> = 0,45 f <sub>ck</sub>	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Quasi Permanente	652.6	280	8.1	14.4	1.78

*Tabella 62: verifica limitazione tensioni*

Verifica a fessurazione	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	w <sub>f</sub>	w <sub>1</sub>	FS
	[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[-]
SLE - Quasi Permanente	652.6	280.0	0.052	0.200	3.85
SLE - Frequente	703.1	322.4	0.064	0.300	4.69

*Figura 47: verifica a fessurazione*

### 9.3.5 Verifiche geotecniche dei pali

#### 9.3.5.1 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali

La determinazione della lunghezza dei pali è il risultato della verifica di capacità portante. Si riporta la verifica di capacità portante e la lunghezza dei pali ottenuta.

curve di portanza da 0+060 a 0+100							
Capacità portante nei confronti dei carichi verticali di compressione - SLU-							
L <sub>p</sub>	Q <sub>II</sub>	Q <sub>bl</sub>	W <sub>p</sub>	Q <sub>u</sub>	Q <sub>d</sub>	N <sub>max</sub>	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
0	0	558	0	558	242	1832	0.13
0.5	24	562	2	584	255	1832	0.14
1	54	567	4	617	270	1832	0.15
1.5	91	572	6	657	289	1832	0.16
2	135	577	8	704	312	1832	0.17
2.5	183	582	10	755	336	1832	0.18
3	230	629	12	847	379	1832	0.21
3.5	279	676	14	940	422	1832	0.23
4	331	722	16	1037	467	1832	0.25
4.5	386	769	18	1137	513	1832	0.28
5	443	816	20	1239	560	1832	0.31
5.5	503	855	22	1335	606	1832	0.33
6	566	893	24	1435	653	1832	0.36
6.5	632	931	26	1537	701	1832	0.38
7	701	970	29	1642	751	1832	0.41
7.5	772	1008	31	1750	802	1832	0.44
8	846	1047	33	1860	854	1832	0.47
8.5	923	1085	35	1973	908	1832	0.50
9	1002	1124	37	2089	963	1832	0.53
9.5	1085	1162	39	2208	1020	1832	0.56
10	1170	1201	41	2330	1078	1832	0.59

10.5	1258	1239	43	2454	1138	1832	0.62
11	1348	1277	45	2581	1199	1832	0.65
11.5	1442	1316	47	2711	1261	1832	0.69
12	1538	1354	49	2844	1325	1832	0.72
12.5	1637	1393	51	2979	1390	1832	0.76
13	1739	1431	53	3117	1457	1832	0.80
13.5	1844	1470	55	3258	1525	1832	0.83
14	1951	1508	57	3402	1594	1832	0.87
14.5	2061	1547	59	3549	1665	1832	0.91
15	2174	1585	61	3698	1737	1832	0.95
15.5	2289	1624	63	3850	1811	1832	0.99
16	2408	1662	65	4005	1886	1832	1.03
16.5	2529	1700	67	4162	1962	1832	1.07
17	2653	1739	69	4323	2040	1832	1.11
17.5	2780	1777	71	4486	2120	1832	1.16
18	2909	1816	73	4652	2201	1832	1.20

*Tabella 63: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali*

**In accordo con la curva di capacità portante ottenuta, è stata considerata una lunghezza dei pali pari a 18m.**

#### 9.3.5.2 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali

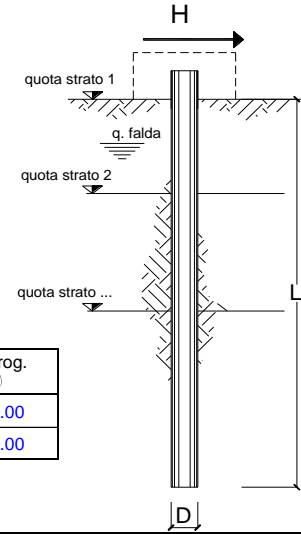
Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali dei pali all'SLU, secondo la teoria di Broms descritta nel § 6.1.5.

Verifica di capacità portante H	I <sub>p</sub>	V <sub>Ed</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Rd</sub>	H <sub>d</sub>	F <sub>d</sub>	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	317.0	335.5	1435.0	471.1	317.0	1.49
	2	317.0	1487.6	1577.3	499.2	317.0	1.57
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	398.6	-136.9	1360.5	458.5	398.6	1.15
	2	398.6	1831.8	1608.8	513.0	398.6	1.29
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	374.9	-275.3	1336.9	445.1	374.9	1.19
	2	374.9	1629.8	1591.1	499.2	374.9	1.33
ECCEZ. URTO	1	259.3	7.0	1384.3	458.5	259.3	1.77
	2	259.3	1495.0	1578.1	499.2	259.3	1.93

*Tabella 64: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali – SLU*

opera

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_\psi$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_T$
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	Unità AL	279.00	19	9	27	2.66		27	2.66	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	Unità GS	275.00	19	9	35	3.69		35	3.69	
<input type="checkbox"/> strato 3						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 276 (m)  
 Diametro del palo D 0.80 (m)  
 Lunghezza del palo L 18.00 (m)  
 Momento di plasticizzazione palo  $M_y$  1360.50 (kNm)  
 Step di calcolo 0.05 (m)

- palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

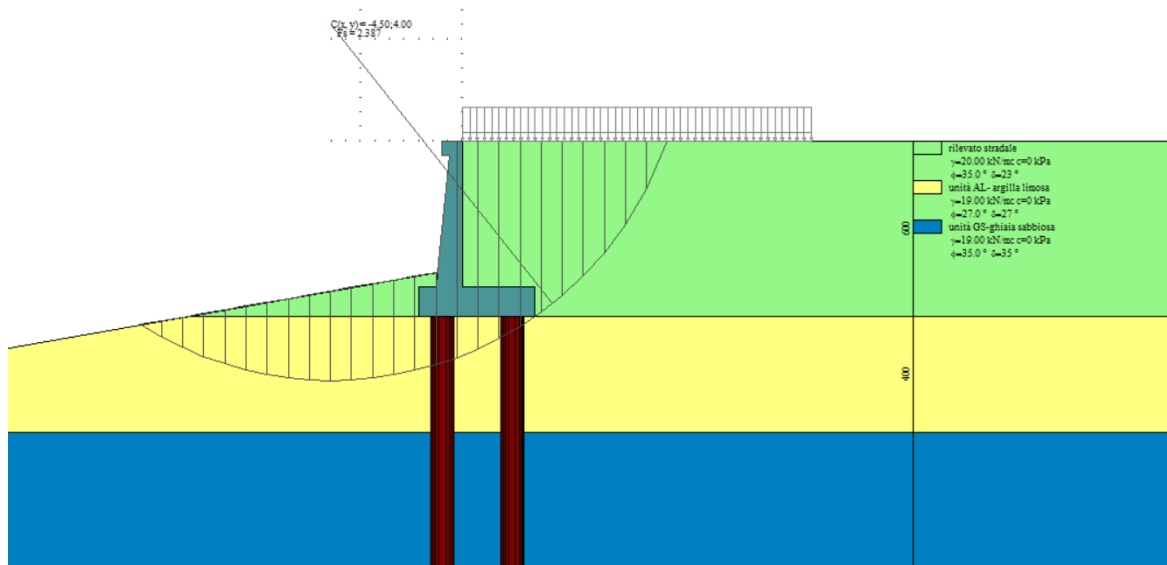
	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	1013.2 (kN)		1013.2 (kN)	
Palo intermedio	4813.8 (kN)		4813.8 (kN)	
Palo corto	16934.2 (kN)		16934.2 (kN)	
	<b>H<sub>med</sub> 1013.2 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	<b>H<sub>min</sub> 1013.2 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>
	<b>H<sub>k</sub> = Min(H<sub>med</sub>/ξ<sub>3</sub> ; R<sub>min</sub>/ξ<sub>4</sub>)</b>		596.00 (kN)	
	<b>H<sub>d</sub> = H<sub>k</sub>/γ<sub>T</sub></b>		<b>458.46 (kN)</b>	
Carico Assiale Permanente (G):		G =	398.6 (kN)	
Carico Assiale variabile (Q):		Q =	(kN)	
	<b>F<sub>d</sub> = G · γ<sub>G</sub> + Q · γ<sub>Q</sub> =</b>		<b>398.60 (kN)</b>	
	<b>FS = H<sub>d</sub> / F<sub>d</sub> =</b>		<b>1.15</b>	

Figura 48: verifica Broms-carico limite orizzontale

### 9.3.5.3 Verifica di stabilità globale

Si riportano i FS della verifica di stabilità globale effettuata con il metodo di Bishop in condizioni statiche e sismiche.

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	12.22	2.387



**Figura 49: Verifica di stabilità globale\_cond. statica\_FS=2.387**

Ic	C [m]	R [m]	FS
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.00	12.22	2.033
4 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	12.63	2.097



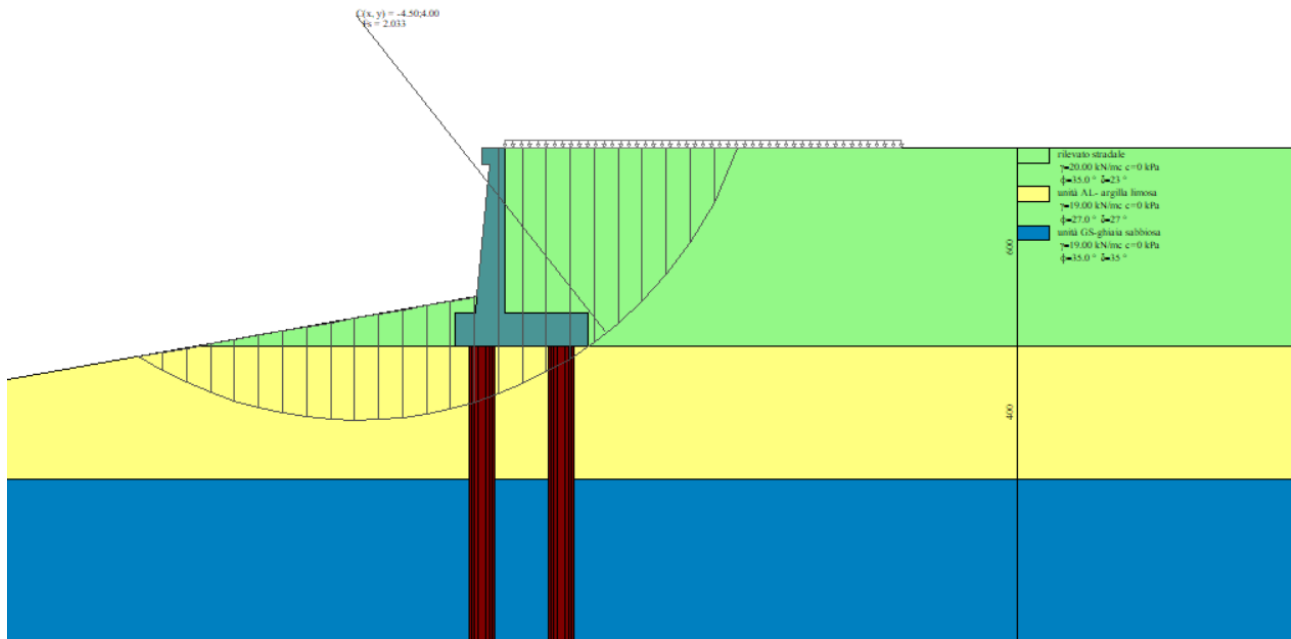


Figura 50: Verifica di stabilità globale\_cond. sismica H+V (FS=2.03)

### 9.3.6 Verifica dell'inflessione del paramento

Ai fini della valutazione di possibili cedimenti a tergo del muro di sostegno, in corrispondenza della piattaforma stradale, si calcola l'inflessione del paramento sotto i carichi allo SLU.

Il calcolo dell'inflessione avviene facendo riferimento- cautelativamente- agli schemi noti della teoria dell'elasticità considerando come carico l'inviluppo delle spinte sul paramento scondo cui la freccia massima è pari a :

$$f = \frac{q L^4}{30 E J}$$

Dove:

- q è la pressione triangolare massima agente alla base del paramento del muro;
- L è l'altezza del paramento;
- E è il modulo elastico del calcestruzzo;
- J è l'inerzia della sezione media del muro.
-

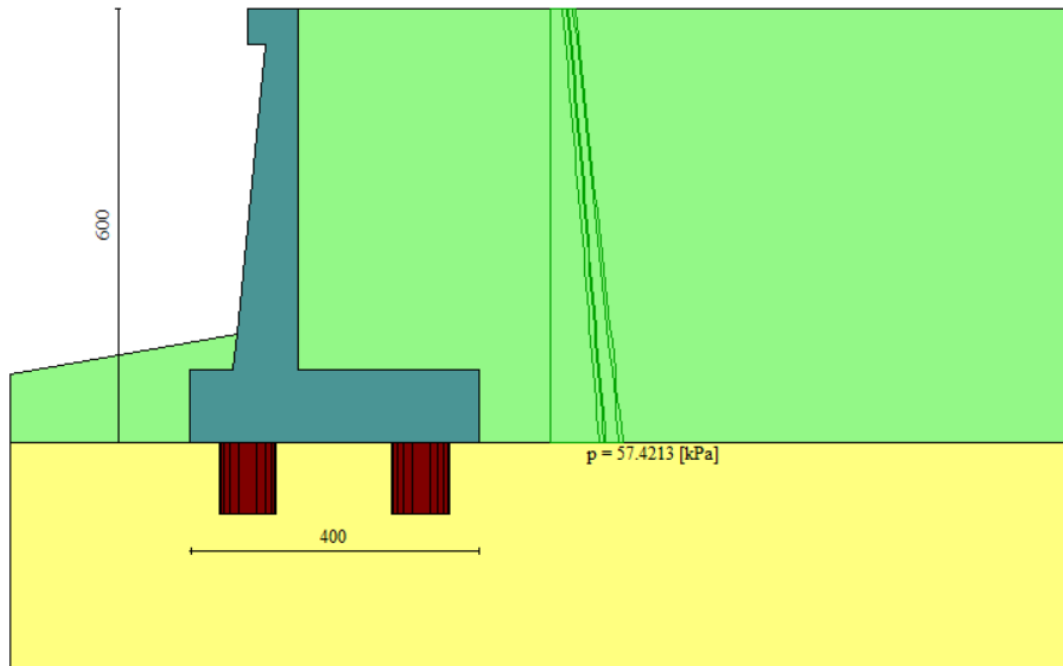


Figura 51: Inviluppo spinte \_combinazione statica

Tipo	combinazione	fondazione	$H_{\text{paramento,max}}$	$S_{\text{paramento,medio}}$	Inerzia	q	w
			[m]	[m]			
D	statica	pali	5.0	0.65	0.022836	57.42	1.64

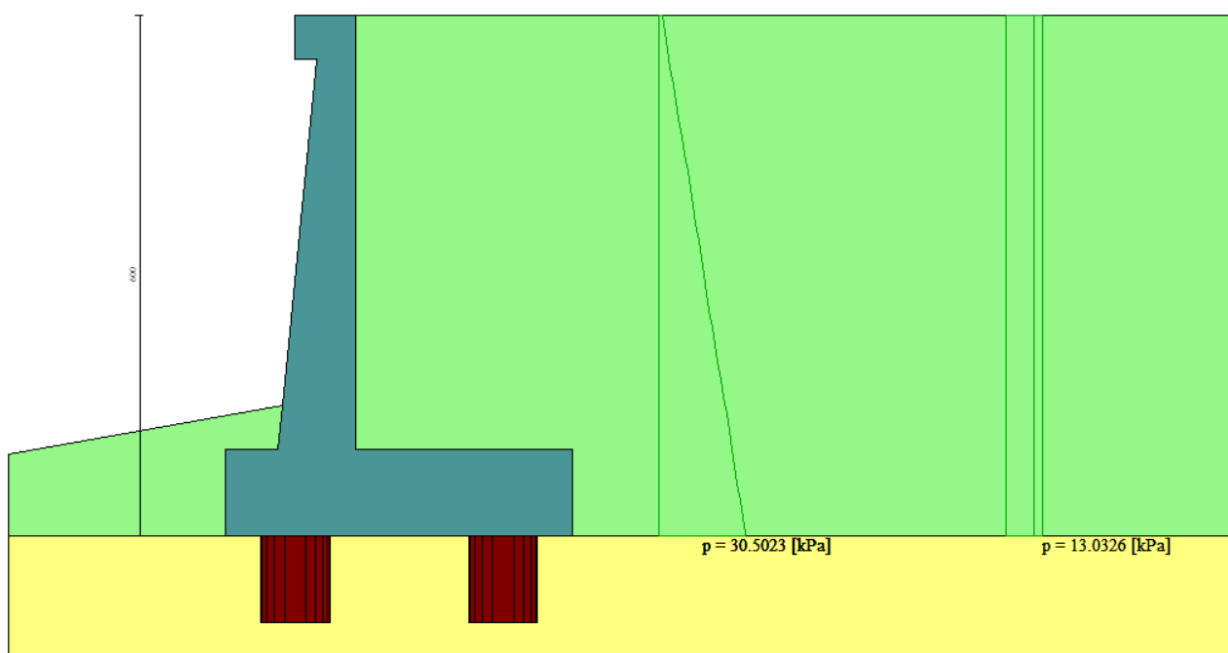


Figura 52: Inviluppo spinte \_combinazione sismica H+V

Tipo	Combinazione	fondazione	$H_{\text{paramento,max}}$	$S_{\text{paramento,medio}}$	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m <sup>4</sup> ]	[KN/m]	[mm]
D	sismica	pali	5.0	0.65	0.022836	43.53	1.24

**Sulla base del calcolo dell'inflexione del paramento in condizioni statiche e sismiche, si ritiene che i cedimenti indotti sul piano stradale risultano essere trascurabili.**

### 9.3.7 Verifiche locali della mensola per azioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 7.4. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a  $F= 79.5\text{kN}$ , applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera.

Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza  $d= 1.00$  m dalla base della barriera.

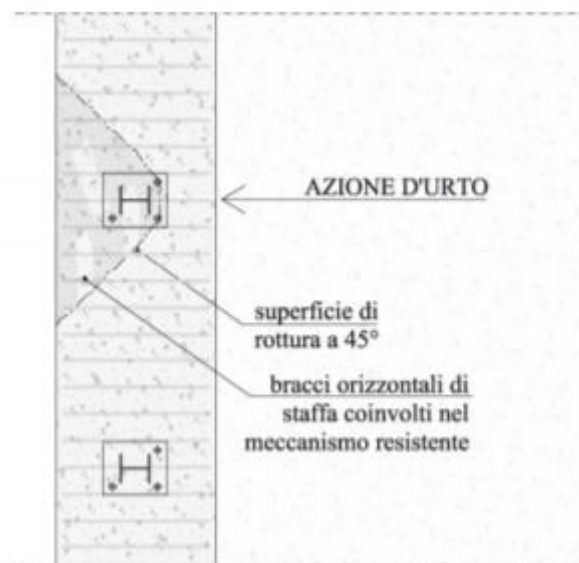
**Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.**

Il muro presenta una larghezza pari a 0.7m. Si dispone nella mensola una staffatura di  $\Phi 12/20$ .

La funzione di tali staffe è duplice:

- **Equilibrare l'azione orizzontale F;**
- **Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out.**

Per il punto 1. Il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a 45° della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi. Si considera una larghezza della piastra di 0.30m posizionata a 0.10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre  $\Phi 12/20$  che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.



*Figura 53: cono di diffusione verifica staffe orizzontali*

In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a  $F=79.5$  kN.

Le barre  $\Phi 12/20$  oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove  $A_s$  è l'area della staffa e  $n$  è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione.

Nel caso in esame è stata assunta, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0.3m che permette di individuare, considerando una diffusione a  $45^\circ$  all'interno dello spessore del cordolo, una larghezza collaborante pari a 1.50m all'interno della quale si dispongono 7 ferri e 14 bracci.

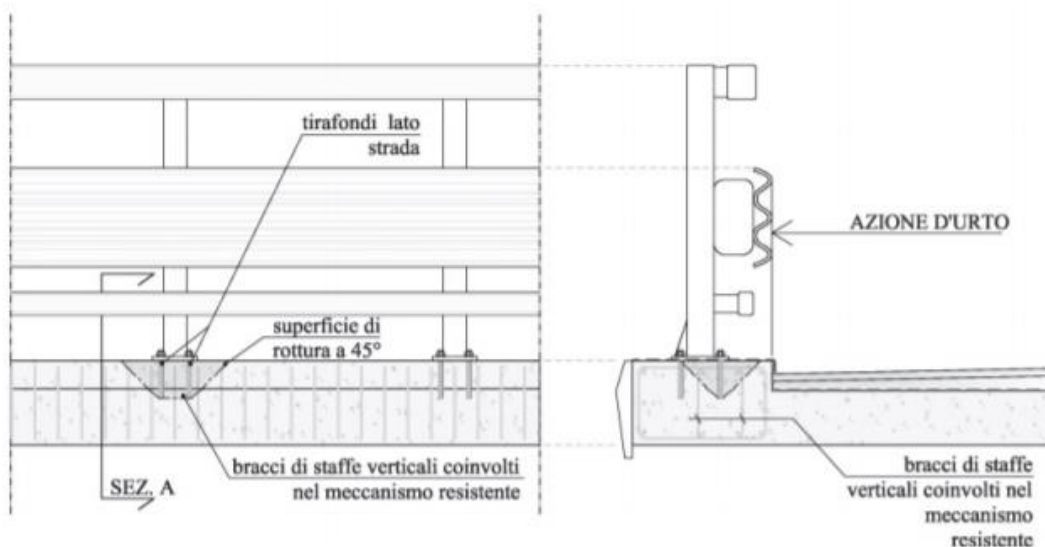
Conseguentemente si ha:

verifica delle staffe orizzontali				
Larghezza collaborante	n bracci orizzontali	Fsd	Frd	FS
[m]	[-]	[KN]	[KN]	[-]
1.50	14	712.51	79.53	8.96

*Tabella 65: verifica 1 del cordolo portabarriera*

La verifica risulta soddisfatta.

Per il punto 2. Il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a  $45^\circ$  a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.



*Figura 54: cono di diffusione verifica staffe verticali*

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a  $l= 0.22$  m e un'altezza  $h$  della barriera sopra tale piastra di 1 m, si stima  $T_d$  come:

$$T_d = \frac{N \cdot h}{l}$$

Si dispongono delle staffe  $\Phi 12/20$ . Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19 cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di 0.22 m), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a 0.38m e longitudinale di 0.6m. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono 3.

Nel calcolare la resistenza delle staffe verticali si considera anche il contributo dei ferri longitudinali  $\Phi 20/20$  del paramento che sono accoppiati alle staffe. Pertanto si calcola la trazione resistente pari a:

$$T_r = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

<b>Verifiche delle staffe verticali</b>				
B <sub>long</sub>	n	T <sub>d</sub>	T <sub>r</sub>	FS
[m]	[m]	[KN]	[KN]	[-]
0.6	3	361.48	576.80	1.60

Le verifiche risultano essere soddisfatte.

#### 9.4 MURO TIPOLOGICO E1 su 3 pali ( $H_{\text{paramento}}=6\text{m}$ )

Di seguito si riportano i risultati delle analisi del muro di sostegno denominato "TIPOLOGICO E1", aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

tipologico	fondazione	H <sub>paramento</sub>	H <sub>fondazione</sub>	N°pali	D <sub>pali</sub>	L <sub>pali</sub>
		[m]	[m]		[m]	[m]
<b>E1</b>	pali	6	1.2	3	0.80	16

*Tabella 66: caratteristiche geometriche muri di sostegno*

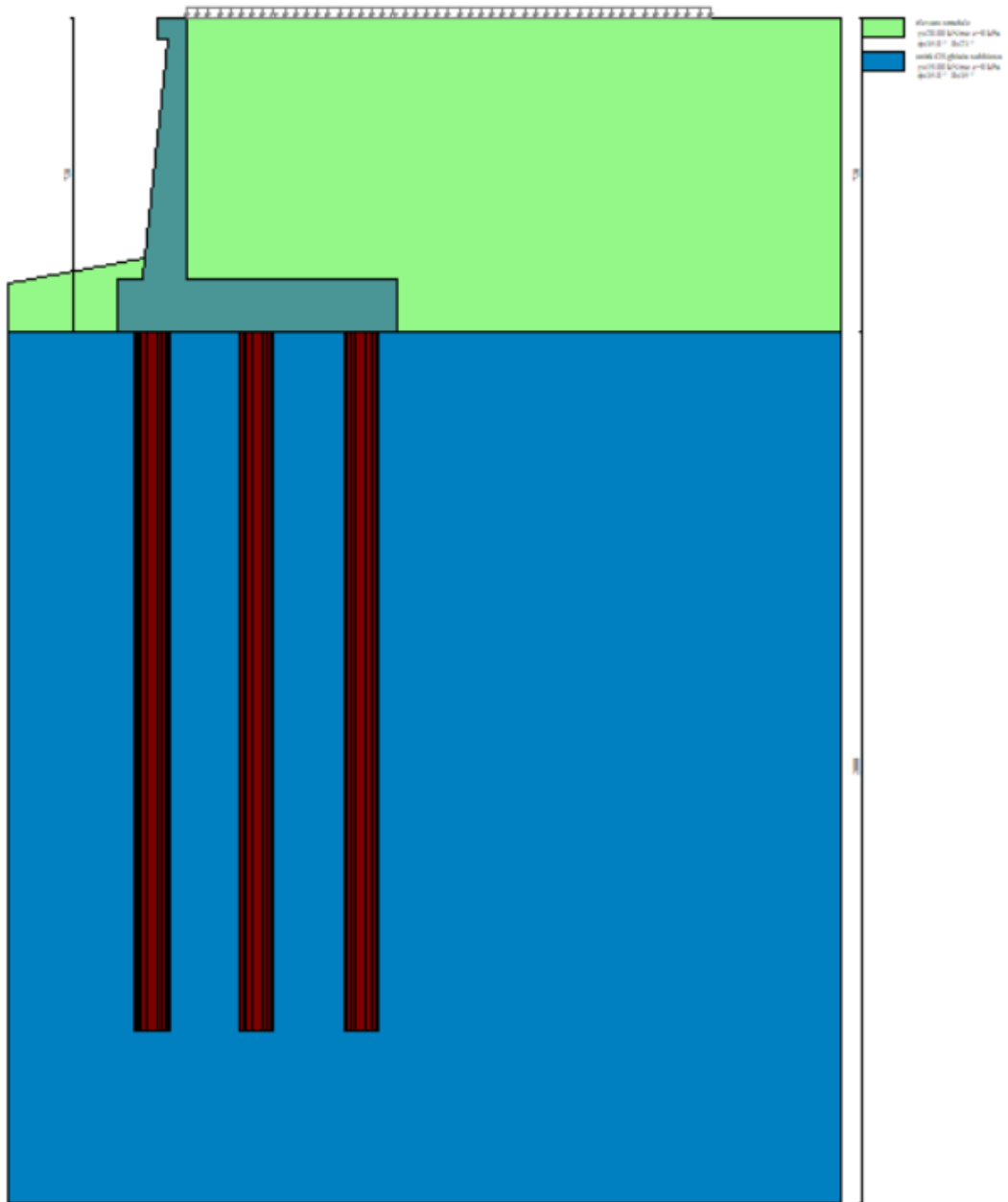
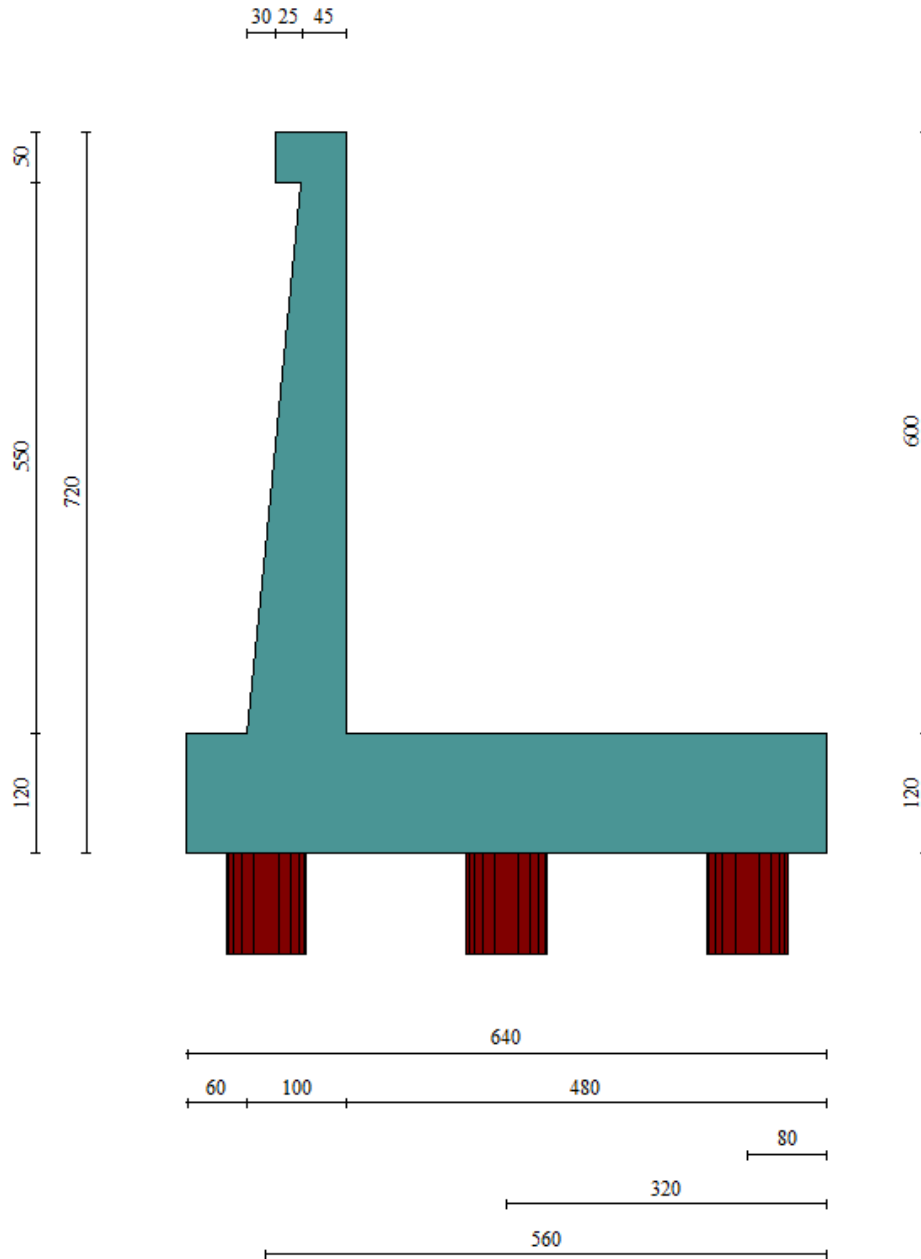
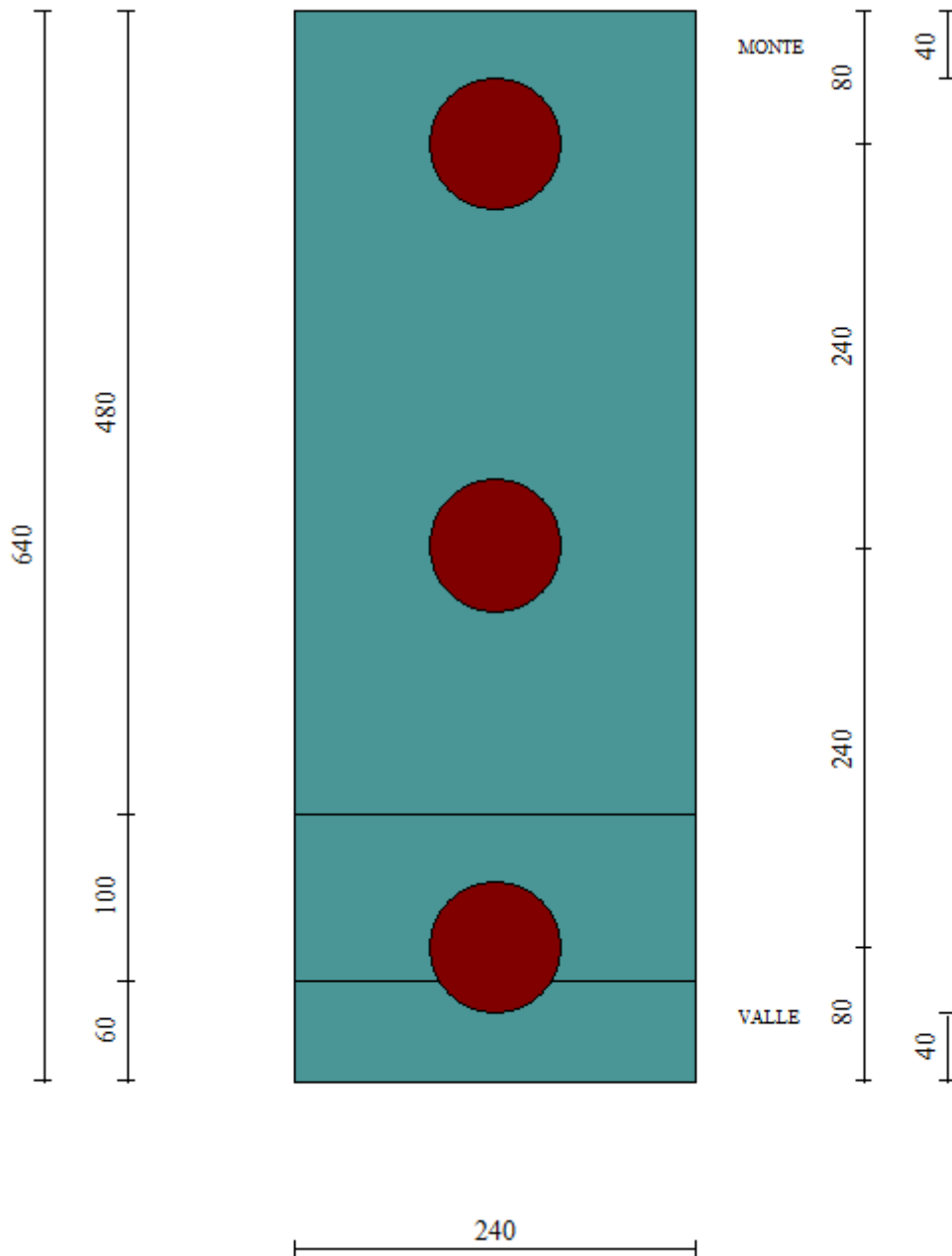


Figura 55: modello di calcolo muro tipologico EI



**Figura 56: Geometria del muro di sostegno: sezione trasversale**



*Figura 57:pianta fondazione su pali*



### 9.4.1 Sollecitazioni Paramento

Si riportano le sollecitazioni sul paramento che non sono influenzate dalla lunghezza dei pali o dalla tipologia di terreno di fondazione ma esclusivamente dal terreno spingente a tergo. **Occorre precisare che nelle verifiche geotecniche il terreno dinanzi la fondazione è stato considerato pesante ma privo di resistenza passiva**

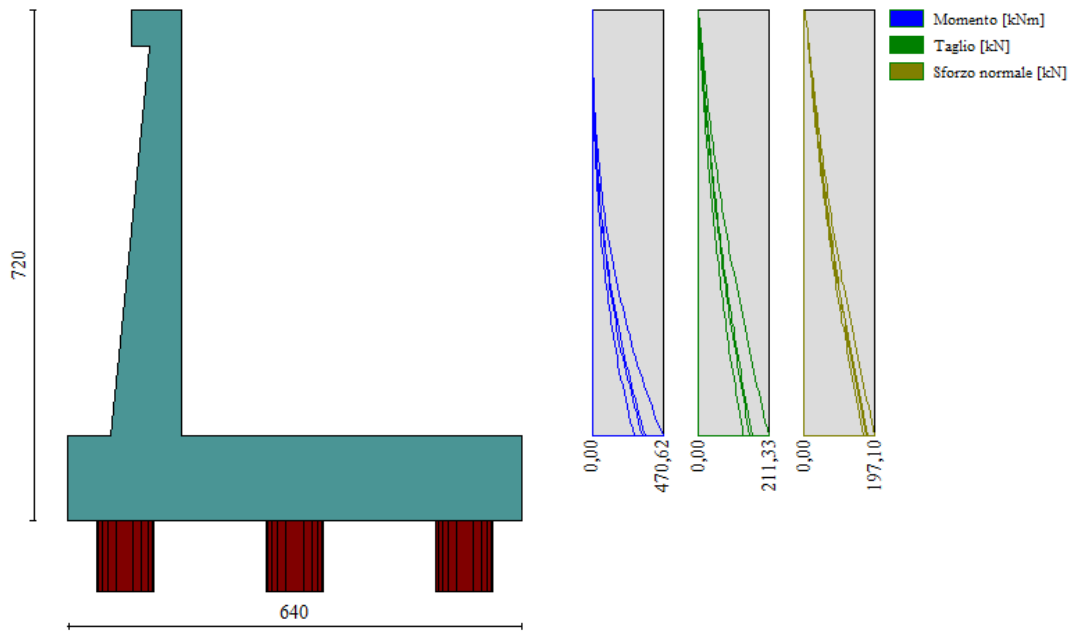


Figura 58 – Inviluppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni statiche

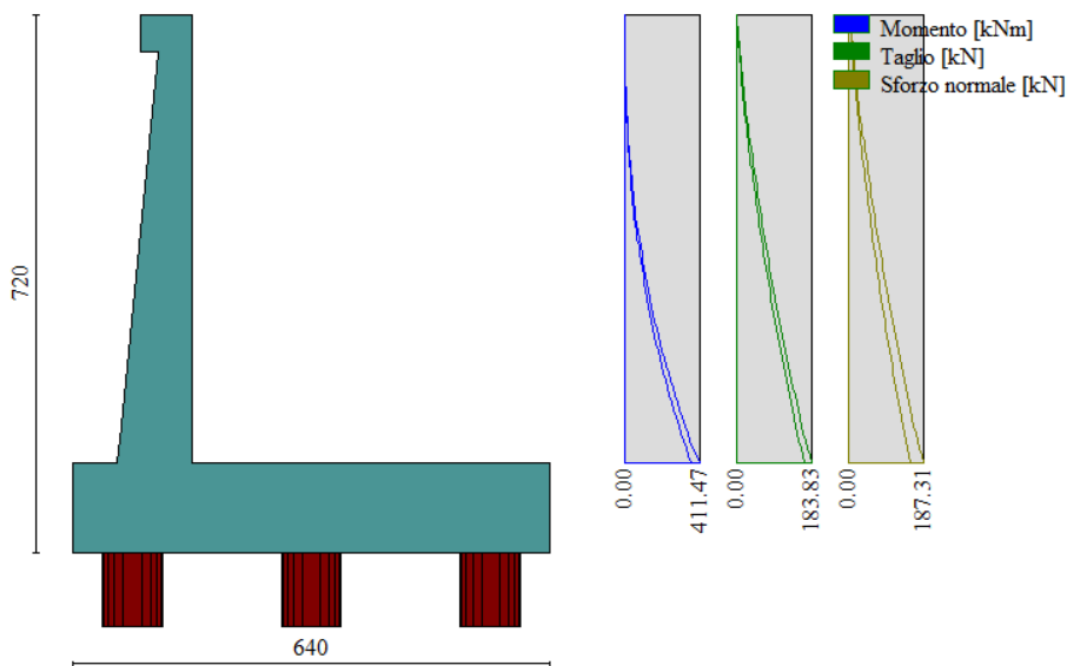


Figura 59- Inviluppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni sismiche

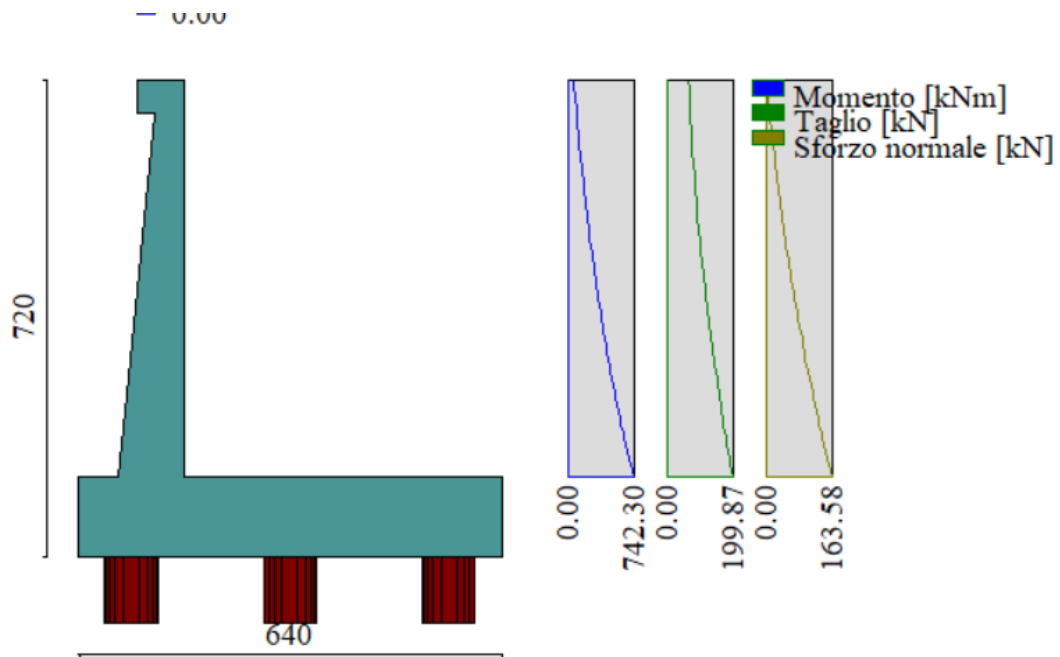


Figura 60: Sollecitazioni combinazione eccezionale urto

#### 9.4.2 Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione

Sia le verifiche a pressoflessione che a taglio sono state eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati sulla base delle NTC2018 e mediante software di calcolo PressFle sulla base dell'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni. Nelle verifiche è stato considerato un copriferro (distanza tra il bordo e l'asse del ferro longitudinale) pari a 80mm.

Elemento	STATICA				SISMICA				URTO			
	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Paramento	470.62	-	197.1	211.33	411.47	-	187.31	183.83	742.3	-	163.58	199.87
Fondazione	278.41	282.93	-	328.84	856.31	275.91	-	327.74	447.94	245.04	-	265.52

SLE rara				SLE quasi permanente				SLE frequente			
MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved
[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
353.41	-	175.19	160.53	278.41	-	163.58	133.60	334.66	-	172.29	153.80
278.41	278	-	310.51	278.41	246.8		283.3	278.41	270.3		303.7

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della piastra di fondazione.

**Tabella 67: Armature di progetto paramento e piastra fondazione**

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
Paramento	Φ26/20	Φ20/20	Piastra fondazione	Φ26/20	Φ26/20

Si dispongono ripartitori in fondazione Φ20/20 e nel paramento Φ16/20.

GEOMETRIA				VERIFICA A PRESSOFLESSIONE							
Elemento		b	h	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,x</sub>	N <sub>Ed,min</sub>	Armature	c	d	M <sub>Rd</sub>	FS
		[mm]	[mm]	[kNm]	[kNm]	[kN]		[mm]	[mm]	[kNm]	[-]
Paramento	monte	1000	1000	742.3	-	197.1	Φ26/20	80	920	901.7	1.21
	valle						Φ20/20	80			
Fondazione	Superiore	1000	1200	856.3	-		Φ26/20	80	1120	1103.2	1.29
	Inferiore						Φ26/20	80			
Fondazione (ripartitori)	Superiore	1000	1200		282.9		Φ20/20	80	1120	662.8	2.34
	Inferiore						Φ20/20	80			

**Tabella 68: verifica a pressoflessione**

Per il paramento e la fondazione le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio,

Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo		TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO							
	b <sub>w</sub> (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	N <sub>sd</sub> (KN)	V <sub>sd</sub> (KN)	σ <sub>cp</sub> (Mpa)	ρ <sub>t</sub>	k	f <sub>ck</sub> (Mpa)	v <sub>min</sub>	V <sub>Rdmin</sub> (KN)	V <sub>Rct</sub> (KN)	F.S.
Paramento	1000	1000	80	920	5	26	2653.3	0	211.33	0	0.003	1.47	33.2	0.36	329.41	343.73	1.63
Fondazione	1000	1200	80	1120	5	26	2653.3	0	328.84	0	0.002	1.42	33.2	0.34	383.24	380.23	1.16

**Tabella 69: verifica elementi non armati a taglio**

Tuttavia si prevedono nel paramento **ganci Φ12/20x40** mentre per la fondazione dato l'esiguo margine di sicurezza viene condotta la verifica per elementi armati a taglio, disponendo **ganci Φ12/40x20**. Si riporta la verifica a taglio per la fondazione:

Elemento	Armature trasversali				Inclinazione Bielle Compresse				Taglio Compressione		Taglio Trazione		risultati	
	n <sub>b</sub>	Ø	p (mm)	A <sub>sw</sub> (mm <sup>2</sup> )	α°	θ°	ctg θ	σ <sub>cp</sub> (Mpa)	α <sub>c</sub>	f' <sub>cd</sub> (Mpa)	V <sub>Rcd</sub> (KN)	V <sub>Rsd</sub> (KN)	V <sub>rd</sub>	F.S.
Fondazione	2.5	12	200	282.6	90	21.8	2.5	0	1	18.81	3269.63	1393.33	1393.33	4.24

**Tabella 70: verifica per elementi armati a taglio**

Si riportano infine le verifiche tensionali e a fessurazione:

Verifica delle tensioni	I <sub>p</sub>	N <sub>Ed</sub>	CLS 32/40						ACCIAIO B450C					
			M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,x</sub>	σ <sub>c,y</sub>	σ <sub>c,x</sub>	σ <sub>c,max = 0,6 f<sub>ck</sub></sub>	FS <sub>y</sub>	FS <sub>x</sub>	σ <sub>t,y</sub>	σ <sub>t,x</sub>	σ <sub>t,max = 0,8 f<sub>yk</sub></sub>	FS <sub>y</sub>	FS <sub>x</sub>
			[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]
combinazione rara	Param.	175,2	353,4	-	5,1		19,2	3,78	-	123,3		360,0	2,92	-
	Fond.	-	278,4	278,1	2,9	3,7	19,2	6,69	5,23	100,0	166,3	360,0	3,60	2,17

**Tabella 71: verifica tensionale combinazione rara**

Verifica delle tensioni	I <sub>p</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed,y</sub>	M <sub>Ed,x</sub>	CLS 32/40				
					σ <sub>c,y</sub>	σ <sub>c,x</sub>	σ <sub>c,max</sub> = 0,45 f <sub>ck</sub>	FS <sub>y</sub>	FS <sub>x</sub>
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]
Combinazione quasi permanente	paramento	163,6	278,4	-	4,0	-	14,4	3,60	-
	fondazione	0,0	278,4	246,8	2,9	3,3	14,4	5,02	4,43

*Tabella 72: verifica tensionale combinazione quasi permanente*

Verifica a fessurazione	I <sub>p</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed,y</sub>	M <sub>Ed,x</sub>	wl	w	FS <sub>y</sub>
Combinazione quasi permanente	paramento	163,6	278,4	-	0,2	-	
	fondazione	0,0	278,4	246,8	0,2	-	

*Tabella 73: verifica a fessurazione- combinazione quasi permanente*

Verifica a fessurazione	I <sub>p</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed,y</sub>	M <sub>Ed,x</sub>	wl	w	FS <sub>y</sub>
Combinazione frequente	paramento	172,3	334,7	0,0	0,3	0,1010	2,88
	fondazione	0,0	278,4	270,3	0,3	-	-

*Tabella 74: verifica a fessurazione- combinazione frequente*

### 9.4.3 Sollecitazioni in testa ai pali e lungo il fusto

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di taglio, momento e sforzo normale. Si fa notare che nel software di calcolo, i pali sono stati considerati incernierati in testa ottenendo le sollecitazioni in termini di sforzo normale e taglio. Nella realtà i pali risultano essere incastrati nel plinto di fondazione, pertanto il valore del momento flettente verrà determinato sulla base della teoria di Matlock e Reese di seguito descritta.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incernierati a tale piastra.

Lo sforzo normale nei pali è calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{M}{d}$$

Dove d rappresenta l'interasse trasversale tra i pali.

Pertanto, allo sforzo normale derivato dal codice di calcolo è stato sommato il contributo di compressione o di trazione generato dall'azione flettente, per tener conto dell'interazione palo-terreno.

Le azioni derivanti da questo modello vengono confrontate con le curve di capacità portante dei pali di fondazione.

Mentre le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali come di seguito riportato:

$$V_i = \frac{V_{Ed}}{n}$$

In definitiva, gli scarichi a testa palo sono pari a quanto di seguito riportato.

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

<b>Cmb</b>	<b>Ip</b>	<b>N</b> [kN]	<b>M</b> [kNm]	<b>T</b> [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	853.98	0	-179.24
	2	807.29	0	-179.24
	3	760.6	0	-179.24
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	482.5	0	-353.06
	2	878.95	0	-353.06
	3	1275.39	0	-353.06
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	295.47	0	-334.79
	2	698.97	0	-334.79
	3	1102.47	0	-334.79
ECCEZ. URTO L=4.8m	1	501.59	0	-205.67
	2	780.69	0	-205.67
	3	1059.79	0	-205.67
7 - SLER	1	814.16	0	-136.21
	2	752.62	0	-136.21
	3	691.08	0	-136.21
8 - SLEF	1	788.94	0	-130.64
	2	731.02	0	-130.64
	3	673.1	0	-130.64
9 - SLEQ	1	713.3	0	-113.94
	2	666.23	0	-113.94
	3	619.16	0	-113.94

**Tabella 75: Scarichi in testa ai pali**

Per la valutazione del momento flettente a testa palo si è utilizzata la teoria di Matlock e Reese per la quale il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente  $\alpha$  (espresso in metri) “coefficiente di Matlock e Reese”:

$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente  $\alpha$  dipende principalmente dalle caratteristiche di rigidità relative palo-terreno e, generalmente, fornisce un valore del momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo,  $D$ ,  $\alpha$  dipende quindi dalla rigidità del terreno. Nelle verifiche si è fatto riferimento al seguente coefficiente di Matlock e Reese:

PALI D800 per pk 0+000 a 0+050
$\alpha = 1.60 \text{ m}$

**Tabella 76: parametro  $\alpha$**

Vengono riportate nella tabella che segue le sollecitazioni in testa ai pali.

Combinazione	Ip	V	$\alpha$	M	N	N+M/d
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	179.2	1.600	286.8	854.0	674.74
	2	179.2	1.600	286.8	807.3	807.29
	3	179.2	1.600	286.8	760.6	939.84
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	353.1	1.600	564.9	482.5	129.44
	2	353.1	1.600	564.9	879.0	878.95
	3	353.1	1.600	564.9	1275.4	1628.45
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	334.8	1.600	535.7	295.5	-39.32
	2	334.8	1.600	535.7	699.0	698.97
	3	334.8	1.600	535.7	1102.5	1437.26
ECCEZ. URTO	1	205.7	1.600	329.1	501.6	295.92
	2	205.7	1.600	329.1	780.7	780.69
	3	205.7	1.600	329.1	1059.8	1265.46
SLE - Rara	1	136.2	1.600	217.9	814.2	677.95
	2	136.2	1.600	217.9	752.6	752.62
	3	136.2	1.600	217.9	691.1	827.29
SLE - Frequente	1	130.6	1.600	209.0	788.9	658.30
	2	130.6	1.600	209.0	731.0	731.02
	3	130.6	1.600	209.0	673.1	803.74
SLE - Quasi Permanente	1	113.9	1.600	182.3	713.3	599.36
	2	113.9	1.600	182.3	666.2	666.23
	3	113.9	1.600	182.3	619.2	733.10

**Tabella 77: sollecitazioni in testa ai pali**

Si riportano inoltre nella seguente tabella, ai fini delle prove in corso d'opera, le sollecitazioni in punta ai pali pari a 1.5SLE (ai sensi del par. 6.4.3.7.2. delle NTC 2018):

Combinazione	Ip	V	$\alpha$	M	N
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]
1.5*SLE_rara	136.2	1.600	217.9	1221.2	1085.03
	136.2	1.600	217.9	1128.9	1128.93
	136.2	1.600	217.9	1036.6	1172.83

**Tabella 78: sollecitazioni 1.5\*SLE**

Al fine di determinare le sollecitazioni lungo il fusto del palo si fa riferimento alla già citata teoria di Matlock&Reese secondo cui i valori di momento flettente e taglio possono essere determinati secondo le seguenti espressioni:

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

Taglio:  $F = A_v F_0 + B_v M_0/T$   
 Momento:  $M = A_m F_0 T + B_m M_0$

Dove:

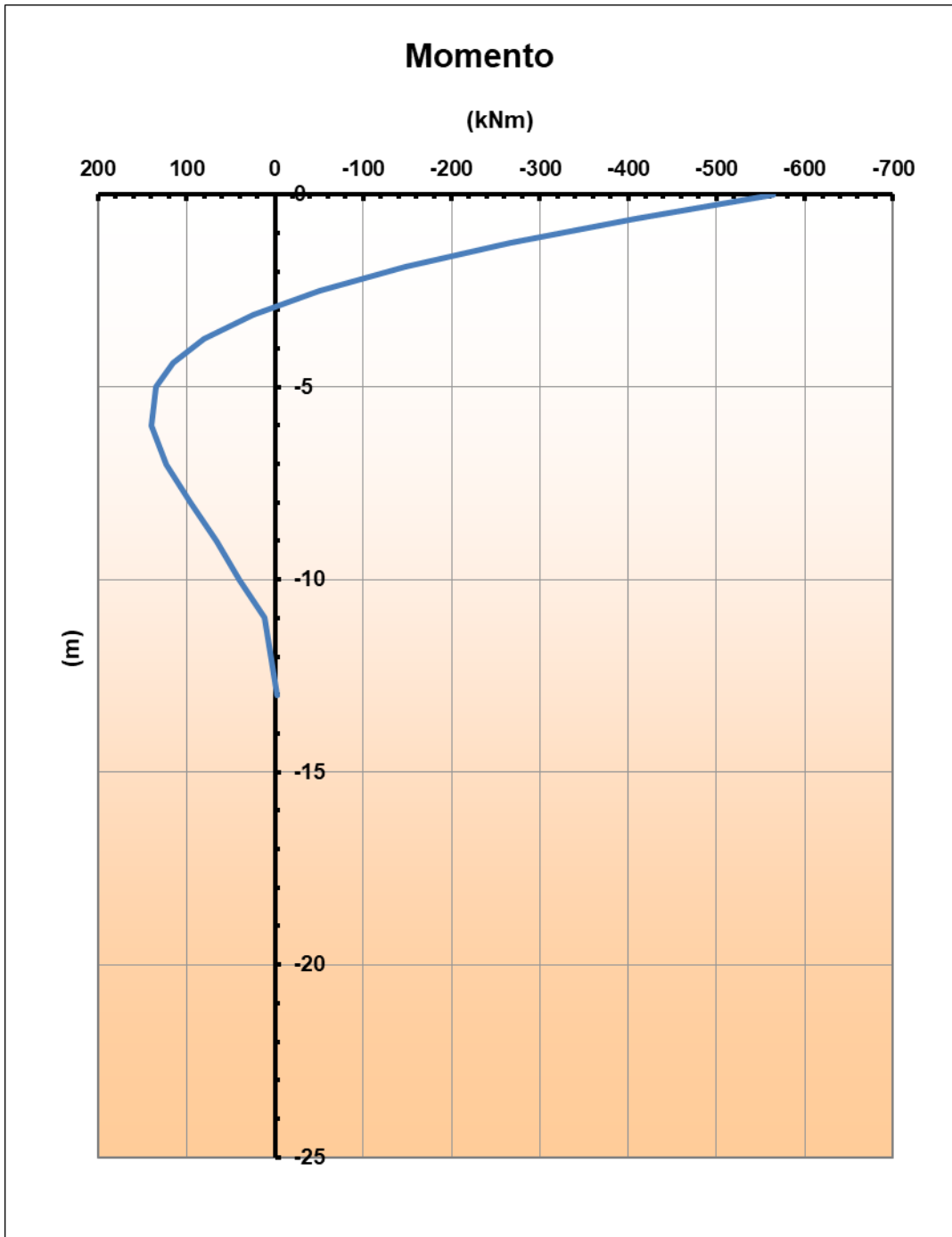
- $A_v, A_m, B_v, B_m$  sono i coefficienti adimensionali di flessibilità della sommità del palo;
- $F_0$  è il taglio massimo in testa al palo allo SLU/SLV;
- $M_0$  è il momento massimo in sommità per palo impedito di ruotare pari a  $M_0 = -\alpha F_0$
- $T$  è la lunghezza elastica pari a  $T = (EJ/K_h)^{0.20}$
- 

**Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati della Relazione Geotecnica.**

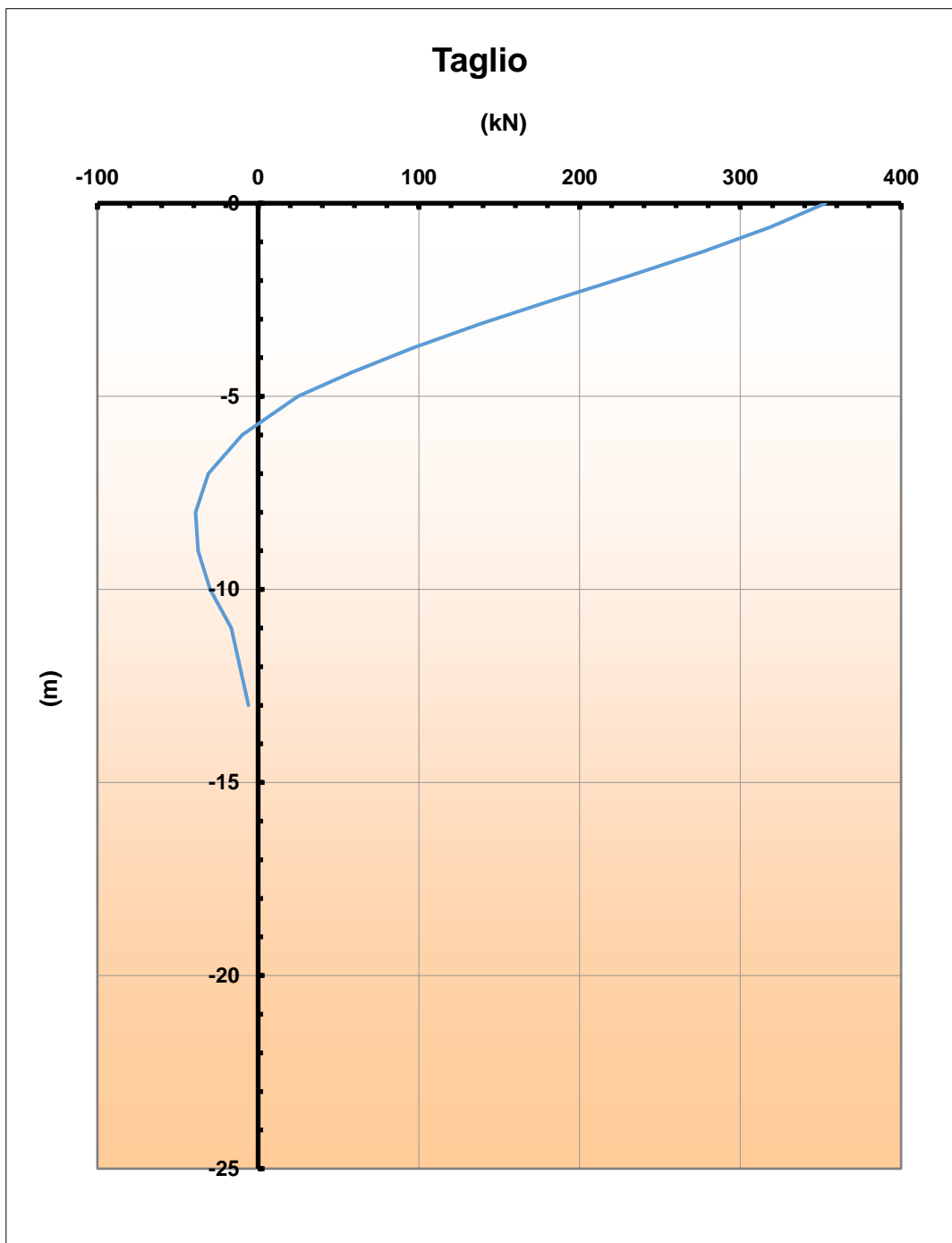
Per il caso in esame si ha:

z [m]	z/T	A <sub>v</sub>	A <sub>m</sub>	B <sub>v</sub>	B <sub>m</sub>
0	0	1	0	0	1
-0.625	0.213	0.7954	0.1916	-0.1468	0.9841
-1.25	0.426	0.5814	0.3383	-0.2781	0.9382
-1.875	0.639	0.3756	0.44	-0.3844	0.8668
-2.5	0.852	0.1876	0.4994	-0.4591	0.7761
-3.125	1.066	0.0273	0.5215	-0.5015	0.6729
-3.75	1.279	-0.1015	0.5127	-0.513	0.564
-4.375	1.492	-0.1965	0.4801	-0.4978	0.4556
-5	1.705	-0.2627	0.4307	-0.4577	0.353
-6	2.046	-0.3002	0.3325	-0.3738	0.2095
-7	2.387	-0.2853	0.2307	-0.2715	0.0993
-8	2.728	-0.2361	0.1408	-0.1731	0.024
-9	3.069	-0.1722	0.071	-0.091	-0.0201
-10	3.41	-0.1048	0.0233	-0.0276	-0.0399
-11	3.978	-0.0346	-0.0147	0.0175	-0.0401
-13	4.546	0.0024	-0.0215	0.0268	-0.0257
-14	5.115	0.0138	-0.0157	0.0191	-0.0119
-15	5.967	0.0098	-0.0043	0.0059	-0.0014
-16	6.819	0	0	0	0

Si riportano i diagrammi relativi al profilo delle sollecitazioni flettenti e di taglio lungo il fusto del palo, calcolate considerando la combinazione di carico più gravosa (SLV).







Il momento flettente e il taglio massimi vengono raggiunti in corrispondenza della sommità dei pali.

Nel caso in esame si considera un'armatura di progetto uniforme per l'intera lunghezza del palo, pertanto, le verifiche verranno effettuate considerando le sollecitazioni massime agenti.

#### 9.4.4 Verifiche strutturali pali

Per i pali di fondazione di diametro  $D=800\text{mm}$  si prevedono le seguenti armature:

**gabbia  $24\phi 24$  e staffa a spirale  $\phi 12/20$ ;**

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per i pali ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 8.9cm

#### 9.4.4.1 Verifiche SLU-Pressoflessione

Occorre osservare che la determinazione dell'armatura nei pali di fondazione dipende anche dal soddisfacimento della verifica a carico limite orizzontale (Broms) riportata al paragrafo 10.1.5.

Si riporta in seguito la verifica a presso-flessione.

Verifica a pressoflessione	$I_p$	$M_{Ed}$	$N_{Ed}$	$M_{Rd}$	FS
	[-]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	286.8	854.0	1220.2	4.25
	2	286.8	807.3	1239.7	4.32
	3	286.8	760.6	1258.2	4.39
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	564.9	482.5	1131.6	2.00
	2	564.9	879.0	1249.8	2.21
	3	564.9	1275.4	1341.9	2.38
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	535.7	295.5	1105.4	2.06
	2	535.7	699.0	1223.8	2.28
	3	535.7	1102.5	1320.9	2.47
ECCEZ. URTO	1	329.1	501.6	1160.2	3.53
	2	329.1	780.7	1235.9	3.76
	3	329.1	1059.8	1300.6	3.95

*Tabella 79: Verifica a pressoflessione*

#### 9.4.4.2 Taglio

Le verifiche a taglio sono state condotte con riferimento ad elementi in c.a. armati a taglio, avendo assunto come inclinazione del puntone compresso  $\theta = 27^\circ$  e disponendo  $\Phi 12/20\text{cm}$ .

Verifica a taglio ( $\theta = 27^\circ$ )	$I_p$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	854.0	179.2	486.2	1385.8	486.2	2.71
	2	807.3	179.2	486.2	1385.8	486.2	2.71
	3	760.6	179.2	486.2	1385.8	486.2	2.71
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	482.5	353.1	486.2	1385.8	486.2	1.38
	2	879.0	353.1	486.2	1385.8	486.2	1.38
	3	1275.4	353.1	486.2	1385.8	486.2	1.38
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	295.5	334.8	486.2	1385.8	486.2	1.45
	2	699.0	334.8	486.2	1385.8	486.2	1.45
	3	1102.5	334.8	486.2	1385.8	486.2	1.45
ECCEZ. URTO	1	501.6	205.7	486.2	1385.8	486.2	2.36
	2	780.7	205.7	486.2	1385.8	486.2	2.36
	3	1059.8	205.7	486.2	1385.8	486.2	2.36

*Tabella 80: verifica a taglio*

### 9.4.4.3 Verifiche SLE

Si riportano le verifiche tensionali e a fessurazione dei pali eseguite mediante il software pressFle.

Verifica delle tensioni			CLS 25/30			ACCIAIO B450C		
	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$\sigma_c$	$\sigma_{c,max} = 0,6 f_{ck}$	FS	$\sigma_f$	$\sigma_{f,max} = 0,8 f_{yk}$	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Rara	691.1	213.4	5.9	15.0	2.55	30.9	360.0	11.65

Verifica delle tensioni			CLS C25/30		
	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$\sigma_c$	$\sigma_{c,max} = 0,45 f_{ck}$	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Quasi Permanente	619.2	179	4.9	11.3	2.31

**Tabella 81: verifica limitazione tensioni**

Verifica a fessurazione	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$w_f$	$w_1$	FS
	[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[-]
SLE - Quasi Permanente	619.2	178.5	-	0,200	-
SLE - Frequente	673.1	204.7	0,017	0,300	18,18

**Figura 61: verifica a fessurazione**

### 9.4.5 Verifiche geotecniche dei pali

#### 9.4.5.1 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali

La determinazione della lunghezza dei pali è il risultato della verifica di capacità portante. Si riporta la verifica di capacità portante e la lunghezza dei pali ottenuta considerando la curva di capacità portante per pali D800 nel tratto pk 0+000 a 0+050.

CURVA DI CAPACITA' D800 TRATTO 0-0+50							
Capacità portante nei confronti dei carichi verticali di compressione - SLU-							
$L_p$	$Q_{II}$	$Q_{bl}$	$W_p$	$Q_u$	$Q_d$	$N_{max} + M/D$	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
0	0	244	0	244	106	1628	0.07
0.5	20	325	2	343	150	1628	0.09
1	47	406	4	449	196	1628	0.12
1.5	79	487	6	560	246	1628	0.15
2	117	568	8	677	299	1628	0.18
2.5	161	649	10	800	354	1628	0.22
3	209	688	12	885	394	1628	0.24
3.5	260	726	14	972	434	1628	0.27
4	314	765	16	1062	476	1628	0.29
4.5	370	803	18	1155	520	1628	0.32
5	430	842	20	1251	565	1628	0.35
5.5	492	880	22	1349	611	1628	0.38

6	556	919	24	1451	659	1628	0.40
6.5	624	957	26	1555	708	1628	0.43
7	694	996	29	1661	759	1628	0.47
7.5	768	1034	31	1771	811	1628	0.50
8	844	1072	33	1883	864	1628	0.53
8.5	922	1111	35	1998	919	1628	0.56
9	1004	1149	37	2116	975	1628	0.60
9.5	1088	1188	39	2237	1033	1628	0.63
10	1175	1226	41	2360	1092	1628	0.67
10.5	1265	1265	43	2487	1152	1628	0.71
11	1357	1303	45	2616	1214	1628	0.75
11.5	1453	1342	47	2747	1278	1628	0.78
12	1551	1380	49	2882	1342	1628	0.82
12.5	1651	1418	51	3019	1408	1628	0.86
13	1755	1457	53	3159	1476	1628	0.91
13.5	1862	1495	55	3302	1545	1628	0.95
14	1971	1534	57	3448	1615	1628	0.99
14.5	2083	1572	59	3596	1687	1628	1.04
15	2197	1611	61	3747	1760	1628	1.08
15.5	2315	1649	63	3901	1835	1628	1.13
16	2435	1688	65	4058	1911	1628	1.17

*Tabella 82: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali*

**In accordo con la curva di capacità portante ottenuta, è stata considerata una lunghezza dei pali pari a 16m.**

#### 9.4.5.2 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali

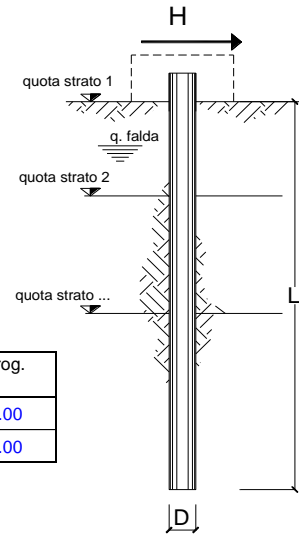
Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali dei pali all'SLU, secondo la teoria di Broms descritta nel § 6.1.

Verifica di capacità portante H	I <sub>p</sub>	V <sub>Ed</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Rd</sub>	H <sub>d</sub>	F <sub>d</sub>	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	179.2	674.7	1220.2	473.1	179.2	2.64
	2	179.2	807.3	1239.7	473.1	179.2	2.64
	3	179.2	939.8	1258.2	486.6	179.2	2.71
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	353.1	129.4	1131.6	446.6	353.1	1.26
	2	353.1	879.0	1249.8	473.1	353.1	1.34
	3	353.1	1628.5	1341.9	500.3	353.1	1.42
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	334.8	-39.3	1105.4	433.7	334.8	1.30
	2	334.8	699.0	1223.8	473.1	334.8	1.41
	3	334.8	1437.3	1320.9	500.3	334.8	1.49
ECCEZ. URTO	1	205.7	295.9	1160.2	459.8	205.7	2.24
	2	205.7	780.7	1235.9	473.1	205.7	2.30
	3	205.7	1265.5	1300.6	486.6	205.7	2.37

*Tabella 83: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali – SLU*

opera

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_\psi$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_T$
SUD	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	Unità GS	275.00	19	9	35	3.69		35	3.69	
<input type="checkbox"/> strato 2						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 3						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **271** (m)  
 Diametro del palo D **0.80** (m)  
 Lunghezza del palo L **16.00** (m)  
 Momento di plasticizzazione palo My **1131.59** (kNm)  
 Step di calcolo **0.05** (m)

- palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

	<b>H medio</b>		<b>H minimo</b>	
Palo lungo	987.0 (kN)		987.0 (kN)	
Palo intermedio	4529.4 (kN)		4529.4 (kN)	
Palo corto	15162.2 (kN)		15162.2 (kN)	
	<b>H<sub>med</sub> 987.0 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	<b>H<sub>min</sub> 987.0 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>

$$H_k = \text{Min}(H_{\text{med}}/\xi_3 ; R_{\text{min}}/\xi_4) = 580.60 \quad (\text{kN})$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 446.62 \quad (\text{kN})$$

Carico Assiale Permanente (G): G = 353.1 (kN)

Carico Assiale variabile (Q): Q = (kN)

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 353.10 \quad (\text{kN})$$

$$FS = H_d / F_d = 1.26$$

Figura 62: verifica Broms-carico limite orizzontale

### 9.4.5.3 Verifica di stabilità globale

Si riportano i FS della verifica di stabilità globale effettuata con il metodo di Bishop in condizioni statiche e sismiche.

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	14.96	3.425

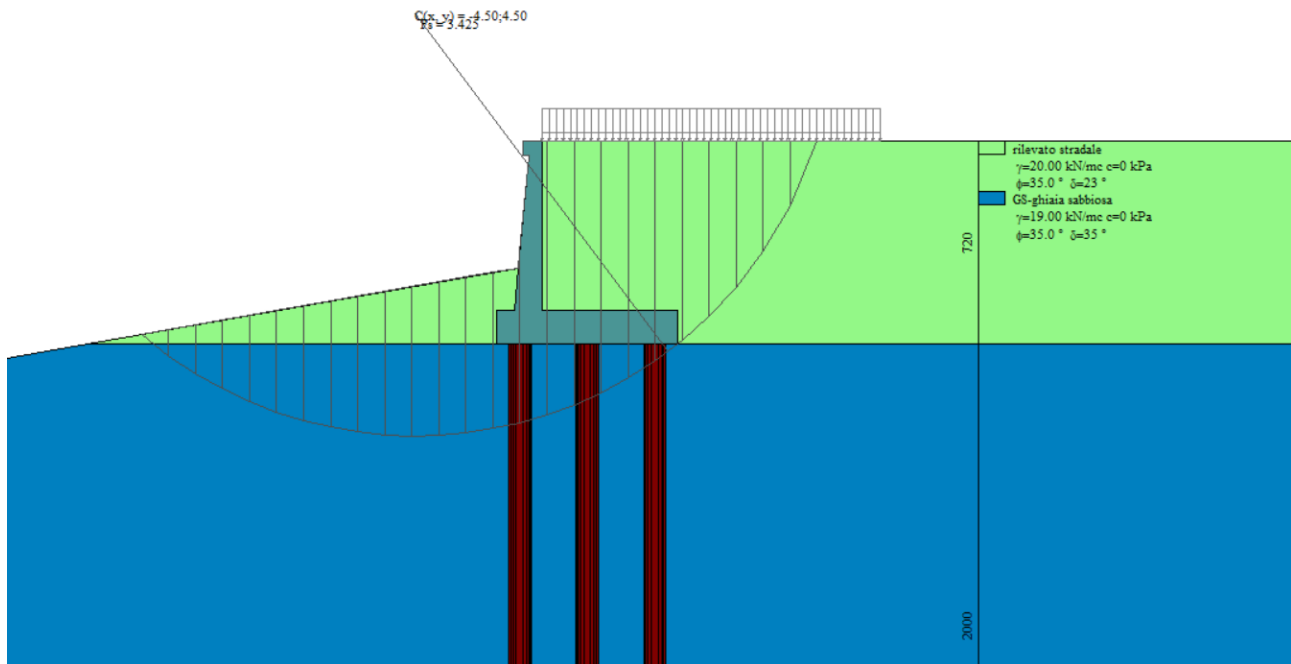


Figura 63: Verifica di stabilità globale \_ cond. statica \_FS=3.42

Ic	C [m]	R [m]	FS
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	14.96	2.546
4 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	21.46	2.550

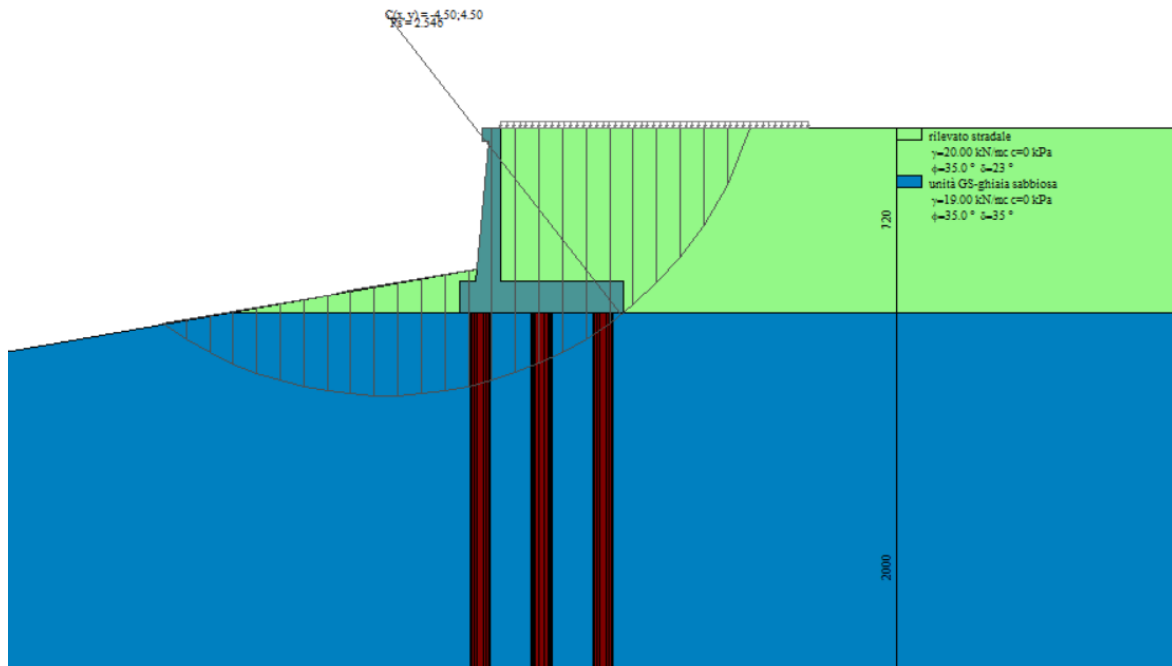


Figura 64: Verifica di stabilità globale \_ cond. sismica H+V (FS=2.546)

#### 9.4.6 Verifica dell'inflessione del paramento

Ai fini della valutazione di possibili cedimenti a tergo del muro di sostegno, in corrispondenza della piattaforma stradale, si calcola l'inflessione del paramento sotto i carichi allo SLU.

Il calcolo dell'inflessione avviene facendo riferimento- cautelativamente- agli schemi noti della teoria dell'elasticità considerando come carico l'involuppo delle spinte sul paramento scondo cui la freccia massima è pari a :

$$f = \frac{q L^4}{30 E J}$$

Dove:

- q è la pressione triangolare massima agente alla base del paramento del muro;
- L è l'altezza del paramento;
- E è il modulo elastico del calcestruzzo;
- J è l'inerzia della sezione media del muro.

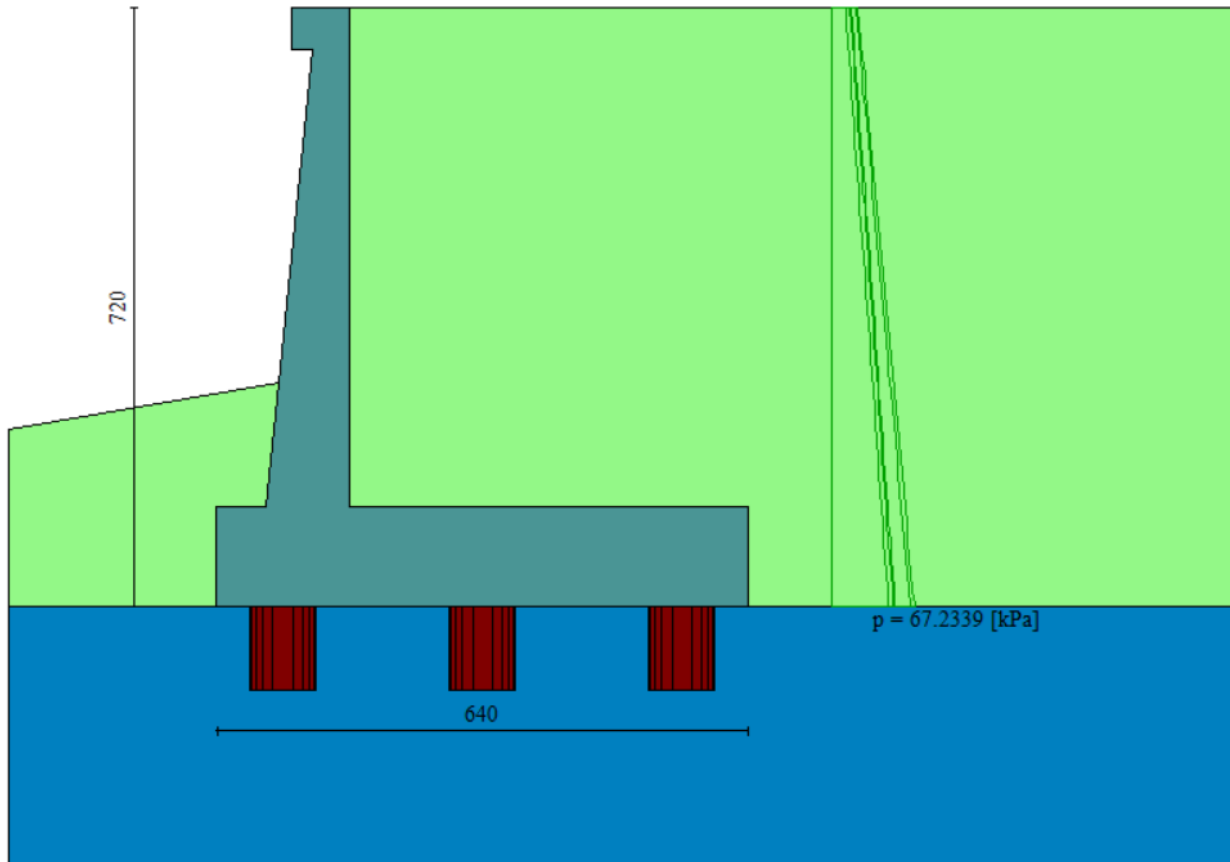


Figura 65: Inviluppo spinte \_combinazione statica

Tipo	Combinazione	fondazione	$H_{\text{paramento,max}}$	$S_{\text{paramento,medio}}$	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m <sup>4</sup> ]	[KN/m]	[mm]
E1	statica	pali	6.0	0.70	0.028515	67.23	3.18



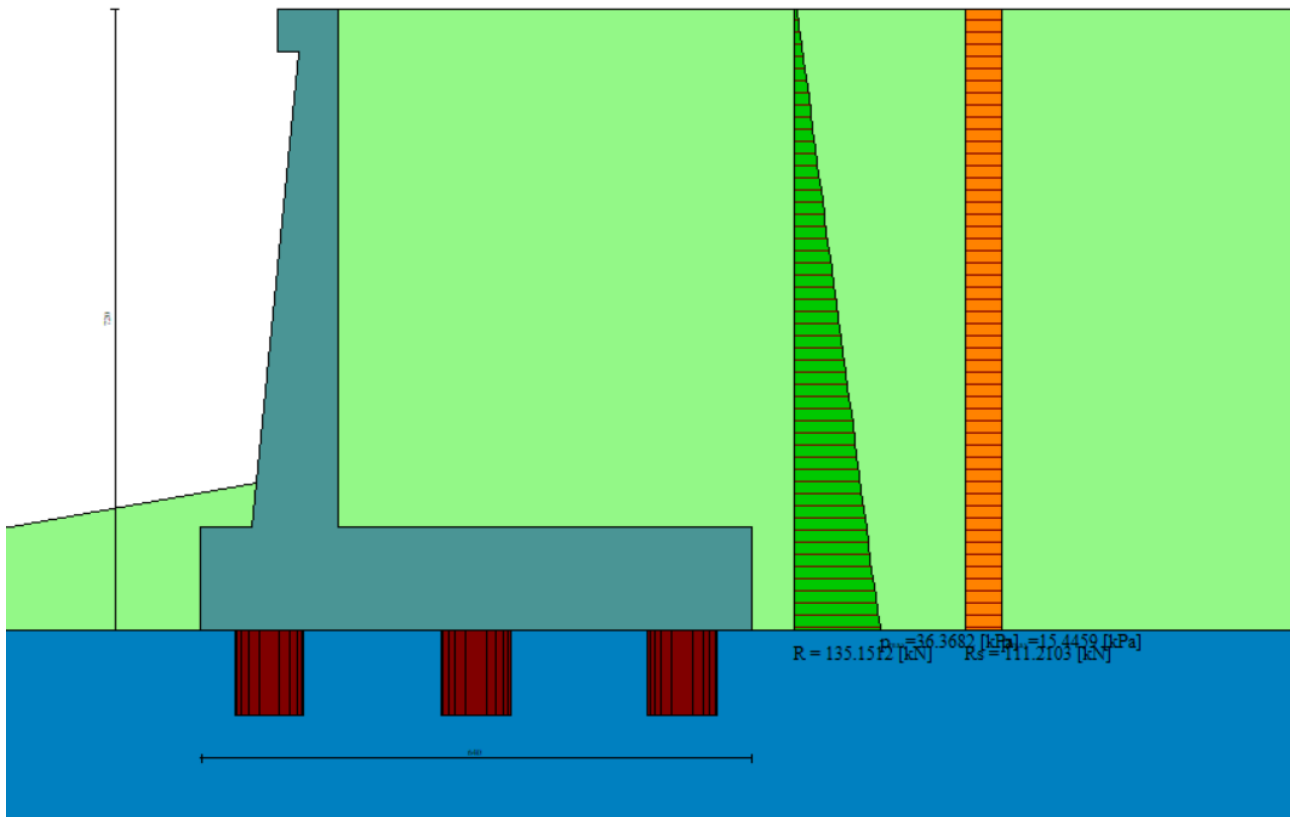


Figura 66: Inviluppo spinte \_combinazione sismica H+V

Tipo	Combinazione	fondazione	$H_{\text{paramento,max}}$	$S_{\text{paramento,medio}}$	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m <sup>4</sup> ]	[KN/m]	[mm]
E1	statica	pali	6.0	0.70	0.028515	51.81	2.45

**Sulla base del calcolo dell'inflexione del paramento in condizioni statiche e sismiche, si ritiene che i cedimenti indotti sul piano stradale risultano essere trascurabili.**

#### 9.4.7 Verifiche locali della mensola per azioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 7.4. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a  $F=79.5\text{kN}$ , applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera.

Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza  $d=1.00\text{ m}$  dalla base della barriera.

**Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.**

Il muro presenta una larghezza pari a 0.7m. Si dispone nella mensola una staffatura di  $\Phi 12/20$ .

La funzione di tali staffe è duplice:

- Equilibrare l'azione orizzontale F;
- Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out.

Per il punto 1. Il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a 45° della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi. Si considera una larghezza della piastra di 0.30m posizionata a 0.10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre  $\Phi 12/20$  che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.

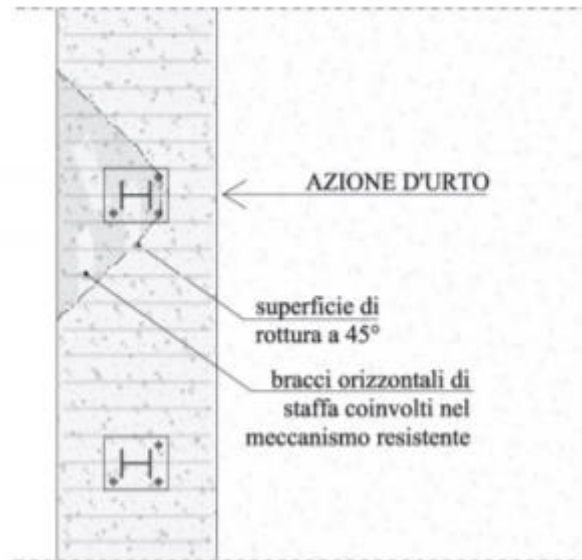


Figura 67: cono di diffusione verifica staffe orizzontali

In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a  $F=79.5$  kN.

Le barre  $\Phi 12/20$  oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove  $A_s$  è l'area della staffa e  $n$  è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione.

Nel caso in esame è stata assunta, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0.3m che permette di individuare, considerando una diffusione a 45° all'interno dello spessore del cordolo, una larghezza collaborante pari a 1.50m all'interno della quale si dispongono 7 ferri e 14 bracci.

Conseguentemente si ha:

verifica delle staffe orizzontali				
Larghezza collaborante	n bracci orizzontali	Fsd	Frd	FS
[m]	[-]	[KN]	[KN]	[-]
1.50	14	712.51	79.53	8.96

Tabella 84: verifica 1 del cordolo portabarriera

La verifica risulta soddisfatta.

Per il punto 2. Il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a 45° a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.

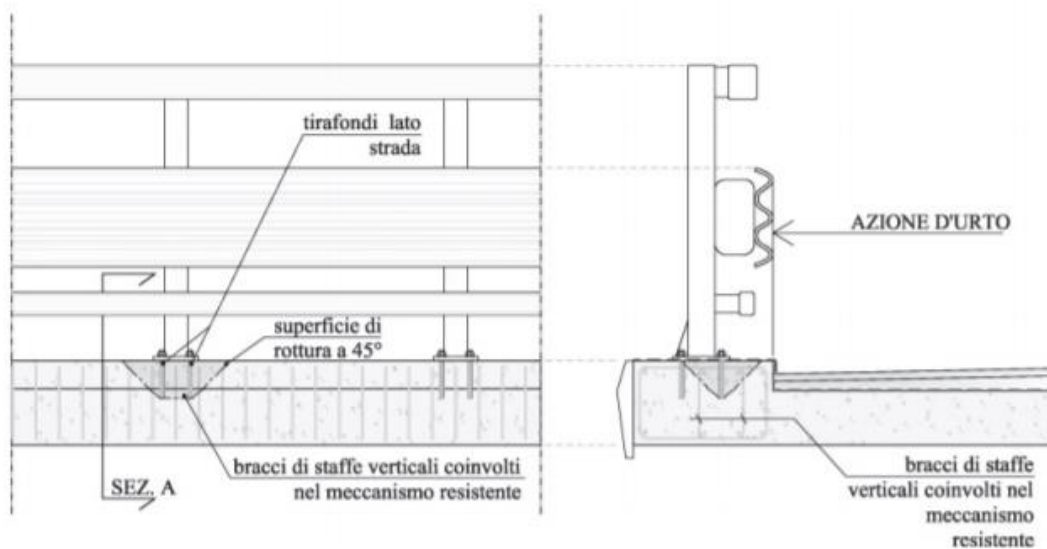


Figura 68: cono di diffusione verifica staffe verticali

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a  $l = 0.22$  m e un'altezza  $h$  della barriera sopra tale piastra di 1 m, si stima  $T_d$  come:

$$T_d = \frac{N \cdot h}{l}$$

Si dispongono delle staffe  $\Phi 12/20$ . Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19 cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di 0.22 m), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a 0.38m e longitudinale di 0.6m. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono 3.

Nel calcolare la resistenza delle staffe verticali si considera anche il contributo dei ferri longitudinali  $\Phi 26/20$  del paramento che sono accoppiati alle staffe. Pertanto si calcola la trazione resistente pari a:

$$T_r = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Verifiche delle staffe verticali				
$B_{long}$	$n$	$T_d$	$T_r$	FS
[m]	[m]	[KN]	[KN]	[-]
0.6	3	361.48	869.44	2.41

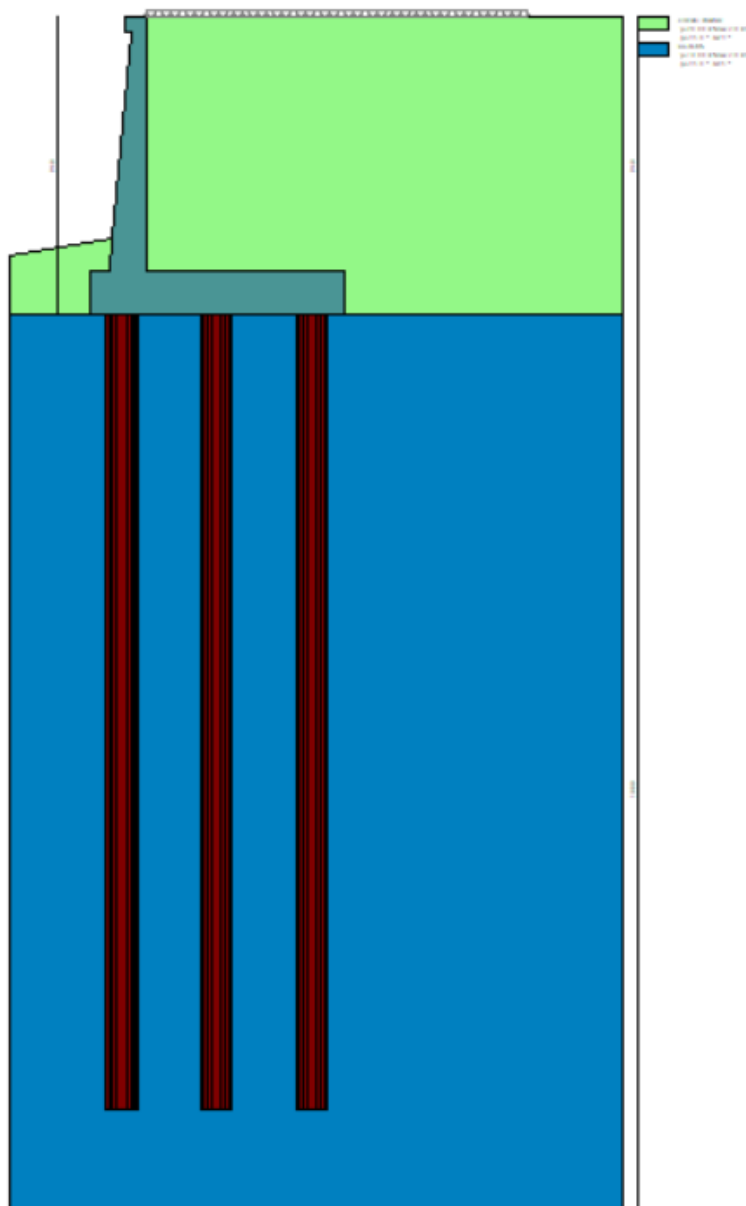
Le verifiche risultano essere soddisfatte.

### 9.5 MURO TIPOLOGICO G1 su 3 pali ( $H_{\text{paramento}}=8\text{m}$ )

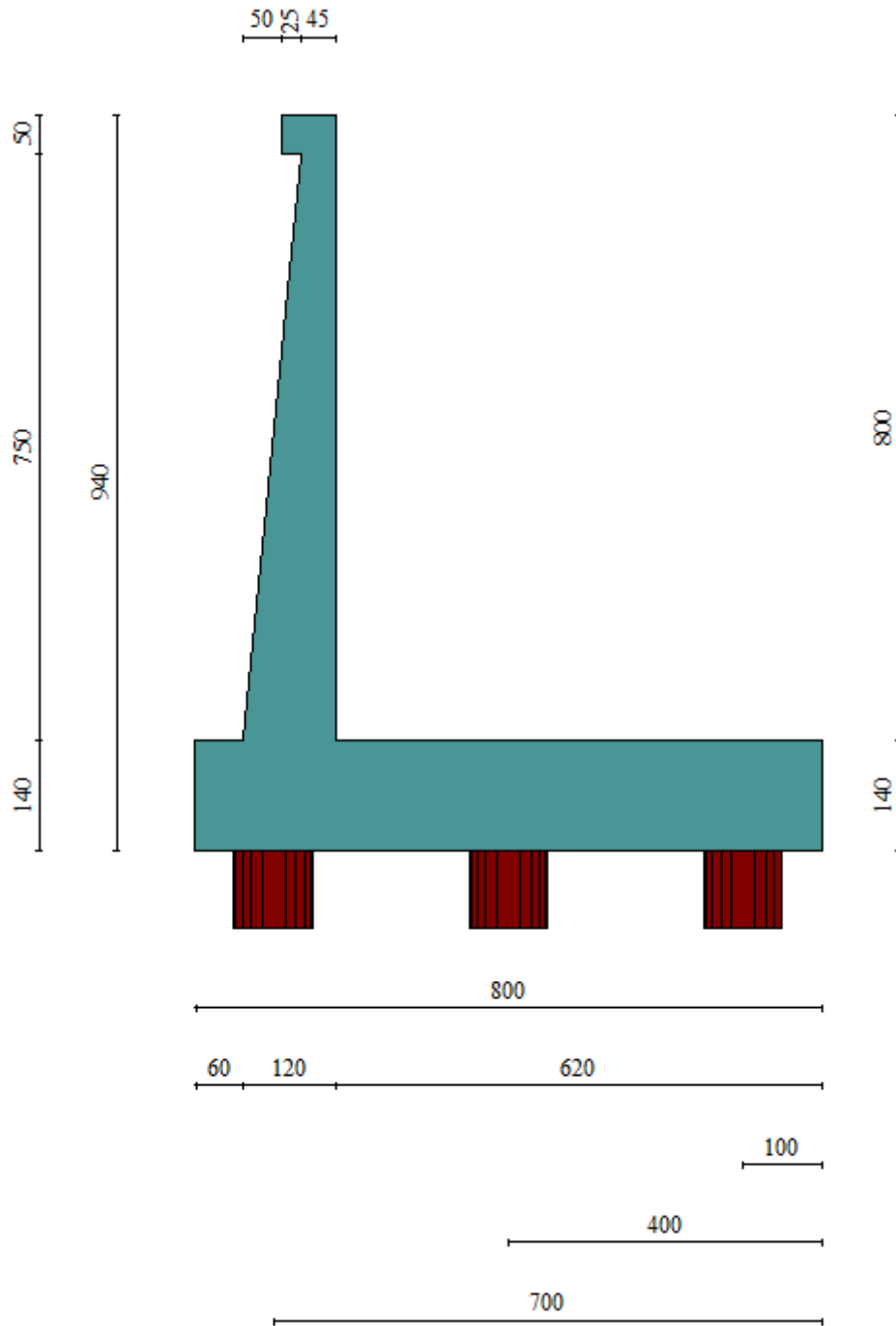
Di seguito si riporta una rappresentazione grafica del modello di calcolo adottato per il muro tipologico G1 avente un'altezza del paramento pari a 8m. Esso è fondato su 3 pali di diametro  $D=1000\text{mm}$  e  $L=25\text{m}$ .

tipologico	fondazione	$H_{\text{paramento}}$	$H_{\text{fondazione}}$	N°pali	$D_{\text{pali}}$	L
		[m]	[m]		[m]	[m]
<b>G1</b>	pali	8	1.4	3	1.00	25

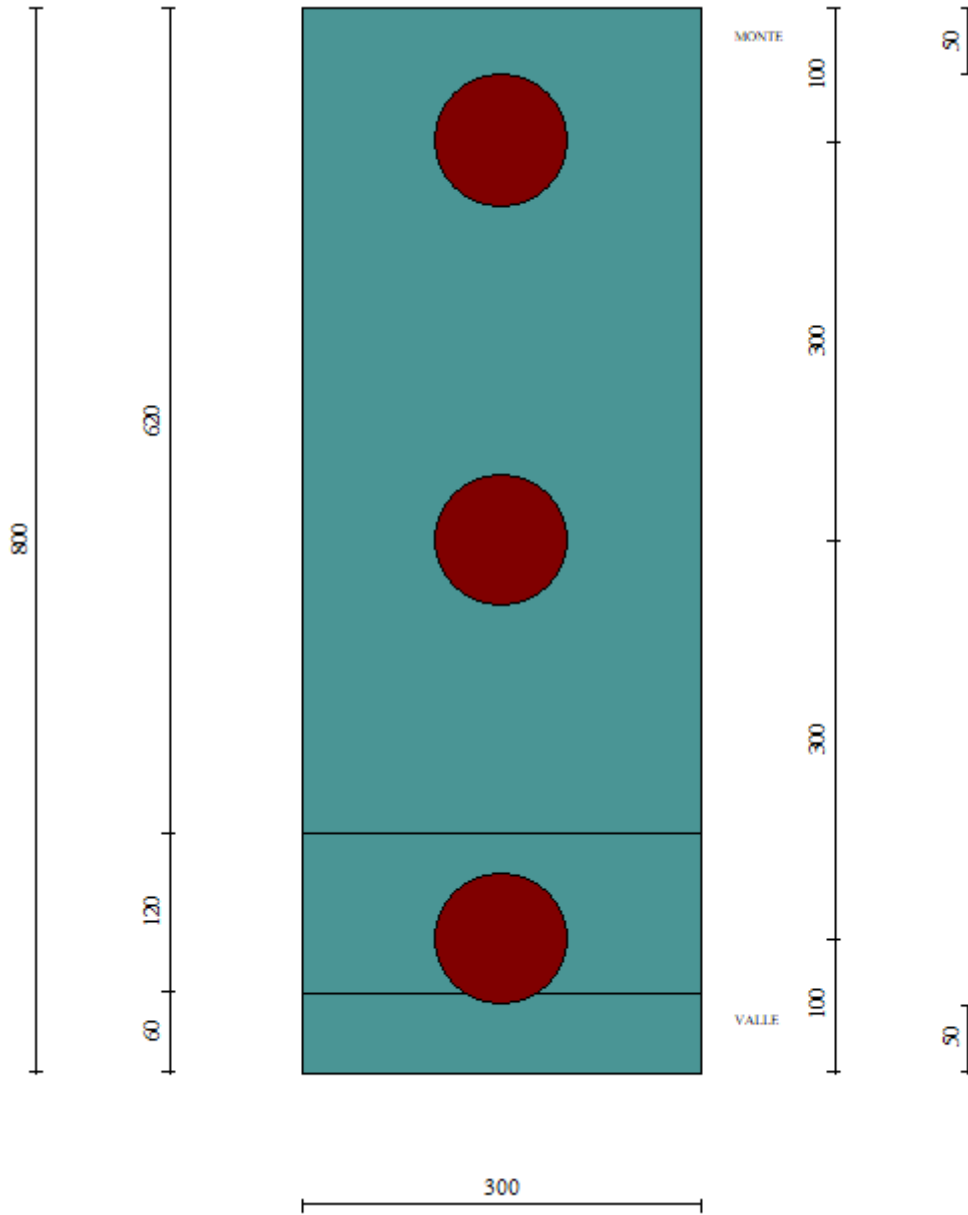
*Tabella 85: caratteristiche geometriche muri di sostegno*



*Figura 69: modello di calcolo muro tipologico G1*



**Figura 70: Geometria del muro di sostegno: sezione trasversale**



*Figura 71:pianta fondazione su pali*

### 9.5.1 Sollecitazioni Paramento

Si riportano le sollecitazioni sul paramento che non sono influenzate dalla lunghezza dei pali o dalla tipologia di terreno di fondazione ma esclusivamente dal terreno spingente a tergo. **Occorre precisare che nelle verifiche geotecniche il terreno dinanzi la fondazione è stato considerato pesante ma privo di resistenza passiva**

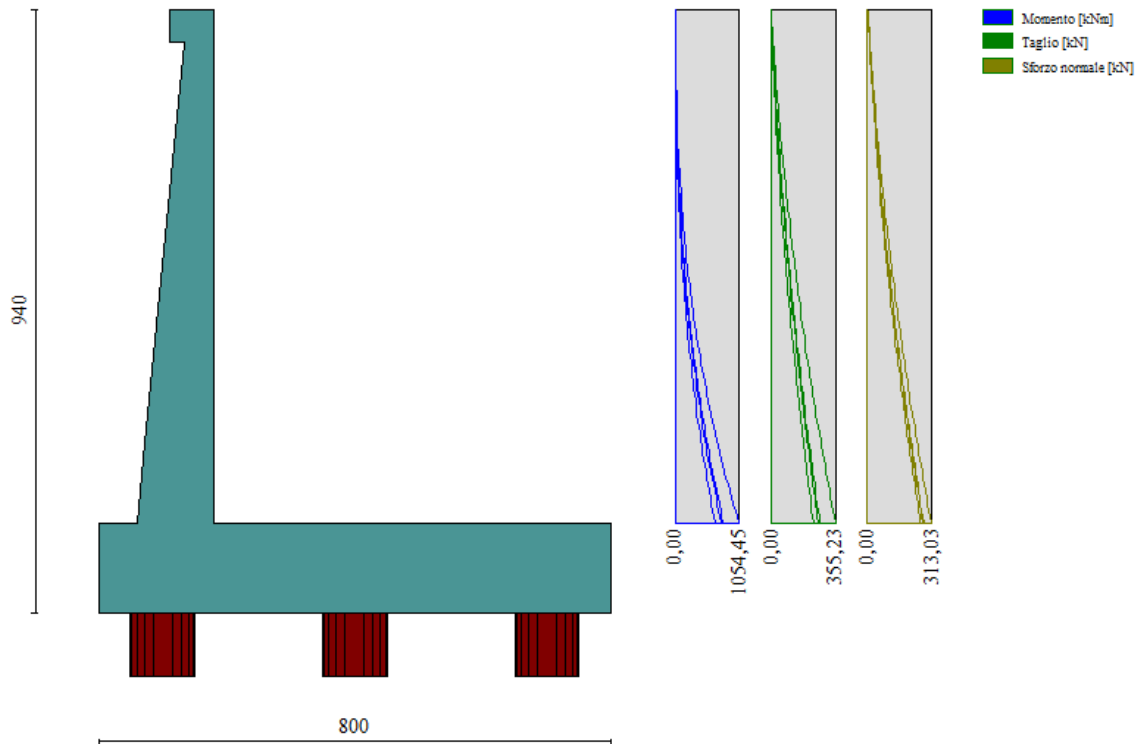


Figura 72 – Inviluppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni statiche

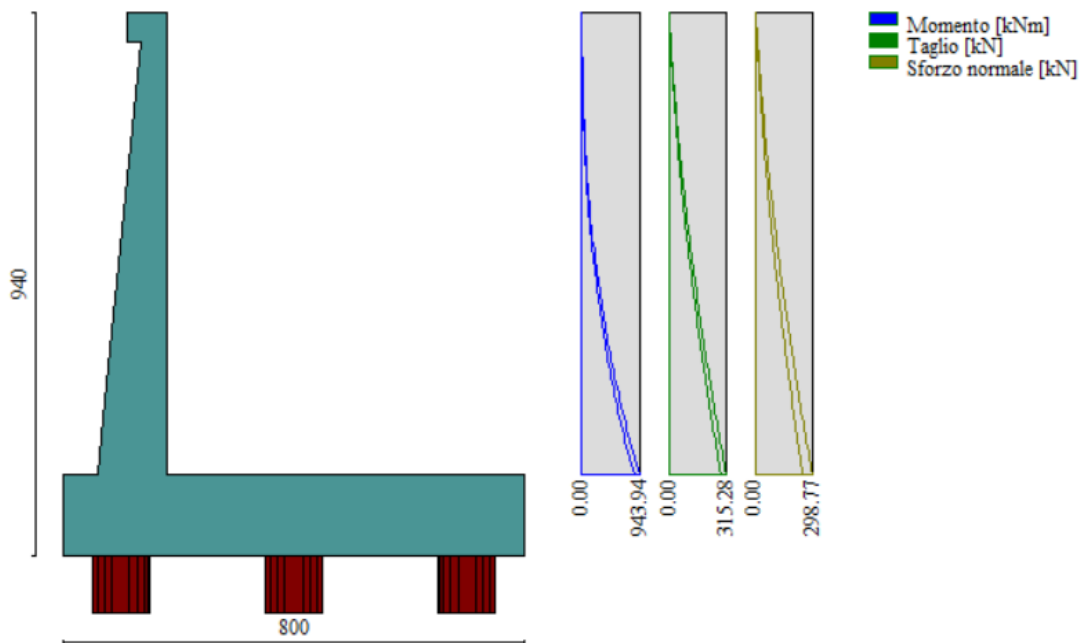


Figura 73- Inviluppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni sismiche

### 9.5.2 Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione

Sia le verifiche a pressoflessione che a taglio sono state eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati sulla base delle NTC2018 e mediante software di calcolo PressFle sulla base dell'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni. Nelle verifiche è stato considerato un copriferro (distanza tra il bordo e l'asse del ferro longitudinale) pari a 80mm.

Elemento	STATICA				SISMICA				urto			
	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Paramento	1054.45	-	313.03	355.23	943.94	-	298.77	315.28	1033.49	-	261.02	276.06
Fondazione	647.85	554.07	-	497.23	1985.65	595.70	-	589.56	580.10	480.90	-	391.84

SLE rara				SLE quasi permanente				SLE frequente			
MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved
[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
795.06	-	276.51	270.55	660.71	-	261.02	234.64	761.47	-	272.64	261.57
416.35	524	-	474.68	399.85	483.6		442.6	410.13	518.8		466.7

Tabella 86: sollecitazioni massime

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della piastra di fondazione.

Tabella 87: Armature di progetto paramento e piastra fondazione

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
Paramento	Φ26/10	Φ22/20	Piastra fondazione	Φ26/10	Φ26/10

Si dispongono ripartitori in fondazione Φ22/20 e nel paramento Φ16/20.

GEOMETRIA				VERIFICA A PRESSOFLESSIONE							
Elemento		b	h	M <sub>ed,Y</sub>	M <sub>ed,X</sub>	N <sub>ed,min</sub>	Armature	c	d	M <sub>Rd</sub>	FS
		[mm]	[mm]	[kNm]	[kNm]	[kN]		[mm]	[mm]	[kNm]	[-]
Paramento	monte(rilevato)	1000	1200	1054.5	-	313.0	φ26/10	80	1120	1305.7	1.24
	valle						φ22/20				
Fondazione	Superiore	1000	1400	1985.7	-		φ26/10	80	1320	2574.5	1.30
	Inferiore						φ26/10				
Fondazione (ripartitori)	Superiore	1000	1400			595.7	φ22/20	80	1320	942.6	1.58
	Inferiore						φ22/20				

Tabella 88: verifica a pressoflessione



Per il paramento e la fondazione le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio,

Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo		TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO							
	b <sub>w</sub> (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	N <sub>sd</sub> (KN)	V <sub>sd</sub> (KN)	σ <sub>cp</sub> (Mpa)	ρ <sub>l</sub>	k	f <sub>ck</sub> (Mpa)	v <sub>min</sub>	V <sub>Rdmin</sub> (KN)	V <sub>Rct</sub> (KN)	F.S.
Paramento	1000	1200	80	1120	10	26	5306.6	0	355.23	0	0.005	1.42	33.2	0.34	383.24	479.06	1.35
Fondazione	1000	1400	80	1320	10	26	5306.6	0	589.56	0	0.004	1.39	33.2	0.33	435.89	521.99	0.89

**Tabella 89: verifica elementi non armati a taglio**

Per la fondazione la verifica per elementi non armati a taglio non è soddisfatta. Sia per la fondazione che per il paramento, per il quale si ha un esiguo margine di sicurezza, viene condotta la verifica per elementi armati a taglio, disponendo **ganci Ø14/40x20**. Si riporta la verifica a taglio:

Elemento	Armature trasversali				Inclinazione Bielle Compresse				Taglio Compressione		Taglio Trazione		risultati	
	n <sub>b</sub>	Ø	p (mm)	A <sub>sw</sub> (mm <sup>2</sup> )	α°	θ°	ctg θ	σ <sub>cp</sub> (Mpa)	αc	f' <sub>cd</sub> (Mpa)	V <sub>Rcd</sub> (KN)	V <sub>Rsd</sub> (KN)	V <sub>rd</sub>	F.S.
Paramento	2.5	14	200	384.65	90	21.8	2.5	0	1	18.81	3269.63	1896.47	1896.47	5.34
Fondazione	2.5	14	200	384.65	90	21.8	2.5	0	1	18.81	3853.49	2235.13	2235.13	3.79

**Tabella 90: verifica per elementi armati a taglio**

Si riportano infine le verifiche tensionali e a fessurazione:

Verifica delle tensioni	I <sub>p</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,x</sub>	CLS 32/40					ACCIAIO B450C				
					σ <sub>c,y</sub>	σ <sub>c,x</sub>	σ <sub>c,max</sub> = 0,6 f <sub>ck</sub>	FS <sub>y</sub>	FS <sub>x</sub>	σ <sub>t,y</sub>	σ <sub>t,x</sub>	σ <sub>t,max</sub> = 0,8 f <sub>yk</sub>	FS <sub>y</sub>	FS <sub>x</sub>
					[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]
combinazione rara	Param.	276,5	795,1	-	8,4		19,2	2,30	-	235,2		360,0	1,53	-
	Fond.	-	416,4	524,3	2,4	4,9	19,2	8,14	3,93	64,1	220,1	360,0	5,62	1,64

**Tabella 91: verifica tensionale combinazione rara**

Verifica delle tensioni	I <sub>p</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,x</sub>	CLS 32/40				
					σ <sub>c,y</sub>	σ <sub>c,x</sub>	σ <sub>c,max</sub> = 0,45 f <sub>ck</sub>	FS <sub>y</sub>	FS <sub>x</sub>
					[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]
Combinazione quasi permanente	paramento	261,0	660,7	-	6,9	-	14,4	2,07	-
	fondazione	0,0	399,9	483,6	2,3	4,5	14,4	6,34	3,19

**Tabella 92: verifica tensionale combinazione quasi permanente**

Verifica a fessurazione	I <sub>p</sub>	N <sub>Ed</sub>	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,x</sub>	w <sub>l</sub>	w	FS <sub>y</sub>	FS <sub>x</sub>								
									[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]
									[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]	
Combinazione quasi permanente	paramento	209,6	442,4	-	0,2	0,1230	1,63	-								
	fondazione	0,0	399,9	483,6	-	0,1	-	144,00								

**Tabella 93: verifica a fessurazione- combinazione quasi permanente**

Verifica a fessurazione	$I_p$	$N_{Ed}$	$M_{Ed,y}$	$M_{Ed,x}$	$w_l$	$w$	$FS_y$
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
Combinazione frequente	paramento	272,6	761,5	0,0	0,3	0,2010	1,49
	fondazione	0,0	410,1	518,8	0,3	-	-

*Tabella 94: verifica a fessurazione- combinazione frequente*

### 9.5.3 Sollecitazioni in testa ai pali

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di taglio, momento e sforzo normale. Si fa notare che nel software di calcolo, i pali sono stati considerati incernierati in testa ottenendo le sollecitazioni in termini di sforzo normale e taglio. Nella realtà i pali risultano essere incastrati nel plinto di fondazione, pertanto il valore del momento flettente verrà determinato sulla base della teoria di Matlock e Reese di seguito descritta.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incernierati a tale piastra.

Lo sforzo normale nei pali è calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{M}{d}$$

Dove  $d$  rappresenta l'interasse trasversale tra i pali.

Pertanto, allo sforzo normale derivato dal codice di calcolo è stato sommato il contributo di compressione o di trazione generato dall'azione flettente, per tener conto dell'interazione palo-terreno.

Le azioni derivanti da questo modello vengono confrontate con le curve di capacità portante dei pali di fondazione.

Mentre le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali come di seguito riportato:

$$V_i = \frac{V_{Ed}}{n}$$

In definitiva, gli scarichi a testa palo sono pari a quanto di seguito riportato.

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
$I_p$	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	$I_p$	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	1666.91	0	-477.38
	2	1844.79	0	-477.98
	3	2022.66	0	-477.98
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	890.59	0	-724.59

	2	1793.05	0	-724.59
	3	2695.5	0	-724.59
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	520.77	0	-686.03
	2	1425.79	0	-686.03
	3	2330.81	0	-686.03
ECCEZ. URTO	1	1304.99	0	-363.56
	2	1595.38	0	-363.56
	3	1885.77	0	-363.56
7 - SLER	1	1655.62	0	-364.14
	2	1737.58	0	-364.44
	3	1819.54	0	-364.44
8 - SLEF	1	1621.81	0	-353.37
	2	1702.03	0	-354.01
	3	1782.25	0	-354.01
9 - SLEQ	1	1520.38	0	-321.97
	2	1595.38	0	-322.24
	3	1670.39	0	-322.24

**Tabella 95: Scarichi in testa ai pali**

Per la valutazione del momento flettente a testa palo si è utilizzata la teoria di Matlock e Reese per la quale il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente  $\alpha$  (espresso in metri) "coefficiente di Matlock e Reese":

$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente  $\alpha$  dipende principalmente dalle caratteristiche di rigidità relative palo-terreno e, generalmente, fornisce un valore del momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo,  $D$ ,  $\alpha$  dipende quindi dalla rigidità del terreno. Nelle verifiche si è fatto riferimento al seguente coefficiente di Matlock e Reese:

PALI D1000
$\alpha = 1.9681 \text{ m}$

**Tabella 96: parametro  $\alpha$**

Vengono riportate nella tabella che segue le sollecitazioni in testa ai pali.

Combinazione	Ip	V	$\alpha$	M	N	N+M/d
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	477.4	1.968	939.5	1666.9	1196.8
	2	478.0	1.968	940.7	1844.8	1844.8
	3	478.0	1.968	940.7	2022.7	2492.82
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	724.6	1.968	1426.1	890.6	177.6
	2	724.6	1.968	1426.1	1793.1	1793.1

	3	724.6	1.968	1426.1	2695.5	3408.53
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	686.0	1.968	1350.2	520.8	-154.3
	2	686.0	1.968	1350.2	1425.8	1425.8
	3	686.0	1.968	1350.2	2330.8	3005.9
ECCEZ. URTO	1	363.6	1.968	715.5	1305.0	947.2
	2	363.6	1.968	715.5	1595.4	1595.4
	3	363.6	1.968	715.5	1885.8	2243.53
SLE - Rara	1	364.1	1.968	716.7	1655.6	1297.1
	2	364.4	1.968	717.3	1737.6	1737.6
	3	364.4	1.968	717.3	1819.5	2178.07
SLE - Frequente	1	353.4	1.968	695.5	1621.8	1273.7
	2	354.0	1.968	696.7	1702.0	1702.0
	3	354.0	1.968	696.7	1782.3	2130.4
SLE - Quasi Permanente	1	322.0	1.968	633.7	1520.4	1203.4
	2	322.2	1.968	634.2	1595.4	1595.4
	3	322.2	1.968	634.2	1670.4	1987.4

Tabella 97: sollecitazioni in testa ai pali

Si riportano inoltre nella seguente tabella, ai fini delle prove in corso d'opera, le sollecitazioni in punta ai pali pari a 1.5SLE (ai sensi del par. 6.4.3.7.2. delle NTC 2018):

Combinazione	Ip	V	$\alpha$	M	N
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]
1.5*SLE_rara	1	364.1	1.968	716.7	2483.4
	2	364.4	1.968	717.3	2606.4
	3	364.4	1.968	717.3	2729.3

Tabella 98: sollecitazioni 1.5\*SLE

Al fine di determinare le sollecitazioni lungo il fusto del palo si fa riferimento alla già citata teoria di Matlock&Reese secondo cui i valori di momento flettente e taglio possono essere determinati secondo le seguenti espressioni:

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

$$\begin{aligned} \text{Taglio:} \quad F &= A_v F_0 + B_v M_0/T \\ \text{Momento:} \quad M &= A_m F_0 T + B_m M_0 \end{aligned}$$

Dove:

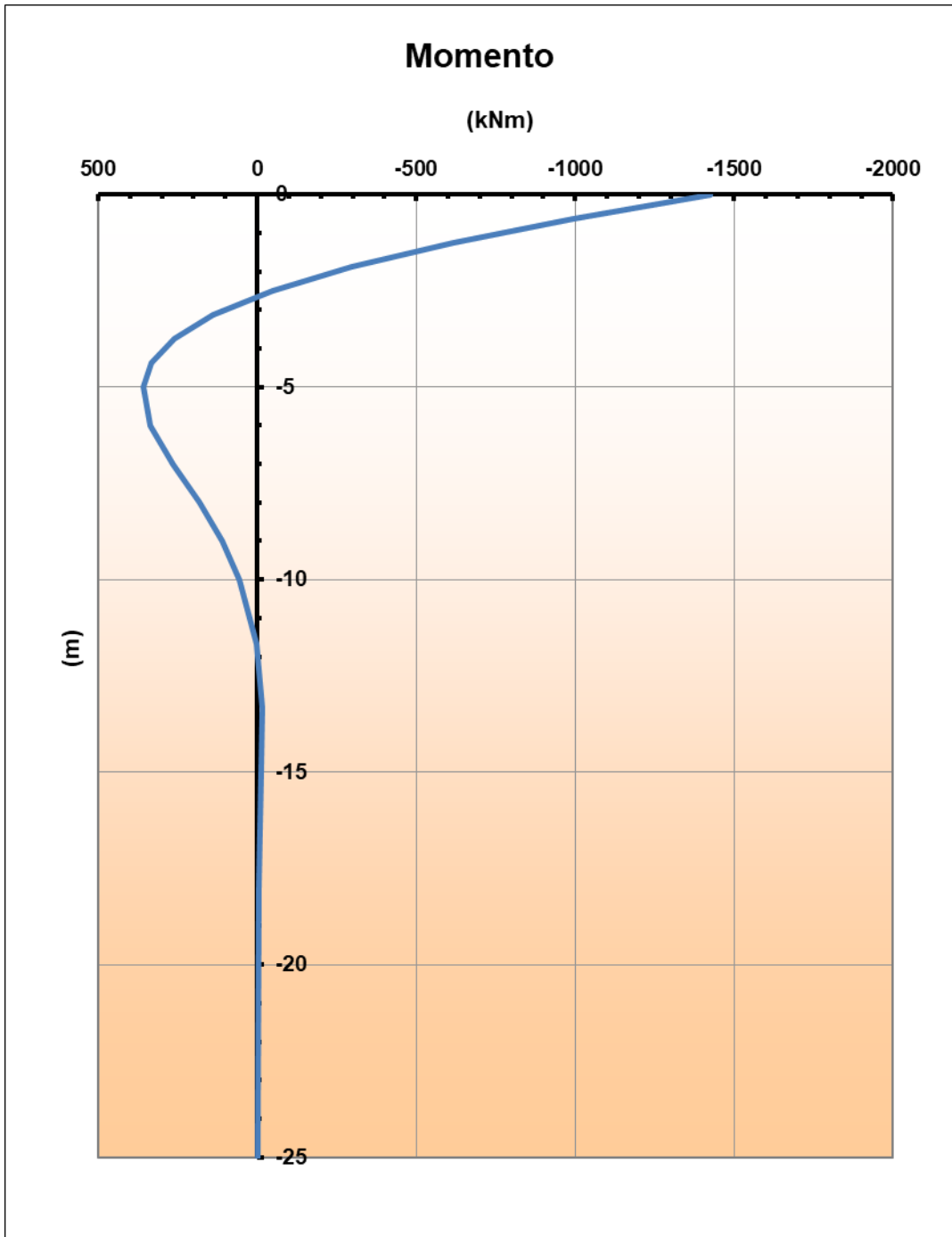
- $A_v, A_m, B_v, B_m$  sono i coefficienti adimensionali di flessibilità della sommità del palo;
- $F_0$  è il taglio massimo in testa al palo allo SLU/SLV;
- $M_0$  è il momento massimo in sommità per palo impedito di ruotare pari a  $M_0 = -\alpha F_0$
- $T$  è la lunghezza elastica pari a  $T = (EJ/K_h)^{0.20}$
- 

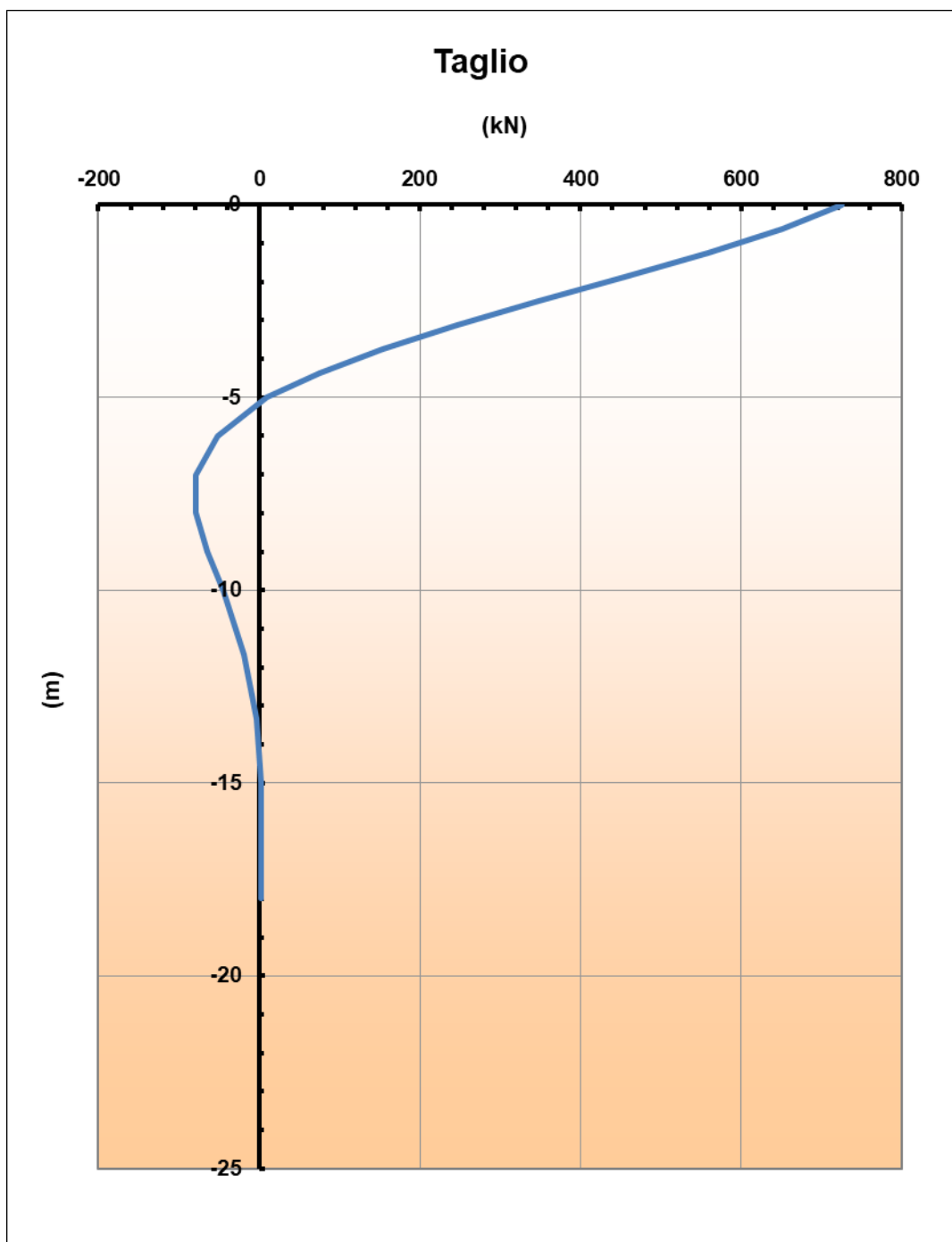
**Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati della Relazione Geotecnica.**

Per il caso in esame si ha:

<b>z</b> <b>[m]</b>	<b>z/T</b>	<b>Av</b>	<b>Am</b>	<b>Bv</b>	<b>Bm</b>
0.000	0	1	0	0	1
-0.626	0.238	0.7859	0.213	-0.1497	0.9821
-1.249	0.475	0.5567	0.3728	-0.2863	0.9297
-1.875	0.713	0.332	0.478	-0.3953	0.8477
-2.501	0.951	0.1297	0.532	-0.4683	0.744
-3.124	1.188	-0.0368	0.5419	-0.5028	0.6275
-3.750	1.426	-0.1637	0.5168	-0.5021	0.5071
-4.376	1.664	-0.2491	0.4666	-0.472	0.3905
-5.000	1.901	-0.298	0.4008	-0.4157	0.284
-6.002	2.282	-0.3048	0.2832	-0.3124	0.1437
-7.001	2.662	-0.2575	0.1743	-0.1984	0.0469
-8.000	3.042	-0.1867	0.0895	-0.1034	-0.0091
-9.002	3.423	-0.1186	0.032	-0.0386	-0.0347
-10.002	3.803	-0.0602	-0.002	0.002	-0.041
-11.669	4.437	-0.0091	-0.0218	0.0234	-0.0306
-13.337	5.071	0.011	-0.019	0.0211	-0.0153
-15.002	5.704	0.0123	-0.0107	0.0111	-0.0049
-18.000	6.655	0.0053	-0.0019	0.0014	0.0004
-25.000	7.606	0	0	0	0

Si riportano i diagrammi relativi al profilo delle sollecitazioni flettenti e di taglio lungo il fusto del palo, calcolate considerando la combinazione di carico più gravosa (SLV).





Il momento flettente e il taglio massimi vengono raggiunti in corrispondenza della sommità dei pali.

**Alla profondità di 12m in corrispondenza della quale si prevede una riduzione del quantitativo di armatura le sollecitazioni sono pari a circa  $M= 19\text{KNm}$  e  $T= -26.5\text{KN}$ . Tali sollecitazioni risultano essere talmente modeste da garantire il completo soddisfacimento delle verifiche strutturali.**

Si riportano in seguito le verifiche strutturali effettuate con riferimento alle sollecitazioni massime agenti testa-palo.

#### 9.5.4 Verifiche strutturali pali

Per i pali di fondazione di diametro  $D=1000\text{mm}$  si prevede una doppia gabbia di armatura:

- **Gabbia esterna  $24\phi 24$  di lunghezza 25m;**
- **Gabbia interna  $24\phi 24$  di lunghezza 12m;**

si prevede a taglio **una staffa a spirale  $\phi 16/20$**

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per i pali ad un copriferro di calcolo (distanza tra bordo e asse armature longitudinali) pari a 8.9cm per la gabbia di armatura esterna e pari a 11.5cm per la gabbia di armatura interna;

##### 9.5.4.1 Verifiche SLU-Pressoflessione

Occorre osservare che la determinazione dell'armatura nei pali di fondazione dipende anche dal soddisfacimento della verifica a carico limite orizzontale (Broms) riportata al paragrafo 9.1.5.

Si riporta in seguito la verifica a presso-flessione.

Verifica a pressoflessione	$I_p$	$M_{Ed}$	$N_{Ed}$	$M_{Rd}$	FS
	[-]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	939.5	1666.9	2984.4	3.18
	2	940.7	1844.8	3081.6	3.28
	3	940.7	2022.7	3165.0	3.36
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	1426.1	890.6	2801.2	1.96
	2	1426.1	1793.1	3099.6	2.17
	3	1426.1	2695.5	3258.9	2.29
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	1350.2	520.8	2733.7	2.02
	2	1350.2	1425.8	3019.5	2.24
	3	1350.2	2330.8	3221.0	2.39
ECCEZ. URTO	1	715.5	1305.0	2942.2	4.11
	2	715.5	1595.4	3045.4	4.26
	3	715.5	1885.8	3134.4	4.38

**Tabella 99: Verifica a pressoflessione**

##### 9.5.4.2 Taglio

Le verifiche a taglio sono state condotte con riferimento ad elementi in c.a. armati a taglio, avendo assunto come inclinazione del puntone compresso  $\theta = 27^\circ$  e disponendo spirale  $\Phi 16/20\text{cm}$ .

Verifica a taglio ( $\theta = 27^\circ$ )	$I_p$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	1666.9	477.4	1142.3	2289.3	1142.3	2.39
	2	1844.8	478.0	1142.3	2289.3	1142.3	2.39
	3	2022.7	478.0	1142.3	2289.3	1142.3	2.39
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	890.6	724.6	1142.3	2289.3	1142.3	1.58
	2	1793.1	724.6	1142.3	2289.3	1142.3	1.58
	3	2695.5	724.6	1142.3	2289.3	1142.3	1.58
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	520.8	686.0	1142.3	2289.3	1142.3	1.67



	2	1425.8	686.0	1142.3	2289.3	1142.3	1.67
	3	2330.8	686.0	1142.3	2289.3	1142.3	1.67
ECCEZ. URTO	1	1305.0	363.6	1142.3	2289.3	1142.3	3.14
	2	1595.4	363.6	1142.3	2289.3	1142.3	3.14
	3	1885.8	363.6	1142.3	2289.3	1142.3	3.14

Tabella 100: verifica a taglio

### 9.5.4.3 Verifiche SLE

Si riportano le verifiche tensionali e a fessurazione dei pali eseguite mediante il software pressFle.

Verifica delle tensioni			CLS 25/30			ACCIAIO B450C		
	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>c,max</sub> = 0,6 f <sub>ck</sub>	FS	σ <sub>f</sub>	σ <sub>f,max</sub> = 0,8 f <sub>yk</sub>	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Rara	1655.6	717.3	10.2	19.2	1.89	52.2	360.0	6.90

Verifica delle tensioni			CLS C25/30		
	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>c,max</sub> = 0,45 f <sub>ck</sub>	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Quasi Permanente	1520.4	634	9.0	14.4	1.61

Tabella 101: verifica limitazione tensioni

Verifica a fessurazione	N <sub>Ed</sub>	M <sub>Ed</sub>	w <sub>f</sub>	w <sub>1</sub>	FS
	[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[-]
SLE - Quasi Permanente	1520.4	634.2	0.049	0.200	4.08
SLE - Frequente	1621.8	695.5	0.055	0.300	5.45

Figura 74: verifica a fessurazione

### 9.5.5 Verifiche geotecniche dei pali

#### 9.5.5.1 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali

La determinazione della lunghezza dei pali è il risultato della verifica di capacità portante. Si riporta la verifica di capacità portante e la lunghezza dei pali ottenuta considerando la curva di capacità portante relativa a pali D1000 nel tratto da pk 0+000 a pk 0+050.

curva di capacità portante 0+00 a 0+50							
Capacità portante nei confronti dei carichi verticali di compressione - SLU-							
L <sub>p</sub>	Q <sub>0l</sub>	Q <sub>0b</sub>	W <sub>p</sub>	Q <sub>u</sub>	Q <sub>d</sub>	N <sub>max</sub> +M/d	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
0	0	381	0	381	165	3409	0.05
0.5	26	507	3	530	230	3409	0.07
1	59	634	6	686	299	3409	0.09
1.5	99	761	10	850	372	3409	0.11

2	146	888	13	1021	448	3409	0.13
2.5	201	1015	16	1200	528	3409	0.15
3	261	1075	19	1317	582	3409	0.17
3.5	325	1135	22	1438	637	3409	0.19
4	392	1195	25	1562	694	3409	0.20
4.5	463	1255	29	1689	753	3409	0.22
5	537	1315	32	1820	814	3409	0.24
5.5	615	1375	35	1955	877	3409	0.26
6	696	1435	38	2093	941	3409	0.28
6.5	780	1495	41	2234	1007	3409	0.30
7	868	1555	45	2379	1075	3409	0.32
7.5	960	1616	48	2527	1144	3409	0.34
8	1054	1676	51	2679	1216	3409	0.36
8.5	1153	1736	54	2834	1289	3409	0.38
9	1255	1796	57	2993	1364	3409	0.40
9.5	1360	1856	60	3155	1440	3409	0.42
10	1469	1916	64	3321	1519	3409	0.45
10.5	1581	1976	67	3490	1599	3409	0.47
11	1697	2036	70	3663	1681	3409	0.49
11.5	1816	2096	73	3839	1765	3409	0.52
12	1938	2156	76	4018	1850	3409	0.54
12.5	2064	2216	80	4201	1937	3409	0.57
13	2194	2276	83	4388	2026	3409	0.59
13.5	2327	2337	86	4578	2117	3409	0.62
14	2463	2397	89	4771	2210	3409	0.65
14.5	2603	2457	92	4968	2304	3409	0.68
15	2747	2517	95	5168	2400	3409	0.70
15.5	2894	2577	99	5372	2498	3409	0.73
16	3044	2637	102	5579	2598	3409	0.76
16.5	3198	2697	105	5790	2699	3409	0.79
17	3355	2757	108	6004	2802	3409	0.82
17.5	3516	2817	111	6222	2907	3409	0.85
18	3680	2877	115	6443	3014	3409	0.88
18.5	3847	2937	118	6667	3122	3409	0.92
19	4019	2997	121	6895	3233	3409	0.95
19.5	4193	3058	124	7127	3345	3409	0.98
20	4371	3118	127	7362	3458	3409	1.01
20.5	4553	3142	130	7564	3558	3409	1.04
21	4738	2916	134	7520	3551	3409	1.04
21.5	4926	2690	137	7479	3546	3409	1.04
22	5118	2464	140	7442	3543	3409	1.04
22.5	5313	2238	143	7409	3541	3409	1.04

23	5512	2013	146	7378	3541	3409	1.04
23.5	5705	1787	150	7342	3538	3409	1.04
24	5840	1794	153	7482	3607	3409	1.06
24.5	5966	1802	156	7612	3671	3409	1.08
<b>25</b>	<b>6092</b>	<b>1810</b>	<b>159</b>	<b>7742</b>	<b>3736</b>	<b>3409</b>	<b>1.10</b>

**Tabella 102: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali**

In accordo con la curva di capacità portante ottenuta, è stata considerata una lunghezza dei pali pari a 25m.

#### 9.5.5.2 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali

Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali dei pali all'SLU, secondo la teoria di Broms descritta nel § 6.1.

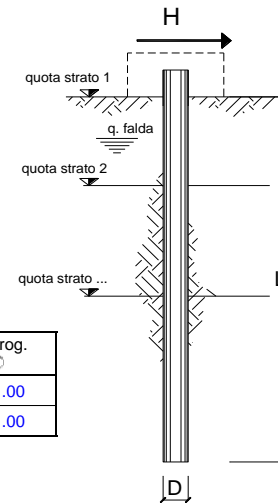
La lunghezza del palo è tale da definire delle condizioni di palo lungo. La doppia gabbia deve essere prevista fino alla profondità di 12m in corrispondenza della quale si ha la formazione della cerniera plastica e al di sopra della quale si stabiliscono delle condizioni di palo intermedio.

Verifica di capacità portante H	$I_p$	$V_{Ed}$	$N_{Ed}$	$M_{Rd}$	$H_d$	$F_d$	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	477.4	1196.8	2984.4	927.3	477.4	1.94
	2	478.0	1844.8	3081.6	947.4	478.0	1.98
	3	478.0	2492.8	3165.0	967.5	478.0	2.02
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	724.6	177.6	2801.2	887.5	724.6	1.22
	2	724.6	1793.1	3099.6	947.4	724.6	1.31
	3	724.6	3408.5	3258.9	967.5	724.6	1.34
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	686.0	-154.3	2733.7	867.8	686.0	1.26
	2	686.0	1425.8	3019.5	927.3	686.0	1.35
	3	686.0	3005.9	3221.0	967.5	686.0	1.41
ECCEZ. URTO	1	363.6	947.2	2942.2	907.4	363.6	2.50
	2	363.6	1595.4	3045.4	927.3	363.6	2.55
	3	363.6	2243.5	3134.4	947.4	363.6	2.61

**Tabella 103: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali – SLU**

opera

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_\psi$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_T$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$			
S.U.	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	Unità GS	273.65	19	9	35	3.69		35	3.69	
<input type="checkbox"/> strato 2						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 3						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **269.65** (m)  
 Diametro del palo D **1.00** (m)  
 Lunghezza del palo L **18.00** (m)  
 Momento di plasticizzazione palo My **2798.53** (kNm)  
 Step di calcolo **0.05** (m)

- palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

	<b>H medio</b>		<b>H minimo</b>	
Palo lungo	1961.5 (kN)		1961.5 (kN)	
Palo intermedio	7022.2 (kN)		7022.2 (kN)	
Palo corto	23225.9 (kN)		23225.9 (kN)	
	<b>H<sub>med</sub> 1961.5 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	<b>H<sub>min</sub> 1961.5 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$  **1153.80 (kN)**

$H_d = H_k/\gamma_T$  **887.54 (kN)**

Carico Assiale Permanente (G): G = **724.6 (kN)**

Carico Assiale variabile (Q): Q = **(kN)**

$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$  **724.60 (kN)**

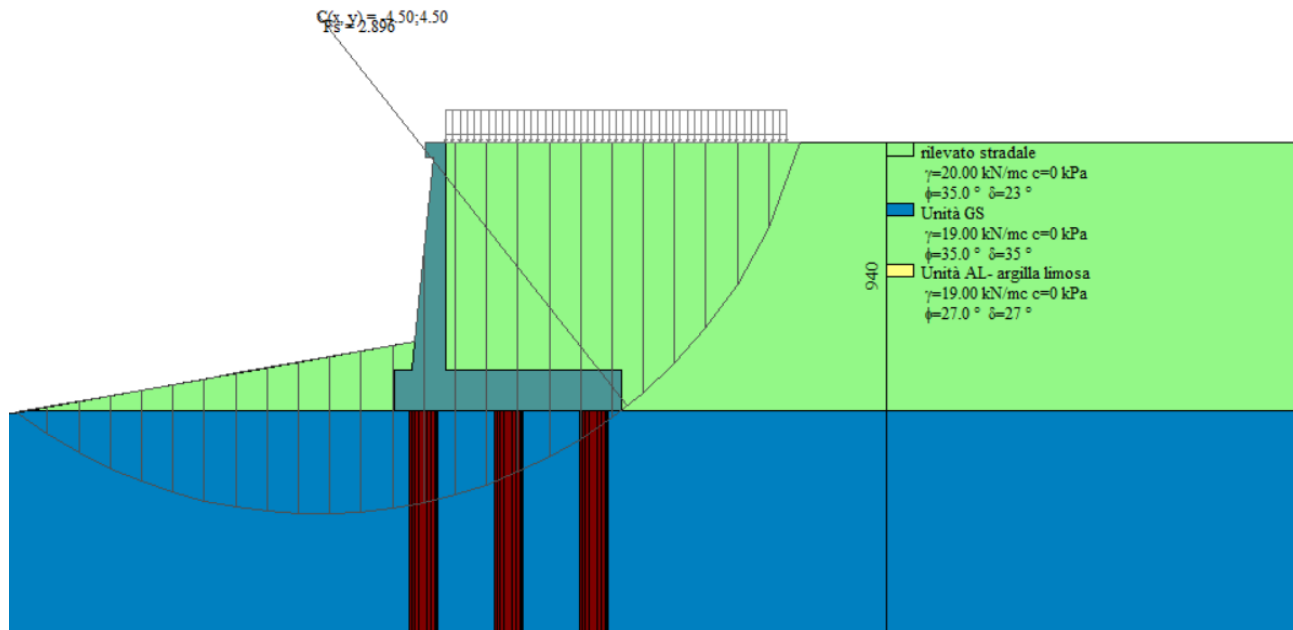
$FS = H_d / F_d =$  **1.22**

Figura 75: verifica Broms-carico limite orizzontale

### 9.5.5.3 Verifica di stabilità globale

Si riportano i FS della verifica di stabilità globale effettuata con il metodo di Bishop in condizioni statiche e sismiche.

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	17.55	2.896



**Figura 76: Verifica di stabilità globale\_cond. statica\_FS=3.42**

Ic	C [m]	R [m]	FS
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	17.55	2.401
4 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	17.55	2.420

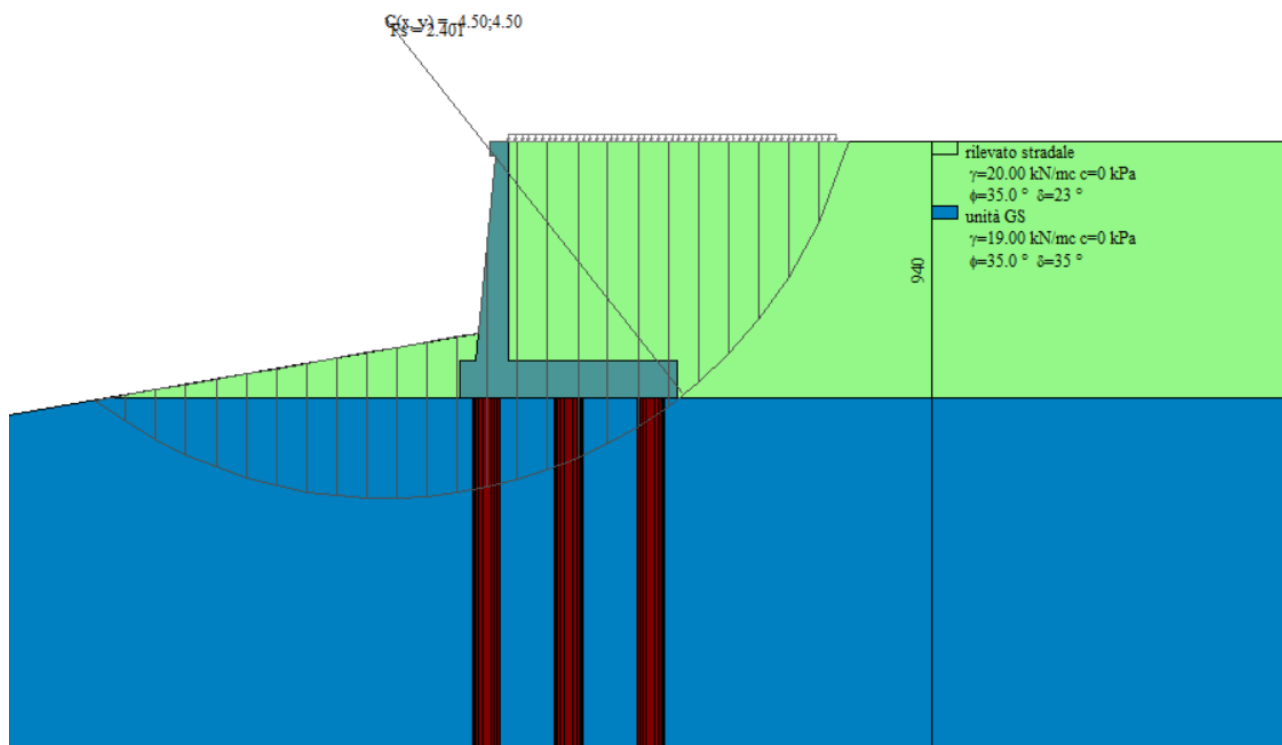


Figura 77: Verifica di stabilità globale\_cond. sismica H+V (FS=2.401)

#### 9.5.6 Verifica dell'inflessione del paramento

Ai fini della valutazione di possibili cedimenti a tergo del muro di sostegno, in corrispondenza della piattaforma stradale, si calcola l'inflessione del paramento sotto i carichi allo SLU.

Il calcolo dell'inflessione avviene facendo riferimento- cautelativamente- agli schemi noti della teoria dell'elasticità considerando come carico l'involuppo delle spinte sul paramento scondo cui la freccia massima è pari a :

$$f = \frac{q L^4}{30 E J}$$

Dove:

- q è la pressione triangolare massima agente alla base del paramento del muro;
- L è l'altezza del paramento;
- E è il modulo elastico del calcestruzzo;
- J è l'inerzia della sezione media del muro.

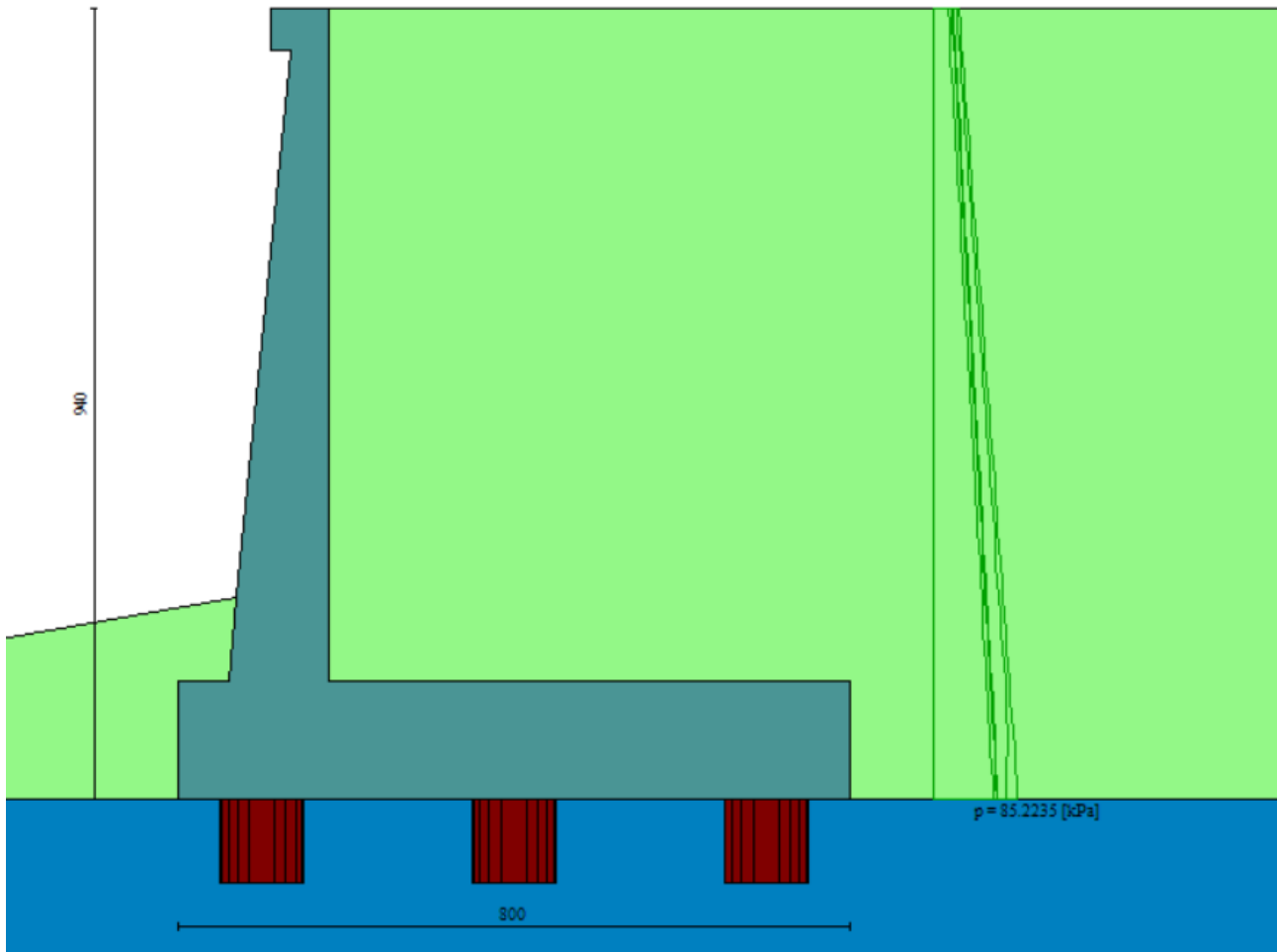


Figura 78: Involuppo spinte combinazione statica SLU

Tipo	combinazione	fondazione	$H_{\text{paramento,max}}$	$S_{\text{paramento,medio}}$	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m <sup>4</sup> ]	[KN/m]	[mm]
G1	statica	pali	8.0	0.80	0.0425	76.32	7.65

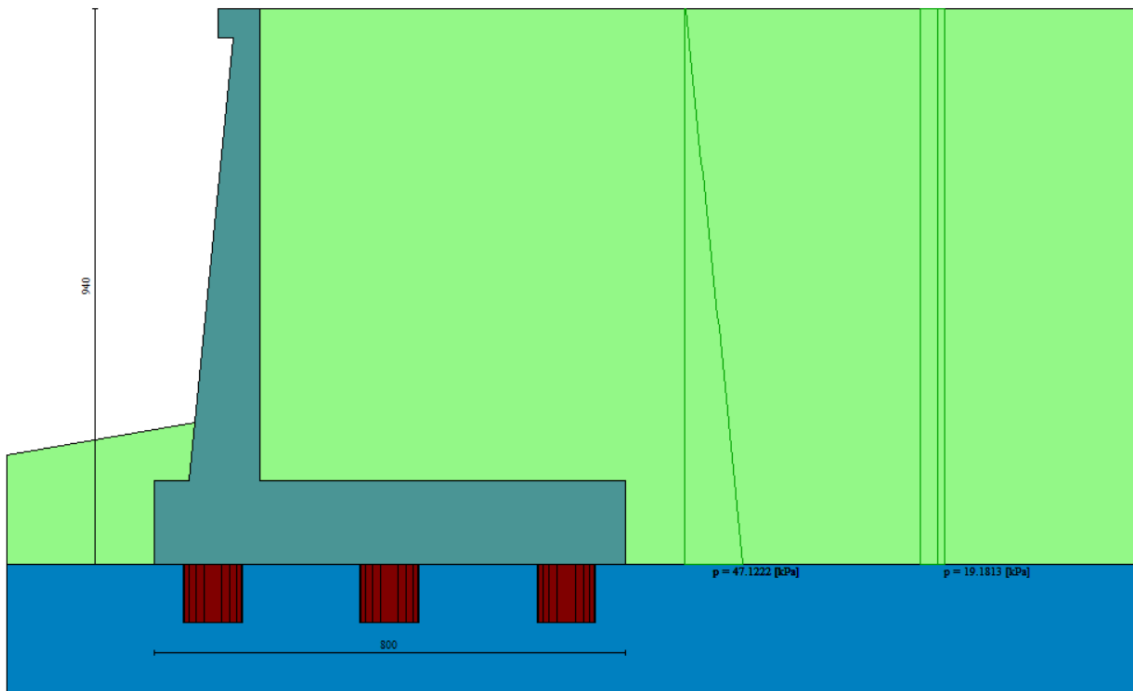


Figura 79: Involuppo spinte \_ combinazione sismica H+V

Tipo	combinazione	fondazione	H <sub>paramento,max</sub>	S <sub>paramento,medio</sub>	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m <sup>4</sup> ]	[KN/m]	[mm]
G1	sismica	pali	8.0	0.80	0.0425	66.3	6.65

**Sulla base del calcolo dell'inflessione del paramento in condizioni statiche e sismiche, si ritiene che i cedimenti indotti sul piano stradale risultano essere trascurabili.**

### 9.5.7 Verifiche locali della mensola per azioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 7.4. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a  $F = 79.5 \text{ kN}$ , applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera.

Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza  $d = 1.00 \text{ m}$  dalla base della barriera.

**Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.**

Il muro presenta una larghezza pari a 0.7m. Si dispone nella mensola una staffatura di  $\Phi 12/20$ .

La funzione di tali staffe è duplice:

- Equilibrare l'azione orizzontale F;
- Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out.

Per il punto 1. Il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a  $45^\circ$  della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi. Si considera una larghezza della piastra di 0.30m posizionata a 0.10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre  $\Phi 12/20$  che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.



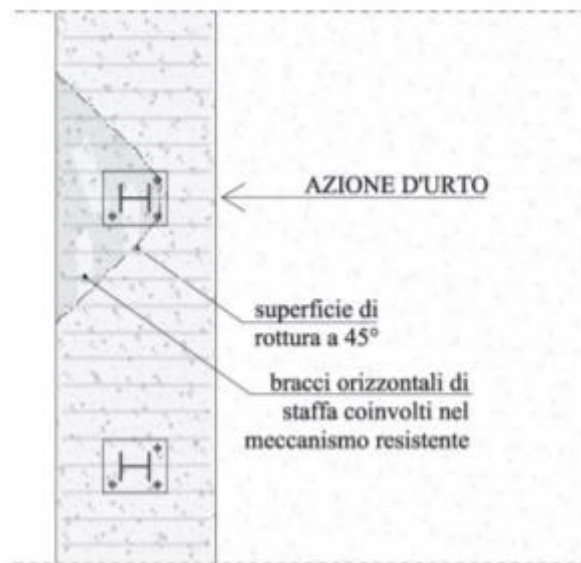


Figura 80: cono di diffusione verifica staffe orizzontali

In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a  $F=79.5$  kN.

Le barre  $\Phi 12/20$  oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove  $A_s$  è l'area della staffa e  $n$  è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione.

Nel caso in esame è stata assunta, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0.3m che permette di individuare, considerando una diffusione a  $45^\circ$  all'interno dello spessore del cordolo, una larghezza collaborante pari a 1.50m all'interno della quale si dispongono 7 ferri e 14 bracci.

Conseguentemente si ha:

verifica delle staffe orizzontali				
Larghezza collaborante	n bracci orizzontali	Fsd	Frd	FS
[m]	[-]	[KN]	[KN]	[-]
1.50	14	712.51	79.53	8.96

Tabella 104: verifica 1 del cordolo portabarriera

La verifica risulta soddisfatta.

Per il punto 2. Il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a  $45^\circ$  a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.

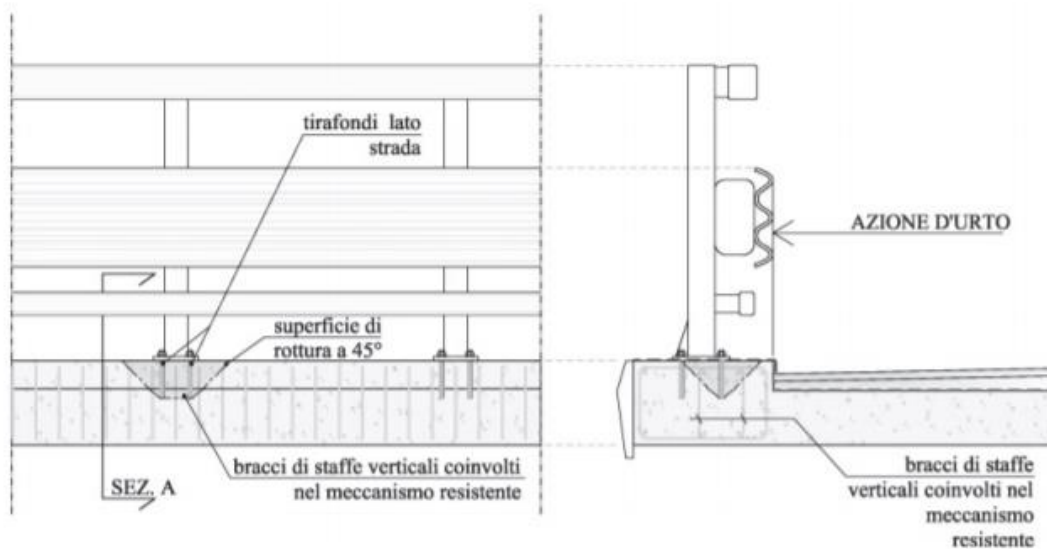


Figura 81: cono di diffusione verifica staffe verticali

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a  $l = 0.22$  m e un'altezza  $h$  della barriera sopra tale piastra di 1 m, si stima  $T_d$  come:

$$T_d = \frac{N \cdot h}{l}$$

Si dispongono delle staffe  $\Phi 12/20$ . Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19 cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di 0.22 m), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a 0.38m e longitudinale di 0.6m. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono 3.

Nel calcolare la resistenza delle staffe verticali si considera anche il contributo dei ferri longitudinali  $\Phi 26/20$  del paramento che sono accoppiati alle staffe. Pertanto si calcola la trazione resistente pari a:

$$T_r = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Verifiche delle staffe verticali				
$B_{long}$	$n$	$T_d$	$T_r$	FS
[m]	[m]	[KN]	[KN]	[-]
0.6	3	361.48	869.44	2.41

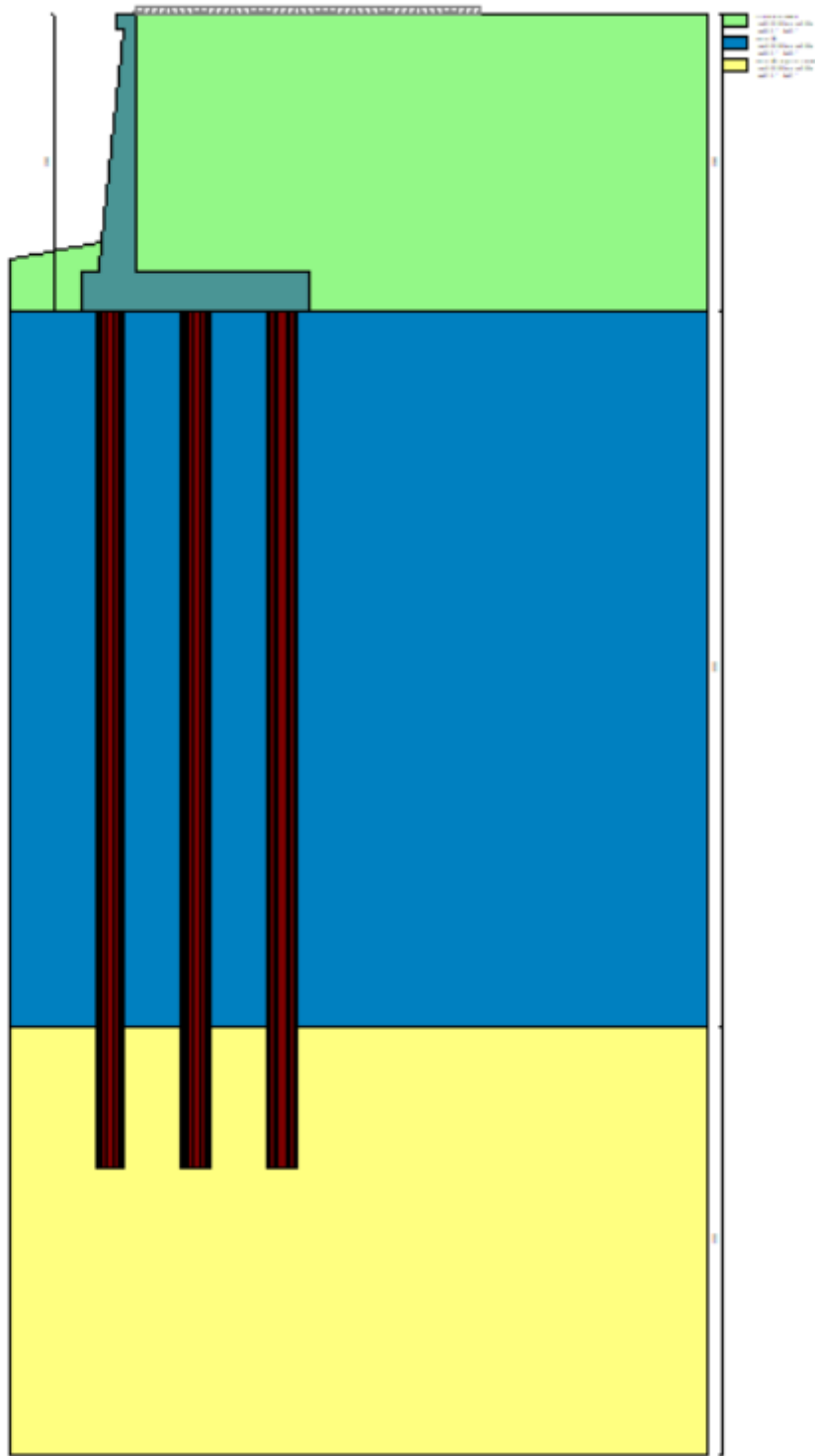
Le verifiche risultano essere soddisfatte.

## 9.6 MURO TIPOLOGICO H1 su 3 pali ( $H_{\text{paramento}}=9\text{m}$ )

Di seguito si riportano i risultati delle analisi del muro di sostegno denominato “ TIPOLOGICO H1”, aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

tipologico	fondazione	$H_{\text{paramento}}$	$H_{\text{fondazione}}$	N°pali	$D_{\text{pali}}$	$L_{\text{pali}}$
		[m]	[m]		[m]	[m]
H1	pali	9	1.4	3	1.00	30

*Tabella 105: caratteristiche geometriche muri di sostegno*



*Figura 82: modello di calcolo muro tipologico H1*

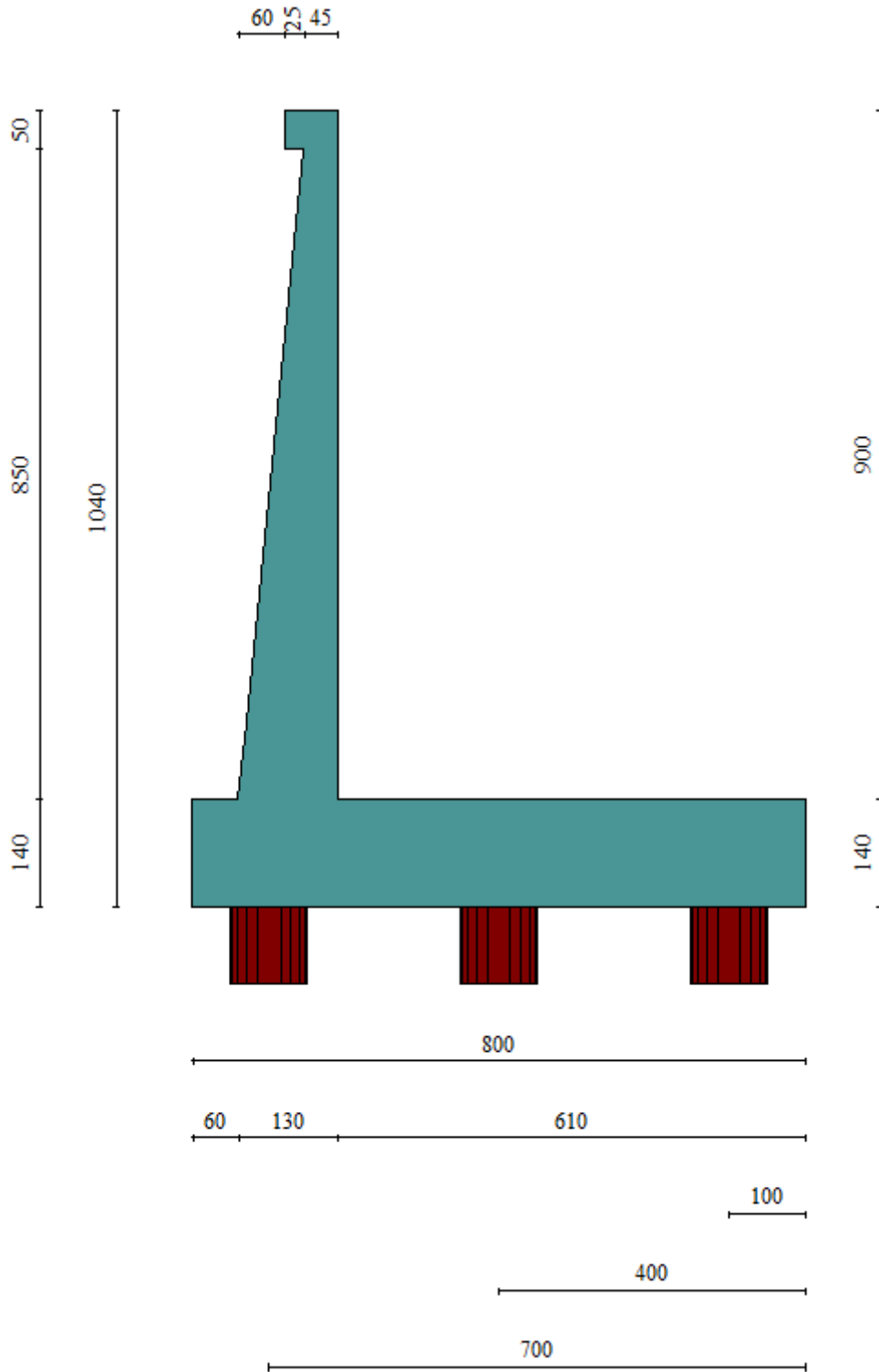


Figura 83: Geometria del muro di sostegno: sezione trasversale

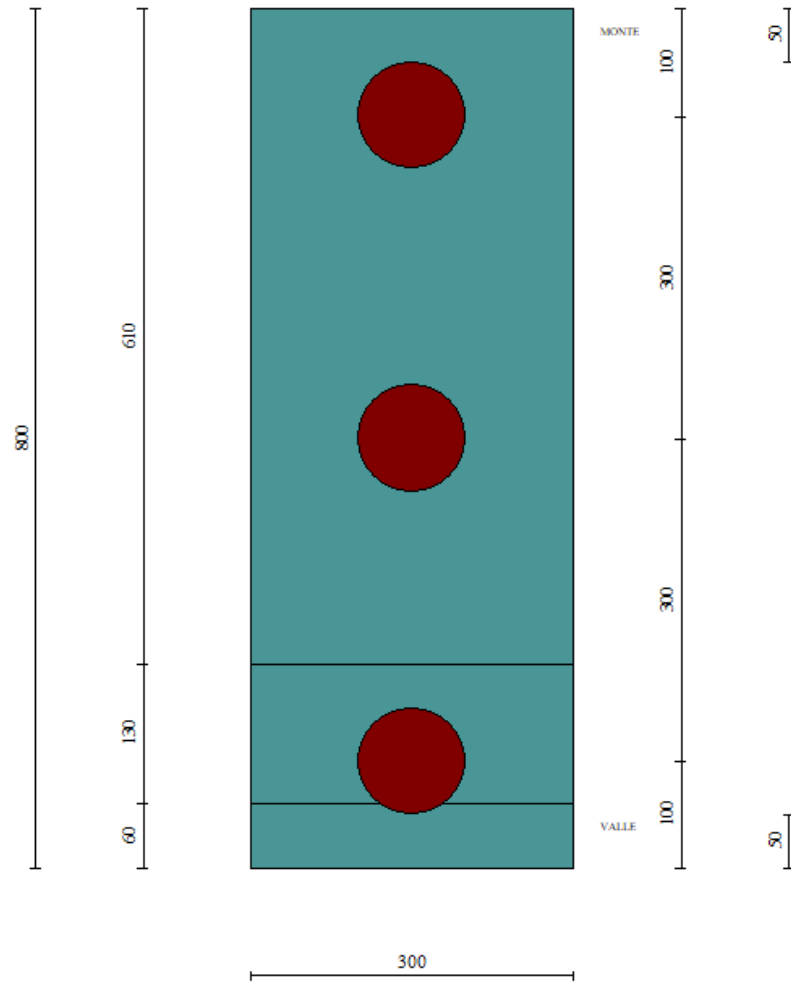


Figura 84:pianta fondazione su pali

### 9.6.1 Sollecitazioni Paramento

Si riportano le sollecitazioni sul paramento che non sono influenzate dalla lunghezza dei pali o dalla tipologia di terreno di fondazione ma esclusivamente dal terreno spingente a tergo. **Occorre precisare che nelle verifiche geotecniche il terreno dinanzi la fondazione è stato considerato pesante ma privo di resistenza passiva**

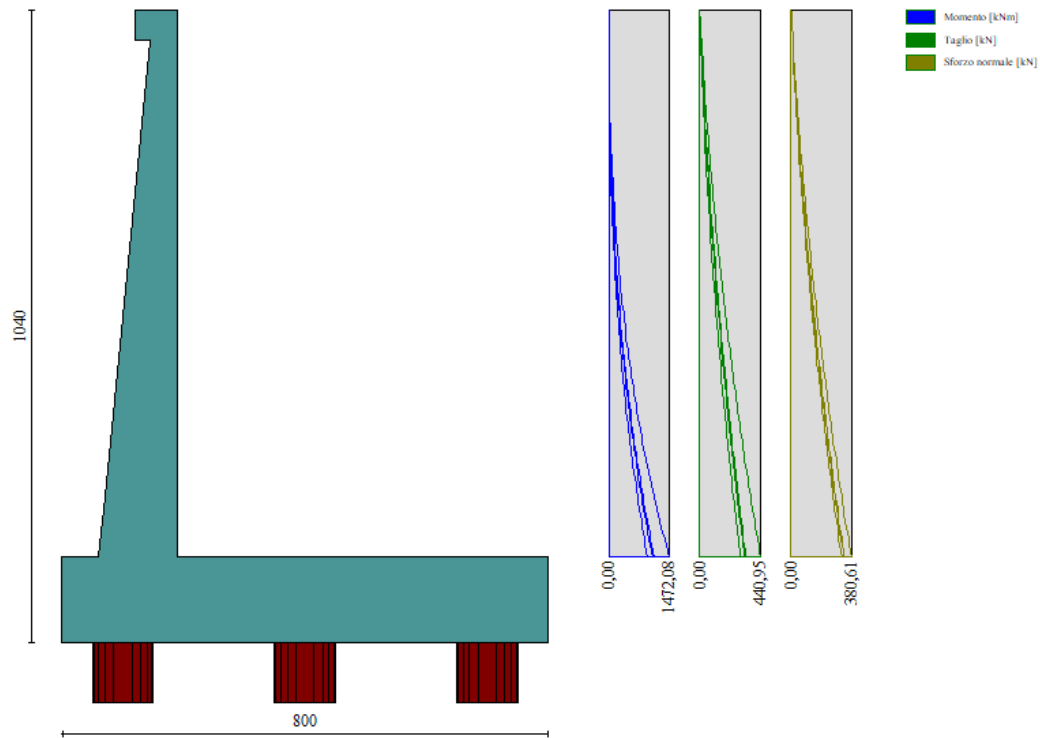


Figura 85 – Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni statiche

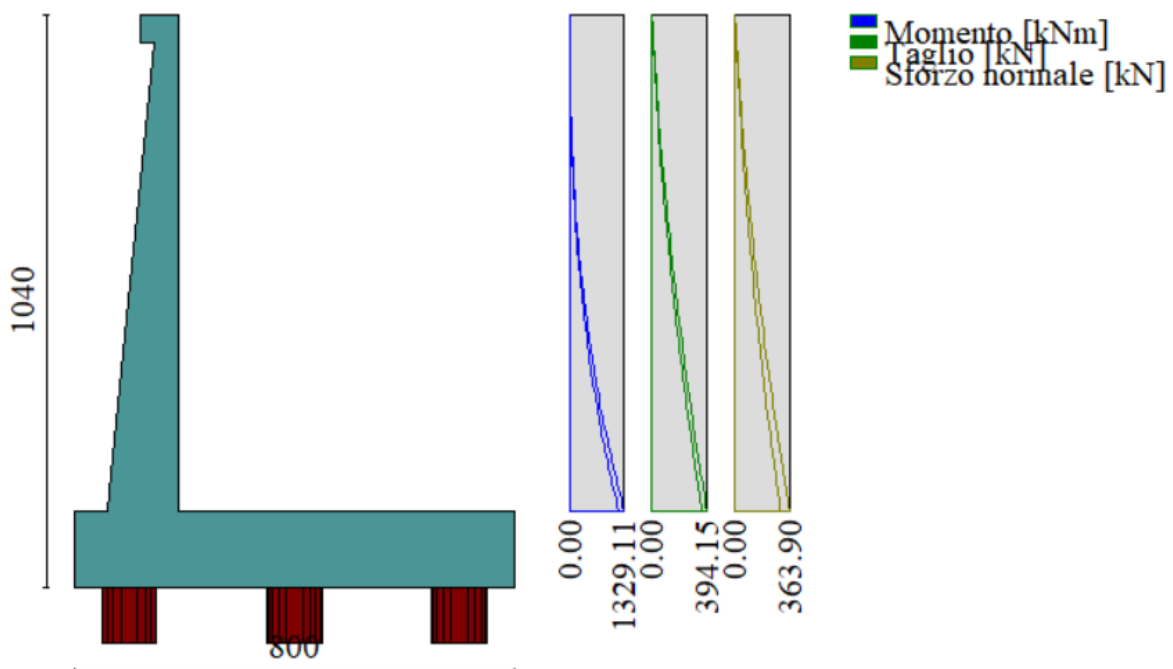


Figura 86- Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni sismiche

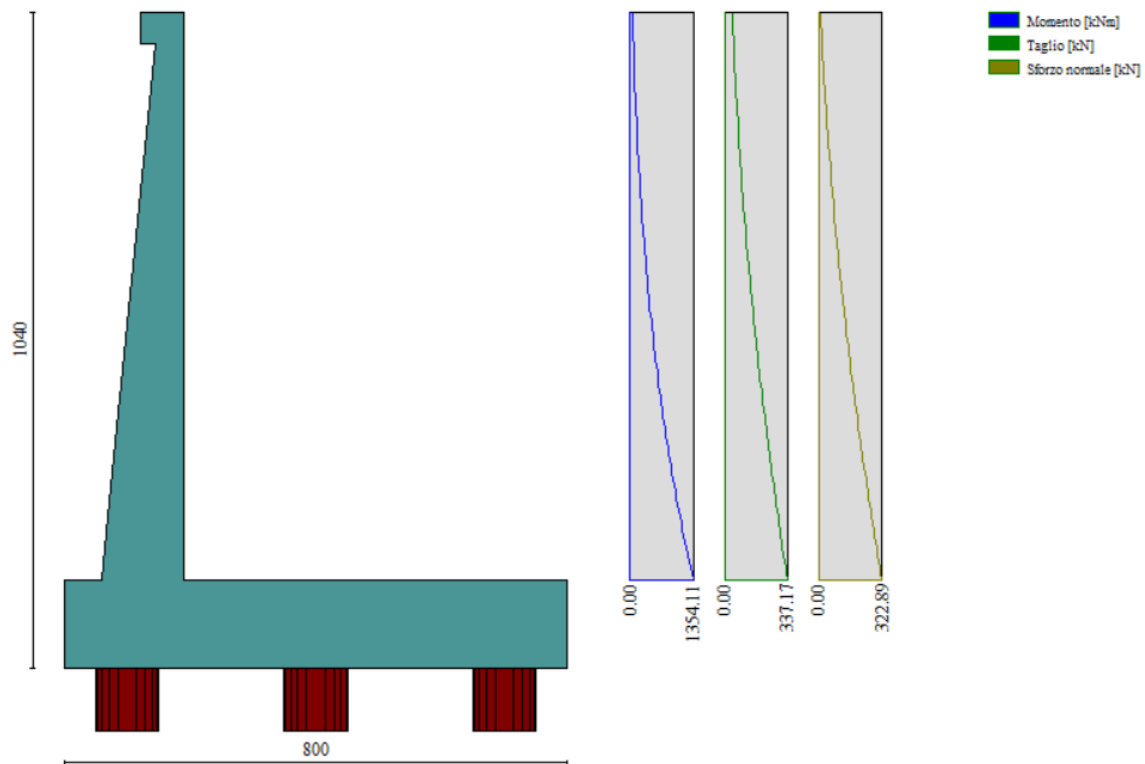


Figura 87: sollecitazione combinazione eccezionale d'urto

### 9.6.2 Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione

Sia le verifiche a pressoflessione che a taglio sono state eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati sulla base delle NTC2018 e mediante software di calcolo PressFle sulla base dell'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni. Nelle verifiche è stato considerato un copriferro (distanza tra il bordo e l'asse del ferro longitudinale) pari a 80mm.

Elemento	STATICA				SISMICA				urto			
	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Paramento	1472.08	-	380.61	440.95	1329.11	-	363.90	394.15	1354.11	-	322.89	337.17
Fondazione	889.21	617.73	-	508.19	2443.14	732.94	-	709.19	736.40	540.41	-	409.14

SLE rara				SLE quasi permanente				SLE frequente			
MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved
[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1111.61	-	335.41	336.15	941.13	-	317.99	295.75	1068.99	-	331.06	326.05
435.01	571	-	493.12	413.28	531.5		465.0	429.55	561.4		486.1



Tabella 106: sollecitazioni massime

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della piastra di fondazione.

Tabella 107: Armature di progetto paramento e piastra fondazione

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
Paramento	Φ26/10	Φ22/20	Piastra fondazione	Φ30/10	Φ30/10

Si dispongono ripartitori in fondazione Φ22/20 e nel paramento Φ16/20.

GEOMETRIA				VERIFICA A PRESSOFLESSIONE							
Elemento		b	h	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,x</sub>	N <sub>ed,min</sub>	Armature	c	d	M <sub>Rd</sub>	FS
		[mm]	[mm]	[kNm]	[kNm]	[kN]		[mm]	[mm]	[kNm]	[-]
Paramento	monte(rilevato)	1000	1300	1472.1	-	380.6	φ26/10	80	1220	2757.1	1.87
	valle						φ22/20	80			
Fondazione	Superiore	1000	1400	2443.1	-		φ30/10	80	1320	3411.5	1.40
	Inferiore						φ30/10	80			
Fondazione (ripartitori)	Superiore	1000	1400		732.9		φ22/20	80	1320	942.6	1.29
	Inferiore						φ22/20	80			

Tabella 108: verifica a pressoflessione

Per il paramento e la fondazione le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio,

Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo		TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO							
	b <sub>w</sub> (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	N <sub>sd</sub> (KN)	V <sub>sd</sub> (KN)	σ <sub>cp</sub> (Mpa)	ρ <sub>t</sub>	k	f <sub>ck</sub> (Mpa)	v <sub>min</sub>	V <sub>Rdmin</sub> (KN)	V <sub>Rct</sub> (KN)	F.S.
Paramento	1000	1300	80	1220	10	26	5306.6	0	440.95	0	0.004	1.40	33.2	0.34	409.69	500.86	1.14
Fondazione	1000	1400	80	1320	10	30	7065	0	709.19	0	0.005	1.39	33.2	0.33	435.89	574.24	0.81

Tabella 109: verifica elementi non armati a taglio

Per la fondazione la verifica per elementi non armati a taglio non è soddisfatta. Sia per la fondazione che per il paramento, per il quale si ha un esiguo margine di sicurezza, viene condotta la verifica per elementi armati a taglio, disponendo **ganci Φ14/40x20**. Si riporta la verifica a taglio:

Elemento	Armature trasversali				Inclinazione Bielle Compresse				Taglio Compressione		Taglio Trazione		risultati	
	n <sub>b</sub>	Ø	p (mm)	A <sub>sw</sub> (mm <sup>2</sup> )	α°	θ°	ctg θ	σ <sub>cp</sub> (Mpa)	α <sub>c</sub>	f' <sub>cd</sub> (Mpa)	V <sub>Rcd</sub> (KN)	V <sub>Rsd</sub> (KN)	V <sub>rd</sub>	F.S.
Paramento	2.5	14	200	384.65	90	21.8	2.5	0	1	18.81	3561.56	2065.80	2065.80	4.68
Fondazione	2.5	14	200	384.65	90	21.8	2.5	0	1	18.81	3853.49	2235.13	2235.13	3.15

Tabella 110: verifica per elementi armati a taglio

Si riportano infine le verifiche tensionali e a fessurazione:

Verifica delle tensioni	CLS 32/40										ACCIAIO B450C			
	$I_p$	$N_{Ed}$	$M_{ed,y}$	$M_{ed,x}$	$\sigma_{c,y}$	$\sigma_{c,x}$	$\sigma_{c,max} = 0,6 f_{ck}$	$FS_{,y}$	$FS_{,x}$	$\sigma_{f,y}$	$\sigma_{f,x}$	$\sigma_{f,max} = 0,8 f_{yk}$	$FS_{,y}$	$FS_{,x}$
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]
combinazione rara	Param.	335,4	1111,6	-	7,7		19,2	2,49	-	156,6		360,0	2,30	-
	Fond.	-	435,0	571,4	2,1	5,3	19,2	8,97	3,60	50,6	239,9	360,0	7,11	1,50

*Tabella 111: verifica tensionale combinazione rara*

Verifica delle tensioni	CLS 32/40								
	$I_p$	$N_{Ed}$	$M_{ed,y}$	$M_{ed,x}$	$\sigma_{c,y}$	$\sigma_{c,x}$	$\sigma_{c,max} = 0,45 f_{ck}$	$FS_{,y}$	$FS_{,x}$
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]
Combinazione quasi permanente	paramento	318,0	941,1	-	6,5	-	14,4	2,20	-
	fondazione	0,0	413,3	531,5	2,0	5,0	14,4	7,06	2,91

*Tabella 112: verifica tensionale combinazione quasi permanente*

Verifica a fessurazione	$I_p$	$N_{Ed}$	$M_{ed,y}$	$M_{ed,x}$	$w_l$	$w$	$FS_{,y}$
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
	Combinazione frequente	paramento	331,1	1069,0	0,0	0,2	0,0903
fondazione		0,0	429,6	561,4	0,2		-

*Tabella 113: verifica a fessurazione- combinazione frequente*

### 9.6.3 Sollecitazioni in testa ai pali

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di taglio, momento e sforzo normale. Si fa notare che nel software di calcolo, i pali sono stati considerati incernierati in testa ottenendo le sollecitazioni in termini di sforzo normale e taglio. Nella realtà i pali risultano essere incastrati nel plinto di fondazione, pertanto il valore del momento flettente verrà determinato sulla base della teoria di Matlock e Reese di seguito descritta.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incernierati a tale piastra.

Lo sforzo normale nei pali è calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{M}{d}$$

Dove  $d$  rappresenta l'interasse trasversale tra i pali.

Pertanto, allo sforzo normale derivato dal codice di calcolo è stato sommato il contributo di compressione o di trazione generato dall'azione flettente, per tener conto dell'interazione palo-terreno.

Le azioni derivanti da questo modello vengono confrontate con le curve di capacità portante dei pali di fondazione.

Mentre le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali come di seguito riportato:

$$V_i = \frac{V_{Ed}}{n}$$

In definitiva, gli scarichi a testa palo sono pari a quanto di seguito riportato.

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

<b>Cmb</b>	<b>Ip</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
		<b>[kN]</b>	<b>[kNm]</b>	<b>[kN]</b>
1 - STR (A1-M1-R3)	1	1666.79	0	-574.84
	2	2019.83	0	-574.84
	3	2372.87	0	-574.84
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	764.9	0	-848.77
	2	1985.4	0	-848.77
	3	3205.89	0	-848.77
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	365.19	0	-802.03
	2	1575.62	0	-802.03
	3	2786.06	0	-802.03
ECCA. URTO	1	1342.29	0	-434.01
	2	1766.79	0	-434.01
	3	2191.3	0	-434.01
7 - SLER	1	1697.86	0	-438.67
	2	1903.76	0	-438.67
	3	2109.66	0	-438.67
8 - SLEF	1	1668.15	0	-427.03
	2	1868.24	0	-427.03
	3	2068.33	0	-427.03
9 - SLEQ	1	1579.61	0	-392.6
	2	1761.89	0	-392.6
	3	1944.17	0	-392.6

**Tabella 114: Scarichi in testa ai pali**

Per la valutazione del momento flettente a testa palo si è utilizzata la teoria di Matlock e Reese per la quale il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente  $\alpha$  (espresso in metri) "coefficiente di Matlock e Reese":

$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente  $\alpha$  dipende principalmente dalle caratteristiche di rigidezza relative palo-terreno e, generalmente, fornisce un valore del momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo,  $D$ ,  $\alpha$  dipende quindi dalla rigidezza del terreno. Nelle verifiche si è fatto riferimento al seguente coefficiente di Matlock e Reese:

PALI D1000

$\alpha = 1.9681 \text{ m}$

Tabella 115: parametro  $\alpha$

Vengono riportate nella tabella che segue le sollecitazioni in testa ai pali.

Combinazione	Ip	V	$\alpha$	M	N	N+M/d
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	574.8	1.968	1131.3	1666.8	1101.1
	2	574.8	1.968	1131.3	2019.8	2019.8
	3	574.8	1.968	1131.3	2372.9	2938.5
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	848.8	1.968	1670.5	764.9	-70.3
	2	848.8	1.968	1670.5	1985.4	1985.4
	3	848.8	1.968	1670.5	3205.9	4041.1
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	802.0	1.968	1578.5	365.2	-424.0
	2	802.0	1.968	1578.5	1575.6	1575.6
	3	802.0	1.968	1578.5	2786.1	3575.3
ECCEZ. URTO	1	434.0	1.968	854.2	1342.3	915.2
	2	434.0	1.968	854.2	1766.8	1766.8
	3	434.0	1.968	854.2	2191.3	2618.4
SLE - Rara	1	438.7	1.968	863.3	1697.9	1266.2
	2	438.7	1.968	863.3	1903.8	1903.8
	3	438.7	1.968	863.3	2109.7	2541.3
SLE - Frequente	1	427.0	1.968	840.4	1668.2	1247.9
	2	427.0	1.968	840.4	1868.2	1868.2
	3	427.0	1.968	840.4	2068.3	2488.5
SLE - Quasi Permanente	1	392.6	1.968	772.7	1579.6	1193.3
	2	392.6	1.968	772.7	1761.9	1761.9
	3	392.6	1.968	772.7	1944.2	2330.5

Tabella 116: sollecitazioni in testa ai pali

Si riportano inoltre nella seguente tabella, ai fini delle prove in corso d'opera, le sollecitazioni in punta ai pali pari a 1.5SLE (ai sensi del par. 6.4.3.7.2. delle NTC 2018):

Combinazione	Ip	V	$\alpha$	M	N
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]
1.5*SLE_rara	1	438.7	1.968	863.3	2546.8
	2	438.7	1.968	863.3	2855.6
	3	438.7	1.968	863.3	3164.5

Tabella 117: sollecitazioni 1.5\*SLE

Al fine di determinare le sollecitazioni lungo il fusto del palo si fa riferimento alla già citata teoria di Matlock&Reese secondo cui i valori di momento flettente e taglio possono essere determinati secondo le seguenti espressioni:

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

$$\begin{aligned} \text{Taglio:} \quad F &= A_v F_0 + B_v M_0/T \\ \text{Momento:} \quad M &= A_m F_0 T + B_m M_0 \end{aligned}$$

Dove:

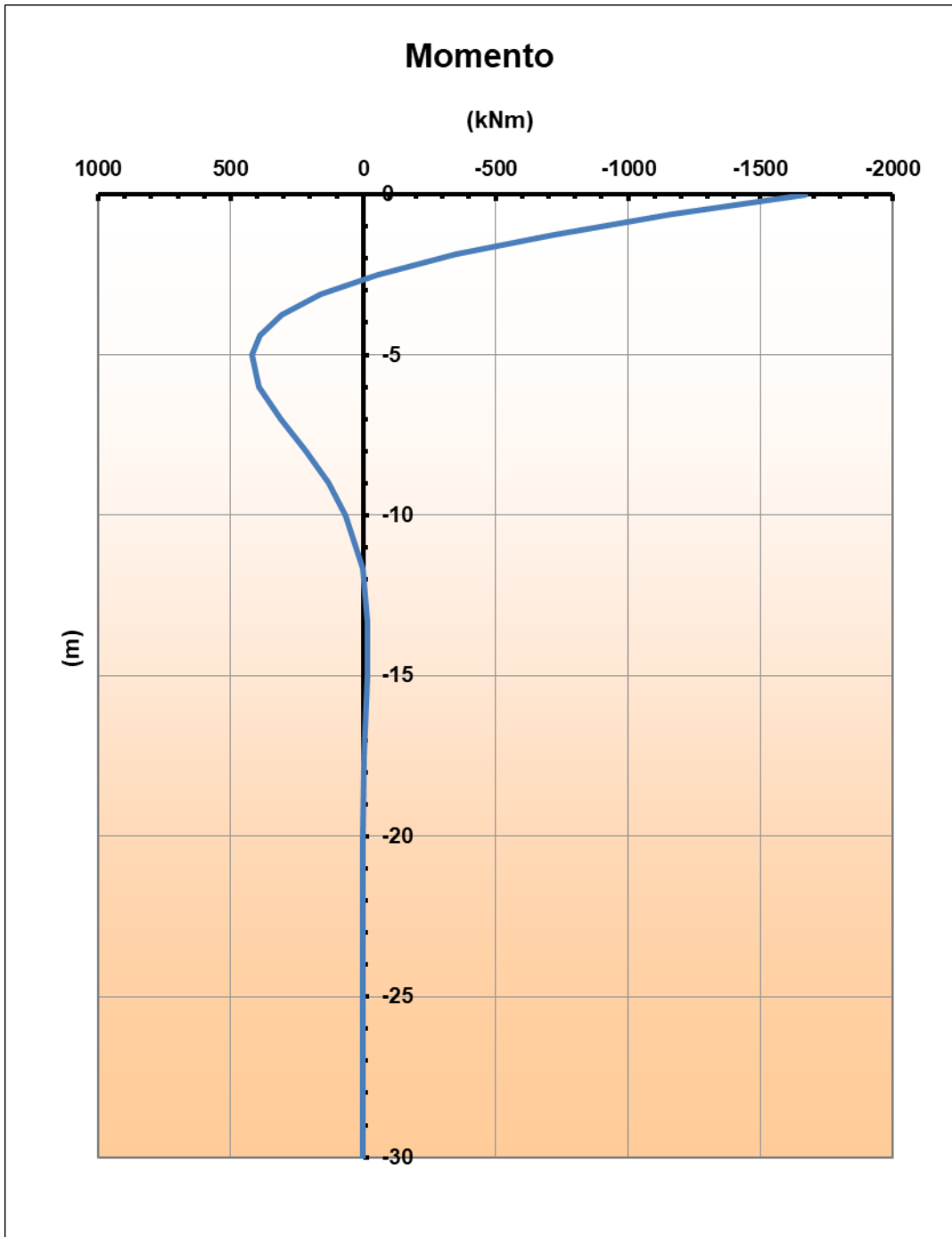
- $A_v, A_m, B_v, B_m$  sono i coefficienti adimensionali di flessibilità della sommità del palo;
- $F_0$  è il taglio massimo in testa al palo allo SLU/SLV;
- $M_0$  è il momento massimo in sommità per palo impedito di ruotare pari a  $M_0 = -\alpha F_0$
- $T$  è la lunghezza elastica pari a  $T = (EJ/K_h)^{0.20}$

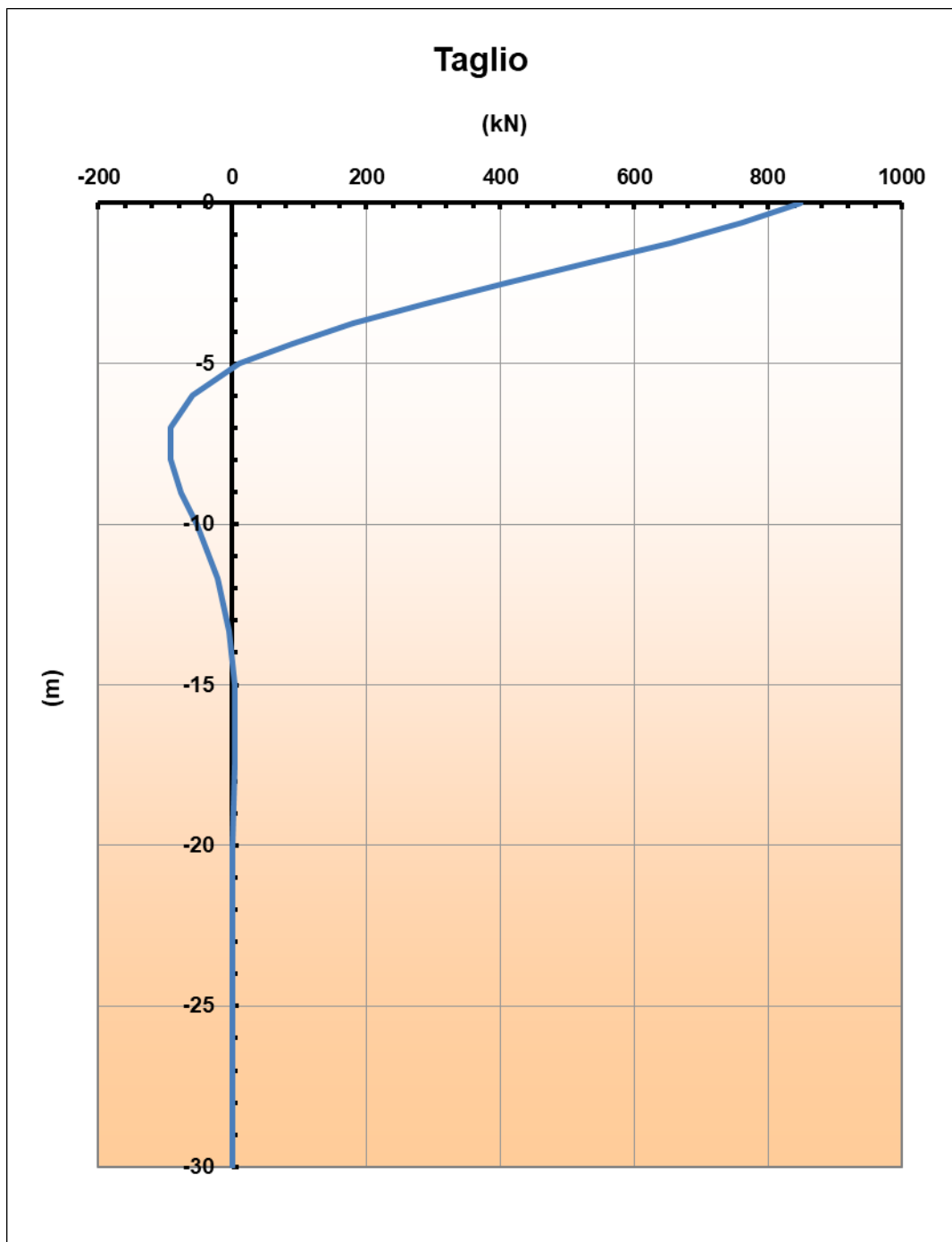
<b>z</b>	<b>z/T</b>	<b>A<sub>v</sub></b>	<b>A<sub>m</sub></b>	<b>B<sub>v</sub></b>	<b>B<sub>m</sub></b>
<b>[m]</b>					
0.000	0	1	0	0	1
-0.626	0.238	0.7859	0.213	-0.1497	0.9821
-1.249	0.475	0.5567	0.3728	-0.2863	0.9297
-1.875	0.713	0.332	0.478	-0.3953	0.8477
-2.501	0.951	0.1297	0.532	-0.4683	0.744
-3.124	1.188	-0.0368	0.5419	-0.5028	0.6275
-3.750	1.426	-0.1637	0.5168	-0.5021	0.5071
-4.376	1.664	-0.2491	0.4666	-0.472	0.3905
-5.000	1.901	-0.298	0.4008	-0.4157	0.284
-6.002	2.282	-0.3048	0.2832	-0.3124	0.1437
-7.001	2.662	-0.2575	0.1743	-0.1984	0.0469
-8.000	3.042	-0.1867	0.0895	-0.1034	-0.0091
-9.002	3.423	-0.1186	0.032	-0.0386	-0.0347
-10.002	3.803	-0.0602	-0.002	0.002	-0.041
-11.669	4.437	-0.0091	-0.0218	0.0234	-0.0306
-13.337	5.071	0.011	-0.019	0.0211	-0.0153
-15.002	5.704	0.0123	-0.0107	0.0111	-0.0049
-17.503	6.655	0.0053	-0.0019	0.0014	0.0004
-20.004	7.606	0	0	0	0
-30	7.606	0	0	0	0

**Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati della Relazione Geotecnica.**

Per il caso in esame si ha:

Si riportano i diagrammi relativi al profilo delle sollecitazioni flettenti e di taglio lungo il fusto del palo, calcolate considerando la combinazione di carico più gravosa (SLV).





Il momento flettente e il taglio massimi vengono raggiunti in corrispondenza della sommità dei pali.

**Alla profondità di 12m in corrispondenza della quale si prevede una riduzione del quantitativo di armatura le sollecitazioni sono pari a circa  $M= 22\text{KNm}$  e  $T= -30.7 \text{ KN}$ . Tali sollecitazioni risultano essere talmente modeste da garantire il completo soddisfacimento delle verifiche strutturali.**

Si riportano in seguito le verifiche strutturali effettuate con riferimento alle sollecitazioni massime agenti testa-palo.

#### 9.6.4 Verifiche strutturali pali

Per i pali di fondazione di diametro  $D=1000\text{mm}$  si prevede una doppia gabbia di armatura:

- **Gabbia esterna  $24\phi 30$  di lunghezza 30m;**
- **Gabbia interna  $24\phi 30$  di lunghezza 12m;**

si prevede a taglio **una staffa a spirale  $\phi 16/20$**

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per i pali ad un copriferro di calcolo (distanza tra bordo e asse armature longitudinali) pari a 9.1cm per la gabbia di armatura esterna e pari a 12.1cm per la gabbia di armatura interna;

##### 9.6.4.1 Verifiche SLU-Pressoflessione

Occorre osservare che la determinazione dell'armatura nei pali di fondazione dipende anche dal soddisfacimento della verifica a carico limite orizzontale (Broms) riportata al paragrafo 9.1.5.

Si riporta in seguito la verifica a presso-flessione.

Verifica a pressoflessione	$I_p$	$M_{Ed}$	$N_{Ed}$	$M_{Rd}$	FS
	[-]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	1131.3	1666.8	4166.9	3.68
	2	1131.3	2019.8	4268.7	3.77
	3	1131.3	2372.9	4346.0	3.84
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	1670.5	764.9	4003.4	2.40
	2	1670.5	1985.4	4265.3	2.55
	3	1670.5	3205.9	4408.4	2.64
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	1578.5	365.2	3946.9	2.50
	2	1578.5	1575.6	4222.6	2.68
	3	1578.5	2786.1	4387.0	2.78
ECCEZ. URTO	1	854.2	1342.3	4143.5	4.85
	2	854.2	1766.8	4243.1	4.97
	3	854.2	2191.3	4322.1	5.06

*Tabella 118: Verifica a pressoflessione*

##### 9.6.4.2 Taglio

Le verifiche a taglio sono state condotte con riferimento ad elementi in c.a. armati a taglio, avendo assunto come inclinazione del puntone compresso  $\theta = 27^\circ$ .

Verifica a taglio ( $\theta = 27^\circ$ )	$I_p$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	1666.8	574.8	1142.3	2289.3	1164.1	2.03
	2	2019.8	574.8	1142.3	2289.3	1164.1	2.03
	3	2372.9	574.8	1142.3	2289.3	1164.1	2.03
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	764.9	848.8	1142.3	2289.3	1164.1	1.37
	2	1985.4	848.8	1142.3	2289.3	1164.1	1.37
	3	3205.9	848.8	1142.3	2289.3	1164.1	1.37
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	365.2	802.0	1142.3	2289.3	1164.1	1.45



ECCEZ.URTO	2	1575.6	802.0	1142.3	2289.3	1164.1	1.45
	3	2786.1	802.0	1142.3	2289.3	1164.1	1.45
	1	1342.3	434.0	1142.3	2289.3	1164.1	2.68
	2	1766.8	434.0	1142.3	2289.3	1164.1	2.68
	3	2191.3	434.0	1142.3	2289.3	1164.1	2.68

*Tabella 119: verifica a taglio*

### 9.6.4.3 Verifiche SLE

Si riportano le verifiche tensionali e a fessurazione dei pali eseguite mediante il software pressFle.

Verifica delle tensioni			CLS 32/40			ACCIAIO B450C		
	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$\sigma_c$	$\sigma_{c,max} = 0,6 f_{ck}$	FS	$\sigma_f$	$\sigma_{f,max} = 0,8 f_{yk}$	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Rara	1697.9	863.3	17.4	19.2	1.11	94.3	360.0	3.82

Verifica delle tensioni			CLS C32/40		
	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$\sigma_c$	$\sigma_{c,max} = 0,45 f_{ck}$	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Quasi Permanente	1579.6	773	12.5	14.4	1.15

*Tabella 120: verifica limitazione tensioni*

Verifica a fessurazione	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$w_f$	$w_1$	FS
	[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[-]
SLE - Quasi Permanente	1579.6	772.7	0.092	0.200	2.17
SLE - Frequente	1668.2	840.4	0.105	0.300	2.86

*Figura 88: verifica a fessurazione*

### 9.6.5 Verifiche geotecniche dei pali

#### 9.6.5.1 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali

La determinazione della lunghezza dei pali è il risultato della verifica di capacità portante. Si riporta la verifica di capacità portante e la lunghezza dei pali ottenuta considerando la curva di portanza relativa ai pali D1000 nel tratto da pk 0+000 a pk 0+050.

curve di portanza km 0-0+050							
Capacità portante nei confronti dei carichi verticali di compressione - SLU-							
$L_p$	$Q_{ll}$	$Q_{bl}$	$W_p$	$Q_u$	$Q_d$	$N_{max}$	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
0	0	381	0	381	165	4041	0.04
0.5	26	507	3	530	230	4041	0.06
1	59	634	6	686	299	4041	0.07
1.5	99	761	10	850	372	4041	0.09

2	146	888	13	1021	448	4041	0.11
2.5	201	1015	16	1200	528	4041	0.13
3	261	1075	19	1317	582	4041	0.14
3.5	325	1135	22	1438	637	4041	0.16
4	392	1195	25	1562	694	4041	0.17
4.5	463	1255	29	1689	753	4041	0.19
5	537	1315	32	1820	814	4041	0.20
5.5	615	1375	35	1955	877	4041	0.22
6	696	1435	38	2093	941	4041	0.23
6.5	780	1495	41	2234	1007	4041	0.25
7	868	1555	45	2379	1075	4041	0.27
7.5	960	1616	48	2527	1144	4041	0.28
8	1054	1676	51	2679	1216	4041	0.30
8.5	1153	1736	54	2834	1289	4041	0.32
9	1255	1796	57	2993	1364	4041	0.34
9.5	1360	1856	60	3155	1440	4041	0.36
10	1469	1916	64	3321	1519	4041	0.38
10.5	1581	1976	67	3490	1599	4041	0.40
11	1697	2036	70	3663	1681	4041	0.42
11.5	1816	2096	73	3839	1765	4041	0.44
12	1938	2156	76	4018	1850	4041	0.46
12.5	2064	2216	80	4201	1937	4041	0.48
13	2194	2276	83	4388	2026	4041	0.50
13.5	2327	2337	86	4578	2117	4041	0.52
14	2463	2397	89	4771	2210	4041	0.55
14.5	2603	2457	92	4968	2304	4041	0.57
15	2747	2517	95	5168	2400	4041	0.59
15.5	2894	2577	99	5372	2498	4041	0.62
16	3044	2637	102	5579	2598	4041	0.64
16.5	3198	2697	105	5790	2699	4041	0.67
17	3355	2757	108	6004	2802	4041	0.69
17.5	3516	2817	111	6222	2907	4041	0.72
18	3680	2877	115	6443	3014	4041	0.75
18.5	3847	2937	118	6667	3122	4041	0.77
19	4019	2997	121	6895	3233	4041	0.80
19.5	4193	3058	124	7127	3345	4041	0.83
20	4371	3118	127	7362	3458	4041	0.86
20.5	4553	3142	130	7564	3558	4041	0.88
21	4738	2916	134	7520	3551	4041	0.88
21.5	4926	2690	137	7479	3546	4041	0.88
22	5118	2464	140	7442	3543	4041	0.88
22.5	5313	2238	143	7409	3541	4041	0.88

23	5512	2013	146	7378	3541	4041	0.88
23.5	5705	1787	150	7342	3538	4041	0.88
24	5840	1794	153	7482	3607	4041	0.89
24.5	5966	1802	156	7612	3671	4041	0.91
25	6092	1810	159	7742	3736	4041	0.92
25.5	6217	1817	162	7872	3800	4041	0.94
26	6343	1825	165	8003	3864	4041	0.96
26.5	6469	1833	169	8133	3929	4041	0.97
27	6594	1840	172	8263	3993	4041	0.99
27.5	6720	1848	175	8393	4057	4041	1.00
28	6846	1856	178	8523	4121	4041	1.02
28.5	6971	1863	181	8653	4186	4041	1.04
29	7097	1871	184	8783	4250	4041	1.05
29.5	7222	1879	188	8913	4314	4041	1.07
30	7348	1886	191	9044	4378	4041	1.08

*Tabella 121: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali*

**In accordo con la curva di capacità portante ottenuta, è stata considerata una lunghezza dei pali pari a 30m.**

#### 9.6.5.2 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali

Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali dei pali all'SLU, secondo la teoria di Broms descritta nel § 6.1.

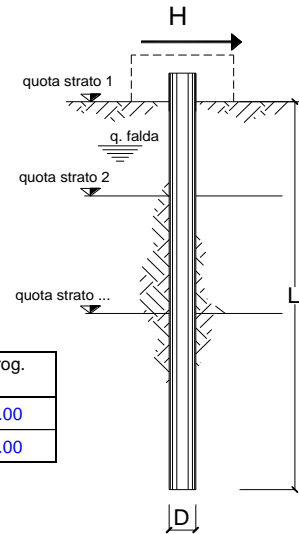
La lunghezza del palo è tale da definire delle condizioni di palo lungo. La doppia gabbia deve essere prevista fino alla profondità di 12m in corrispondenza della quale si ha la formazione della cerniera plastica e al di sopra della quale si stabiliscono delle condizioni di palo intermedio.

Verifica di capacità portante H	$I_p$	$V_{Ed}$	$N_{Ed}$	$M_{Rd}$	$H_d$	$F_d$	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	574.8	1101.1	4166.9	1154.0	574.8	2.01
	2	574.8	2019.8	4268.7	1175.3	574.8	2.04
	3	574.8	2938.5	4346.0	1175.3	574.8	2.04
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	848.8	-70.3	4003.4	1111.8	848.8	1.31
	2	848.8	1985.4	4265.3	1175.3	848.8	1.38
	3	848.8	4041.1	4408.4	1196.3	848.8	1.41
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	802.0	-424.0	3946.9	1111.8	802.0	1.39
	2	802.0	1575.6	4222.6	1154.0	802.0	1.44
	3	802.0	3575.3	4387.0	1196.7	802.0	1.49
ECCEZ. URTO	1	434.0	915.2	4143.5	1154.0	434.0	2.66
	2	434.0	1766.8	4243.1	1154.0	434.0	2.66
	3	434.0	2618.4	4322.1	1175.3	434.0	2.71

*Tabella 122: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali – SLU*

opera

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_\psi$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_T$
SUD	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	Unità GS	272.70	19	9	35	3.69		35	3.69	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	Unità AL	247.70	19	9	27	2.66		27	2.66	
<input type="checkbox"/> strato 3						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 268.7 (m)  
 Diametro del palo D 1.00 (m)  
 Lunghezza del palo L 30.00 (m)  
 Momento di plasticizzazione palo My 4003.40 (kNm)  
 Step di calcolo 0.05 (m)

- palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

	<b>H medio</b>		<b>H minimo</b>	
Palo lungo	2457.1 (kN)		2457.1 (kN)	
Palo intermedio	15657.0 (kN)		15657.0 (kN)	
Palo corto	52804.6 (kN)		52804.6 (kN)	
	<b>H<sub>med</sub> 2457.1 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	<b>H<sub>min</sub> 2457.1 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>
	<b>H<sub>k</sub> = Min(H<sub>med</sub>/ξ<sub>3</sub> ; R<sub>min</sub>/ξ<sub>4</sub>)</b>		1445.34 (kN)	
	<b>H<sub>d</sub> = H<sub>k</sub>/γ<sub>T</sub></b>		<b>1111.80 (kN)</b>	
Carico Assiale Permanente (G):	G =		848.8 (kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)	
	<b>F<sub>d</sub> = G · γ<sub>G</sub> + Q · γ<sub>Q</sub> =</b>		<b>848.80 (kN)</b>	
	<b>FS = H<sub>d</sub> / F<sub>d</sub> =</b>		<b>1.31</b>	

Figura 89: verifica Broms-carico limite orizzontale

### 9.6.5.3 Verifica di stabilità globale

Si riportano i FS della verifica di stabilità globale effettuata con il metodo di Bishop in condizioni statiche e sismiche.

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	18.30	2.694

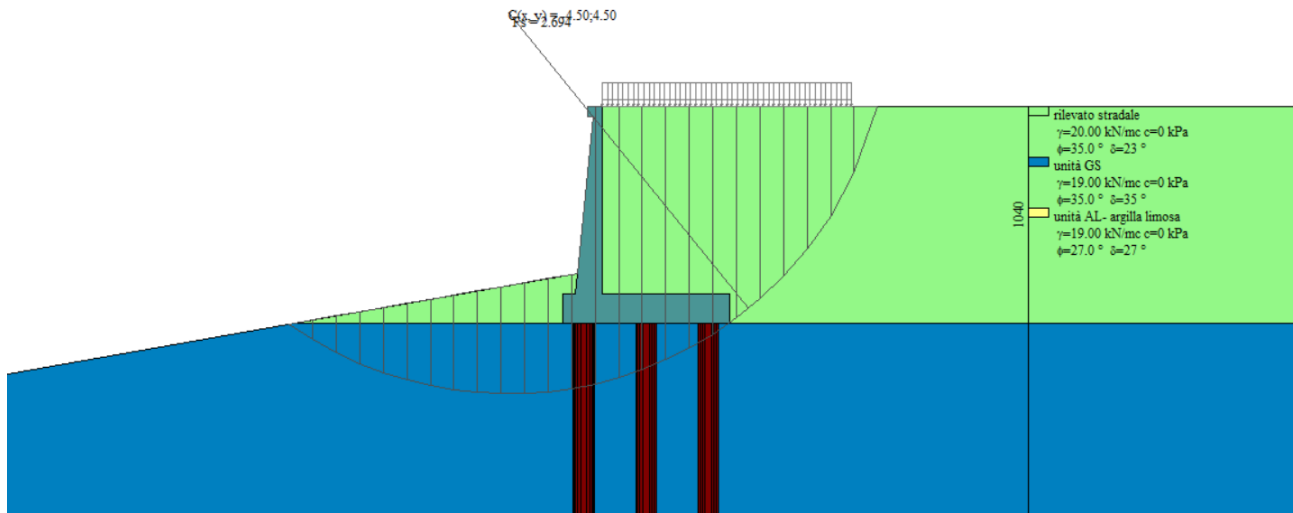


Figura 90: Verifica di stabilità globale\_ cond. statica\_FS=2.69

Ic	C [m]	R [m]	FS
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	18.30	2.246
4 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	18.30	2.265

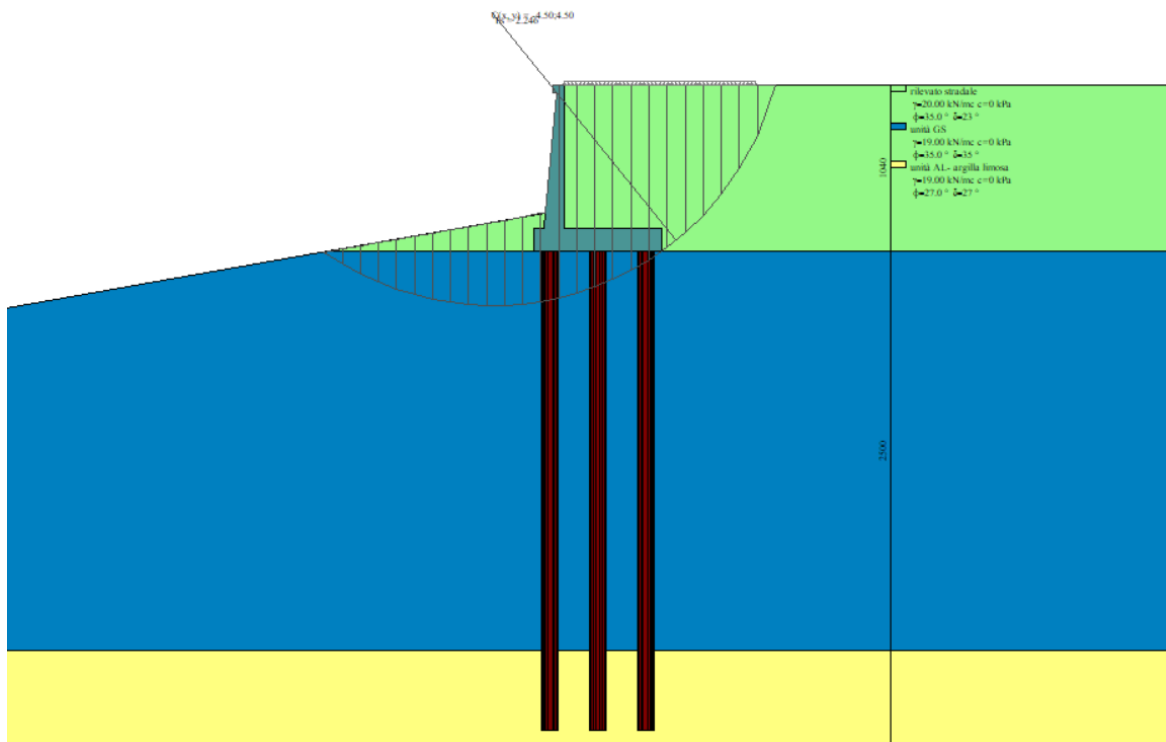


Figura 91: Verifica di stabilità globale\_ cond. sismica H+V (FS=2.246)

### 9.6.6 Verifica dell'inflessione del paramento

Ai fini della valutazione di possibili cedimenti a tergo del muro di sostegno, in corrispondenza della piattaforma stradale, si calcola l'inflessione del paramento sotto i carichi allo SLU.

Il calcolo dell'inflessione avviene facendo riferimento- cautelativamente- agli schemi noti della teoria dell'elasticità considerando come carico l'involuppo delle spinte sul paramento scondo cui la freccia massima è pari a :

$$f = \frac{q L^4}{30 E J}$$

Dove:

- q è la pressione triangolare massima agente alla base del paramento del muro;
- L è l'altezza del paramento;
- E è il modulo elastico del calcestruzzo;
- J è l'inerzia della sezione media del muro.

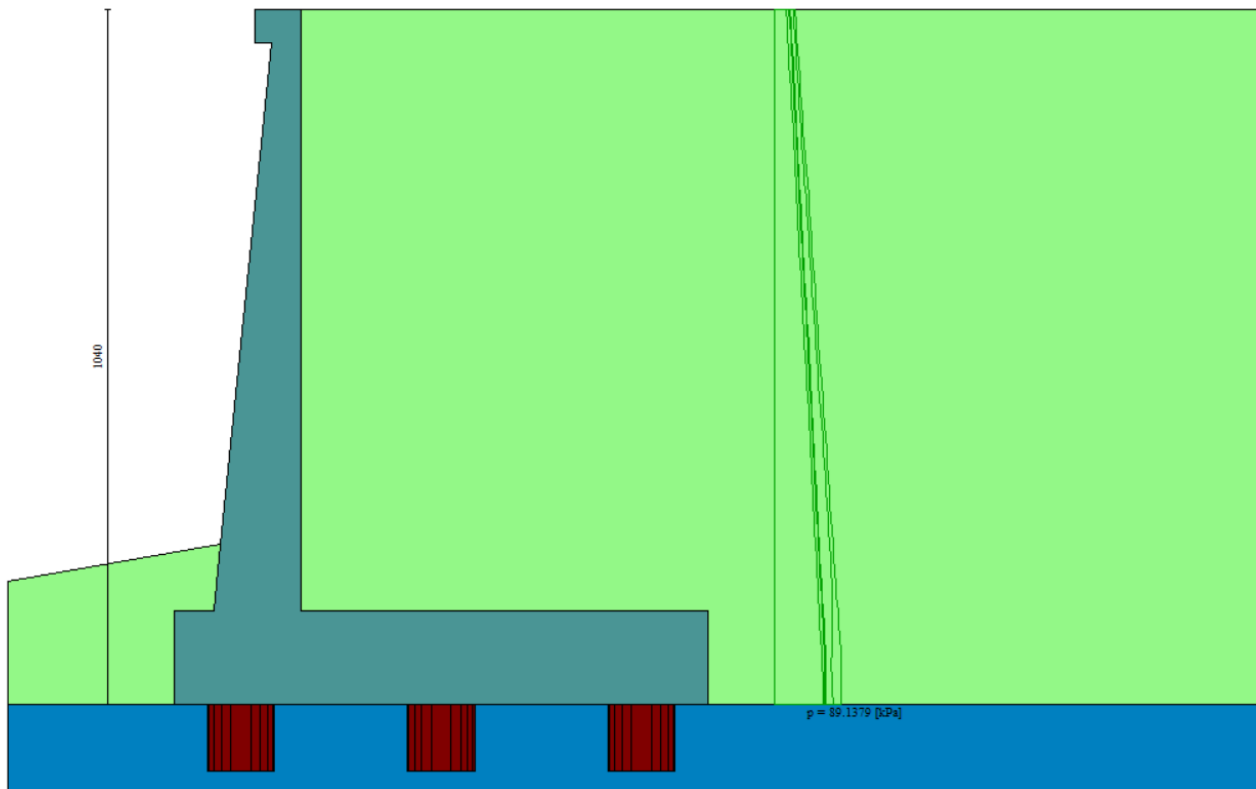


Figura 92: Involuppo spinte\_ combinazione statica SLU

Tipo	combinazione	fondazione	H <sub>paramento,max</sub>	S <sub>paramento,medio</sub>	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m <sup>4</sup> ]	[KN/m]	[mm]
H1	statica	pali	9.0	0.85	0.0510	89.17	11.94

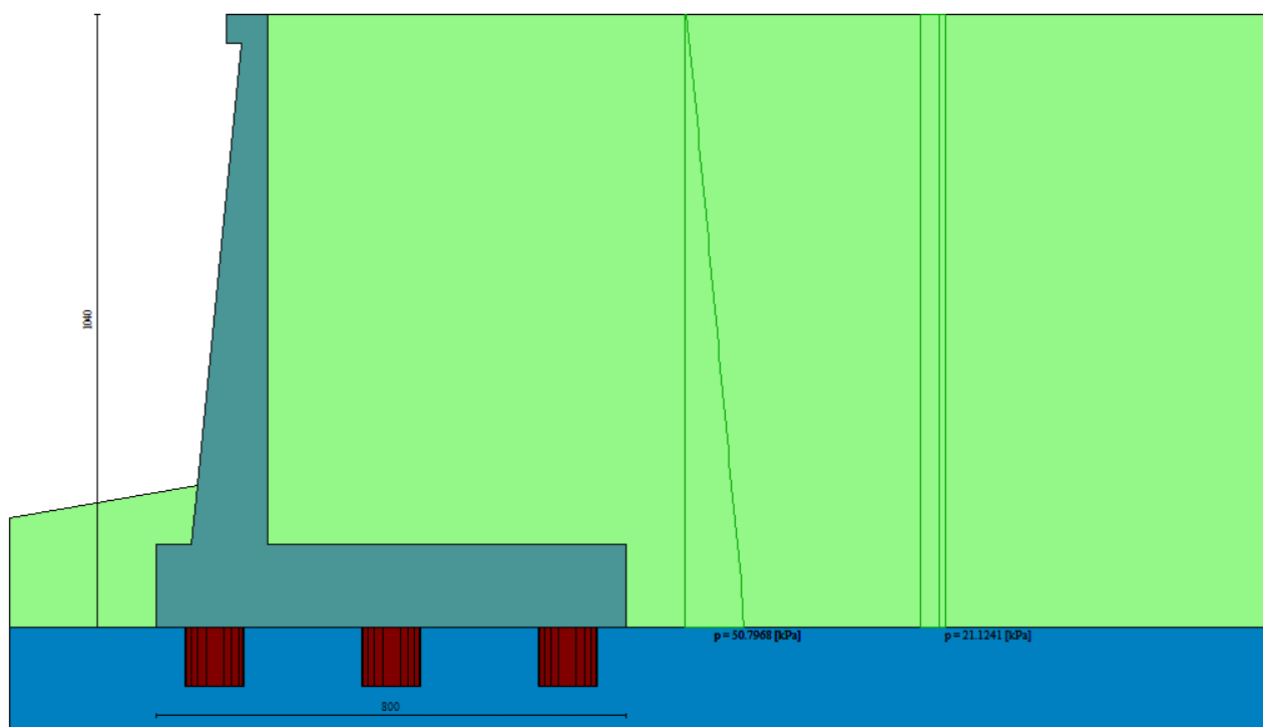


Figura 93: Involuppo spinte\_ combinazione sismica H+V

Tipo	combinazione	fondazione	$H_{\text{paramento,max}}$	$S_{\text{paramento,medio}}$	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m <sup>4</sup> ]	[KN/m]	[mm]
H1	sismica	pali	9.0	0.85	0.0510	71.91	9.63

**Sulla base del calcolo dell'inflessione del paramento in condizioni statiche e sismiche, si ritiene che i cedimenti indotti sul piano stradale risultano essere trascurabili**

#### 9.6.7 Verifiche locali della mensola per azioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 7.4. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a  $F = 79.5 \text{ kN}$ , applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera.

Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza  $d = 1.00 \text{ m}$  dalla base della barriera.

**Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.**

Il muro presenta una larghezza pari a 0.7m. Si dispone nella mensola una staffatura di  $\Phi 12/20$ .

La funzione di tali staffe è duplice:

- **Equilibrare l'azione orizzontale F;**
- **Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out.**

Per il punto 1. Il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a  $45^\circ$  della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi. Si considera una larghezza della piastra di 0.30m posizionata a 0.10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre  $\Phi 12/20$  che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.



Figura 94: cono di diffusione verifica staffe orizzontali

In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a  $F=79.5$  kN.

Le barre  $\Phi 12/20$  oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove  $A_s$  è l'area della staffa e  $n$  è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione.

Nel caso in esame è stata assunta, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0.3m che permette di individuare, considerando una diffusione a  $45^\circ$  all'interno dello spessore del cordolo, una larghezza collaborante pari a 1.50m all'interno della quale si dispongono 7 ferri e 14 bracci.

Conseguentemente si ha:

verifica delle staffe orizzontali				
Larghezza collaborante	n bracci orizzontali	Fsd	Frd	FS
[m]	[-]	[KN]	[KN]	[-]
1.50	14	712.51	79.53	8.96

Tabella 123: verifica 1 del cordolo portabARRIERA

La verifica risulta soddisfatta.

Per il punto 2. Il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a  $45^\circ$  a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.



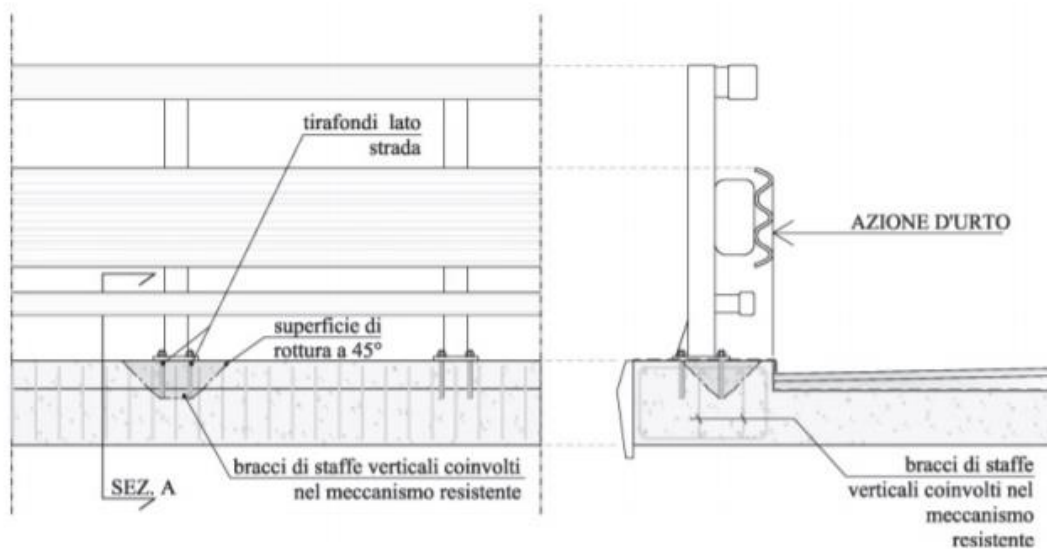


Figura 95: cono di diffusione verifica staffe verticali

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a  $l = 0.22$  m e un'altezza  $h$  della barriera sopra tale piastra di 1 m, si stima  $T_d$  come:

$$T_d = \frac{N \cdot h}{l}$$

Si dispongono delle staffe  $\Phi 12/20$ . Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19 cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di 0.22 m), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a 0.38m e longitudinale di 0.6m. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono 3.

Nel calcolare la resistenza delle staffe verticali si considera anche il contributo dei ferri longitudinali  $\Phi 26/20$  del paramento che sono accoppiati alle staffe. Pertanto si calcola la trazione resistente pari a:

$$T_r = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Verifiche delle staffe verticali				
$B_{long}$	$n$	$T_d$	$T_r$	FS
[m]	[m]	[KN]	[KN]	[-]
0.6	3	361.48	869.44	2.41

Le verifiche risultano essere soddisfatte.

## 9.7 MURO TIPOLOGICO I1 su 3 pali ( $H_{paramento}=10m$ )

Di seguito si riportano i risultati delle analisi del muro di sostegno denominato "TIPOLOGICO I1", aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

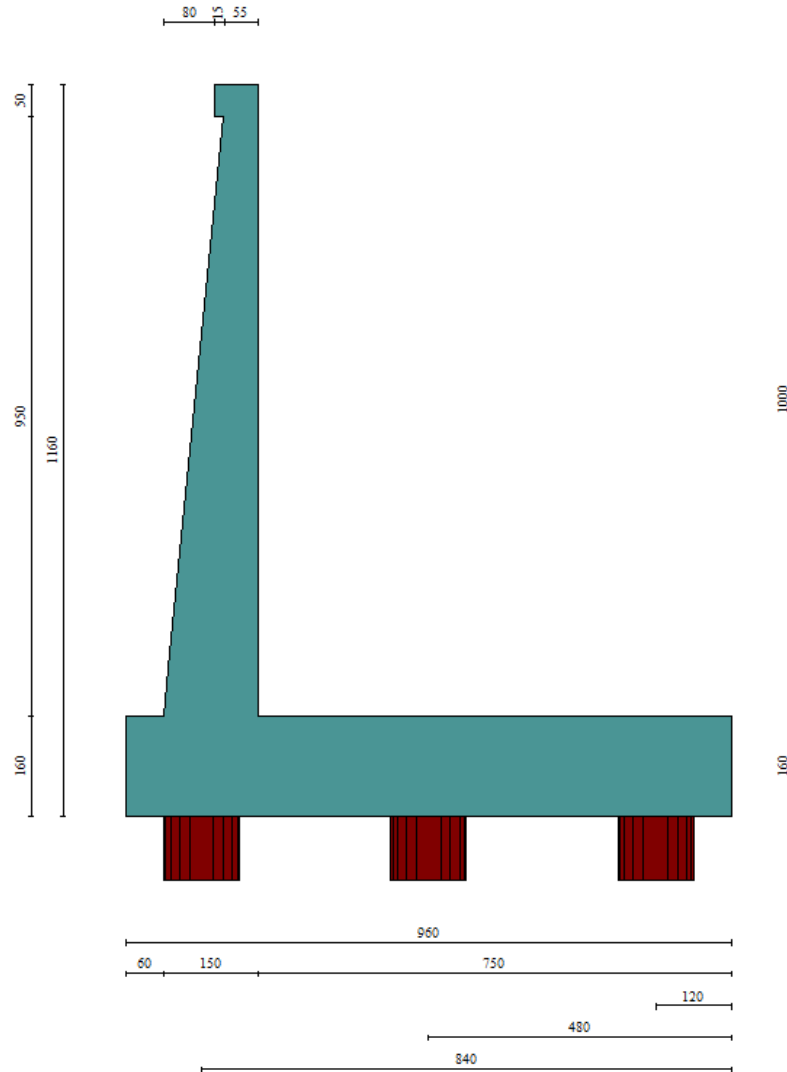
tipologico	fondazione	$H_{paramento}$	$H_{fondazione}$	N°pali	$D_{pali}$	$L_{pali}$
		[m]	[m]		[m]	[m]

I1	pali	10	1.6	3	1.20	36
----	------	----	-----	---	------	----

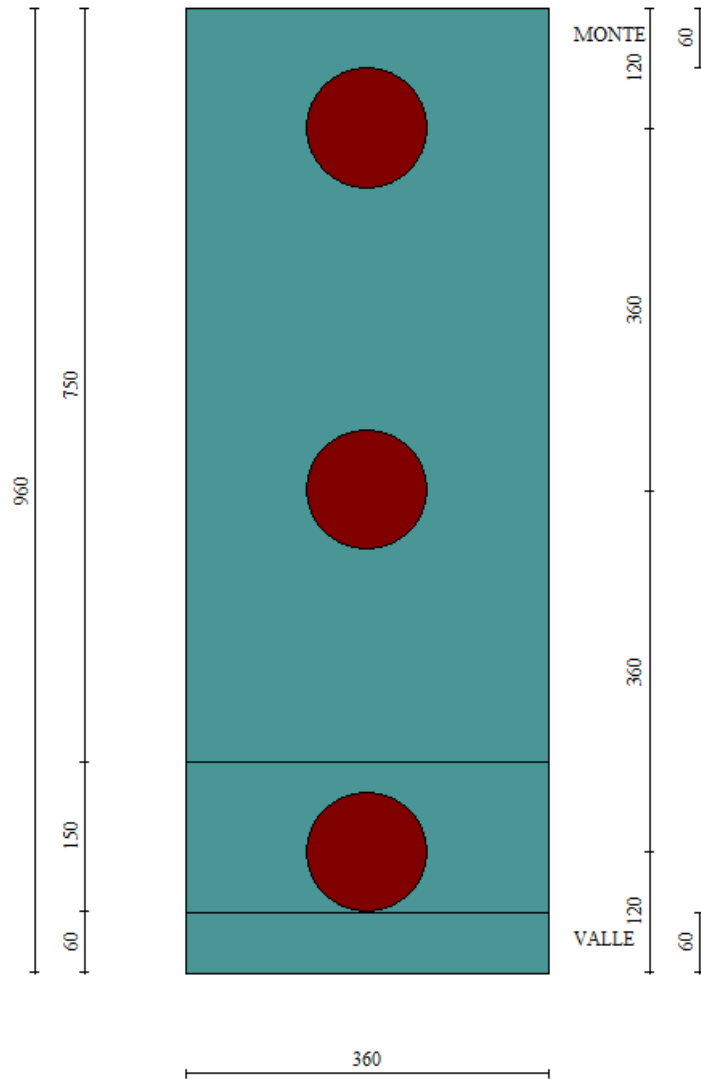
Tabella 124: caratteristiche geometriche muri di sostegno



Figura 96: modello di calcolo muro tipologico II



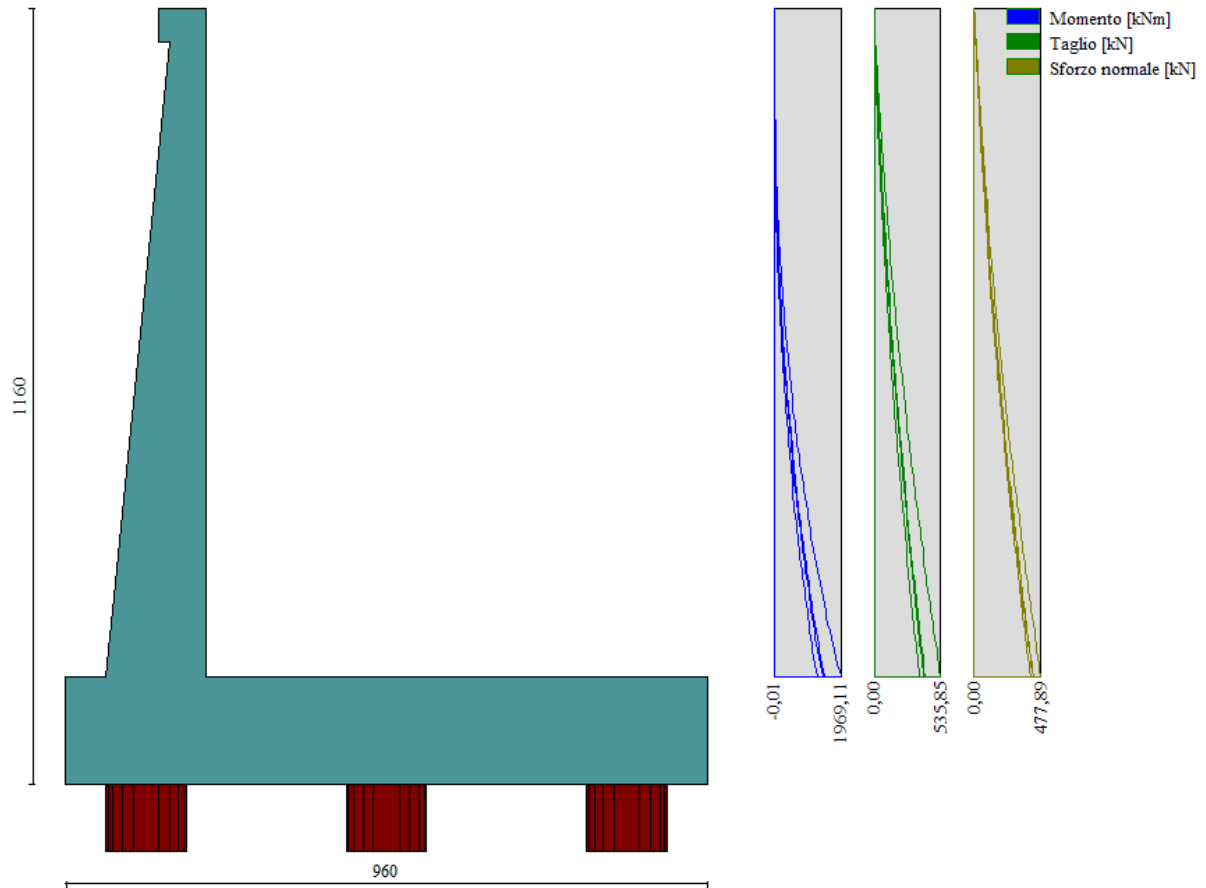
**Figura 97: Geometria muro di sostegno: sezione trasversale**



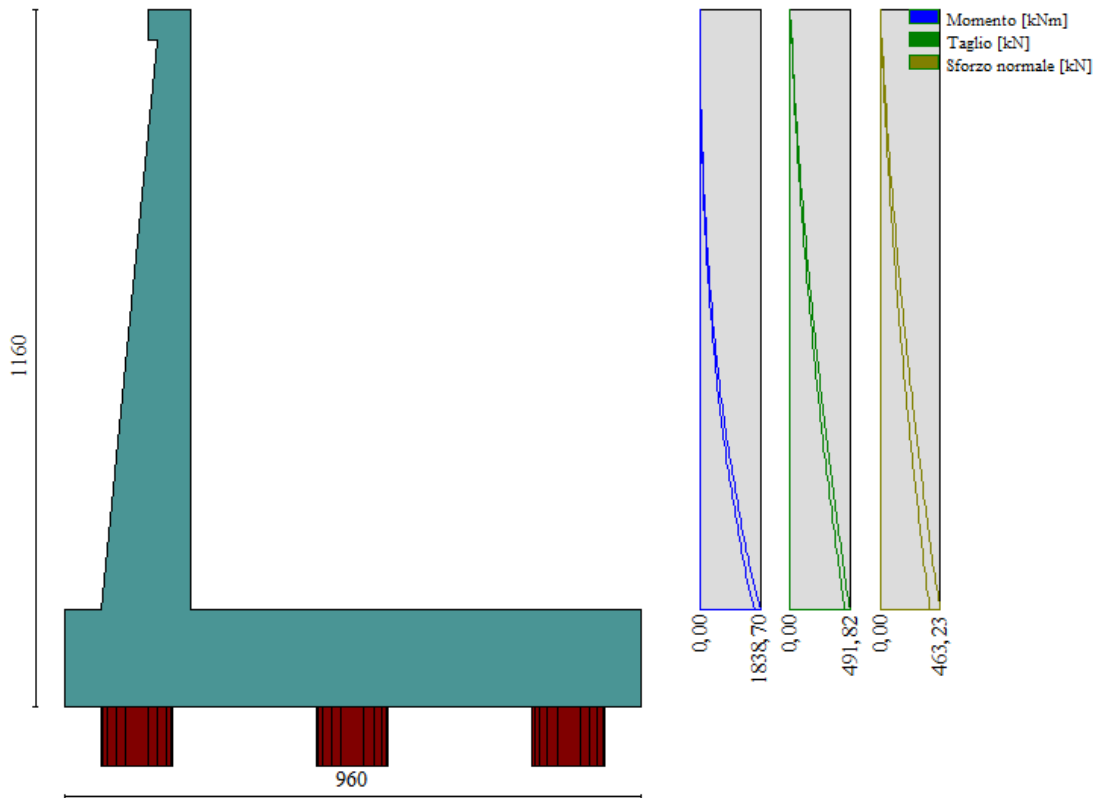
**Figura 98:pianta fondazione su pali**

### 9.7.1 Sollecitazioni Paramento

Si riportano le sollecitazioni sul paramento che non sono influenzate dalla lunghezza dei pali o dalla tipologia di terreno di fondazione ma esclusivamente dal terreno spingente a tergo:



*Figura 99 – Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni statiche*



**Figura 100- Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni sismiche**

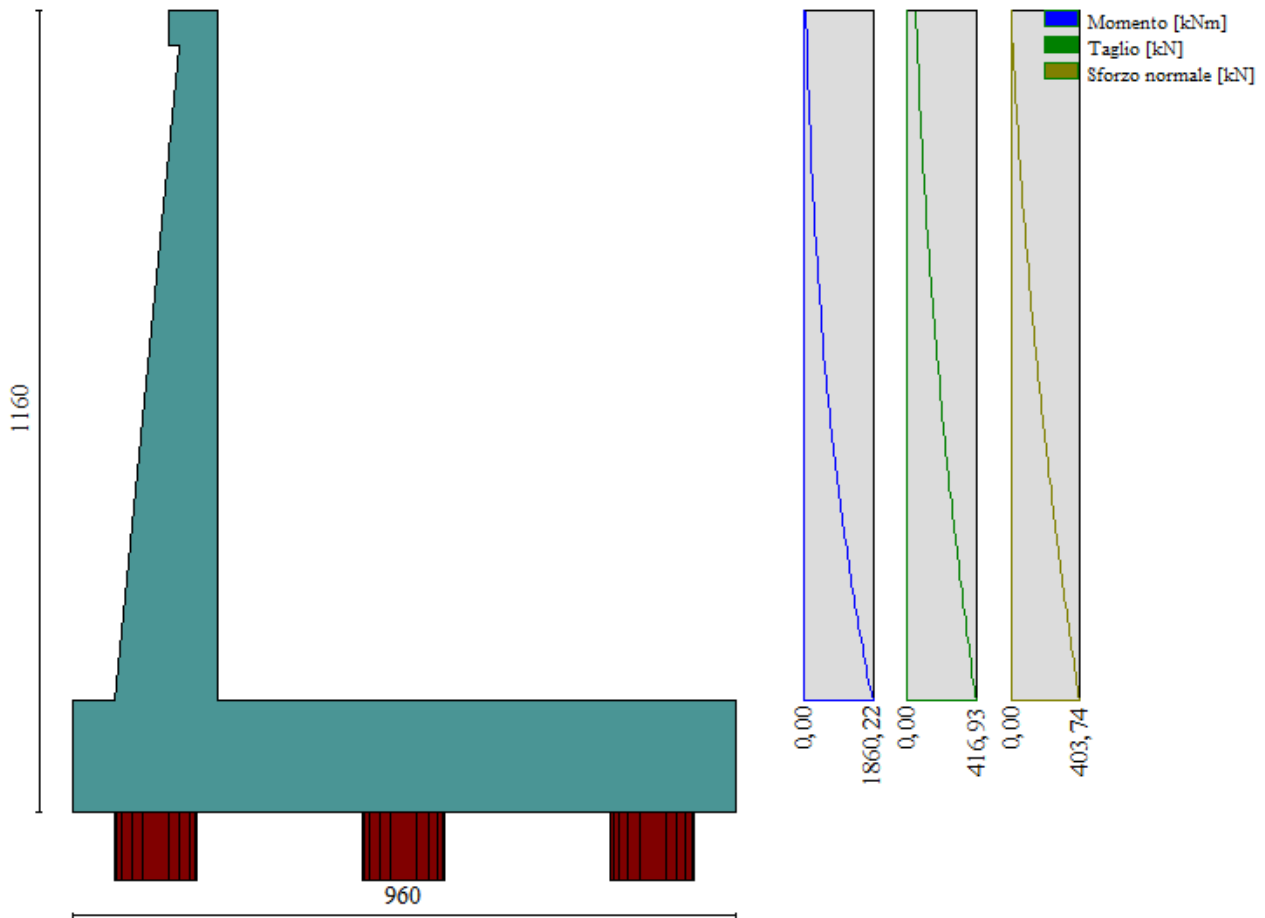


Figura 101: sollecitazioni sul paramento \_combinazione eccezionale d'urto

### 9.7.2 Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione

Sia le verifiche a pressoflessione che a taglio sono state eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati sulla base delle NTC2018 e mediante software di calcolo PressFle sulla base dell'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni. Nelle verifiche è stato considerato un copriferro (distanza tra il bordo e l'asse del ferro longitudinale) pari a 80mm.

Elemento	STATICA				SISMICA				urto			
	MY, Ed [kNm]	MX, Ed [kNm]	N <sub>ed</sub> [kN]	T <sub>ed</sub> [kN]	MY, Ed [kNm]	MX, Ed [kNm]	N <sub>ed</sub> [kN]	T <sub>ed</sub> [kN]	MY, Ed [kNm]	MX, Ed [kNm]	N <sub>ed</sub> [kN]	T <sub>ed</sub> [kN]
Paramento base	1969.11	-	477.89	535.85	1819.97	-	403.74	378.33	1435.62	-	1819.97	0.00
Paramento H_6m	574.59	-	190.38	251.49	538.38	-	181.98	231.69	459.25	-	538.38	-8.60
Fondazione	1234.98	961.65	-	1025.55	3014.43	993.36	-	809.30	732.56	830.57	-	882.54

SLE rara				SLE quasi permanente				SLE frequente			
MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved
[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1487.15	-	423.10	408.81	1277.22	-	403.74	363.93	1434.67	-	418.26	397.59
432.86				358.45				414.26			
708.02	902	-	667.35	675.65	846.5		632.6	699.95	888.2		658.7

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della piastra di fondazione.

Tabella 125: Armature di progetto paramento e piastra fondazione

Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle
Paramento 6-10m	Φ26/10	Φ22/20
Paramento 0-6m	Φ26/20	Φ22/20

Elemento	Armatura a flessione	
	Lato inferiore	Lato superiore
Piastra fondazione	φ30/10+φ26/20	φ30/10+φ26/20

Si dispongono ripartitori in fondazione Φ24/20 e nel paramento Φ16/20.

GEOMETRIA				VERIFICA A PRESSOFLESSIONE							
Elemento		b	h	M <sub>ed,y</sub>	M <sub>ed,x</sub>	N <sub>ed,min</sub>	Armature	c	d	M <sub>Rd</sub>	FS
		[mm]	[mm]	[kNm]	[kNm]	[kN]		[mm]	[mm]	[kNm]	[-]
Paramento base	monte(rilevato)	1000	1500	1969.1	-	1820.0	φ26/10	80	1420	3241.7	1.65
	valle						φ22/20				
Paramento H_6m	monte(rilevato)	1000	1100	574.6	-	538.4	φ26/20	80	1020	958.4	1.67
	valle						φ22/20				
Fondazione	Superiore	1000	1600	3014.4	-		φ30/10+φ26/20	80	1520	5137.7	1.70
	Inferiore						φ30/10+φ26/20				
Fondazione (ripartitori)	Superiore	1000	1600		993.4		φ24/20	60	1540	1254.9	1.26
	Inferiore						φ24/20				

Tabella 126: verifica a pressoflessione

Per il paramento e la fondazione le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio:

Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo			TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO							
	b <sub>w</sub> (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	N <sub>sd</sub> (KN)	V <sub>sd</sub> (KN)	σ <sub>cp</sub> (Mpa)	ρ <sub>l</sub>	k	f <sub>cK</sub> (Mpa)	v <sub>min</sub>	V <sub>Rdmin</sub> (KN)	V <sub>Ret</sub> (KN)	F.S.	
Paramento base	1000	1500	80	1420	10	26	5306.6	0	535.85	0	0.004	1.38	33.2	0.33	461.87	542.53	1.01	
Paramento sez. H6m	1000	1000	80	920	5	26	2653.3	0	251.49	0	0.003	1.47	33.2	0.36	329.41	343.73	1.37	
Fondazione	1000	1600	80	1520	10	30	7065	0	1025.55	0	0.005	1.36	33.2	0.32	487.64	618.83	0.60	

Tabella 127: verifica elementi non armati a taglio



La verifica risulta essere non soddisfatta per la fondazione. Tuttavia dato l'esiguo margine di sicurezza viene condotta la verifica per elementi armati a taglio anche per il paramento, disponendo **ganci  $\Phi 14/40 \times 20$** . Si riporta la verifica a taglio:

Elemento	Armature trasversali				Inclinazione Bielle Compresse				Taglio Compressione		Taglio Trazione		risultati	
	$n_b$	$\emptyset$	$p$ (mm)	$A_{sw}$ (mm <sup>2</sup> )	$\alpha^\circ$	$\theta^\circ$	ctg $\theta$	$\sigma_{cp}$ (Mpa)	$\alpha_c$	$f'_{cd}$ (Mpa)	$V_{Rcd}$ (KN)	$V_{Rsd}$ (KN)		$V_{rd}$
Paramento	2.5	14	200	384.65	90	21.8	2.5	0	1	18.81	4145.42	2404.45	2404.45	4.49
Fondazione	2.5	14	200	384.65	90	21.8	2.5	0	1	18.81	4437.35	2573.78	2573.78	2.51

**Tabella 128: verifica per elementi armati a taglio**

Si riportano infine le verifiche tensionali e a fessurazione:

Verifica delle tensioni	$I_p$	$N_{Ed}$	$M_{Ed,y}$		$M_{Ed,x}$		CLS 32/40					ACCIAIO B450C			
			$\sigma_{c,y}$	$\sigma_{c,x}$	$\sigma_{c,max} = 0,6 f_{ck}$	FS, y	FS, x	$\sigma_{f,y}$	$\sigma_{f,x}$	$\sigma_{f,max} = 0,8 f_{yk}$	FS, y	FS, x			
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]	
combinazione rara	Par. base	423,1	1487,2	-	8,1	-	19,2	2,37	-	175,6	-	360,0	2,05	-	
	par sez H_6m	-	432,9	-	5,3	-	19,2	3,66	-	171,5	-	360,0	2,10	-	
	Fond.	-	708,0	902,1	2,4	6,0	19,2	7,97	3,21	52,8	270,4	360,0	6,81	1,33	

**Tabella 129: verifica tensionale combinazione rara**

Verifica delle tensioni	$I_p$	$N_{Ed}$	$M_{Ed,y}$		$M_{Ed,x}$		CLS 32/40				
			$\sigma_{c,y}$	$\sigma_{c,x}$	$\sigma_{c,max} = 0,45 f_{ck}$	FS, y	FS, x				
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]		
Combinazione quasi permanente	paramento base	403,7	1277,2	-	7,0	-	14,4	2,07	-		
	paramento sez H_6m	-	358,5	-	4,4	-	14,4	3,31	-		
	fondazione	-	675,7	846,5	2,3	5,6	14,4	6,26	2,57		

**Tabella 130: verifica tensionale combinazione quasi permanente**

Verifica a fessurazione	$I_p$	$N_{Ed}$	$M_{Ed,y}$		$M_{Ed,x}$		$w_l$	$w$	FS,y
			$\sigma_{c,y}$	$\sigma_{c,x}$	$\sigma_{c,max} = 0,45 f_{ck}$	FS, y			
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
Combinazione quasi permanente	paramento base	403,7	1277,2	-	0,2	0,0897	2,23		
	paramento sez H_6m	-	358,5	-	0,2	0,1275	1,57		
	fondazione	0,0	675,7	846,5	-	-	-		

**Tabella 131: verifica a fessurazione- combinazione quasi permanente**

Verifica a fessurazione	$I_p$	$N_{Ed}$	$M_{ed,y}$	$M_{ed,x}$	$w_l$	$w$	$FS_y$
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
Combinazione frequente	paramento base	418,3	1434,7	0,0	0,3	0,11	2,86
	paramento sez H_6m		414,3		0,3	0,15	2,04
	fondazione	0,0	700,0	888,2	0,3	-	-

*Tabella 132: verifica a fessurazione- combinazione frequente*

### 9.7.3 Sollecitazioni in testa ai pali

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di taglio, momento e sforzo normale. Si fa notare che nel software di calcolo, i pali sono stati considerati incernierati in testa ottenendo le sollecitazioni in termini di sforzo normale e taglio. Nella realtà i pali risultano essere incastrati nel plinto di fondazione, pertanto il valore del momento flettente verrà determinato sulla base della teoria di Matlock e Reese di seguito descritta.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidità.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incernierati a tale piastra.

Lo sforzo normale nei pali è calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{M}{d}$$

Dove  $d$  rappresenta l'interasse trasversale tra i pali.

Pertanto, allo sforzo normale derivato dal codice di calcolo è stato sommato il contributo di compressione o di trazione generato dall'azione flettente, per tener conto dell'interazione palo-terreno.

Le azioni derivanti da questo modello vengono confrontate con le curve di capacità portante dei pali di fondazione.

Mentre le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali come di seguito riportato:

$$V_i = \frac{V_{Ed}}{n}$$

In definitiva, gli scarichi a testa palo sono pari a quanto di seguito riportato.

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
$I_p$	Indice palo
$N$	Sforzo normale, espresso in [kN]
$M$	Momento, espresso in [kNm]
$T$	Taglio, espresso in [kN]

<b>Cmb</b>	<b>Ip</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>T</b>
		<b>[kN]</b>	<b>[kNm]</b>	<b>[kN]</b>
1 - STR (A1-M1-R3)	1	2774.58	0	-810.6
	2	3220.25	0	-810.6
	3	3663.12	0	-810.85
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	1606.18	0	-1269.61
	2	3061.17	0	-1269.61
	3	4516.15	0	-1269.61
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	944.62	0	-1201.25
	2	2442.15	0	-1201.25
	3	3939.68	0	-1201.25
ECCEZ. URTO	1	2602.58	0	-598.71
	2	2697.34	0	-598.71
	3	2792.11	0	-598.71
7 - SLER	1	2796.09	0	-620.36
	2	3051.54	0	-620.36
	3	3306.99	0	-620.65
8 - SLEF	1	2751.85	0	-610
	2	3001.47	0	-610
	3	3251.08	0	-610.28
9 - SLEQ	1	2618.52	0	-579.62
	2	2851.56	0	-579.62
	3	3084.6	0	-579.89

**Tabella 133: Scarichi in testa ai pali**

Per la valutazione del momento flettente a testa palo si è utilizzata la teoria di Matlock e Reese per la quale il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente  $\alpha$  (espresso in metri) "coefficiente di Matlock e Reese":

$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente  $\alpha$  dipende principalmente dalle caratteristiche di rigidità relative palo-terreno e, generalmente, fornisce un valore del momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo,  $D$ ,  $\alpha$  dipende quindi dalla rigidità del terreno.

Tuttavia nelle verifiche si è fatto riferimento alla condizione più gravosa assumendo il seguente valore del coefficiente  $\alpha$ :

PALI D1200
$\alpha = 2.328 \text{ m}$

**Tabella 134: parametro  $\alpha$**

Vengono riportate nella tabella che segue le sollecitazioni in testa ai pali.

Combinazione	Ip	V	$\alpha$	M	N	N+M/d
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	810.6	2.328	1887.1	2774.6	1830.9
	2	810.6	2.328	1887.1	3220.3	3220.3
	3	810.9	2.328	1887.7	3663.1	4606.8
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	1269.6	2.328	2955.7	1606.2	128.4
	2	1269.6	2.328	2955.7	3061.2	3061.2
	3	1269.6	2.328	2955.7	4516.2	5994.0
ECCEZ. URTO	1	1201.3	2.328	2796.5	944.6	-453.6
	2	1201.3	2.328	2796.5	2442.2	2442.2
	3	1201.3	2.328	2796.5	3939.7	5337.9
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	598.7	2.328	1393.8	2602.6	1905.7
	2	598.7	2.328	1393.8	2697.3	2697.3
	3	598.7	2.328	1393.8	2792.1	3489.0
SLE - Rara	1	620.4	2.328	1444.2	2796.1	2073.9
	2	620.4	2.328	1444.2	3051.5	3051.5
	3	620.7	2.328	1444.9	3307.0	4029.2
SLE - Frequente	1	610.0	2.328	1420.1	2751.9	2041.7
	2	610.0	2.328	1420.1	3001.5	3001.5
	3	610.3	2.328	1420.7	3251.1	3961.2
SLE - Quasi Permanente	1	579.6	2.328	1349.4	2618.5	1943.7
	2	579.6	2.328	1349.4	2851.6	2851.6
	3	579.9	2.328	1350.0	3084.6	3759.4

*Tabella 135: sollecitazioni in testa ai pali*

Si riportano inoltre nella seguente tabella, ai fini delle prove in corso d'opera, le sollecitazioni in punta ai pali pari a 1.5SLE (ai sensi del par. 6.4.3.7.2. delle NTC 2018):

Combinazione	Ip	V	$\alpha$	M	N
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]
1.5*SLE_rara	1	620.4	2.328	1444.2	4194.1
	2	620.4	2.328	1444.2	4577.3
	3	620.7	2.328	1444.9	4960.5

*Tabella 136: sollecitazioni 1.5\*SLE*

Al fine di determinare le sollecitazioni lungo il fusto del palo si fa riferimento alla già citata teoria di Matlock&Reese secondo cui i valori di momento flettente e taglio possono essere determinati secondo le seguenti espressioni:

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

Taglio:  $F = A_v F_0 + B_v M_0/T$   
 Momento:  $M = A_m F_0 T + B_m M_0$

Dove:

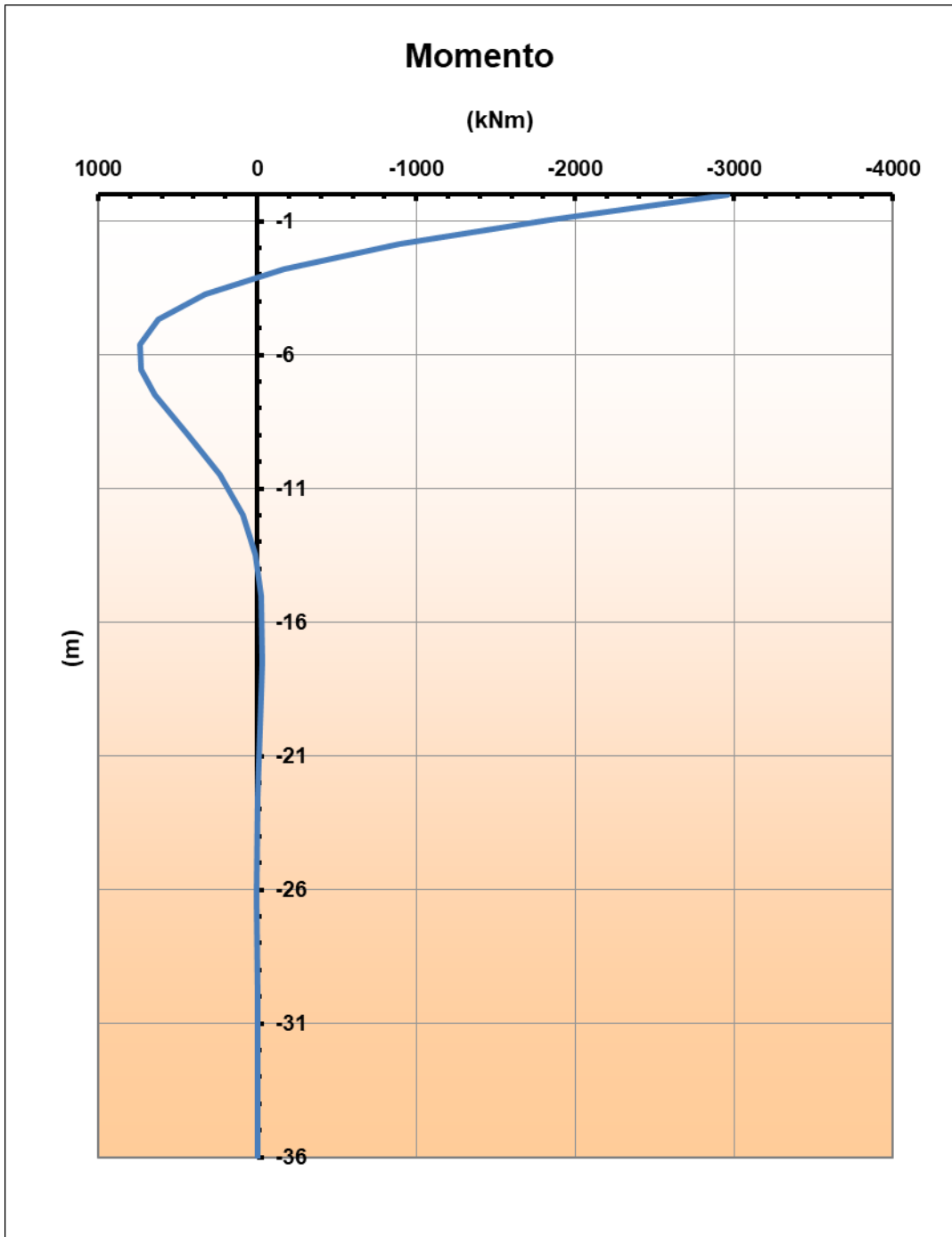
- $A_v, A_m, B_v, B_m$  sono i coefficienti adimensionali di flessibilità della sommità del palo;
- $F_0$  è il taglio massimo in testa al palo allo SLU/SLV;
- $M_0$  è il momento massimo in sommità per palo impedito di ruotare pari a  $M_0 = -\alpha F_0$
- $T$  è la lunghezza elastica pari a  $T = (EJ/K_h)^{0.20}$
- 

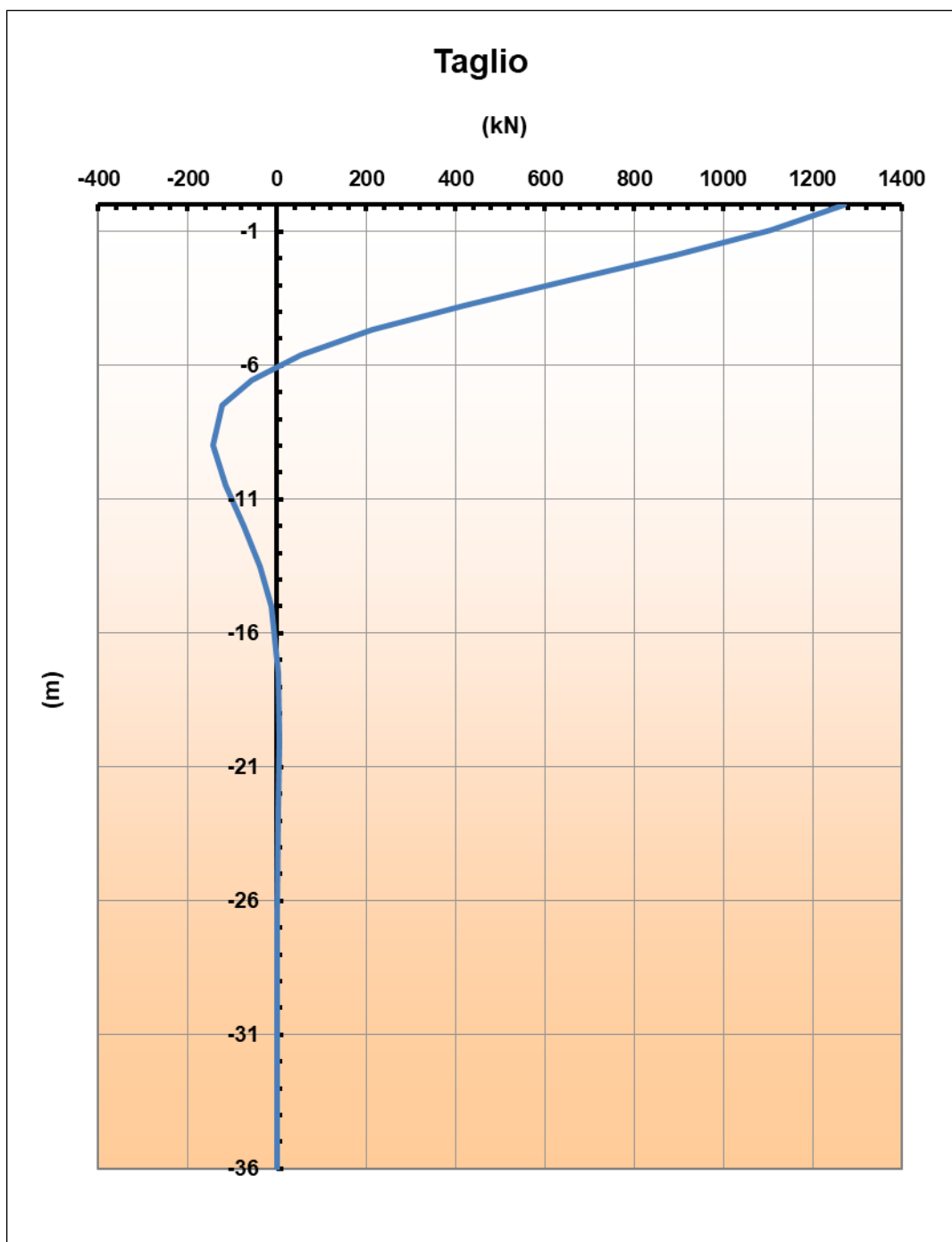
**Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati della Relazione Geotecnica.**

Per il caso in esame si ha:

z	z/T	A <sub>v</sub>	A <sub>m</sub>	B <sub>v</sub>	B <sub>m</sub>
[m]					
0.000	0	1	0	0	1
-0.937	0.308	0.7331	0.2685	-0.1805	0.9719
-1.874	0.616	0.4418	0.4496	-0.3396	0.8904
-2.811	0.924	0.1691	0.5422	-0.4493	0.7666
-3.751	1.233	-0.0514	0.558	-0.4978	0.6183
-4.688	1.541	-0.2054	0.5157	-0.489	0.4643
-5.625	1.849	-0.2904	0.4368	-0.4352	0.3204
-6.562	2.157	-0.3147	0.3414	-0.3528	0.1982
-7.499	2.465	-0.2901	0.2464	-0.2525	0.1039
-8.998	2.958	-0.2124	0.1199	-0.131	0.0101
-10.498	3.451	-0.1247	0.0375	-0.0449	-0.0306
-11.998	3.944	-0.0568	-0.0057	0.0016	-0.0391
-13.497	4.437	-0.0147	-0.0218	0.02	-0.0325
-14.997	4.93	0.0071	-0.0228	0.022	-0.0214
-17.498	5.752	0.0132	-0.0125	0.0132	-0.0061
-19.998	6.574	0.0077	-0.0035	0.0041	0.0005
-22.496	7.395	0.002	0.0003	-0.0002	0.0017
-26.246	8.628	-0.0005	0.0006	-0.0008	0.0006
-29.997	9.861	0	0	0	0
-36	11.834	0	0	0	0

Si riportano i diagrammi relativi al profilo delle sollecitazioni flettenti e di taglio lungo il fusto del palo, calcolate considerando la combinazione di carico più gravosa (SLV).





Il momento flettente e il taglio massimi vengo raggiunti in corrispondenza della sommità dei pali.

**Alla profondità di 12m in corrispondenza della quale si prevede una riduzione del quantitativo di armatura le sollecitazioni sono pari a circa  $M= 192.18\text{KNm}$  e  $T= -100 \text{ KN}$ . Tali sollecitazioni risultano essere talmente modeste da garantire il completo soddisfacimento delle verifiche strutturali.**

Si riportano in seguito le verifiche strutturali effettuate con riferimento alle sollecitazioni massime agenti testa-palo.

#### 9.7.4 Verifiche strutturali pali

Per i pali di fondazione di diametro  $D=1200\text{mm}$  si prevede una doppia gabbia di armatura:

- **Gabbia esterna  $30\phi 30$  di lunghezza 36m;**
- **Gabbia interna  $30\phi 30$  di lunghezza 12m;**

si prevede a taglio **una staffa a spirale  $\phi 16/10\text{cm}$  per lunghezza 12m poi  $\phi 16/20\text{cm}$**

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per i pali ad un copriferro di calcolo (distanza tra bordo e asse armature longitudinali) pari a 10.4cm per la gabbia di armatura esterna e pari a 11.7 cm per la gabbia di armatura interna;

##### 9.7.4.1 Verifiche SLU-Pressoflessione

Occorre osservare che la determinazione dell'armatura nei pali di fondazione dipende anche dal soddisfacimento della verifica a carico limite orizzontale (Broms) riportata al paragrafo 10.1.5.

Si riporta in seguito la verifica a presso-flessione.

Verifica a pressoflessione	$I_p$	$M_{Ed}$	$N_{Ed}$	$M_{Rd}$	FS
	[-]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	1887.1	2774.6	6677.3	3.54
	2	1887.1	3220.3	6878.5	3.65
	3	1887.7	3663.1	7028.9	3.72
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	2955.7	1606.2	6362.8	2.15
	2	2955.7	3061.2	6856.5	2.32
	3	2955.7	4516.2	7130.4	2.41
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	2796.5	944.6	6240.0	2.23
	2	2796.5	2442.2	6770.8	2.42
	3	2796.5	3939.7	7088.7	2.53
ECCEZ. URTO	1	1393.8	2602.6	6688.0	4.80
	2	1393.8	2697.3	6807.0	4.88
	3	1393.8	2792.1	6910.5	4.96

*Tabella 137: Verifica a pressoflessione*

##### 9.7.4.2 Taglio

Le verifiche a taglio sono state condotte con riferimento ad elementi in c.a. armati a taglio, avendo assunto come inclinazione del puntone compresso  $\theta = 27^\circ$ .

Verifica a taglio ( $\theta = 27^\circ$ )	$I_p$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	2774.6	810.6	2284.7	2829.7	2284.7	2.82
	2	3220.3	810.6	2284.7	2829.7	2284.7	2.82
	3	3663.1	810.9	2284.7	2829.7	2284.7	2.82
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	1606.2	1269.6	2284.7	2829.7	2284.7	1.80
	2	3061.2	1269.6	2284.7	2829.7	2284.7	1.80
	3	4516.2	1269.6	2284.7	2829.7	2284.7	1.80
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	944.6	1201.3	2284.7	2829.7	2284.7	1.90



ECCEZ. URTO	2	2442.2	1201.3	2284.7	2829.7	2284.7	1.90
	3	3939.7	1201.3	2284.7	2829.7	2284.7	1.90
	1	2602.6	598.7	2284.7	2829.7	2284.7	3.82
	2	2697.3	598.7	2284.7	2829.7	2284.7	3.82
	3	2792.1	598.7	2284.7	2829.7	2284.7	3.82

*Tabella 138: verifica a taglio*

### 9.7.4.3 Verifiche SLE

Si riportano le verifiche tensionali e a fessurazione dei pali eseguite mediante il software pressFle.

Verifica delle tensioni			CLS 32/40			ACCIAIO B450C		
	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$\sigma_c$	$\sigma_{c,max} = 0,6 f_{ck}$	FS	$\sigma_f$	$\sigma_{f,max} = 0,8 f_{yk}$	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Rara	2796.1	1444.2	10.9	19.2	1.76	55.2	360.0	6.52

Verifica delle tensioni			CLS 32/40		
	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$\sigma_c$	$\sigma_{c,max} = 0,45 f_{ck}$	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Quasi Permanente	2618.5	1349	10.2	14.4	1.42

*Tabella 139: verifica limitazione tensioni*

Verifica a fessurazione	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$w_f$	$w_1$	FS
	[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[-]
SLE - Quasi Permanente	2618.5	1349.4	0.060	0.200	3.33
SLE - Frequente	2751.9	1420.1	0.063	0.300	4.76

*Figura 102: verifica a fessurazione*

### 9.7.5 Verifiche geotecniche dei pali

#### 9.7.5.1 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali

La determinazione della lunghezza dei pali è il risultato della verifica di capacità portante. Si riportano le verifiche di capacità portante e le lunghezze dei pali ottenute con riferimento a Pali D1200 nel tratto da pk 0+000 a pk 0+050

Curva di portanza D1200 da pk 0+000 a pk 0+050

#### Capacità portante nei confronti dei carichi verticali di compressione - SLU-

$L_p$	$Q_{il}$	$Q_{bl}$	$W_p$	$Q_u$	$Q_d$	$N_{max} + M/d$	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
0	0	548	0	548	238	5994	0.04
0.5	31	731	5	757	329	5994	0.05
1	70	913	9	974	424	5994	0.07
1.5	118	1096	14	1201	523	5994	0.09
2	176	1279	18	1436	627	5994	0.10
2.5	241	1461	23	1680	736	5994	0.12

3	314	1548	27	1834	805	5994	0.13
3.5	390	1634	32	1992	878	5994	0.15
4	471	1721	37	2155	952	5994	0.16
4.5	555	1807	41	2322	1028	5994	0.17
5	644	1894	46	2492	1106	5994	0.18
5.5	738	1980	50	2667	1187	5994	0.20
6	835	2067	55	2847	1270	5994	0.21
6.5	936	2153	60	3030	1354	5994	0.23
7	1042	2240	64	3217	1441	5994	0.24
7.5	1151	2326	69	3409	1530	5994	0.26
8	1265	2413	73	3605	1621	5994	0.27
8.5	1383	2499	78	3805	1715	5994	0.29
9	1505	2586	82	4009	1810	5994	0.30
9.5	1632	2672	87	4217	1907	5994	0.32
10	1762	2759	92	4430	2007	5994	0.33
10.5	1897	2846	96	4646	2109	5994	0.35
11	2036	2932	101	4867	2213	5994	0.37
11.5	2179	3019	105	5092	2319	5994	0.39
12	2326	3105	110	5321	2427	5994	0.40
12.5	2477	3192	115	5554	2537	5994	0.42
13	2633	3278	119	5792	2649	5994	0.44
13.5	2792	3365	124	6033	2764	5994	0.46
14	2956	3451	128	6279	2880	5994	0.48
14.5	3124	3538	133	6529	2999	5994	0.50
15	3296	3624	137	6783	3120	5994	0.52
15.5	3472	3711	142	7041	3243	5994	0.54
16	3653	3797	147	7303	3368	5994	0.56
16.5	3837	3884	151	7570	3495	5994	0.58
17	4026	3961	156	7831	3620	5994	0.60
17.5	4219	4031	160	8090	3745	5994	0.62
18	4416	4102	165	8353	3872	5994	0.65
18.5	4617	4173	169	8620	4000	5994	0.67
19	4822	4243	174	8892	4131	5994	0.69
19.5	5032	4314	179	9167	4264	5994	0.71
20	5245	4385	183	9447	4399	5994	0.73
20.5	5463	4455	188	9731	4545	5994	0.74
21	5685	4521	192	10019	4693	5994	0.74
21.5	5911	4583	197	10311	4843	5994	0.74
22	6142	4641	202	10607	4995	5994	0.74
22.5	6376	4695	206	10907	5149	5994	0.74
23	6615	4745	211	11211	5305	5994	0.73
23.5	6846	4791	215	11519	5463	5994	0.73

24	7008	2584	220	9372	4479	5994	0.75
24.5	7159	2595	224	9530	4556	5994	0.76
25	7310	2606	229	9687	4634	5994	0.77
25.5	7461	2617	234	9844	4711	5994	0.79
26	7611	2628	238	10001	4788	5994	0.80
26.5	7762	2639	243	10159	4865	5994	0.81
27	7913	2650	247	10316	4942	5994	0.82
27.5	8064	2661	252	10473	5019	5994	0.84
28	8215	2672	257	10630	5096	5994	0.85
28.5	8365	2683	261	10788	5174	5994	0.86
29	8516	2694	266	10945	5251	5994	0.88
29.5	8667	2705	270	11102	5328	5994	0.89
30	8818	2716	275	11259	5405	5994	0.90
30.5	8969	2727	279	11417	5482	5994	0.91
31	9119	2738	284	11574	5559	5994	0.93
31.5	9270	2749	289	11731	5637	5994	0.94
32	9421	2760	293	11888	5714	5994	0.95
32.5	9572	2771	298	12045	5791	5994	0.97
33	9723	2782	302	12203	5868	5994	0.98
33.5	9876	2794	307	12362	5946	5994	0.99
34	10031	2805	311	12524	6026	5994	1.01
34.5	10188	2816	316	12687	6106	5994	1.02
35	10346	2827	321	12852	6187	5994	1.03
35.5	10507	2838	325	13020	6269	5994	1.05
36	10670	2849	330	13189	6353	5994	1.06

**Tabella 140: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali**

In accordo con la curva di capacità portante ottenuta, è stata considerata una lunghezza dei pali pari a 36m.

*9.7.5.2 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali*

Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali dei pali all'SLU, secondo la teoria di Broms descritta nel § 6.1.5. Come per la capacità portante, si riportano le verifiche differenziate in funzione della stratigrafia del sito. La lunghezza del palo è tale da definire delle condizioni di palo lungo. La doppia gabbia deve essere prevista fino alla profondità di 12m in corrispondenza della quale si ha la formazione della cerniera plastica e al di sopra della quale si stabiliscono delle condizioni di palo intermedio.

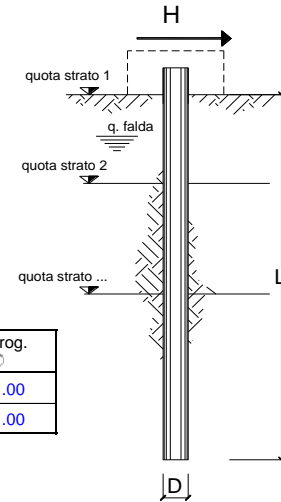
Verifica di capacità portante H	$I_p$	$V_{Ed}$	$N_{Ed}$	$M_{Rd}$	$H_d$	$F_d$	$FS$
	[-]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	810.6	1830.9	6677.3	1673.3	810.6	2.06
	2	810.6	3220.3	6878.5	1700.4	810.6	2.10
	3	810.9	4606.8	7028.9	1727.5	810.9	2.13
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	1269.6	128.4	6362.8	1619.7	1269.6	1.28
	2	1269.6	3061.2	6856.5	1700.4	1269.6	1.34
	3	1269.6	5994.0	7130.4	1754.8	1269.6	1.38
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	1201.3	-453.6	6240.0	1593.0	1201.3	1.33
	2	1201.3	2442.2	6770.8	1673.3	1201.3	1.39
	3	1201.3	5337.9	7088.7	1727.5	1201.3	1.44
ECCEZ. URTO	1	598.7	1905.7	6688.0	1673.3	598.7	2.79
	2	598.7	2697.3	6807.0	1700.4	598.7	2.84
	3	598.7	3489.0	6910.5	1700.4	598.7	2.84

*Tabella 141: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali -SLU*

opera

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_\psi$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_T$
SUD	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30

n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	Unità GS	271.00	19	9	35	3.69		35	3.69	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	Unità AL	246.00	19	9	27	2.66		27	2.66	
<input type="checkbox"/> strato 3						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **267** (m)  
 Diametro del palo D **1.20** (m)  
 Lunghezza del palo L **36.00** (m)  
 Momento di plasticizzazione palo  $M_y$  **6362.78** (kNm)  
 Step di calcolo **0.05** (m)

palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

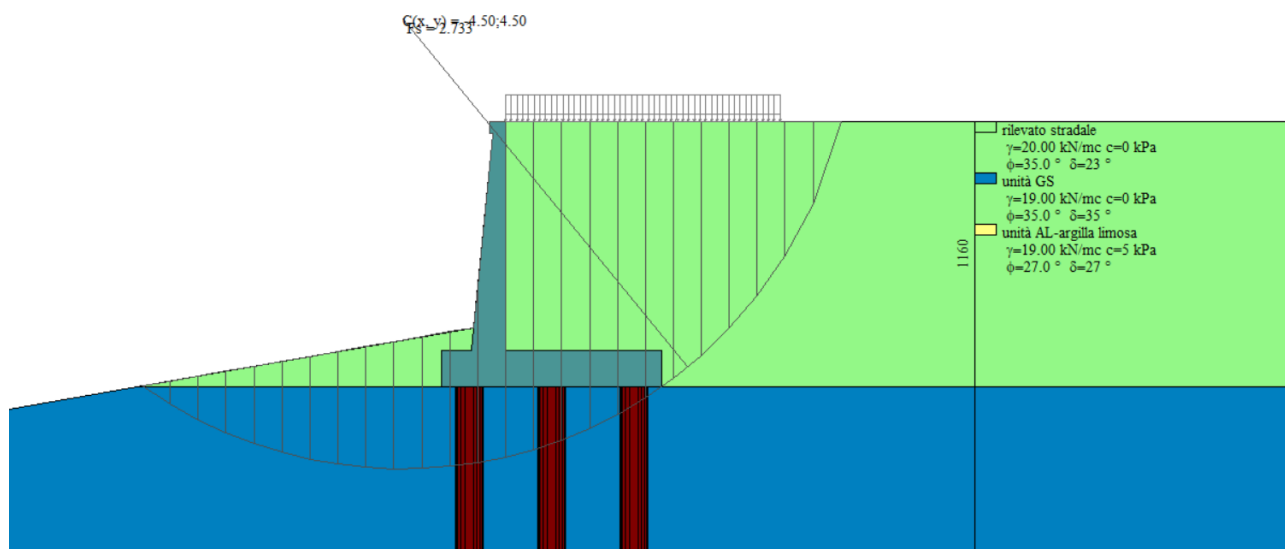
	<b>H medio</b>		<b>H minimo</b>	
Palo lungo	3579.4 (kN)		3579.4 (kN)	
Palo intermedio	25710.5 (kN)		25710.5 (kN)	
Palo corto	82749.6 (kN)		82749.6 (kN)	
<b>H<sub>med</sub></b>	<b>3579.4 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	<b>H<sub>min</sub></b>	<b>3579.4 (kN)</b>
<b>H<sub>k</sub> = Min(H<sub>med</sub>/ξ<sub>3</sub> ; R<sub>min</sub>/ξ<sub>4</sub>)</b>			2105.54	(kN)
<b>H<sub>d</sub> = H<sub>k</sub>/γ<sub>T</sub></b>			<b>1619.65</b>	<b>(kN)</b>
Carico Assiale Permanente (G):	G =		<b>1269.6</b>	(kN)
Carico Assiale variabile (Q):	Q =			(kN)
<b>F<sub>d</sub> = G · γ<sub>G</sub> + Q · γ<sub>Q</sub> =</b>			<b>1269.60</b>	<b>(kN)</b>
<b>FS = H<sub>d</sub> / F<sub>d</sub> =</b>			<b>1.28</b>	

Figura 103: verifica Broms-carico limite orizzontale

### 9.7.5.3 Verifica di stabilità globale

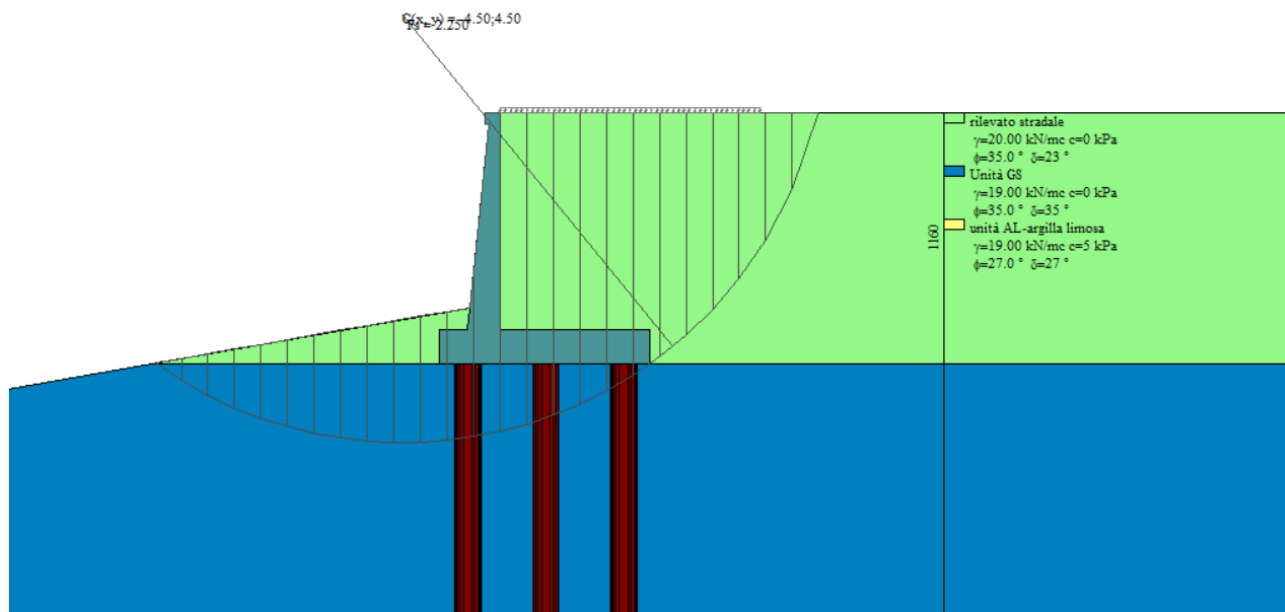
Si riportano i FS della verifica di stabilità globale effettuata con il metodo di Bishop in condizioni statiche e sismiche.

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	19.68	2.733



**Figura 104: Verifica di stabilità globale\_cond. statica\_FS=2.733**

Ic	C [m]	R [m]	FS
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	19.74	2.250
4 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	19.74	2.268



**Figura 105: Verifica di stabilità globale\_cond. sismica H+V (FS=2.250)**

#### 9.7.5.4 Verifica dell'inflessione del paramento

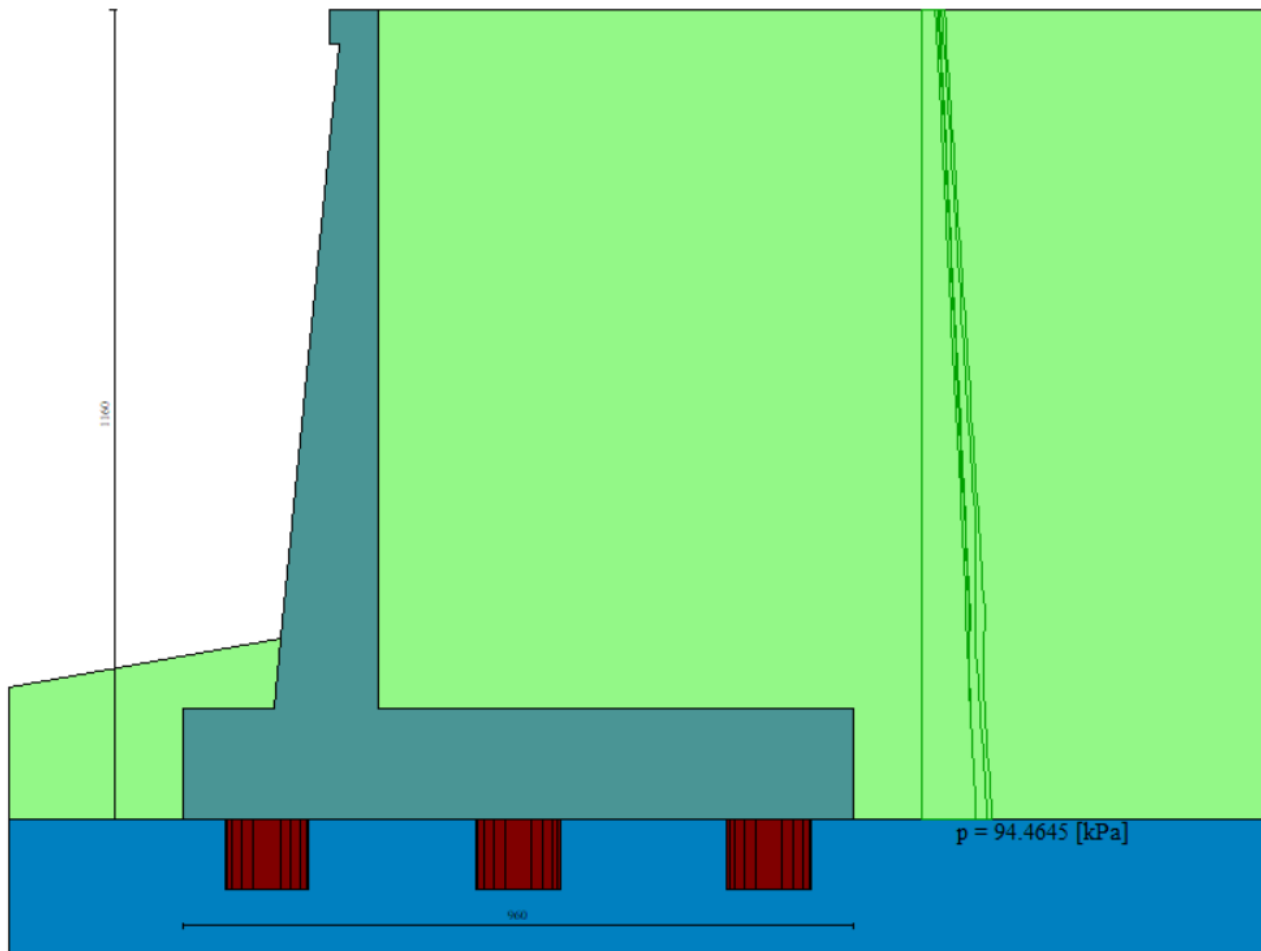
Ai fini della valutazione di possibili cedimenti a tergo del muro di sostegno, in corrispondenza della piattaforma stradale, si calcola l'inflessione del paramento sotto i carichi allo SLU.

Il calcolo dell'inflessione avviene facendo riferimento- cautelativamente- agli schemi noti della teoria dell'elasticità considerando come carico l'involuppo delle spinte sul paramento scondo cui la freccia massima è pari a :

$$f = \frac{q L^4}{30 E J}$$

Dove:

- q è la pressione triangolare massima agente alla base del paramento del muro;
- L è l'altezza del paramento;
- E è il modulo elastico del calcestruzzo;
- J è l'inerzia della sezione media del muro.



*Figura 106: Involuppo spinte\_ combinazione statica SLU*

Tipo	combinazione	fondazione	H <sub>paramento,max</sub>	S <sub>paramento,medio</sub>	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m <sup>4</sup> ]	[KN/m]	[mm]
II	statica	pali	10,0	0,90	0,0605	94,46	16,25

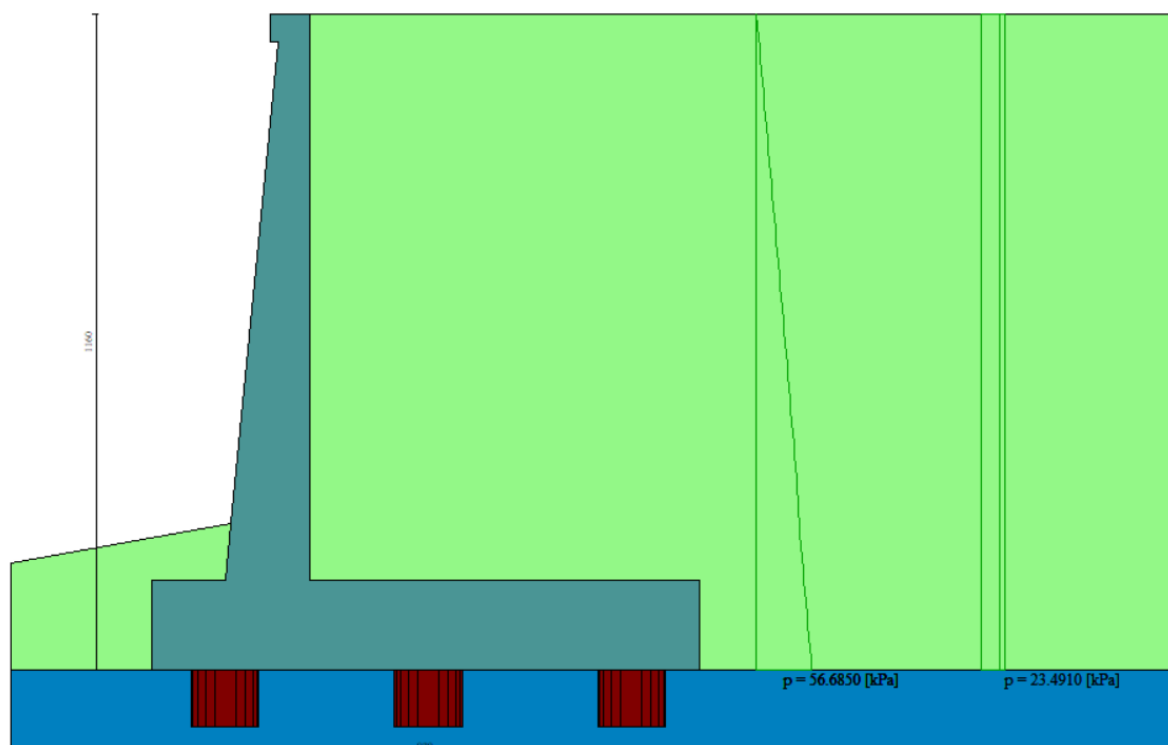


Figura 107: Inviluppo spinte\_ combinazione sismica H+V

Tipo	combinazione	fondazione	$H_{\text{paramento,max}}$	$S_{\text{paramento,medio}}$	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m <sup>4</sup> ]	[KN/m]	[mm]
II	sismica	pali	10.0	0.90	0.0605	80.17	13.79

**Sulla base del calcolo dell'inflexione del paramento in condizioni statiche e sismiche, si ritiene che i cedimenti indotti sul piano stradale risultano essere trascurabili**

### 9.7.6 Verifiche locali della mensola per azioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 7.4. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a  $F=79.5\text{kN}$ , applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera.

Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza  $d=1.00\text{ m}$  dalla base della barriera.

**Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.**

Il muro presenta una larghezza pari a 0.7m. Si dispone nella mensola una staffatura di  $\Phi 12/20$ .

La funzione di tali staffe è duplice:

- **Equilibrare l'azione orizzontale F;**
- **Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out.**

Per il punto 1. Il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a  $45^\circ$  della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi.



Si considera una larghezza della piastra di 0.30m posizionata a 0.10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre  $\Phi 12/20$  che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.

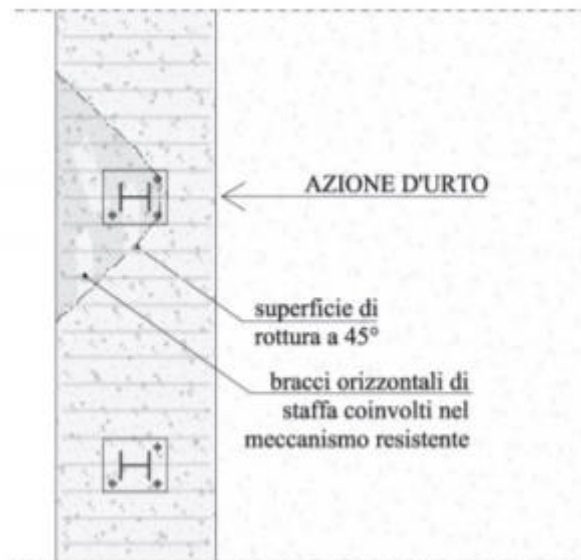


Figura 108: cono di diffusione verifica staffe orizzontali

In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a  $F=79.5$  kN.

Le barre  $\Phi 12/20$  oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove  $A_s$  è l'area della staffa e  $n$  è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione.

Nel caso in esame è stata assunta, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0.3m che permette di individuare, considerando una diffusione a  $45^\circ$  all'interno dello spessore del cordolo, una larghezza collaborante pari a 1.50m all'interno della quale si dispongono 7 ferri e 14 bracci.

Conseguentemente si ha:

verifica delle staffe orizzontali				
Larghezza collaborante	n bracci orizzontali	Fsd	Frd	FS
[m]	[-]	[KN]	[KN]	[-]
1.50	14	712.51	79.53	8.96

Tabella 142: verifica 1 del cordolo portabarriera

La verifica risulta soddisfatta.

Per il punto 2. Il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a  $45^\circ$  a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.

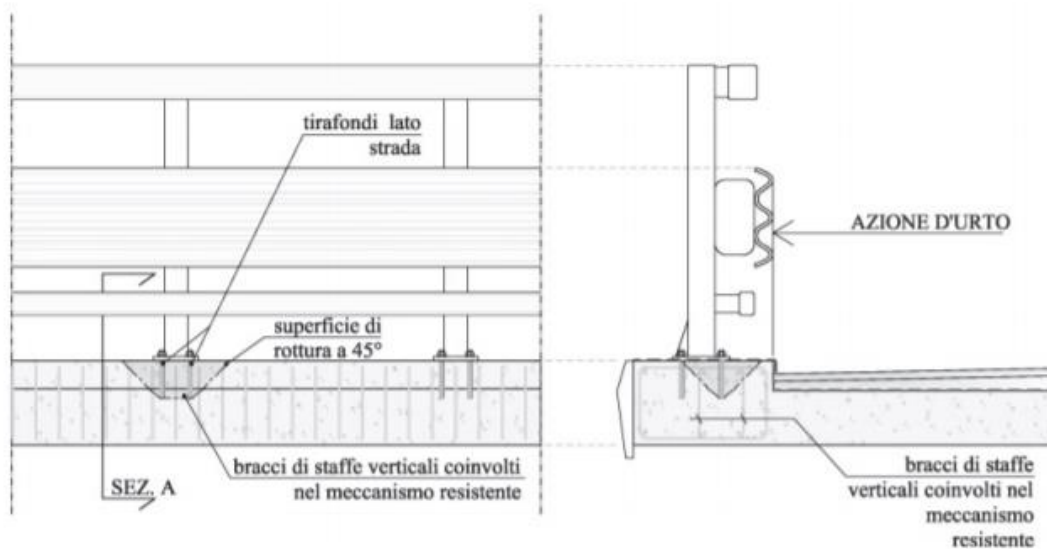


Figura 109: cono di diffusione verifica staffe verticali

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a  $l = 0.22$  m e un'altezza  $h$  della barriera sopra tale piastra di 1 m, si stima  $T_d$  come:

$$T_d = \frac{N \cdot h}{l}$$

Si dispongono delle staffe  $\Phi 12/20$ . Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19 cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di 0.22 m), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a 0.38m e longitudinale di 0.6m. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono 3.

Nel calcolare la resistenza delle staffe verticali si considera anche il contributo dei ferri longitudinali  $\Phi 26/20$  del paramento che sono accoppiati alle staffe. Pertanto si calcola la trazione resistente pari a:

$$T_r = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Verifiche delle staffe verticali				
$B_{long}$	$n$	$T_d$	$T_r$	FS
[m]	[m]	[KN]	[KN]	[-]
0.6	3	361.48	869.44	2.41

Le verifiche risultano essere soddisfatte.

## **10 TABULATI DI CALCOLO**

### **10.1 MURO TIPOLOGICO A1**

10.1.1 Condizione statica e sismica

10.1.2 Condizione eccezionale d'urto

### **10.2 MURO TIPOLOGICO C1**

10.2.1 Condizione statica

#### **Dati**

#### Materiali

### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub> [kPa]	f <sub>uk</sub> [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, PI	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	palo D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

### Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 3.00 [m]

#### Paramento

Materiale C32/40  
 Altezza paramento 4.00 [m]  
 Altezza paramento libero 3.50 [m]  
 Spessore in sommità 0.40 [m]

Spessore all'attacco con la fondazione	0.80	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<b>Mensola di marciapiede</b>		
Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]
<b>Fondazione</b>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.60	[m]
Lunghezza totale	4.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

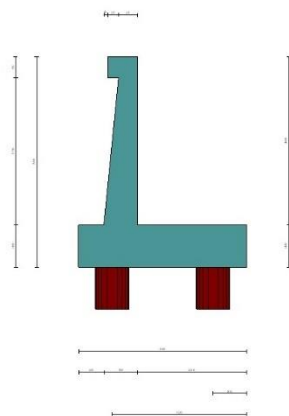


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
$\alpha$	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	palo D800	0.80	3.00	0.20	1	80.00	14.00	0.00	Centrati
2	palo D800	3.20	3.00	0.50	1	80.00	14.00	0.00	Centrati

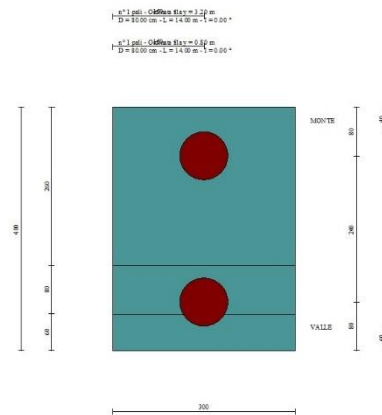


Fig. 2 - Pianta pali

### Descrizione terreni

#### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	$c_a$ [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL-argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	5	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	5	0			(MIN)
				27.000	27.000	5	0			(MED)
3	unità GS- ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kststa, Kstsis    Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	5.00	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	4.00	0.000	unità AL-argilla limosa	0.000	0.000	10.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità GS- ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	10.000	0.000	1.000	---	---

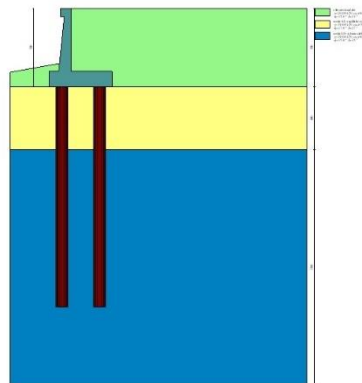


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X<sub>r</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]

Q<sub>r</sub> Intensità del carico per x=X<sub>r</sub> espressa in [kN]

#### Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>r</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>r</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

#### Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>r</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>r</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

### Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

#### Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

#### Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$   $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.50	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
------------	----------	--------	---------



Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.30	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.15	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	0.75	Sfavorevole

#### Combinazione n° 5 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

#### Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale  
Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

#### Opzioni di calcolo

##### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

##### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

##### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
--	------

Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Modello a blocchi  
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti  
Spostamento limite 10.00 [cm]

Opzioni calcolo pali

*Portanza verticale*

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta	$\sigma_v$ con la profondità Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

*Portanza trasversale*

Costante di Winkler: da stratoCriterio rottura palo-terreno

- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Non attivo

*Cedimenti*

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

## Risultati per combinazione

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	735.29	0.00	-229.72
	2	834.30	0.00	-229.72
3 - SLER	1	711.56	0.00	-174.17
	2	736.80	0.00	-174.17
4 - SLEF	1	688.53	0.00	-165.76
	2	713.55	0.00	-165.76
5 - SLEQ	1	619.47	0.00	-140.51
	2	643.84	0.00	-140.51

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.282					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.867		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	11.47	2.867

### Cedimenti pali

#### Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
Ip	Indice palo
w	Cedimento, espresso in [cm]

Ic	Ip	w [cm]
3	1	0.1342
	2	0.1389
4	1	0.1298
	2	0.1346
5	1	0.1168
	2	0.1214

### Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### *Paramento*

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.69	1.47	0.32
3	-0.20	6.37	2.99	0.40
4	-0.30	8.09	4.58	0.61
5	-0.40	9.87	6.22	0.97
6	-0.50	11.69	7.92	1.47
7	-0.60	13.56	9.67	2.13
8	-0.70	15.49	11.49	2.95
9	-0.80	17.46	13.37	3.93
10	-0.90	19.48	15.30	5.08
11	-1.00	21.55	17.29	6.41
12	-1.10	23.67	19.34	7.92
13	-1.20	25.85	21.45	9.62
14	-1.30	28.07	23.61	11.51
15	-1.40	30.34	25.84	13.59
16	-1.50	32.66	28.12	15.88
17	-1.60	35.03	30.46	18.38
18	-1.70	37.45	32.86	21.08
19	-1.80	39.92	35.32	24.01
20	-1.90	42.43	37.84	27.16
21	-2.00	45.00	40.41	30.54
22	-2.10	47.62	43.04	34.15
23	-2.20	50.29	45.74	38.01
24	-2.30	53.01	48.49	42.10
25	-2.40	55.77	51.29	46.45
26	-2.50	58.59	54.16	51.06
27	-2.60	61.45	57.09	55.92
28	-2.70	64.37	60.07	61.05
29	-2.80	67.34	63.11	66.45
30	-2.90	70.35	66.21	72.13
31	-3.00	73.42	69.37	78.10
32	-3.10	76.53	72.58	84.35
33	-3.20	79.69	75.86	90.89
34	-3.30	82.91	79.19	97.73
35	-3.40	86.17	82.58	104.87
36	-3.50	89.48	86.03	112.33
37	-3.60	92.85	89.54	120.10
38	-3.70	96.26	93.11	128.18
39	-3.80	99.72	96.73	136.60
40	-3.90	103.23	100.42	145.34
41	-4.00	106.79	104.16	154.42

#### Combinazione n° 3 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.53	1.09	0.34
3	-0.20	6.04	2.23	0.39
4	-0.30	7.59	3.42	0.55
5	-0.40	9.19	4.65	0.81
6	-0.50	10.83	5.92	1.18
7	-0.60	12.51	7.24	1.66
8	-0.70	14.24	8.60	2.27
9	-0.80	16.01	10.01	2.99
10	-0.90	17.83	11.46	3.85
11	-1.00	19.69	12.96	4.83
12	-1.10	21.59	14.50	5.95
13	-1.20	23.54	16.09	7.20
14	-1.30	25.53	17.72	8.60
15	-1.40	27.56	19.40	10.15
16	-1.50	29.64	21.12	11.84
17	-1.60	31.76	22.89	13.69
18	-1.70	33.93	24.70	15.70
19	-1.80	36.14	26.56	17.88
20	-1.90	38.39	28.46	20.22
21	-2.00	40.69	30.41	22.73

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
22	-2.10	43.03	32.40	25.41
23	-2.20	45.42	34.44	28.28
24	-2.30	47.84	36.52	31.33
25	-2.40	50.32	38.64	34.57
26	-2.50	52.83	40.82	38.00
27	-2.60	55.39	43.03	41.62
28	-2.70	58.00	45.29	45.45
29	-2.80	60.65	47.60	49.47
30	-2.90	63.34	49.95	53.71
31	-3.00	66.07	52.35	58.16
32	-3.10	68.85	54.79	62.82
33	-3.20	71.68	57.27	67.71
34	-3.30	74.54	59.80	72.81
35	-3.40	77.46	62.38	78.15
36	-3.50	80.41	65.00	83.72
37	-3.60	83.41	67.66	89.53
38	-3.70	86.45	70.37	95.57
39	-3.80	89.54	73.13	101.86
40	-3.90	92.67	75.93	108.40
41	-4.00	95.84	78.77	115.19

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.48	0.98	0.34
3	-0.20	5.94	2.01	0.39
4	-0.30	7.45	3.08	0.53
5	-0.40	8.99	4.20	0.76
6	-0.50	10.59	5.36	1.09
7	-0.60	12.22	6.57	1.53
8	-0.70	13.90	7.82	2.07
9	-0.80	15.62	9.11	2.73
10	-0.90	17.39	10.45	3.50
11	-1.00	19.20	11.84	4.39
12	-1.10	21.06	13.27	5.40
13	-1.20	22.96	14.75	6.54
14	-1.30	24.90	16.27	7.82
15	-1.40	26.88	17.83	9.23
16	-1.50	28.91	19.44	10.78
17	-1.60	30.99	21.10	12.47
18	-1.70	33.10	22.80	14.32
19	-1.80	35.27	24.54	16.31
20	-1.90	37.47	26.33	18.46
21	-2.00	39.72	28.16	20.77
22	-2.10	42.01	30.04	23.25
23	-2.20	44.35	31.97	25.90
24	-2.30	46.73	33.94	28.71
25	-2.40	49.16	35.95	31.71
26	-2.50	51.62	38.01	34.88
27	-2.60	54.14	40.11	38.24
28	-2.70	56.69	42.26	41.79
29	-2.80	59.29	44.46	45.54
30	-2.90	61.93	46.70	49.47
31	-3.00	64.62	48.98	53.62
32	-3.10	67.35	51.31	57.96
33	-3.20	70.13	53.68	62.52
34	-3.30	72.95	56.10	67.29
35	-3.40	75.81	58.56	72.27
36	-3.50	78.72	61.07	77.48
37	-3.60	81.67	63.62	82.92
38	-3.70	84.66	66.22	88.58
39	-3.80	87.70	68.86	94.48
40	-3.90	90.78	71.55	100.61
41	-4.00	93.91	74.28	106.99

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.34	0.65	0.36
3	-0.20	5.65	1.34	0.38
4	-0.30	7.01	2.07	0.47
5	-0.40	8.41	2.85	0.62
6	-0.50	9.86	3.68	0.84
7	-0.60	11.35	4.55	1.12
8	-0.70	12.89	5.46	1.49
9	-0.80	14.46	6.42	1.93
10	-0.90	16.08	7.42	2.45
11	-1.00	17.75	8.47	3.07
12	-1.10	19.46	9.57	3.77
13	-1.20	21.21	10.71	4.57
14	-1.30	23.01	11.89	5.47
15	-1.40	24.85	13.12	6.48
16	-1.50	26.74	14.39	7.59

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
17	-1.60	28.66	15.71	8.81
18	-1.70	30.64	17.07	10.15
19	-1.80	32.65	18.48	11.61
20	-1.90	34.71	19.93	13.20
21	-2.00	36.82	21.43	14.91
22	-2.10	38.96	22.97	16.76
23	-2.20	41.16	24.56	18.74
24	-2.30	43.39	26.19	20.86
25	-2.40	45.67	27.87	23.13
26	-2.50	47.99	29.59	25.54
27	-2.60	50.36	31.36	28.11
28	-2.70	52.77	33.17	30.83
29	-2.80	55.23	35.03	33.72
30	-2.90	57.72	36.93	36.77
31	-3.00	60.27	38.88	39.99
32	-3.10	62.85	40.87	43.38
33	-3.20	65.48	42.91	46.95
34	-3.30	68.16	44.99	50.70
35	-3.40	70.87	47.12	54.64
36	-3.50	73.63	49.29	58.77
37	-3.60	76.44	51.50	63.09
38	-3.70	79.29	53.76	67.60
39	-3.80	82.18	56.07	72.32
40	-3.90	85.12	58.42	77.25
41	-4.00	88.10	60.82	82.38

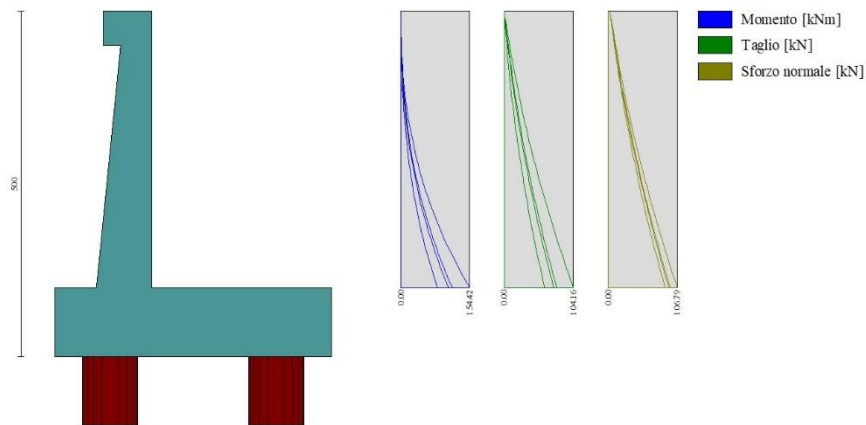


Fig. 4 - Paramento (Inviluppo)

*Mensola valle*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 3 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 5 - Mensola valle (Inviluppo)

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
23	<b>10.44</b>	17.60	-7.50	41.58	-24.97	MAX
24	<b>-234.70</b>	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
15	-17.12	<b>64.74</b>	0.00	0.00	132.77	MAX
24	-234.70	<b>-187.91</b>	0.00	0.00	20.70	MIN
17	-25.90	10.79	<b>18.16</b>	-7.38	4.41	MAX
12	-25.90	10.79	<b>-18.16</b>	7.38	4.41	MIN
22	4.06	-1.55	-7.14	<b>175.06</b>	25.75	MAX
25	4.06	-1.55	7.14	<b>-175.06</b>	25.75	MIN
15	-17.12	64.74	0.00	0.00	<b>132.77</b>	MAX
29	-65.64	45.39	0.00	0.00	<b>-239.92</b>	MIN

Combinazione n° 3 - SLER

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
14	<b>27.80</b>	92.66	0.00	0.00	30.25	MAX
24	<b>-234.70</b>	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
14	27.80	<b>92.66</b>	0.00	0.00	30.25	MAX
24	-234.70	<b>-187.91</b>	0.00	0.00	20.70	MIN
20	4.63	15.44	<b>19.31</b>	0.00	-74.13	MAX
8	4.63	15.44	<b>-19.31</b>	0.00	-74.13	MIN
22	4.06	-1.55	-7.14	<b>175.06</b>	25.75	MAX
25	4.06	-1.55	7.14	<b>-175.06</b>	25.75	MIN
15	-11.08	90.65	0.00	0.00	<b>163.77</b>	MAX
29	-65.64	45.39	0.00	0.00	<b>-239.92</b>	MIN

Combinazione n° 4 - SLEF

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
14	<b>27.80</b>	92.66	0.00	41.58	30.25	MAX
24	<b>-234.70</b>	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
14	27.80	<b>92.66</b>	0.00	0.00	132.77	MAX
24	-234.70	<b>-187.91</b>	0.00	0.00	20.70	MIN
20	4.63	15.44	<b>19.31</b>	0.00	4.41	MAX
8	-25.90	10.79	<b>-19.31</b>	0.00	-74.13	MIN
22	4.06	-1.55	-7.14	<b>175.06</b>	25.75	MAX
25	4.06	-1.55	7.14	<b>-175.06</b>	25.75	MIN
15	-11.08	90.65	0.00	0.00	<b>163.77</b>	MAX
29	-65.64	45.39	0.00	0.00	<b>-239.92</b>	MIN

Combinazione n° 5 - SLEQ

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
14	<b>27.80</b>	92.66	0.00	41.58	30.25	MAX
24	<b>-234.70</b>	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
14	27.80	<b>92.66</b>	0.00	0.00	132.77	MAX
24	-234.70	<b>-187.91</b>	0.00	0.00	20.70	MIN
20	4.63	15.44	<b>19.31</b>	0.00	4.41	MAX
8	-25.90	10.79	<b>-19.31</b>	0.00	-74.13	MIN
22	4.06	-1.55	-7.14	<b>175.06</b>	25.75	MAX
25	4.06	-1.55	7.14	<b>-175.06</b>	25.75	MIN
15	-11.08	90.65	0.00	0.00	<b>163.77</b>	MAX
29	-65.64	45.39	0.00	0.00	<b>-239.92</b>	MIN

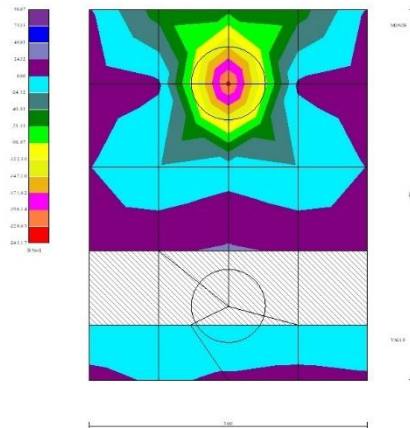


Fig. 6 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{X_{MAX}}$  (Combinazione n° 3)

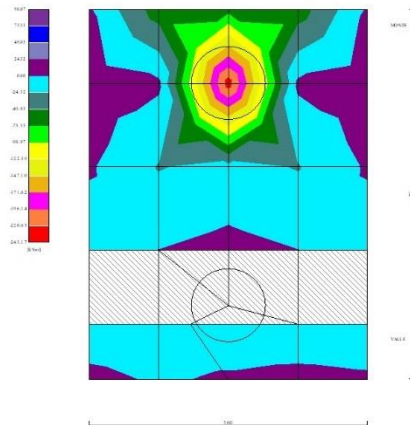


Fig. 7 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{X_{MIN}}$  (Combinazione n° 1)



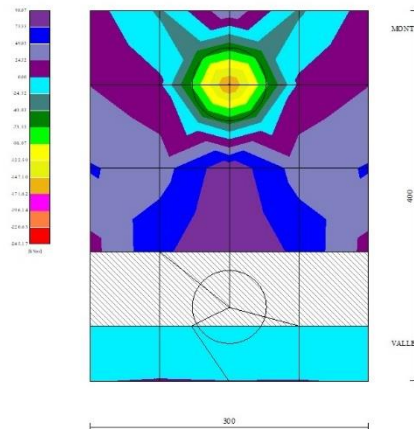


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)

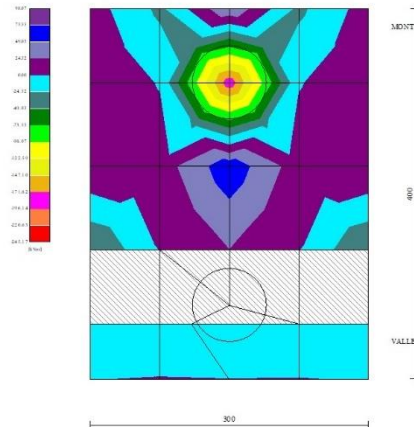


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

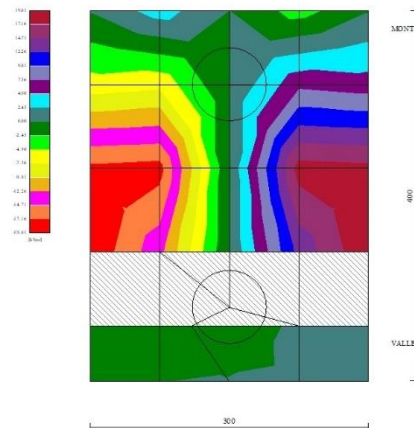


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 3)

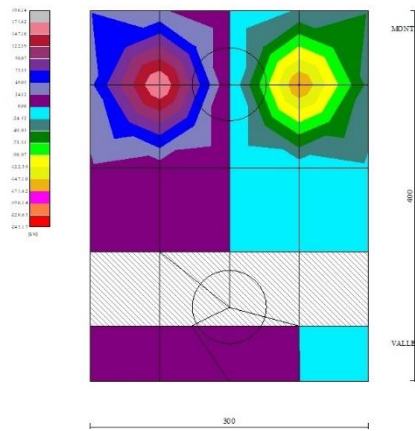


Fig. 11 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

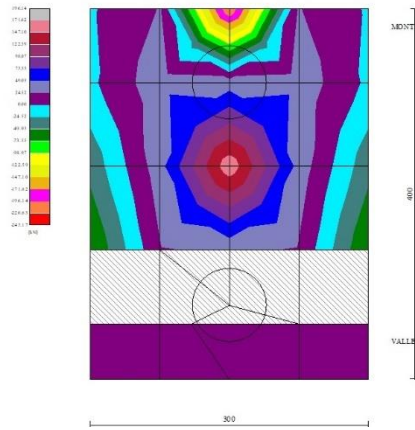


Fig. 12 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)

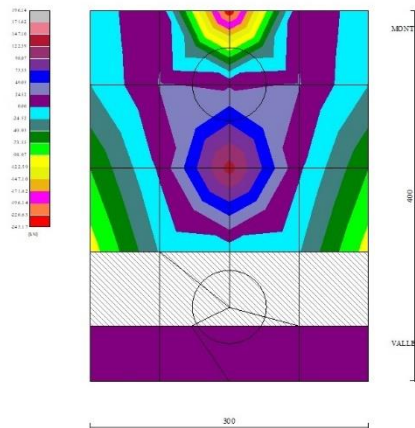


Fig. 13 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

## Risultati per involucro

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	735.29	0.00	-229.72
	2	834.30	0.00	-229.72

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.282					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.867		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	11.47	2.867

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	3.07	3.07	0.00	0.00	0.38	0.38
2	-0.10	4.34	4.69	0.65	1.47	0.32	0.36
3	-0.20	5.65	6.37	1.34	2.99	0.38	0.40
4	-0.30	7.01	8.09	2.07	4.58	0.47	0.61
5	-0.40	8.41	9.87	2.85	6.22	0.62	0.97
6	-0.50	9.86	11.69	3.68	7.92	0.84	1.47
7	-0.60	11.35	13.56	4.55	9.67	1.12	2.13
8	-0.70	12.89	15.49	5.46	11.49	1.49	2.95
9	-0.80	14.46	17.46	6.42	13.37	1.93	3.93

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
10	-0.90	16.08	19.48	7.42	15.30	2.45	5.08
11	-1.00	17.75	21.55	8.47	17.29	3.07	6.41
12	-1.10	19.46	23.67	9.57	19.34	3.77	7.92
13	-1.20	21.21	25.85	10.71	21.45	4.57	9.62
14	-1.30	23.01	28.07	11.89	23.61	5.47	11.51
15	-1.40	24.85	30.34	13.12	25.84	6.48	13.59
16	-1.50	26.74	32.66	14.39	28.12	7.59	15.88
17	-1.60	28.66	35.03	15.71	30.46	8.81	18.38
18	-1.70	30.64	37.45	17.07	32.86	10.15	21.08
19	-1.80	32.65	39.92	18.48	35.32	11.61	24.01
20	-1.90	34.71	42.43	19.93	37.84	13.20	27.16
21	-2.00	36.82	45.00	21.43	40.41	14.91	30.54
22	-2.10	38.96	47.62	22.97	43.04	16.76	34.15
23	-2.20	41.16	50.29	24.56	45.74	18.74	38.01
24	-2.30	43.39	53.01	26.19	48.49	20.86	42.10
25	-2.40	45.67	55.77	27.87	51.29	23.13	46.45
26	-2.50	47.99	58.59	29.59	54.16	25.54	51.06
27	-2.60	50.36	61.45	31.36	57.09	28.11	55.92
28	-2.70	52.77	64.37	33.17	60.07	30.83	61.05
29	-2.80	55.23	67.34	35.03	63.11	33.72	66.45
30	-2.90	57.72	70.35	36.93	66.21	36.77	72.13
31	-3.00	60.27	73.42	38.88	69.37	39.99	78.10
32	-3.10	62.85	76.53	40.87	72.58	43.38	84.35
33	-3.20	65.48	79.69	42.91	75.86	46.95	90.89
34	-3.30	68.16	82.91	44.99	79.19	50.70	97.73
35	-3.40	70.87	86.17	47.12	82.58	54.64	104.87
36	-3.50	73.63	89.48	49.29	86.03	58.77	112.33
37	-3.60	76.44	92.85	51.50	89.54	63.09	120.10
38	-3.70	79.29	96.26	53.76	93.11	67.60	128.18
39	-3.80	82.18	99.72	56.07	96.73	72.32	136.60
40	-3.90	85.12	103.23	58.42	100.42	77.25	145.34
41	-4.00	88.10	106.79	60.82	104.16	82.38	154.42

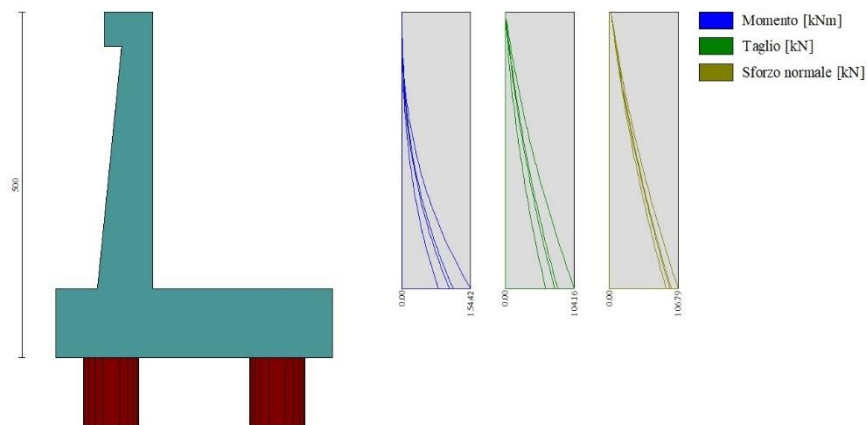


Fig. 16 - Paramento

*Mensola valle*

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.02	0.04	0.04
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.04	0.17	0.17
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.07	0.38	0.38

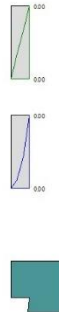


Fig. 17 - Mensola valle

*Piastra fondazione*

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
14	<b>27.80</b> (3)	92.66 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	30.25 (3)	MAX
24	<b>-234.70</b> (1)	-187.91 (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	20.70 (1)	MIN
14	27.80 (3)	<b>92.66</b> (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	30.25 (3)	MAX
24	-234.70 (1)	<b>-187.91</b> (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	20.70 (1)	MIN
20	4.63 (3)	15.44 (3)	<b>19.31</b> (3)	0.00 (3)	-74.13 (3)	MAX
8	4.63 (3)	15.44 (3)	<b>-19.31</b> (3)	0.00 (3)	-74.13 (3)	MIN
22	4.06 (1)	-1.55 (1)	-7.14 (1)	<b>175.06</b> (1)	25.75 (1)	MAX
25	4.06 (1)	-1.55 (1)	7.14 (1)	<b>-175.06</b> (1)	25.75 (1)	MIN
15	-11.08 (3)	90.65 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	<b>163.77</b> (3)	MAX
29	-65.64 (1)	45.39 (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	<b>-239.92</b> (1)	MIN

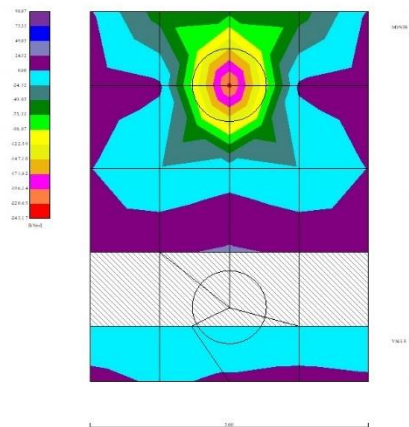


Fig. 18 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMAX}$  (Combinazione n° 3)

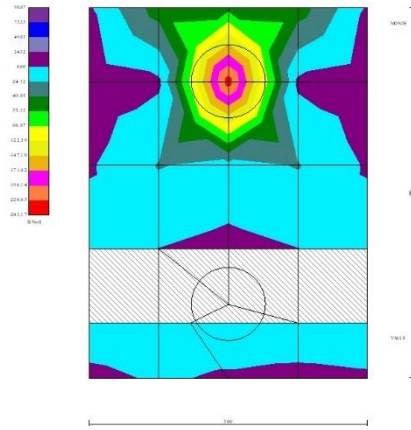


Fig. 19 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 1)

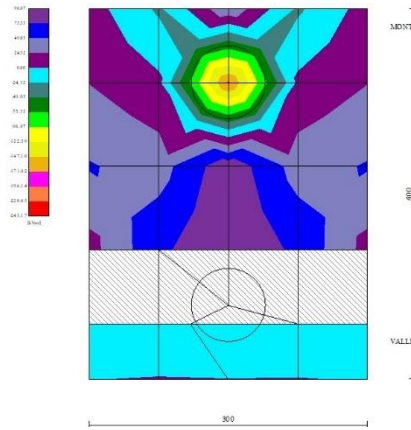


Fig. 20 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)

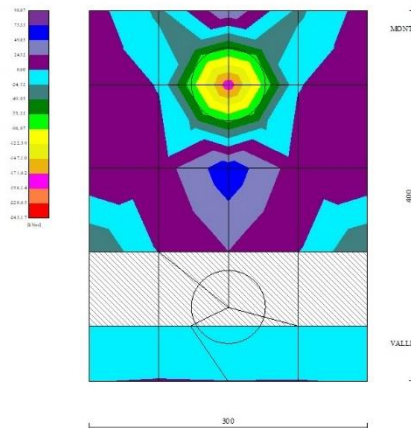


Fig. 21 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

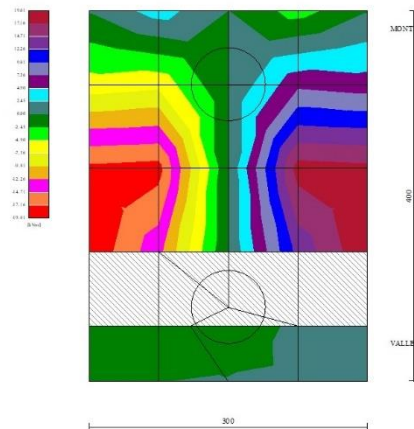


Fig. 22 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 3)

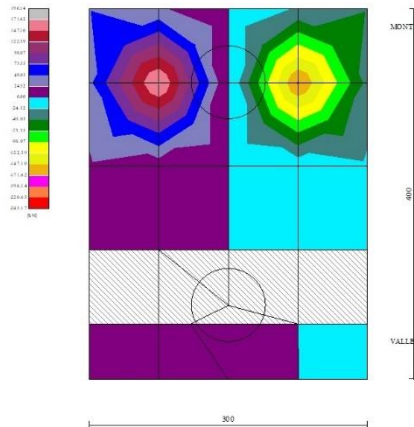


Fig. 23 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

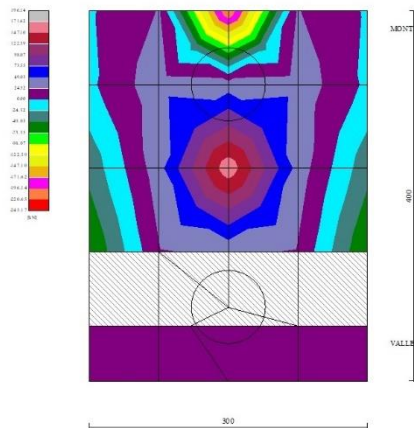


Fig. 24 - Piastra fondazione - Taglio TyMAX (Combinazione n° 3)

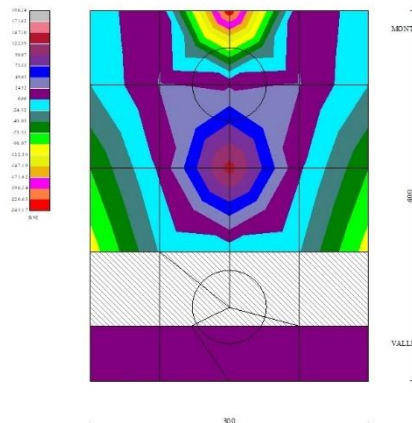


Fig. 25 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

## 10.2.2 Condizione sismica

### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	$R_{ck}$ [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	$f_{yk}$ [kPa]	$f_{uk}$ [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

#### Tipologie pali

##### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]



n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	palo D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

### Geometria muro

#### *Geometria paramento e fondazione*

Lunghezza muro 3.00 [m]

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	4.00	[m]
Altezza paramento libero	3.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.80	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

#### Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]

#### Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.60	[m]
Lunghezza totale	4.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

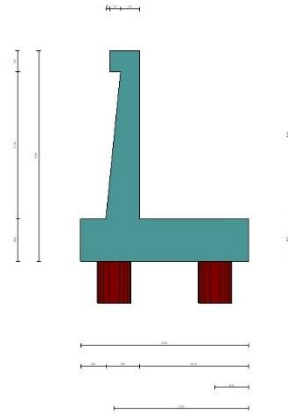


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
$\alpha$	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	palo D800	0.80	3.00	0.20	1	80.00	14.00	0.00	Centrati
2	palo D800	3.20	3.00	0.50	1	80.00	14.00	0.00	Centrati

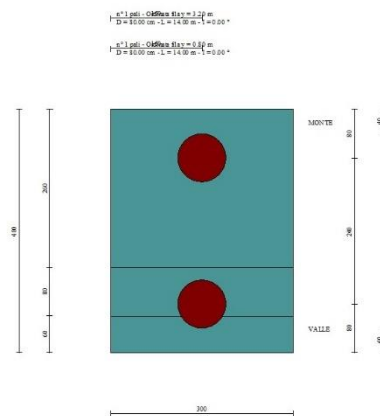


Fig. 2 - Pianta pali

### Descrizione terreni

#### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)  
 $\tau_l$  Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL-argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	5	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	5	0			(MIN)
				27.000	27.000	5	0			(MED)
3	unità GS- ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n° Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
 $\alpha$  Inclinazione espressa in [°]  
Terreno Terreno dello strato  
Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
Per calcolo pali (solo se presenti)  
Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
Ks Coefficiente di spinta  
Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	5.00	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	4.00	0.000	unità AL-argilla limosa	0.000	0.000	10.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità GS- ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	10.000	0.000	1.000	---	---

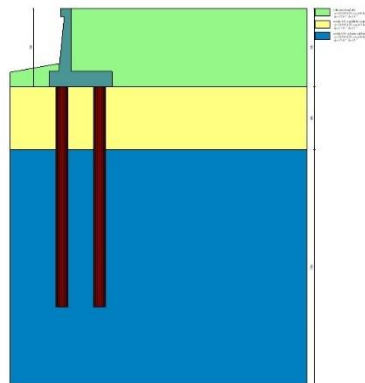


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.  
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
Momento positivo senso antiorario.  
X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]  
F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]  
F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]  
M Momento espresso in [kNm]  
X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]  
Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kN]

Condizione n° 1 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

**Condizione n° 2 (URTO) - ECCEZIONALE**

*Carichi sul muro*

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.40; 0.00	53.0200	0.0000	53.0200				

**Condizione n° 3 (Condizione 3) - VARIABILE**

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$

**Normativa**

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma^{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma^c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70 \quad \zeta_4=1.70$

**Descrizione combinazioni di carico**

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff.  $\gamma_6$  e  $\gamma_0$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
URTO	1.00	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
URTO	1.00	1.00	Sfavorevole

#### Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.252955
Longitudine	12.845236
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.984	0.905
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.202	0.092
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.480	2.437
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.336	0.296
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	B	1.199	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T2	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.248	12.124
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.248	12.124
Esercizio	1.000	11.073	5.537

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

#### **Opzioni di calcolo**

##### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

##### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

##### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI

Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO
<u>Spostamenti</u>	
Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	10.00 [cm]
<u>Opzioni calcolo pali</u>	
<i>Portanza verticale</i>	
Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta $\sigma_v$ con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica
<i>Portanza trasversale</i>	
Costante di Winkler: da strato	Criterio rottura palo-terreno
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Non attivo
<i>Cedimenti</i>	
Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	102.02	23.33	93.68	40.40	2.60	-3.00
	Peso/Inerzia muro			0.00	160.23/0.00	0.24	-3.57
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	220.48/0.00	1.30	-2.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	5.26	-1.09	-3.78
	Risultante forze sul muro			53.02	0.00	--	--
	Resistenza pali			-196.28			

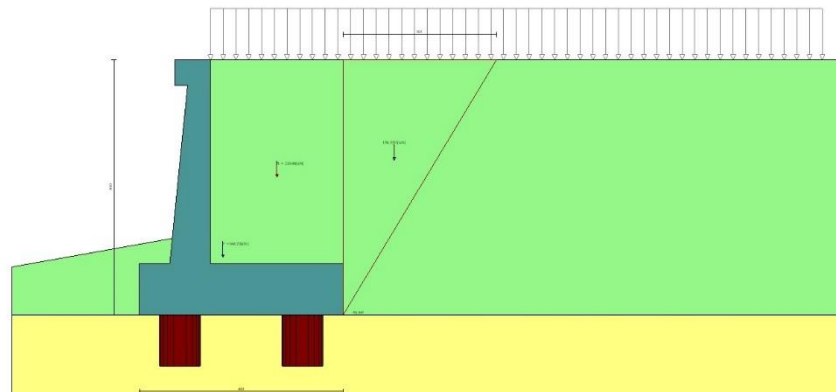


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

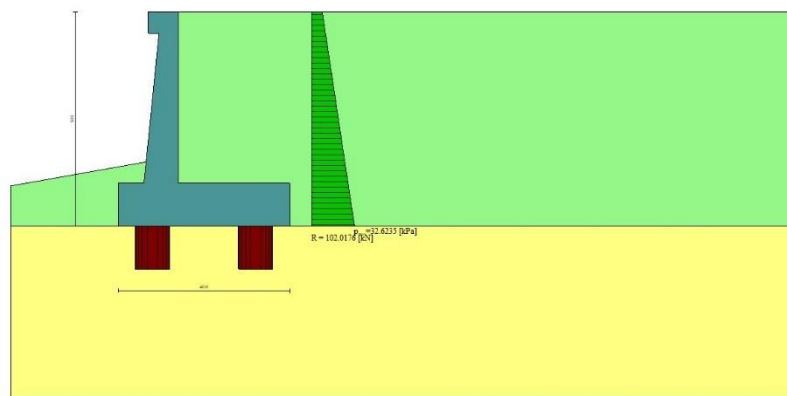


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

ecc          Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	426.37	146.70	505.56	1021.23	0.790
2 - GEO (A2-M2-R2)	425.55	167.75	544.62	1017.97	0.887

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb          Indice/Tipo combinazione  
Ip            Indice palo  
N            Sforzo normale, espresso in [kN]  
M            Momento, espresso in [kNm]  
T            Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	218.62	0.00	-220.04
	2	1060.48	0.00	-220.04

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb          Indice/Tipo combinazione  
S            Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)  
FS<sub>SCO</sub>      Coeff. di sicurezza allo scorrimento  
FS<sub>RIB</sub>      Coeff. di sicurezza al ribaltamento  
FS<sub>QLIM</sub>     Coeff. di sicurezza a carico limite  
FS<sub>STAB</sub>     Coeff. di sicurezza a stabilità globale  
FS<sub>HYD</sub>     Coeff. di sicurezza a sifonamento  
FS<sub>SUPL</sub>     Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.338					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.436		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic            Indice/Tipo combinazione  
C            Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
R            Raggio, espresso in [m]  
FS           Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	11.47	3.436

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N            Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
T            Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M            Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

Mx, My      Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
Mxy          Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
Tx, Ty      Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	53.02	53.40
2	-0.10	4.34	53.67	58.68



n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
3	-0.20	5.65	54.36	64.01
4	-0.30	7.01	55.09	69.40
5	-0.40	8.41	55.87	74.85
6	-0.50	9.86	56.70	80.37
7	-0.60	11.35	57.57	85.96
8	-0.70	12.89	58.48	91.62
9	-0.80	14.46	59.44	97.36
10	-0.90	16.08	60.44	103.19
11	-1.00	17.75	61.49	109.11
12	-1.10	19.46	62.59	115.12
13	-1.20	21.21	63.73	121.22
14	-1.30	23.01	64.91	127.42
15	-1.40	24.85	66.14	133.73
16	-1.50	26.74	67.41	140.14
17	-1.60	28.66	68.73	146.67
18	-1.70	30.64	70.09	153.31
19	-1.80	32.65	71.50	160.07
20	-1.90	34.71	72.95	166.96
21	-2.00	36.82	74.45	173.97
22	-2.10	38.96	75.99	181.12
23	-2.20	41.16	77.58	188.40
24	-2.30	43.39	79.21	195.83
25	-2.40	45.67	80.89	203.39
26	-2.50	47.99	82.61	211.11
27	-2.60	50.36	84.38	218.98
28	-2.70	52.77	86.19	227.01
29	-2.80	55.23	88.05	235.20
30	-2.90	57.72	89.95	243.55
31	-3.00	60.27	91.90	252.07
32	-3.10	62.85	93.89	260.76
33	-3.20	65.48	95.93	269.64
34	-3.30	68.16	98.01	278.69
35	-3.40	70.87	100.14	287.93
36	-3.50	73.63	102.31	297.36
37	-3.60	76.44	104.52	306.98
38	-3.70	79.29	106.78	316.80
39	-3.80	82.18	109.09	326.82
40	-3.90	85.12	111.44	337.04
41	-4.00	88.10	113.84	347.48

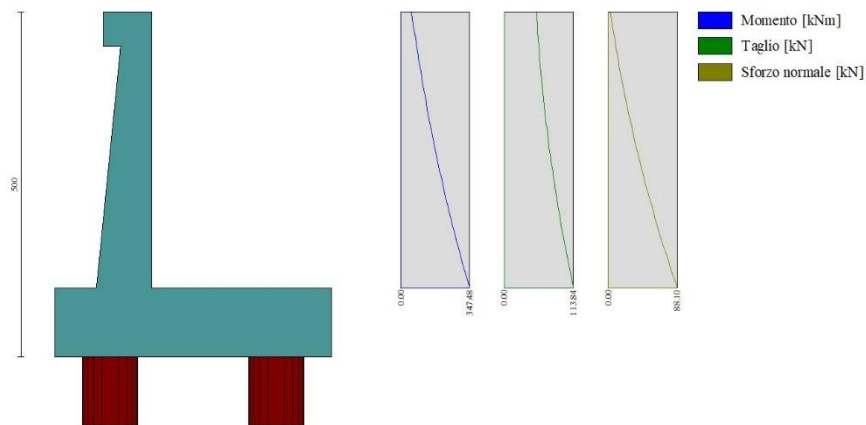


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

*Mensola valle*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 7 - Mensola valle (Inviluppo)

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.67	-0.09	-0.04	0.82	9.24
2	-0.29	0.29	-0.01	0.32	9.55
3	-1.59	-5.32	-0.01	0.00	9.55
4	-1.76	-5.86	-0.22	0.00	9.24
5	0.33	0.06	0.07	0.08	9.50
6	-1.78	-5.92	-1.08	0.00	9.45
7	-72.51	-241.71	0.51	0.00	-163.98
8	-71.73	-239.10	9.24	0.00	-150.89
9	-71.73	-239.10	9.24	0.00	-150.89
10	0.74	0.20	0.19	0.00	10.73
11	-1.94	-6.46	0.20	0.00	10.73
12	-17.09	-93.64	-3.25	16.34	-119.66
13	7.99	-94.02	-2.25	26.32	-127.60
14	-71.53	-238.43	0.00	0.00	-165.74
15	-24.51	-79.80	0.00	0.00	-85.33
16	-72.51	-241.71	-0.51	0.00	-163.98
17	-17.09	-93.64	3.25	-16.34	-119.66
18	0.35	-0.27	0.37	-0.33	9.30
19	-1.80	-5.99	0.36	0.00	9.30
20	-71.73	-239.10	-9.24	0.00	-150.89
21	7.99	-94.02	2.25	-26.32	-127.60
22	4.51	-23.46	-2.87	50.25	-46.82
23	2.37	-18.82	-6.57	8.36	-72.53
24	-65.31	-77.43	0.00	0.00	-51.84
25	4.51	-23.46	2.87	-50.25	-46.82
26	2.37	-18.82	6.57	-8.36	-72.53
27	-12.27	-10.30	0.36	3.69	-18.32
28	3.57	5.09	-1.79	8.53	-40.77
29	-9.95	12.85	0.00	0.00	-98.75
30	-12.27	-10.30	-0.36	-3.69	-18.32
31	3.57	5.09	1.79	-8.53	-40.77

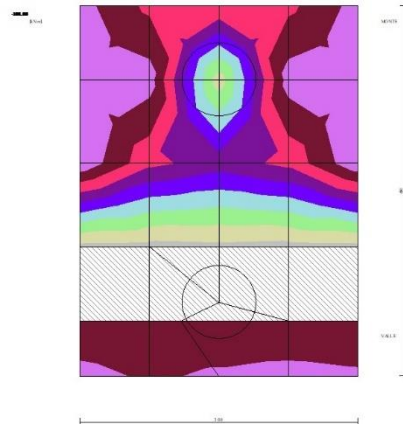


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti Mx (Combinazione n° 1)

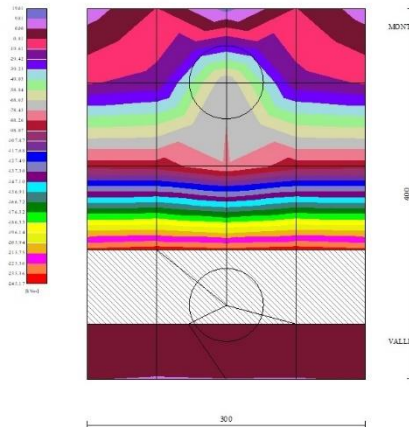


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momenti My (Combinazione n° 1)

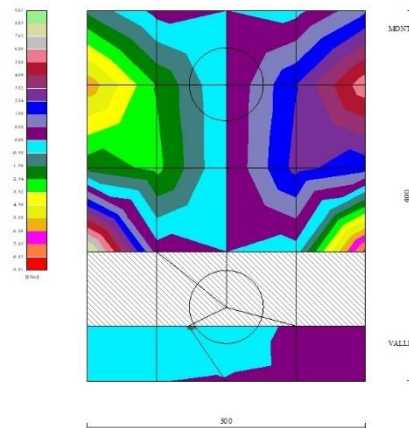


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 1)

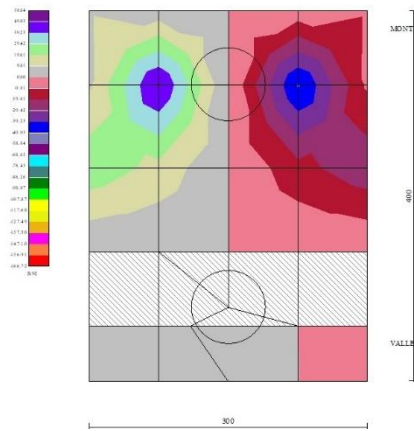


Fig. 11 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

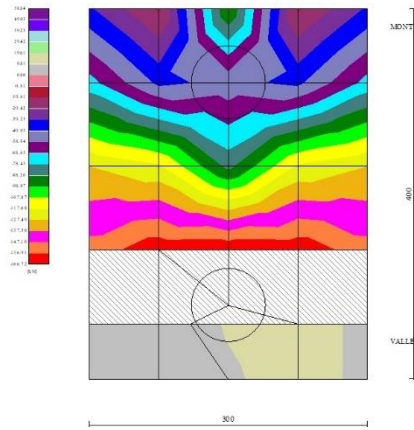


Fig. 12 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 1)

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	102.02	23.33	93.68	40.40	2.60	-3.00
	Peso/Inerzia muro			0.00	160.23/0.00	0.24	-3.57
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	220.48/0.00	1.30	-2.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	5.26	-1.09	-3.78
	Risultante forze sul muro			53.02	0.00	--	--
	Resistenza pali			-196.28			

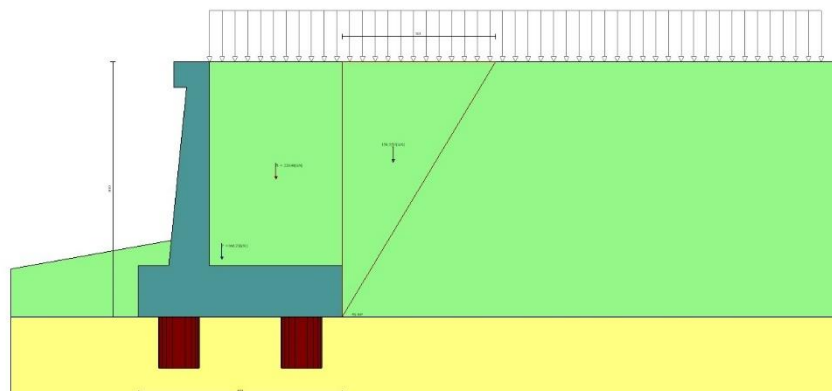


Fig. 15 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

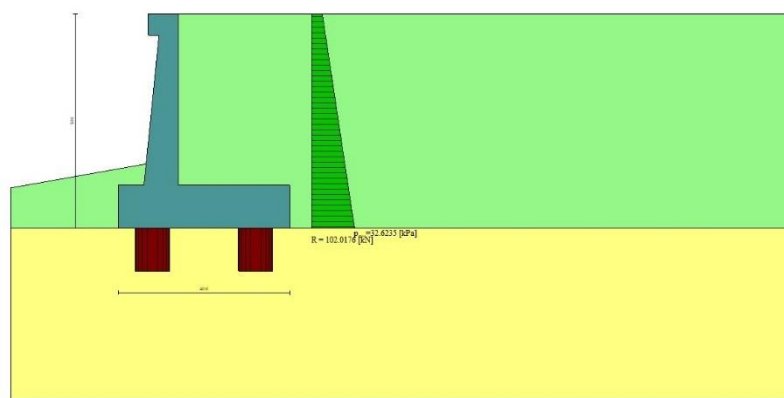


Fig. 16 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

ecc          Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	426.37	146.70	505.56	1021.23	0.790
2 - GEO (A2-M2-R2)	425.55	167.75	544.62	1017.97	0.887

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb          Indice/Tipo combinazione  
Ip          Indice palo  
N          Sforzo normale, espresso in [kN]  
M          Momento, espresso in [kNm]  
T          Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	218.62	0.00	-220.04
	2	1060.48	0.00	-220.04

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb          Indice/Tipo combinazione  
S          Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)  
FS<sub>SCO</sub>          Coeff. di sicurezza allo scorrimento  
FS<sub>RIB</sub>          Coeff. di sicurezza al ribaltamento  
FS<sub>QLIM</sub>          Coeff. di sicurezza a carico limite  
FS<sub>STAB</sub>          Coeff. di sicurezza a stabilità globale  
FS<sub>HYD</sub>          Coeff. di sicurezza a sifonamento  
FS<sub>SUPL</sub>          Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.338					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.436		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic          Indice/Tipo combinazione  
C          Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
R          Raggio, espresso in [m]  
FS          Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	11.47	3.436

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N          Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
T          Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M          Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

Mx, My          Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
Mxy          Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
Tx, Ty          Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

#### Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	3.07	3.07	53.02	53.02	53.40	53.40
2	-0.10	4.34	4.34	53.67	53.67	58.68	58.68
3	-0.20	5.65	5.65	54.36	54.36	64.01	64.01
4	-0.30	7.01	7.01	55.09	55.09	69.40	69.40

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
5	-0.40	8.41	8.41	55.87	55.87	74.85	74.85
6	-0.50	9.86	9.86	56.70	56.70	80.37	80.37
7	-0.60	11.35	11.35	57.57	57.57	85.96	85.96
8	-0.70	12.89	12.89	58.48	58.48	91.62	91.62
9	-0.80	14.46	14.46	59.44	59.44	97.36	97.36
10	-0.90	16.08	16.08	60.44	60.44	103.19	103.19
11	-1.00	17.75	17.75	61.49	61.49	109.11	109.11
12	-1.10	19.46	19.46	62.59	62.59	115.12	115.12
13	-1.20	21.21	21.21	63.73	63.73	121.22	121.22
14	-1.30	23.01	23.01	64.91	64.91	127.42	127.42
15	-1.40	24.85	24.85	66.14	66.14	133.73	133.73
16	-1.50	26.74	26.74	67.41	67.41	140.14	140.14
17	-1.60	28.66	28.66	68.73	68.73	146.67	146.67
18	-1.70	30.64	30.64	70.09	70.09	153.31	153.31
19	-1.80	32.65	32.65	71.50	71.50	160.07	160.07
20	-1.90	34.71	34.71	72.95	72.95	166.96	166.96
21	-2.00	36.82	36.82	74.45	74.45	173.97	173.97
22	-2.10	38.96	38.96	75.99	75.99	181.12	181.12
23	-2.20	41.16	41.16	77.58	77.58	188.40	188.40
24	-2.30	43.39	43.39	79.21	79.21	195.83	195.83
25	-2.40	45.67	45.67	80.89	80.89	203.39	203.39
26	-2.50	47.99	47.99	82.61	82.61	211.11	211.11
27	-2.60	50.36	50.36	84.38	84.38	218.98	218.98
28	-2.70	52.77	52.77	86.19	86.19	227.01	227.01
29	-2.80	55.23	55.23	88.05	88.05	235.20	235.20
30	-2.90	57.72	57.72	89.95	89.95	243.55	243.55
31	-3.00	60.27	60.27	91.90	91.90	252.07	252.07
32	-3.10	62.85	62.85	93.89	93.89	260.76	260.76
33	-3.20	65.48	65.48	95.93	95.93	269.64	269.64
34	-3.30	68.16	68.16	98.01	98.01	278.69	278.69
35	-3.40	70.87	70.87	100.14	100.14	287.93	287.93
36	-3.50	73.63	73.63	102.31	102.31	297.36	297.36
37	-3.60	76.44	76.44	104.52	104.52	306.98	306.98
38	-3.70	79.29	79.29	106.78	106.78	316.80	316.80
39	-3.80	82.18	82.18	109.09	109.09	326.82	326.82
40	-3.90	85.12	85.12	111.44	111.44	337.04	337.04
41	-4.00	88.10	88.10	113.84	113.84	347.48	347.48

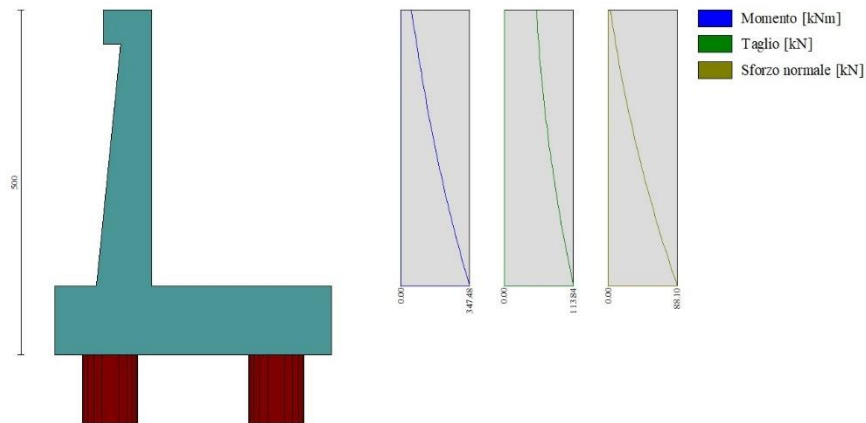


Fig. 17 - Paramento

*Mensola valle*

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.02	0.04	0.04
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.04	0.17	0.17
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.07	0.38	0.38



Fig. 18 - Mensola valle

*Piastra fondazione*

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.67	-0.09	-0.04	0.82	9.24	MAX
	0.67	-0.09	-0.04	0.82	9.24	MIN
2	-0.29	0.29	-0.01	0.32	9.55	MAX
	-0.29	0.29	-0.01	0.32	9.55	MIN
3	-1.59	-5.32	-0.01	0.00	9.55	MAX
	-1.59	-5.32	-0.01	0.00	9.55	MIN
4	-1.76	-5.86	-0.22	0.00	9.24	MAX
	-1.76	-5.86	-0.22	0.00	9.24	MIN
5	0.33	0.06	0.07	0.08	9.50	MAX
	0.33	0.06	0.07	0.08	9.50	MIN
6	-1.78	-5.92	-1.08	0.00	9.45	MAX
	-1.78	-5.92	-1.08	0.00	9.45	MIN
7	-72.51	-241.71	0.51	0.00	-163.98	MAX
	-72.51	-241.71	0.51	0.00	-163.98	MIN
8	-71.73	-239.10	9.24	0.00	-150.89	MAX
	-71.73	-239.10	9.24	0.00	-150.89	MIN
9	-71.73	-239.10	9.24	0.00	-150.89	MAX
	-71.73	-239.10	9.24	0.00	-150.89	MIN
10	0.74	0.20	0.19	0.00	10.73	MAX
	0.74	0.20	0.19	0.00	10.73	MIN
11	-1.94	-6.46	0.20	0.00	10.73	MAX
	-1.94	-6.46	0.20	0.00	10.73	MIN
12	-17.09	-93.64	-3.25	16.34	-119.66	MAX
	-17.09	-93.64	-3.25	16.34	-119.66	MIN
13	7.99	-94.02	-2.25	26.32	-127.60	MAX
	7.99	-94.02	-2.25	26.32	-127.60	MIN
14	-71.53	-238.43	0.00	0.00	-165.74	MAX
	-71.53	-238.43	0.00	0.00	-165.74	MIN
15	-24.51	-79.80	0.00	0.00	-85.33	MAX
	-24.51	-79.80	0.00	0.00	-85.33	MIN
16	-72.51	-241.71	-0.51	0.00	-163.98	MAX
	-72.51	-241.71	-0.51	0.00	-163.98	MIN
17	-17.09	-93.64	3.25	-16.34	-119.66	MAX
	-17.09	-93.64	3.25	-16.34	-119.66	MIN
18	0.35	-0.27	0.37	-0.33	9.30	MAX
	0.35	-0.27	0.37	-0.33	9.30	MIN
19	-1.80	-5.99	0.36	0.00	9.30	MAX
	-1.80	-5.99	0.36	0.00	9.30	MIN
20	-71.73	-239.10	-9.24	0.00	-150.89	MAX
	-71.73	-239.10	-9.24	0.00	-150.89	MIN
21	7.99	-94.02	2.25	-26.32	-127.60	MAX
	7.99	-94.02	2.25	-26.32	-127.60	MIN
22	4.51	-23.46	-2.87	50.25	-46.82	MAX
	4.51	-23.46	-2.87	50.25	-46.82	MIN
23	2.37	-18.82	-6.57	8.36	-72.53	MAX
	2.37	-18.82	-6.57	8.36	-72.53	MIN
24	-65.31	-77.43	0.00	0.00	-51.84	MAX
	-65.31	-77.43	0.00	0.00	-51.84	MIN
25	4.51	-23.46	2.87	-50.25	-46.82	MAX
	4.51	-23.46	2.87	-50.25	-46.82	MIN
26	2.37	-18.82	6.57	-8.36	-72.53	MAX
	2.37	-18.82	6.57	-8.36	-72.53	MIN
27	-12.27	-10.30	0.36	3.69	-18.32	MAX
	-12.27	-10.30	0.36	3.69	-18.32	MIN
28	3.57	5.09	-1.79	8.53	-40.77	MAX
	3.57	5.09	-1.79	8.53	-40.77	MIN
29	-9.95	12.85	0.00	0.00	-98.75	MAX
	-9.95	12.85	0.00	0.00	-98.75	MIN
30	-12.27	-10.30	-0.36	-3.69	-18.32	MAX



In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
31	-12.27	-10.30	-0.36	-3.69	-18.32	MIN
	3.57	5.09	1.79	-8.53	-40.77	MAX
	3.57	5.09	1.79	-8.53	-40.77	MIN

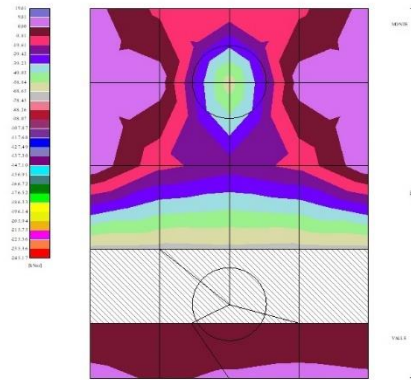


Fig. 19 - Piastra fondazione - Momento Mx (Combinazione n° 1)

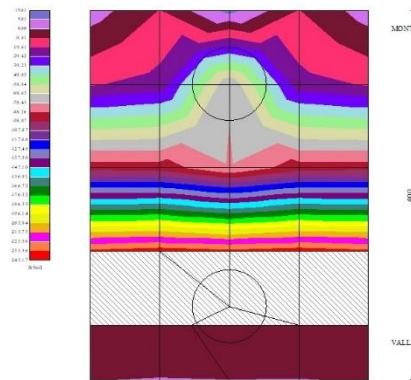


Fig. 20 - Piastra fondazione - Momento My (Combinazione n° 1)

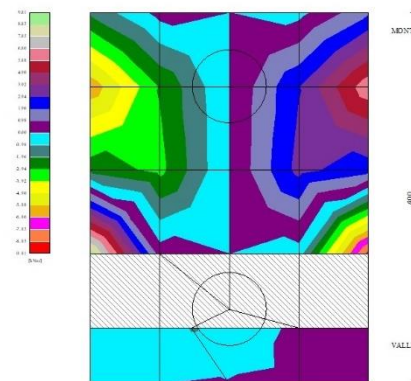


Fig. 21 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 1)

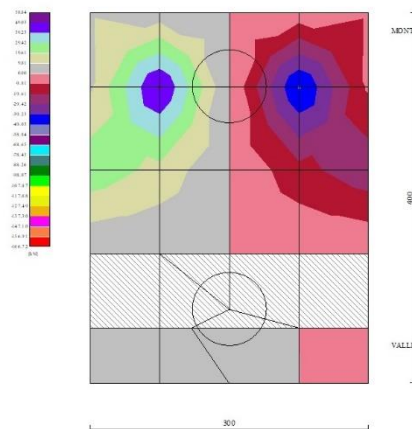


Fig. 22 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

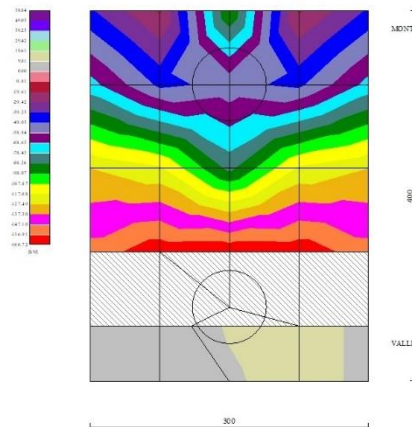


Fig. 23 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 1)

### 10.2.3 Condizione eccezionale d'urto

#### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	Rck [kPa]	E [kPa]	v	n	ntc
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub> [kPa]	f <sub>uk</sub> [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, PI	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	palo D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

### Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	3.00	[m]
<b>Paramento</b>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	4.00	[m]
Altezza paramento libero	3.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.80	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<b>Mensola di marciapiede</b>		
Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]
<b>Fondazione</b>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.60	[m]

Lunghezza totale	4.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

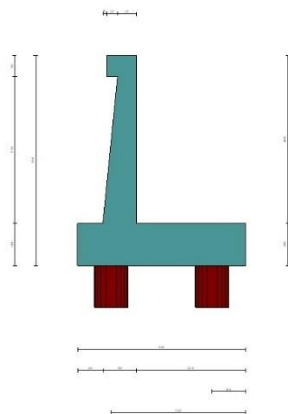


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
$\alpha$	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	palo D800	0.80	3.00	0.20	1	80.00	14.00	0.00	Centrati
2	palo D800	3.20	3.00	0.50	1	80.00	14.00	0.00	Centrati

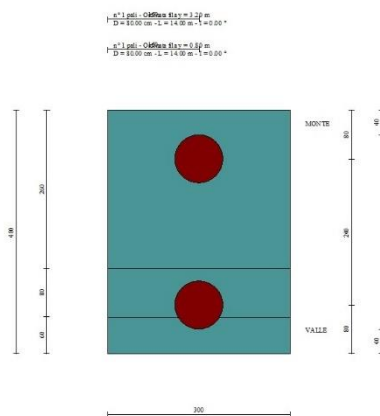


Fig. 2 - Pianta pali

### Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<b>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</b>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$	Cesp	$\tau_l$	
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]		[kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0		0	(MIN)
				35.000	23.333	0	0		0	(MED)
2	unità AL-argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	5	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	5	0		0	(MIN)
				27.000	27.000	5	0		0	(MED)
3	unità GS- ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0		0	(MIN)
				35.000	35.000	0	0		0	(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<b>Per calcolo pali (solo se presenti)</b>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

**Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')**  
Kststa, Kstsis    Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	$\alpha$	Terreno	Kwn	Kwt	Kw	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
	[m]	[°]		[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]				
1	5.00	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	4.00	0.000	unità AL-argilla limosa	0.000	0.000	10.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità GS- ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	10.000	0.000	1.000	---	---

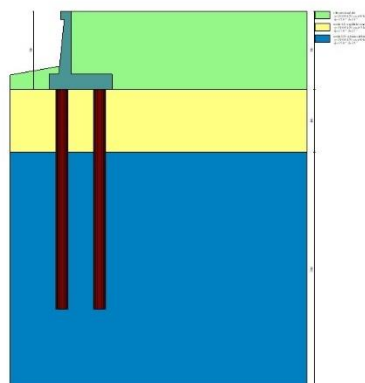


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.	
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.	
Momento positivo senso antiorario.	
X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]  
Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kN]

**Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF**  
Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

*Carichi sul terreno*

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

**Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS**

*Carichi sul terreno*

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

### Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$   $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:  
- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.50	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.30	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.15	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	0.75	Sfavorevole

#### Combinazione n° 5 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

#### Dati sismici

Comune Poggio San Lorenzo  
Provincia Rieti  
Regione Lazio

Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T2	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale  
Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

### Opzioni di calcolo

#### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

#### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

#### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

#### Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	10.00 [cm]

#### Opzioni calcolo pali

##### Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta $\sigma_v$ con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

##### Portanza trasversale

Costante di Winkler: da strato	criterio rottura palo-terreno
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Non attivo

##### Cedimenti

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]



## Risultati per combinazione

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	735.29	0.00	-229.72
	2	834.30	0.00	-229.72
3 - SLER	1	711.56	0.00	-174.17
	2	736.80	0.00	-174.17
4 - SLEF	1	688.53	0.00	-165.76
	2	713.55	0.00	-165.76
5 - SLEQ	1	619.47	0.00	-140.51
	2	643.84	0.00	-140.51

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.282					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.867		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	11.47	2.867

### Cedimenti pali

#### Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
Ip	Indice palo
w	Cedimento, espresso in [cm]

Ic	Ip	w [cm]
3	1	0.1342
	2	0.1389
4	1	0.1298
	2	0.1346
5	1	0.1168
	2	0.1214

### Sollecitazioni

**Elementi calcolati a trave**

**Simbologia adottata**

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

**Elementi calcolati a piastra**

**Simbologia adottata**

Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

*Paramento*

**Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.69	1.47	0.32
3	-0.20	6.37	2.99	0.40
4	-0.30	8.09	4.58	0.61
5	-0.40	9.87	6.22	0.97
6	-0.50	11.69	7.92	1.47
7	-0.60	13.56	9.67	2.13
8	-0.70	15.49	11.49	2.95
9	-0.80	17.46	13.37	3.93
10	-0.90	19.48	15.30	5.08
11	-1.00	21.55	17.29	6.41
12	-1.10	23.67	19.34	7.92
13	-1.20	25.85	21.45	9.62
14	-1.30	28.07	23.61	11.51
15	-1.40	30.34	25.84	13.59
16	-1.50	32.66	28.12	15.88
17	-1.60	35.03	30.46	18.38
18	-1.70	37.45	32.86	21.08
19	-1.80	39.92	35.32	24.01
20	-1.90	42.43	37.84	27.16
21	-2.00	45.00	40.41	30.54
22	-2.10	47.62	43.04	34.15
23	-2.20	50.29	45.74	38.01
24	-2.30	53.01	48.49	42.10
25	-2.40	55.77	51.29	46.45
26	-2.50	58.59	54.16	51.06
27	-2.60	61.45	57.09	55.92
28	-2.70	64.37	60.07	61.05
29	-2.80	67.34	63.11	66.45
30	-2.90	70.35	66.21	72.13
31	-3.00	73.42	69.37	78.10
32	-3.10	76.53	72.58	84.35
33	-3.20	79.69	75.86	90.89
34	-3.30	82.91	79.19	97.73
35	-3.40	86.17	82.58	104.87
36	-3.50	89.48	86.03	112.33
37	-3.60	92.85	89.54	120.10
38	-3.70	96.26	93.11	128.18
39	-3.80	99.72	96.73	136.60
40	-3.90	103.23	100.42	145.34
41	-4.00	106.79	104.16	154.42

**Combinazione n° 3 - SLER**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.53	1.09	0.34
3	-0.20	6.04	2.23	0.39
4	-0.30	7.59	3.42	0.55
5	-0.40	9.19	4.65	0.81
6	-0.50	10.83	5.92	1.18
7	-0.60	12.51	7.24	1.66
8	-0.70	14.24	8.60	2.27
9	-0.80	16.01	10.01	2.99
10	-0.90	17.83	11.46	3.85
11	-1.00	19.69	12.96	4.83
12	-1.10	21.59	14.50	5.95
13	-1.20	23.54	16.09	7.20
14	-1.30	25.53	17.72	8.60
15	-1.40	27.56	19.40	10.15
16	-1.50	29.64	21.12	11.84
17	-1.60	31.76	22.89	13.69
18	-1.70	33.93	24.70	15.70
19	-1.80	36.14	26.56	17.88
20	-1.90	38.39	28.46	20.22
21	-2.00	40.69	30.41	22.73

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
22	-2.10	43.03	32.40	25.41
23	-2.20	45.42	34.44	28.28
24	-2.30	47.84	36.52	31.33
25	-2.40	50.32	38.64	34.57
26	-2.50	52.83	40.82	38.00
27	-2.60	55.39	43.03	41.62
28	-2.70	58.00	45.29	45.45
29	-2.80	60.65	47.60	49.47
30	-2.90	63.34	49.95	53.71
31	-3.00	66.07	52.35	58.16
32	-3.10	68.85	54.79	62.82
33	-3.20	71.68	57.27	67.71
34	-3.30	74.54	59.80	72.81
35	-3.40	77.46	62.38	78.15
36	-3.50	80.41	65.00	83.72
37	-3.60	83.41	67.66	89.53
38	-3.70	86.45	70.37	95.57
39	-3.80	89.54	73.13	101.86
40	-3.90	92.67	75.93	108.40
41	-4.00	95.84	78.77	115.19

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.48	0.98	0.34
3	-0.20	5.94	2.01	0.39
4	-0.30	7.45	3.08	0.53
5	-0.40	8.99	4.20	0.76
6	-0.50	10.59	5.36	1.09
7	-0.60	12.22	6.57	1.53
8	-0.70	13.90	7.82	2.07
9	-0.80	15.62	9.11	2.73
10	-0.90	17.39	10.45	3.50
11	-1.00	19.20	11.84	4.39
12	-1.10	21.06	13.27	5.40
13	-1.20	22.96	14.75	6.54
14	-1.30	24.90	16.27	7.82
15	-1.40	26.88	17.83	9.23
16	-1.50	28.91	19.44	10.78
17	-1.60	30.99	21.10	12.47
18	-1.70	33.10	22.80	14.32
19	-1.80	35.27	24.54	16.31
20	-1.90	37.47	26.33	18.46
21	-2.00	39.72	28.16	20.77
22	-2.10	42.01	30.04	23.25
23	-2.20	44.35	31.97	25.90
24	-2.30	46.73	33.94	28.71
25	-2.40	49.16	35.95	31.71
26	-2.50	51.62	38.01	34.88
27	-2.60	54.14	40.11	38.24
28	-2.70	56.69	42.26	41.79
29	-2.80	59.29	44.46	45.54
30	-2.90	61.93	46.70	49.47
31	-3.00	64.62	48.98	53.62
32	-3.10	67.35	51.31	57.96
33	-3.20	70.13	53.68	62.52
34	-3.30	72.95	56.10	67.29
35	-3.40	75.81	58.56	72.27
36	-3.50	78.72	61.07	77.48
37	-3.60	81.67	63.62	82.92
38	-3.70	84.66	66.22	88.58
39	-3.80	87.70	68.86	94.48
40	-3.90	90.78	71.55	100.61
41	-4.00	93.91	74.28	106.99

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.34	0.65	0.36
3	-0.20	5.65	1.34	0.38
4	-0.30	7.01	2.07	0.47
5	-0.40	8.41	2.85	0.62
6	-0.50	9.86	3.68	0.84
7	-0.60	11.35	4.55	1.12
8	-0.70	12.89	5.46	1.49
9	-0.80	14.46	6.42	1.93
10	-0.90	16.08	7.42	2.45
11	-1.00	17.75	8.47	3.07
12	-1.10	19.46	9.57	3.77
13	-1.20	21.21	10.71	4.57
14	-1.30	23.01	11.89	5.47
15	-1.40	24.85	13.12	6.48
16	-1.50	26.74	14.39	7.59

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
17	-1.60	28.66	15.71	8.81
18	-1.70	30.64	17.07	10.15
19	-1.80	32.65	18.48	11.61
20	-1.90	34.71	19.93	13.20
21	-2.00	36.82	21.43	14.91
22	-2.10	38.96	22.97	16.76
23	-2.20	41.16	24.56	18.74
24	-2.30	43.39	26.19	20.86
25	-2.40	45.67	27.87	23.13
26	-2.50	47.99	29.59	25.54
27	-2.60	50.36	31.36	28.11
28	-2.70	52.77	33.17	30.83
29	-2.80	55.23	35.03	33.72
30	-2.90	57.72	36.93	36.77
31	-3.00	60.27	38.88	39.99
32	-3.10	62.85	40.87	43.38
33	-3.20	65.48	42.91	46.95
34	-3.30	68.16	44.99	50.70
35	-3.40	70.87	47.12	54.64
36	-3.50	73.63	49.29	58.77
37	-3.60	76.44	51.50	63.09
38	-3.70	79.29	53.76	67.60
39	-3.80	82.18	56.07	72.32
40	-3.90	85.12	58.42	77.25
41	-4.00	88.10	60.82	82.38

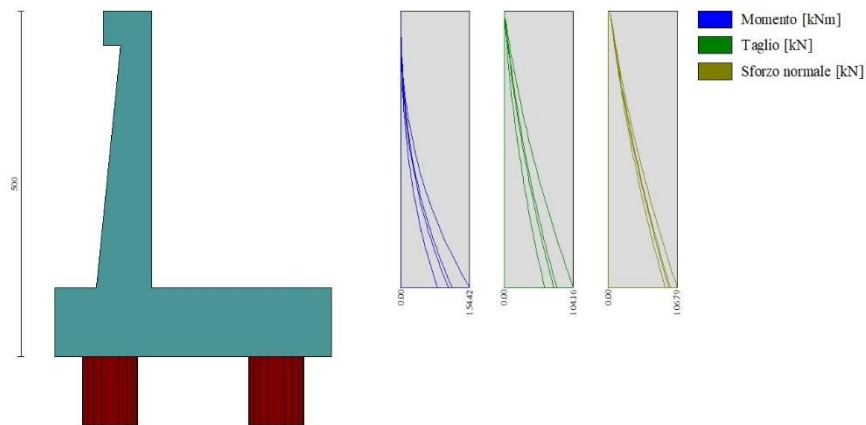


Fig. 4 - Paramento (Inviluppo)

*Mensola valle*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 3 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 5 - Mensola valle (Inviluppo)

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
23	<b>10.44</b>	17.60	-7.50	41.58	-24.97	MAX
24	<b>-234.70</b>	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
15	-17.12	<b>64.74</b>	0.00	0.00	132.77	MAX
24	-234.70	<b>-187.91</b>	0.00	0.00	20.70	MIN
17	-25.90	10.79	<b>18.16</b>	-7.38	4.41	MAX
12	-25.90	10.79	<b>-18.16</b>	7.38	4.41	MIN
22	4.06	-1.55	-7.14	<b>175.06</b>	25.75	MAX
25	4.06	-1.55	7.14	<b>-175.06</b>	25.75	MIN
15	-17.12	64.74	0.00	0.00	<b>132.77</b>	MAX
29	-65.64	45.39	0.00	0.00	<b>-239.92</b>	MIN

Combinazione n° 3 - SLER

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
14	<b>27.80</b>	92.66	0.00	0.00	30.25	MAX
24	<b>-234.70</b>	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
14	27.80	<b>92.66</b>	0.00	0.00	30.25	MAX
24	-234.70	<b>-187.91</b>	0.00	0.00	20.70	MIN
20	4.63	15.44	<b>19.31</b>	0.00	-74.13	MAX
8	4.63	15.44	<b>-19.31</b>	0.00	-74.13	MIN
22	4.06	-1.55	-7.14	<b>175.06</b>	25.75	MAX
25	4.06	-1.55	7.14	<b>-175.06</b>	25.75	MIN
15	-11.08	90.65	0.00	0.00	<b>163.77</b>	MAX
29	-65.64	45.39	0.00	0.00	<b>-239.92</b>	MIN

Combinazione n° 4 - SLEF

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
14	<b>27.80</b>	92.66	0.00	41.58	30.25	MAX
24	<b>-234.70</b>	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
14	27.80	<b>92.66</b>	0.00	0.00	132.77	MAX
24	-234.70	<b>-187.91</b>	0.00	0.00	20.70	MIN
20	4.63	15.44	<b>19.31</b>	0.00	4.41	MAX
8	-25.90	10.79	<b>-19.31</b>	0.00	-74.13	MIN
22	4.06	-1.55	-7.14	<b>175.06</b>	25.75	MAX
25	4.06	-1.55	7.14	<b>-175.06</b>	25.75	MIN
15	-11.08	90.65	0.00	0.00	<b>163.77</b>	MAX
29	-65.64	45.39	0.00	0.00	<b>-239.92</b>	MIN

Combinazione n° 5 - SLEQ

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
14	<b>27.80</b>	92.66	0.00	41.58	30.25	MAX
24	<b>-234.70</b>	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
14	27.80	<b>92.66</b>	0.00	0.00	132.77	MAX
24	-234.70	<b>-187.91</b>	0.00	0.00	20.70	MIN
20	4.63	15.44	<b>19.31</b>	0.00	4.41	MAX
8	-25.90	10.79	<b>-19.31</b>	0.00	-74.13	MIN
22	4.06	-1.55	-7.14	<b>175.06</b>	25.75	MAX
25	4.06	-1.55	7.14	<b>-175.06</b>	25.75	MIN
15	-11.08	90.65	0.00	0.00	<b>163.77</b>	MAX
29	-65.64	45.39	0.00	0.00	<b>-239.92</b>	MIN

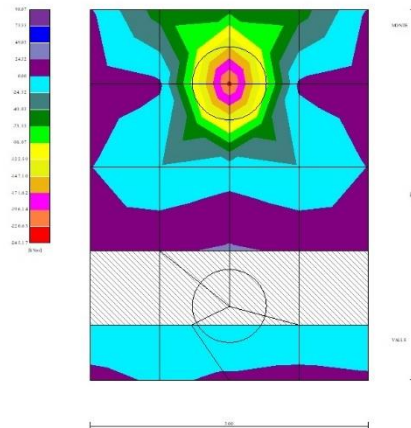


Fig. 6 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{X_{MAX}}$  (Combinazione n° 3)

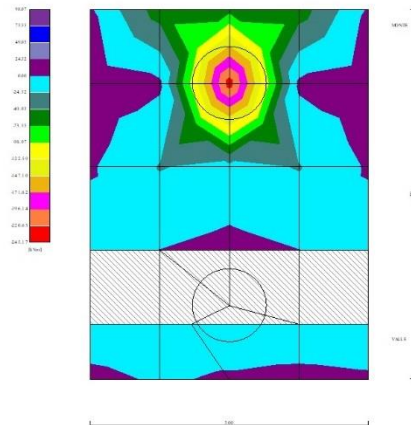


Fig. 7 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{X_{MIN}}$  (Combinazione n° 1)

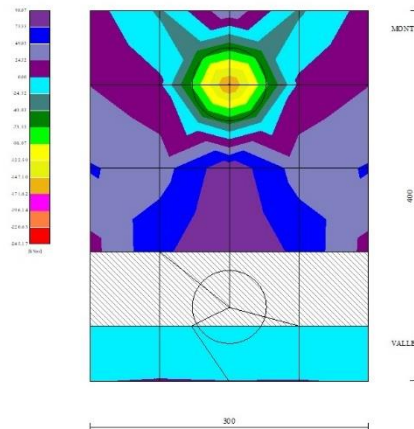


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)

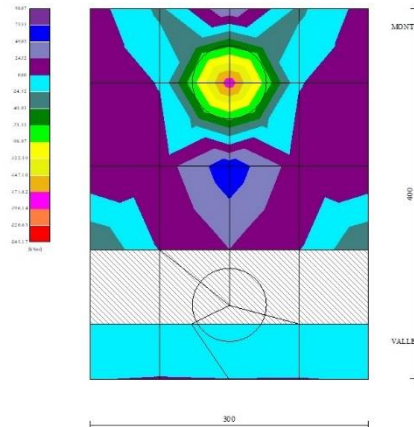


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

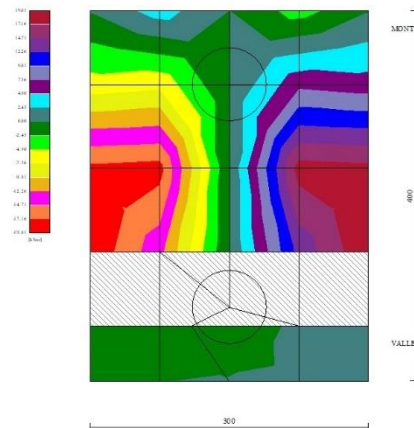


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 3)

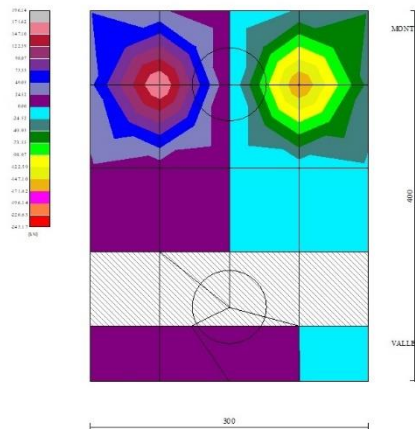


Fig. 11 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

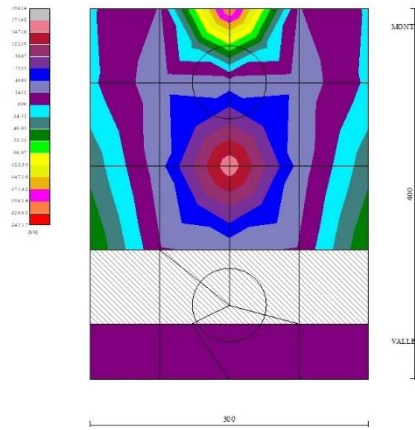


Fig. 12 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)

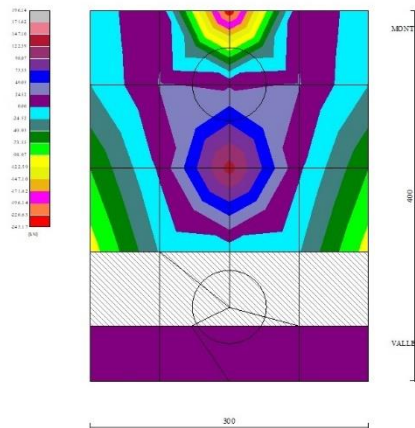


Fig. 13 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)



## Risultati per involucro

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	735.29	0.00	-229.72
	2	834.30	0.00	-229.72

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.282					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.867		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	11.47	2.867

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	3.07	3.07	0.00	0.00	0.38	0.38
2	-0.10	4.34	4.69	0.65	1.47	0.32	0.36
3	-0.20	5.65	6.37	1.34	2.99	0.38	0.40
4	-0.30	7.01	8.09	2.07	4.58	0.47	0.61
5	-0.40	8.41	9.87	2.85	6.22	0.62	0.97
6	-0.50	9.86	11.69	3.68	7.92	0.84	1.47
7	-0.60	11.35	13.56	4.55	9.67	1.12	2.13
8	-0.70	12.89	15.49	5.46	11.49	1.49	2.95
9	-0.80	14.46	17.46	6.42	13.37	1.93	3.93

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
10	-0.90	16.08	19.48	7.42	15.30	2.45	5.08
11	-1.00	17.75	21.55	8.47	17.29	3.07	6.41
12	-1.10	19.46	23.67	9.57	19.34	3.77	7.92
13	-1.20	21.21	25.85	10.71	21.45	4.57	9.62
14	-1.30	23.01	28.07	11.89	23.61	5.47	11.51
15	-1.40	24.85	30.34	13.12	25.84	6.48	13.59
16	-1.50	26.74	32.66	14.39	28.12	7.59	15.88
17	-1.60	28.66	35.03	15.71	30.46	8.81	18.38
18	-1.70	30.64	37.45	17.07	32.86	10.15	21.08
19	-1.80	32.65	39.92	18.48	35.32	11.61	24.01
20	-1.90	34.71	42.43	19.93	37.84	13.20	27.16
21	-2.00	36.82	45.00	21.43	40.41	14.91	30.54
22	-2.10	38.96	47.62	22.97	43.04	16.76	34.15
23	-2.20	41.16	50.29	24.56	45.74	18.74	38.01
24	-2.30	43.39	53.01	26.19	48.49	20.86	42.10
25	-2.40	45.67	55.77	27.87	51.29	23.13	46.45
26	-2.50	47.99	58.59	29.59	54.16	25.54	51.06
27	-2.60	50.36	61.45	31.36	57.09	28.11	55.92
28	-2.70	52.77	64.37	33.17	60.07	30.83	61.05
29	-2.80	55.23	67.34	35.03	63.11	33.72	66.45
30	-2.90	57.72	70.35	36.93	66.21	36.77	72.13
31	-3.00	60.27	73.42	38.88	69.37	39.99	78.10
32	-3.10	62.85	76.53	40.87	72.58	43.38	84.35
33	-3.20	65.48	79.69	42.91	75.86	46.95	90.89
34	-3.30	68.16	82.91	44.99	79.19	50.70	97.73
35	-3.40	70.87	86.17	47.12	82.58	54.64	104.87
36	-3.50	73.63	89.48	49.29	86.03	58.77	112.33
37	-3.60	76.44	92.85	51.50	89.54	63.09	120.10
38	-3.70	79.29	96.26	53.76	93.11	67.60	128.18
39	-3.80	82.18	99.72	56.07	96.73	72.32	136.60
40	-3.90	85.12	103.23	58.42	100.42	77.25	145.34
41	-4.00	88.10	106.79	60.82	104.16	82.38	154.42

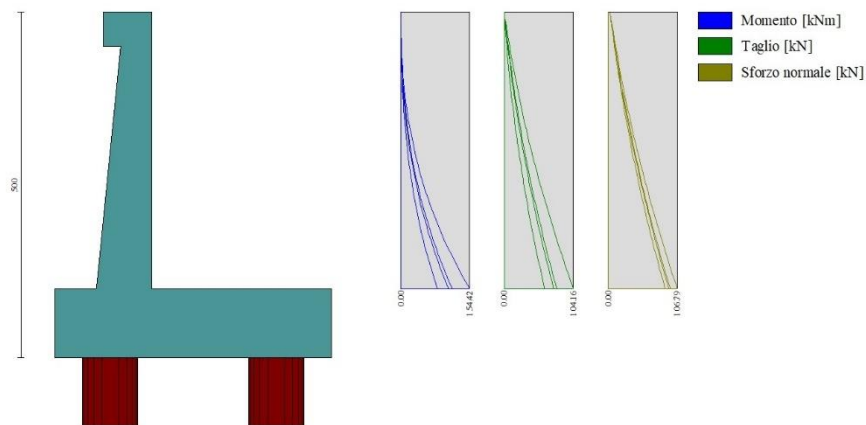


Fig. 16 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.02	0.04	0.04
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.04	0.17	0.17
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.07	0.38	0.38

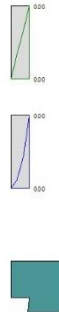


Fig. 17 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
14	<b>27.80</b> (3)	92.66 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	30.25 (3)	MAX
24	<b>-234.70</b> (1)	-187.91 (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	20.70 (1)	MIN
14	27.80 (3)	<b>92.66</b> (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	30.25 (3)	MAX
24	-234.70 (1)	<b>-187.91</b> (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	20.70 (1)	MIN
20	4.63 (3)	15.44 (3)	<b>19.31</b> (3)	0.00 (3)	-74.13 (3)	MAX
8	4.63 (3)	15.44 (3)	<b>-19.31</b> (3)	0.00 (3)	-74.13 (3)	MIN
22	4.06 (1)	-1.55 (1)	-7.14 (1)	<b>175.06</b> (1)	25.75 (1)	MAX
25	4.06 (1)	-1.55 (1)	7.14 (1)	<b>-175.06</b> (1)	25.75 (1)	MIN
15	-11.08 (3)	90.65 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	<b>163.77</b> (3)	MAX
29	-65.64 (1)	45.39 (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	<b>-239.92</b> (1)	MIN

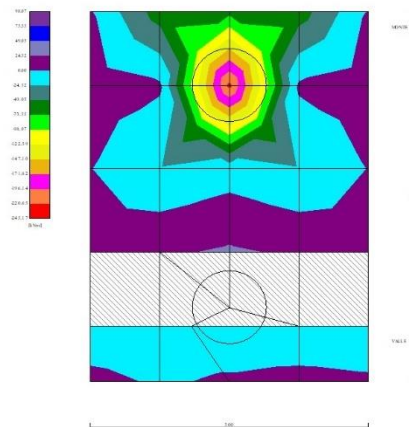


Fig. 18 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMAX}$  (Combinazione n° 3)

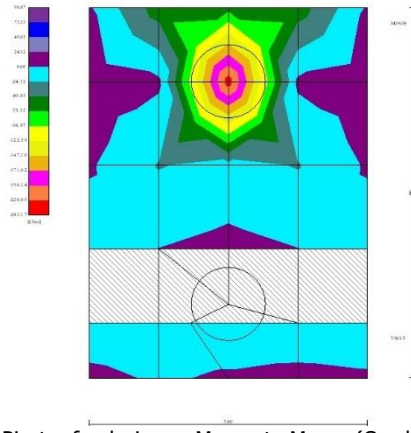


Fig. 19 - Piastra fondazione - Momento  $M_{X_{MIN}}$  (Combinazione n° 1)

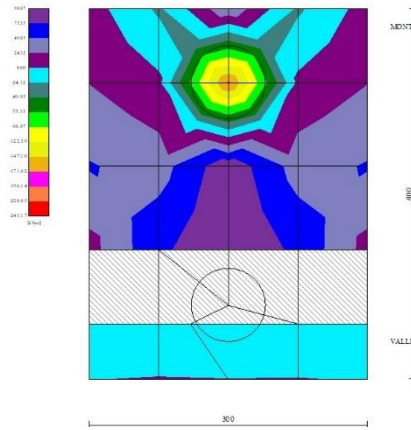


Fig. 20 - Piastra fondazione - Momento  $M_{Y_{MAX}}$  (Combinazione n° 3)

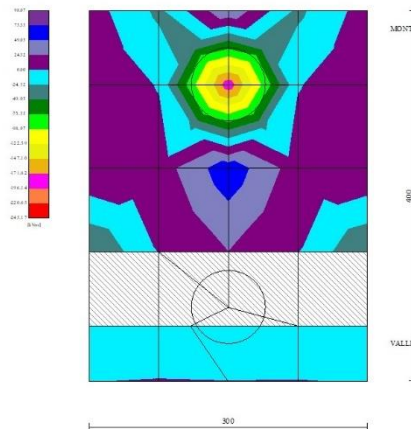


Fig. 21 - Piastra fondazione - Momento  $M_{Y_{MIN}}$  (Combinazione n° 1)

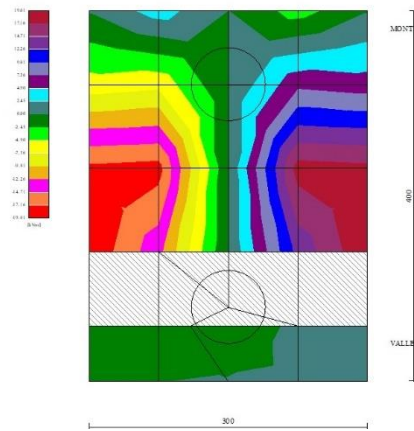


Fig. 22 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 3)

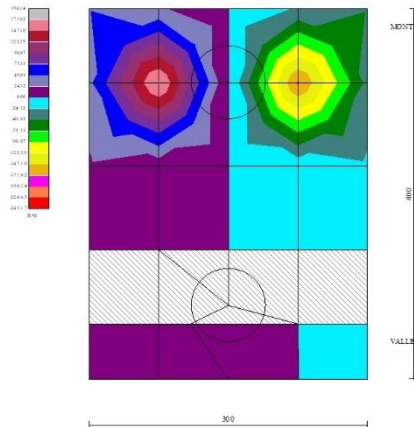


Fig. 23 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

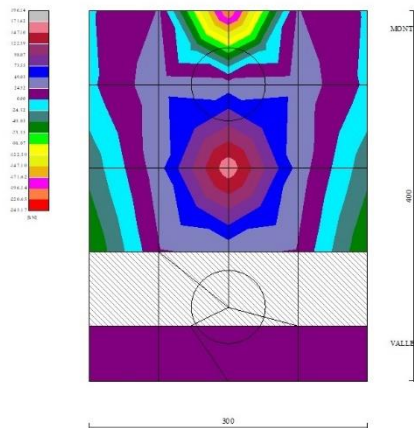


Fig. 24 - Piastra fondazione - Taglio TyMAX (Combinazione n° 3)

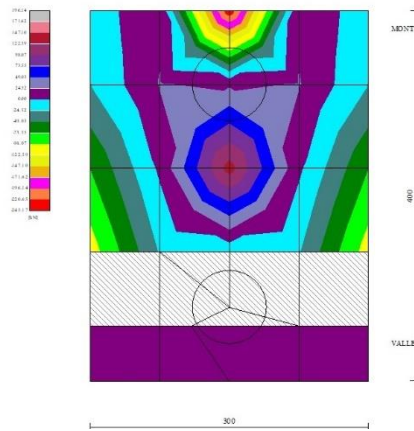


Fig. 25 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{\gamma_{MIN}}$  (Combinazione n° 1)

## 10.3 MURO TIPOLOGICO D1

### 10.3.1 Condizione statica

#### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

##### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

##### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub> [kPa]	f <sub>uk</sub> [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

#### Tipologie pali

##### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, PI	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	palo D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

#### Geometria profilo terreno a monte del muro

##### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

## Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	3.00	[m]
<b>Paramento</b>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	5.00	[m]
Altezza paramento libero	4.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.90	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<b>Mensola di marciapiede</b>		
Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]
<b>Fondazione</b>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.50	[m]
Lunghezza totale	4.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

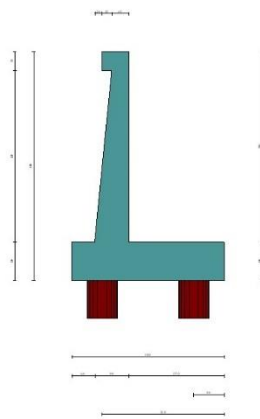


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
$\alpha$	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	palo D800	0.80	3.00	0.20	1	80.00	17.00	0.00	Centrati



n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
2	palo D800	3.20	3.00	0.50	1	80.00	17.00	0.00	Centrati

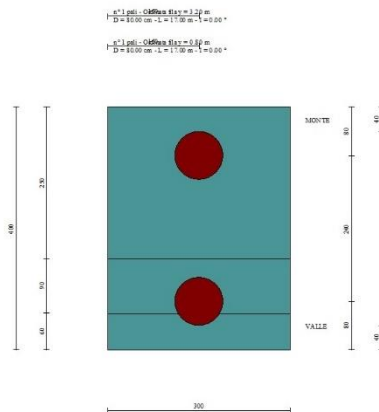


Fig. 2 - Pianta pali

### Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ <sub>sat</sub>	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
φ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c <sub>a</sub>	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ <sub>l</sub>	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ <sub>sat</sub> [kN/mc]	φ [°]	δ [°]	c [kPa]	c <sub>a</sub> [kPa]	Cesp	τ <sub>l</sub> [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0			(MIN)
				27.000	27.000	0	0			(MED)
3	unità GS-ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
K <sub>wn</sub> , K <sub>wt</sub>	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
K <sub>w</sub>	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
K <sub>s</sub>	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

K<sub>ststa</sub>, K<sub>stsis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	K <sub>wn</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>wt</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>w</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>s</sub>	Cesp	K <sub>ststa</sub>	K <sub>stsis</sub>
1	6.00	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	4.00	0.000	unità AL- argilla limosa	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità GS-ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	100.000	0.500	1.000	---	---

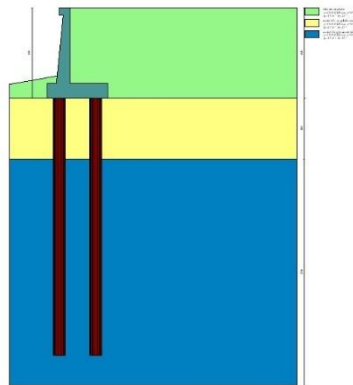


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>r</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kN]
Q <sub>r</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>r</sub> espressa in [kN]

#### Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

#### Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

### Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

#### Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

#### Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$   $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.50	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
------------	----------	--------	---------

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.30	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale  
 Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

**Opzioni di calcolo**

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
--	------

Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	20.00 [cm]

Opzioni calcolo pali

*Portanza verticale*

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Non attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta	$\sigma_v$ con la profondità Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

*Portanza trasversale*

Costante di Winkler: costante pari a 100.00 [Kg/cm <sup>2</sup> /cm]	Criterio rottura palo-terreno
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Attivo

*Cedimenti*

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	230.15	23.33	211.33	91.14	2.50	-3.50
	Peso/Inerzia muro			0.00	181.04/0.00	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	335.50/0.00	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-3086.72			
3	Spinta statica	174.83	23.33	160.53	69.24	2.50	-3.50
	Peso/Inerzia muro			0.00	181.04/0.00	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	312.00/0.00	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-4005.05			
4	Spinta statica	167.49	23.33	153.80	66.33	2.50	-3.53
	Peso/Inerzia muro			0.00	181.04/0.00	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	299.50/0.00	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-3844.76			
5	Spinta statica	145.50	23.33	133.60	57.62	2.50	-3.60
	Peso/Inerzia muro			0.00	181.04/0.00	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	262.00/0.00	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-3339.84			

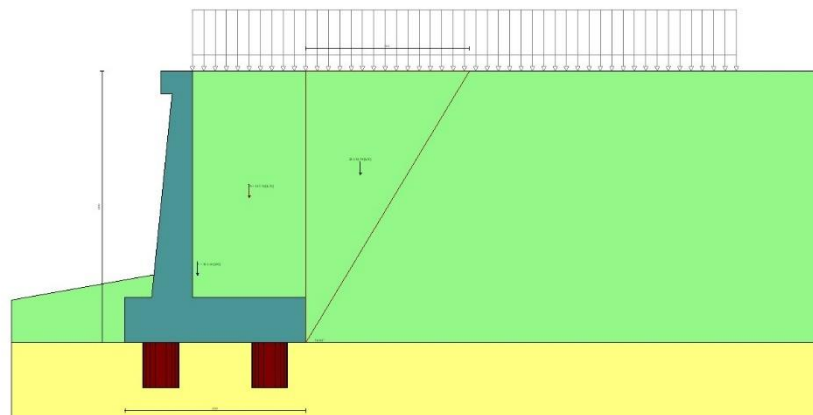


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

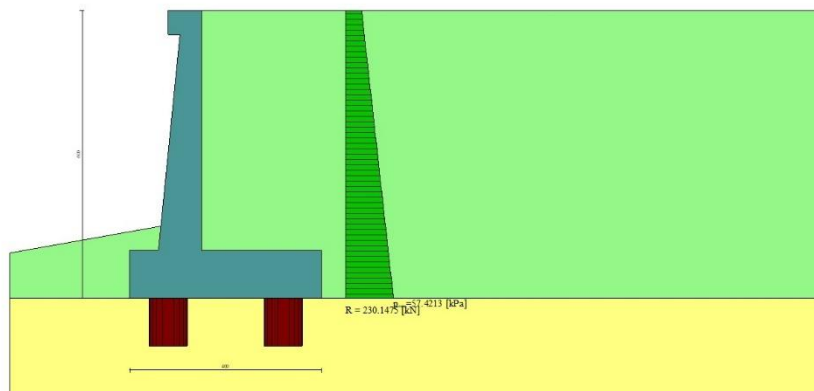


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	607.68	211.33	528.97	1578.24	0.273
2 - GEO (A2-M2-R2)	575.22	206.01	513.78	1463.90	0.348
3 - SLER	562.28	160.53	400.81	1426.02	0.176
4 - SLEF	546.87	153.80	380.61	1380.04	0.172
5 - SLEQ	500.66	133.60	320.01	1242.12	0.158

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	704.61	0.00	-316.98
	2	1118.44	0.00	-316.98
3 - SLER	1	719.89	0.00	-240.78
	2	966.93	0.00	-240.78
4 - SLEF	1	703.06	0.00	-230.69
	2	937.56	0.00	-230.69
5 - SLEQ	1	652.55	0.00	-200.39
	2	849.43	0.00	-200.39

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		14.606					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.387		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	12.22	2.387

### Cedimenti pali

**Simbologia adottata**

Ic           Indice combinazione  
Ip           Indice palo  
w           Cedimento, espresso in [cm]

Ic	Ip	w [cm]
3	1	0.1110
	2	0.1490
4	1	0.1084
	2	0.1445
5	1	0.1006
	2	0.1309

**Sollecitazioni**

**Elementi calcolati a trave**

**Simbologia adottata**

N           Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
T           Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M           Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

**Elementi calcolati a piastra**

**Simbologia adottata**

Mx, My       Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
Mxy         Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
Tx, Ty       Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

*Paramento*

**Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.76	1.63	0.32
3	-0.20	6.51	3.33	0.40
4	-0.30	8.31	5.08	0.64
5	-0.40	10.15	6.89	1.04
6	-0.50	12.05	8.75	1.60
7	-0.60	14.00	10.68	2.33
8	-0.70	15.99	12.66	3.24
9	-0.80	18.04	14.70	4.33
10	-0.90	20.13	16.80	5.60
11	-1.00	22.27	18.96	7.07
12	-1.10	24.47	21.18	8.73
13	-1.20	26.71	23.46	10.60
14	-1.30	29.00	25.79	12.67
15	-1.40	31.35	28.18	14.96
16	-1.50	33.74	30.63	17.47
17	-1.60	36.18	33.14	20.20
18	-1.70	38.67	35.71	23.15
19	-1.80	41.21	38.33	26.35
20	-1.90	43.81	41.02	29.78
21	-2.00	46.45	43.76	33.45
22	-2.10	49.14	46.56	37.38
23	-2.20	51.88	49.42	41.56
24	-2.30	54.67	52.33	46.01
25	-2.40	57.50	55.31	50.72
26	-2.50	60.39	58.34	55.70
27	-2.60	63.33	61.44	60.96
28	-2.70	66.32	64.59	66.50
29	-2.80	69.36	67.80	72.33
30	-2.90	72.44	71.06	78.45
31	-3.00	75.58	74.39	84.87
32	-3.10	78.77	77.77	91.59
33	-3.20	82.00	81.21	98.63
34	-3.30	85.29	84.72	105.97
35	-3.40	88.63	88.27	113.64
36	-3.50	92.01	91.89	121.63
37	-3.60	95.44	95.57	129.95
38	-3.70	98.93	99.30	138.61
39	-3.80	102.46	103.09	147.61
40	-3.90	106.05	106.94	156.95
41	-4.00	109.68	110.85	166.65
42	-4.10	113.36	114.82	176.71
43	-4.20	117.10	118.85	187.12
44	-4.30	120.88	122.93	197.91
45	-4.40	124.71	127.07	209.06
46	-4.50	128.59	131.27	220.60
47	-4.60	132.52	135.53	232.52



n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
48	-4.70	136.50	139.85	244.83
49	-4.80	140.53	144.23	257.53
50	-4.90	144.61	148.66	270.63
51	-5.00	148.74	153.15	284.14

Combinazione n° 3 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.59	1.22	0.33
3	-0.20	6.15	2.49	0.39
4	-0.30	7.76	3.80	0.57
5	-0.40	9.41	5.16	0.86
6	-0.50	11.11	6.56	1.28
7	-0.60	12.85	8.01	1.82
8	-0.70	14.63	9.50	2.49
9	-0.80	16.46	11.04	3.30
10	-0.90	18.33	12.62	4.24
11	-1.00	20.24	14.25	5.33
12	-1.10	22.20	15.92	6.57
13	-1.20	24.20	17.64	7.96
14	-1.30	26.25	19.40	9.50
15	-1.40	28.34	21.20	11.20
16	-1.50	30.47	23.05	13.06
17	-1.60	32.65	24.95	15.09
18	-1.70	34.87	26.89	17.29
19	-1.80	37.14	28.88	19.67
20	-1.90	39.45	30.91	22.23
21	-2.00	41.80	32.98	24.97
22	-2.10	44.20	35.10	27.90
23	-2.20	46.64	37.27	31.02
24	-2.30	49.12	39.48	34.33
25	-2.40	51.65	41.73	37.85
26	-2.50	54.22	44.03	41.57
27	-2.60	56.84	46.38	45.50
28	-2.70	59.50	48.77	49.64
29	-2.80	62.20	51.20	53.99
30	-2.90	64.95	53.68	58.57
31	-3.00	67.74	56.21	63.37
32	-3.10	70.57	58.78	68.40
33	-3.20	73.45	61.39	73.66
34	-3.30	76.38	64.05	79.15
35	-3.40	79.34	66.75	84.89
36	-3.50	82.35	69.50	90.88
37	-3.60	85.41	72.30	97.11
38	-3.70	88.51	75.13	103.59
39	-3.80	91.65	78.02	110.33
40	-3.90	94.83	80.95	117.34
41	-4.00	98.06	83.92	124.60
42	-4.10	101.34	86.94	132.14
43	-4.20	104.65	90.00	139.95
44	-4.30	108.01	93.11	148.04
45	-4.40	111.42	96.26	156.41
46	-4.50	114.87	99.46	165.06
47	-4.60	118.36	102.70	174.00
48	-4.70	121.90	105.99	183.24
49	-4.80	125.48	109.32	192.78
50	-4.90	129.10	112.70	202.61
51	-5.00	132.77	116.12	212.76

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.54	1.11	0.34
3	-0.20	6.05	2.27	0.39
4	-0.30	7.61	3.47	0.55
5	-0.40	9.22	4.71	0.81
6	-0.50	10.86	6.00	1.19
7	-0.60	12.56	7.34	1.68
8	-0.70	14.29	8.72	2.30
9	-0.80	16.07	10.14	3.03
10	-0.90	17.89	11.61	3.90
11	-1.00	19.76	13.13	4.89
12	-1.10	21.67	14.69	6.03
13	-1.20	23.62	16.29	7.30
14	-1.30	25.62	17.94	8.72
15	-1.40	27.66	19.63	10.28
16	-1.50	29.75	21.37	12.00
17	-1.60	31.88	23.16	13.87
18	-1.70	34.05	24.98	15.91
19	-1.80	36.27	26.86	18.11
20	-1.90	38.53	28.78	20.47
21	-2.00	40.83	30.74	23.02
22	-2.10	43.18	32.75	25.73

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
23	-2.20	45.57	34.80	28.63
24	-2.30	48.01	36.90	31.72
25	-2.40	50.49	39.04	34.99
26	-2.50	53.01	41.23	38.45
27	-2.60	55.58	43.46	42.12
28	-2.70	58.19	45.74	45.98
29	-2.80	60.85	48.06	50.05
30	-2.90	63.54	50.43	54.33
31	-3.00	66.29	52.84	58.83
32	-3.10	69.07	55.30	63.54
33	-3.20	71.91	57.80	68.47
34	-3.30	74.78	60.35	73.63
35	-3.40	77.70	62.94	79.02
36	-3.50	80.66	65.57	84.64
37	-3.60	83.67	68.26	90.50
38	-3.70	86.72	70.98	96.60
39	-3.80	89.81	73.75	102.95
40	-3.90	92.95	76.57	109.55
41	-4.00	96.13	79.43	116.40
42	-4.10	99.35	82.34	123.51
43	-4.20	102.62	85.29	130.89
44	-4.30	105.93	88.28	138.53
45	-4.40	109.29	91.32	146.44
46	-4.50	112.69	94.41	154.62
47	-4.60	116.13	97.54	163.09
48	-4.70	119.62	100.71	171.84
49	-4.80	123.15	103.93	180.87
50	-4.90	126.73	107.20	190.20
51	-5.00	130.35	110.51	199.82

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.39	0.77	0.35
3	-0.20	5.76	1.59	0.39
4	-0.30	7.18	2.46	0.49
5	-0.40	8.64	3.37	0.67
6	-0.50	10.14	4.32	0.93
7	-0.60	11.68	5.32	1.28
8	-0.70	13.27	6.36	1.71
9	-0.80	14.91	7.45	2.23
10	-0.90	16.58	8.58	2.85
11	-1.00	18.31	9.76	3.57
12	-1.10	20.07	10.98	4.40
13	-1.20	21.88	12.25	5.33
14	-1.30	23.73	13.56	6.37
15	-1.40	25.63	14.92	7.53
16	-1.50	27.57	16.32	8.81
17	-1.60	29.55	17.77	10.21
18	-1.70	31.58	19.26	11.75
19	-1.80	33.65	20.80	13.41
20	-1.90	35.77	22.38	15.21
21	-2.00	37.93	24.01	17.15
22	-2.10	40.13	25.68	19.24
23	-2.20	42.38	27.39	21.47
24	-2.30	44.67	29.16	23.86
25	-2.40	47.00	30.96	26.41
26	-2.50	49.38	32.81	29.11
27	-2.60	51.80	34.71	31.98
28	-2.70	54.27	36.65	35.02
29	-2.80	56.78	38.64	38.24
30	-2.90	59.33	40.67	41.63
31	-3.00	61.93	42.74	45.20
32	-3.10	64.57	44.86	48.96
33	-3.20	67.26	47.03	52.90
34	-3.30	69.99	49.24	57.04
35	-3.40	72.76	51.49	61.38
36	-3.50	75.58	53.79	65.92
37	-3.60	78.44	56.14	70.67
38	-3.70	81.34	58.53	75.62
39	-3.80	84.29	60.96	80.79
40	-3.90	87.28	63.44	86.18
41	-4.00	90.32	65.96	91.79
42	-4.10	93.40	68.53	97.63
43	-4.20	96.52	71.15	103.69
44	-4.30	99.69	73.81	109.99
45	-4.40	102.90	76.51	116.53
46	-4.50	106.16	79.26	123.31
47	-4.60	109.46	82.05	130.34
48	-4.70	112.80	84.89	137.62
49	-4.80	116.19	87.78	145.15
50	-4.90	119.62	90.70	152.95
51	-5.00	123.09	93.68	161.00

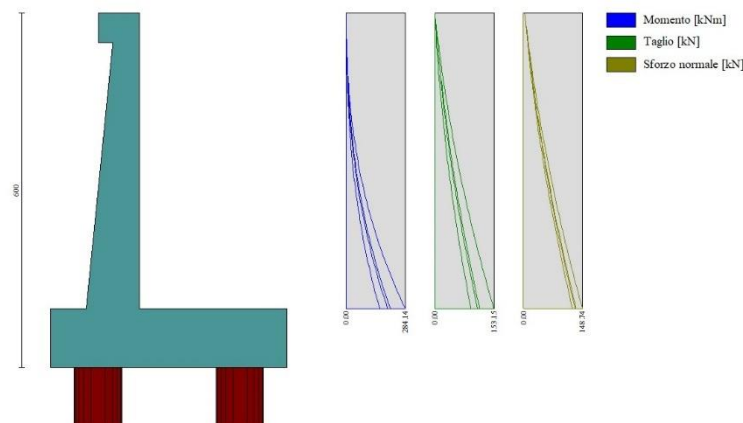


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
23	<b>9.57</b>	5.94	-9.24	37.30	-53.46	MAX
24	<b>-224.31</b>	-191.52	0.00	0.00	0.73	MIN
29	-58.58	<b>43.46</b>	0.00	0.00	-244.68	MAX
24	-224.31	<b>-191.52</b>	0.00	0.00	0.73	MIN
17	-29.47	-32.44	<b>17.21</b>	-15.43	-44.06	MAX
14	-29.47	-32.44	<b>-17.21</b>	15.43	-44.06	MIN
22	6.52	-10.88	-7.45	<b>168.16</b>	0.56	MAX
25	6.52	-10.88	7.45	<b>-168.16</b>	0.56	MIN
16	-28.04	17.48	0.00	0.00	<b>88.46</b>	MAX
29	-58.58	43.46	0.00	0.00	<b>-244.68</b>	MIN

Combinazione n° 3 - SLER

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	<b>12.21</b>	40.68	0.00	0.00	3.77	MAX
24	<b>-230.86</b>	-185.33	0.00	0.00	28.33	MIN
16	-19.44	<b>62.84</b>	0.00	0.00	148.58	MAX
24	-224.31	<b>-191.52</b>	0.00	0.00	0.73	MIN
17	-25.44	10.77	<b>18.59</b>	-9.38	11.42	MAX
14	-25.44	10.77	<b>-18.59</b>	9.38	11.42	MIN
22	5.35	-0.12	-7.33	<b>172.39</b>	26.45	MAX
25	5.35	-0.12	7.33	<b>-172.39</b>	26.45	MIN
16	-19.44	62.84	0.00	0.00	<b>148.58</b>	MAX
29	-58.58	43.46	0.00	0.00	<b>-244.68</b>	MIN

Combinazione n° 4 - SLEF

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	<b>12.21</b>	40.68	0.00	37.30	3.77	MAX
24	<b>-230.86</b>	-191.52	0.00	0.00	0.73	MIN
16	-19.44	<b>62.84</b>	0.00	0.00	148.58	MAX
24	-224.31	<b>-191.52</b>	0.00	0.00	0.73	MIN
17	-25.44	10.77	<b>18.59</b>	-9.38	11.42	MAX
14	-29.47	-32.44	<b>-18.59</b>	9.38	-44.06	MIN
22	6.52	-0.12	-7.33	<b>172.39</b>	26.45	MAX
25	5.35	-10.88	7.33	<b>-172.39</b>	0.56	MIN
16	-19.44	62.84	0.00	0.00	<b>148.58</b>	MAX
29	-58.58	43.46	0.00	0.00	<b>-244.68</b>	MIN

Combinazione n° 5 - SLEQ

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	<b>12.21</b>	40.68	0.00	37.30	3.77	MAX
24	<b>-230.86</b>	-191.52	0.00	0.00	0.73	MIN
16	-19.44	<b>62.84</b>	0.00	0.00	148.58	MAX
24	-224.31	<b>-191.52</b>	0.00	0.00	0.73	MIN
17	-25.44	10.77	<b>18.59</b>	-9.38	11.42	MAX
14	-29.47	-32.44	<b>-18.59</b>	9.38	-44.06	MIN
22	6.52	-0.12	-7.33	<b>172.39</b>	26.45	MAX
25	5.35	-10.88	7.33	<b>-172.39</b>	0.56	MIN

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
16	-19.44	62.84	0.00	0.00	<b>148.58</b>	MAX
29	-58.58	43.46	0.00	0.00	<b>-244.68</b>	MIN

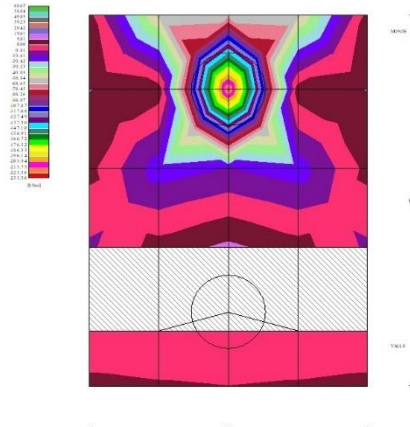


Fig. 7 - Piastra fondazione - Momenti Mx (Combinazione n° 3)



Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti My<sub>MAX</sub> (Combinazione n° 3)



Fig. 9 - Piastra fondazione - Momenti My<sub>MIN</sub> (Combinazione n° 1)

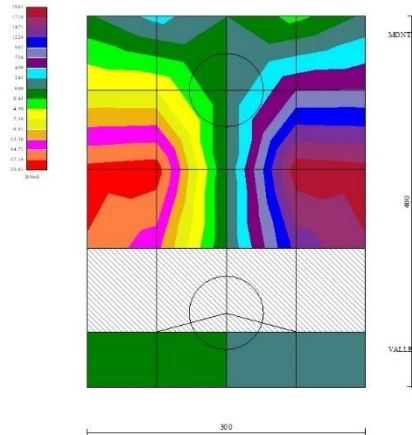


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 3)

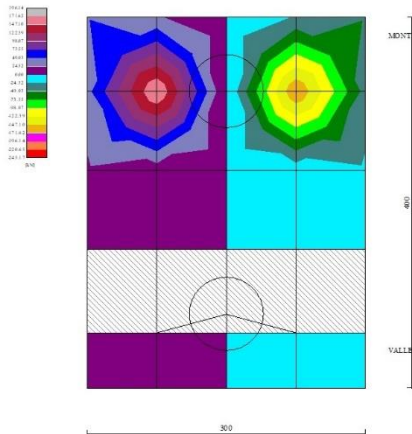


Fig. 11 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 3)

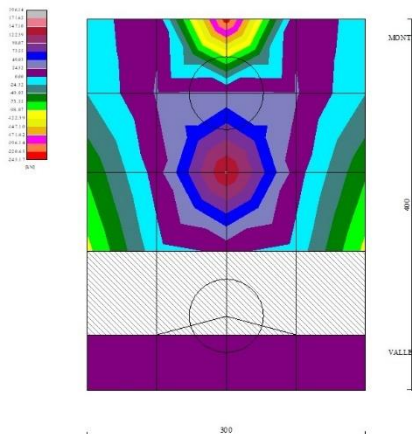


Fig. 12 - Piastra fondazione - Taglio TyMAX (Combinazione n° 3)

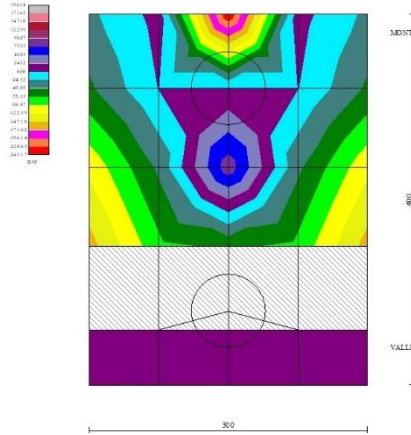


Fig. 13 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	230.15	23.33	211.33	91.14	2.50	-3.50
	Peso/Inerzia muro			0.00	181.04/0.00	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	335.50/0.00	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-3086.72			

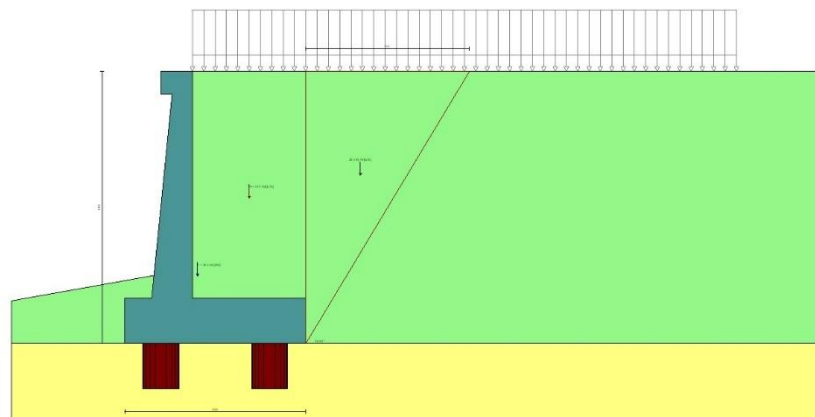


Fig. 16 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

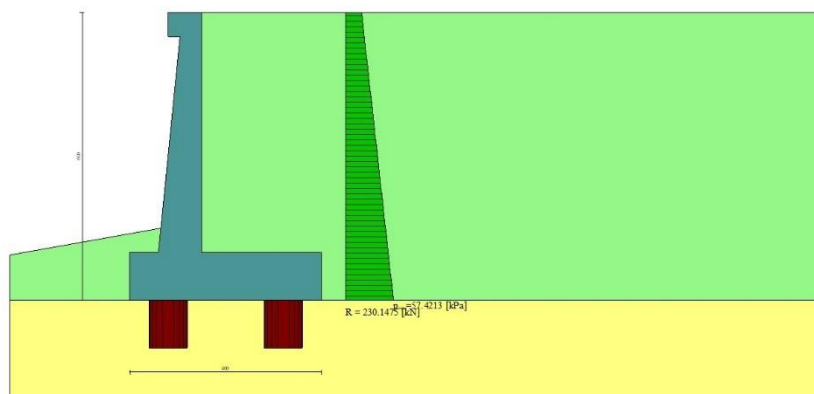


Fig. 17 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	607.68	211.33	528.97	1578.24	0.273
2 - GEO (A2-M2-R2)	575.22	206.01	513.78	1463.90	0.348
3 - SLEF	562.28	160.53	400.81	1426.02	0.176
4 - SLEF	546.87	153.80	380.61	1380.04	0.172
5 - SLEQ	500.66	133.60	320.01	1242.12	0.158

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	704.61	0.00	-316.98
	2	1118.44	0.00	-316.98

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		14.606					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.387		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	12.22	2.387

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	3.07	3.07	0.00	0.00	0.38	0.38
2	-0.10	4.39	4.76	0.77	1.63	0.32	0.35
3	-0.20	5.76	6.51	1.59	3.33	0.39	0.40



n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
4	-0.30	7.18	8.31	2.46	5.08	0.49	0.64
5	-0.40	8.64	10.15	3.37	6.89	0.67	1.04
6	-0.50	10.14	12.05	4.32	8.75	0.93	1.60
7	-0.60	11.68	14.00	5.32	10.68	1.28	2.33
8	-0.70	13.27	15.99	6.36	12.66	1.71	3.24
9	-0.80	14.91	18.04	7.45	14.70	2.23	4.33
10	-0.90	16.58	20.13	8.58	16.80	2.85	5.60
11	-1.00	18.31	22.27	9.76	18.96	3.57	7.07
12	-1.10	20.07	24.47	10.98	21.18	4.40	8.73
13	-1.20	21.88	26.71	12.25	23.46	5.33	10.60
14	-1.30	23.73	29.00	13.56	25.79	6.37	12.67
15	-1.40	25.63	31.35	14.92	28.18	7.53	14.96
16	-1.50	27.57	33.74	16.32	30.63	8.81	17.47
17	-1.60	29.55	36.18	17.77	33.14	10.21	20.20
18	-1.70	31.58	38.67	19.26	35.71	11.75	23.15
19	-1.80	33.65	41.21	20.80	38.33	13.41	26.35
20	-1.90	35.77	43.81	22.38	41.02	15.21	29.78
21	-2.00	37.93	46.45	24.01	43.76	17.15	33.45
22	-2.10	40.13	49.14	25.68	46.56	19.24	37.38
23	-2.20	42.38	51.88	27.39	49.42	21.47	41.56
24	-2.30	44.67	54.67	29.16	52.33	23.86	46.01
25	-2.40	47.00	57.50	30.96	55.31	26.41	50.72
26	-2.50	49.38	60.39	32.81	58.34	29.11	55.70
27	-2.60	51.80	63.33	34.71	61.44	31.98	60.96
28	-2.70	54.27	66.32	36.65	64.59	35.02	66.50
29	-2.80	56.78	69.36	38.64	67.80	38.24	72.33
30	-2.90	59.33	72.44	40.67	71.06	41.63	78.45
31	-3.00	61.93	75.58	42.74	74.39	45.20	84.87
32	-3.10	64.57	78.77	44.86	77.77	48.96	91.59
33	-3.20	67.26	82.00	47.03	81.21	52.90	98.63
34	-3.30	69.99	85.29	49.24	84.72	57.04	105.97
35	-3.40	72.76	88.63	51.49	88.27	61.38	113.64
36	-3.50	75.58	92.01	53.79	91.89	65.92	121.63
37	-3.60	78.44	95.44	56.14	95.57	70.67	129.95
38	-3.70	81.34	98.93	58.53	99.30	75.62	138.61
39	-3.80	84.29	102.46	60.96	103.09	80.79	147.61
40	-3.90	87.28	106.05	63.44	106.94	86.18	156.95
41	-4.00	90.32	109.68	65.96	110.85	91.79	166.65
42	-4.10	93.40	113.36	68.53	114.82	97.63	176.71
43	-4.20	96.52	117.10	71.15	118.85	103.69	187.12
44	-4.30	99.69	120.88	73.81	122.93	109.99	197.91
45	-4.40	102.90	124.71	76.51	127.07	116.53	209.06
46	-4.50	106.16	128.59	79.26	131.27	123.31	220.60
47	-4.60	109.46	132.52	82.05	135.53	130.34	232.52
48	-4.70	112.80	136.50	84.89	139.85	137.62	244.83
49	-4.80	116.19	140.53	87.78	144.23	145.15	257.53
50	-4.90	119.62	144.61	90.70	148.66	152.95	270.63
51	-5.00	123.09	148.74	93.68	153.15	161.00	284.14

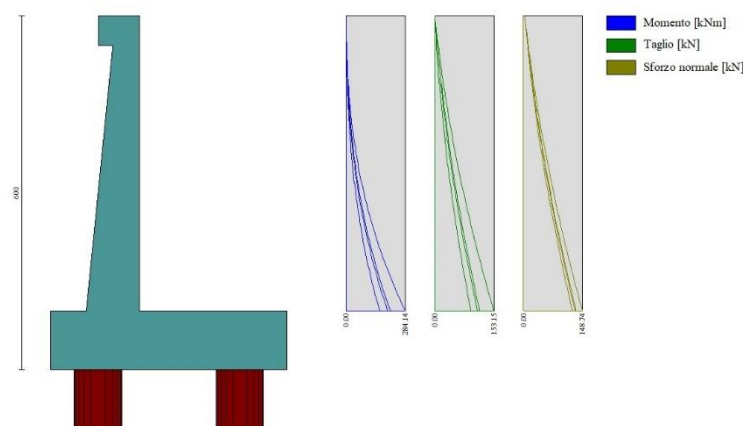


Fig. 18 - Paramento

*Piastra fondazione*

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	<b>12.21</b> (3)	40.68 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	3.77 (3)	MAX
24	<b>-230.86</b> (3)	-185.33 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	28.33 (3)	MIN
16	-19.44 (3)	<b>62.84</b> (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	148.58 (3)	MAX
24	-224.31 (1)	<b>-191.52</b> (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	0.73 (1)	MIN
17	-25.44 (3)	10.77 (3)	<b>18.59</b> (3)	-9.38 (3)	11.42 (3)	MAX

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
14	-25.44 (3)	10.77 (3)	<b>-18.59</b> (3)	9.38 (3)	11.42 (3)	MIN
22	5.35 (3)	-0.12 (3)	-7.33 (3)	<b>172.39</b> (3)	26.45 (3)	MAX
25	5.35 (3)	-0.12 (3)	7.33 (3)	<b>-172.39</b> (3)	26.45 (3)	MIN
16	-19.44 (3)	62.84 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	<b>148.58</b> (3)	MAX
29	-58.58 (1)	43.46 (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	<b>-244.68</b> (1)	MIN

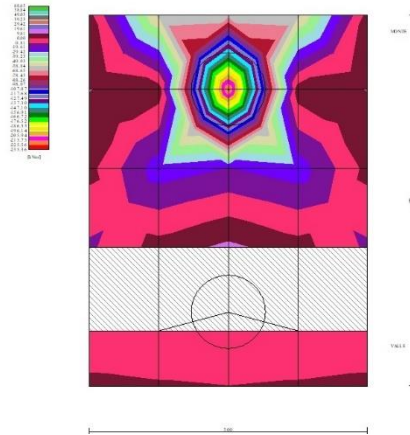


Fig. 19 - Piastra fondazione - Momento Mx (Combinazione n° 3)

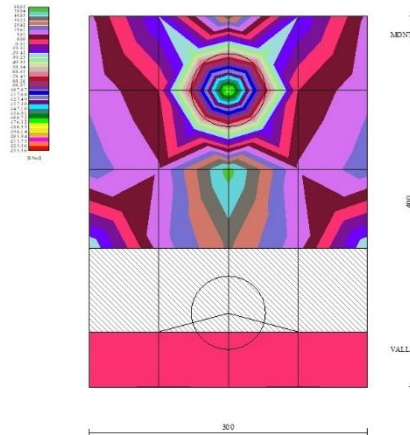


Fig. 20 - Piastra fondazione - Momento My<sub>MAX</sub> (Combinazione n° 3)



Fig. 21 - Piastra fondazione - Momento My<sub>MIN</sub> (Combinazione n° 1)

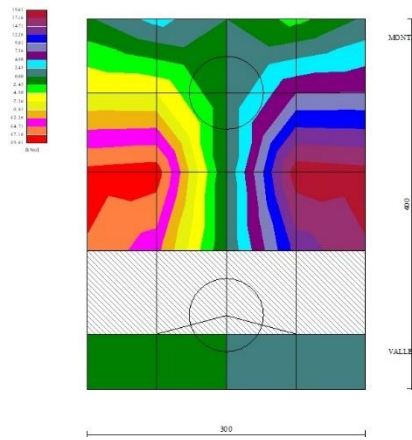


Fig. 22 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 3)

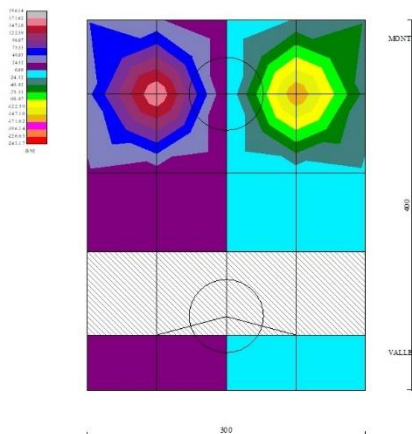


Fig. 23 - Piastra fondazione - Taglio  $T_x$  (Combinazione n° 3)

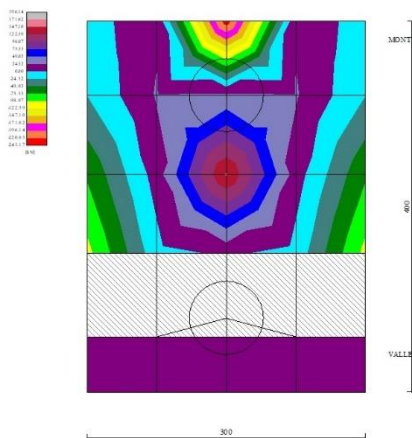


Fig. 24 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)

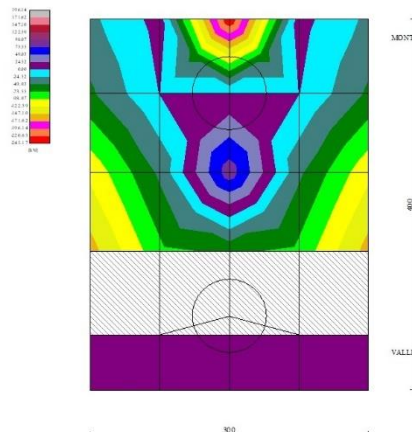


Fig. 25 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

### 10.3.2 Condizione sismica

#### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	$R_{ck}$ [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	$f_{yk}$ [kPa]	$f_{uk}$ [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

#### Tipologie pali

##### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
----	-------	---	---	---	------	----	----	----	----

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

### Geometria muro

#### *Geometria paramento e fondazione*

Lunghezza muro 3.00 [m]

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	5.00	[m]
Altezza paramento libero	4.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.90	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

#### Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]

#### Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.50	[m]
Lunghezza totale	4.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

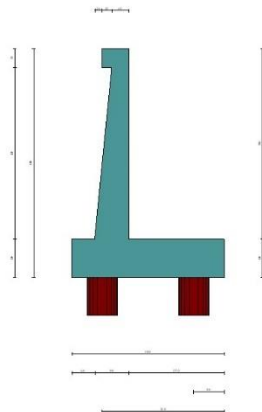


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
$\alpha$	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	D800	0.80	3.00	0.50	1	80.00	18.00	0.00	Centrati
2	D800	3.20	3.00	0.50	1	80.00	18.00	0.00	Centrati

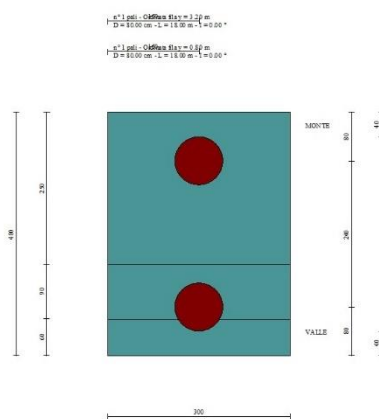


Fig. 2 - Pianta pali

### Descrizione terreni

#### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)  
 $\tau_l$  Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0			(MIN)
				27.000	27.000	0	0			(MED)
3	unità GS-ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n° Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
 $\alpha$  Inclinazione espressa in [°]  
Terreno Terreno dello strato  
Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
Per calcolo pali (solo se presenti)  
Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
Ks Coefficiente di spinta  
Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	6.00	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	100.000	0.500	1.000	---	---
2	4.00	0.000	unità AL- argilla limosa	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità GS-ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	100.000	0.500	1.000	---	---

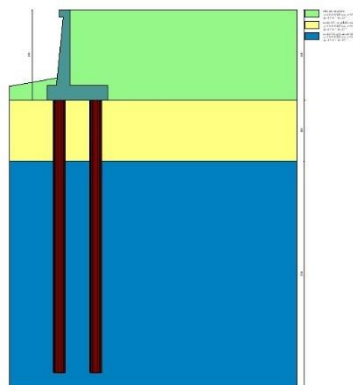


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.  
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
Momento positivo senso antiorario.  
X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]  
F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]  
F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]  
M Momento espresso in [kNm]  
X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]  
Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kN]

#### Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$   $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$



I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

**Opzioni di calcolo**

Spinta

Metodo di calcolo della spinta

Culmann

Tipo di spinta

Spinta attiva

Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO
<u>Stabilità globale</u>	
Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
<u>Altro</u>	
Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO
<u>Spostamenti</u>	
Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	20.00 [cm]
<u>Opzioni calcolo pali</u>	
<i>Portanza verticale</i>	
Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev ridotto
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Non attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta $\sigma_v$ con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica
<i>Portanza trasversale</i>	
Costante di Winkler: costante pari a 100.00 [Kg/cm <sup>2</sup> /cm]	Criterio rottura palo-terreno
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Attivo
<i>Cedimenti</i>	
Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	95.03	23.33	87.26	37.63	2.50	-3.93
	Incremento di spinta sismica		78.20	71.80	30.97	2.50	-3.00
	Peso/Inerzia muro			43.58	181.04/21.79	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			63.07	262.00/31.54	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-3473.74			
2	Spinta statica	95.03	23.33	87.26	37.63	2.50	-3.93
	Incremento di spinta sismica		60.99	56.01	24.15	2.50	-3.00
	Peso/Inerzia muro			43.58	181.04/-21.79	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			63.07	262.00/-31.54	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-3473.76			

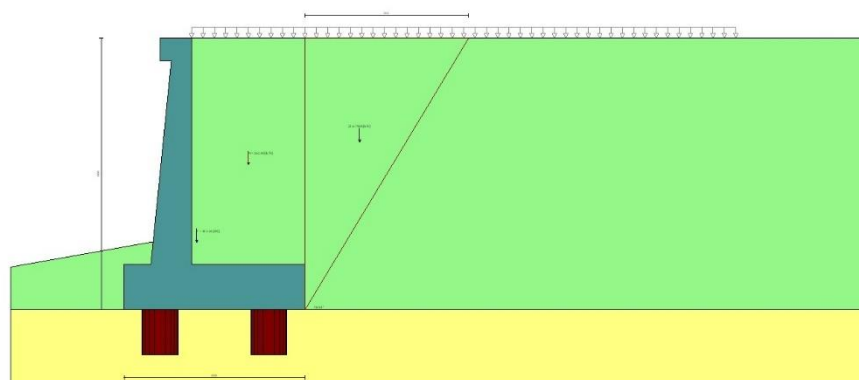


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

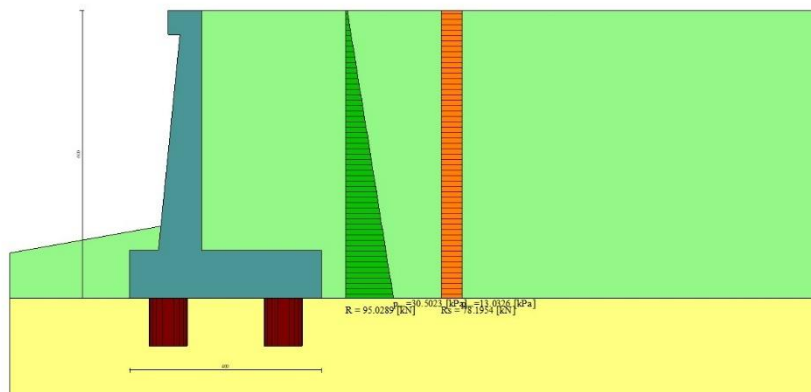


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

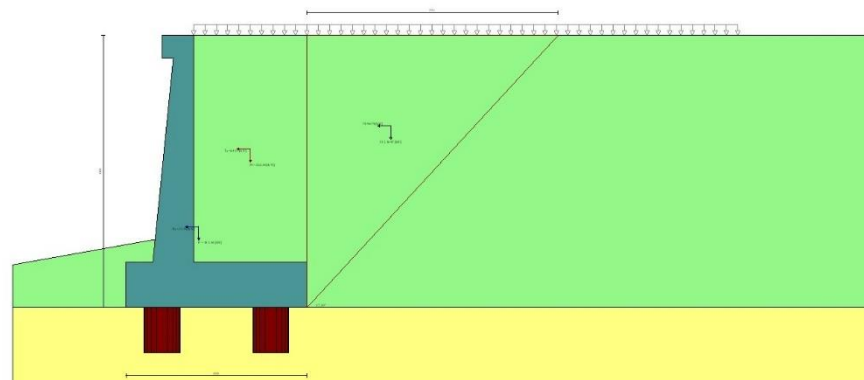


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

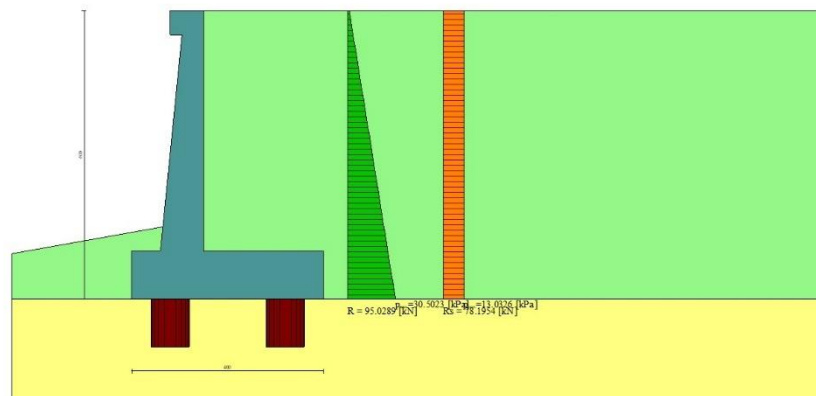


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	327.21	0.00	-398.57
	2	1367.70	0.00	-398.57
2 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	161.29	0.00	-374.88
	2	1193.21	0.00	-374.88

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento

FS<sub>UPL</sub>      Coeff. di sicurezza a sollevamento

	Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		H + V	13.073					
2 - STR (A1-M1-R3)		H - V	13.899					
3 - GEO (A2-M2-R2)		H + V				2.033		
4 - GEO (A2-M2-R2)		H - V				2.097		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic      Indice/Tipo combinazione  
C      Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
R      Raggio, espresso in [m]  
FS      Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.00	12.22	2.033
4 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	12.63	2.097

### Dettagli strisce verifiche stabilità

#### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
W      peso della striscia espresso in [kN]  
Qy      carico sulla striscia espresso in [kN]  
Qf      carico acqua sulla striscia espresso in [kN]  
α      angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
φ      angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c      coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b      larghezza della striscia espressa in [m]  
u      pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
Tx; Ty      Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

#### Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W	Qy	Qf	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	12.01	3.48	0.00	7.05 - 0.73	66.347	35.000	0	0.0	
2	32.81	3.48	0.00	0.73	59.108	35.000	0	0.0	
3	48.57	3.48	0.00	0.73	52.969	35.000	0	0.0	
4	61.30	3.48	0.00	0.73	47.620	35.000	0	0.0	
5	71.93	3.48	0.00	0.73	42.778	35.000	0	0.0	
6	80.95	3.48	0.00	0.73	38.294	35.000	0	0.0	
7	87.11	3.48	0.00	0.73	34.073	27.000	0	0.0	
8	98.13	3.48	0.00	0.73	30.054	27.000	0	0.0	
9	103.47	3.48	0.00	0.73	26.193	27.000	0	0.0	
10	104.72	2.53	0.00	0.73	22.457	27.000	0	0.0	
11	98.41	0.00	0.00	0.73	18.820	27.000	0	0.0	
12	47.77	0.00	0.00	0.73	15.260	27.000	0	0.0	
13	45.72	0.00	0.00	0.73	11.759	27.000	0	0.0	
14	45.63	0.00	0.00	0.73	8.303	27.000	0	0.0	
15	44.93	0.00	0.00	0.73	4.877	27.000	0	0.0	
16	43.63	0.00	0.00	0.73	1.469	27.000	0	0.0	
17	41.74	0.00	0.00	0.73	-1.935	27.000	0	0.0	
18	39.25	0.00	0.00	0.73	-5.345	27.000	0	0.0	
19	36.15	0.00	0.00	0.73	-8.774	27.000	0	0.0	
20	32.44	0.00	0.00	0.73	-12.236	27.000	0	0.0	
21	28.10	0.00	0.00	0.73	-15.743	27.000	0	0.0	
22	23.08	0.00	0.00	0.73	-19.313	27.000	0	0.0	
23	17.37	0.00	0.00	0.73	-22.962	27.000	0	0.0	
24	10.95	0.00	0.00	0.73	-26.714	27.000	0	0.0	
25	3.72	0.00	0.00	-11.08 - 0.73	-30.119	27.000	0	0.0	

Resistenza al taglio pali      606.47    [kN]

#### Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W	Qy	Qf	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	11.52	3.53	0.00	7.31 - 0.73	64.885	35.000	0	0.0	
2	31.72	3.53	0.00	0.73	58.128	35.000	0	0.0	
3	47.38	3.53	0.00	0.73	52.246	35.000	0	0.0	
4	60.16	3.53	0.00	0.73	47.075	35.000	0	0.0	
5	70.89	3.53	0.00	0.73	42.370	35.000	0	0.0	
6	80.03	3.53	0.00	0.73	37.997	35.000	0	0.0	
7	85.32	3.53	0.00	0.73	33.874	35.000	0	0.0	
8	97.61	3.53	0.00	0.73	29.942	27.000	0	0.0	
9	103.08	3.53	0.00	0.73	26.160	27.000	0	0.0	
10	104.41	3.35	0.00	0.73	22.499	27.000	0	0.0	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
11	114.60	0.00	0.00	0.73	18.932	27.000	0	0.0	
12	48.82	0.00	0.00	0.73	15.440	27.000	0	0.0	
13	45.19	0.00	0.00	0.73	12.006	27.000	0	0.0	
14	45.15	0.00	0.00	0.73	8.615	27.000	0	0.0	
15	44.49	0.00	0.00	0.73	5.255	27.000	0	0.0	
16	43.23	0.00	0.00	0.73	1.913	27.000	0	0.0	
17	41.37	0.00	0.00	0.73	-1.423	27.000	0	0.0	
18	38.91	0.00	0.00	0.73	-4.763	27.000	0	0.0	
19	35.85	0.00	0.00	0.73	-8.120	27.000	0	0.0	
20	32.17	0.00	0.00	0.73	-11.505	27.000	0	0.0	
21	27.85	0.00	0.00	0.73	-14.932	27.000	0	0.0	
22	22.87	0.00	0.00	0.73	-18.414	27.000	0	0.0	
23	17.20	0.00	0.00	0.73	-21.969	27.000	0	0.0	
24	10.84	0.00	0.00	0.73	-25.615	27.000	0	0.0	
25	3.68	0.00	0.00	-11.06 - 0.73	-28.906	27.000	0	0.0	

Resistenza al taglio pali      606.47    [kN]

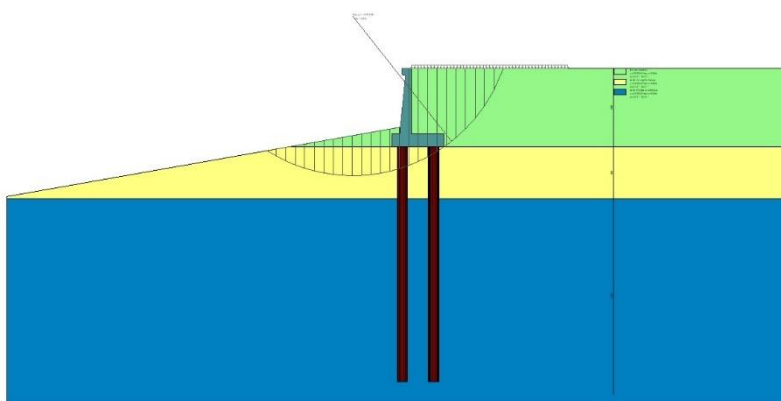


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 3)

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

N            Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
T            Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M            Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

Mx, My      Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
Mxy          Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
Tx, Ty      Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.43	0.00	0.43
2	-0.10	5.04	1.38	0.39
3	-0.20	6.69	2.81	0.49
4	-0.30	8.39	4.30	0.71
5	-0.40	10.14	5.83	1.06
6	-0.50	11.93	7.42	1.56
7	-0.60	13.77	9.05	2.20
8	-0.70	15.65	10.74	2.99
9	-0.80	17.59	12.47	3.94
10	-0.90	19.57	14.26	5.04
11	-1.00	21.59	16.10	6.31
12	-1.10	23.66	17.99	7.75
13	-1.20	25.78	19.93	9.35
14	-1.30	27.95	21.92	11.14
15	-1.40	30.16	23.96	13.10

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
16	-1.50	32.42	26.05	15.26
17	-1.60	34.73	28.20	17.60
18	-1.70	37.08	30.39	20.14
19	-1.80	39.48	32.63	22.88
20	-1.90	41.93	34.93	25.83
21	-2.00	44.42	37.27	28.98
22	-2.10	46.96	39.67	32.35
23	-2.20	49.55	42.12	35.94
24	-2.30	52.19	44.62	39.76
25	-2.40	54.87	47.17	43.80
26	-2.50	57.59	49.77	48.07
27	-2.60	60.37	52.42	52.58
28	-2.70	63.19	55.12	57.34
29	-2.80	66.06	57.87	62.34
30	-2.90	68.97	60.67	67.59
31	-3.00	71.93	63.53	73.10
32	-3.10	74.94	66.43	78.87
33	-3.20	78.00	69.39	84.91
34	-3.30	81.10	72.39	91.21
35	-3.40	84.25	75.45	97.79
36	-3.50	87.44	78.56	104.65
37	-3.60	90.69	81.72	111.80
38	-3.70	93.98	84.93	119.23
39	-3.80	97.31	88.19	126.96
40	-3.90	100.69	91.50	134.98
41	-4.00	104.12	94.86	143.31
42	-4.10	107.60	98.27	151.95
43	-4.20	111.12	101.73	160.90
44	-4.30	114.69	105.25	170.16
45	-4.40	118.31	108.81	179.75
46	-4.50	121.97	112.43	189.66
47	-4.60	125.68	116.09	199.90
48	-4.70	129.44	119.81	210.48
49	-4.80	133.24	123.58	221.39
50	-4.90	137.09	127.40	232.66
51	-5.00	140.99	131.27	244.27

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.34	1.16	0.36
3	-0.20	5.65	2.37	0.44
4	-0.30	7.00	3.63	0.63
5	-0.40	8.39	4.94	0.93
6	-0.50	9.83	6.30	1.36
7	-0.60	11.30	7.72	1.91
8	-0.70	12.82	9.18	2.59
9	-0.80	14.37	10.69	3.41
10	-0.90	15.97	12.26	4.36
11	-1.00	17.61	13.87	5.46
12	-1.10	19.29	15.54	6.70
13	-1.20	21.01	17.26	8.10
14	-1.30	22.77	19.02	9.65
15	-1.40	24.57	20.84	11.37
16	-1.50	26.41	22.71	13.25
17	-1.60	28.29	24.63	15.31
18	-1.70	30.22	26.60	17.54
19	-1.80	32.18	28.63	19.95
20	-1.90	34.19	30.70	22.55
21	-2.00	36.23	32.82	25.34
22	-2.10	38.32	35.00	28.32
23	-2.20	40.45	37.22	31.50
24	-2.30	42.62	39.50	34.89
25	-2.40	44.83	41.82	38.48
26	-2.50	47.08	44.20	42.29
27	-2.60	49.37	46.63	46.32
28	-2.70	51.71	49.11	50.57
29	-2.80	54.08	51.64	55.05
30	-2.90	56.50	54.22	59.76
31	-3.00	58.95	56.85	64.71
32	-3.10	61.45	59.53	69.90
33	-3.20	63.99	62.26	75.33
34	-3.30	66.56	65.05	81.02
35	-3.40	69.18	67.88	86.96
36	-3.50	71.84	70.77	93.16
37	-3.60	74.54	73.70	99.63
38	-3.70	77.29	76.69	106.37
39	-3.80	80.07	79.73	113.38
40	-3.90	82.89	82.81	120.67
41	-4.00	85.76	85.95	128.25
42	-4.10	88.66	89.14	136.11
43	-4.20	91.61	92.38	144.27
44	-4.30	94.59	95.67	152.72
45	-4.40	97.62	99.02	161.48
46	-4.50	100.69	102.41	170.54
47	-4.60	103.80	105.85	179.92

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
48	-4.70	106.95	109.35	189.61
49	-4.80	110.14	112.89	199.63
50	-4.90	113.38	116.49	209.97
51	-5.00	116.65	120.13	220.64

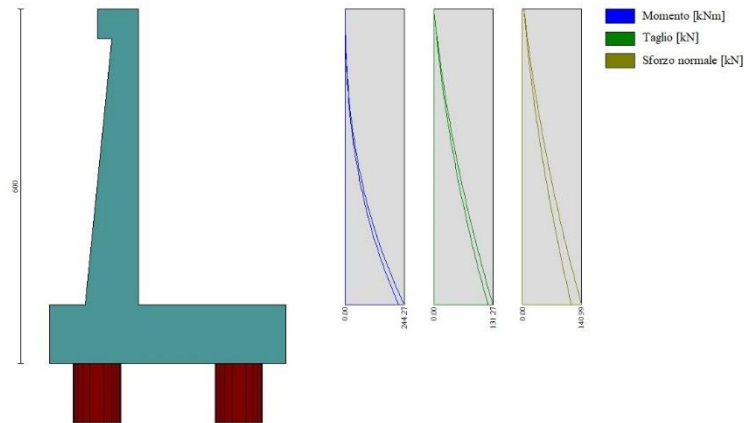


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

*Mensola valle*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.14	0.05
3	-0.53	0.00	2.29	0.19
4	-0.45	0.00	3.43	0.43

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 10 - Mensola valle (Inviluppo)

*Piastra fondazione*



**Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V**

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.45	-0.06	-0.15	0.36	7.08
2	0.18	0.09	-0.01	0.23	7.46
3	-1.33	-4.44	-0.03	0.00	7.46
4	-1.34	-4.45	-0.19	0.00	7.08
5	0.01	-0.01	0.00	0.00	7.38
6	-1.33	-4.44	0.00	0.00	7.38
7	-66.05	-220.16	-2.04	0.00	-157.76
8	-68.38	-227.94	5.84	0.00	-163.86
9	-68.38	-227.94	5.84	0.00	-163.86
10	-63.36	-211.20	0.00	0.00	-155.35
11	0.18	0.09	0.01	-0.23	7.46
12	-1.33	-4.44	0.03	0.00	7.46
13	-66.05	-220.16	2.04	0.00	-157.76
14	-21.41	-87.69	-6.34	17.73	-113.80
15	7.62	-84.47	-5.14	28.57	-135.66
16	-28.24	-66.29	0.00	0.00	-55.16
17	-21.41	-87.69	6.34	-17.73	-113.80
18	0.45	-0.06	0.15	-0.36	7.08
19	-1.34	-4.45	0.19	0.00	7.08
20	-68.38	-227.94	-5.84	0.00	-163.86
21	7.62	-84.47	5.14	-28.57	-135.66
22	5.19	-23.24	-3.92	77.13	-42.53
23	4.02	-16.24	-7.52	14.86	-74.94
24	-101.39	-106.05	0.00	0.00	-45.27
25	5.19	-23.24	3.92	-77.13	-42.53
26	4.02	-16.24	7.52	-14.86	-74.94
27	-21.92	-14.92	0.90	8.10	-15.21
28	4.00	6.90	-1.87	15.96	-42.42
29	-20.15	19.79	0.00	0.00	-135.55
30	-21.92	-14.92	-0.90	-8.10	-15.21
31	4.00	6.90	1.87	-15.96	-42.42

**Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V**

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.45	-0.06	-0.15	0.36	7.08
2	0.18	0.09	-0.01	0.23	7.46
3	-1.33	-4.44	-0.03	0.00	7.46
4	-1.34	-4.45	-0.19	0.00	7.08
5	0.01	-0.01	0.00	0.00	7.38
6	-1.33	-4.44	0.00	0.00	7.38
7	-66.05	-220.16	2.66	0.00	-157.76
8	-68.38	-227.94	15.47	0.00	-163.86
9	-68.38	-227.94	15.47	0.00	-163.86
10	-63.36	-211.20	0.00	0.00	-155.35
11	0.18	0.09	0.01	-0.23	7.46
12	-1.33	-4.44	0.03	0.00	7.46
13	-66.05	-220.16	2.04	0.00	-157.76
14	-19.71	-87.69	-1.16	21.26	-113.80
15	9.55	-84.47	0.28	32.13	-135.66
16	-28.24	-66.29	0.00	0.00	-55.16
17	-19.71	-87.69	6.34	-17.73	-113.80
18	0.45	-0.06	0.15	-0.36	7.08
19	-1.34	-4.45	0.19	0.00	7.08
20	-68.38	-227.94	-5.84	0.00	-163.86
21	9.55	-84.47	5.14	-28.57	-135.66
22	5.19	-23.24	-2.47	77.13	-42.53
23	4.02	-16.24	-7.52	14.86	-74.94
24	-46.68	-72.55	0.00	0.00	-45.27
25	5.19	-23.24	3.92	-36.88	-42.53
26	4.02	-16.24	7.54	-4.40	-74.94
27	-5.28	-8.60	0.90	8.10	-15.21
28	4.27	6.90	-1.87	15.96	-42.42
29	-1.57	19.79	0.00	0.00	-92.80
30	-5.28	-8.60	0.10	-0.04	-15.21
31	4.27	6.90	2.48	-2.89	-42.42

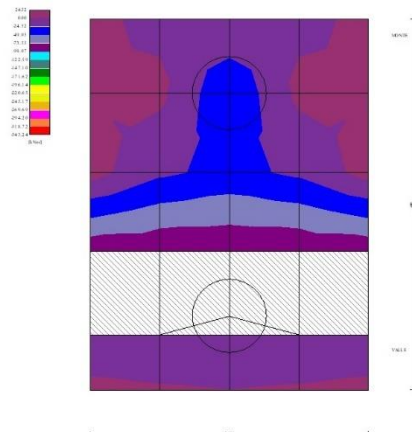


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{xMAX}$  (Combinazione n° 2)

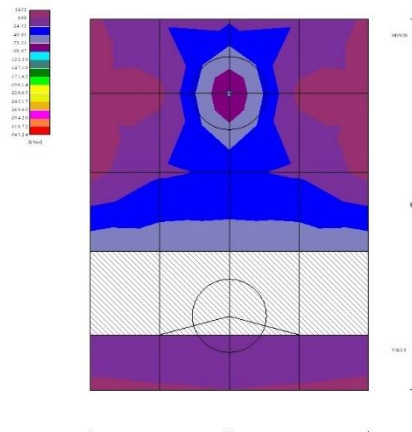


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 1)

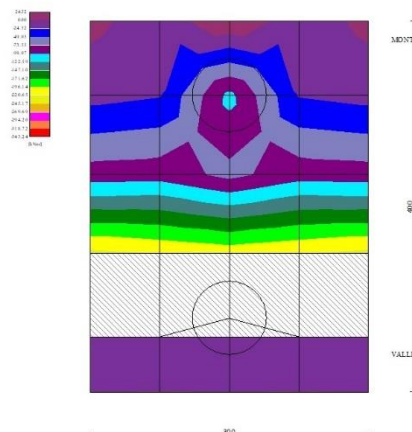


Fig. 13 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 1)

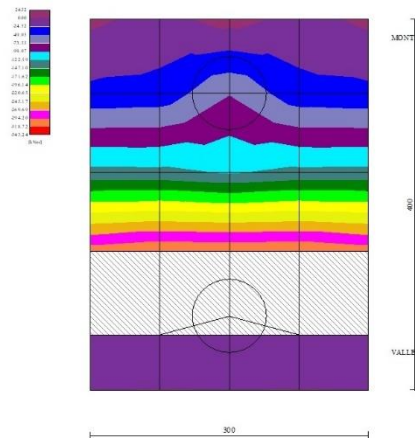


Fig. 14 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{y_{MIN}}$  (Combinazione n° 2)

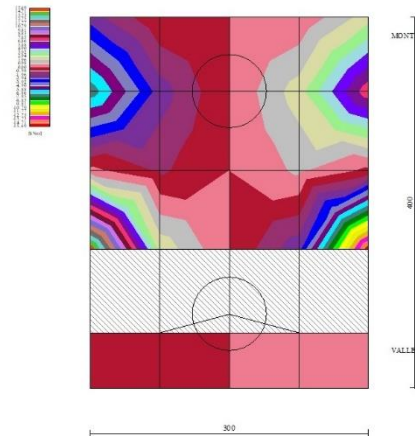


Fig. 15 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 2)

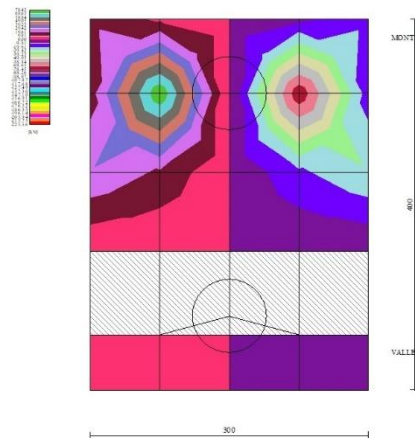


Fig. 16 - Piastra fondazione - Taglio  $T_x$  (Combinazione n° 1)

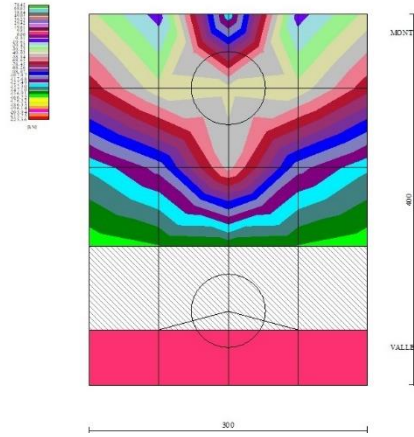


Fig. 17 - Piastra fondazione - Taglio  $Ty_{MAX}$  (Combinazione n° 1)

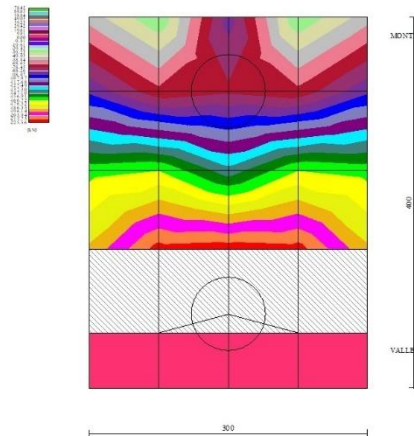


Fig. 18 - Piastra fondazione - Taglio  $Ty_{MIN}$  (Combinazione n° 2)

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	95.03	23.33	87.26	37.63	2.50	-3.93
	Incremento di spinta sismica		78.20	71.80	30.97	2.50	-3.00
	Peso/Inerzia muro			43.58	181.04/21.79	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			63.07	262.00/31.54	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-3473.74			
1	Spinta statica	95.03	23.33	87.26	37.63	2.50	-3.93
	Incremento di spinta sismica		78.20	71.80	30.97	2.50	-3.00
	Peso/Inerzia muro			43.58	181.04/21.79	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			63.07	262.00/31.54	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-3473.74			

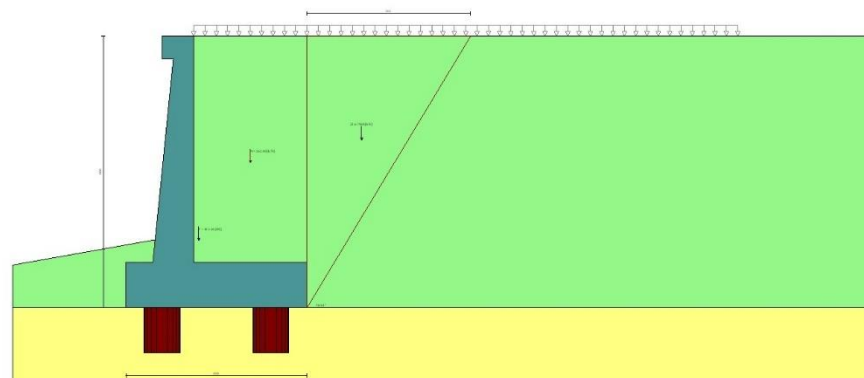


Fig. 21 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

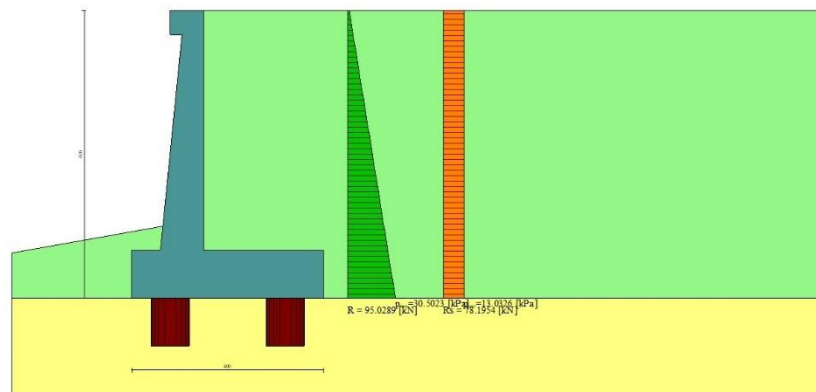


Fig. 22 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

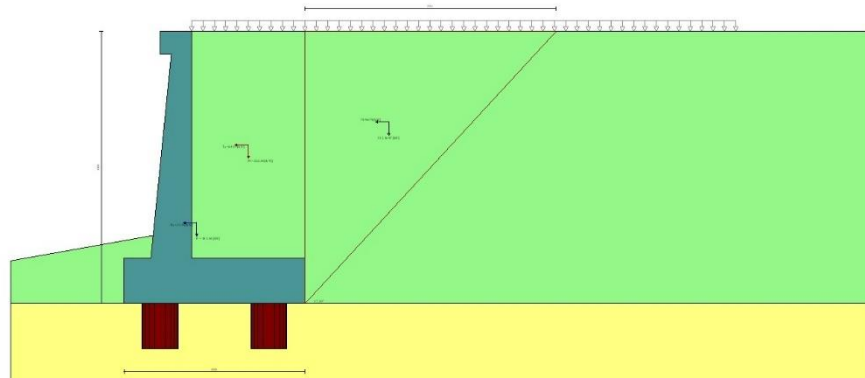


Fig. 23 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

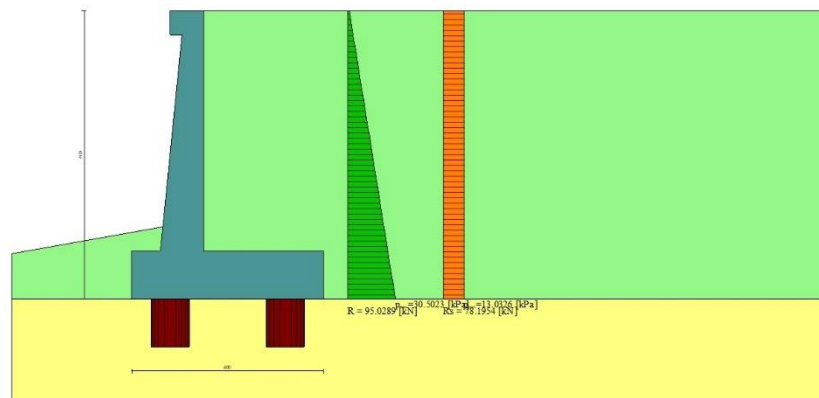


Fig. 24 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	327.21	0.00	-398.57
	2	1367.70	0.00	-398.57
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	327.21	0.00	-398.57
	2	1367.70	0.00	-398.57

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento

FS<sub>UPL</sub>      Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	13.073					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	13.899					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.033		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.097		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic      Indice/Tipo combinazione  
C      Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
R      Raggio, espresso in [m]  
FS      Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	[m]	[m]	
		-4.50; 4.00	12.22
			2.033

### Dettagli strisce verifiche stabilità

#### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
W      peso della striscia espresso in [kN]  
Q<sub>y</sub>      carico sulla striscia espresso in [kN]  
Q<sub>f</sub>      carico acqua sulla striscia espresso in [kN]  
α      angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
φ      angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c      coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b      larghezza della striscia espressa in [m]  
u      pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
Tx; Ty      Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W	Q <sub>y</sub>	Q <sub>f</sub>	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	12.01	3.48	0.00	7.05 - 0.73	66.347	35.000	0	0.0	
2	32.81	3.48	0.00	0.73	59.108	35.000	0	0.0	
3	48.57	3.48	0.00	0.73	52.969	35.000	0	0.0	
4	61.30	3.48	0.00	0.73	47.620	35.000	0	0.0	
5	71.93	3.48	0.00	0.73	42.778	35.000	0	0.0	
6	80.95	3.48	0.00	0.73	38.294	35.000	0	0.0	
7	87.11	3.48	0.00	0.73	34.073	27.000	0	0.0	
8	98.13	3.48	0.00	0.73	30.054	27.000	0	0.0	
9	103.47	3.48	0.00	0.73	26.193	27.000	0	0.0	
10	104.72	2.53	0.00	0.73	22.457	27.000	0	0.0	
11	98.41	0.00	0.00	0.73	18.820	27.000	0	0.0	
12	47.77	0.00	0.00	0.73	15.260	27.000	0	0.0	
13	45.72	0.00	0.00	0.73	11.759	27.000	0	0.0	
14	45.63	0.00	0.00	0.73	8.303	27.000	0	0.0	
15	44.93	0.00	0.00	0.73	4.877	27.000	0	0.0	
16	43.63	0.00	0.00	0.73	1.469	27.000	0	0.0	
17	41.74	0.00	0.00	0.73	-1.935	27.000	0	0.0	
18	39.25	0.00	0.00	0.73	-5.345	27.000	0	0.0	
19	36.15	0.00	0.00	0.73	-8.774	27.000	0	0.0	
20	32.44	0.00	0.00	0.73	-12.236	27.000	0	0.0	
21	28.10	0.00	0.00	0.73	-15.743	27.000	0	0.0	
22	23.08	0.00	0.00	0.73	-19.313	27.000	0	0.0	
23	17.37	0.00	0.00	0.73	-22.962	27.000	0	0.0	
24	10.95	0.00	0.00	0.73	-26.714	27.000	0	0.0	
25	3.72	0.00	0.00	-11.08 - 0.73	-30.119	27.000	0	0.0	

Resistenza al taglio pali      606.47      [kN]

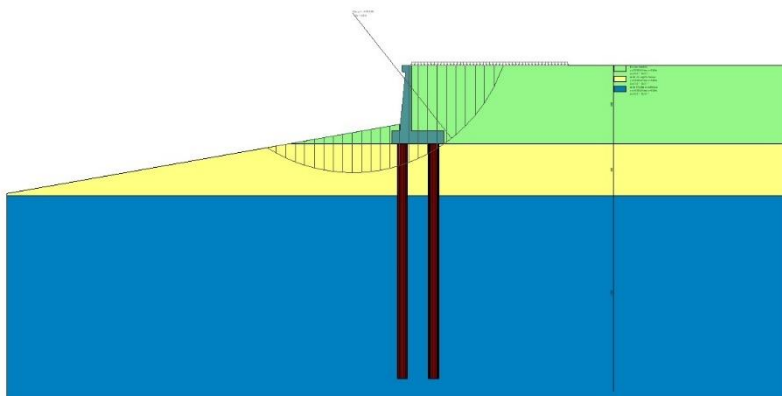


Fig. 25 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 3)

## Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

## Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	3.07	3.43	0.00	0.00	0.38	0.43
2	-0.10	4.34	5.04	1.16	1.38	0.36	0.39
3	-0.20	5.65	6.69	2.37	2.81	0.44	0.49
4	-0.30	7.00	8.39	3.63	4.30	0.63	0.71
5	-0.40	8.39	10.14	4.94	5.83	0.93	1.06
6	-0.50	9.83	11.93	6.30	7.42	1.36	1.56
7	-0.60	11.30	13.77	7.72	9.05	1.91	2.20
8	-0.70	12.82	15.65	9.18	10.74	2.59	2.99
9	-0.80	14.37	17.59	10.69	12.47	3.41	3.94
10	-0.90	15.97	19.57	12.26	14.26	4.36	5.04
11	-1.00	17.61	21.59	13.87	16.10	5.46	6.31
12	-1.10	19.29	23.66	15.54	17.99	6.70	7.75
13	-1.20	21.01	25.78	17.26	19.93	8.10	9.35
14	-1.30	22.77	27.95	19.02	21.92	9.65	11.14
15	-1.40	24.57	30.16	20.84	23.96	11.37	13.10
16	-1.50	26.41	32.42	22.71	26.05	13.25	15.26
17	-1.60	28.29	34.73	24.63	28.20	15.31	17.60
18	-1.70	30.22	37.08	26.60	30.39	17.54	20.14
19	-1.80	32.18	39.48	28.63	32.63	19.95	22.88
20	-1.90	34.19	41.93	30.70	34.93	22.55	25.83
21	-2.00	36.23	44.42	32.82	37.27	25.34	28.98
22	-2.10	38.32	46.96	35.00	39.67	28.32	32.35
23	-2.20	40.45	49.55	37.22	42.12	31.50	35.94
24	-2.30	42.62	52.19	39.50	44.62	34.89	39.76
25	-2.40	44.83	54.87	41.82	47.17	38.48	43.80
26	-2.50	47.08	57.59	44.20	49.77	42.29	48.07
27	-2.60	49.37	60.37	46.63	52.42	46.32	52.58
28	-2.70	51.71	63.19	49.11	55.12	50.57	57.34
29	-2.80	54.08	66.06	51.64	57.87	55.05	62.34
30	-2.90	56.50	68.97	54.22	60.67	59.76	67.59
31	-3.00	58.95	71.93	56.85	63.53	64.71	73.10
32	-3.10	61.45	74.94	59.53	66.43	69.90	78.87
33	-3.20	63.99	78.00	62.26	69.39	75.33	84.91
34	-3.30	66.56	81.10	65.05	72.39	81.02	91.21
35	-3.40	69.18	84.25	67.88	75.45	86.96	97.79
36	-3.50	71.84	87.44	70.77	78.56	93.16	104.65
37	-3.60	74.54	90.69	73.70	81.72	99.63	111.80
38	-3.70	77.29	93.98	76.69	84.93	106.37	119.23
39	-3.80	80.07	97.31	79.73	88.19	113.38	126.96



n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
40	-3.90	82.89	100.69	82.81	91.50	120.67	134.98
41	-4.00	85.76	104.12	85.95	94.86	128.25	143.31
42	-4.10	88.66	107.60	89.14	98.27	136.11	151.95
43	-4.20	91.61	111.12	92.38	101.73	144.27	160.90
44	-4.30	94.59	114.69	95.67	105.25	152.72	170.16
45	-4.40	97.62	118.31	99.02	108.81	161.48	179.75
46	-4.50	100.69	121.97	102.41	112.43	170.54	189.66
47	-4.60	103.80	125.68	105.85	116.09	179.92	199.90
48	-4.70	106.95	129.44	109.35	119.81	189.61	210.48
49	-4.80	110.14	133.24	112.89	123.58	199.63	221.39
50	-4.90	113.38	137.09	116.49	127.40	209.97	232.66
51	-5.00	116.65	140.99	120.13	131.27	220.64	244.27

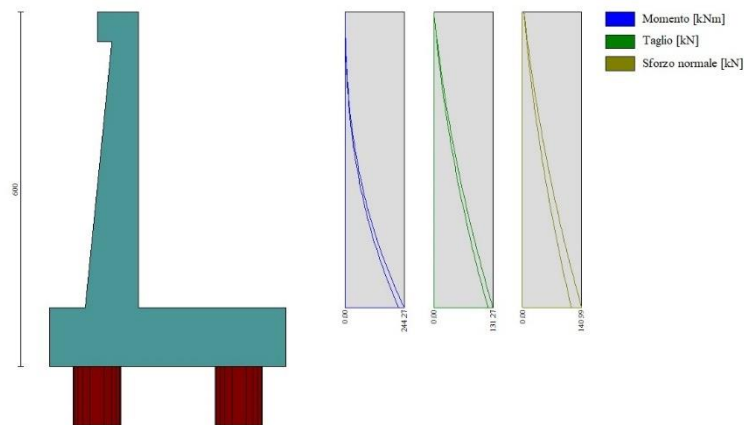


Fig. 26 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.14	0.04	0.05
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.29	0.17	0.19
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.43	0.38	0.43

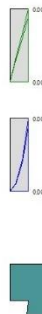


Fig. 27 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.45	-0.06	-0.15	0.36	7.08	MAX
	0.45	-0.06	-0.15	0.36	7.08	MIN

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
2	0.18	0.09	-0.01	0.23	7.46	MAX
	0.18	0.09	-0.01	0.23	7.46	MIN
3	-1.33	-4.44	-0.03	0.00	7.46	MAX
	-1.33	-4.44	-0.03	0.00	7.46	MIN
4	-1.34	-4.45	-0.19	0.00	7.08	MAX
	-1.34	-4.45	-0.19	0.00	7.08	MIN
5	0.01	-0.01	0.00	0.00	7.38	MAX
	0.01	-0.01	0.00	0.00	7.38	MIN
6	-1.33	-4.44	0.00	0.00	7.38	MAX
	-1.33	-4.44	0.00	0.00	7.38	MIN
7	-66.05	-220.16	2.66	0.00	-157.76	MAX
	-95.67	-318.89	-2.04	0.00	-220.57	MIN
8	-68.38	-227.94	15.47	0.00	-163.86	MAX
	-92.37	-307.89	5.84	0.00	-188.40	MIN
9	-68.38	-227.94	15.47	0.00	-163.86	MAX
	-92.37	-307.89	5.84	0.00	-188.40	MIN
10	-63.36	-211.20	0.00	0.00	-155.35	MAX
	-95.29	-317.63	0.00	0.00	-222.59	MIN
11	0.18	0.09	0.01	-0.23	7.46	MAX
	0.18	0.09	0.01	-0.23	7.46	MIN
12	-1.33	-4.44	0.03	0.00	7.46	MAX
	-1.33	-4.44	0.03	0.00	7.46	MIN
13	-66.05	-220.16	2.04	0.00	-157.76	MAX
	-95.67	-318.89	-2.66	0.00	-220.57	MIN
14	-19.71	-87.69	-1.16	21.26	-113.80	MAX
	-21.41	-129.29	-6.34	17.73	-166.72	MIN
15	9.55	-84.47	0.28	32.13	-135.66	MAX
	7.62	-130.57	-5.14	28.57	-163.22	MIN
16	-28.24	-66.29	0.00	0.00	-55.16	MAX
	-31.97	-120.85	0.00	0.00	-141.26	MIN
17	-19.71	-87.69	6.34	-17.73	-113.80	MAX
	-21.41	-129.29	1.16	-21.26	-166.72	MIN
18	0.45	-0.06	0.15	-0.36	7.08	MAX
	0.45	-0.06	0.15	-0.36	7.08	MIN
19	-1.34	-4.45	0.19	0.00	7.08	MAX
	-1.34	-4.45	0.19	0.00	7.08	MIN
20	-68.38	-227.94	-5.84	0.00	-163.86	MAX
	-92.37	-307.89	-15.47	0.00	-188.40	MIN
21	9.55	-84.47	5.14	-28.57	-135.66	MAX
	7.62	-130.57	-0.28	-32.13	-163.22	MIN
22	5.19	-23.24	-2.47	77.13	-42.53	MAX
	5.12	-33.01	-3.92	36.88	-71.67	MIN
23	4.02	-16.24	-7.52	14.86	-74.94	MAX
	1.47	-30.52	-7.54	4.40	-96.33	MIN
24	-46.68	-72.55	0.00	0.00	-45.27	MAX
	-101.39	-106.05	0.00	0.00	-76.36	MIN
25	5.19	-23.24	3.92	-36.88	-42.53	MAX
	5.12	-33.01	2.47	-77.13	-71.67	MIN
26	4.02	-16.24	7.54	-4.40	-74.94	MAX
	1.47	-30.52	7.52	-14.86	-96.33	MIN
27	-5.28	-8.60	0.90	8.10	-15.21	MAX
	-21.92	-14.92	-0.10	0.04	-30.48	MIN
28	4.27	6.90	-1.87	15.96	-42.42	MAX
	4.00	4.76	-2.48	2.89	-54.62	MIN
29	-1.57	19.79	0.00	0.00	-92.80	MAX
	-20.15	9.29	0.00	0.00	-135.55	MIN
30	-5.28	-8.60	0.10	-0.04	-15.21	MAX
	-21.92	-14.92	-0.90	-8.10	-30.48	MIN
31	4.27	6.90	2.48	-2.89	-42.42	MAX
	4.00	4.76	1.87	-15.96	-54.62	MIN

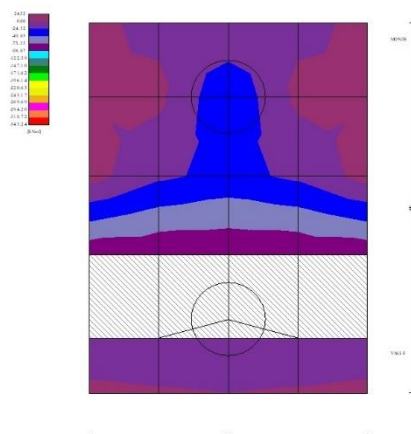


Fig. 28 - Piastra fondazione - Momento  $M_{X_{MAX}}$  (Combinazione n° 2)

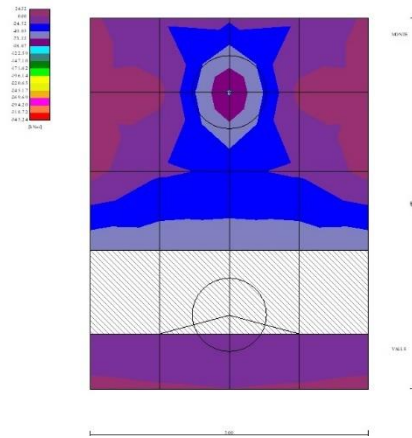


Fig. 29 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 1)

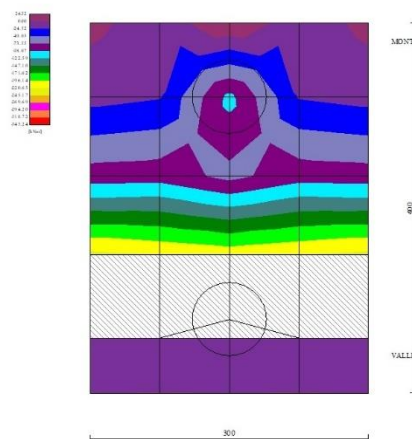


Fig. 30 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 1)

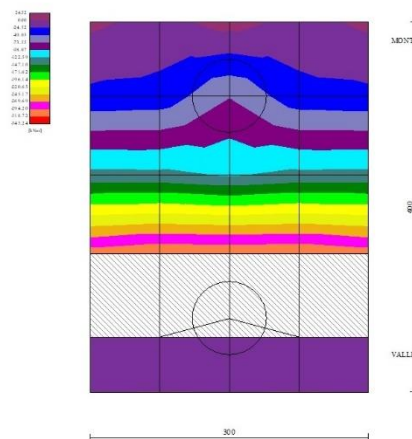


Fig. 31 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 2)

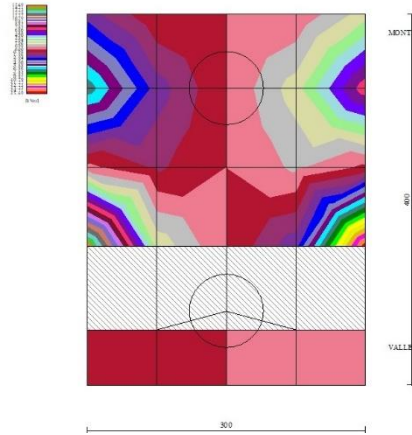


Fig. 32 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 2)

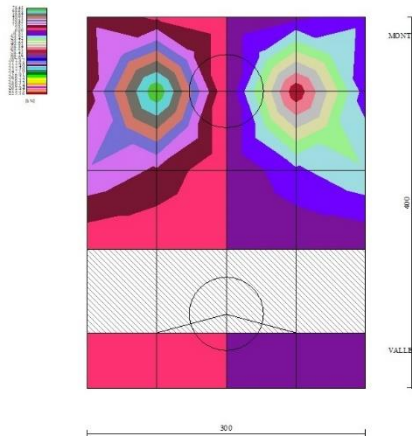


Fig. 33 - Piastra fondazione - Taglio  $T_x$  (Combinazione n° 1)

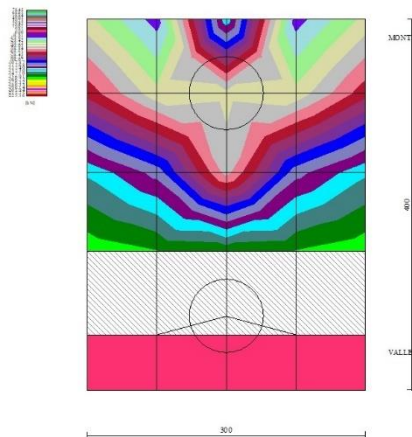


Fig. 34 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMAX}$  (Combinazione n° 1)

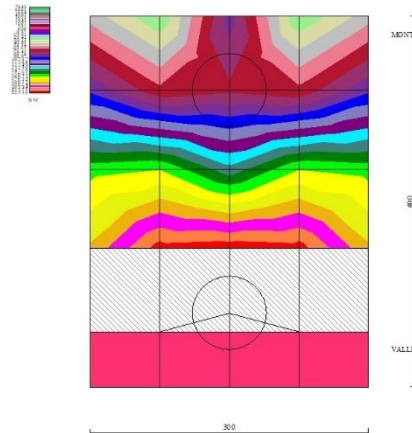


Fig. 35 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMIN}$  (Combinazione n° 2)

### 10.3.3 Condizione eccezionale d'urto

#### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	$R_{ck}$	E	$\nu$	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	$f_{yk}$	$f_{uk}$
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

#### Tipologie pali

##### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	palo D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°            numero ordine del punto  
X            ascissa del punto espressa in [m]  
Y            ordinata del punto espressa in [m]  
A            inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

### Geometria muro

#### *Geometria paramento e fondazione*

Lunghezza muro	3.00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	5.00	[m]
Altezza paramento libero	4.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.90	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<u>Mensola di marciapiede</u>		
Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.50	[m]
Lunghezza totale	4.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

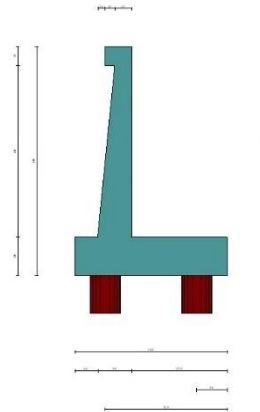


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
$\alpha$	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	palo D800	0.80	3.00	0.20	1	80.00	18.00	0.00	Centrati
2	palo D800	3.20	3.00	0.50	1	80.00	18.00	0.00	Centrati

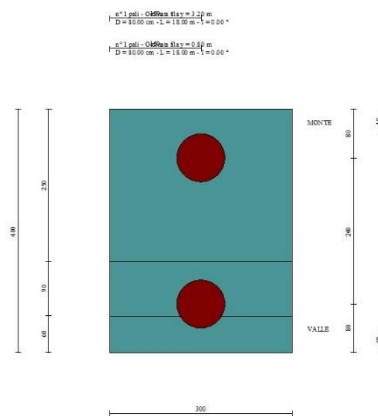


Fig. 2 - Pianta pali

### Descrizione terreni

#### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)  
 $\tau_l$  Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0			(MIN)
				27.000	27.000	0	0			(MED)
3	unità GS-ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n° Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
 $\alpha$  Inclinazione espressa in [°]  
Terreno Terreno dello strato  
Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
Per calcolo pali (solo se presenti)  
Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
Ks Coefficiente di spinta  
Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	6.00	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	4.00	0.000	unità AL- argilla limosa	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità GS-ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	100.000	0.500	1.000	---	---

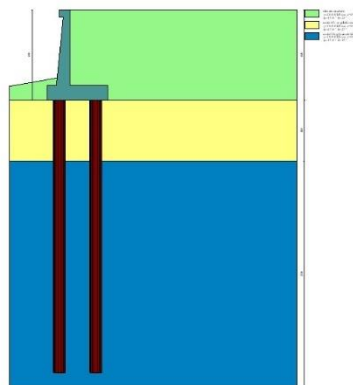


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.  
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
Momento positivo senso antiorario.  
X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]  
F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]  
F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]  
M Momento espresso in [kNm]  
X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]  
Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kN]

### Condizione n° 1 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

#### Carichi sul terreno



n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

**Condizione n° 2 (urto) - ECCEZIONALE**

*Carichi sul muro*

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.40; 0.00	39.2700	0.0000	39.2700				

**Normativa**

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.00	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.00	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.00	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.00	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$$\zeta_3=1.70 \quad \zeta_4=1.70$$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

**Simbologia adottata**

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

**Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)**

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

**Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)**

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

**Dati sismici**

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

**Opzioni di calcolo**

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	20.00 [cm]
 <u>Opzioni calcolo pali</u>	
<i>Portanza verticale</i>	
Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + ca$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infilso/trivellato)	Non attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta $\sigma_v$ con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica
<i>Portanza trasversale</i>	
Costante di Winkler: costante pari a 100.00 [Kg/cm <sup>2</sup> /cm] Criterio rottura palo-terreno	
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Attivo
<i>Cedimenti</i>	
Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	145.50	23.33	133.60	57.62	2.50	-3.60
	Peso/Inerzia muro			0.00	181.04/0.00	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	262.00/0.00	1.25	-2.50
	Risultante forze sul muro			39.27	0.00	--	--
	Resistenza pali			-3324.29			

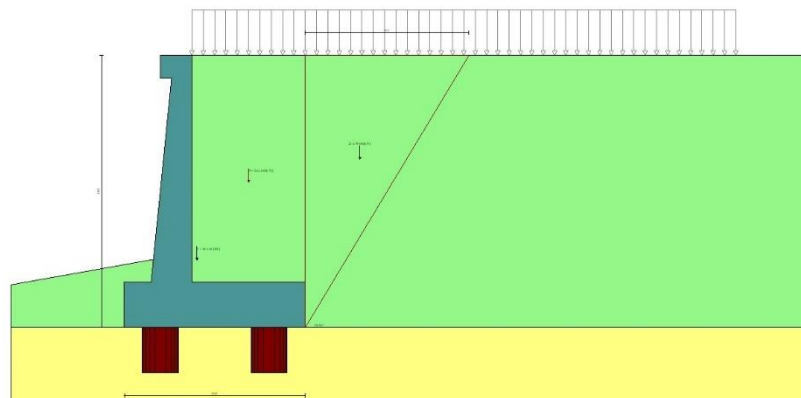


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

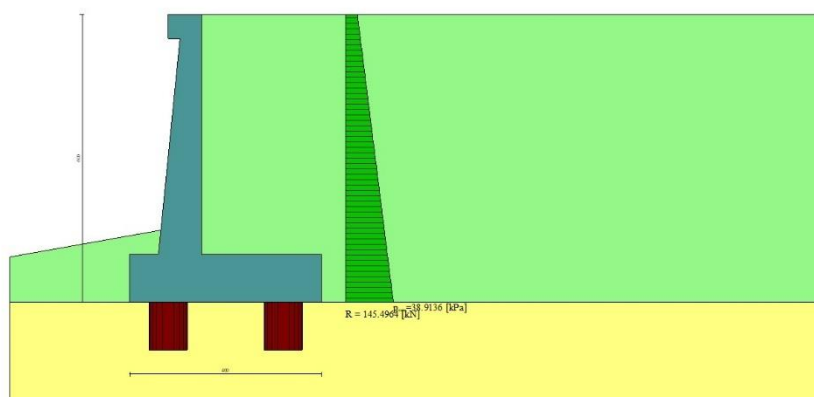


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	500.66	172.87	594.90	1242.12	0.707
2 - GEO (A2-M2-R2)	500.66	172.87	594.90	1242.12	0.707

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	308.94	0.00	-259.29
	2	1193.04	0.00	-259.29

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		19.230					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.116		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	12.22	3.116

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	39.27	39.65
2	-0.10	4.39	40.04	43.55
3	-0.20	5.76	40.86	47.51

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
4	-0.30	7.18	41.73	51.54
5	-0.40	8.64	42.64	55.65
6	-0.50	10.14	43.59	59.84
7	-0.60	11.68	44.59	64.11
8	-0.70	13.27	45.63	68.47
9	-0.80	14.91	46.72	72.92
10	-0.90	16.58	47.85	77.47
11	-1.00	18.31	49.03	82.11
12	-1.10	20.07	50.25	86.86
13	-1.20	21.88	51.52	91.72
14	-1.30	23.73	52.83	96.69
15	-1.40	25.63	54.19	101.78
16	-1.50	27.57	55.59	106.98
17	-1.60	29.55	57.04	112.32
18	-1.70	31.58	58.53	117.77
19	-1.80	33.65	60.07	123.37
20	-1.90	35.77	61.65	129.09
21	-2.00	37.93	63.28	134.96
22	-2.10	40.13	64.95	140.98
23	-2.20	42.38	66.66	147.14
24	-2.30	44.67	68.43	153.45
25	-2.40	47.00	70.23	159.93
26	-2.50	49.38	72.08	166.56
27	-2.60	51.80	73.98	173.36
28	-2.70	54.27	75.92	180.32
29	-2.80	56.78	77.91	187.46
30	-2.90	59.33	79.94	194.78
31	-3.00	61.93	82.01	202.28
32	-3.10	64.57	84.13	209.96
33	-3.20	67.26	86.30	217.84
34	-3.30	69.99	88.51	225.91
35	-3.40	72.76	90.76	234.17
36	-3.50	75.58	93.06	242.64
37	-3.60	78.44	95.41	251.31
38	-3.70	81.34	97.80	260.19
39	-3.80	84.29	100.23	269.29
40	-3.90	87.28	102.71	278.60
41	-4.00	90.32	105.23	288.14
42	-4.10	93.40	107.80	297.90
43	-4.20	96.52	110.42	307.90
44	-4.30	99.69	113.08	318.12
45	-4.40	102.90	115.78	328.59
46	-4.50	106.16	118.53	339.30
47	-4.60	109.46	121.32	350.25
48	-4.70	112.80	124.16	361.46
49	-4.80	116.19	127.05	372.92
50	-4.90	119.62	129.97	384.64
51	-5.00	123.09	132.95	396.62

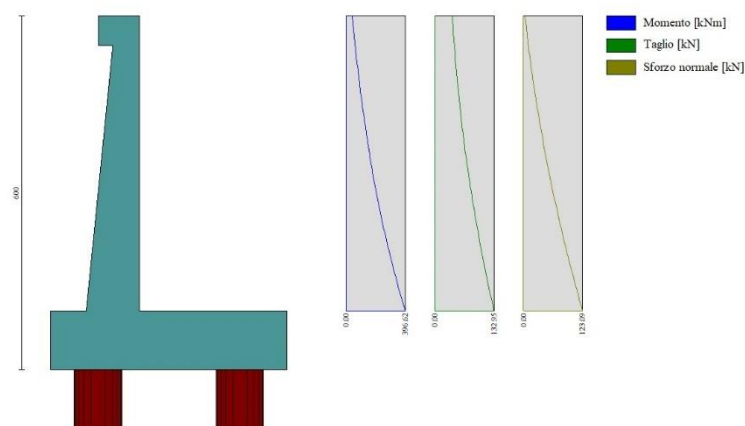


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.45	-0.06	-0.15	0.36	7.08
2	0.18	0.09	-0.01	0.23	7.46
3	-1.33	-4.44	-0.03	0.00	7.46

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
4	-1.34	-4.45	-0.19	0.00	7.08
5	0.01	-0.01	0.00	0.00	7.38
6	-1.33	-4.44	0.00	0.00	7.38
7	-69.31	-231.03	-1.52	0.00	-164.67
8	-71.02	-236.75	6.90	0.00	-166.57
9	-71.02	-236.75	6.90	0.00	-166.57
10	-66.88	-222.92	0.00	0.00	-162.75
11	0.18	0.09	0.01	-0.23	7.46
12	-1.33	-4.44	0.03	0.00	7.46
13	-69.31	-231.03	1.52	0.00	-164.67
14	-21.22	-92.27	-5.77	18.12	-119.63
15	7.83	-89.55	-4.55	28.97	-138.70
16	-28.65	-72.29	0.00	0.00	-64.65
17	-21.22	-92.27	5.77	-18.12	-119.63
18	0.45	-0.06	0.15	-0.36	7.08
19	-1.34	-4.45	0.19	0.00	7.08
20	-71.02	-236.75	-6.90	0.00	-166.57
21	7.83	-89.55	4.55	-28.97	-138.70
22	5.18	-24.32	-3.76	72.70	-45.74
23	3.74	-17.81	-7.52	13.70	-77.30
24	-95.36	-102.36	0.00	0.00	-48.69
25	5.18	-24.32	3.76	-72.70	-45.74
26	3.74	-17.81	7.52	-13.70	-77.30
27	-20.09	-14.22	0.79	7.21	-16.89
28	4.03	6.66	-1.94	14.52	-43.76
29	-18.10	18.64	0.00	0.00	-130.84
30	-20.09	-14.22	-0.79	-7.21	-16.89
31	4.03	6.66	1.94	-14.52	-43.76

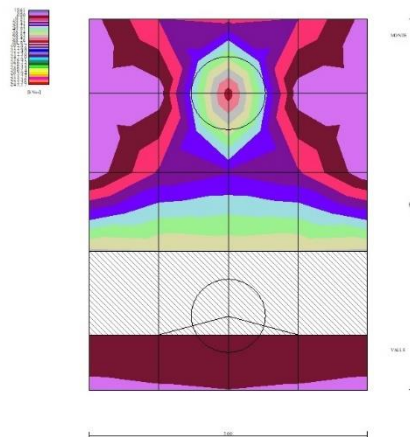


Fig. 7 - Piastra fondazione - Momenti Mx (Combinazione n° 1)

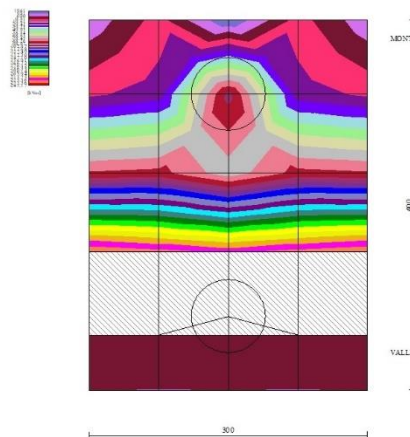


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti My (Combinazione n° 1)

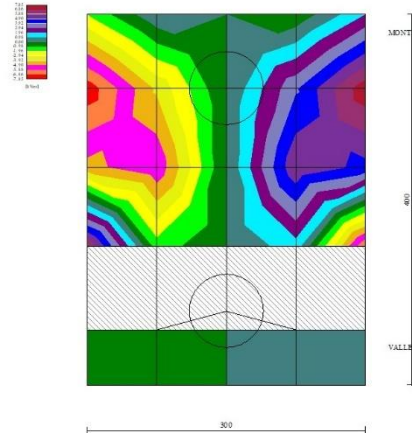


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 1)

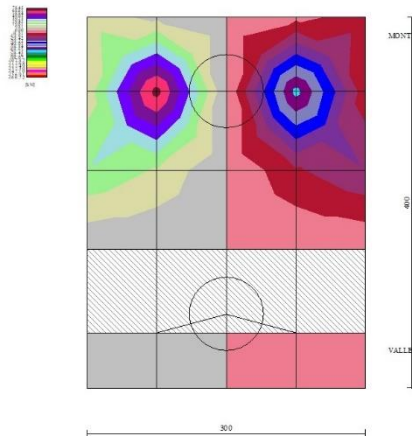


Fig. 10 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

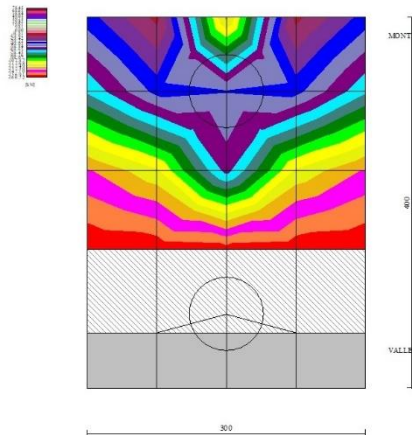


Fig. 11 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 1)



## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	145.50	23.33	133.60	57.62	2.50	-3.60
	Peso/Inerzia muro			0.00	181.04/0.00	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	262.00/0.00	1.25	-2.50
	Risultante forze sul muro			39.27	0.00	--	--
	Resistenza pali			-3324.29			

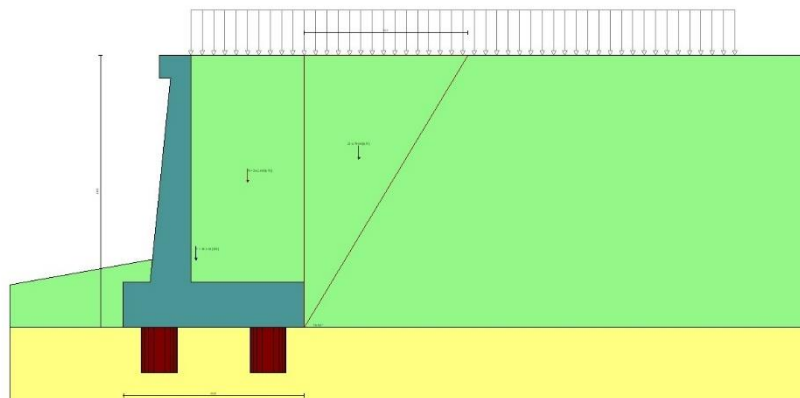


Fig. 14 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

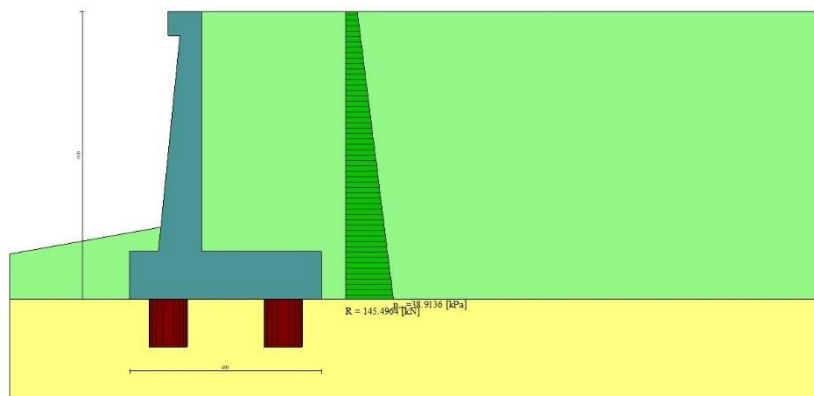


Fig. 15 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	500.66	172.87	594.90	1242.12	0.707
2 - GEO (A2-M2-R2)	500.66	172.87	594.90	1242.12	0.707

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	308.94	0.00	-259.29
	2	1193.04	0.00	-259.29

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		19.230					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.116		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	12.22	3.116

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	3.07	3.07	39.27	39.27	39.65	39.65
2	-0.10	4.39	4.39	40.04	40.04	43.55	43.55
3	-0.20	5.76	5.76	40.86	40.86	47.51	47.51
4	-0.30	7.18	7.18	41.73	41.73	51.54	51.54
5	-0.40	8.64	8.64	42.64	42.64	55.65	55.65

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
6	-0.50	10.14	10.14	43.59	43.59	59.84	59.84
7	-0.60	11.68	11.68	44.59	44.59	64.11	64.11
8	-0.70	13.27	13.27	45.63	45.63	68.47	68.47
9	-0.80	14.91	14.91	46.72	46.72	72.92	72.92
10	-0.90	16.58	16.58	47.85	47.85	77.47	77.47
11	-1.00	18.31	18.31	49.03	49.03	82.11	82.11
12	-1.10	20.07	20.07	50.25	50.25	86.86	86.86
13	-1.20	21.88	21.88	51.52	51.52	91.72	91.72
14	-1.30	23.73	23.73	52.83	52.83	96.69	96.69
15	-1.40	25.63	25.63	54.19	54.19	101.78	101.78
16	-1.50	27.57	27.57	55.59	55.59	106.98	106.98
17	-1.60	29.55	29.55	57.04	57.04	112.32	112.32
18	-1.70	31.58	31.58	58.53	58.53	117.77	117.77
19	-1.80	33.65	33.65	60.07	60.07	123.37	123.37
20	-1.90	35.77	35.77	61.65	61.65	129.09	129.09
21	-2.00	37.93	37.93	63.28	63.28	134.96	134.96
22	-2.10	40.13	40.13	64.95	64.95	140.98	140.98
23	-2.20	42.38	42.38	66.66	66.66	147.14	147.14
24	-2.30	44.67	44.67	68.43	68.43	153.45	153.45
25	-2.40	47.00	47.00	70.23	70.23	159.93	159.93
26	-2.50	49.38	49.38	72.08	72.08	166.56	166.56
27	-2.60	51.80	51.80	73.98	73.98	173.36	173.36
28	-2.70	54.27	54.27	75.92	75.92	180.32	180.32
29	-2.80	56.78	56.78	77.91	77.91	187.46	187.46
30	-2.90	59.33	59.33	79.94	79.94	194.78	194.78
31	-3.00	61.93	61.93	82.01	82.01	202.28	202.28
32	-3.10	64.57	64.57	84.13	84.13	209.96	209.96
33	-3.20	67.26	67.26	86.30	86.30	217.84	217.84
34	-3.30	69.99	69.99	88.51	88.51	225.91	225.91
35	-3.40	72.76	72.76	90.76	90.76	234.17	234.17
36	-3.50	75.58	75.58	93.06	93.06	242.64	242.64
37	-3.60	78.44	78.44	95.41	95.41	251.31	251.31
38	-3.70	81.34	81.34	97.80	97.80	260.19	260.19
39	-3.80	84.29	84.29	100.23	100.23	269.29	269.29
40	-3.90	87.28	87.28	102.71	102.71	278.60	278.60
41	-4.00	90.32	90.32	105.23	105.23	288.14	288.14
42	-4.10	93.40	93.40	107.80	107.80	297.90	297.90
43	-4.20	96.52	96.52	110.42	110.42	307.90	307.90
44	-4.30	99.69	99.69	113.08	113.08	318.12	318.12
45	-4.40	102.90	102.90	115.78	115.78	328.59	328.59
46	-4.50	106.16	106.16	118.53	118.53	339.30	339.30
47	-4.60	109.46	109.46	121.32	121.32	350.25	350.25
48	-4.70	112.80	112.80	124.16	124.16	361.46	361.46
49	-4.80	116.19	116.19	127.05	127.05	372.92	372.92
50	-4.90	119.62	119.62	129.97	129.97	384.64	384.64
51	-5.00	123.09	123.09	132.95	132.95	396.62	396.62

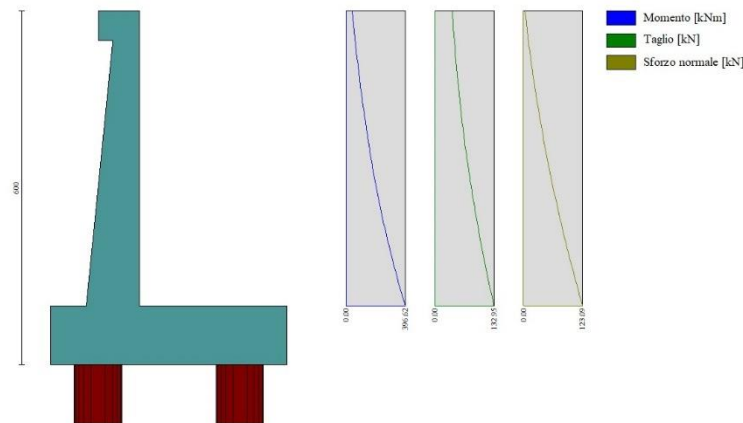


Fig. 16 - Paramento

*Piastra fondazione*

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.45	-0.06	-0.15	0.36	7.08	MAX
	0.45	-0.06	-0.15	0.36	7.08	MIN
2	0.18	0.09	-0.01	0.23	7.46	MAX
	0.18	0.09	-0.01	0.23	7.46	MIN
3	-1.33	-4.44	-0.03	0.00	7.46	MAX
	-1.33	-4.44	-0.03	0.00	7.46	MIN
4	-1.34	-4.45	-0.19	0.00	7.08	MAX
	-1.34	-4.45	-0.19	0.00	7.08	MIN

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
5	0.01	-0.01	0.00	0.00	7.38	MAX
	0.01	-0.01	0.00	0.00	7.38	MIN
6	-1.33	-4.44	0.00	0.00	7.38	MAX
	-1.33	-4.44	0.00	0.00	7.38	MIN
7	-69.31	-231.03	-1.52	0.00	-164.67	MAX
	-69.31	-231.03	-1.52	0.00	-164.67	MIN
8	-71.02	-236.75	6.90	0.00	-166.57	MAX
	-71.02	-236.75	6.90	0.00	-166.57	MIN
9	-71.02	-236.75	6.90	0.00	-166.57	MAX
	-71.02	-236.75	6.90	0.00	-166.57	MIN
10	-66.88	-222.92	0.00	0.00	-162.75	MAX
	-66.88	-222.92	0.00	0.00	-162.75	MIN
11	0.18	0.09	0.01	-0.23	7.46	MAX
	0.18	0.09	0.01	-0.23	7.46	MIN
12	-1.33	-4.44	0.03	0.00	7.46	MAX
	-1.33	-4.44	0.03	0.00	7.46	MIN
13	-69.31	-231.03	1.52	0.00	-164.67	MAX
	-69.31	-231.03	1.52	0.00	-164.67	MIN
14	-21.22	-92.27	-5.77	18.12	-119.63	MAX
	-21.22	-92.27	-5.77	18.12	-119.63	MIN
15	7.83	-89.55	-4.55	28.97	-138.70	MAX
	7.83	-89.55	-4.55	28.97	-138.70	MIN
16	-28.65	-72.29	0.00	0.00	-64.65	MAX
	-28.65	-72.29	0.00	0.00	-64.65	MIN
17	-21.22	-92.27	5.77	-18.12	-119.63	MAX
	-21.22	-92.27	5.77	-18.12	-119.63	MIN
18	0.45	-0.06	0.15	-0.36	7.08	MAX
	0.45	-0.06	0.15	-0.36	7.08	MIN
19	-1.34	-4.45	0.19	0.00	7.08	MAX
	-1.34	-4.45	0.19	0.00	7.08	MIN
20	-71.02	-236.75	-6.90	0.00	-166.57	MAX
	-71.02	-236.75	-6.90	0.00	-166.57	MIN
21	7.83	-89.55	4.55	-28.97	-138.70	MAX
	7.83	-89.55	4.55	-28.97	-138.70	MIN
22	5.18	-24.32	-3.76	72.70	-45.74	MAX
	5.18	-24.32	-3.76	72.70	-45.74	MIN
23	3.74	-17.81	-7.52	13.70	-77.30	MAX
	3.74	-17.81	-7.52	13.70	-77.30	MIN
24	-95.36	-102.36	0.00	0.00	-48.69	MAX
	-95.36	-102.36	0.00	0.00	-48.69	MIN
25	5.18	-24.32	3.76	-72.70	-45.74	MAX
	5.18	-24.32	3.76	-72.70	-45.74	MIN
26	3.74	-17.81	7.52	-13.70	-77.30	MAX
	3.74	-17.81	7.52	-13.70	-77.30	MIN
27	-20.09	-14.22	0.79	7.21	-16.89	MAX
	-20.09	-14.22	0.79	7.21	-16.89	MIN
28	4.03	6.66	-1.94	14.52	-43.76	MAX
	4.03	6.66	-1.94	14.52	-43.76	MIN
29	-18.10	18.64	0.00	0.00	-130.84	MAX
	-18.10	18.64	0.00	0.00	-130.84	MIN
30	-20.09	-14.22	-0.79	-7.21	-16.89	MAX
	-20.09	-14.22	-0.79	-7.21	-16.89	MIN
31	4.03	6.66	1.94	-14.52	-43.76	MAX
	4.03	6.66	1.94	-14.52	-43.76	MIN

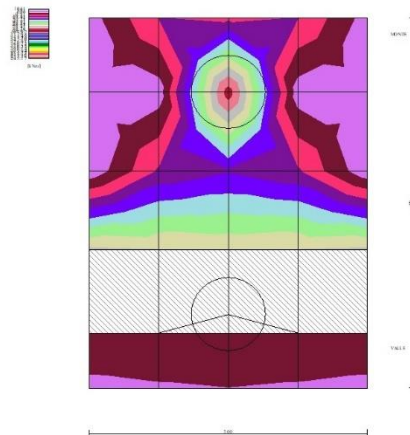


Fig. 17 - Piastra fondazione - Momento Mx (Combinazione n° 1)

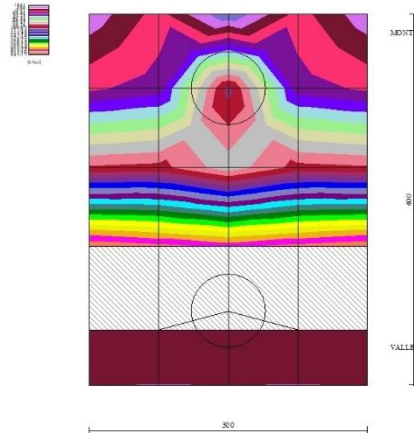


Fig. 18 - Piastra fondazione - Momento My (Combinazione n° 1)

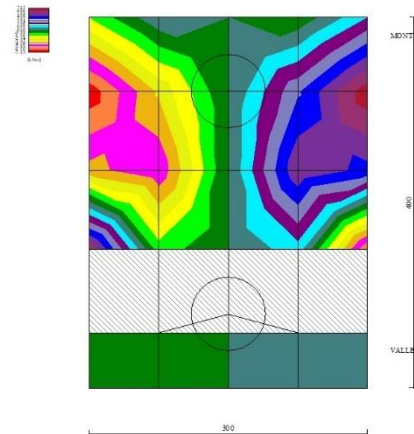


Fig. 19 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 1)

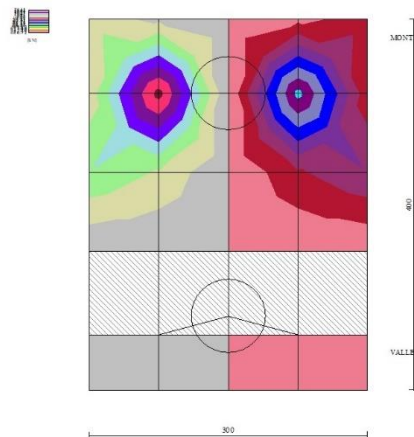


Fig. 20 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

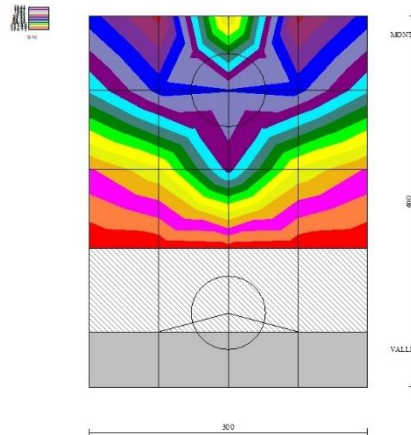


Fig. 21 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 1)

## 10.4 MURO TIPOLOGICO E1

### 10.4.1 Condizione statica

#### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesato/compresso

##### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

##### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub> [kPa]	f <sub>uk</sub> [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

#### Tipologie pali

##### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	palo D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°            numero ordine del punto  
X            ascissa del punto espressa in [m]  
Y            ordinata del punto espressa in [m]  
A            inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

### Geometria muro

#### *Geometria paramento e fondazione*

Lunghezza muro	2.40	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	6.00	[m]
Altezza paramento libero	4.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.00	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<u>Mensola di marciapiede</u>		
Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	4.80	[m]
Lunghezza totale	6.40	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.20	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

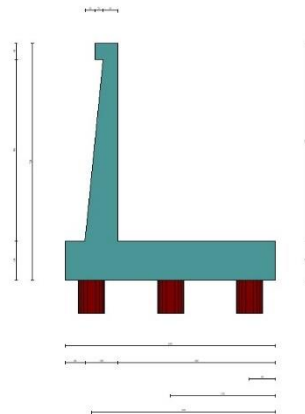


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
$\alpha$	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	palo D800	0.80	3.00	0.20	1	80.00	16.00	0.00	Centrati
2	palo D800	3.20	2.40	0.50	1	80.00	16.00	0.00	Centrati
3	palo D800	5.60	2.40	0.50	1	80.00	16.00	0.00	Centrati

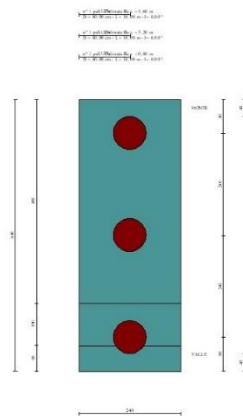


Fig. 2 - Pianta pali

### Descrizione terreni

#### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]



Ca Adesione terra-muro espressa in [kPa]  
 Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix  
 Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)  
 τl Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τl [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0			(MIN)
				27.000	27.000	0	0			(MED)
3	GS-ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n° Indice dello strato  
 H Spessore dello strato espresso in [m]  
 α Inclinazione espressa in [°]  
 Terreno Terreno dello strato  
 Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 Per calcolo pali (solo se presenti)  
 Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 Ks Coefficiente di spinta  
 Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')  
 Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	7.20	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	20.00	0.000	GS-ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	---	---

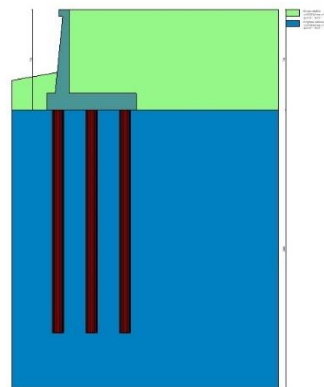


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.  
 Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
 Momento positivo senso antiorario.  
 X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]  
 Fx Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]  
 Fy Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]  
 M Momento espresso in [kNm]  
 Xi Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
 Xf Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
 Qi Intensità del carico per x=Xi espressa in [kN]  
 Qf Intensità del carico per x=Xf espressa in [kN]

#### Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$   $\zeta_4=1.70$

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni

Classe d'uso IV  
 Tipo costruzione Normali affollamenti  
 Vita di riferimento 100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale  
 Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

### Opzioni di calcolo

#### Spinta

Metodo di calcolo della spinta Culmann  
 Tipo di spinta Spinta a riposo  
 Terreno a bassa permeabilità NO  
 Superficie di spinta limitata NO

#### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale Bishop

#### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante 0.00  
 Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione 50.00  
 Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni SI  
 Considera terreno sulla fondazione di valle NO  
 Considera spinta e peso acqua fondazione di valle NO

#### Spostamenti

Modello a blocchi  
 Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti  
 Spostamento limite 20.00 [cm]

#### Opzioni calcolo pali

##### Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta Berezantzev  
 Metodo di calcolo della portanza alla laterale Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + ca$ )  
 Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato) Attiva  
 Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta  $\sigma_v$  con la profondità Pressione geostatica  
 Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale Pressione geostatica

##### Portanza trasversale

Costante di Winkler: costante pari a 100.00 [Kg/cm<sup>2</sup>/cm] Criterio rottura palo-terreno  
 - Spostamento limite Non attivo  
 - Pressione limite Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00  
 - Palo infinitamente elastico Attivo

##### Cedimenti

Metodo di calcolo Metodo agli elementi finiti  
 Spostamento limite alla punta 1.00 [cm]  
 Spostamento limite laterale 0.50 [cm]

## Risultati per combinazione

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1161.16	293.26	874.26	4501.29	0.076
2 - GEO (A2-M2-R2)	1109.02	284.45	843.90	4224.77	0.151
3 - SLER	1085.80	223.15	663.74	4127.36	0.010
4 - SLEF	1058.32	215.07	634.65	4009.09	0.011
5 - SLEQ	975.86	190.83	547.39	3654.28	0.016

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	885.24	0.00	-234.59
	2	928.93	0.00	-234.59
	3	972.62	0.00	-234.59
3 - SLER	1	863.78	0.00	-178.50
	2	868.64	0.00	-178.50
	3	873.50	0.00	-178.50
4 - SLEF	1	841.16	0.00	-172.04
	2	846.65	0.00	-172.04
	3	852.14	0.00	-172.04
5 - SLEQ	1	773.30	0.00	-152.65
	2	780.69	0.00	-152.65
	3	788.08	0.00	-152.65

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		18.351					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.425		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	14.96	3.425

### Cedimenti pali

#### Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
Ip	Indice palo
w	Cedimento, espresso in [cm]

Ic	Ip	w [cm]
3	1	0.1738
	2	0.1748
	3	0.1758
4	1	0.1693
	2	0.1704
	3	0.1715
5	1	0.1556
	2	0.1571
	3	0.1586

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

Mx, My	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
Mxy	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
Tx, Ty	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### *Paramento*

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.84	1.80	0.31
3	-0.20	6.66	3.66	0.40
4	-0.30	8.52	5.58	0.67
5	-0.40	10.44	7.56	1.11
6	-0.50	12.41	9.59	1.73
7	-0.60	14.43	11.68	2.53
8	-0.70	16.50	13.83	3.53
9	-0.80	18.61	16.04	4.73
10	-0.90	20.78	18.31	6.12
11	-1.00	23.00	20.64	7.73
12	-1.10	25.26	23.02	9.54
13	-1.20	27.58	25.46	11.58
14	-1.30	29.94	27.96	13.84
15	-1.40	32.36	30.52	16.33
16	-1.50	34.82	33.14	19.05
17	-1.60	37.34	35.82	22.01
18	-1.70	39.90	38.55	25.22
19	-1.80	42.51	41.34	28.68
20	-1.90	45.18	44.20	32.39
21	-2.00	47.89	47.11	36.37
22	-2.10	50.65	50.07	40.61
23	-2.20	53.46	53.10	45.12
24	-2.30	56.33	56.18	49.91
25	-2.40	59.24	59.33	54.98
26	-2.50	62.20	62.53	60.34
27	-2.60	65.21	65.79	65.99
28	-2.70	68.27	69.10	71.95
29	-2.80	71.38	72.48	78.20
30	-2.90	74.54	75.92	84.76
31	-3.00	77.75	79.41	91.64
32	-3.10	81.01	82.96	98.84
33	-3.20	84.31	86.57	106.36
34	-3.30	87.67	90.24	114.22
35	-3.40	91.08	93.96	122.40
36	-3.50	94.54	97.75	130.93
37	-3.60	98.04	101.59	139.81
38	-3.70	101.60	105.49	149.04
39	-3.80	105.21	109.45	158.62
40	-3.90	108.86	113.47	168.57

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
41	-4.00	112.57	117.55	178.89
42	-4.10	116.32	121.68	189.57
43	-4.20	120.13	125.88	200.64
44	-4.30	123.98	130.13	212.09
45	-4.40	127.89	134.44	223.93
46	-4.50	131.84	138.81	236.16
47	-4.60	135.84	143.23	248.80
48	-4.70	139.89	147.72	261.83
49	-4.80	144.00	152.26	275.28
50	-4.90	148.15	156.86	289.15
51	-5.00	152.35	161.52	303.43
52	-5.10	156.60	166.24	318.15
53	-5.20	160.90	171.02	333.29
54	-5.30	165.25	175.85	348.87
55	-5.40	169.65	180.74	364.89
56	-5.50	174.10	185.70	381.37
57	-5.60	178.60	190.71	398.29
58	-5.70	183.15	195.78	415.67
59	-5.80	187.75	200.90	433.52
60	-5.90	192.40	206.09	451.83
61	-6.00	197.10	211.33	470.62

Combinazione n° 3 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.64	1.35	0.33
3	-0.20	6.26	2.75	0.40
4	-0.30	7.93	4.19	0.59
5	-0.40	9.63	5.68	0.92
6	-0.50	11.38	7.21	1.38
7	-0.60	13.18	8.78	1.97
8	-0.70	15.02	10.40	2.72
9	-0.80	16.90	12.07	3.60
10	-0.90	18.83	13.78	4.64
11	-1.00	20.80	15.54	5.84
12	-1.10	22.81	17.34	7.19
13	-1.20	24.87	19.18	8.71
14	-1.30	26.97	21.07	10.39
15	-1.40	29.12	23.01	12.25
16	-1.50	31.31	24.99	14.28
17	-1.60	33.54	27.01	16.49
18	-1.70	35.82	29.08	18.89
19	-1.80	38.14	31.19	21.47
20	-1.90	40.50	33.35	24.24
21	-2.00	42.91	35.56	27.21
22	-2.10	45.36	37.81	30.38
23	-2.20	47.86	40.10	33.75
24	-2.30	50.40	42.44	37.34
25	-2.40	52.98	44.82	41.13
26	-2.50	55.61	47.25	45.14
27	-2.60	58.28	49.73	49.37
28	-2.70	61.00	52.24	53.83
29	-2.80	63.76	54.81	58.51
30	-2.90	66.56	57.42	63.43
31	-3.00	69.41	60.07	68.58
32	-3.10	72.30	62.77	73.97
33	-3.20	75.23	65.51	79.61
34	-3.30	78.21	68.30	85.50
35	-3.40	81.23	71.13	91.64
36	-3.50	84.30	74.01	98.03
37	-3.60	87.41	76.93	104.69
38	-3.70	90.56	79.90	111.61
39	-3.80	93.76	82.91	118.81
40	-3.90	97.00	85.97	126.27
41	-4.00	100.28	89.07	134.01
42	-4.10	103.61	92.21	142.04
43	-4.20	106.99	95.41	150.35
44	-4.30	110.40	98.64	158.95
45	-4.40	113.86	101.92	167.84
46	-4.50	117.37	105.25	177.03
47	-4.60	120.91	108.62	186.53
48	-4.70	124.51	112.04	196.33
49	-4.80	128.14	115.50	206.43
50	-4.90	131.82	119.00	216.86
51	-5.00	135.55	122.56	227.60
52	-5.10	139.31	126.15	238.66
53	-5.20	143.12	129.79	250.05
54	-5.30	146.98	133.48	261.77
55	-5.40	150.88	137.21	273.83
56	-5.50	154.82	140.98	286.22
57	-5.60	158.81	144.80	298.96
58	-5.70	162.84	148.67	312.04
59	-5.80	166.91	152.58	325.47
60	-5.90	171.03	156.53	339.26
61	-6.00	175.19	160.53	353.41

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.59	1.24	0.33
3	-0.20	6.16	2.52	0.39
4	-0.30	7.78	3.85	0.57
5	-0.40	9.44	5.23	0.87
6	-0.50	11.14	6.65	1.29
7	-0.60	12.89	8.11	1.84
8	-0.70	14.68	9.62	2.52
9	-0.80	16.51	11.17	3.34
10	-0.90	18.39	12.77	4.30
11	-1.00	20.31	14.41	5.40
12	-1.10	22.28	16.10	6.65
13	-1.20	24.29	17.83	8.05
14	-1.30	26.34	19.61	9.61
15	-1.40	28.44	21.44	11.33
16	-1.50	30.58	23.30	13.22
17	-1.60	32.76	25.22	15.27
18	-1.70	34.99	27.17	17.50
19	-1.80	37.27	29.17	19.90
20	-1.90	39.58	31.22	22.49
21	-2.00	41.94	33.31	25.26
22	-2.10	44.35	35.45	28.22
23	-2.20	46.79	37.63	31.37
24	-2.30	49.28	39.86	34.72
25	-2.40	51.82	42.13	38.27
26	-2.50	54.40	44.45	42.03
27	-2.60	57.02	46.81	45.99
28	-2.70	59.69	49.21	50.17
29	-2.80	62.40	51.67	54.57
30	-2.90	65.15	54.16	59.19
31	-3.00	67.95	56.70	64.04
32	-3.10	70.80	59.29	69.11
33	-3.20	73.68	61.92	74.42
34	-3.30	76.61	64.59	79.97
35	-3.40	79.59	67.31	85.76
36	-3.50	82.60	70.08	91.79
37	-3.60	85.66	72.89	98.08
38	-3.70	88.77	75.74	104.62
39	-3.80	91.92	78.64	111.42
40	-3.90	95.11	81.59	118.48
41	-4.00	98.35	84.58	125.81
42	-4.10	101.63	87.61	133.41
43	-4.20	104.95	90.69	141.28
44	-4.30	108.32	93.82	149.44
45	-4.40	111.73	96.99	157.87
46	-4.50	115.19	100.20	166.60
47	-4.60	118.69	103.46	175.61
48	-4.70	122.23	106.76	184.92
49	-4.80	125.82	110.11	194.53
50	-4.90	129.45	113.51	204.44
51	-5.00	133.13	116.94	214.66
52	-5.10	136.84	120.43	225.19
53	-5.20	140.61	123.96	236.04
54	-5.30	144.41	127.53	247.20
55	-5.40	148.26	131.15	258.69
56	-5.50	152.16	134.81	270.51
57	-5.60	156.10	138.52	282.66
58	-5.70	160.08	142.27	295.15
59	-5.80	164.10	146.07	307.97
60	-5.90	168.17	149.91	321.14
61	-6.00	172.29	153.80	334.66

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.45	0.90	0.35
3	-0.20	5.87	1.85	0.39
4	-0.30	7.34	2.84	0.51
5	-0.40	8.86	3.88	0.73
6	-0.50	10.42	4.96	1.03
7	-0.60	12.02	6.09	1.43
8	-0.70	13.66	7.26	1.93
9	-0.80	15.35	8.48	2.54
10	-0.90	17.08	9.74	3.25
11	-1.00	18.86	11.05	4.08
12	-1.10	20.68	12.40	5.02
13	-1.20	22.55	13.79	6.08
14	-1.30	24.45	15.24	7.27
15	-1.40	26.41	16.72	8.58
16	-1.50	28.40	18.25	10.03
17	-1.60	30.44	19.83	11.61
18	-1.70	32.52	21.45	13.34

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
19	-1.80	34.65	23.12	15.21
20	-1.90	36.82	24.83	17.22
21	-2.00	39.04	26.58	19.39
22	-2.10	41.30	28.38	21.72
23	-2.20	43.60	30.23	24.21
24	-2.30	45.95	32.12	26.87
25	-2.40	48.34	34.05	29.69
26	-2.50	50.77	36.03	32.69
27	-2.60	53.25	38.06	35.86
28	-2.70	55.77	40.13	39.21
29	-2.80	58.33	42.24	42.76
30	-2.90	60.94	44.40	46.49
31	-3.00	63.60	46.60	50.41
32	-3.10	66.29	48.85	54.53
33	-3.20	69.04	51.15	58.86
34	-3.30	71.82	53.48	63.39
35	-3.40	74.65	55.87	68.13
36	-3.50	77.52	58.30	73.08
37	-3.60	80.44	60.77	78.25
38	-3.70	83.40	63.29	83.64
39	-3.80	86.40	65.85	89.27
40	-3.90	89.45	68.46	95.12
41	-4.00	92.54	71.11	101.20
42	-4.10	95.68	73.81	107.52
43	-4.20	98.86	76.55	114.09
44	-4.30	102.08	79.34	120.90
45	-4.40	105.34	82.17	127.97
46	-4.50	108.66	85.05	135.29
47	-4.60	112.01	87.97	142.86
48	-4.70	115.41	90.94	150.70
49	-4.80	118.85	93.95	158.81
50	-4.90	122.34	97.01	167.19
51	-5.00	125.87	100.11	175.84
52	-5.10	129.44	103.26	184.78
53	-5.20	133.06	106.45	193.99
54	-5.30	136.72	109.69	203.50
55	-5.40	140.42	112.97	213.29
56	-5.50	144.17	116.30	223.38
57	-5.60	147.97	119.67	233.77
58	-5.70	151.80	123.08	244.47
59	-5.80	155.68	126.54	255.47
60	-5.90	159.61	130.05	266.78
61	-6.00	163.58	133.60	278.41

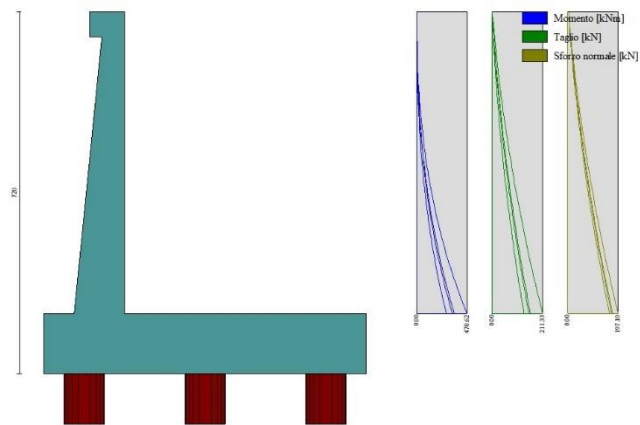


Fig. 4 - Paramento (Inviluppo)

*Mensola valle*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 3 - SLER



n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

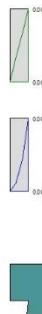


Fig. 5 - Mensola valle (Inviluppo)

Piastra fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
23	<b>18.05</b>	-12.18	-5.57	71.43	-67.84	MAX
24	<b>-282.93</b>	-264.76	0.00	0.00	-37.23	MIN
34	-27.05	<b>103.51</b>	0.00	0.00	198.52	MAX
24	-282.93	<b>-264.76</b>	0.00	0.00	-37.23	MIN
17	-37.85	-51.78	<b>15.77</b>	-9.38	-33.26	MAX
14	-37.85	-51.78	<b>-15.77</b>	9.38	-33.26	MIN
22	3.19	-41.71	-3.17	<b>266.65</b>	-41.39	MAX
25	3.19	-41.71	3.17	<b>-266.65</b>	-41.39	MIN
34	-27.05	103.51	0.00	0.00	<b>198.52</b>	MAX
44	-49.11	77.21	0.00	0.00	<b>-328.84</b>	MIN

Combinazione n° 3 - SLER

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	<b>83.52</b>	278.41	0.00	0.00	74.07	MAX
24	<b>-282.93</b>	-264.76	0.00	0.00	-37.23	MIN
10	83.52	<b>278.41</b>	0.00	0.00	74.07	MAX
24	-282.93	<b>-264.76</b>	0.00	0.00	-37.23	MIN
20	63.61	212.02	<b>40.95</b>	0.00	-54.32	MAX
8	63.61	212.02	<b>-40.95</b>	0.00	-54.32	MIN
22	3.19	-41.71	-3.17	<b>266.65</b>	-41.39	MAX
25	3.19	-41.71	3.17	<b>-266.65</b>	-41.39	MIN
16	8.14	250.65	0.00	0.00	<b>253.88</b>	MAX
44	-49.11	77.21	0.00	0.00	<b>-328.84</b>	MIN

Combinazione n° 4 - SLEF

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	<b>83.52</b>	278.41	0.00	71.43	74.07	MAX
24	<b>-282.93</b>	-264.76	0.00	0.00	-37.23	MIN
10	83.52	<b>278.41</b>	0.00	0.00	198.52	MAX
24	-282.93	<b>-264.76</b>	0.00	0.00	-37.23	MIN
20	63.61	212.02	<b>40.95</b>	0.00	-33.26	MAX
8	-37.85	-51.78	<b>-40.95</b>	0.00	-54.32	MIN
22	3.19	-41.71	-3.17	<b>266.65</b>	-41.39	MAX
25	3.19	-41.71	3.17	<b>-266.65</b>	-41.39	MIN
16	8.14	250.65	0.00	0.00	<b>253.88</b>	MAX
44	-49.11	77.21	0.00	0.00	<b>-328.84</b>	MIN

Combinazione n° 5 - SLEQ

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	<b>83.52</b>	278.41	0.00	71.43	74.07	MAX
24	<b>-282.93</b>	-264.76	0.00	0.00	-37.23	MIN
10	83.52	<b>278.41</b>	0.00	0.00	198.52	MAX
24	-282.93	<b>-264.76</b>	0.00	0.00	-37.23	MIN
20	63.61	212.02	<b>40.95</b>	0.00	-33.26	MAX
8	-37.85	-51.78	<b>-40.95</b>	0.00	-54.32	MIN
22	3.19	-41.71	-3.17	<b>266.65</b>	-41.39	MAX
25	3.19	-41.71	3.17	<b>-266.65</b>	-41.39	MIN
16	8.14	250.65	0.00	0.00	<b>253.88</b>	MAX
44	-49.11	77.21	0.00	0.00	<b>-328.84</b>	MIN

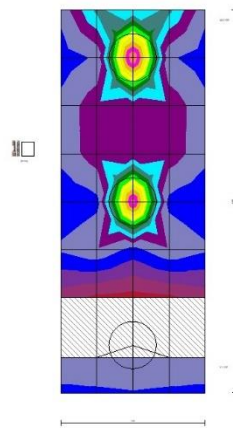


Fig. 6 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{xMAX}$  (Combinazione n° 3)

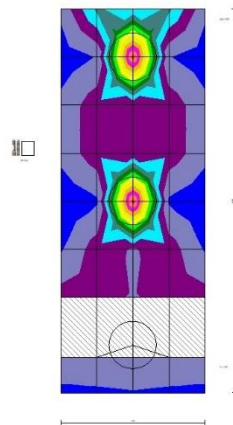


Fig. 7 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 1)

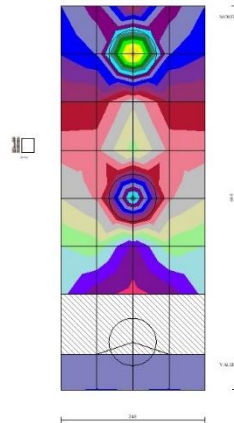


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)

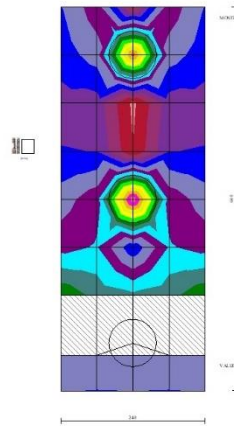


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

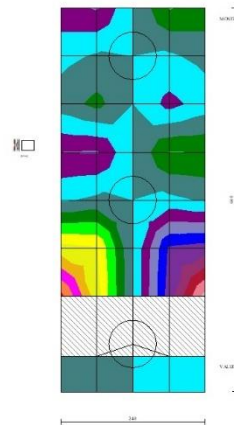


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 3)

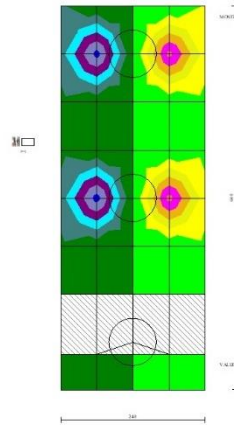


Fig. 11 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

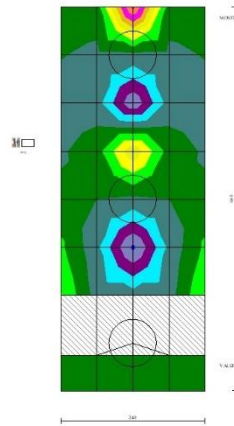


Fig. 12 - Piastra fondazione - Taglio Ty<sub>MAX</sub> (Combinazione n° 3)

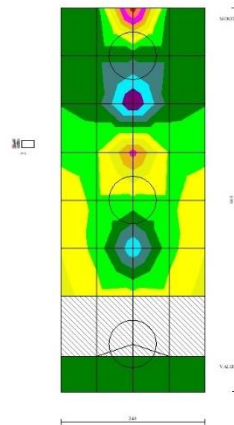


Fig. 13 - Piastra fondazione - Taglio Ty<sub>MIN</sub> (Combinazione n° 1)

## Risultati per involucro

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1161.16	293.26	874.26	4501.29	0.076
2 - GEO (A2-M2-R2)	1109.02	284.45	843.90	4224.77	0.151
3 - SLER	1085.80	223.15	663.74	4127.36	0.010
4 - SLEF	1058.32	215.07	634.65	4009.09	0.011
5 - SLEQ	975.86	190.83	547.39	3654.28	0.016

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	885.24	0.00	-234.59
	2	928.93	0.00	-234.59
	3	972.62	0.00	-234.59

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		18.351					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.425		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	14.96	3.425

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

**Simbologia adottata**

Mx, My      Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
Mxy         Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
Tx, Ty       Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

*Paramento*

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	3.07	3.07	0.00	0.00	0.38	0.38
2	-0.10	4.45	4.84	0.90	1.80	0.31	0.35
3	-0.20	5.87	6.66	1.85	3.66	0.39	0.40
4	-0.30	7.34	8.52	2.84	5.58	0.51	0.67
5	-0.40	8.86	10.44	3.88	7.56	0.73	1.11
6	-0.50	10.42	12.41	4.96	9.59	1.03	1.73
7	-0.60	12.02	14.43	6.09	11.68	1.43	2.53
8	-0.70	13.66	16.50	7.26	13.83	1.93	3.53
9	-0.80	15.35	18.61	8.48	16.04	2.54	4.73
10	-0.90	17.08	20.78	9.74	18.31	3.25	6.12
11	-1.00	18.86	23.00	11.05	20.64	4.08	7.73
12	-1.10	20.68	25.26	12.40	23.02	5.02	9.54
13	-1.20	22.55	27.58	13.79	25.46	6.08	11.58
14	-1.30	24.45	29.94	15.24	27.96	7.27	13.84
15	-1.40	26.41	32.36	16.72	30.52	8.58	16.33
16	-1.50	28.40	34.82	18.25	33.14	10.03	19.05
17	-1.60	30.44	37.34	19.83	35.82	11.61	22.01
18	-1.70	32.52	39.90	21.45	38.55	13.34	25.22
19	-1.80	34.65	42.51	23.12	41.34	15.21	28.68
20	-1.90	36.82	45.18	24.83	44.20	17.22	32.39
21	-2.00	39.04	47.89	26.58	47.11	19.39	36.37
22	-2.10	41.30	50.65	28.38	50.07	21.72	40.61
23	-2.20	43.60	53.46	30.23	53.10	24.21	45.12
24	-2.30	45.95	56.33	32.12	56.18	26.87	49.91
25	-2.40	48.34	59.24	34.05	59.33	29.69	54.98
26	-2.50	50.77	62.20	36.03	62.53	32.69	60.34
27	-2.60	53.25	65.21	38.06	65.79	35.86	65.99
28	-2.70	55.77	68.27	40.13	69.10	39.21	71.95
29	-2.80	58.33	71.38	42.24	72.48	42.76	78.20
30	-2.90	60.94	74.54	44.40	75.92	46.49	84.76
31	-3.00	63.60	77.75	46.60	79.41	50.41	91.64
32	-3.10	66.29	81.01	48.85	82.96	54.53	98.84
33	-3.20	69.04	84.31	51.15	86.57	58.86	106.36
34	-3.30	71.82	87.67	53.48	90.24	63.39	114.22
35	-3.40	74.65	91.08	55.87	93.96	68.13	122.40
36	-3.50	77.52	94.54	58.30	97.75	73.08	130.93
37	-3.60	80.44	98.04	60.77	101.59	78.25	139.81
38	-3.70	83.40	101.60	63.29	105.49	83.64	149.04
39	-3.80	86.40	105.21	65.85	109.45	89.27	158.62
40	-3.90	89.45	108.86	68.46	113.47	95.12	168.57
41	-4.00	92.54	112.57	71.11	117.55	101.20	178.89
42	-4.10	95.68	116.32	73.81	121.68	107.52	189.57
43	-4.20	98.86	120.13	76.55	125.88	114.09	200.64
44	-4.30	102.08	123.98	79.34	130.13	120.90	212.09
45	-4.40	105.34	127.89	82.17	134.44	127.97	223.93
46	-4.50	108.66	131.84	85.05	138.81	135.29	236.16
47	-4.60	112.01	135.84	87.97	143.23	142.86	248.80
48	-4.70	115.41	139.89	90.94	147.72	150.70	261.83
49	-4.80	118.85	144.00	93.95	152.26	158.81	275.28
50	-4.90	122.34	148.15	97.01	156.86	167.19	289.15
51	-5.00	125.87	152.35	100.11	161.52	175.84	303.43
52	-5.10	129.44	156.60	103.26	166.24	184.78	318.15
53	-5.20	133.06	160.90	106.45	171.02	193.99	333.29
54	-5.30	136.72	165.25	109.69	175.85	203.50	348.87
55	-5.40	140.42	169.65	112.97	180.74	213.29	364.89
56	-5.50	144.17	174.10	116.30	185.70	223.38	381.37
57	-5.60	147.97	178.60	119.67	190.71	233.77	398.29
58	-5.70	151.80	183.15	123.08	195.78	244.47	415.67
59	-5.80	155.68	187.75	126.54	200.90	255.47	433.52
60	-5.90	159.61	192.40	130.05	206.09	266.78	451.83
61	-6.00	163.58	197.10	133.60	211.33	278.41	470.62

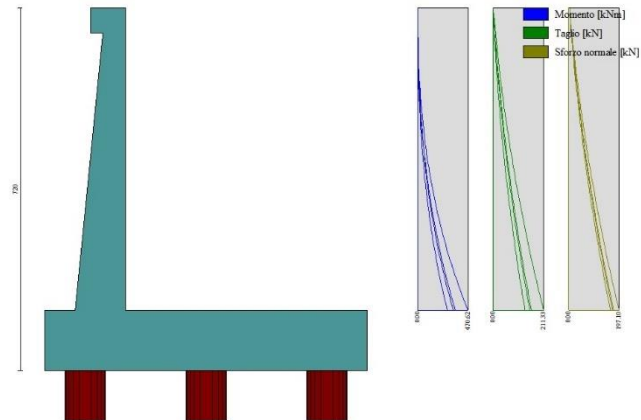


Fig. 17 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.02	0.04	0.04
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.04	0.17	0.17
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.07	0.38	0.38

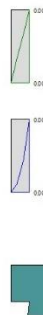


Fig. 18 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	<b>83.52</b> (3)	278.41 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	74.07 (3)	MAX
24	<b>-282.93</b> (1)	-264.76 (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	-37.23 (1)	MIN
10	83.52 (3)	<b>278.41</b> (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	74.07 (3)	MAX
24	-282.93 (1)	<b>-264.76</b> (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	-37.23 (1)	MIN
20	63.61 (3)	212.02 (3)	<b>40.95</b> (3)	0.00 (3)	-54.32 (3)	MAX
8	63.61 (3)	212.02 (3)	<b>-40.95</b> (3)	0.00 (3)	-54.32 (3)	MIN
22	3.19 (1)	-41.71 (1)	-3.17 (1)	<b>266.65</b> (1)	-41.39 (1)	MAX
25	3.19 (1)	-41.71 (1)	3.17 (1)	<b>-266.65</b> (1)	-41.39 (1)	MIN
16	8.14 (3)	250.65 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	<b>253.88</b> (3)	MAX
44	-49.11 (1)	77.21 (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	<b>-328.84</b> (1)	MIN

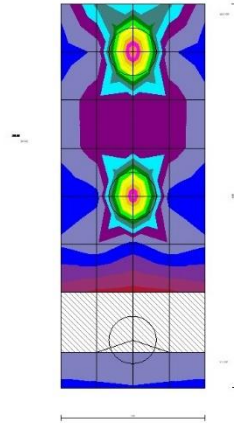


Fig. 19 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMAX}$  (Combinazione n° 3)

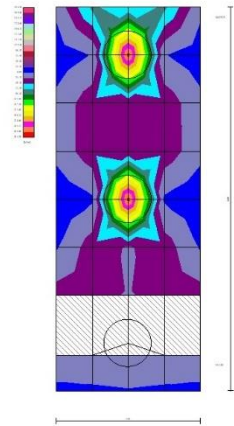


Fig. 20 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 1)

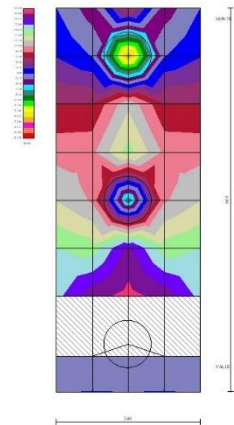


Fig. 21 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)



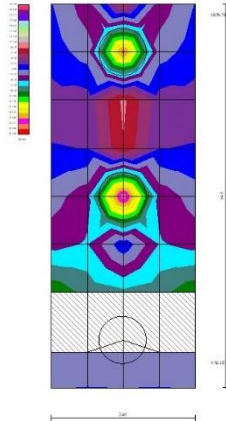


Fig. 22 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

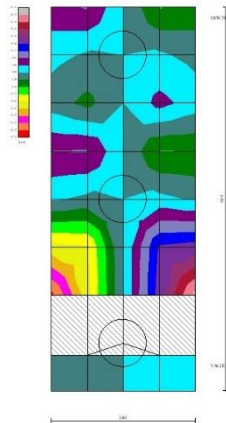


Fig. 23 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 3)

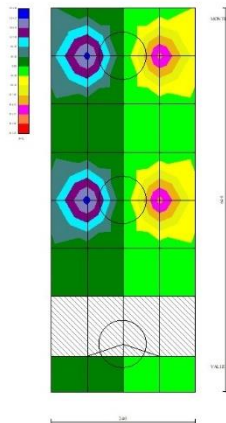


Fig. 24 - Piastra fondazione - Taglio  $T_x$  (Combinazione n° 1)

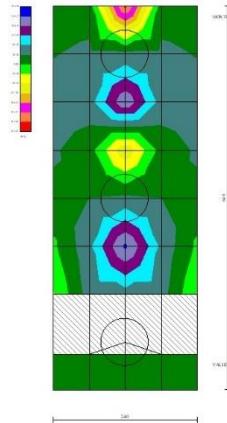


Fig. 25 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)

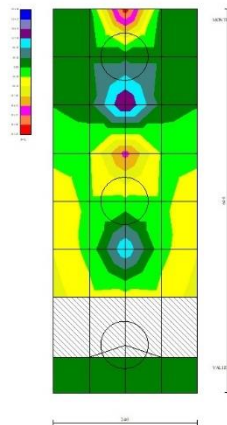


Fig. 26 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

## 10.4.2 Condizione sismica

### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesato/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	$R_{ck}$ [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	Rck [kPa]	E [kPa]	v	n	ntc
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub> [kPa]	f <sub>uk</sub> [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
1	D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

### Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 2.40 [m]

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	6.00	[m]
Altezza paramento libero	5.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.00	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

#### Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]

#### Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	4.80	[m]

Lunghezza totale	6.40	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.20	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

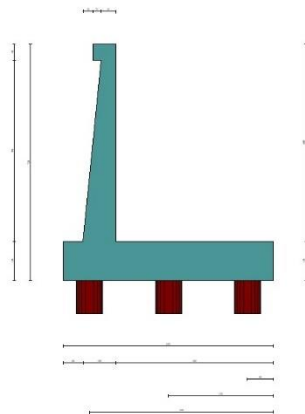


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
$\alpha$	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	D800	0.80	2.40	0.50	1	80.00	16.00	0.00	Centrati
2	D800	3.20	2.40	0.50	1	80.00	16.00	0.00	Centrati
3	D800	5.60	2.40	0.50	1	80.00	16.00	0.00	Centrati

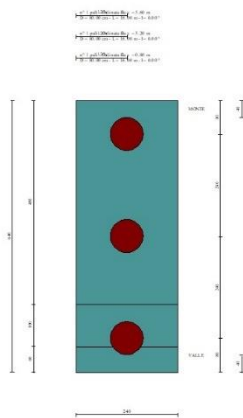


Fig. 2 - Pianta pali

### Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0			(MIN)
				27.000	27.000	0	0			(MED)
3	unità GS-ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	7.20	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	20.00	0.000	unità GS-ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	---	---

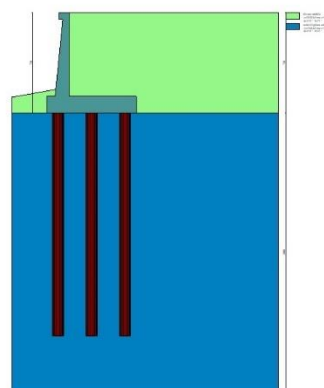


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.	
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.	
Momento positivo senso antiorario.	
X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]

$X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
 $X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
 $Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN]  
 $Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN]

**Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF**  
 Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

*Carichi sul terreno*

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

**Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS**

*Carichi sul terreno*

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

**Normativa**

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coazione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70 \quad \zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

### Opzioni di calcolo

#### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

#### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

#### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

#### Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	20.00 [cm]

#### Opzioni calcolo pali

##### *Portanza verticale*

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev ridotto
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta $\sigma_v$ con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

##### *Portanza trasversale*

Costante di Winkler: costante pari a 100.00 [Kg/cm <sup>2</sup> /cm]	Criterio rottura palo-terreno
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Attivo

##### *Cedimenti*

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]



## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	135.15	23.33	124.10	53.52	4.80	-4.72
	Incremento di spinta sismica		111.21	102.12	44.04	4.80	-3.60
	Peso/Inerzia muro			70.90	294.52/35.45	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			144.22	599.04/72.11	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5381.61			
2	Spinta statica	135.15	23.33	124.10	53.52	4.80	-4.72
	Incremento di spinta sismica		86.33	79.27	34.19	4.80	-3.60
	Peso/Inerzia muro			70.90	294.52/-35.45	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			144.22	599.04/-72.11	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5381.69			

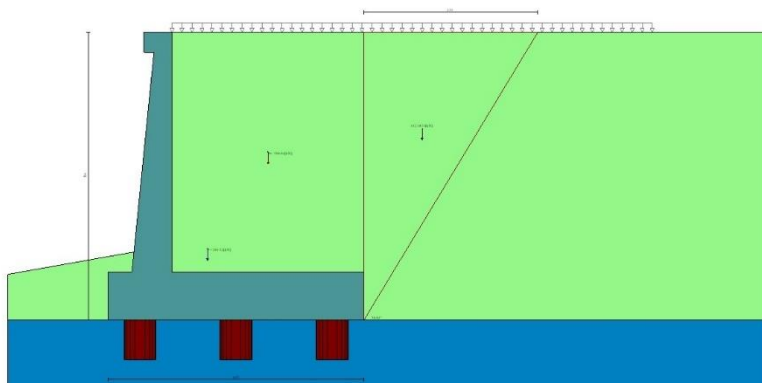


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

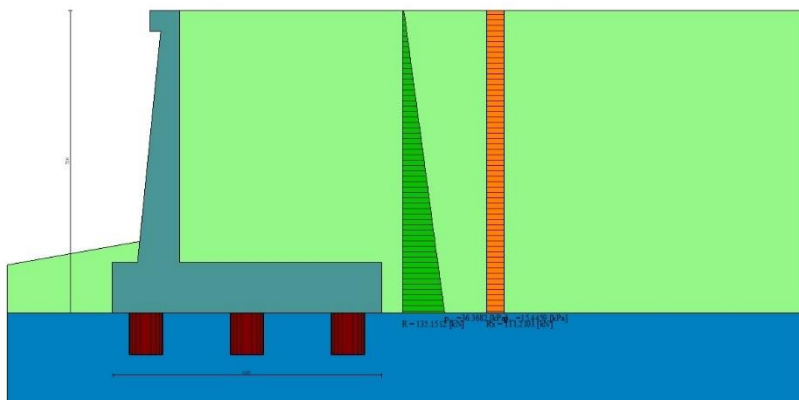


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

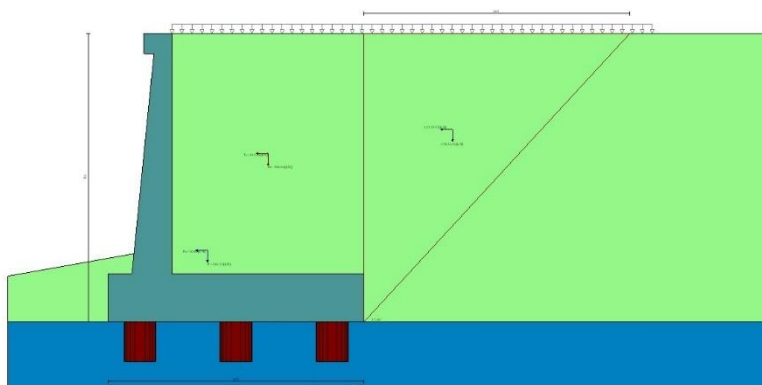


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

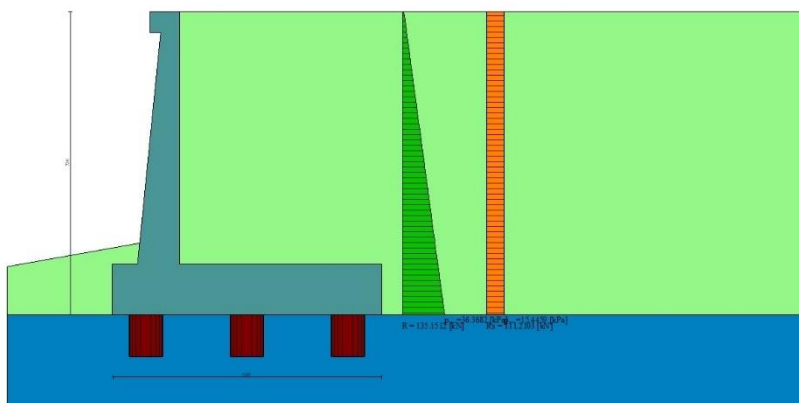


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1098.68	441.34	1406.76	4128.42	0.722
2 - STR (A1-M1-R3)	873.71	418.49	1700.99	3688.89	0.924
3 - GEO (A2-M2-R2)	1098.68	441.34	1406.76	4128.42	0.722
4 - GEO (A2-M2-R2)	873.71	418.49	1700.99	3688.89	0.924

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	482.50	0.00	-353.06
	2	878.95	0.00	-353.06
	3	1275.39	0.00	-353.06

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
2 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	295.47	0.00	-334.79
	2	698.97	0.00	-334.79
	3	1102.47	0.00	-334.79

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

##### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	12.194					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	12.860					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.546		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.550		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

##### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	14.96	2.546
4 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	21.46	2.550

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	3.43	0.00	0.43
2	-0.10	5.12	1.57	0.39
3	-0.20	6.85	3.18	0.49
4	-0.30	8.63	4.85	0.74
5	-0.40	10.46	6.57	1.14
6	-0.50	12.33	8.34	1.70
7	-0.60	14.25	10.16	2.43
8	-0.70	16.21	12.03	3.32
9	-0.80	18.22	13.95	4.38
10	-0.90	20.28	15.92	5.62
11	-1.00	22.39	17.95	7.04
12	-1.10	24.54	20.02	8.64
13	-1.20	26.74	22.14	10.43
14	-1.30	28.99	24.32	12.42
15	-1.40	31.28	26.55	14.61
16	-1.50	33.62	28.82	17.01

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
17	-1.60	36.00	31.15	19.61
18	-1.70	38.44	33.53	22.43
19	-1.80	40.92	35.96	25.46
20	-1.90	43.44	38.44	28.72
21	-2.00	46.02	40.97	32.20
22	-2.10	48.64	43.55	35.92
23	-2.20	51.30	46.18	39.87
24	-2.30	54.02	48.86	44.06
25	-2.40	56.78	51.60	48.51
26	-2.50	59.59	54.38	53.20
27	-2.60	62.44	57.22	58.14
28	-2.70	65.34	60.10	63.35
29	-2.80	68.29	63.04	68.82
30	-2.90	71.28	66.03	74.56
31	-3.00	74.32	69.07	80.58
32	-3.10	77.41	72.16	86.87
33	-3.20	80.55	75.30	93.45
34	-3.30	83.73	78.49	100.31
35	-3.40	86.96	81.73	107.47
36	-3.50	90.23	85.02	114.92
37	-3.60	93.55	88.36	122.68
38	-3.70	96.92	91.76	130.74
39	-3.80	100.34	95.20	139.11
40	-3.90	103.80	98.70	147.80
41	-4.00	107.31	102.24	156.81
42	-4.10	110.86	105.84	166.15
43	-4.20	114.47	109.49	175.81
44	-4.30	118.12	113.19	185.81
45	-4.40	121.81	116.94	196.15
46	-4.50	125.55	120.74	206.83
47	-4.60	129.34	124.59	217.86
48	-4.70	133.18	128.49	229.25
49	-4.80	137.06	132.44	240.99
50	-4.90	140.99	136.44	253.09
51	-5.00	144.97	140.50	265.56
52	-5.10	148.99	144.60	278.40
53	-5.20	153.06	148.76	291.62
54	-5.30	157.18	152.97	305.22
55	-5.40	161.35	157.22	319.21
56	-5.50	165.56	161.53	333.58
57	-5.60	169.81	165.89	348.35
58	-5.70	174.12	170.30	363.52
59	-5.80	178.47	174.76	379.09
60	-5.90	182.87	179.27	395.08
61	-6.00	187.31	183.83	411.47

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.40	1.30	0.35
3	-0.20	5.77	2.66	0.44
4	-0.30	7.19	4.06	0.65
5	-0.40	8.64	5.52	0.99
6	-0.50	10.14	7.02	1.47
7	-0.60	11.67	8.58	2.08
8	-0.70	13.25	10.19	2.84
9	-0.80	14.87	11.85	3.75
10	-0.90	16.53	13.55	4.81
11	-1.00	18.23	15.31	6.02
12	-1.10	19.97	17.12	7.40
13	-1.20	21.75	18.99	8.94
14	-1.30	23.57	20.90	10.65
15	-1.40	25.44	22.86	12.55
16	-1.50	27.34	24.87	14.62
17	-1.60	29.29	26.94	16.87
18	-1.70	31.27	29.05	19.32
19	-1.80	33.30	31.22	21.96
20	-1.90	35.37	33.44	24.80
21	-2.00	37.48	35.70	27.84
22	-2.10	39.63	38.02	31.10
23	-2.20	41.82	40.39	34.56
24	-2.30	44.05	42.81	38.25
25	-2.40	46.32	45.28	42.16
26	-2.50	48.63	47.80	46.29
27	-2.60	50.99	50.37	50.66
28	-2.70	53.38	53.00	55.26
29	-2.80	55.82	55.67	60.10
30	-2.90	58.30	58.39	65.20
31	-3.00	60.81	61.17	70.54
32	-3.10	63.37	64.00	76.13
33	-3.20	65.97	66.87	81.99
34	-3.30	68.61	69.80	88.11
35	-3.40	71.29	72.78	94.50
36	-3.50	74.02	75.81	101.17
37	-3.60	76.78	78.89	108.12
38	-3.70	79.58	82.02	115.34

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
39	-3.80	82.43	85.20	122.86
40	-3.90	85.31	88.43	130.67
41	-4.00	88.24	91.71	138.78
42	-4.10	91.21	95.05	147.19
43	-4.20	94.22	98.43	155.90
44	-4.30	97.27	101.87	164.93
45	-4.40	100.36	105.35	174.27
46	-4.50	103.49	108.89	183.94
47	-4.60	106.66	112.48	193.93
48	-4.70	109.87	116.12	204.25
49	-4.80	113.13	119.81	214.91
50	-4.90	116.42	123.55	225.90
51	-5.00	119.76	127.34	237.24
52	-5.10	123.13	131.18	248.93
53	-5.20	126.55	135.07	260.98
54	-5.30	130.01	139.01	273.38
55	-5.40	133.51	143.01	286.14
56	-5.50	137.05	147.05	299.28
57	-5.60	140.63	151.15	312.78
58	-5.70	144.25	155.29	326.66
59	-5.80	147.91	159.49	340.93
60	-5.90	151.61	163.74	355.58
61	-6.00	155.36	168.04	370.62

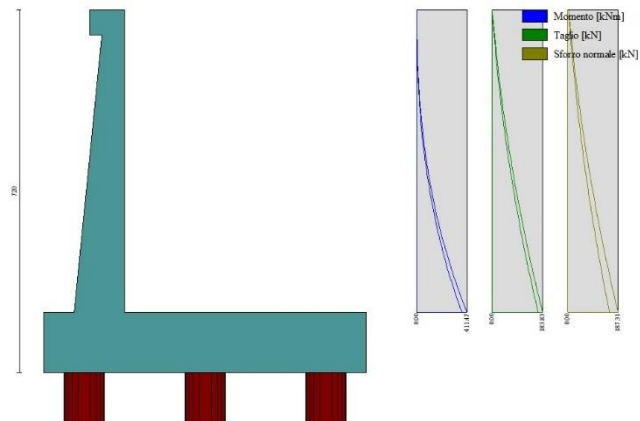


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

*Mensola valle*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.14	0.05
3	-0.53	0.00	2.29	0.19
4	-0.45	0.00	3.43	0.43

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 9 - Mensola valle (Inviluppo)

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.54	-0.11	-0.17	0.33	8.51
2	0.34	0.14	-0.03	0.23	8.93
3	-1.59	-5.32	-0.06	0.00	8.93
4	-1.62	-5.41	-0.25	0.00	8.51
5	0.13	0.03	0.00	0.00	8.88
6	-1.60	-5.34	0.00	0.00	8.88
7	-117.93	-393.10	5.86	0.00	-112.62
8	-118.51	-395.04	29.36	0.00	-76.44
9	-118.51	-395.04	29.36	0.00	-76.44
10	-118.33	-394.43	0.00	0.00	-133.89
11	0.34	0.14	0.03	-0.23	8.93
12	-1.59	-5.32	0.06	0.00	8.93
13	-117.93	-393.10	-5.86	0.00	-112.62
14	-51.02	-309.56	-7.48	27.10	-86.20
15	6.72	-304.01	-0.40	60.22	-91.09
16	-51.34	-244.29	0.00	0.00	67.41
17	-51.02	-309.56	7.48	-27.10	-86.20
18	0.54	-0.11	0.17	-0.33	8.51
19	-1.62	-5.41	0.25	0.00	8.51
20	-118.51	-395.04	-29.36	0.00	-76.44
21	6.72	-304.01	0.40	-60.22	-91.09
22	-3.12	-262.86	-3.13	257.58	-104.05
23	13.26	-235.06	-8.43	72.26	-129.20
24	-275.91	-470.85	0.00	0.00	-103.93
25	-3.12	-262.86	3.13	-257.58	-104.05
26	13.26	-235.06	8.43	-72.26	-129.20
27	-38.41	-140.20	5.71	7.72	-126.99
28	-4.96	-137.11	-0.54	32.36	-140.01
29	-23.67	-72.37	0.00	0.00	-285.18
30	-38.41	-140.20	-5.71	-7.72	-126.99
31	-4.96	-137.11	0.54	-32.36	-140.01
32	-20.93	-44.48	-6.51	4.73	-62.34
33	-5.96	-50.09	-8.89	15.63	-96.95
34	-14.64	-7.63	0.00	0.00	36.08
35	-20.93	-44.48	6.51	-4.73	-62.34
36	-5.96	-50.09	8.89	-15.63	-96.95
37	2.73	-23.39	-2.71	141.76	-15.36
38	9.57	-8.70	-3.55	39.11	-47.37
39	-147.90	-143.77	0.00	0.00	-15.31
40	2.73	-23.39	2.71	-141.76	-15.36
41	9.57	-8.70	3.55	-39.11	-47.37
42	-40.12	-23.25	4.76	-2.01	-11.69
43	-2.54	1.92	2.31	25.51	-28.20
44	-21.03	40.29	0.00	0.00	-196.56
45	-40.12	-23.25	-4.76	2.01	-11.69
46	-2.54	1.92	-2.31	-25.51	-28.20

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.54	-0.11	-0.17	0.33	8.51
2	0.34	0.14	-0.03	0.23	8.93
3	-1.59	-5.32	-0.06	0.00	8.93
4	-1.62	-5.41	-0.25	0.00	8.51

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
5	0.13	0.03	0.00	0.00	8.88
6	-1.60	-5.34	0.00	0.00	8.88
7	-117.93	-393.10	24.57	0.00	-112.62
8	-118.51	-395.04	74.98	0.00	-76.44
9	-118.51	-395.04	74.98	0.00	-76.44
10	-118.33	-394.43	0.00	0.00	-133.89
11	0.34	0.14	0.03	-0.23	8.93
12	-1.59	-5.32	0.06	0.00	8.93
13	-117.93	-393.10	-5.86	0.00	-112.62
14	-51.02	-309.56	2.72	50.48	-86.20
15	16.09	-304.01	13.98	87.04	-91.09
16	-51.34	-244.29	0.00	0.00	67.41
17	-51.02	-309.56	7.48	-27.10	-86.20
18	0.54	-0.11	0.17	-0.33	8.51
19	-1.62	-5.41	0.25	0.00	8.51
20	-118.51	-395.04	-29.36	0.00	-76.44
21	16.09	-304.01	0.40	-60.22	-91.09
22	-3.12	-262.86	-3.13	257.58	-104.05
23	13.26	-235.06	-8.43	72.26	-129.20
24	-226.17	-470.85	0.00	0.00	-103.93
25	-3.12	-262.86	4.91	-210.49	-104.05
26	13.26	-235.06	15.55	-61.68	-129.20
27	-28.90	-140.20	5.71	7.72	-126.99
28	-2.21	-137.11	-0.54	32.36	-140.01
29	-16.39	-72.37	0.00	0.00	-285.18
30	-28.90	-140.20	0.00	-5.15	-126.99
31	-2.21	-137.11	9.06	-25.20	-140.01
32	-9.38	-44.48	-6.51	4.73	-62.34
33	-3.62	-50.09	-8.89	15.63	-96.95
34	-4.52	-7.63	0.00	0.00	36.08
35	-9.38	-44.48	7.84	-0.50	-62.34
36	-3.62	-50.09	13.22	-5.87	-96.95
37	6.71	-23.39	-2.71	141.76	-15.36
38	9.57	-8.70	-3.55	39.11	-47.37
39	-83.33	-108.86	0.00	0.00	-15.31
40	6.71	-23.39	3.97	-83.67	-15.36
41	9.57	-8.70	6.42	-20.34	-47.37
42	-19.93	-15.74	4.76	-2.01	-11.69
43	-0.03	3.06	2.31	25.51	-28.20
44	-5.49	40.29	0.00	0.00	-140.29
45	-19.93	-15.74	-2.02	6.18	-11.69
46	-0.03	3.06	0.60	-9.65	-28.20

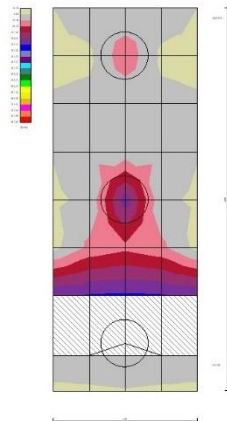


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{xMAX}$  (Combinazione n° 2)

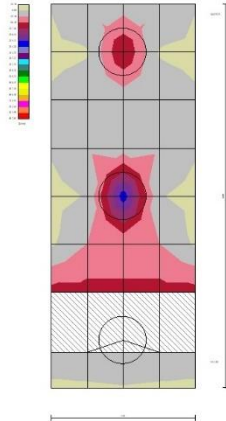


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 1)

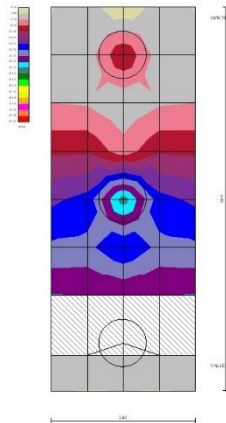


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 1)

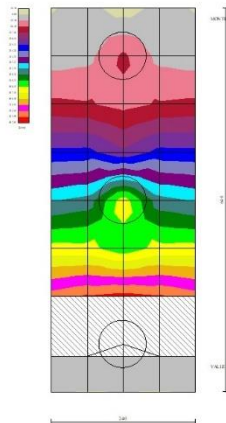


Fig. 13 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 2)



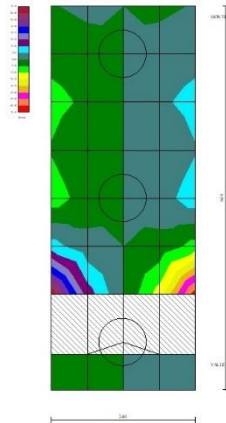


Fig. 14 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 2)

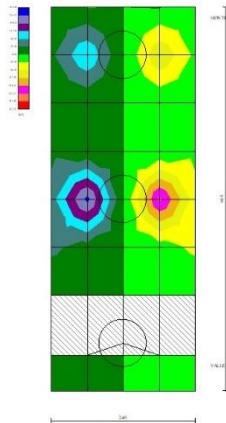


Fig. 15 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

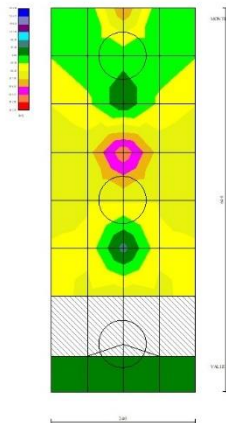


Fig. 16 - Piastra fondazione - Taglio Ty<sub>MAX</sub> (Combinazione n° 1)

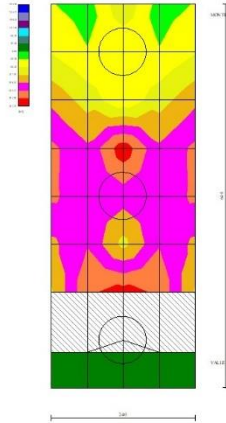


Fig. 17 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{Y_{MIN}}$  (Combinazione n° 2)

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	135.15	23.33	124.10	53.52	4.80	-4.72
	Incremento di spinta sismica		111.21	102.12	44.04	4.80	-3.60
	Peso/Inerzia muro			70.90	294.52/35.45	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			144.22	599.04/72.11	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5381.61			
1	Spinta statica	135.15	23.33	124.10	53.52	4.80	-4.72
	Incremento di spinta sismica		111.21	102.12	44.04	4.80	-3.60
	Peso/Inerzia muro			70.90	294.52/35.45	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			144.22	599.04/72.11	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5381.61			

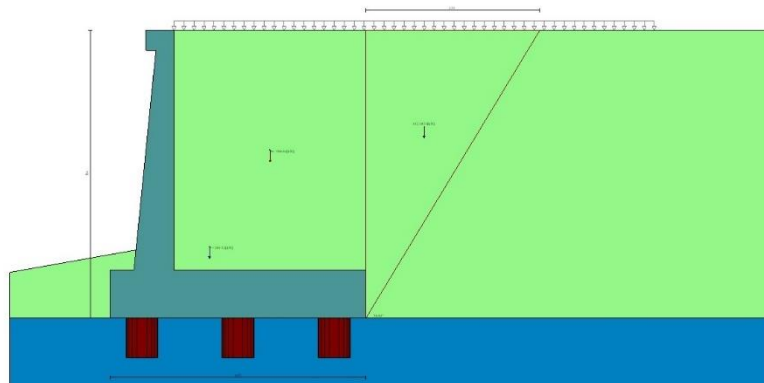


Fig. 21 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

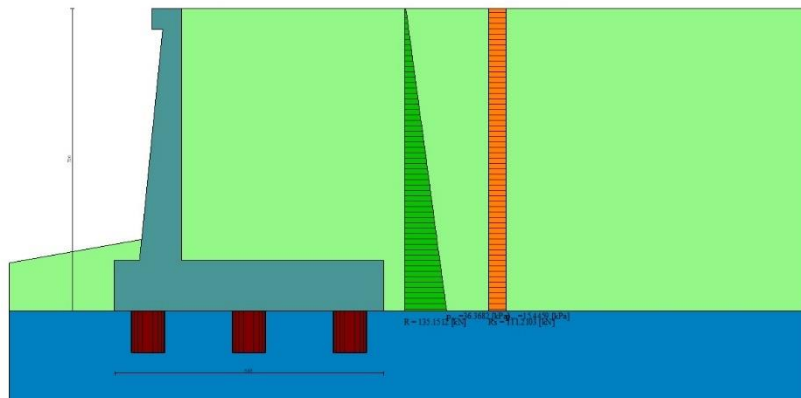


Fig. 22 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

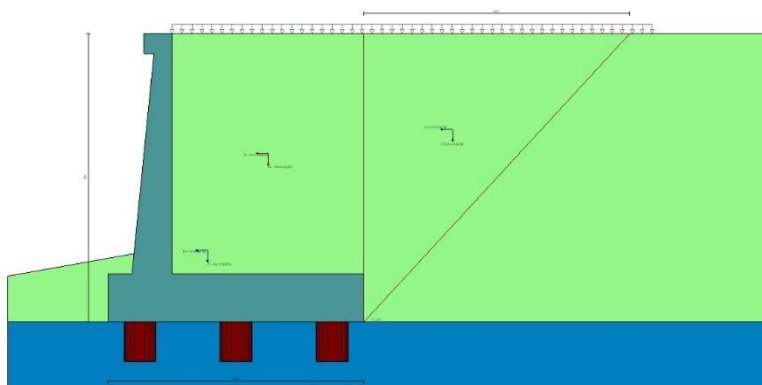


Fig. 23 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

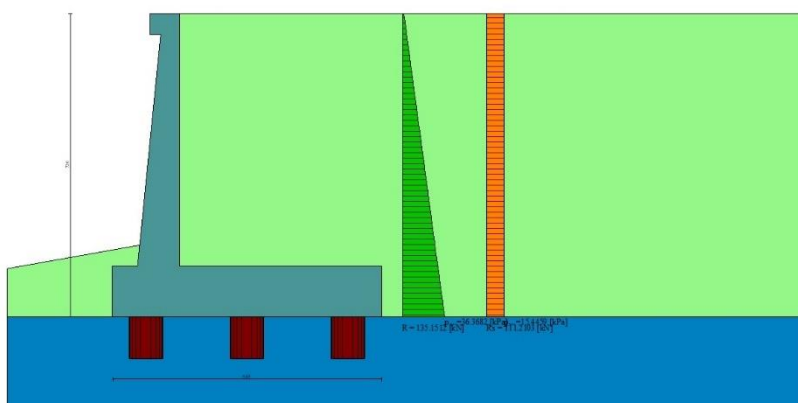


Fig. 24 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1098.68	441.34	1406.76	4128.42	0.722
2 - STR (A1-M1-R3)	873.71	418.49	1700.99	3688.89	0.924
3 - GEO (A2-M2-R2)	1098.68	441.34	1406.76	4128.42	0.722
4 - GEO (A2-M2-R2)	873.71	418.49	1700.99	3688.89	0.924

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	482.50	0.00	-353.06
	2	878.95	0.00	-353.06
	3	1275.39	0.00	-353.06

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	482.50	0.00	-353.06
	2	878.95	0.00	-353.06
	3	1275.39	0.00	-353.06

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

##### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	12.194					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	12.860					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.546		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.550		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

##### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	14.96	2.546

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	3.07	3.43	0.00	0.00	0.38	0.43
2	-0.10	4.40	5.12	1.30	1.57	0.35	0.39
3	-0.20	5.77	6.85	2.66	3.18	0.44	0.49
4	-0.30	7.19	8.63	4.06	4.85	0.65	0.74
5	-0.40	8.64	10.46	5.52	6.57	0.99	1.14
6	-0.50	10.14	12.33	7.02	8.34	1.47	1.70
7	-0.60	11.67	14.25	8.58	10.16	2.08	2.43
8	-0.70	13.25	16.21	10.19	12.03	2.84	3.32
9	-0.80	14.87	18.22	11.85	13.95	3.75	4.38
10	-0.90	16.53	20.28	13.55	15.92	4.81	5.62
11	-1.00	18.23	22.39	15.31	17.95	6.02	7.04
12	-1.10	19.97	24.54	17.12	20.02	7.40	8.64
13	-1.20	21.75	26.74	18.99	22.14	8.94	10.43
14	-1.30	23.57	28.99	20.90	24.32	10.65	12.42
15	-1.40	25.44	31.28	22.86	26.55	12.55	14.61
16	-1.50	27.34	33.62	24.87	28.82	14.62	17.01
17	-1.60	29.29	36.00	26.94	31.15	16.87	19.61
18	-1.70	31.27	38.44	29.05	33.53	19.32	22.43
19	-1.80	33.30	40.92	31.22	35.96	21.96	25.46

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
20	-1.90	35.37	43.44	33.44	38.44	24.80	28.72
21	-2.00	37.48	46.02	35.70	40.97	27.84	32.20
22	-2.10	39.63	48.64	38.02	43.55	31.10	35.92
23	-2.20	41.82	51.30	40.39	46.18	34.56	39.87
24	-2.30	44.05	54.02	42.81	48.86	38.25	44.06
25	-2.40	46.32	56.78	45.28	51.60	42.16	48.51
26	-2.50	48.63	59.59	47.80	54.38	46.29	53.20
27	-2.60	50.99	62.44	50.37	57.22	50.66	58.14
28	-2.70	53.38	65.34	53.00	60.10	55.26	63.35
29	-2.80	55.82	68.29	55.67	63.04	60.10	68.82
30	-2.90	58.30	71.28	58.39	66.03	65.20	74.56
31	-3.00	60.81	74.32	61.17	69.07	70.54	80.58
32	-3.10	63.37	77.41	64.00	72.16	76.13	86.87
33	-3.20	65.97	80.55	66.87	75.30	81.99	93.45
34	-3.30	68.61	83.73	69.80	78.49	88.11	100.31
35	-3.40	71.29	86.96	72.78	81.73	94.50	107.47
36	-3.50	74.02	90.23	75.81	85.02	101.17	114.92
37	-3.60	76.78	93.55	78.89	88.36	108.12	122.68
38	-3.70	79.58	96.92	82.02	91.76	115.34	130.74
39	-3.80	82.43	100.34	85.20	95.20	122.86	139.11
40	-3.90	85.31	103.80	88.43	98.70	130.67	147.80
41	-4.00	88.24	107.31	91.71	102.24	138.78	156.81
42	-4.10	91.21	110.86	95.05	105.84	147.19	166.15
43	-4.20	94.22	114.47	98.43	109.49	155.90	175.81
44	-4.30	97.27	118.12	101.87	113.19	164.93	185.81
45	-4.40	100.36	121.81	105.35	116.94	174.27	196.15
46	-4.50	103.49	125.55	108.89	120.74	183.94	206.83
47	-4.60	106.66	129.34	112.48	124.59	193.93	217.86
48	-4.70	109.87	133.18	116.12	128.49	204.25	229.25
49	-4.80	113.13	137.06	119.81	132.44	214.91	240.99
50	-4.90	116.42	140.99	123.55	136.44	225.90	253.09
51	-5.00	119.76	144.97	127.34	140.50	237.24	265.56
52	-5.10	123.13	148.99	131.18	144.60	248.93	278.40
53	-5.20	126.55	153.06	135.07	148.76	260.98	291.62
54	-5.30	130.01	157.18	139.01	152.97	273.38	305.22
55	-5.40	133.51	161.35	143.01	157.22	286.14	319.21
56	-5.50	137.05	165.56	147.05	161.53	299.28	333.58
57	-5.60	140.63	169.81	151.15	165.89	312.78	348.35
58	-5.70	144.25	174.12	155.29	170.30	326.66	363.52
59	-5.80	147.91	178.47	159.49	174.76	340.93	379.09
60	-5.90	151.61	182.87	163.74	179.27	355.58	395.08
61	-6.00	155.36	187.31	168.04	183.83	370.62	411.47

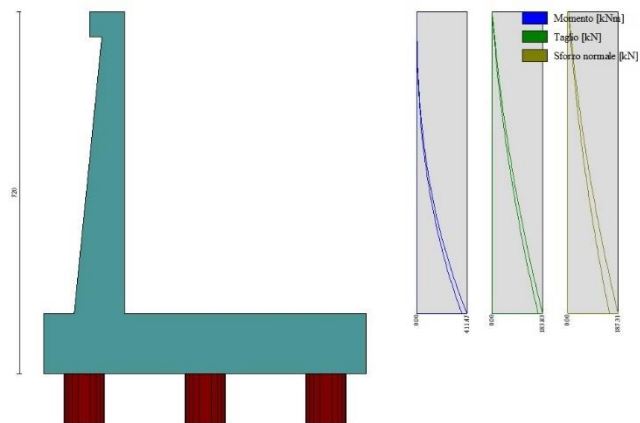


Fig. 25 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.14	0.04	0.05
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.29	0.17	0.19
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.43	0.38	0.43



Fig. 26 - Mensola valle

*Piastra fondazione*

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.54	-0.11	-0.17	0.33	8.51	MAX
	0.54	-0.11	-0.17	0.33	8.51	MIN
2	0.34	0.14	-0.03	0.23	8.93	MAX
	0.34	0.14	-0.03	0.23	8.93	MIN
3	-1.59	-5.32	-0.06	0.00	8.93	MAX
	-1.59	-5.32	-0.06	0.00	8.93	MIN
4	-1.62	-5.41	-0.25	0.00	8.51	MAX
	-1.62	-5.41	-0.25	0.00	8.51	MIN
5	0.13	0.03	0.00	0.00	8.88	MAX
	0.13	0.03	0.00	0.00	8.88	MIN
6	-1.60	-5.34	0.00	0.00	8.88	MAX
	-1.60	-5.34	0.00	0.00	8.88	MIN
7	-117.93	-393.10	24.57	0.00	-112.62	MAX
	-252.44	-841.46	5.86	0.00	-285.29	MIN
8	-118.51	-395.04	74.98	0.00	-76.44	MAX
	-242.82	-809.39	29.36	0.00	-141.96	MIN
9	-118.51	-395.04	74.98	0.00	-76.44	MAX
	-242.82	-809.39	29.36	0.00	-141.96	MIN
10	-118.33	-394.43	0.00	0.00	-133.89	MAX
	-256.89	-856.31	0.00	0.00	-319.77	MIN
11	0.34	0.14	0.03	-0.23	8.93	MAX
	0.34	0.14	0.03	-0.23	8.93	MIN
12	-1.59	-5.32	0.06	0.00	8.93	MAX
	-1.59	-5.32	0.06	0.00	8.93	MIN
13	-117.93	-393.10	-5.86	0.00	-112.62	MAX
	-252.44	-841.46	-24.57	0.00	-285.29	MIN
14	-51.02	-309.56	2.72	50.48	-86.20	MAX
	-61.83	-606.04	-7.48	27.10	-242.30	MIN
15	16.09	-304.01	13.98	87.04	-91.09	MAX
	6.72	-608.14	-0.40	60.22	-185.14	MIN
16	-51.34	-244.29	0.00	0.00	67.41	MAX
	-85.81	-557.24	0.00	0.00	-131.94	MIN
17	-51.02	-309.56	7.48	-27.10	-86.20	MAX
	-61.83	-606.04	-2.72	-50.48	-242.30	MIN
18	0.54	-0.11	0.17	-0.33	8.51	MAX
	0.54	-0.11	0.17	-0.33	8.51	MIN
19	-1.62	-5.41	0.25	0.00	8.51	MAX
	-1.62	-5.41	0.25	0.00	8.51	MIN
20	-118.51	-395.04	-29.36	0.00	-76.44	MAX
	-242.82	-809.39	-74.98	0.00	-141.96	MIN
21	16.09	-304.01	0.40	-60.22	-91.09	MAX
	6.72	-608.14	-13.98	-87.04	-185.14	MIN
22	-3.12	-262.86	-3.13	257.58	-104.05	MAX
	-8.05	-460.01	-4.91	210.49	-216.02	MIN
23	13.26	-235.06	-8.43	72.26	-129.20	MAX
	6.05	-438.08	-15.55	61.68	-254.88	MIN
24	-226.17	-470.85	0.00	0.00	-103.93	MAX
	-275.91	-620.32	0.00	0.00	-219.27	MIN
25	-3.12	-262.86	4.91	-210.49	-104.05	MAX
	-8.05	-460.01	3.13	-257.58	-216.02	MIN
26	13.26	-235.06	15.55	-61.68	-129.20	MAX
	6.05	-438.08	8.43	-72.26	-254.88	MIN
27	-28.90	-140.20	5.71	7.72	-126.99	MAX
	-38.41	-261.77	0.00	5.15	-204.72	MIN
28	-2.21	-137.11	-0.54	32.36	-140.01	MAX
	-4.96	-258.30	-9.06	25.20	-257.15	MIN
29	-16.39	-72.37	0.00	0.00	-285.18	MAX
	-23.67	-207.52	0.00	0.00	-327.74	MIN
30	-28.90	-140.20	0.00	-5.15	-126.99	MAX

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	-38.41	-261.77	-5.71	-7.72	-204.72	MIN
31	-2.21	-137.11	9.06	-25.20	-140.01	MAX
	-4.96	-258.30	0.54	-32.36	-257.15	MIN
32	-9.38	-44.48	-6.51	4.73	-62.34	MAX
	-20.93	-103.50	-7.84	0.50	-126.64	MIN
33	-3.62	-50.09	-8.89	15.63	-96.95	MAX
	-5.96	-109.35	-13.22	5.87	-185.84	MIN
34	-4.52	-7.63	0.00	0.00	36.08	MAX
	-14.64	-81.77	0.00	0.00	-60.68	MIN
35	-9.38	-44.48	7.84	-0.50	-62.34	MAX
	-20.93	-103.50	6.51	-4.73	-126.64	MIN
36	-3.62	-50.09	13.22	-5.87	-96.95	MAX
	-5.96	-109.35	8.89	-15.63	-185.84	MIN
37	6.71	-23.39	-2.71	141.76	-15.36	MAX
	2.73	-34.11	-3.97	83.67	-52.36	MIN
38	9.57	-8.70	-3.55	39.11	-47.37	MAX
	8.17	-24.09	-6.42	20.34	-95.48	MIN
39	-83.33	-108.86	0.00	0.00	-15.31	MAX
	-147.90	-143.77	0.00	0.00	-50.30	MIN
40	6.71	-23.39	3.97	-83.67	-15.36	MAX
	2.73	-34.11	2.71	-141.76	-52.36	MIN
41	9.57	-8.70	6.42	-20.34	-47.37	MAX
	8.17	-24.09	3.55	-39.11	-95.48	MIN
42	-19.93	-15.74	4.76	-2.01	-11.69	MAX
	-40.12	-23.25	2.02	-6.18	-28.15	MIN
43	-0.03	3.06	2.31	25.51	-28.20	MAX
	-2.54	1.92	-0.60	9.65	-52.17	MIN
44	-5.49	40.29	0.00	0.00	-140.29	MAX
	-21.03	22.27	0.00	0.00	-196.56	MIN
45	-19.93	-15.74	-2.02	6.18	-11.69	MAX
	-40.12	-23.25	-4.76	2.01	-28.15	MIN
46	-0.03	3.06	0.60	-9.65	-28.20	MAX
	-2.54	1.92	-2.31	-25.51	-52.17	MIN

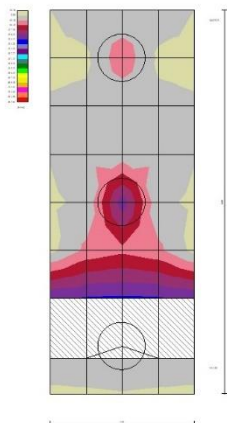


Fig. 27 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMAX}$  (Combinazione n° 2)

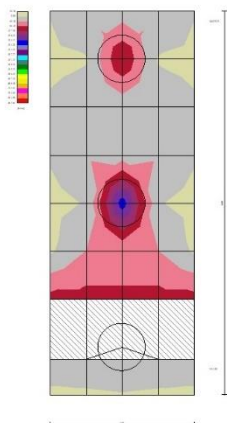


Fig. 28 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 1)



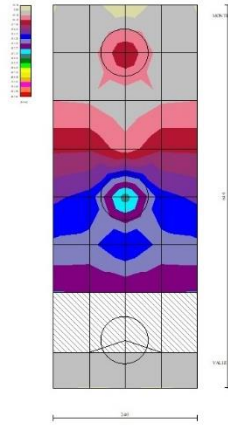


Fig. 29 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 1)

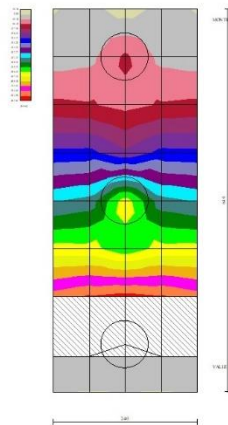


Fig. 30 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 2)

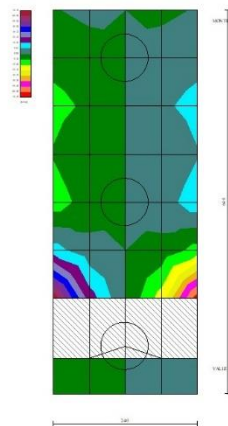


Fig. 31 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 2)

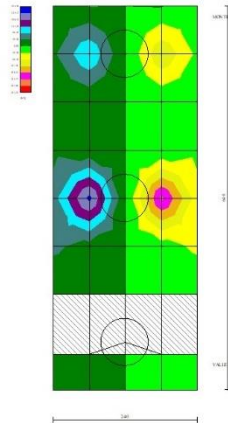


Fig. 32 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

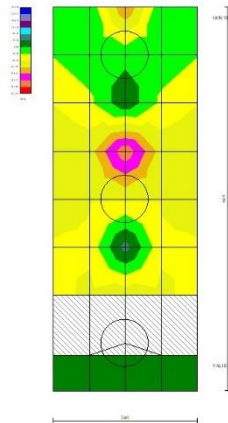


Fig. 33 - Piastra fondazione - Taglio Ty<sub>MAX</sub> (Combinazione n° 1)

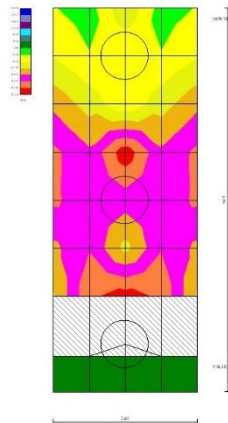


Fig. 34 - Piastra fondazione - Taglio Ty<sub>MIN</sub> (Combinazione n° 2)

#### 10.4.3 Condizione eccezionale d'urto

##### Dati

## Materiali

### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub> [kPa]	f <sub>uk</sub> [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

## Tipologie pali

### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, PI	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

## Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 2.40 [m]

### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	6.00	[m]
Altezza paramento libero	5.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.00	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<u>Mensola di marciapiede</u>		
Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	4.80	[m]
Lunghezza totale	6.40	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.20	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

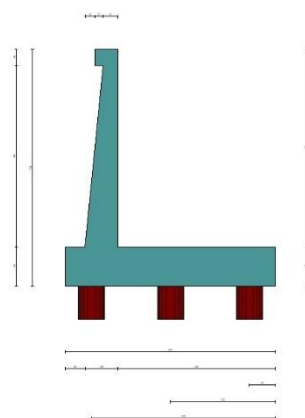


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
$\alpha$	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	D800	0.80	2.40	0.50	1	80.00	16.00	0.00	Centrati
2	D800	3.20	2.40	0.50	1	80.00	16.00	0.00	Centrati
3	D800	5.60	2.40	0.50	1	80.00	16.00	0.00	Centrati

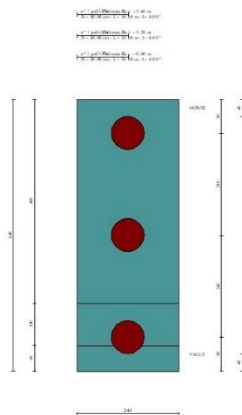


Fig. 2 - Pianta pali

## Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	$c_a$ [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0			(MIN)
				27.000	27.000	0	0			(MED)
3	unità GS-ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

## Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	7.20	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	20.00	0.000	unità GS-ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	---	---

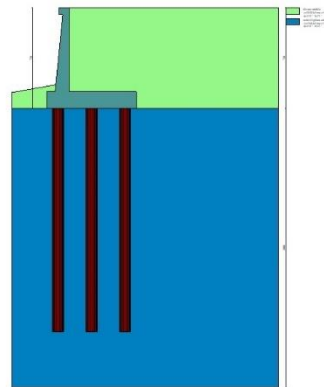


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X<sub>r</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]

Q<sub>r</sub> Intensità del carico per x=X<sub>r</sub> espressa in [kN]

#### Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

#### Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

### Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

#### Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

#### Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$   $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

### Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

### Opzioni di calcolo

#### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

#### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

#### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

#### Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	20.00 [cm]

#### Opzioni calcolo pali

##### Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev ridotto
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta $\sigma_v$ con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

##### Portanza trasversale

Costante di Winkler: costante pari a 100.00 [Kg/cm <sup>2</sup> /cm]	Criterio rottura palo-terreno
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Attivo

##### Cedimenti

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
-------------------	-----------------------------



---

Spostamento limite alla punta  
Spostamento limite laterale

1.00 [cm]  
0.50 [cm]

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	135.15	23.33	124.10	53.52	4.80	-4.72
	Incremento di spinta sismica		111.21	102.12	44.04	4.80	-3.60
	Peso/Inerzia muro			70.90	294.52/35.45	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			144.22	599.04/72.11	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5381.61			
2	Spinta statica	135.15	23.33	124.10	53.52	4.80	-4.72
	Incremento di spinta sismica		86.33	79.27	34.19	4.80	-3.60
	Peso/Inerzia muro			70.90	294.52/-35.45	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			144.22	599.04/-72.11	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5381.69			

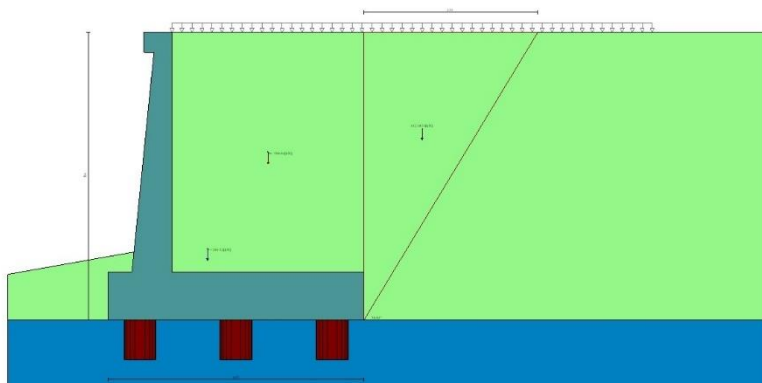


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

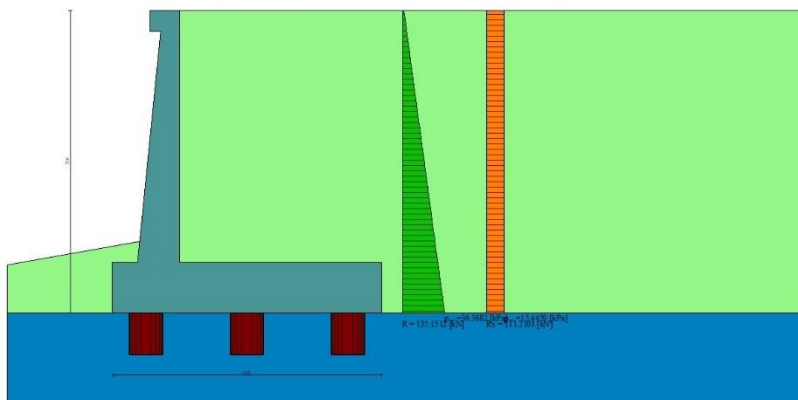


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

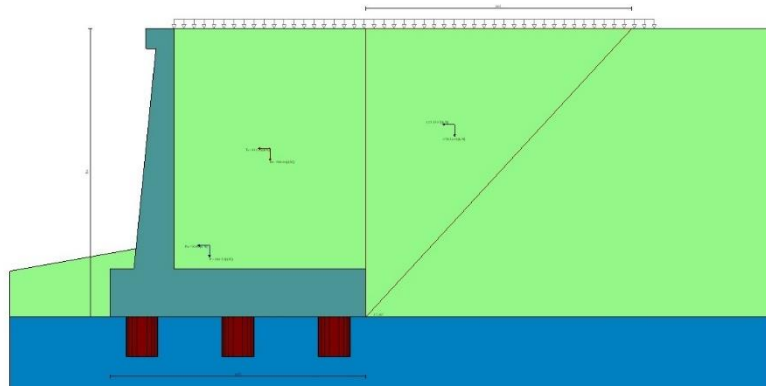


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

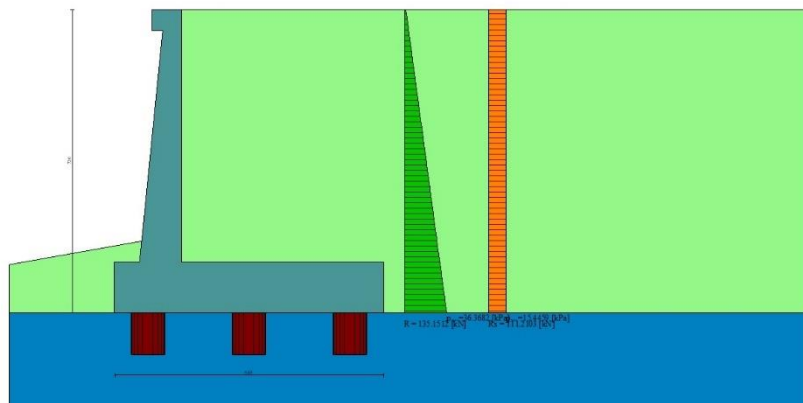


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1098.68	441.34	1406.76	4128.42	0.722
2 - STR (A1-M1-R3)	873.71	418.49	1700.99	3688.89	0.924
3 - GEO (A2-M2-R2)	1098.68	441.34	1406.76	4128.42	0.722
4 - GEO (A2-M2-R2)	873.71	418.49	1700.99	3688.89	0.924

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	482.50	0.00	-353.06
	2	878.95	0.00	-353.06
	3	1275.39	0.00	-353.06

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
2 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	295.47	0.00	-334.79
	2	698.97	0.00	-334.79
	3	1102.47	0.00	-334.79

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

##### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	12.194					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	12.860					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.546		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.550		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

##### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	14.96	2.546
4 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	21.46	2.550

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	3.43	0.00	0.43
2	-0.10	5.12	1.57	0.39
3	-0.20	6.85	3.18	0.49
4	-0.30	8.63	4.85	0.74
5	-0.40	10.46	6.57	1.14
6	-0.50	12.33	8.34	1.70
7	-0.60	14.25	10.16	2.43
8	-0.70	16.21	12.03	3.32
9	-0.80	18.22	13.95	4.38
10	-0.90	20.28	15.92	5.62
11	-1.00	22.39	17.95	7.04
12	-1.10	24.54	20.02	8.64
13	-1.20	26.74	22.14	10.43
14	-1.30	28.99	24.32	12.42
15	-1.40	31.28	26.55	14.61
16	-1.50	33.62	28.82	17.01

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
17	-1.60	36.00	31.15	19.61
18	-1.70	38.44	33.53	22.43
19	-1.80	40.92	35.96	25.46
20	-1.90	43.44	38.44	28.72
21	-2.00	46.02	40.97	32.20
22	-2.10	48.64	43.55	35.92
23	-2.20	51.30	46.18	39.87
24	-2.30	54.02	48.86	44.06
25	-2.40	56.78	51.60	48.51
26	-2.50	59.59	54.38	53.20
27	-2.60	62.44	57.22	58.14
28	-2.70	65.34	60.10	63.35
29	-2.80	68.29	63.04	68.82
30	-2.90	71.28	66.03	74.56
31	-3.00	74.32	69.07	80.58
32	-3.10	77.41	72.16	86.87
33	-3.20	80.55	75.30	93.45
34	-3.30	83.73	78.49	100.31
35	-3.40	86.96	81.73	107.47
36	-3.50	90.23	85.02	114.92
37	-3.60	93.55	88.36	122.68
38	-3.70	96.92	91.76	130.74
39	-3.80	100.34	95.20	139.11
40	-3.90	103.80	98.70	147.80
41	-4.00	107.31	102.24	156.81
42	-4.10	110.86	105.84	166.15
43	-4.20	114.47	109.49	175.81
44	-4.30	118.12	113.19	185.81
45	-4.40	121.81	116.94	196.15
46	-4.50	125.55	120.74	206.83
47	-4.60	129.34	124.59	217.86
48	-4.70	133.18	128.49	229.25
49	-4.80	137.06	132.44	240.99
50	-4.90	140.99	136.44	253.09
51	-5.00	144.97	140.50	265.56
52	-5.10	148.99	144.60	278.40
53	-5.20	153.06	148.76	291.62
54	-5.30	157.18	152.97	305.22
55	-5.40	161.35	157.22	319.21
56	-5.50	165.56	161.53	333.58
57	-5.60	169.81	165.89	348.35
58	-5.70	174.12	170.30	363.52
59	-5.80	178.47	174.76	379.09
60	-5.90	182.87	179.27	395.08
61	-6.00	187.31	183.83	411.47

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.40	1.30	0.35
3	-0.20	5.77	2.66	0.44
4	-0.30	7.19	4.06	0.65
5	-0.40	8.64	5.52	0.99
6	-0.50	10.14	7.02	1.47
7	-0.60	11.67	8.58	2.08
8	-0.70	13.25	10.19	2.84
9	-0.80	14.87	11.85	3.75
10	-0.90	16.53	13.55	4.81
11	-1.00	18.23	15.31	6.02
12	-1.10	19.97	17.12	7.40
13	-1.20	21.75	18.99	8.94
14	-1.30	23.57	20.90	10.65
15	-1.40	25.44	22.86	12.55
16	-1.50	27.34	24.87	14.62
17	-1.60	29.29	26.94	16.87
18	-1.70	31.27	29.05	19.32
19	-1.80	33.30	31.22	21.96
20	-1.90	35.37	33.44	24.80
21	-2.00	37.48	35.70	27.84
22	-2.10	39.63	38.02	31.10
23	-2.20	41.82	40.39	34.56
24	-2.30	44.05	42.81	38.25
25	-2.40	46.32	45.28	42.16
26	-2.50	48.63	47.80	46.29
27	-2.60	50.99	50.37	50.66
28	-2.70	53.38	53.00	55.26
29	-2.80	55.82	55.67	60.10
30	-2.90	58.30	58.39	65.20
31	-3.00	60.81	61.17	70.54
32	-3.10	63.37	64.00	76.13
33	-3.20	65.97	66.87	81.99
34	-3.30	68.61	69.80	88.11
35	-3.40	71.29	72.78	94.50
36	-3.50	74.02	75.81	101.17
37	-3.60	76.78	78.89	108.12
38	-3.70	79.58	82.02	115.34

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
39	-3.80	82.43	85.20	122.86
40	-3.90	85.31	88.43	130.67
41	-4.00	88.24	91.71	138.78
42	-4.10	91.21	95.05	147.19
43	-4.20	94.22	98.43	155.90
44	-4.30	97.27	101.87	164.93
45	-4.40	100.36	105.35	174.27
46	-4.50	103.49	108.89	183.94
47	-4.60	106.66	112.48	193.93
48	-4.70	109.87	116.12	204.25
49	-4.80	113.13	119.81	214.91
50	-4.90	116.42	123.55	225.90
51	-5.00	119.76	127.34	237.24
52	-5.10	123.13	131.18	248.93
53	-5.20	126.55	135.07	260.98
54	-5.30	130.01	139.01	273.38
55	-5.40	133.51	143.01	286.14
56	-5.50	137.05	147.05	299.28
57	-5.60	140.63	151.15	312.78
58	-5.70	144.25	155.29	326.66
59	-5.80	147.91	159.49	340.93
60	-5.90	151.61	163.74	355.58
61	-6.00	155.36	168.04	370.62

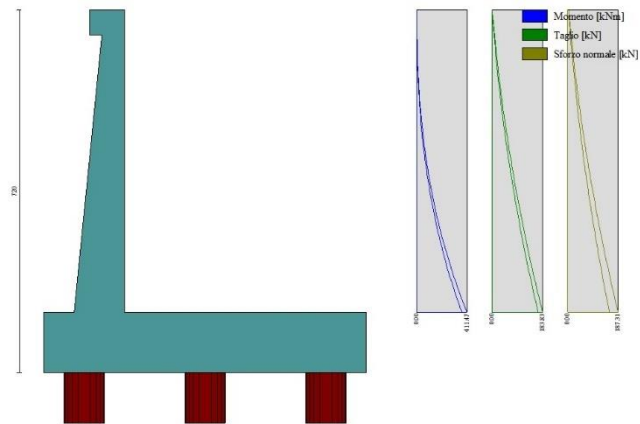


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

*Mensola valle*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.14	0.05
3	-0.53	0.00	2.29	0.19
4	-0.45	0.00	3.43	0.43

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 9 - Mensola valle (Inviluppo)

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.54	-0.11	-0.17	0.33	8.51
2	0.34	0.14	-0.03	0.23	8.93
3	-1.59	-5.32	-0.06	0.00	8.93
4	-1.62	-5.41	-0.25	0.00	8.51
5	0.13	0.03	0.00	0.00	8.88
6	-1.60	-5.34	0.00	0.00	8.88
7	-117.93	-393.10	5.86	0.00	-112.62
8	-118.51	-395.04	29.36	0.00	-76.44
9	-118.51	-395.04	29.36	0.00	-76.44
10	-118.33	-394.43	0.00	0.00	-133.89
11	0.34	0.14	0.03	-0.23	8.93
12	-1.59	-5.32	0.06	0.00	8.93
13	-117.93	-393.10	-5.86	0.00	-112.62
14	-51.02	-309.56	-7.48	27.10	-86.20
15	6.72	-304.01	-0.40	60.22	-91.09
16	-51.34	-244.29	0.00	0.00	67.41
17	-51.02	-309.56	7.48	-27.10	-86.20
18	0.54	-0.11	0.17	-0.33	8.51
19	-1.62	-5.41	0.25	0.00	8.51
20	-118.51	-395.04	-29.36	0.00	-76.44
21	6.72	-304.01	0.40	-60.22	-91.09
22	-3.12	-262.86	-3.13	257.58	-104.05
23	13.26	-235.06	-8.43	72.26	-129.20
24	-275.91	-470.85	0.00	0.00	-103.93
25	-3.12	-262.86	3.13	-257.58	-104.05
26	13.26	-235.06	8.43	-72.26	-129.20
27	-38.41	-140.20	5.71	7.72	-126.99
28	-4.96	-137.11	-0.54	32.36	-140.01
29	-23.67	-72.37	0.00	0.00	-285.18
30	-38.41	-140.20	-5.71	-7.72	-126.99
31	-4.96	-137.11	0.54	-32.36	-140.01
32	-20.93	-44.48	-6.51	4.73	-62.34
33	-5.96	-50.09	-8.89	15.63	-96.95
34	-14.64	-7.63	0.00	0.00	36.08
35	-20.93	-44.48	6.51	-4.73	-62.34
36	-5.96	-50.09	8.89	-15.63	-96.95
37	2.73	-23.39	-2.71	141.76	-15.36
38	9.57	-8.70	-3.55	39.11	-47.37
39	-147.90	-143.77	0.00	0.00	-15.31
40	2.73	-23.39	2.71	-141.76	-15.36
41	9.57	-8.70	3.55	-39.11	-47.37
42	-40.12	-23.25	4.76	-2.01	-11.69
43	-2.54	1.92	2.31	25.51	-28.20
44	-21.03	40.29	0.00	0.00	-196.56
45	-40.12	-23.25	-4.76	2.01	-11.69
46	-2.54	1.92	-2.31	-25.51	-28.20

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.54	-0.11	-0.17	0.33	8.51
2	0.34	0.14	-0.03	0.23	8.93
3	-1.59	-5.32	-0.06	0.00	8.93
4	-1.62	-5.41	-0.25	0.00	8.51

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
5	0.13	0.03	0.00	0.00	8.88
6	-1.60	-5.34	0.00	0.00	8.88
7	-117.93	-393.10	24.57	0.00	-112.62
8	-118.51	-395.04	74.98	0.00	-76.44
9	-118.51	-395.04	74.98	0.00	-76.44
10	-118.33	-394.43	0.00	0.00	-133.89
11	0.34	0.14	0.03	-0.23	8.93
12	-1.59	-5.32	0.06	0.00	8.93
13	-117.93	-393.10	-5.86	0.00	-112.62
14	-51.02	-309.56	2.72	50.48	-86.20
15	16.09	-304.01	13.98	87.04	-91.09
16	-51.34	-244.29	0.00	0.00	67.41
17	-51.02	-309.56	7.48	-27.10	-86.20
18	0.54	-0.11	0.17	-0.33	8.51
19	-1.62	-5.41	0.25	0.00	8.51
20	-118.51	-395.04	-29.36	0.00	-76.44
21	16.09	-304.01	0.40	-60.22	-91.09
22	-3.12	-262.86	-3.13	257.58	-104.05
23	13.26	-235.06	-8.43	72.26	-129.20
24	-226.17	-470.85	0.00	0.00	-103.93
25	-3.12	-262.86	4.91	-210.49	-104.05
26	13.26	-235.06	15.55	-61.68	-129.20
27	-28.90	-140.20	5.71	7.72	-126.99
28	-2.21	-137.11	-0.54	32.36	-140.01
29	-16.39	-72.37	0.00	0.00	-285.18
30	-28.90	-140.20	0.00	-5.15	-126.99
31	-2.21	-137.11	9.06	-25.20	-140.01
32	-9.38	-44.48	-6.51	4.73	-62.34
33	-3.62	-50.09	-8.89	15.63	-96.95
34	-4.52	-7.63	0.00	0.00	36.08
35	-9.38	-44.48	7.84	-0.50	-62.34
36	-3.62	-50.09	13.22	-5.87	-96.95
37	6.71	-23.39	-2.71	141.76	-15.36
38	9.57	-8.70	-3.55	39.11	-47.37
39	-83.33	-108.86	0.00	0.00	-15.31
40	6.71	-23.39	3.97	-83.67	-15.36
41	9.57	-8.70	6.42	-20.34	-47.37
42	-19.93	-15.74	4.76	-2.01	-11.69
43	-0.03	3.06	2.31	25.51	-28.20
44	-5.49	40.29	0.00	0.00	-140.29
45	-19.93	-15.74	-2.02	6.18	-11.69
46	-0.03	3.06	0.60	-9.65	-28.20

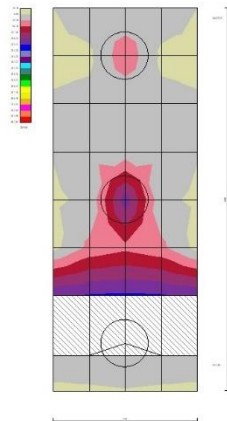


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{xMAX}$  (Combinazione n° 2)



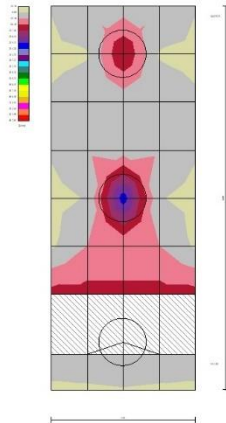


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 1)

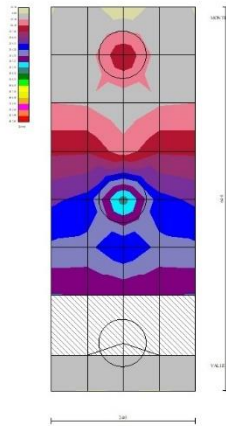


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 1)

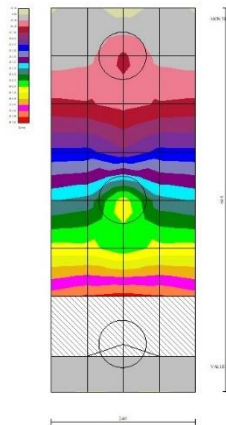


Fig. 13 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 2)

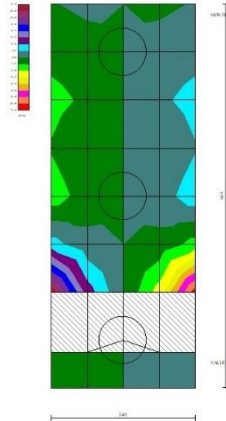


Fig. 14 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 2)

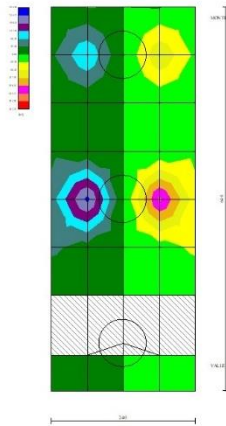


Fig. 15 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

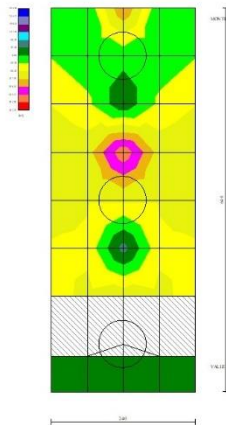


Fig. 16 - Piastra fondazione - Taglio Ty<sub>MAX</sub> (Combinazione n° 1)

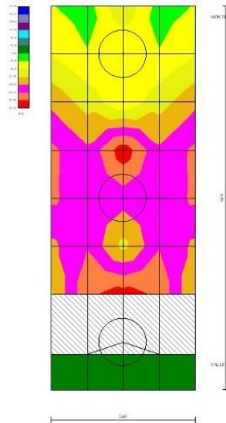


Fig. 17 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{Y_{MIN}}$  (Combinazione n° 2)

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	135.15	23.33	124.10	53.52	4.80	-4.72
	Incremento di spinta sismica		111.21	102.12	44.04	4.80	-3.60
	Peso/Inerzia muro			70.90	294.52/35.45	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			144.22	599.04/72.11	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5381.61			
1	Spinta statica	135.15	23.33	124.10	53.52	4.80	-4.72
	Incremento di spinta sismica		111.21	102.12	44.04	4.80	-3.60
	Peso/Inerzia muro			70.90	294.52/35.45	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			144.22	599.04/72.11	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5381.61			

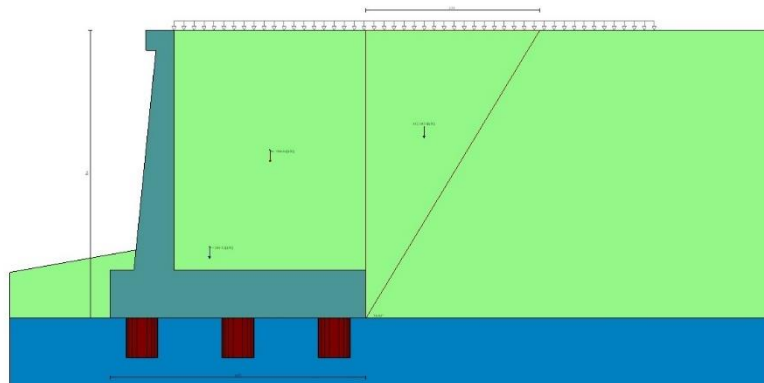


Fig. 21 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

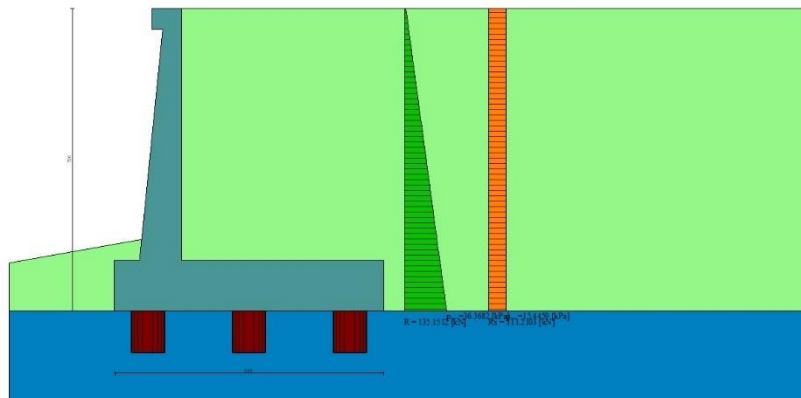


Fig. 22 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

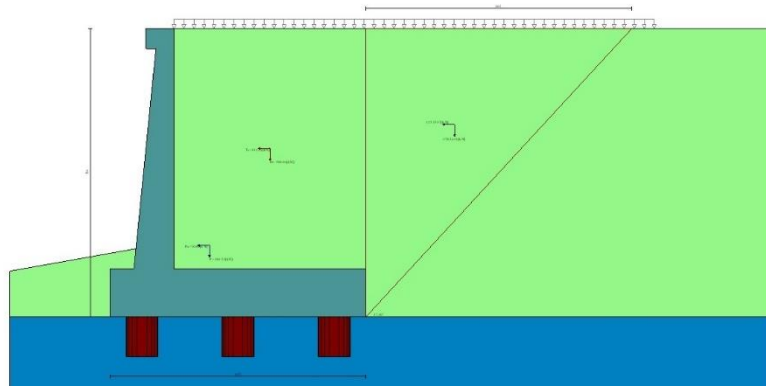


Fig. 23 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

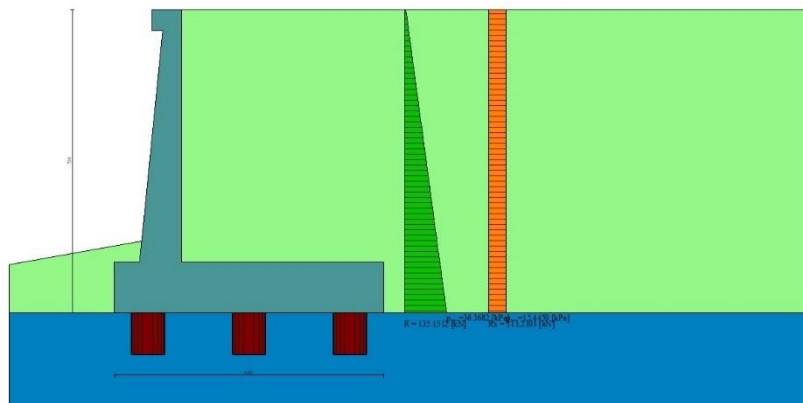


Fig. 24 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1098.68	441.34	1406.76	4128.42	0.722
2 - STR (A1-M1-R3)	873.71	418.49	1700.99	3688.89	0.924
3 - GEO (A2-M2-R2)	1098.68	441.34	1406.76	4128.42	0.722
4 - GEO (A2-M2-R2)	873.71	418.49	1700.99	3688.89	0.924

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	482.50	0.00	-353.06
	2	878.95	0.00	-353.06
	3	1275.39	0.00	-353.06

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	482.50	0.00	-353.06
	2	878.95	0.00	-353.06
	3	1275.39	0.00	-353.06

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

##### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	12.194					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	12.860					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.546		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.550		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

##### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	14.96	2.546

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	3.07	3.43	0.00	0.00	0.38	0.43
2	-0.10	4.40	5.12	1.30	1.57	0.35	0.39
3	-0.20	5.77	6.85	2.66	3.18	0.44	0.49
4	-0.30	7.19	8.63	4.06	4.85	0.65	0.74
5	-0.40	8.64	10.46	5.52	6.57	0.99	1.14
6	-0.50	10.14	12.33	7.02	8.34	1.47	1.70
7	-0.60	11.67	14.25	8.58	10.16	2.08	2.43
8	-0.70	13.25	16.21	10.19	12.03	2.84	3.32
9	-0.80	14.87	18.22	11.85	13.95	3.75	4.38
10	-0.90	16.53	20.28	13.55	15.92	4.81	5.62
11	-1.00	18.23	22.39	15.31	17.95	6.02	7.04
12	-1.10	19.97	24.54	17.12	20.02	7.40	8.64
13	-1.20	21.75	26.74	18.99	22.14	8.94	10.43
14	-1.30	23.57	28.99	20.90	24.32	10.65	12.42
15	-1.40	25.44	31.28	22.86	26.55	12.55	14.61
16	-1.50	27.34	33.62	24.87	28.82	14.62	17.01
17	-1.60	29.29	36.00	26.94	31.15	16.87	19.61
18	-1.70	31.27	38.44	29.05	33.53	19.32	22.43
19	-1.80	33.30	40.92	31.22	35.96	21.96	25.46

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
20	-1.90	35.37	43.44	33.44	38.44	24.80	28.72
21	-2.00	37.48	46.02	35.70	40.97	27.84	32.20
22	-2.10	39.63	48.64	38.02	43.55	31.10	35.92
23	-2.20	41.82	51.30	40.39	46.18	34.56	39.87
24	-2.30	44.05	54.02	42.81	48.86	38.25	44.06
25	-2.40	46.32	56.78	45.28	51.60	42.16	48.51
26	-2.50	48.63	59.59	47.80	54.38	46.29	53.20
27	-2.60	50.99	62.44	50.37	57.22	50.66	58.14
28	-2.70	53.38	65.34	53.00	60.10	55.26	63.35
29	-2.80	55.82	68.29	55.67	63.04	60.10	68.82
30	-2.90	58.30	71.28	58.39	66.03	65.20	74.56
31	-3.00	60.81	74.32	61.17	69.07	70.54	80.58
32	-3.10	63.37	77.41	64.00	72.16	76.13	86.87
33	-3.20	65.97	80.55	66.87	75.30	81.99	93.45
34	-3.30	68.61	83.73	69.80	78.49	88.11	100.31
35	-3.40	71.29	86.96	72.78	81.73	94.50	107.47
36	-3.50	74.02	90.23	75.81	85.02	101.17	114.92
37	-3.60	76.78	93.55	78.89	88.36	108.12	122.68
38	-3.70	79.58	96.92	82.02	91.76	115.34	130.74
39	-3.80	82.43	100.34	85.20	95.20	122.86	139.11
40	-3.90	85.31	103.80	88.43	98.70	130.67	147.80
41	-4.00	88.24	107.31	91.71	102.24	138.78	156.81
42	-4.10	91.21	110.86	95.05	105.84	147.19	166.15
43	-4.20	94.22	114.47	98.43	109.49	155.90	175.81
44	-4.30	97.27	118.12	101.87	113.19	164.93	185.81
45	-4.40	100.36	121.81	105.35	116.94	174.27	196.15
46	-4.50	103.49	125.55	108.89	120.74	183.94	206.83
47	-4.60	106.66	129.34	112.48	124.59	193.93	217.86
48	-4.70	109.87	133.18	116.12	128.49	204.25	229.25
49	-4.80	113.13	137.06	119.81	132.44	214.91	240.99
50	-4.90	116.42	140.99	123.55	136.44	225.90	253.09
51	-5.00	119.76	144.97	127.34	140.50	237.24	265.56
52	-5.10	123.13	148.99	131.18	144.60	248.93	278.40
53	-5.20	126.55	153.06	135.07	148.76	260.98	291.62
54	-5.30	130.01	157.18	139.01	152.97	273.38	305.22
55	-5.40	133.51	161.35	143.01	157.22	286.14	319.21
56	-5.50	137.05	165.56	147.05	161.53	299.28	333.58
57	-5.60	140.63	169.81	151.15	165.89	312.78	348.35
58	-5.70	144.25	174.12	155.29	170.30	326.66	363.52
59	-5.80	147.91	178.47	159.49	174.76	340.93	379.09
60	-5.90	151.61	182.87	163.74	179.27	355.58	395.08
61	-6.00	155.36	187.31	168.04	183.83	370.62	411.47

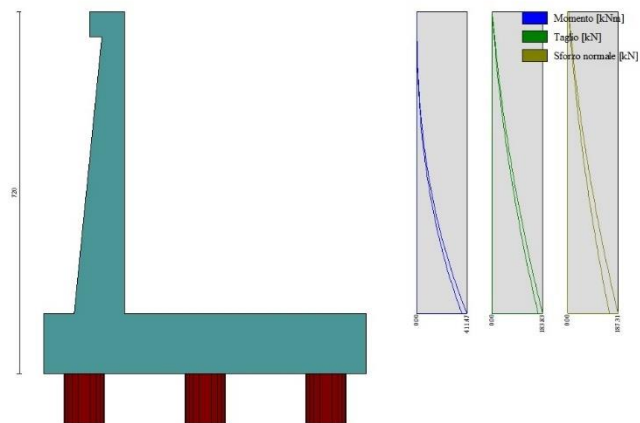


Fig. 25 - Paramento

*Mensola valle*

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.14	0.04	0.05
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.29	0.17	0.19
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.43	0.38	0.43



Fig. 26 - Mensola valle

*Piastra fondazione*

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.54	-0.11	-0.17	0.33	8.51	MAX
	0.54	-0.11	-0.17	0.33	8.51	MIN
2	0.34	0.14	-0.03	0.23	8.93	MAX
	0.34	0.14	-0.03	0.23	8.93	MIN
3	-1.59	-5.32	-0.06	0.00	8.93	MAX
	-1.59	-5.32	-0.06	0.00	8.93	MIN
4	-1.62	-5.41	-0.25	0.00	8.51	MAX
	-1.62	-5.41	-0.25	0.00	8.51	MIN
5	0.13	0.03	0.00	0.00	8.88	MAX
	0.13	0.03	0.00	0.00	8.88	MIN
6	-1.60	-5.34	0.00	0.00	8.88	MAX
	-1.60	-5.34	0.00	0.00	8.88	MIN
7	-117.93	-393.10	24.57	0.00	-112.62	MAX
	-252.44	-841.46	5.86	0.00	-285.29	MIN
8	-118.51	-395.04	74.98	0.00	-76.44	MAX
	-242.82	-809.39	29.36	0.00	-141.96	MIN
9	-118.51	-395.04	74.98	0.00	-76.44	MAX
	-242.82	-809.39	29.36	0.00	-141.96	MIN
10	-118.33	-394.43	0.00	0.00	-133.89	MAX
	-256.89	-856.31	0.00	0.00	-319.77	MIN
11	0.34	0.14	0.03	-0.23	8.93	MAX
	0.34	0.14	0.03	-0.23	8.93	MIN
12	-1.59	-5.32	0.06	0.00	8.93	MAX
	-1.59	-5.32	0.06	0.00	8.93	MIN
13	-117.93	-393.10	-5.86	0.00	-112.62	MAX
	-252.44	-841.46	-24.57	0.00	-285.29	MIN
14	-51.02	-309.56	2.72	50.48	-86.20	MAX
	-61.83	-606.04	-7.48	27.10	-242.30	MIN
15	16.09	-304.01	13.98	87.04	-91.09	MAX
	6.72	-608.14	-0.40	60.22	-185.14	MIN
16	-51.34	-244.29	0.00	0.00	67.41	MAX
	-85.81	-557.24	0.00	0.00	-131.94	MIN
17	-51.02	-309.56	7.48	-27.10	-86.20	MAX
	-61.83	-606.04	-2.72	-50.48	-242.30	MIN
18	0.54	-0.11	0.17	-0.33	8.51	MAX
	0.54	-0.11	0.17	-0.33	8.51	MIN
19	-1.62	-5.41	0.25	0.00	8.51	MAX
	-1.62	-5.41	0.25	0.00	8.51	MIN
20	-118.51	-395.04	-29.36	0.00	-76.44	MAX
	-242.82	-809.39	-74.98	0.00	-141.96	MIN
21	16.09	-304.01	0.40	-60.22	-91.09	MAX
	6.72	-608.14	-13.98	-87.04	-185.14	MIN
22	-3.12	-262.86	-3.13	257.58	-104.05	MAX
	-8.05	-460.01	-4.91	210.49	-216.02	MIN
23	13.26	-235.06	-8.43	72.26	-129.20	MAX
	6.05	-438.08	-15.55	61.68	-254.88	MIN
24	-226.17	-470.85	0.00	0.00	-103.93	MAX
	-275.91	-620.32	0.00	0.00	-219.27	MIN
25	-3.12	-262.86	4.91	-210.49	-104.05	MAX
	-8.05	-460.01	3.13	-257.58	-216.02	MIN
26	13.26	-235.06	15.55	-61.68	-129.20	MAX
	6.05	-438.08	8.43	-72.26	-254.88	MIN
27	-28.90	-140.20	5.71	7.72	-126.99	MAX
	-38.41	-261.77	0.00	5.15	-204.72	MIN
28	-2.21	-137.11	-0.54	32.36	-140.01	MAX
	-4.96	-258.30	-9.06	25.20	-257.15	MIN
29	-16.39	-72.37	0.00	0.00	-285.18	MAX
	-23.67	-207.52	0.00	0.00	-327.74	MIN
30	-28.90	-140.20	0.00	-5.15	-126.99	MAX



In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	-38.41	-261.77	-5.71	-7.72	-204.72	MIN
31	-2.21	-137.11	9.06	-25.20	-140.01	MAX
	-4.96	-258.30	0.54	-32.36	-257.15	MIN
32	-9.38	-44.48	-6.51	4.73	-62.34	MAX
	-20.93	-103.50	-7.84	0.50	-126.64	MIN
33	-3.62	-50.09	-8.89	15.63	-96.95	MAX
	-5.96	-109.35	-13.22	5.87	-185.84	MIN
34	-4.52	-7.63	0.00	0.00	36.08	MAX
	-14.64	-81.77	0.00	0.00	-60.68	MIN
35	-9.38	-44.48	7.84	-0.50	-62.34	MAX
	-20.93	-103.50	6.51	-4.73	-126.64	MIN
36	-3.62	-50.09	13.22	-5.87	-96.95	MAX
	-5.96	-109.35	8.89	-15.63	-185.84	MIN
37	6.71	-23.39	-2.71	141.76	-15.36	MAX
	2.73	-34.11	-3.97	83.67	-52.36	MIN
38	9.57	-8.70	-3.55	39.11	-47.37	MAX
	8.17	-24.09	-6.42	20.34	-95.48	MIN
39	-83.33	-108.86	0.00	0.00	-15.31	MAX
	-147.90	-143.77	0.00	0.00	-50.30	MIN
40	6.71	-23.39	3.97	-83.67	-15.36	MAX
	2.73	-34.11	2.71	-141.76	-52.36	MIN
41	9.57	-8.70	6.42	-20.34	-47.37	MAX
	8.17	-24.09	3.55	-39.11	-95.48	MIN
42	-19.93	-15.74	4.76	-2.01	-11.69	MAX
	-40.12	-23.25	2.02	-6.18	-28.15	MIN
43	-0.03	3.06	2.31	25.51	-28.20	MAX
	-2.54	1.92	-0.60	9.65	-52.17	MIN
44	-5.49	40.29	0.00	0.00	-140.29	MAX
	-21.03	22.27	0.00	0.00	-196.56	MIN
45	-19.93	-15.74	-2.02	6.18	-11.69	MAX
	-40.12	-23.25	-4.76	2.01	-28.15	MIN
46	-0.03	3.06	0.60	-9.65	-28.20	MAX
	-2.54	1.92	-2.31	-25.51	-52.17	MIN

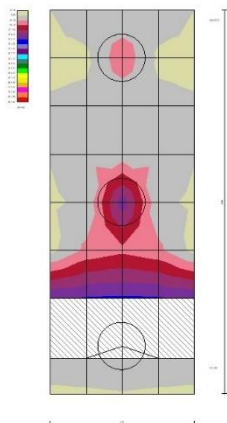


Fig. 27 - Piastra fondazione - Momento  $M_{XMAX}$  (Combinazione n° 2)

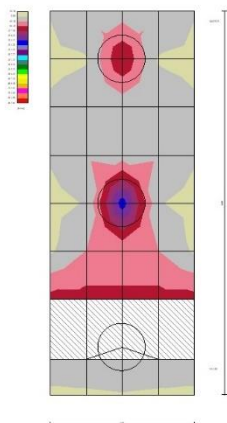


Fig. 28 - Piastra fondazione - Momento  $M_{XMIN}$  (Combinazione n° 1)

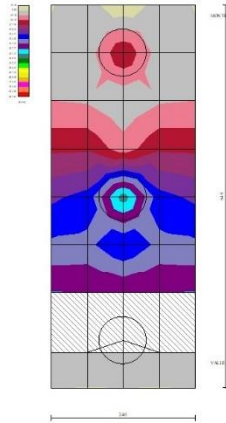


Fig. 29 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 1)

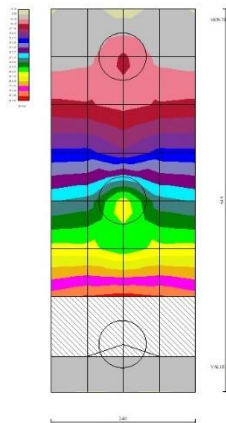


Fig. 30 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 2)

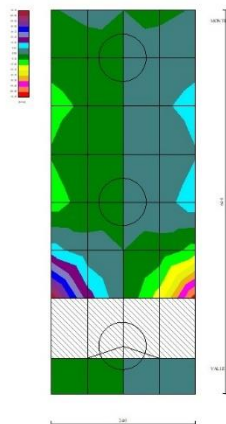


Fig. 31 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 2)

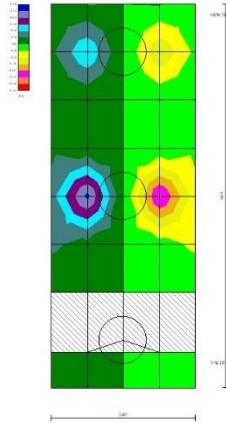


Fig. 32 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

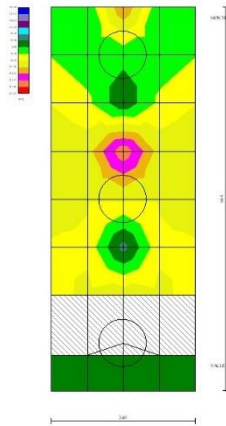


Fig. 33 - Piastra fondazione - Taglio Ty<sub>MAX</sub> (Combinazione n° 1)

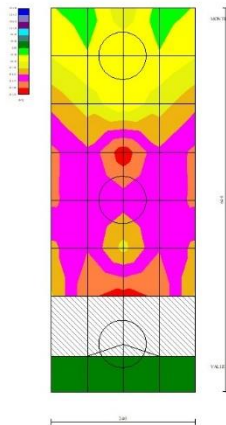


Fig. 34 - Piastra fondazione - Taglio Ty<sub>MIN</sub> (Combinazione n° 2)

## 10.5 MURO TIPOLOGICO G1

### 10.5.1 Condizione statica

#### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub> [kPa]	f <sub>uk</sub> [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

#### Tipologie pali

##### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
1	palo D1000	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

#### Geometria profilo terreno a monte del muro

##### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

#### Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	3.00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	8.00	[m]
Altezza paramento libero	7.00	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.20	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<u>Mensola di marciapiede</u>		
Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	6.20	[m]
Lunghezza totale	8.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.40	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

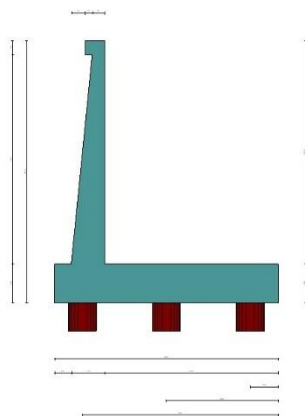


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione pali di fondazione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
$\alpha$	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	palo D1000	1.00	3.00	0.20	1	100.00	25.00	0.00	Centrati
2	palo D1000	4.00	3.00	0.50	1	100.00	25.00	0.00	Centrati
3	palo D1000	7.00	3.00	0.50	1	100.00	25.00	0.00	Centrati

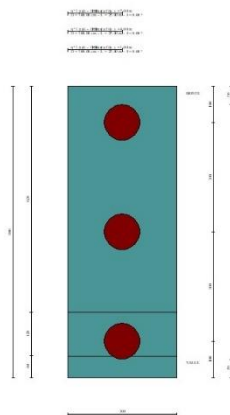


Fig. 2 - Pianta pali

## Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	$c_a$ [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0		0	(MIN)
				35.000	23.333	0	0		0	(MED)
2	Unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0		0	(MIN)
				27.000	27.000	0	0		0	(MED)
3	Unità GS	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0		0	(MIN)
				35.000	35.000	0	0		0	(MED)

## Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	9.40	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	25.00	0.000	Unità GS	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---
3	5.00	0.000	Unità AL- argilla limosa	0.000	0.000	100.000	0.500	1.000	---	---

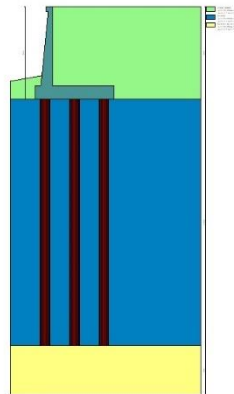


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>r</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kN]
Q <sub>r</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>r</sub> espressa in [kN]

#### Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

#### Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

### Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

#### Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

#### Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$   $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.50	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
------------	----------	--------	---------



Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.30	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale  
 Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

**Opzioni di calcolo**

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
--	------

Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	20.00 [cm]

Opzioni calcolo pali

*Portanza verticale*

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta	$\sigma_v$ con la profondità Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

*Portanza trasversale*

Costante di Winkler: da stratoCriterio rottura palo-terreno

- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Non attivo

*Cedimenti*

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	520.36	23.33	477.81	206.07	6.20	-5.55
	Peso/Inerzia muro			0.00	434.67/0.00	1.23	-7.18
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1204.04/0.00	3.10	-4.00
	Resistenza pali			-489.83			
3	Spinta statica	396.81	23.33	364.37	157.15	6.20	-5.55
	Peso/Inerzia muro			0.00	434.67/0.00	1.23	-7.18
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1145.76/0.00	3.10	-4.00
	Resistenza pali			-636.72			
4	Spinta statica	385.32	23.33	353.82	152.60	6.20	-5.58
	Peso/Inerzia muro			0.00	434.67/0.00	1.23	-7.18
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1114.76/0.00	3.10	-4.00
	Resistenza pali			-636.67			
5	Spinta statica	350.86	23.33	322.17	138.95	6.20	-5.66
	Peso/Inerzia muro			0.00	434.67/0.00	1.23	-7.18
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1021.76/0.00	3.10	-4.00
	Resistenza pali			-636.74			

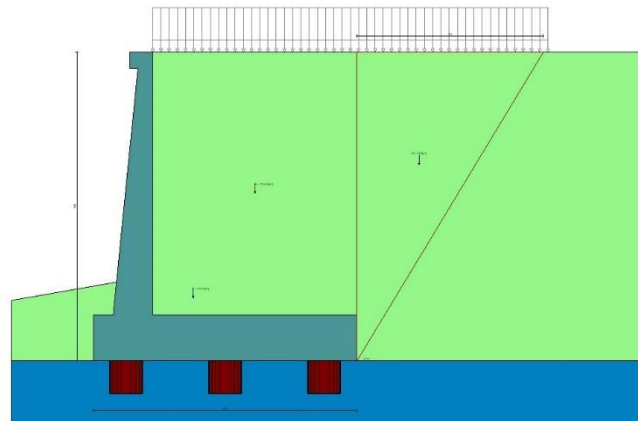


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

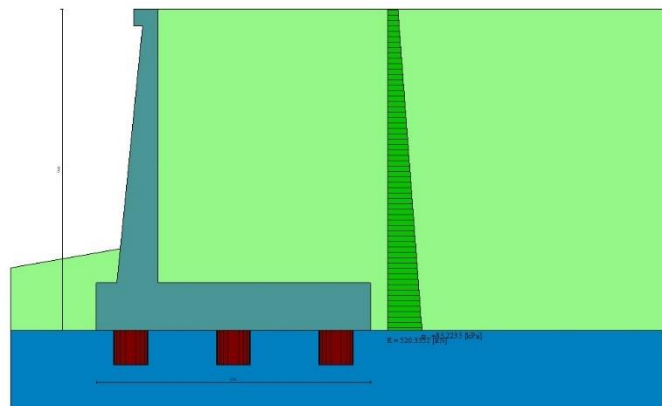


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1844.79	477.81	1841.84	8862.49	0.194
2 - GEO (A2-M2-R2)	1765.85	457.60	1762.66	8326.41	0.282
3 - SLER	1737.58	364.37	1401.85	8185.66	0.095
4 - SLEF	1702.03	353.82	1352.28	7997.41	0.095
5 - SLEQ	1595.38	322.17	1203.55	7432.69	0.095

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	1666.91	0.00	-477.77
	2	1844.79	0.00	-477.77
	3	2022.66	0.00	-477.77
3 - SLER	1	1655.62	0.00	-364.33
	2	1737.58	0.00	-364.33
	3	1819.54	0.00	-364.33
4 - SLEF	1	1621.81	0.00	-353.78
	2	1702.03	0.00	-353.78
	3	1782.25	0.00	-353.78
5 - SLEQ	1	1520.38	0.00	-322.14
	2	1595.38	0.00	-322.14
	3	1670.39	0.00	-322.14

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.025					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.896		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	17.55	2.896

### Cedimenti pali

#### Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
Ip	Indice palo
w	Cedimento, espresso in [cm]

Ic	Ip	w [cm]
3	1	0.3331
	2	0.3496
	3	0.3661
4	1	0.3263
	2	0.3425
	3	0.3586
5	1	0.3059
	2	0.3210
	3	0.3361

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

Mx, My	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
Mxy	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
Tx, Ty	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.98	2.14	0.30
3	-0.20	6.94	4.33	0.41
4	-0.30	8.96	6.58	0.72
5	-0.40	11.02	8.89	1.25
6	-0.50	13.13	11.26	1.98
7	-0.60	15.30	13.69	2.94
8	-0.70	17.51	16.18	4.11
9	-0.80	19.77	18.72	5.52
10	-0.90	22.08	21.32	7.16
11	-1.00	24.44	23.98	9.04
12	-1.10	26.85	26.70	11.16
13	-1.20	29.31	29.48	13.54
14	-1.30	31.82	32.32	16.17
15	-1.40	34.38	35.21	19.06
16	-1.50	36.99	38.16	22.22
17	-1.60	39.65	41.17	25.65
18	-1.70	42.35	44.24	29.36
19	-1.80	45.11	47.37	33.35
20	-1.90	47.92	50.55	37.63
21	-2.00	50.78	53.80	42.20
22	-2.10	53.68	57.10	47.06
23	-2.20	56.64	60.46	52.24
24	-2.30	59.65	63.88	57.72
25	-2.40	62.70	67.36	63.51
26	-2.50	65.81	70.89	69.63
27	-2.60	68.96	74.49	76.07
28	-2.70	72.17	78.14	82.84
29	-2.80	75.42	81.85	89.95
30	-2.90	78.72	85.62	97.39
31	-3.00	82.08	89.45	105.19
32	-3.10	85.48	93.34	113.33
33	-3.20	88.93	97.28	121.84
34	-3.30	92.43	101.28	130.70
35	-3.40	95.99	105.34	139.93
36	-3.50	99.59	109.46	149.54
37	-3.60	103.24	113.64	159.52
38	-3.70	106.94	117.88	169.89
39	-3.80	110.69	122.17	180.65
40	-3.90	114.49	126.52	191.80

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
41	-4.00	118.34	130.94	203.35
42	-4.10	122.24	135.40	215.31
43	-4.20	126.19	139.93	227.68
44	-4.30	130.19	144.52	240.46
45	-4.40	134.24	149.16	253.66
46	-4.50	138.33	153.87	267.29
47	-4.60	142.48	158.63	281.35
48	-4.70	146.68	163.45	295.85
49	-4.80	150.93	168.32	310.79
50	-4.90	155.22	173.26	326.18
51	-5.00	159.57	178.26	342.03
52	-5.10	163.96	183.31	358.33
53	-5.20	168.41	188.42	375.09
54	-5.30	172.90	193.59	392.32
55	-5.40	177.45	198.82	410.03
56	-5.50	182.04	204.10	428.22
57	-5.60	186.69	209.45	446.89
58	-5.70	191.38	214.85	466.06
59	-5.80	196.12	220.31	485.71
60	-5.90	200.92	225.83	505.88
61	-6.00	205.76	231.41	526.54
62	-6.10	210.65	237.05	547.72
63	-6.20	215.59	242.74	569.42
64	-6.30	220.59	248.50	591.63
65	-6.40	225.63	254.31	614.38
66	-6.50	230.72	260.18	637.66
67	-6.60	235.86	266.11	661.48
68	-6.70	241.05	272.09	685.84
69	-6.80	246.29	278.14	710.75
70	-6.90	251.58	284.24	736.21
71	-7.00	256.92	290.40	762.24
72	-7.10	262.30	296.62	788.83
73	-7.20	267.74	302.90	815.99
74	-7.30	273.23	309.24	843.73
75	-7.40	278.77	315.63	872.04
76	-7.50	284.35	322.09	900.95
77	-7.60	289.99	328.60	930.44
78	-7.70	295.68	335.17	960.54
79	-7.80	301.41	341.80	991.23
80	-7.90	307.20	348.48	1022.54
81	-8.00	313.03	355.23	1054.45

Combinazione n° 3 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.75	1.61	0.32
3	-0.20	6.48	3.26	0.40
4	-0.30	8.26	4.96	0.63
5	-0.40	10.08	6.71	1.02
6	-0.50	11.94	8.50	1.57
7	-0.60	13.84	10.33	2.28
8	-0.70	15.79	12.21	3.16
9	-0.80	17.79	14.13	4.22
10	-0.90	19.83	16.10	5.44
11	-1.00	21.91	18.11	6.85
12	-1.10	24.03	20.17	8.44
13	-1.20	26.20	22.27	10.22
14	-1.30	28.41	24.42	12.19
15	-1.40	30.67	26.61	14.35
16	-1.50	32.97	28.85	16.72
17	-1.60	35.31	31.13	19.29
18	-1.70	37.70	33.46	22.07
19	-1.80	40.13	35.83	25.06
20	-1.90	42.61	38.25	28.27
21	-2.00	45.13	40.71	31.69
22	-2.10	47.69	43.21	35.35
23	-2.20	50.30	45.76	39.23
24	-2.30	52.95	48.36	43.34
25	-2.40	55.65	51.00	47.69
26	-2.50	58.39	53.69	52.28
27	-2.60	61.17	56.42	57.12
28	-2.70	63.99	59.20	62.21
29	-2.80	66.86	62.02	67.55
30	-2.90	69.78	64.88	73.14
31	-3.00	72.74	67.79	79.00
32	-3.10	75.74	70.75	85.12
33	-3.20	78.78	73.75	91.51
34	-3.30	81.87	76.79	98.18
35	-3.40	85.01	79.88	105.12
36	-3.50	88.18	83.02	112.35
37	-3.60	91.40	86.20	119.86
38	-3.70	94.67	89.42	127.66
39	-3.80	97.98	92.69	135.75
40	-3.90	101.33	96.01	144.14
41	-4.00	104.73	99.37	152.84
42	-4.10	108.17	102.77	161.84

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
43	-4.20	111.65	106.22	171.15
44	-4.30	115.18	109.71	180.77
45	-4.40	118.75	113.25	190.71
46	-4.50	122.36	116.84	200.98
47	-4.60	126.02	120.46	211.57
48	-4.70	129.73	124.14	222.49
49	-4.80	133.47	127.86	233.75
50	-4.90	137.26	131.62	245.35
51	-5.00	141.10	135.43	257.28
52	-5.10	144.98	139.28	269.57
53	-5.20	148.90	143.18	282.21
54	-5.30	152.86	147.12	295.20
55	-5.40	156.87	151.11	308.55
56	-5.50	160.93	155.14	322.26
57	-5.60	165.02	159.22	336.34
58	-5.70	169.17	163.34	350.79
59	-5.80	173.35	167.51	365.62
60	-5.90	177.58	171.72	380.83
61	-6.00	181.85	175.98	396.42
62	-6.10	186.17	180.28	412.40
63	-6.20	190.53	184.63	428.77
64	-6.30	194.93	189.02	445.53
65	-6.40	199.38	193.46	462.70
66	-6.50	203.87	197.94	480.27
67	-6.60	208.41	202.46	498.25
68	-6.70	212.99	207.03	516.64
69	-6.80	217.61	211.65	535.44
70	-6.90	222.28	216.31	554.67
71	-7.00	226.99	221.02	574.32
72	-7.10	231.75	225.77	594.40
73	-7.20	236.54	230.56	614.91
74	-7.30	241.39	235.41	635.86
75	-7.40	246.27	240.29	657.25
76	-7.50	251.20	245.22	679.08
77	-7.60	256.18	250.20	701.36
78	-7.70	261.20	255.22	724.10
79	-7.80	266.26	260.28	747.29
80	-7.90	271.36	265.39	770.94
81	-8.00	276.51	270.55	795.06

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.70	1.50	0.32
3	-0.20	6.39	3.04	0.40
4	-0.30	8.11	4.63	0.62
5	-0.40	9.88	6.26	0.98
6	-0.50	11.70	7.93	1.49
7	-0.60	13.55	9.66	2.15
8	-0.70	15.46	11.42	2.97
9	-0.80	17.40	13.23	3.95
10	-0.90	19.39	15.09	5.09
11	-1.00	21.42	16.99	6.41
12	-1.10	23.50	18.93	7.90
13	-1.20	25.62	20.92	9.56
14	-1.30	27.78	22.96	11.40
15	-1.40	29.99	25.04	13.44
16	-1.50	32.24	27.16	15.66
17	-1.60	34.54	29.33	18.07
18	-1.70	36.88	31.55	20.68
19	-1.80	39.26	33.81	23.49
20	-1.90	41.69	36.11	26.51
21	-2.00	44.16	38.46	29.74
22	-2.10	46.68	40.86	33.18
23	-2.20	49.24	43.30	36.84
24	-2.30	51.84	45.78	40.72
25	-2.40	54.49	48.31	44.83
26	-2.50	57.18	50.88	49.17
27	-2.60	59.91	53.50	53.74
28	-2.70	62.69	56.17	58.55
29	-2.80	65.51	58.87	63.61
30	-2.90	68.37	61.63	68.91
31	-3.00	71.28	64.43	74.46
32	-3.10	74.24	67.27	80.26
33	-3.20	77.23	70.16	86.32
34	-3.30	80.28	73.09	92.65
35	-3.40	83.36	76.07	99.24
36	-3.50	86.49	79.09	106.11
37	-3.60	89.66	82.16	113.25
38	-3.70	92.88	85.27	120.66
39	-3.80	96.14	88.43	128.36
40	-3.90	99.44	91.63	136.35
41	-4.00	102.79	94.88	144.63
42	-4.10	106.18	98.17	153.21
43	-4.20	109.62	101.51	162.08
44	-4.30	113.10	104.89	171.26

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
45	-4.40	116.62	108.31	180.74
46	-4.50	120.19	111.79	190.54
47	-4.60	123.80	115.30	200.65
48	-4.70	127.45	118.86	211.09
49	-4.80	131.15	122.47	221.84
50	-4.90	134.89	126.12	232.93
51	-5.00	138.68	129.82	244.35
52	-5.10	142.51	133.56	256.10
53	-5.20	146.38	137.34	268.19
54	-5.30	150.30	141.17	280.63
55	-5.40	154.26	145.05	293.41
56	-5.50	158.27	148.97	306.55
57	-5.60	162.31	152.94	320.05
58	-5.70	166.41	156.95	333.90
59	-5.80	170.54	161.00	348.12
60	-5.90	174.72	165.10	362.71
61	-6.00	178.95	169.25	377.67
62	-6.10	183.22	173.44	393.01
63	-6.20	187.53	177.67	408.73
64	-6.30	191.88	181.95	424.83
65	-6.40	196.28	186.27	441.33
66	-6.50	200.73	190.64	458.21
67	-6.60	205.22	195.06	475.50
68	-6.70	209.75	199.52	493.18
69	-6.80	214.32	204.02	511.27
70	-6.90	218.94	208.57	529.77
71	-7.00	223.60	213.16	548.69
72	-7.10	228.31	217.80	568.02
73	-7.20	233.06	222.49	587.77
74	-7.30	237.85	227.21	607.95
75	-7.40	242.69	231.99	628.56
76	-7.50	247.57	236.80	649.60
77	-7.60	252.50	241.67	671.08
78	-7.70	257.47	246.58	693.01
79	-7.80	262.48	251.53	715.38
80	-7.90	267.54	256.53	738.20
81	-8.00	272.64	261.57	761.47

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.56	1.16	0.34
3	-0.20	6.10	2.37	0.39
4	-0.30	7.68	3.62	0.56
5	-0.40	9.30	4.91	0.84
6	-0.50	10.97	6.25	1.23
7	-0.60	12.68	7.64	1.74
8	-0.70	14.44	9.06	2.38
9	-0.80	16.24	10.54	3.15
10	-0.90	18.08	12.06	4.05
11	-1.00	19.97	13.62	5.09
12	-1.10	21.90	15.23	6.27
13	-1.20	23.88	16.88	7.59
14	-1.30	25.90	18.58	9.06
15	-1.40	27.96	20.33	10.69
16	-1.50	30.07	22.11	12.47
17	-1.60	32.22	23.95	14.41
18	-1.70	34.41	25.83	16.52
19	-1.80	36.65	27.75	18.80
20	-1.90	38.93	29.72	21.25
21	-2.00	41.26	31.73	23.88
22	-2.10	43.63	33.79	26.69
23	-2.20	46.04	35.89	29.69
24	-2.30	48.50	38.04	32.87
25	-2.40	51.00	40.23	36.25
26	-2.50	53.55	42.47	39.83
27	-2.60	56.13	44.75	43.61
28	-2.70	58.77	47.08	47.60
29	-2.80	61.44	49.45	51.79
30	-2.90	64.16	51.86	56.20
31	-3.00	66.93	54.33	60.83
32	-3.10	69.74	56.83	65.68
33	-3.20	72.59	59.38	70.76
34	-3.30	75.48	61.98	76.07
35	-3.40	78.42	64.62	81.61
36	-3.50	81.41	67.31	87.39
37	-3.60	84.43	70.04	93.42
38	-3.70	87.51	72.81	99.69
39	-3.80	90.62	75.64	106.21
40	-3.90	93.78	78.50	112.99
41	-4.00	96.98	81.41	120.02
42	-4.10	100.23	84.37	127.32
43	-4.20	103.52	87.37	134.89
44	-4.30	106.85	90.41	142.73
45	-4.40	110.23	93.50	150.84
46	-4.50	113.65	96.64	159.23



n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
47	-4.60	117.12	99.82	167.91
48	-4.70	120.63	103.04	176.87
49	-4.80	124.18	106.31	186.13
50	-4.90	127.78	109.63	195.68
51	-5.00	131.42	112.99	205.53
52	-5.10	135.10	116.39	215.68
53	-5.20	138.83	119.84	226.15
54	-5.30	142.60	123.33	236.92
55	-5.40	146.42	126.87	248.01
56	-5.50	150.28	130.46	259.42
57	-5.60	154.18	134.08	271.16
58	-5.70	158.13	137.76	283.22
59	-5.80	162.12	141.48	295.62
60	-5.90	166.16	145.24	308.35
61	-6.00	170.24	149.05	321.43
62	-6.10	174.36	152.90	334.85
63	-6.20	178.53	156.80	348.61
64	-6.30	182.74	160.74	362.73
65	-6.40	186.99	164.73	377.21
66	-6.50	191.29	168.76	392.05
67	-6.60	195.63	172.84	407.25
68	-6.70	200.02	176.96	422.82
69	-6.80	204.45	181.13	438.77
70	-6.90	208.92	185.34	455.09
71	-7.00	213.44	189.60	471.79
72	-7.10	218.00	193.90	488.88
73	-7.20	222.61	198.25	506.36
74	-7.30	227.25	202.64	524.24
75	-7.40	231.95	207.08	542.51
76	-7.50	236.68	211.56	561.18
77	-7.60	241.46	216.08	580.26
78	-7.70	246.29	220.65	599.74
79	-7.80	251.16	225.27	619.64
80	-7.90	256.07	229.93	639.96
81	-8.00	261.02	234.64	660.71

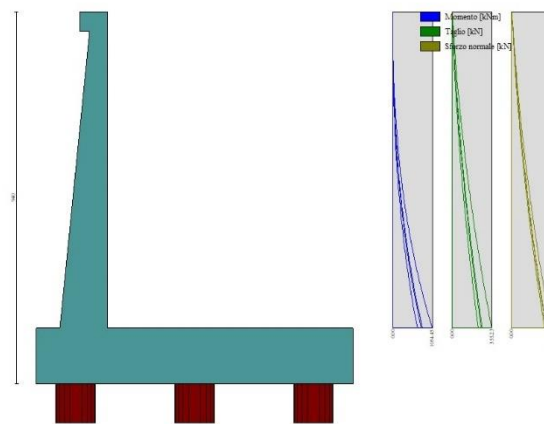


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

*Mensola valle*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 3 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 7 - Mensola valle (Inviluppo)

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32
7	-151.67	-505.56	-4.79	0.00	-213.18
8	-159.37	-531.22	13.89	0.00	-228.48
9	-159.37	-531.22	13.89	0.00	-228.48
10	-150.81	-502.71	0.00	0.00	-243.05
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39
13	-151.67	-505.56	4.79	0.00	-213.18
14	-78.42	-289.73	-24.48	18.23	-131.70
15	10.34	-283.57	-18.52	70.93	-198.38
16	-51.22	-149.11	0.00	0.00	99.35
17	-78.42	-289.73	24.48	-18.23	-131.70
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05
20	-159.37	-531.22	-13.89	0.00	-228.48
21	10.34	-283.57	18.52	-70.93	-198.38
22	-1.00	-222.42	-7.08	415.84	-115.38
23	32.67	-160.18	-15.88	115.15	-170.02
24	-554.07	-647.85	0.00	0.00	-132.82
25	-1.00	-222.42	7.08	-415.84	-115.38
26	32.67	-160.18	15.88	-115.15	-170.02
27	-77.72	-34.27	12.37	12.98	-118.67
28	-14.59	-37.84	3.83	49.92	-129.34
29	-50.40	102.70	0.00	0.00	-379.16
30	-77.72	-34.27	-12.37	-12.98	-118.67
31	-14.59	-37.84	-3.83	-49.92	-129.34
32	-73.42	30.30	-19.13	13.85	10.85
33	-13.58	27.07	-17.54	48.02	-45.17
34	-49.24	158.09	0.00	0.00	266.24

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
35	-73.42	30.30	19.13	-13.85	10.85
36	-13.58	27.07	17.54	-48.02	-45.17
37	-1.14	-32.96	-5.22	394.92	43.08
38	27.46	14.92	-3.78	112.69	-8.78
39	-524.26	-445.09	0.00	0.00	43.09
40	-1.14	-32.96	5.22	-394.92	43.08
41	27.46	14.92	3.78	-112.69	-8.78
42	-146.56	-75.14	18.33	3.24	7.66
43	-11.87	2.79	12.23	79.89	-14.10
44	-88.23	141.58	0.00	0.00	-497.23
45	-146.56	-75.14	-18.33	-3.24	7.66
46	-11.87	2.79	-12.23	-79.89	-14.10

Combinazione n° 3 - SLER

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32
7	104.59	348.64	-4.79	0.00	41.60
8	78.03	260.09	13.89	0.00	-115.91
9	78.03	260.09	13.89	0.00	-115.91
10	111.98	373.26	0.00	0.00	36.01
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39
13	104.59	348.64	32.73	0.00	41.60
14	-46.60	264.07	-24.48	18.23	87.94
15	10.34	286.88	-18.52	70.93	-45.55
16	14.56	399.85	0.00	0.00	319.52
17	-46.60	264.07	34.98	20.84	87.94
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05
20	78.03	260.09	59.54	0.00	-115.91
21	10.34	286.88	36.25	-15.18	-45.55
22	5.18	146.39	-1.86	415.84	48.00
23	39.04	209.05	-0.54	115.15	29.06
24	-515.29	-261.99	0.00	0.00	34.43
25	5.18	146.39	7.08	-387.31	48.00
26	39.04	209.05	15.88	-106.80	29.06
27	-76.38	176.79	19.23	14.01	5.44
28	-14.59	172.29	17.15	49.92	52.68
29	-50.40	305.58	0.00	0.00	-242.90
30	-76.38	176.79	-12.37	-12.98	5.44
31	-14.59	172.29	-3.83	-48.35	52.68
32	-73.42	122.99	-13.14	17.00	94.52
33	-13.58	120.72	-6.70	52.07	83.54
34	-49.24	251.19	0.00	0.00	343.36
35	-73.42	122.99	19.13	-13.85	94.52
36	-13.58	120.72	17.54	-48.02	83.54
37	-1.14	-8.66	-1.96	395.90	83.73
38	27.46	37.00	1.89	116.23	57.93
39	-524.26	-416.35	0.00	0.00	81.84
40	-1.14	-8.66	5.22	-394.92	83.73
41	27.46	37.00	3.78	-112.69	57.93
42	-146.56	-72.66	19.45	8.41	27.55
43	-11.87	2.79	14.75	85.65	20.82
44	-88.23	143.71	0.00	0.00	-474.68
45	-146.56	-72.66	-18.33	-3.24	27.55
46	-11.87	2.79	-12.23	-79.89	20.82

Combinazione n° 4 - SLEF

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32
7	104.59	348.64	-4.79	0.00	41.60
8	78.03	260.09	13.89	0.00	-115.91
9	78.03	260.09	13.89	0.00	-115.91
10	111.98	373.26	0.00	0.00	36.01
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39
13	104.59	348.64	32.73	0.00	41.60
14	-46.60	264.07	-24.48	18.23	87.94
15	10.34	286.88	-18.52	70.93	-45.55
16	14.56	399.85	0.00	0.00	319.52
17	-46.60	264.07	34.98	20.84	87.94
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
20	78.03	260.09	59.54	0.00	-115.91
21	10.34	286.88	36.25	-15.18	-45.55
22	5.18	146.39	-1.86	415.84	48.00
23	39.04	209.05	-0.54	115.15	29.06
24	-505.27	-261.99	0.00	0.00	34.43
25	5.18	146.39	7.08	-379.76	48.00
26	39.04	209.05	15.88	-104.72	29.06
27	-74.47	176.79	19.23	14.01	5.44
28	-14.59	172.29	17.15	49.92	52.68
29	-50.40	305.58	0.00	0.00	-242.90
30	-74.47	176.79	-12.37	-12.98	5.44
31	-14.59	172.29	-3.83	-47.18	52.68
32	-73.42	122.99	-13.14	17.00	94.52
33	-13.58	120.72	-6.70	52.07	83.54
34	-49.24	251.19	0.00	0.00	343.36
35	-73.42	122.99	19.13	-13.85	94.52
36	-13.58	120.72	17.54	-48.02	83.54
37	-1.14	-8.66	-1.96	395.90	83.73
38	27.46	37.00	1.89	116.23	57.93
39	-518.84	-410.13	0.00	0.00	81.84
40	-1.14	-8.66	5.22	-387.47	83.73
41	27.46	37.00	3.78	-112.69	57.93
42	-146.56	-71.35	19.45	8.41	27.55
43	-11.87	2.79	14.75	85.65	20.82
44	-88.23	143.71	0.00	0.00	-466.65
45	-146.56	-71.35	-18.33	-3.24	27.55
46	-11.87	2.79	-12.23	-79.89	20.82

Combinazione n° 5 - SLEQ

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32
7	104.59	348.64	-4.79	0.00	41.60
8	78.03	260.09	13.89	0.00	-115.91
9	78.03	260.09	13.89	0.00	-115.91
10	111.98	373.26	0.00	0.00	36.01
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39
13	104.59	348.64	32.73	0.00	41.60
14	-46.60	264.07	-24.48	18.23	87.94
15	10.34	286.88	-18.52	70.93	-45.55
16	14.56	399.85	0.00	0.00	319.52
17	-46.60	264.07	34.98	20.84	87.94
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05
20	78.03	260.09	59.54	0.00	-115.91
21	10.34	286.88	36.25	-15.18	-45.55
22	5.18	146.39	-1.86	415.84	48.00
23	39.04	209.05	-0.54	115.15	29.06
24	-475.20	-261.99	0.00	0.00	34.43
25	5.18	146.39	7.08	-357.13	48.00
26	39.04	209.05	15.88	-98.49	29.06
27	-68.76	176.79	19.23	14.01	5.44
28	-14.22	172.29	17.15	49.92	52.68
29	-45.96	305.58	0.00	0.00	-242.90
30	-68.76	176.79	-12.37	-12.12	5.44
31	-14.22	172.29	-3.83	-43.69	52.68
32	-69.77	122.99	-13.14	17.00	94.52
33	-12.73	120.72	-6.70	52.07	83.54
34	-48.71	251.19	0.00	0.00	343.36
35	-69.77	122.99	19.13	-13.85	94.52
36	-12.73	120.72	17.54	-46.14	83.54
37	-1.14	-8.66	-1.96	395.90	83.73
38	27.46	37.00	1.89	116.23	57.93
39	-483.62	-391.46	0.00	0.00	81.84
40	-1.14	-8.66	5.22	-362.19	83.73
41	27.46	37.00	3.78	-105.12	57.93
42	-137.23	-67.43	19.45	8.41	27.55
43	-11.87	2.79	14.75	85.65	20.82
44	-86.09	143.71	0.00	0.00	-442.58
45	-137.23	-67.43	-17.40	-3.24	27.55
46	-11.87	2.79	-12.23	-76.40	20.82

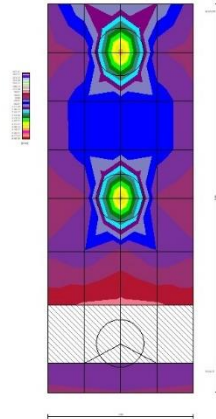


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{xMAX}$  (Combinazione n° 3)

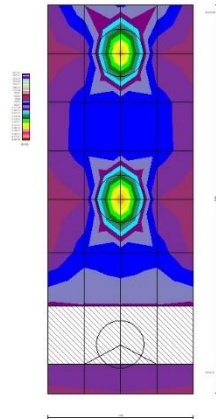


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 1)

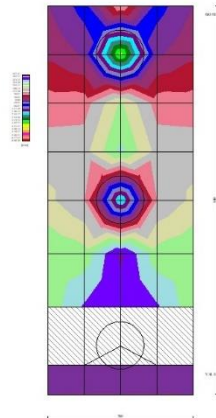


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)

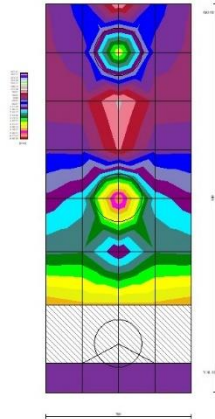


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{y_{MIN}}$  (Combinazione n° 1)

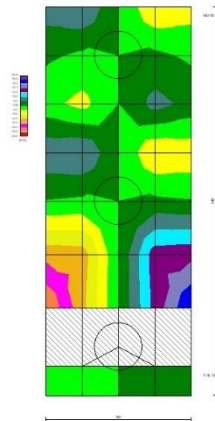


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 3)

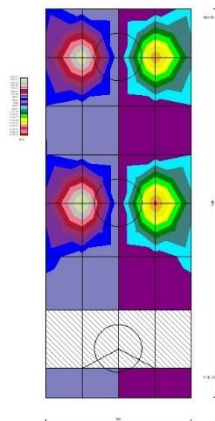


Fig. 13 - Piastra fondazione - Taglio  $T_x$  (Combinazione n° 1)

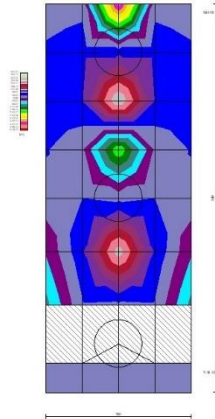


Fig. 14 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{MAX}$  (Combinazione n° 3)

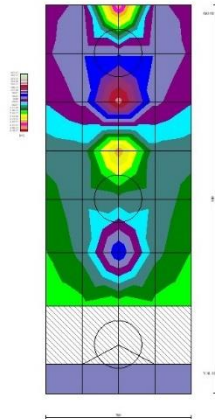


Fig. 15 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{MIN}$  (Combinazione n° 1)

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	520.36	23.33	477.81	206.07	6.20	-5.55
	Peso/Inerzia muro			0.00	434.67/0.00	1.23	-7.18
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1204.04/0.00	3.10	-4.00
	Resistenza pali			-489.83			

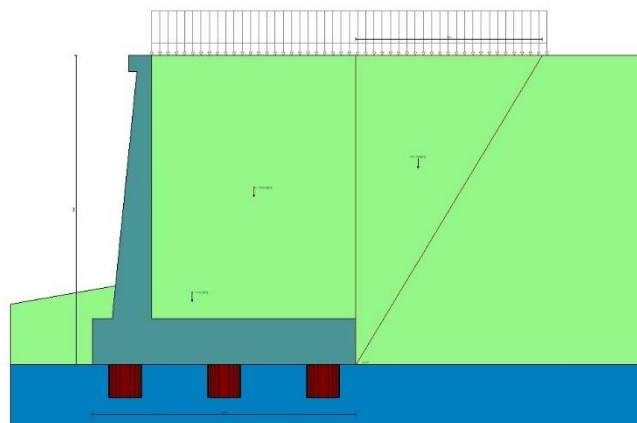


Fig. 19 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

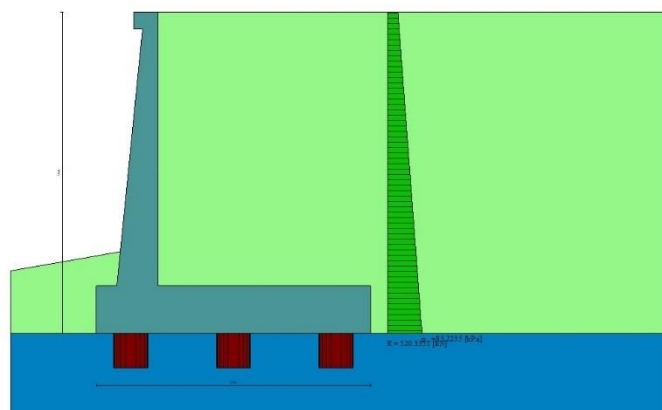


Fig. 20 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]



Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1844.79	477.81	1841.84	8862.49	0.194
2 - GEO (A2-M2-R2)	1765.85	457.60	1762.66	8326.41	0.282
3 - SLER	1737.58	364.37	1401.85	8185.66	0.095
4 - SLEF	1702.03	353.82	1352.28	7997.41	0.095
5 - SLEQ	1595.38	322.17	1203.55	7432.69	0.095

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	1666.91	0.00	-477.77
	2	1844.79	0.00	-477.77
	3	2022.66	0.00	-477.77

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.025					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.896		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	17.55	2.896

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	3.07	3.07	0.00	0.00	0.38	0.38
2	-0.10	4.56	4.98	1.16	2.14	0.30	0.34

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
3	-0.20	6.10	6.94	2.37	4.33	0.39	0.41
4	-0.30	7.68	8.96	3.62	6.58	0.56	0.72
5	-0.40	9.30	11.02	4.91	8.89	0.84	1.25
6	-0.50	10.97	13.13	6.25	11.26	1.23	1.98
7	-0.60	12.68	15.30	7.64	13.69	1.74	2.94
8	-0.70	14.44	17.51	9.06	16.18	2.38	4.11
9	-0.80	16.24	19.77	10.54	18.72	3.15	5.52
10	-0.90	18.08	22.08	12.06	21.32	4.05	7.16
11	-1.00	19.97	24.44	13.62	23.98	5.09	9.04
12	-1.10	21.90	26.85	15.23	26.70	6.27	11.16
13	-1.20	23.88	29.31	16.88	29.48	7.59	13.54
14	-1.30	25.90	31.82	18.58	32.32	9.06	16.17
15	-1.40	27.96	34.38	20.33	35.21	10.69	19.06
16	-1.50	30.07	36.99	22.11	38.16	12.47	22.22
17	-1.60	32.22	39.65	23.95	41.17	14.41	25.65
18	-1.70	34.41	42.35	25.83	44.24	16.52	29.36
19	-1.80	36.65	45.11	27.75	47.37	18.80	33.35
20	-1.90	38.93	47.92	29.72	50.55	21.25	37.63
21	-2.00	41.26	50.78	31.73	53.80	23.88	42.20
22	-2.10	43.63	53.68	33.79	57.10	26.69	47.06
23	-2.20	46.04	56.64	35.89	60.46	29.69	52.24
24	-2.30	48.50	59.65	38.04	63.88	32.87	57.72
25	-2.40	51.00	62.70	40.23	67.36	36.25	63.51
26	-2.50	53.55	65.81	42.47	70.89	39.83	69.63
27	-2.60	56.13	68.96	44.75	74.49	43.61	76.07
28	-2.70	58.77	72.17	47.08	78.14	47.60	82.84
29	-2.80	61.44	75.42	49.45	81.85	51.79	89.95
30	-2.90	64.16	78.72	51.86	85.62	56.20	97.39
31	-3.00	66.93	82.08	54.33	89.45	60.83	105.19
32	-3.10	69.74	85.48	56.83	93.34	65.68	113.33
33	-3.20	72.59	88.93	59.38	97.28	70.76	121.84
34	-3.30	75.48	92.43	61.98	101.28	76.07	130.70
35	-3.40	78.42	95.99	64.62	105.34	81.61	139.93
36	-3.50	81.41	99.59	67.31	109.46	87.39	149.54
37	-3.60	84.43	103.24	70.04	113.64	93.42	159.52
38	-3.70	87.51	106.94	72.81	117.88	99.69	169.89
39	-3.80	90.62	110.69	75.64	122.17	106.21	180.65
40	-3.90	93.78	114.49	78.50	126.52	112.99	191.80
41	-4.00	96.98	118.34	81.41	130.94	120.02	203.35
42	-4.10	100.23	122.24	84.37	135.40	127.32	215.31
43	-4.20	103.52	126.19	87.37	139.93	134.89	227.68
44	-4.30	106.85	130.19	90.41	144.52	142.73	240.46
45	-4.40	110.23	134.24	93.50	149.16	150.84	253.66
46	-4.50	113.65	138.33	96.64	153.87	159.23	267.29
47	-4.60	117.12	142.48	99.82	158.63	167.91	281.35
48	-4.70	120.63	146.68	103.04	163.45	176.87	295.85
49	-4.80	124.18	150.93	106.31	168.32	186.13	310.79
50	-4.90	127.78	155.22	109.63	173.26	195.68	326.18
51	-5.00	131.42	159.57	112.99	178.26	205.53	342.03
52	-5.10	135.10	163.96	116.39	183.31	215.68	358.33
53	-5.20	138.83	168.41	119.84	188.42	226.15	375.09
54	-5.30	142.60	172.90	123.33	193.59	236.92	392.32
55	-5.40	146.42	177.45	126.87	198.82	248.01	410.03
56	-5.50	150.28	182.04	130.46	204.10	259.42	428.22
57	-5.60	154.18	186.69	134.08	209.45	271.16	446.89
58	-5.70	158.13	191.38	137.76	214.85	283.22	466.06
59	-5.80	162.12	196.12	141.48	220.31	295.62	485.71
60	-5.90	166.16	200.92	145.24	225.83	308.35	505.88
61	-6.00	170.24	205.76	149.05	231.41	321.43	526.54
62	-6.10	174.36	210.65	152.90	237.05	334.85	547.72
63	-6.20	178.53	215.59	156.80	242.74	348.61	569.42
64	-6.30	182.74	220.59	160.74	248.50	362.73	591.63
65	-6.40	186.99	225.63	164.73	254.31	377.21	614.38
66	-6.50	191.29	230.72	168.76	260.18	392.05	637.66
67	-6.60	195.63	235.86	172.84	266.11	407.25	661.48
68	-6.70	200.02	241.05	176.96	272.09	422.82	685.84
69	-6.80	204.45	246.29	181.13	278.14	438.77	710.75
70	-6.90	208.92	251.58	185.34	284.24	455.09	736.21
71	-7.00	213.44	256.92	189.60	290.40	471.79	762.24
72	-7.10	218.00	262.30	193.90	296.62	488.88	788.83
73	-7.20	222.61	267.74	198.25	302.90	506.36	815.99
74	-7.30	227.25	273.23	202.64	309.24	524.24	843.73
75	-7.40	231.95	278.77	207.08	315.63	542.51	872.04
76	-7.50	236.68	284.35	211.56	322.09	561.18	900.95
77	-7.60	241.46	289.99	216.08	328.60	580.26	930.44
78	-7.70	246.29	295.68	220.65	335.17	599.74	960.54
79	-7.80	251.16	301.41	225.27	341.80	619.64	991.23
80	-7.90	256.07	307.20	229.93	348.48	639.96	1022.54
81	-8.00	261.02	313.03	234.64	355.23	660.71	1054.45

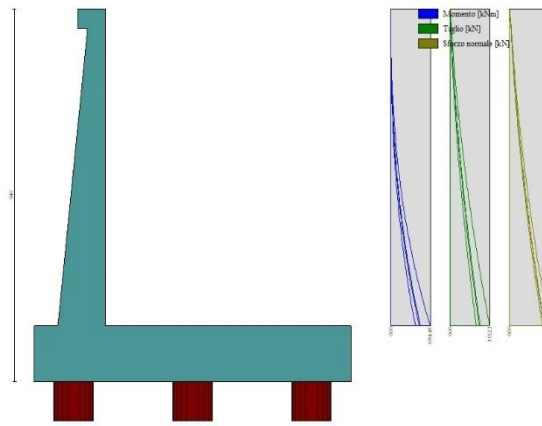


Fig. 21 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.02	0.04	0.04
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.04	0.17	0.17
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.07	0.38	0.38

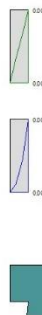


Fig. 22 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05	MAX
	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05	MIN
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39	MAX
	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39	MIN
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39	MAX
	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39	MIN
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05	MAX
	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05	MIN
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32	MAX
	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32	MIN
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32	MAX
	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32	MIN
7	104.59	348.64	-4.79	0.00	41.60	MAX
	-151.67	-505.56	-32.73	0.00	-213.18	MIN
8	78.03	260.09	13.89	0.00	-115.91	MAX
	-159.37	-531.22	-59.54	0.00	-228.48	MIN
9	78.03	260.09	13.89	0.00	-115.91	MAX
	-159.37	-531.22	-59.54	0.00	-228.48	MIN
10	111.98	373.26	0.00	0.00	36.01	MAX

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	-150.81	-502.71	0.00	0.00	-243.05	MIN
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39	MAX
	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39	MIN
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39	MAX
	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39	MIN
13	104.59	348.64	32.73	0.00	41.60	MAX
	-151.67	-505.56	4.79	0.00	-213.18	MIN
14	-46.60	264.07	-24.48	18.23	87.94	MAX
	-78.42	-289.73	-34.98	-20.84	-131.70	MIN
15	10.34	286.88	-18.52	70.93	-45.55	MAX
	-11.01	-283.57	-36.25	15.18	-198.38	MIN
16	14.56	399.85	0.00	0.00	319.52	MAX
	-51.22	-149.11	0.00	0.00	99.35	MIN
17	-46.60	264.07	34.98	20.84	87.94	MAX
	-78.42	-289.73	24.48	-18.23	-131.70	MIN
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05	MAX
	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05	MIN
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05	MAX
	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05	MIN
20	78.03	260.09	59.54	0.00	-115.91	MAX
	-159.37	-531.22	-13.89	0.00	-228.48	MIN
21	10.34	286.88	36.25	-15.18	-45.55	MAX
	-11.01	-283.57	18.52	-70.93	-198.38	MIN
22	5.18	146.39	-1.86	415.84	48.00	MAX
	-1.00	-222.42	-7.08	357.13	-115.38	MIN
23	39.04	209.05	-0.54	115.15	29.06	MAX
	32.67	-160.18	-15.88	98.49	-170.02	MIN
24	-475.20	-261.99	0.00	0.00	34.43	MAX
	-554.07	-647.85	0.00	0.00	-132.82	MIN
25	5.18	146.39	7.08	-357.13	48.00	MAX
	-1.00	-222.42	1.86	-415.84	-115.38	MIN
26	39.04	209.05	15.88	-98.49	29.06	MAX
	32.67	-160.18	0.54	-115.15	-170.02	MIN
27	-68.76	176.79	19.23	14.01	5.44	MAX
	-77.72	-34.27	12.37	12.12	-118.67	MIN
28	-14.22	172.29	17.15	49.92	52.68	MAX
	-16.49	-37.84	3.83	43.69	-129.34	MIN
29	-45.96	305.58	0.00	0.00	-242.90	MAX
	-52.11	102.70	0.00	0.00	-379.16	MIN
30	-68.76	176.79	-12.37	-12.12	5.44	MAX
	-77.72	-34.27	-19.23	-14.01	-118.67	MIN
31	-14.22	172.29	-3.83	-43.69	52.68	MAX
	-16.49	-37.84	-17.15	-49.92	-129.34	MIN
32	-69.77	122.99	-13.14	17.00	94.52	MAX
	-78.40	30.30	-19.13	13.85	10.85	MIN
33	-12.73	120.72	-6.70	52.07	83.54	MAX
	-14.58	27.07	-17.54	46.14	-45.17	MIN
34	-48.71	251.19	0.00	0.00	343.36	MAX
	-56.56	158.09	0.00	0.00	266.24	MIN
35	-69.77	122.99	19.13	-13.85	94.52	MAX
	-78.40	30.30	13.14	-17.00	10.85	MIN
36	-12.73	120.72	17.54	-46.14	83.54	MAX
	-14.58	27.07	6.70	-52.07	-45.17	MIN
37	-1.14	-8.66	-1.96	395.90	83.73	MAX
	-7.98	-32.96	-5.22	362.19	43.08	MIN
38	27.46	37.00	1.89	116.23	57.93	MAX
	23.34	14.92	-3.78	105.12	-8.78	MIN
39	-483.62	-391.46	0.00	0.00	81.84	MAX
	-530.57	-445.09	0.00	0.00	43.09	MIN
40	-1.14	-8.66	5.22	-362.19	83.73	MAX
	-7.98	-32.96	1.96	-395.90	43.08	MIN
41	27.46	37.00	3.78	-105.12	57.93	MAX
	23.34	14.92	-1.89	-116.23	-8.78	MIN
42	-137.23	-67.43	19.45	8.41	27.55	MAX
	-151.92	-75.14	17.40	3.24	7.66	MIN
43	-11.87	2.79	14.75	85.65	20.82	MAX
	-14.04	-0.09	12.23	76.40	-14.10	MIN
44	-86.09	143.71	0.00	0.00	-442.58	MAX
	-97.68	130.85	0.00	0.00	-497.23	MIN
45	-137.23	-67.43	-17.40	-3.24	27.55	MAX
	-151.92	-75.14	-19.45	-8.41	7.66	MIN
46	-11.87	2.79	-12.23	-76.40	20.82	MAX
	-14.04	-0.09	-14.75	-85.65	-14.10	MIN

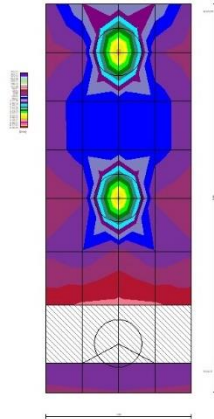


Fig. 23 - Piastra fondazione - Momento  $M_{x_{MAX}}$  (Combinazione n° 3)

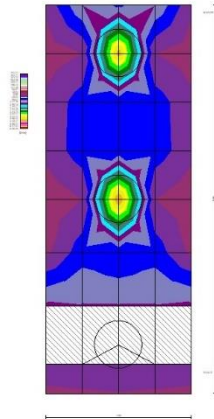


Fig. 24 - Piastra fondazione - Momento  $M_{x_{MIN}}$  (Combinazione n° 1)

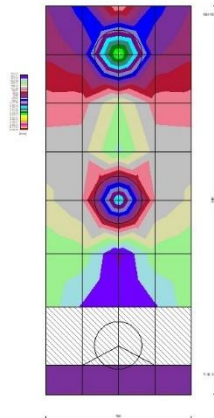


Fig. 25 - Piastra fondazione - Momento  $M_{y_{MAX}}$  (Combinazione n° 3)

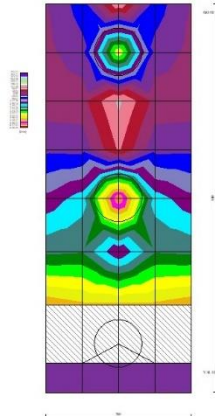


Fig. 26 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

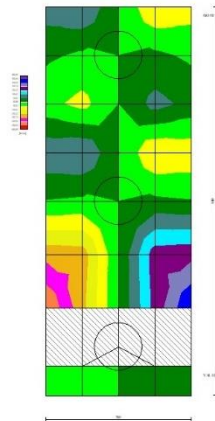


Fig. 27 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 3)

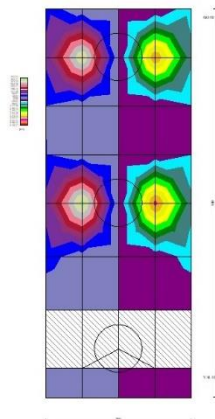


Fig. 28 - Piastra fondazione - Taglio  $T_x$  (Combinazione n° 1)

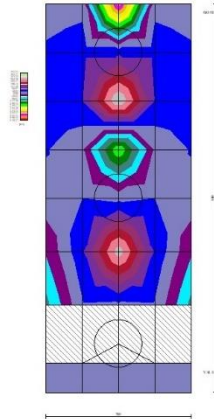


Fig. 29 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)

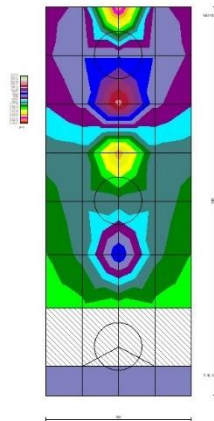


Fig. 30 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

## 10.5.2 Condizione sismica

### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	$R_{ck}$ [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
----	-------	---	---	---------------------	-------------------	------------	-------	---	-----

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	Rck [kPa]	E [kPa]	v	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	$f_{yk}$ [kPa]	$f_{uk}$ [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
1	D1000	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

### Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 3.00 [m]

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	8.00	[m]
Altezza paramento libero	7.00	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.20	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

#### Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]

#### Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	6.20	[m]



Lunghezza totale	8.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.40	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

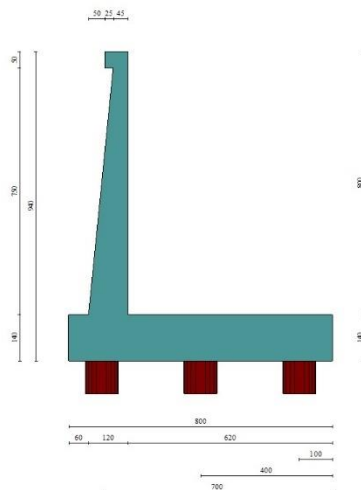


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

*Descrizione pali di fondazione*

**Simbologia adottata**

- n° numero d'ordine della fila
- X ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
- I interasse tra i pali, espressa in [m]
- f franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
- Np Numero di pali della fila
- D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
- L lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
- α inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
- ALL allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	D1000	1.00	3.00	0.50	1	100.00	25.00	0.00	Centrati
2	D1000	4.00	3.00	0.50	1	100.00	25.00	0.00	Centrati
3	D1000	7.00	3.00	0.50	1	100.00	25.00	0.00	Centrati

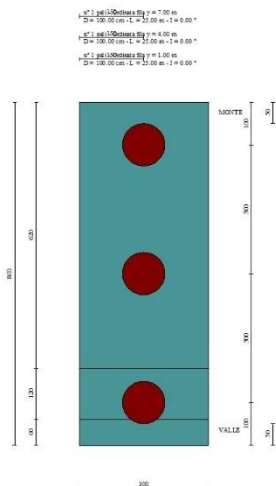


Fig. 2 - Pianta pali

### Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0			(MIN)
				27.000	27.000	0	0			(MED)
3	unità GS	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	9.40	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	100.000	0.500	1.000	---	---
2	25.00	0.000	unità GS	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---
3	3.00	0.000	unità AL- argilla limosa	0.000	0.000	100.000	1.000	0.000	---	---

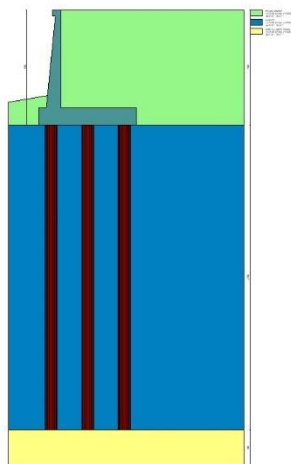


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.  
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>f</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kN]
Q <sub>f</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>f</sub> espressa in [kN]

#### Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

#### Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

### Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

#### Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

#### Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coeff. parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

#### Carichi verticali. Coeff. parziali $\gamma_R$ da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

#### Carichi trasversali. Coeff. parziali $\gamma_R$ da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$   $\zeta_4=1.70$

### Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

### Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

### Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

### Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

### Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.201	0.091

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T2	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

### Opzioni di calcolo

#### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

#### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

#### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

#### Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	20.00 [cm]

#### Opzioni calcolo pali

##### Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev ridotto
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta $\sigma_v$ con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

##### Portanza trasversale

Costante di Winkler: da strato	Criterio rottura palo-terreno
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore $M=3.00$
- Palo infinitamente elastico	Non attivo

##### Cedimenti

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	226.99	23.33	208.43	89.89	6.20	-6.19
	Incremento di spinta sismica		180.30	165.56	71.41	6.20	-4.70
	Peso/Inerzia muro			104.65	434.67/52.32	1.23	-7.18
	Peso/Inerzia terrapieno			245.98	1021.76/122.99	3.10	-4.00
	Resistenza pali			-748.32			
2	Spinta statica	226.99	23.33	208.43	89.89	6.20	-6.19
	Incremento di spinta sismica		138.32	127.01	54.78	6.20	-4.70
	Peso/Inerzia muro			104.65	434.67/-52.32	1.23	-7.18
	Peso/Inerzia terrapieno			245.98	1021.76/-122.99	3.10	-4.00
	Resistenza pali			-748.29			

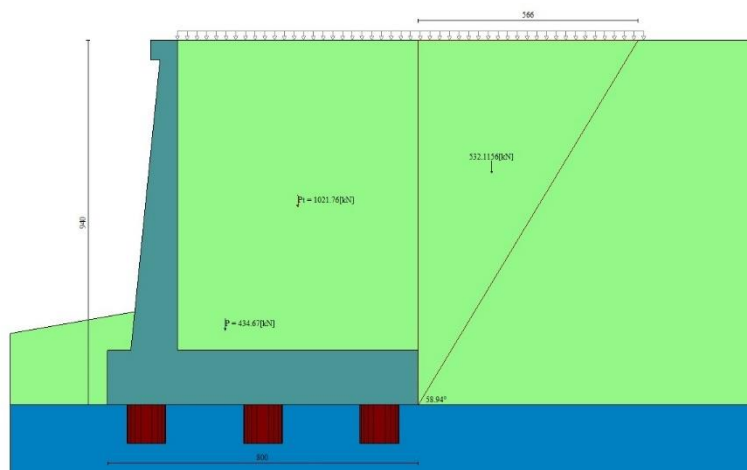


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

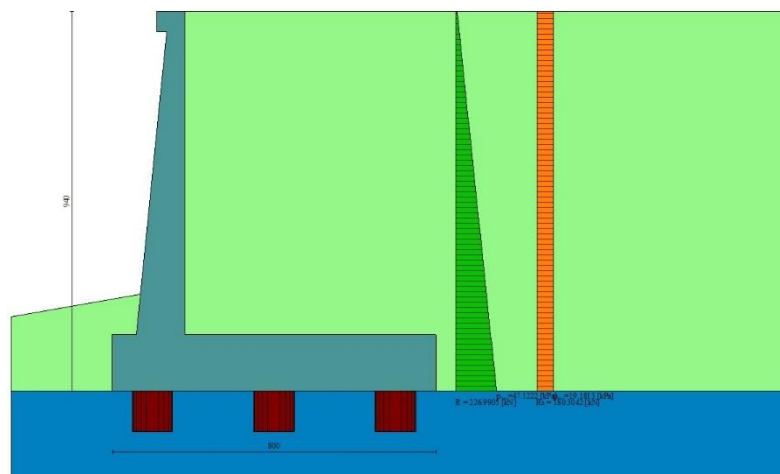


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

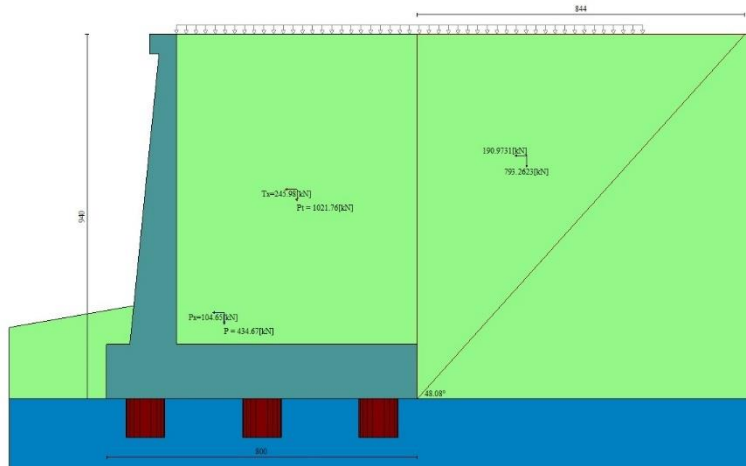


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

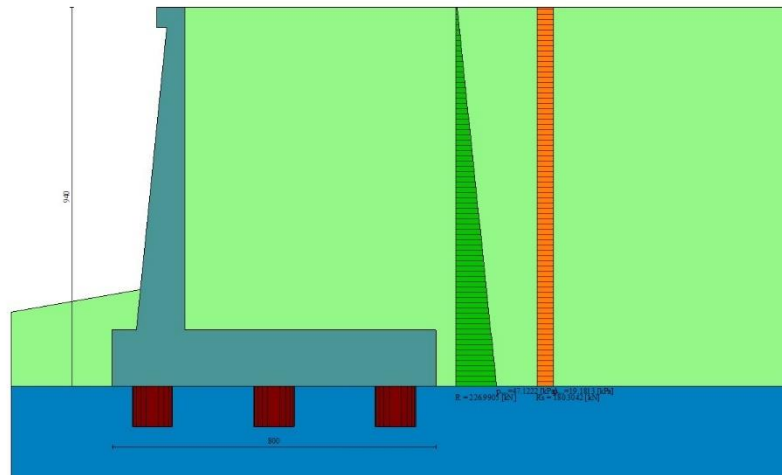


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1793.05	724.62	3007.77	8372.36	1.007
2 - STR (A1-M1-R3)	1425.79	686.07	3587.46	7478.45	1.270
3 - GEO (A2-M2-R2)	1793.05	724.62	3007.77	8372.36	1.007
4 - GEO (A2-M2-R2)	1425.79	686.07	3587.46	7478.45	1.270

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb      Indice/Tipo combinazione  
Ip        Indice palo  
N        Sforzo normale, espresso in [kN]  
M        Momento, espresso in [kNm]  
T        Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	890.59	0.00	-724.59
	2	1793.05	0.00	-724.59
	3	2695.50	0.00	-724.59
2 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	520.77	0.00	-686.03
	2	1425.79	0.00	-686.03
	3	2330.81	0.00	-686.03

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb      Indice/Tipo combinazione  
S        Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)  
FS<sub>SCO</sub>    Coeff. di sicurezza allo scorrimento  
FS<sub>RIB</sub>    Coeff. di sicurezza al ribaltamento  
FS<sub>QLIM</sub>    Coeff. di sicurezza a carico limite  
FS<sub>STAB</sub>    Coeff. di sicurezza a stabilità globale  
FS<sub>HYD</sub>    Coeff. di sicurezza a sifonamento  
FS<sub>SUPL</sub>    Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.033					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.091					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.401		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.420		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic        Indice/Tipo combinazione  
C        Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
R        Raggio, espresso in [m]  
FS        Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	17.55	2.401
4 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	17.55	2.420

## Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N        Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
T        Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M        Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>    Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
M<sub>xy</sub>        Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
T<sub>x</sub>, T<sub>y</sub>    Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

## Paramento

### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.43	0.00	0.43
2	-0.10	5.28	1.94	0.37
3	-0.20	7.17	3.92	0.50
4	-0.30	9.11	5.96	0.80
5	-0.40	11.09	8.05	1.30
6	-0.50	13.12	10.19	1.99
7	-0.60	15.20	12.38	2.87



n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
8	-0.70	17.33	14.62	3.96
9	-0.80	19.50	16.91	5.25
10	-0.90	21.72	19.25	6.76
11	-1.00	23.98	21.64	8.48
12	-1.10	26.29	24.08	10.43
13	-1.20	28.65	26.58	12.60
14	-1.30	31.06	29.12	15.00
15	-1.40	33.51	31.72	17.63
16	-1.50	36.01	34.36	20.51
17	-1.60	38.55	37.06	23.62
18	-1.70	41.15	39.81	26.99
19	-1.80	43.78	42.61	30.61
20	-1.90	46.47	45.45	34.49
21	-2.00	49.20	48.35	38.63
22	-2.10	51.98	51.31	43.04
23	-2.20	54.81	54.31	47.72
24	-2.30	57.68	57.36	52.68
25	-2.40	60.60	60.46	57.92
26	-2.50	63.57	63.62	63.44
27	-2.60	66.58	66.82	69.26
28	-2.70	69.64	70.08	75.37
29	-2.80	72.75	73.38	81.78
30	-2.90	75.90	76.74	88.50
31	-3.00	79.10	80.15	95.52
32	-3.10	82.35	83.61	102.86
33	-3.20	85.64	87.12	110.52
34	-3.30	88.98	90.68	118.50
35	-3.40	92.37	94.29	126.81
36	-3.50	95.81	97.95	135.45
37	-3.60	99.29	101.66	144.43
38	-3.70	102.82	105.42	153.75
39	-3.80	106.39	109.24	163.42
40	-3.90	110.01	113.10	173.44
41	-4.00	113.68	117.02	183.81
42	-4.10	117.40	120.98	194.55
43	-4.20	121.16	125.00	205.65
44	-4.30	124.97	129.07	217.12
45	-4.40	128.82	133.19	228.96
46	-4.50	132.72	137.36	241.18
47	-4.60	136.67	141.58	253.79
48	-4.70	140.67	145.85	266.79
49	-4.80	144.71	150.17	280.17
50	-4.90	148.80	154.54	293.96
51	-5.00	152.94	158.97	308.15
52	-5.10	157.12	163.44	322.74
53	-5.20	161.35	167.96	337.75
54	-5.30	165.62	172.54	353.17
55	-5.40	169.95	177.17	369.02
56	-5.50	174.32	181.84	385.29
57	-5.60	178.73	186.57	401.99
58	-5.70	183.20	191.35	419.12
59	-5.80	187.71	196.18	436.69
60	-5.90	192.26	201.06	454.71
61	-6.00	196.87	205.99	473.18
62	-6.10	201.52	210.97	492.10
63	-6.20	206.22	216.01	511.48
64	-6.30	210.96	221.09	531.32
65	-6.40	215.75	226.22	551.63
66	-6.50	220.59	231.41	572.41
67	-6.60	225.47	236.64	593.67
68	-6.70	230.40	241.93	615.41
69	-6.80	235.38	247.27	637.63
70	-6.90	240.41	252.66	660.35
71	-7.00	245.48	258.09	683.56
72	-7.10	250.60	263.58	707.27
73	-7.20	255.76	269.12	731.49
74	-7.30	260.97	274.72	756.21
75	-7.40	266.23	280.36	781.45
76	-7.50	271.54	286.05	807.21
77	-7.60	276.89	291.79	833.49
78	-7.70	282.29	297.59	860.30
79	-7.80	287.73	303.43	887.64
80	-7.90	293.23	309.33	915.52
81	-8.00	298.77	315.28	943.94

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.52	1.59	0.34
3	-0.20	6.02	3.23	0.45
4	-0.30	7.56	4.93	0.70
5	-0.40	9.14	6.67	1.12
6	-0.50	10.76	8.46	1.69
7	-0.60	12.42	10.31	2.43
8	-0.70	14.12	12.20	3.34
9	-0.80	15.86	14.15	4.43

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
10	-0.90	17.65	16.15	5.70
11	-1.00	19.47	18.19	7.15
12	-1.10	21.34	20.29	8.79
13	-1.20	23.24	22.44	10.63
14	-1.30	25.19	24.64	12.66
15	-1.40	27.18	26.89	14.90
16	-1.50	29.21	29.19	17.35
17	-1.60	31.27	31.55	20.00
18	-1.70	33.39	33.95	22.88
19	-1.80	35.54	36.40	25.98
20	-1.90	37.73	38.91	29.30
21	-2.00	39.96	41.46	32.86
22	-2.10	42.24	44.07	36.65
23	-2.20	44.55	46.73	40.69
24	-2.30	46.91	49.44	44.97
25	-2.40	49.30	52.19	49.50
26	-2.50	51.74	55.00	54.28
27	-2.60	54.22	57.86	59.33
28	-2.70	56.74	60.77	64.64
29	-2.80	59.30	63.74	70.22
30	-2.90	61.90	66.75	76.07
31	-3.00	64.54	69.81	82.20
32	-3.10	67.23	72.93	88.61
33	-3.20	69.95	76.09	95.31
34	-3.30	72.71	79.31	102.30
35	-3.40	75.52	82.57	109.59
36	-3.50	78.37	85.89	117.19
37	-3.60	81.25	89.26	125.09
38	-3.70	84.18	92.68	133.29
39	-3.80	87.15	96.15	141.82
40	-3.90	90.16	99.67	150.67
41	-4.00	93.21	103.24	159.84
42	-4.10	96.30	106.86	169.34
43	-4.20	99.44	110.53	179.17
44	-4.30	102.61	114.25	189.35
45	-4.40	105.82	118.03	199.87
46	-4.50	109.08	121.85	210.73
47	-4.60	112.37	125.73	221.96
48	-4.70	115.71	129.66	233.53
49	-4.80	119.09	133.63	245.47
50	-4.90	122.51	137.66	257.78
51	-5.00	125.97	141.74	270.46
52	-5.10	129.47	145.87	283.52
53	-5.20	133.01	150.05	296.96
54	-5.30	136.59	154.28	310.78
55	-5.40	140.22	158.56	325.00
56	-5.50	143.88	162.90	339.61
57	-5.60	147.58	167.28	354.62
58	-5.70	151.33	171.71	370.03
59	-5.80	155.12	176.20	385.86
60	-5.90	158.95	180.73	402.10
61	-6.00	162.81	185.32	418.75
62	-6.10	166.72	189.96	435.83
63	-6.20	170.67	194.65	453.34
64	-6.30	174.66	199.38	471.29
65	-6.40	178.70	204.17	489.67
66	-6.50	182.77	209.02	508.49
67	-6.60	186.88	213.91	527.76
68	-6.70	191.04	218.85	547.47
69	-6.80	195.23	223.84	567.65
70	-6.90	199.47	228.88	588.29
71	-7.00	203.75	233.98	609.39
72	-7.10	208.07	239.12	630.96
73	-7.20	212.42	244.32	653.01
74	-7.30	216.82	249.57	675.54
75	-7.40	221.27	254.86	698.55
76	-7.50	225.75	260.21	722.05
77	-7.60	230.27	265.61	746.05
78	-7.70	234.83	271.06	770.54
79	-7.80	239.44	276.56	795.53
80	-7.90	244.08	282.11	821.04
81	-8.00	248.77	287.71	847.05

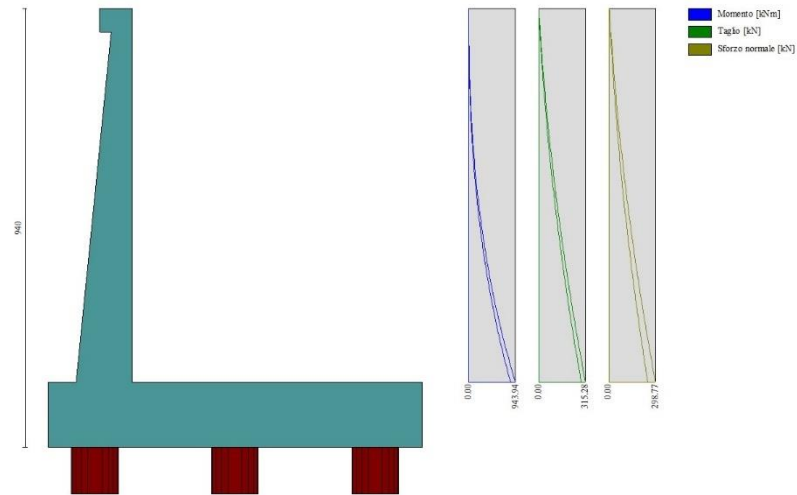


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

*Mensola valle*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.14	0.05
3	-0.53	0.00	2.29	0.19
4	-0.45	0.00	3.43	0.43

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 9 - Mensola valle (Inviluppo)

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32
7	-297.32	-991.08	19.95	0.00	-239.97
8	-288.25	-960.83	73.78	0.00	-126.44
9	-288.25	-960.83	73.78	0.00	-126.44
10	-302.97	-1009.90	0.00	0.00	-289.90
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39
13	-297.32	-991.08	-19.95	0.00	-239.97
14	-99.61	-732.24	-11.11	43.78	-175.71
15	18.93	-739.65	2.74	104.17	-161.68
16	-97.63	-597.87	0.00	0.00	35.88
17	-99.61	-732.24	11.11	-43.78	-175.71
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05
20	-288.25	-960.83	-73.78	0.00	-126.44
21	18.93	-739.65	-2.74	-104.17	-161.68
22	-11.41	-616.64	-7.05	410.70	-189.21
23	23.86	-559.95	-20.01	117.40	-243.05
24	-552.57	-1025.11	0.00	0.00	-210.74
25	-11.41	-616.64	7.05	-410.70	-189.21
26	23.86	-559.95	20.01	-117.40	-243.05
27	-75.90	-337.29	9.84	12.51	-231.12
28	-9.42	-331.54	-4.26	51.28	-266.70
29	-47.44	-202.92	0.00	0.00	-479.16
30	-75.90	-337.29	-9.84	-12.51	-231.12
31	-9.42	-331.54	4.26	-51.28	-266.70
32	-37.39	-115.63	-13.85	6.82	-122.38
33	-11.24	-127.27	-20.03	22.08	-189.26
34	-26.01	-48.36	0.00	0.00	22.73
35	-37.39	-115.63	13.85	-6.82	-122.38
36	-11.24	-127.27	20.03	-22.08	-189.26
37	7.06	-52.56	-6.31	207.29	-37.51
38	18.78	-24.38	-8.79	56.11	-94.79
39	-268.80	-273.36	0.00	0.00	-36.93
40	7.06	-52.56	6.31	-207.29	-37.51
41	18.78	-24.38	8.79	-56.11	-94.79
42	-70.18	-42.75	8.33	-4.88	-25.52
43	-3.67	4.85	3.09	34.47	-55.28
44	-34.27	71.95	0.00	0.00	-294.53
45	-70.18	-42.75	-8.33	4.88	-25.52
46	-3.67	4.85	-3.09	-34.47	-55.28

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32
7	-297.32	-991.08	56.00	0.00	-239.97
8	-288.25	-960.83	161.65	0.00	-126.44
9	-288.25	-960.83	161.65	0.00	-126.44
10	-302.97	-1009.90	0.00	0.00	-289.90
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39
13	-297.32	-991.08	-19.95	0.00	-239.97
14	-99.61	-732.24	8.35	88.17	-175.71
15	43.63	-739.65	29.36	155.28	-161.68
16	-97.63	-597.87	0.00	0.00	35.88
17	-99.61	-732.24	11.11	-43.78	-175.71
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05
20	-288.25	-960.83	-73.78	0.00	-126.44
21	43.63	-739.65	-2.74	-104.17	-161.68
22	-11.41	-616.64	-7.05	410.70	-189.21
23	23.86	-559.95	-20.01	117.40	-243.05
24	-449.59	-1025.11	0.00	0.00	-210.74
25	-11.41	-616.64	12.04	-333.06	-189.21
26	23.86	-559.95	35.61	-96.12	-243.05
27	-56.15	-337.29	9.84	12.51	-231.12
28	-3.36	-331.54	-4.26	51.28	-266.70
29	-31.38	-202.92	0.00	0.00	-479.16
30	-56.15	-337.29	2.50	-7.56	-231.12
31	-3.36	-331.54	22.26	-39.27	-266.70
32	-13.97	-115.63	-13.85	6.82	-122.38
33	-6.35	-127.27	-20.03	22.08	-189.26
34	-4.89	-48.36	0.00	0.00	22.73
35	-13.97	-115.63	17.05	0.52	-122.38

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
36	-6.35	-127.27	29.33	-5.96	-189.26
37	15.66	-52.56	-6.31	207.29	-37.51
38	18.78	-24.38	-8.79	56.11	-94.79
39	-140.50	-205.23	0.00	0.00	-36.93
40	15.66	-52.56	9.08	-115.18	-37.51
41	18.78	-24.38	14.78	-25.79	-94.79
42	-30.04	-28.44	8.33	-4.88	-25.52
43	1.69	7.69	3.09	34.47	-55.28
44	-2.63	71.95	0.00	0.00	-206.80
45	-30.04	-28.44	-2.76	11.85	-25.52
46	1.69	7.69	2.74	-9.20	-55.28

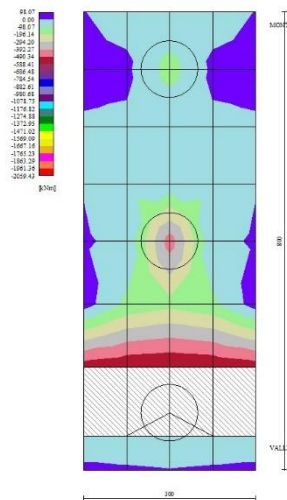


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momenti Mx (Combinazione n° 2)

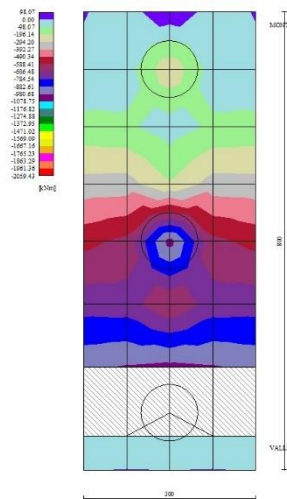


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momenti My<sub>MAX</sub> (Combinazione n° 1)

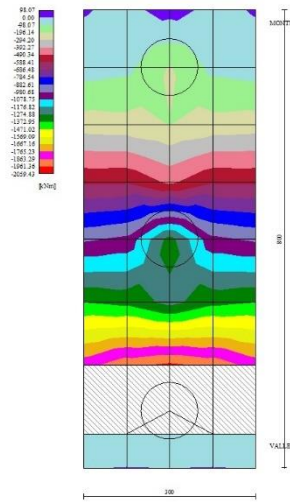


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 2)

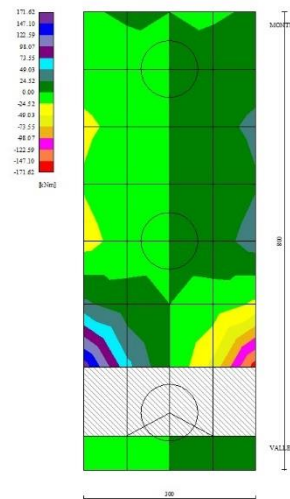


Fig. 13 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 2)

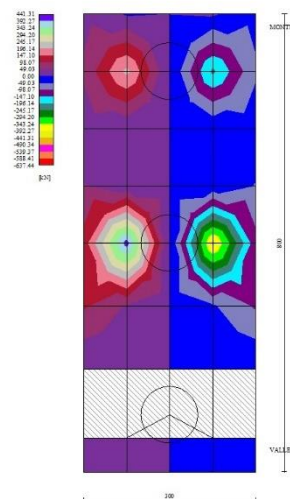


Fig. 14 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

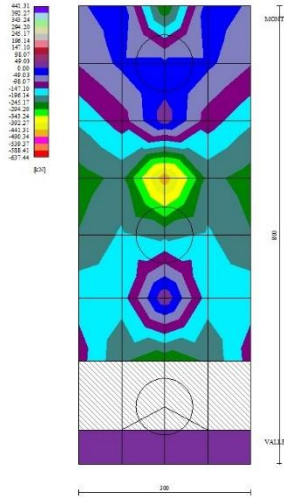


Fig. 15 - Piastra fondazione - Taglio Ty<sub>MAX</sub> (Combinazione n° 1)

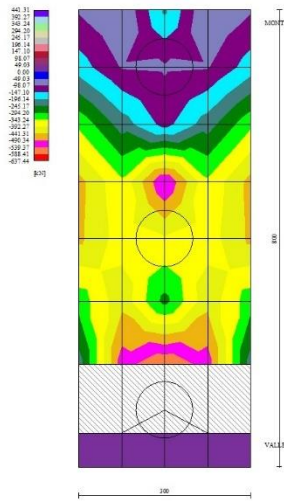


Fig. 16 - Piastra fondazione - Taglio Ty<sub>MIN</sub> (Combinazione n° 2)

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	226.99	23.33	208.43	89.89	6.20	-6.19
	Incremento di spinta sismica		180.30	165.56	71.41	6.20	-4.70
	Peso/Inerzia muro			104.65	434.67/52.32	1.23	-7.18
	Peso/Inerzia terrapieno			245.98	1021.76/122.99	3.10	-4.00
	Resistenza pali			-748.32			

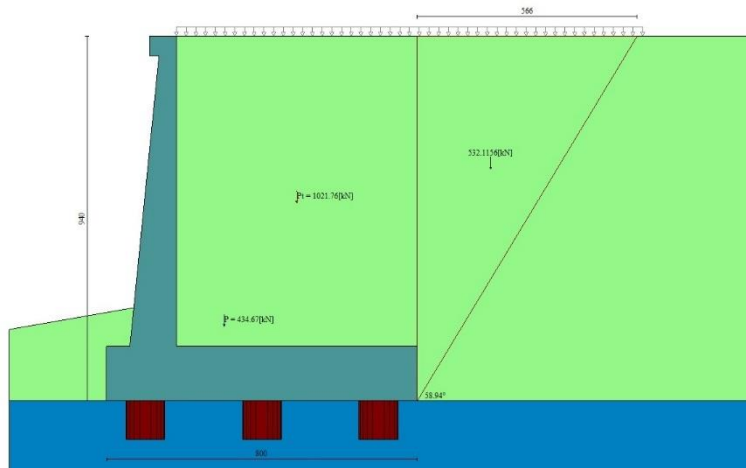


Fig. 20 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

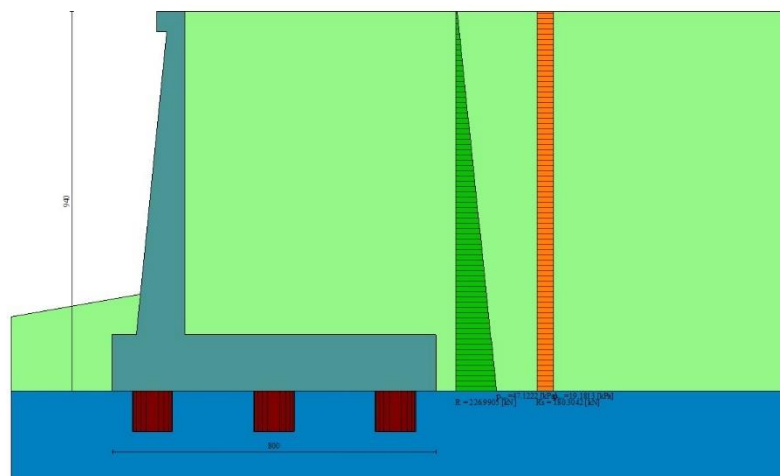


Fig. 21 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)



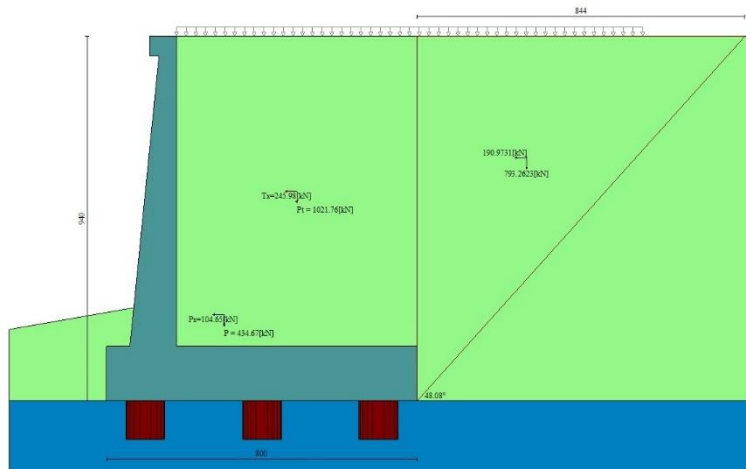


Fig. 22 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

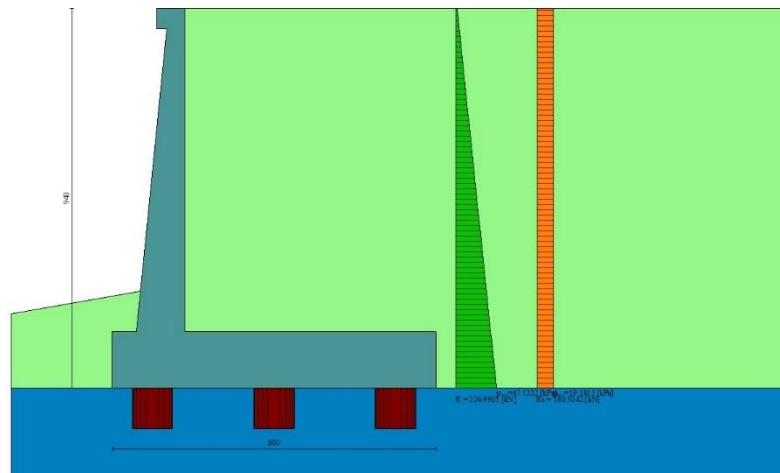


Fig. 23 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1793.05	724.62	3007.77	8372.36	1.007
2 - STR (A1-M1-R3)	1425.79	686.07	3587.46	7478.45	1.270
3 - GEO (A2-M2-R2)	1793.05	724.62	3007.77	8372.36	1.007
4 - GEO (A2-M2-R2)	1425.79	686.07	3587.46	7478.45	1.270

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
I <sub>p</sub>	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]

T Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	890.59	0.00	-724.59
	2	1793.05	0.00	-724.59
	3	2695.50	0.00	-724.59

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

##### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.033					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.091					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.401		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.420		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

##### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	17.55	2.401

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	3.07	3.43	0.00	0.00	0.38	0.43
2	-0.10	4.52	5.28	1.59	1.94	0.34	0.37
3	-0.20	6.02	7.17	3.23	3.92	0.45	0.50
4	-0.30	7.56	9.11	4.93	5.96	0.70	0.80
5	-0.40	9.14	11.09	6.67	8.05	1.12	1.30
6	-0.50	10.76	13.12	8.46	10.19	1.69	1.99
7	-0.60	12.42	15.20	10.31	12.38	2.43	2.87
8	-0.70	14.12	17.33	12.20	14.62	3.34	3.96
9	-0.80	15.86	19.50	14.15	16.91	4.43	5.25
10	-0.90	17.65	21.72	16.15	19.25	5.70	6.76
11	-1.00	19.47	23.98	18.19	21.64	7.15	8.48
12	-1.10	21.34	26.29	20.29	24.08	8.79	10.43
13	-1.20	23.24	28.65	22.44	26.58	10.63	12.60
14	-1.30	25.19	31.06	24.64	29.12	12.66	15.00
15	-1.40	27.18	33.51	26.89	31.72	14.90	17.63
16	-1.50	29.21	36.01	29.19	34.36	17.35	20.51
17	-1.60	31.27	38.55	31.55	37.06	20.00	23.62
18	-1.70	33.39	41.15	33.95	39.81	22.88	26.99

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
19	-1.80	35.54	43.78	36.40	42.61	25.98	30.61
20	-1.90	37.73	46.47	38.91	45.45	29.30	34.49
21	-2.00	39.96	49.20	41.46	48.35	32.86	38.63
22	-2.10	42.24	51.98	44.07	51.31	36.65	43.04
23	-2.20	44.55	54.81	46.73	54.31	40.69	47.72
24	-2.30	46.91	57.68	49.44	57.36	44.97	52.68
25	-2.40	49.30	60.60	52.19	60.46	49.50	57.92
26	-2.50	51.74	63.57	55.00	63.62	54.28	63.44
27	-2.60	54.22	66.58	57.86	66.82	59.33	69.26
28	-2.70	56.74	69.64	60.77	70.08	64.64	75.37
29	-2.80	59.30	72.75	63.74	73.38	70.22	81.78
30	-2.90	61.90	75.90	66.75	76.74	76.07	88.50
31	-3.00	64.54	79.10	69.81	80.15	82.20	95.52
32	-3.10	67.23	82.35	72.93	83.61	88.61	102.86
33	-3.20	69.95	85.64	76.09	87.12	95.31	110.52
34	-3.30	72.71	88.98	79.31	90.68	102.30	118.50
35	-3.40	75.52	92.37	82.57	94.29	109.59	126.81
36	-3.50	78.37	95.81	85.89	97.95	117.19	135.45
37	-3.60	81.25	99.29	89.26	101.66	125.09	144.43
38	-3.70	84.18	102.82	92.68	105.42	133.29	153.75
39	-3.80	87.15	106.39	96.15	109.24	141.82	163.42
40	-3.90	90.16	110.01	99.67	113.10	150.67	173.44
41	-4.00	93.21	113.68	103.24	117.02	159.84	183.81
42	-4.10	96.30	117.40	106.86	120.98	169.34	194.55
43	-4.20	99.44	121.16	110.53	125.00	179.17	205.65
44	-4.30	102.61	124.97	114.25	129.07	189.35	217.12
45	-4.40	105.82	128.82	118.03	133.19	199.87	228.96
46	-4.50	109.08	132.72	121.85	137.36	210.73	241.18
47	-4.60	112.37	136.67	125.73	141.58	221.96	253.79
48	-4.70	115.71	140.67	129.66	145.85	233.53	266.79
49	-4.80	119.09	144.71	133.63	150.17	245.47	280.17
50	-4.90	122.51	148.80	137.66	154.54	257.78	293.96
51	-5.00	125.97	152.94	141.74	158.97	270.46	308.15
52	-5.10	129.47	157.12	145.87	163.44	283.52	322.74
53	-5.20	133.01	161.35	150.05	167.96	296.96	337.75
54	-5.30	136.59	165.62	154.28	172.54	310.78	353.17
55	-5.40	140.22	169.95	158.56	177.17	325.00	369.02
56	-5.50	143.88	174.32	162.90	181.84	339.61	385.29
57	-5.60	147.58	178.73	167.28	186.57	354.62	401.99
58	-5.70	151.33	183.20	171.71	191.35	370.03	419.12
59	-5.80	155.12	187.71	176.20	196.18	385.86	436.69
60	-5.90	158.95	192.26	180.73	201.06	402.10	454.71
61	-6.00	162.81	196.87	185.32	205.99	418.75	473.18
62	-6.10	166.72	201.52	189.96	210.97	435.83	492.10
63	-6.20	170.67	206.22	194.65	216.01	453.34	511.48
64	-6.30	174.66	210.96	199.38	221.09	471.29	531.32
65	-6.40	178.70	215.75	204.17	226.22	489.67	551.63
66	-6.50	182.77	220.59	209.02	231.41	508.49	572.41
67	-6.60	186.88	225.47	213.91	236.64	527.76	593.67
68	-6.70	191.04	230.40	218.85	241.93	547.47	615.41
69	-6.80	195.23	235.38	223.84	247.27	567.65	637.63
70	-6.90	199.47	240.41	228.88	252.66	588.29	660.35
71	-7.00	203.75	245.48	233.98	258.09	609.39	683.56
72	-7.10	208.07	250.60	239.12	263.58	630.96	707.27
73	-7.20	212.42	255.76	244.32	269.12	653.01	731.49
74	-7.30	216.82	260.97	249.57	274.72	675.54	756.21
75	-7.40	221.27	266.23	254.86	280.36	698.55	781.45
76	-7.50	225.75	271.54	260.21	286.05	722.05	807.21
77	-7.60	230.27	276.89	265.61	291.79	746.05	833.49
78	-7.70	234.83	282.29	271.06	297.59	770.54	860.30
79	-7.80	239.44	287.73	276.56	303.43	795.53	887.64
80	-7.90	244.08	293.23	282.11	309.33	821.04	915.52
81	-8.00	248.77	298.77	287.71	315.28	847.05	943.94

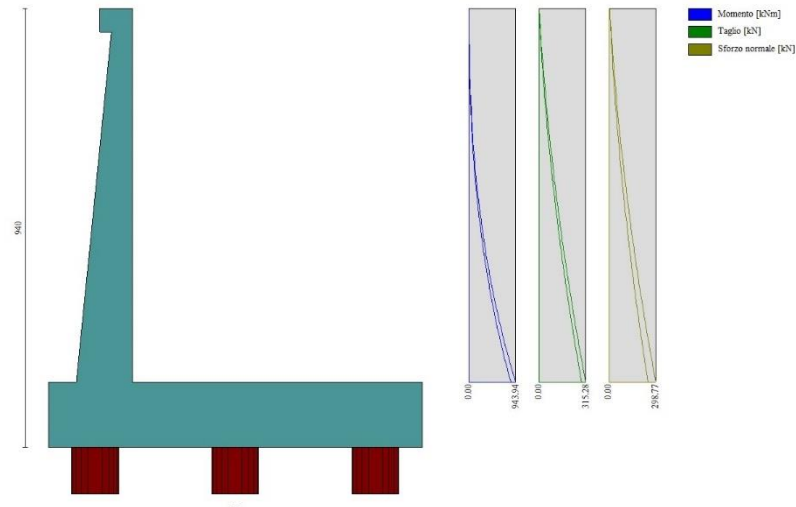


Fig. 24 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.14	0.04	0.05
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.29	0.17	0.19
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.43	0.38	0.43



Fig. 25 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05	MAX
	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05	MIN
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39	MAX
	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39	MIN
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39	MAX
	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39	MIN
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05	MAX
	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05	MIN
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32	MAX
	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32	MIN
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32	MAX
	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32	MIN

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
7	-297.32	-991.08	56.00	0.00	-239.97	MAX
	-581.78	-1939.25	19.95	0.00	-517.67	MIN
8	-288.25	-960.83	161.65	0.00	-126.44	MAX
	-547.12	-1823.72	73.78	0.00	-223.50	MIN
9	-288.25	-960.83	161.65	0.00	-126.44	MAX
	-547.12	-1823.72	73.78	0.00	-223.50	MIN
10	-302.97	-1009.90	0.00	0.00	-289.90	MAX
	-595.70	-1985.65	0.00	0.00	-589.56	MIN
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39	MAX
	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39	MIN
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39	MAX
	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39	MIN
13	-297.32	-991.08	-19.95	0.00	-239.97	MAX
	-581.78	-1939.25	-56.00	0.00	-517.67	MIN
14	-99.61	-732.24	8.35	88.17	-175.71	MAX
	-117.95	-1344.25	-11.11	43.78	-427.49	MIN
15	43.63	-739.65	29.36	155.28	-161.68	MAX
	18.93	-1374.18	2.74	104.17	-314.06	MIN
16	-97.63	-597.87	0.00	0.00	35.88	MAX
	-166.27	-1242.08	0.00	0.00	-279.16	MIN
17	-99.61	-732.24	11.11	-43.78	-175.71	MAX
	-117.95	-1344.25	-8.35	-88.17	-427.49	MIN
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05	MAX
	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05	MIN
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05	MAX
	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05	MIN
20	-288.25	-960.83	-73.78	0.00	-126.44	MAX
	-547.12	-1823.72	-161.65	0.00	-223.50	MIN
21	43.63	-739.65	-2.74	-104.17	-161.68	MAX
	18.93	-1374.18	-29.36	-155.28	-314.06	MIN
22	-11.41	-616.64	-7.05	410.70	-189.21	MAX
	-18.30	-1005.57	-12.04	333.06	-367.34	MIN
23	23.86	-559.95	-20.01	117.40	-243.05	MAX
	7.15	-966.25	-35.61	96.12	-453.63	MIN
24	-449.59	-1025.11	0.00	0.00	-210.74	MAX
	-552.57	-1319.64	0.00	0.00	-388.72	MIN
25	-11.41	-616.64	12.04	-333.06	-189.21	MAX
	-18.30	-1005.57	7.05	-410.70	-367.34	MIN
26	23.86	-559.95	35.61	-96.12	-243.05	MAX
	7.15	-966.25	20.01	-117.40	-453.63	MIN
27	-56.15	-337.29	9.84	12.51	-231.12	MAX
	-75.90	-577.77	-2.50	7.56	-351.86	MIN
28	-3.36	-331.54	-4.26	51.28	-266.70	MAX
	-9.42	-570.76	-22.26	39.27	-459.15	MIN
29	-31.38	-202.92	0.00	0.00	-479.16	MAX
	-47.44	-470.52	0.00	0.00	-544.60	MIN
30	-56.15	-337.29	2.50	-7.56	-231.12	MAX
	-75.90	-577.77	-9.84	-12.51	-351.86	MIN
31	-3.36	-331.54	22.26	-39.27	-266.70	MAX
	-9.42	-570.76	4.26	-51.28	-459.15	MIN
32	-13.97	-115.63	-13.85	6.82	-122.38	MAX
	-37.39	-232.59	-17.05	-0.52	-223.18	MIN
33	-6.35	-127.27	-20.03	22.08	-189.26	MAX
	-11.24	-243.72	-29.33	5.96	-333.39	MIN
34	-4.89	-48.36	0.00	0.00	22.73	MAX
	-26.01	-195.27	0.00	0.00	-129.20	MIN
35	-13.97	-115.63	17.05	0.52	-122.38	MAX
	-37.39	-232.59	13.85	-6.82	-223.18	MIN
36	-6.35	-127.27	29.33	-5.96	-189.26	MAX
	-11.24	-243.72	20.03	-22.08	-333.39	MIN
37	15.66	-52.56	-6.31	207.29	-37.51	MAX
	7.06	-73.73	-9.08	115.18	-95.39	MIN
38	18.78	-24.38	-8.79	56.11	-94.79	MAX
	16.30	-53.91	-14.78	25.79	-172.39	MIN
39	-140.50	-205.23	0.00	0.00	-36.93	MAX
	-268.80	-273.36	0.00	0.00	-92.34	MIN
40	15.66	-52.56	9.08	-115.18	-37.51	MAX
	7.06	-73.73	6.31	-207.29	-95.39	MIN
41	18.78	-24.38	14.78	-25.79	-94.79	MAX
	16.30	-53.91	8.79	-56.11	-172.39	MIN
42	-30.04	-28.44	8.33	-4.88	-25.52	MAX
	-70.18	-42.75	2.76	-11.85	-50.74	MIN
43	1.69	7.69	3.09	34.47	-55.28	MAX
	-3.67	4.85	-2.74	9.20	-93.65	MIN
44	-2.63	71.95	0.00	0.00	-206.80	MAX
	-34.27	36.80	0.00	0.00	-294.53	MIN
45	-30.04	-28.44	-2.76	11.85	-25.52	MAX
	-70.18	-42.75	-8.33	4.88	-50.74	MIN
46	1.69	7.69	2.74	-9.20	-55.28	MAX
	-3.67	4.85	-3.09	-34.47	-93.65	MIN

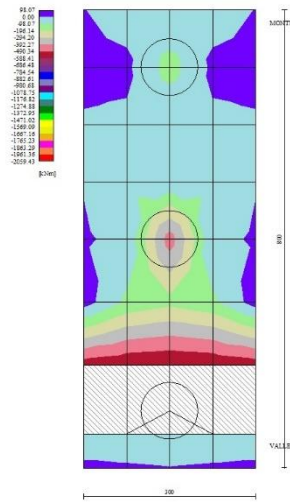


Fig. 26 - Piastra fondazione - Momento  $M_x$  (Combinazione n° 2)

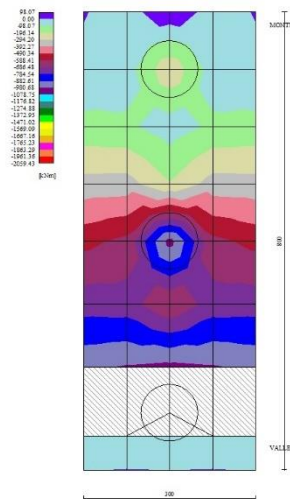


Fig. 27 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 1)

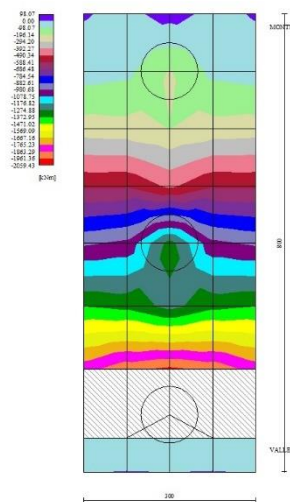


Fig. 28 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 2)

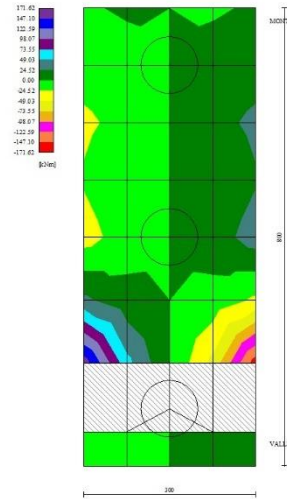


Fig. 29 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 2)

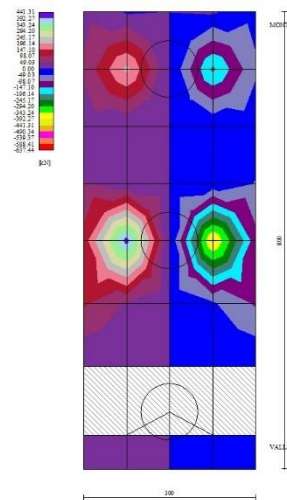


Fig. 30 - Piastra fondazione - Taglio  $T_x$  (Combinazione n° 1)

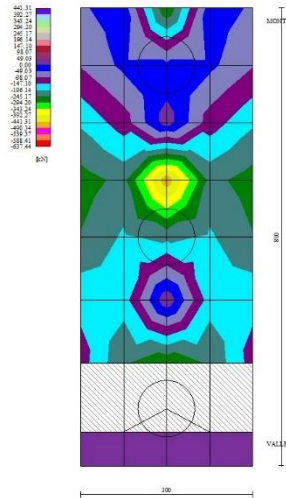


Fig. 31 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMAX}$  (Combinazione n° 1)

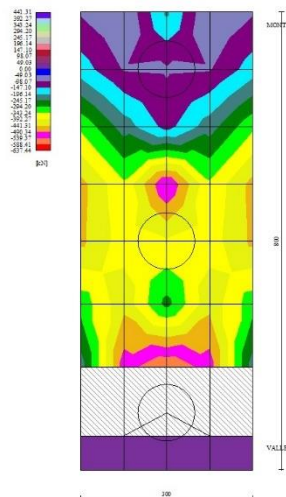


Fig. 32 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMIN}$  (Combinazione n° 2)

### 10.5.3 Condizione eccezionale d'urto

#### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso



### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	$R_{ck}$ [kPa]	E [kPa]	v	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	$f_{yk}$ [kPa]	$f_{uk}$ [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
1	palo D1000	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

### Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 3.00 [m]

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	8.00	[m]
Altezza paramento libero	7.00	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.20	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

#### Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]

**Fondazione**

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	6.20	[m]
Lunghezza totale	8.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.40	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

**Descrizione pali di fondazione**

**Simbologia adottata**

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
α	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	palo D1000	1.00	3.00	0.20	1	100.00	25.00	0.00	Centrati
2	palo D1000	4.00	3.00	0.50	1	100.00	25.00	0.00	Centrati
3	palo D1000	7.00	3.00	0.50	1	100.00	25.00	0.00	Centrati

**Descrizione terreni**

**Parametri di resistenza**

**Simbologia adottata**

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ <sub>s</sub>	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
φ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c <sub>a</sub>	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ <sub>l</sub>	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ <sub>sat</sub> [kN/mc]	φ [°]	δ [°]	c [kPa]	c <sub>a</sub> [kPa]	Cesp	τ <sub>l</sub> [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	Unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0			(MIN)
				27.000	27.000	0	0			(MED)
3	Unità GS	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

**Stratigrafia**

**Simbologia adottata**

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
K <sub>wn</sub> , K <sub>wt</sub>	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
K <sub>w</sub>	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
K <sub>s</sub>	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

K<sub>ststa</sub>, K<sub>stsis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	K <sub>wn</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>wt</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>w</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>s</sub>	Cesp	K <sub>ststa</sub>	K <sub>stsis</sub>
1	9.40	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	25.00	0.000	Unità GS	0.000	0.000	100.000	0.000	0.000	---	---
3	5.00	0.000	Unità AL- argilla limosa	0.000	0.000	70.000	0.000	1.000	---	---

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>f</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kN]
Q <sub>f</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>f</sub> espressa in [kN]

#### Condizione n° 1 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

##### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

#### Condizione n° 2 (URTO) - ECCEZIONALE

##### Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.40; 0.00	41.4200	0.0000	41.4200				

### Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

#### Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_v$	1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coeff. parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.00	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.00	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.00	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.00	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

#### Carichi verticali. Coeff. parziali $\gamma_R$ da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

#### Carichi trasversali. Coeff. parziali $\gamma_R$ da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$   $\zeta_4=1.70$

### Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
URTO	1.00	1.00	Sfavorevole

### Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
URTO	1.00	1.00	Sfavorevole

### Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.252955
Longitudine	12.845236
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.984	0.905
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.202	0.092
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	$F_0$		2.480	2.437
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	$T_c^*$		0.336	0.296
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	$S_s$		B	1.199
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	$S_t$		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.248	12.124
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.248	12.124
Esercizio	1.000	11.073	5.537

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

### Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	20.00 [cm]

Opzioni calcolo pali

*Portanza verticale*

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta $\sigma_v$ con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

*Portanza trasversale*

Costante di Winkler: da stratoCriterio rottura palo-terreno

- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Non attivo

*Cedimenti*

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	350.86	23.33	322.17	138.95	6.20	-5.66
	Peso/Inerzia muro			0.00	434.67/0.00	1.23	-7.18
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1021.76/0.00	3.10	-4.00
	Risultante forze sul muro			41.42	0.00	--	--
	Resistenza pali			-426.71			

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1595.38	363.59	1634.32	7432.69	0.365
2 - GEO (A2-M2-R2)	1595.38	363.59	1634.32	7432.69	0.365

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	1304.99	0.00	-363.56
	2	1595.38	0.00	-363.56
	3	1885.77	0.00	-363.56

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.174					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.656		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	17.55	3.656

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

Mx, My	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
Mxy	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
Tx, Ty	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	3.07	41.42	41.80
2	-0.10	4.56	42.58	45.90
3	-0.20	6.10	43.79	50.10
4	-0.30	7.68	45.04	54.40
5	-0.40	9.30	46.33	58.82
6	-0.50	10.97	47.67	63.36
7	-0.60	12.68	49.06	68.02
8	-0.70	14.44	50.48	72.80
9	-0.80	16.24	51.96	77.71
10	-0.90	18.08	53.48	82.75
11	-1.00	19.97	55.04	87.93
12	-1.10	21.90	56.65	93.25
13	-1.20	23.88	58.30	98.71
14	-1.30	25.90	60.00	104.33
15	-1.40	27.96	61.75	110.09
16	-1.50	30.07	63.53	116.02
17	-1.60	32.22	65.37	122.10
18	-1.70	34.41	67.25	128.35
19	-1.80	36.65	69.17	134.77
20	-1.90	38.93	71.14	141.37
21	-2.00	41.26	73.15	148.14
22	-2.10	43.63	75.21	155.09
23	-2.20	46.04	77.31	162.23
24	-2.30	48.50	79.46	169.56
25	-2.40	51.00	81.65	177.08
26	-2.50	53.55	83.89	184.80
27	-2.60	56.13	86.17	192.72
28	-2.70	58.77	88.50	200.85
29	-2.80	61.44	90.87	209.19
30	-2.90	64.16	93.28	217.74
31	-3.00	66.93	95.75	226.51
32	-3.10	69.74	98.25	235.50
33	-3.20	72.59	100.80	244.72
34	-3.30	75.48	103.40	254.17
35	-3.40	78.42	106.04	263.86
36	-3.50	81.41	108.73	273.78
37	-3.60	84.43	111.46	283.95
38	-3.70	87.51	114.23	294.36
39	-3.80	90.62	117.06	305.03
40	-3.90	93.78	119.92	315.94
41	-4.00	96.98	122.83	327.12
42	-4.10	100.23	125.79	338.56
43	-4.20	103.52	128.79	350.27
44	-4.30	106.85	131.83	362.25
45	-4.40	110.23	134.92	374.51
46	-4.50	113.65	138.06	387.04
47	-4.60	117.12	141.24	399.86
48	-4.70	120.63	144.46	412.97
49	-4.80	124.18	147.73	426.36
50	-4.90	127.78	151.05	440.06
51	-5.00	131.42	154.41	454.05
52	-5.10	135.10	157.81	468.35
53	-5.20	138.83	161.26	482.95
54	-5.30	142.60	164.75	497.87
55	-5.40	146.42	168.29	513.10
56	-5.50	150.28	171.88	528.65
57	-5.60	154.18	175.50	544.53
58	-5.70	158.13	179.18	560.74

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
59	-5.80	162.12	182.90	577.28
60	-5.90	166.16	186.66	594.15
61	-6.00	170.24	190.47	611.37
62	-6.10	174.36	194.32	628.93
63	-6.20	178.53	198.22	646.84
64	-6.30	182.74	202.16	665.10
65	-6.40	186.99	206.15	683.72
66	-6.50	191.29	210.18	702.70
67	-6.60	195.63	214.26	722.04
68	-6.70	200.02	218.38	741.76
69	-6.80	204.45	222.55	761.84
70	-6.90	208.92	226.76	782.31
71	-7.00	213.44	231.02	803.15
72	-7.10	218.00	235.32	824.39
73	-7.20	222.61	239.67	846.01
74	-7.30	227.25	244.06	868.02
75	-7.40	231.95	248.50	890.43
76	-7.50	236.68	252.98	913.25
77	-7.60	241.46	257.50	936.47
78	-7.70	246.29	262.07	960.10
79	-7.80	251.16	266.69	984.14
80	-7.90	256.07	271.35	1008.60
81	-8.00	261.02	276.06	1033.49

*Mensola valle*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32
7	-117.96	-393.20	-4.08	0.00	-147.67
8	-124.64	-415.46	11.53	0.00	-159.86
9	-124.64	-415.46	11.53	0.00	-159.86
10	-117.39	-391.30	0.00	0.00	-173.81
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39
13	-117.96	-393.20	4.08	0.00	-147.67
14	-67.80	-248.01	-20.67	14.37	-85.78
15	7.07	-242.42	-15.07	59.41	-139.71
16	-42.99	-126.28	0.00	0.00	113.84
17	-67.80	-248.01	20.67	-14.37	-85.78
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05
20	-124.64	-415.46	-11.53	0.00	-159.86
21	7.07	-242.42	15.07	-59.41	-139.71
22	-1.94	-211.86	-5.30	360.19	-87.71
23	28.10	-158.09	-12.10	100.43	-129.27
24	-480.90	-580.10	0.00	0.00	-103.23
25	-1.94	-211.86	5.30	-360.19	-87.71
26	28.10	-158.09	12.10	-100.43	-129.27
27	-67.86	-55.41	11.61	11.53	-105.69
28	-12.12	-56.78	4.08	43.98	-109.89
29	-44.10	63.26	0.00	0.00	-330.43
30	-67.86	-55.41	-11.61	-11.53	-105.69
31	-12.12	-56.78	-4.08	-43.98	-109.89
32	-58.08	12.95	-14.68	11.30	-3.16
33	-11.66	8.53	-14.03	37.64	-46.70
34	-39.86	113.01	0.00	0.00	197.71
35	-58.08	12.95	14.68	-11.30	-3.16
36	-11.66	8.53	14.03	-37.64	-46.70
37	-0.53	-28.76	-4.24	309.06	28.47
38	21.81	8.93	-3.36	88.14	-13.67
39	-409.85	-351.24	0.00	0.00	28.26
40	-0.53	-28.76	4.24	-309.06	28.47
41	21.81	8.93	3.36	-88.14	-13.67
42	-114.19	-59.01	14.27	2.09	3.41



In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
43	-9.14	2.37	9.33	61.97	-14.73
44	-68.20	110.63	0.00	0.00	-391.84
45	-114.19	-59.01	-14.27	-2.09	3.41
46	-9.14	2.37	-9.33	-61.97	-14.73

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	350.86	23.33	322.17	138.95	6.20	-5.66
	Peso/Inerzia muro			0.00	434.67/0.00	1.23	-7.18
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1021.76/0.00	3.10	-4.00
	Risultante forze sul muro			41.42	0.00	--	--
	Resistenza pali			-426.71			

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1595.38	363.59	1634.32	7432.69	0.365
2 - GEO (A2-M2-R2)	1595.38	363.59	1634.32	7432.69	0.365

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	1304.99	0.00	-363.56
	2	1595.38	0.00	-363.56
	3	1885.77	0.00	-363.56

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.174					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.656		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	17.55	3.656

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	3.07	3.07	41.42	41.42	41.80	41.80
2	-0.10	4.56	4.56	42.58	42.58	45.90	45.90
3	-0.20	6.10	6.10	43.79	43.79	50.10	50.10
4	-0.30	7.68	7.68	45.04	45.04	54.40	54.40
5	-0.40	9.30	9.30	46.33	46.33	58.82	58.82
6	-0.50	10.97	10.97	47.67	47.67	63.36	63.36
7	-0.60	12.68	12.68	49.06	49.06	68.02	68.02
8	-0.70	14.44	14.44	50.48	50.48	72.80	72.80
9	-0.80	16.24	16.24	51.96	51.96	77.71	77.71
10	-0.90	18.08	18.08	53.48	53.48	82.75	82.75
11	-1.00	19.97	19.97	55.04	55.04	87.93	87.93
12	-1.10	21.90	21.90	56.65	56.65	93.25	93.25
13	-1.20	23.88	23.88	58.30	58.30	98.71	98.71
14	-1.30	25.90	25.90	60.00	60.00	104.33	104.33
15	-1.40	27.96	27.96	61.75	61.75	110.09	110.09
16	-1.50	30.07	30.07	63.53	63.53	116.02	116.02
17	-1.60	32.22	32.22	65.37	65.37	122.10	122.10
18	-1.70	34.41	34.41	67.25	67.25	128.35	128.35
19	-1.80	36.65	36.65	69.17	69.17	134.77	134.77
20	-1.90	38.93	38.93	71.14	71.14	141.37	141.37
21	-2.00	41.26	41.26	73.15	73.15	148.14	148.14
22	-2.10	43.63	43.63	75.21	75.21	155.09	155.09
23	-2.20	46.04	46.04	77.31	77.31	162.23	162.23
24	-2.30	48.50	48.50	79.46	79.46	169.56	169.56
25	-2.40	51.00	51.00	81.65	81.65	177.08	177.08
26	-2.50	53.55	53.55	83.89	83.89	184.80	184.80
27	-2.60	56.13	56.13	86.17	86.17	192.72	192.72
28	-2.70	58.77	58.77	88.50	88.50	200.85	200.85
29	-2.80	61.44	61.44	90.87	90.87	209.19	209.19
30	-2.90	64.16	64.16	93.28	93.28	217.74	217.74
31	-3.00	66.93	66.93	95.75	95.75	226.51	226.51
32	-3.10	69.74	69.74	98.25	98.25	235.50	235.50
33	-3.20	72.59	72.59	100.80	100.80	244.72	244.72
34	-3.30	75.48	75.48	103.40	103.40	254.17	254.17
35	-3.40	78.42	78.42	106.04	106.04	263.86	263.86
36	-3.50	81.41	81.41	108.73	108.73	273.78	273.78
37	-3.60	84.43	84.43	111.46	111.46	283.95	283.95
38	-3.70	87.51	87.51	114.23	114.23	294.36	294.36
39	-3.80	90.62	90.62	117.06	117.06	305.03	305.03
40	-3.90	93.78	93.78	119.92	119.92	315.94	315.94
41	-4.00	96.98	96.98	122.83	122.83	327.12	327.12
42	-4.10	100.23	100.23	125.79	125.79	338.56	338.56
43	-4.20	103.52	103.52	128.79	128.79	350.27	350.27
44	-4.30	106.85	106.85	131.83	131.83	362.25	362.25
45	-4.40	110.23	110.23	134.92	134.92	374.51	374.51
46	-4.50	113.65	113.65	138.06	138.06	387.04	387.04
47	-4.60	117.12	117.12	141.24	141.24	399.86	399.86
48	-4.70	120.63	120.63	144.46	144.46	412.97	412.97
49	-4.80	124.18	124.18	147.73	147.73	426.36	426.36
50	-4.90	127.78	127.78	151.05	151.05	440.06	440.06
51	-5.00	131.42	131.42	154.41	154.41	454.05	454.05
52	-5.10	135.10	135.10	157.81	157.81	468.35	468.35
53	-5.20	138.83	138.83	161.26	161.26	482.95	482.95
54	-5.30	142.60	142.60	164.75	164.75	497.87	497.87
55	-5.40	146.42	146.42	168.29	168.29	513.10	513.10
56	-5.50	150.28	150.28	171.88	171.88	528.65	528.65
57	-5.60	154.18	154.18	175.50	175.50	544.53	544.53
58	-5.70	158.13	158.13	179.18	179.18	560.74	560.74
59	-5.80	162.12	162.12	182.90	182.90	577.28	577.28
60	-5.90	166.16	166.16	186.66	186.66	594.15	594.15

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
61	-6.00	170.24	170.24	190.47	190.47	611.37	611.37
62	-6.10	174.36	174.36	194.32	194.32	628.93	628.93
63	-6.20	178.53	178.53	198.22	198.22	646.84	646.84
64	-6.30	182.74	182.74	202.16	202.16	665.10	665.10
65	-6.40	186.99	186.99	206.15	206.15	683.72	683.72
66	-6.50	191.29	191.29	210.18	210.18	702.70	702.70
67	-6.60	195.63	195.63	214.26	214.26	722.04	722.04
68	-6.70	200.02	200.02	218.38	218.38	741.76	741.76
69	-6.80	204.45	204.45	222.55	222.55	761.84	761.84
70	-6.90	208.92	208.92	226.76	226.76	782.31	782.31
71	-7.00	213.44	213.44	231.02	231.02	803.15	803.15
72	-7.10	218.00	218.00	235.32	235.32	824.39	824.39
73	-7.20	222.61	222.61	239.67	239.67	846.01	846.01
74	-7.30	227.25	227.25	244.06	244.06	868.02	868.02
75	-7.40	231.95	231.95	248.50	248.50	890.43	890.43
76	-7.50	236.68	236.68	252.98	252.98	913.25	913.25
77	-7.60	241.46	241.46	257.50	257.50	936.47	936.47
78	-7.70	246.29	246.29	262.07	262.07	960.10	960.10
79	-7.80	251.16	251.16	266.69	266.69	984.14	984.14
80	-7.90	256.07	256.07	271.35	271.35	1008.60	1008.60
81	-8.00	261.02	261.02	276.06	276.06	1033.49	1033.49

*Mensola valle*

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.02	0.04	0.04
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.04	0.17	0.17
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.07	0.38	0.38

*Piastra fondazione*

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05	MAX
	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05	MIN
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39	MAX
	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39	MIN
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39	MAX
	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39	MIN
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05	MAX
	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05	MIN
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32	MAX
	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32	MIN
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32	MAX
	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32	MIN
7	-117.96	-393.20	-4.08	0.00	-147.67	MAX
	-117.96	-393.20	-4.08	0.00	-147.67	MIN
8	-124.64	-415.46	11.53	0.00	-159.86	MAX
	-124.64	-415.46	11.53	0.00	-159.86	MIN
9	-124.64	-415.46	11.53	0.00	-159.86	MAX
	-124.64	-415.46	11.53	0.00	-159.86	MIN
10	-117.39	-391.30	0.00	0.00	-173.81	MAX
	-117.39	-391.30	0.00	0.00	-173.81	MIN
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39	MAX
	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39	MIN
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39	MAX
	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39	MIN
13	-117.96	-393.20	4.08	0.00	-147.67	MAX
	-117.96	-393.20	4.08	0.00	-147.67	MIN
14	-67.80	-248.01	-20.67	14.37	-85.78	MAX
	-67.80	-248.01	-20.67	14.37	-85.78	MIN
15	7.07	-242.42	-15.07	59.41	-139.71	MAX
	7.07	-242.42	-15.07	59.41	-139.71	MIN
16	-42.99	-126.28	0.00	0.00	113.84	MAX
	-42.99	-126.28	0.00	0.00	113.84	MIN
17	-67.80	-248.01	20.67	-14.37	-85.78	MAX
	-67.80	-248.01	20.67	-14.37	-85.78	MIN
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05	MAX
	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05	MIN
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05	MAX
	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05	MIN
20	-124.64	-415.46	-11.53	0.00	-159.86	MAX
	-124.64	-415.46	-11.53	0.00	-159.86	MIN
21	7.07	-242.42	15.07	-59.41	-139.71	MAX
	7.07	-242.42	15.07	-59.41	-139.71	MIN
22	-1.94	-211.86	-5.30	360.19	-87.71	MAX
	-1.94	-211.86	-5.30	360.19	-87.71	MIN
23	28.10	-158.09	-12.10	100.43	-129.27	MAX
	28.10	-158.09	-12.10	100.43	-129.27	MIN
24	-480.90	-580.10	0.00	0.00	-103.23	MAX
	-480.90	-580.10	0.00	0.00	-103.23	MIN
25	-1.94	-211.86	5.30	-360.19	-87.71	MAX
	-1.94	-211.86	5.30	-360.19	-87.71	MIN

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
26	28.10	-158.09	12.10	-100.43	-129.27	MAX
	28.10	-158.09	12.10	-100.43	-129.27	MIN
27	-67.86	-55.41	11.61	11.53	-105.69	MAX
	-67.86	-55.41	11.61	11.53	-105.69	MIN
28	-12.12	-56.78	4.08	43.98	-109.89	MAX
	-12.12	-56.78	4.08	43.98	-109.89	MIN
29	-44.10	63.26	0.00	0.00	-330.43	MAX
	-44.10	63.26	0.00	0.00	-330.43	MIN
30	-67.86	-55.41	-11.61	-11.53	-105.69	MAX
	-67.86	-55.41	-11.61	-11.53	-105.69	MIN
31	-12.12	-56.78	-4.08	-43.98	-109.89	MAX
	-12.12	-56.78	-4.08	-43.98	-109.89	MIN
32	-58.08	12.95	-14.68	11.30	-3.16	MAX
	-58.08	12.95	-14.68	11.30	-3.16	MIN
33	-11.66	8.53	-14.03	37.64	-46.70	MAX
	-11.66	8.53	-14.03	37.64	-46.70	MIN
34	-39.86	113.01	0.00	0.00	197.71	MAX
	-39.86	113.01	0.00	0.00	197.71	MIN
35	-58.08	12.95	14.68	-11.30	-3.16	MAX
	-58.08	12.95	14.68	-11.30	-3.16	MIN
36	-11.66	8.53	14.03	-37.64	-46.70	MAX
	-11.66	8.53	14.03	-37.64	-46.70	MIN
37	-0.53	-28.76	-4.24	309.06	28.47	MAX
	-0.53	-28.76	-4.24	309.06	28.47	MIN
38	21.81	8.93	-3.36	88.14	-13.67	MAX
	21.81	8.93	-3.36	88.14	-13.67	MIN
39	-409.85	-351.24	0.00	0.00	28.26	MAX
	-409.85	-351.24	0.00	0.00	28.26	MIN
40	-0.53	-28.76	4.24	-309.06	28.47	MAX
	-0.53	-28.76	4.24	-309.06	28.47	MIN
41	21.81	8.93	3.36	-88.14	-13.67	MAX
	21.81	8.93	3.36	-88.14	-13.67	MIN
42	-114.19	-59.01	14.27	2.09	3.41	MAX
	-114.19	-59.01	14.27	2.09	3.41	MIN
43	-9.14	2.37	9.33	61.97	-14.73	MAX
	-9.14	2.37	9.33	61.97	-14.73	MIN
44	-68.20	110.63	0.00	0.00	-391.84	MAX
	-68.20	110.63	0.00	0.00	-391.84	MIN
45	-114.19	-59.01	-14.27	-2.09	3.41	MAX
	-114.19	-59.01	-14.27	-2.09	3.41	MIN
46	-9.14	2.37	-9.33	-61.97	-14.73	MAX
	-9.14	2.37	-9.33	-61.97	-14.73	MIN

## 10.6 MURO TIPOLOGICO H1

### 10.6.1 Condizione statica

#### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	$f_{yk}$	$f_{uk}$
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, PI	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	palo D1000	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	0.00	0.000
2	20.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

### Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 3.00 [m]

#### Paramento

Materiale C32/40  
 Altezza paramento 9.00 [m]  
 Altezza paramento libero 8.00 [m]  
 Spessore in sommità 0.40 [m]  
 Spessore all'attacco con la fondazione 1.30 [m]  
 Inclinazione paramento esterno 5.70 [°]  
 Inclinazione paramento interno 0.00 [°]

#### Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro 0.00 [m]  
 Lunghezza 0.30 [m]  
 Spessore all'estremità libera 0.50 [m]  
 Spessore all'incastro 0.50 [m]

#### Fondazione

Materiale C32/40  
 Lunghezza mensola di valle 0.60 [m]  
 Lunghezza mensola di monte 6.10 [m]  
 Lunghezza totale 8.00 [m]  
 Inclinazione piano di posa 0.00 [°]  
 Spessore 1.40 [m]  
 Spessore magrone 0.00 [m]

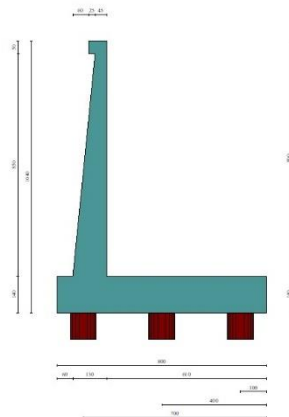


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
$\alpha$	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	palo D1000	1.00	3.00	0.20	1	100.00	30.00	0.00	Centrati
2	palo D1000	4.00	3.00	0.50	1	100.00	30.00	0.00	Centrati
3	palo D1000	7.00	3.00	0.50	1	100.00	30.00	0.00	Centrati

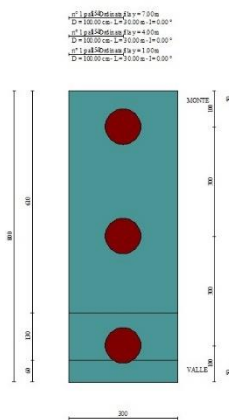


Fig. 2 - Pianta pali

### Descrizione terreni

#### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]

Ca Adesione terra-muro espressa in [kPa]  
 Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix  
 Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)  
 τl Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ <sub>sat</sub> [kN/mc]	φ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τl [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0			(MIN)
				27.000	27.000	0	0			(MED)
3	unità GS	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n° Indice dello strato  
 H Spessore dello strato espresso in [m]  
 α Inclinazione espressa in [°]  
 Terreno Terreno dello strato  
 Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 Per calcolo pali (solo se presenti)  
 Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 Ks Coefficiente di spinta  
 Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')  
 Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	10.40	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	25.00	0.000	unità GS	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità AL- argilla limosa	0.000	0.000	100.000	0.500	1.000	---	---

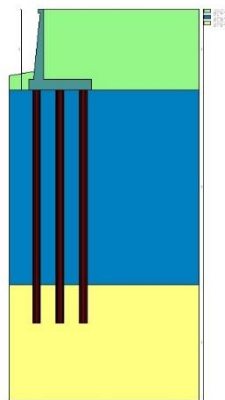


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.  
 Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
 Momento positivo senso antiorario.  
 X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]  
 F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]  
 F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]  
 M Momento espresso in [kNm]  
 X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
 X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
 Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]  
 Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kN]

#### Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$



Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$   $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.50	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.30	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.15	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	0.75	Sfavorevole

#### Combinazione n° 5 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

#### Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti

Vita di riferimento

100 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]		1.968	0.896
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]		0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

### Opzioni di calcolo

#### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

#### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

#### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

#### Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	20.00 [cm]

#### Opzioni calcolo pali

##### Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta $\sigma_v$ con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

##### Portanza trasversale

Costante di Winkler: da stratoCriterio rottura palo-terreno	
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Non attivo

##### Cedimenti

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	626.06	23.33	574.87	247.94	6.10	-6.14
	Peso/Inerzia muro			0.00	465.27/0.00	1.05	-7.86
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1306.62/0.00	3.05	-4.50
	Resistenza pali			-643.18			
3	Spinta statica	477.76	23.33	438.70	189.21	6.10	-6.15
	Peso/Inerzia muro			0.00	465.27/0.00	1.05	-7.86
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1249.28/0.00	3.05	-4.50
	Resistenza pali			-836.21			
4	Spinta statica	465.09	23.33	427.06	184.19	6.10	-6.17
	Peso/Inerzia muro			0.00	465.27/0.00	1.05	-7.86
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1218.78/0.00	3.05	-4.50
	Resistenza pali			-836.21			
5	Spinta statica	427.59	23.33	392.63	169.34	6.10	-6.26
	Peso/Inerzia muro			0.00	465.27/0.00	1.05	-7.86
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1127.28/0.00	3.05	-4.50
	Resistenza pali			-836.26			

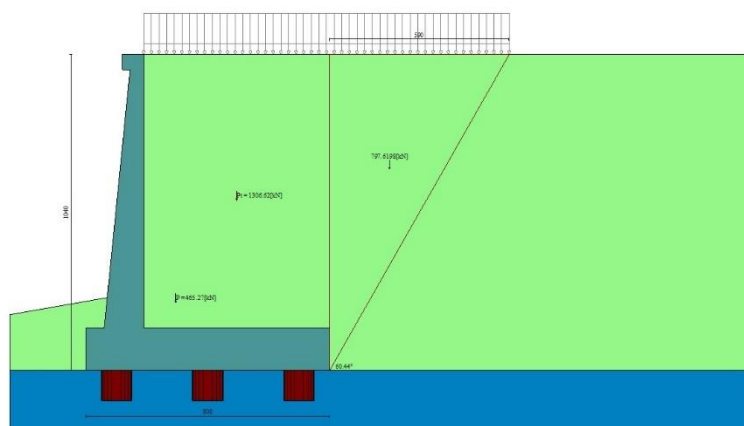


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

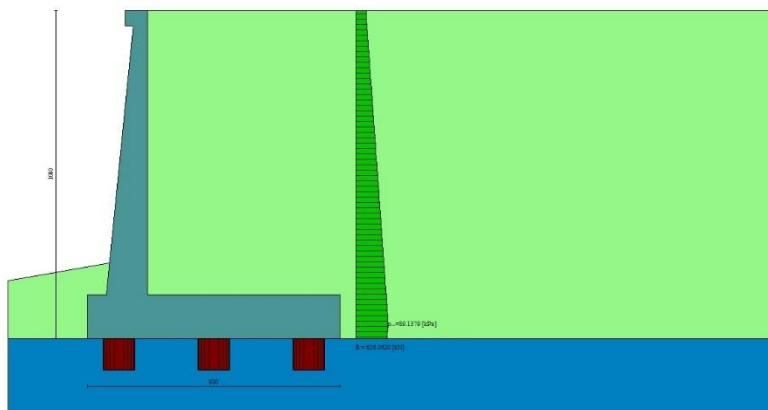


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	2019.83	574.87	2449.92	9819.77	0.350
2 - GEO (A2-M2-R2)	1929.39	544.16	2333.33	9188.67	0.446
3 - SLER	1903.76	438.70	1866.25	9066.30	0.217
4 - SLEF	1868.24	427.06	1805.58	8875.21	0.215
5 - SLEQ	1761.89	392.63	1623.62	8303.66	0.208

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	1666.79	0.00	-574.76
	2	2019.83	0.00	-574.87
	3	2372.87	0.00	-574.87
3 - SLER	1	1697.86	0.00	-438.61
	2	1903.76	0.00	-438.70
	3	2109.66	0.00	-438.70
4 - SLEF	1	1668.15	0.00	-426.95
	2	1868.24	0.00	-427.07
	3	2068.33	0.00	-427.07
5 - SLEQ	1	1579.61	0.00	-392.60
	2	1761.89	0.00	-392.60
	3	1944.17	0.00	-392.60

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.119					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.694		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	18.30	2.694

### Cedimenti pali

#### Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
Ip	Indice palo
w	Cedimento, espresso in [cm]

Ic	Ip	w [cm]
3	1	0.3171
	2	0.3555
	3	0.3940
4	1	0.3115
	2	0.3489
	3	0.3863
5	1	0.2950
	2	0.3290
	3	0.3631

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

Mx, My	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
Mxy	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
Tx, Ty	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### *Paramento*

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	5.05	2.30	0.29
3	-0.20	7.09	4.67	0.41
4	-0.30	9.17	7.09	0.75
5	-0.40	11.31	9.56	1.32
6	-0.50	13.49	12.10	2.11
7	-0.60	15.73	14.69	3.14
8	-0.70	18.01	17.35	4.40
9	-0.80	20.35	20.06	5.92
10	-0.90	22.73	22.83	7.68
11	-1.00	25.16	25.66	9.70
12	-1.10	27.64	28.54	11.97
13	-1.20	30.18	31.49	14.52
14	-1.30	32.76	34.49	17.34
15	-1.40	35.39	37.55	20.43
16	-1.50	38.07	40.67	23.81
17	-1.60	40.80	43.85	27.47
18	-1.70	43.58	47.09	31.43
19	-1.80	46.41	50.38	35.68
20	-1.90	49.29	53.73	40.24
21	-2.00	52.22	57.15	45.11
22	-2.10	55.20	60.62	50.29
23	-2.20	58.23	64.14	55.79
24	-2.30	61.31	67.73	61.62
25	-2.40	64.43	71.38	67.78
26	-2.50	67.61	75.08	74.27
27	-2.60	70.84	78.84	81.11
28	-2.70	74.11	82.66	88.29
29	-2.80	77.44	86.54	95.82
30	-2.90	80.82	90.47	103.71
31	-3.00	84.24	94.47	111.96
32	-3.10	87.72	98.52	120.58
33	-3.20	91.24	102.63	129.57
34	-3.30	94.82	106.80	138.95
35	-3.40	98.44	111.03	148.70
36	-3.50	102.11	115.32	158.84
37	-3.60	105.84	119.66	169.38
38	-3.70	109.61	124.07	180.32
39	-3.80	113.43	128.53	191.66
40	-3.90	117.31	133.05	203.42

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
41	-4.00	121.23	137.63	215.59
42	-4.10	125.20	142.27	228.18
43	-4.20	129.22	146.96	241.19
44	-4.30	133.29	151.71	254.64
45	-4.40	137.41	156.53	268.53
46	-4.50	141.58	161.40	282.86
47	-4.60	145.80	166.33	297.63
48	-4.70	150.07	171.31	312.86
49	-4.80	154.39	176.36	328.55
50	-4.90	158.76	181.46	344.70
51	-5.00	163.18	186.62	361.32
52	-5.10	167.65	191.84	378.42
53	-5.20	172.16	197.12	395.99
54	-5.30	176.73	202.46	414.05
55	-5.40	181.35	207.85	432.60
56	-5.50	186.01	213.31	451.65
57	-5.60	190.73	218.82	471.19
58	-5.70	195.50	224.39	491.25
59	-5.80	200.31	230.02	511.81
60	-5.90	205.18	235.71	532.90
61	-6.00	210.09	241.45	554.50
62	-6.10	215.05	247.26	576.63
63	-6.20	220.07	253.12	599.30
64	-6.30	225.13	259.04	622.50
65	-6.40	230.25	265.02	646.25
66	-6.50	235.41	271.06	670.55
67	-6.60	240.62	277.15	695.40
68	-6.70	245.88	283.30	720.81
69	-6.80	251.19	289.52	746.79
70	-6.90	256.56	295.79	773.34
71	-7.00	261.97	302.12	800.46
72	-7.10	267.43	308.50	828.17
73	-7.20	272.94	314.95	856.46
74	-7.30	278.50	321.45	885.34
75	-7.40	284.11	328.02	914.82
76	-7.50	289.77	334.64	944.90
77	-7.60	295.48	341.32	975.59
78	-7.70	301.23	348.05	1006.90
79	-7.80	307.04	354.85	1038.82
80	-7.90	312.90	361.70	1071.37
81	-8.00	318.81	368.62	1104.54
82	-8.10	324.77	375.59	1138.35
83	-8.20	330.77	382.62	1172.80
84	-8.30	336.83	389.70	1207.90
85	-8.40	342.93	396.85	1243.64
86	-8.50	349.09	404.05	1280.04
87	-8.60	355.30	411.32	1317.11
88	-8.70	361.55	418.64	1354.84
89	-8.80	367.85	426.02	1393.24
90	-8.90	374.21	433.45	1432.32
91	-9.00	380.61	440.95	1472.08

Combinazione n° 3 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.81	1.74	0.31
3	-0.20	6.59	3.52	0.40
4	-0.30	8.43	5.35	0.66
5	-0.40	10.30	7.22	1.08
6	-0.50	12.22	9.14	1.67
7	-0.60	14.18	11.10	2.44
8	-0.70	16.18	13.11	3.39
9	-0.80	18.23	15.16	4.52
10	-0.90	20.33	17.26	5.84
11	-1.00	22.46	19.40	7.35
12	-1.10	24.64	21.58	9.06
13	-1.20	26.87	23.82	10.97
14	-1.30	29.14	26.09	13.08
15	-1.40	31.45	28.41	15.40
16	-1.50	33.80	30.78	17.94
17	-1.60	36.20	33.19	20.69
18	-1.70	38.65	35.65	23.66
19	-1.80	41.13	38.15	26.85
20	-1.90	43.67	40.69	30.28
21	-2.00	46.24	43.28	33.94
22	-2.10	48.86	45.92	37.83
23	-2.20	51.52	48.60	41.96
24	-2.30	54.23	51.32	46.34
25	-2.40	56.98	54.09	50.97
26	-2.50	59.77	56.91	55.86
27	-2.60	62.61	59.77	61.00
28	-2.70	65.49	62.67	66.40
29	-2.80	68.42	65.62	72.06
30	-2.90	71.39	68.61	78.00
31	-3.00	74.40	71.65	84.21
32	-3.10	77.46	74.74	90.70

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
33	-3.20	80.56	77.87	97.46
34	-3.30	83.70	81.04	104.52
35	-3.40	86.89	84.26	111.86
36	-3.50	90.13	87.52	119.50
37	-3.60	93.40	90.83	127.44
38	-3.70	96.72	94.19	135.68
39	-3.80	100.09	97.58	144.22
40	-3.90	103.49	101.03	153.08
41	-4.00	106.95	104.51	162.25
42	-4.10	110.44	108.05	171.73
43	-4.20	113.98	111.63	181.54
44	-4.30	117.56	115.25	191.68
45	-4.40	121.19	118.92	202.15
46	-4.50	124.86	122.63	212.95
47	-4.60	128.58	126.39	224.09
48	-4.70	132.33	130.19	235.58
49	-4.80	136.14	134.04	247.41
50	-4.90	139.98	137.93	259.59
51	-5.00	143.87	141.86	272.13
52	-5.10	147.81	145.85	285.02
53	-5.20	151.78	149.87	298.28
54	-5.30	155.81	153.94	311.91
55	-5.40	159.87	158.06	325.91
56	-5.50	163.98	162.22	340.28
57	-5.60	168.13	166.43	355.04
58	-5.70	172.33	170.68	370.17
59	-5.80	176.57	174.98	385.70
60	-5.90	180.86	179.32	401.61
61	-6.00	185.18	183.70	417.93
62	-6.10	189.56	188.13	434.64
63	-6.20	193.97	192.61	451.76
64	-6.30	198.43	197.13	469.28
65	-6.40	202.93	201.69	487.22
66	-6.50	207.48	206.30	505.57
67	-6.60	212.07	210.96	524.34
68	-6.70	216.71	215.66	543.54
69	-6.80	221.39	220.40	563.17
70	-6.90	226.11	225.19	583.23
71	-7.00	230.88	230.03	603.72
72	-7.10	235.69	234.91	624.66
73	-7.20	240.54	239.83	646.04
74	-7.30	245.44	244.80	667.87
75	-7.40	250.38	249.82	690.15
76	-7.50	255.37	254.88	712.89
77	-7.60	260.40	259.98	736.09
78	-7.70	265.47	265.13	759.76
79	-7.80	270.59	270.32	783.89
80	-7.90	275.75	275.56	808.50
81	-8.00	280.95	280.84	833.59
82	-8.10	286.20	286.17	859.16
83	-8.20	291.49	291.55	885.21
84	-8.30	296.83	296.96	911.75
85	-8.40	302.21	302.43	938.79
86	-8.50	307.63	307.93	966.32
87	-8.60	313.10	313.49	994.36
88	-8.70	318.61	319.09	1022.90
89	-8.80	324.17	324.73	1051.95
90	-8.90	329.77	330.42	1081.52
91	-9.00	335.41	336.15	1111.61

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.76	1.63	0.32
3	-0.20	6.50	3.30	0.40
4	-0.30	8.28	5.01	0.64
5	-0.40	10.11	6.77	1.03
6	-0.50	11.97	8.58	1.59
7	-0.60	13.89	10.43	2.30
8	-0.70	15.84	12.32	3.19
9	-0.80	17.85	14.26	4.25
10	-0.90	19.89	16.25	5.49
11	-1.00	21.98	18.28	6.91
12	-1.10	24.11	20.35	8.52
13	-1.20	26.29	22.47	10.31
14	-1.30	28.51	24.63	12.30
15	-1.40	30.77	26.84	14.49
16	-1.50	33.08	29.10	16.88
17	-1.60	35.43	31.39	19.47
18	-1.70	37.82	33.74	22.27
19	-1.80	40.26	36.13	25.29
20	-1.90	42.75	38.56	28.52
21	-2.00	45.27	41.04	31.98
22	-2.10	47.84	43.56	35.67
23	-2.20	50.46	46.13	39.58
24	-2.30	53.12	48.74	43.73



n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
25	-2.40	55.82	51.40	48.11
26	-2.50	58.56	54.10	52.74
27	-2.60	61.35	56.85	57.62
28	-2.70	64.19	59.64	62.74
29	-2.80	67.06	62.48	68.12
30	-2.90	69.98	65.36	73.76
31	-3.00	72.95	68.29	79.67
32	-3.10	75.96	71.26	85.84
33	-3.20	79.01	74.28	92.28
34	-3.30	82.11	77.34	98.99
35	-3.40	85.25	80.44	105.99
36	-3.50	88.43	83.60	113.26
37	-3.60	91.66	86.79	120.83
38	-3.70	94.93	90.03	128.68
39	-3.80	98.25	93.32	136.84
40	-3.90	101.61	96.65	145.29
41	-4.00	105.01	100.03	154.04
42	-4.10	108.46	103.45	163.11
43	-4.20	111.95	106.91	172.48
44	-4.30	115.48	110.42	182.17
45	-4.40	119.06	113.98	192.18
46	-4.50	122.68	117.58	202.51
47	-4.60	126.35	121.22	213.18
48	-4.70	130.06	124.91	224.17
49	-4.80	133.81	128.65	235.50
50	-4.90	137.61	132.43	247.17
51	-5.00	141.45	136.25	259.19
52	-5.10	145.34	140.12	271.55
53	-5.20	149.27	144.04	284.27
54	-5.30	153.24	148.00	297.34
55	-5.40	157.26	152.00	310.77
56	-5.50	161.32	156.05	324.57
57	-5.60	165.42	160.14	338.74
58	-5.70	169.57	164.28	353.28
59	-5.80	173.76	168.47	368.20
60	-5.90	178.00	172.70	383.50
61	-6.00	182.28	176.97	399.18
62	-6.10	186.60	181.29	415.25
63	-6.20	190.97	185.65	431.72
64	-6.30	195.38	190.06	448.58
65	-6.40	199.84	194.51	465.84
66	-6.50	204.34	199.01	483.51
67	-6.60	208.88	203.55	501.59
68	-6.70	213.47	208.14	520.09
69	-6.80	218.10	212.77	539.00
70	-6.90	222.77	217.45	558.33
71	-7.00	227.49	222.17	578.09
72	-7.10	232.25	226.94	598.28
73	-7.20	237.06	231.75	618.90
74	-7.30	241.91	236.61	639.96
75	-7.40	246.80	241.51	661.47
76	-7.50	251.74	246.46	683.42
77	-7.60	256.72	251.45	705.82
78	-7.70	261.74	256.49	728.67
79	-7.80	266.81	261.57	751.98
80	-7.90	271.92	266.70	775.76
81	-8.00	277.08	271.87	800.00
82	-8.10	282.28	277.08	824.71
83	-8.20	287.53	282.34	849.90
84	-8.30	292.81	287.65	875.57
85	-8.40	298.15	293.00	901.72
86	-8.50	303.52	298.40	928.35
87	-8.60	308.94	303.84	955.48
88	-8.70	314.40	309.32	983.11
89	-8.80	319.91	314.85	1011.23
90	-8.90	325.46	320.43	1039.85
91	-9.00	331.06	326.05	1068.99

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.61	1.29	0.33
3	-0.20	6.21	2.62	0.40
4	-0.30	7.84	4.00	0.58
5	-0.40	9.52	5.43	0.89
6	-0.50	11.25	6.89	1.33
7	-0.60	13.02	8.41	1.90
8	-0.70	14.83	9.97	2.61
9	-0.80	16.68	11.57	3.46
10	-0.90	18.58	13.22	4.45
11	-1.00	20.53	14.91	5.59
12	-1.10	22.51	16.65	6.89
13	-1.20	24.54	18.43	8.34
14	-1.30	26.62	20.26	9.96
15	-1.40	28.74	22.13	11.74
16	-1.50	30.90	24.05	13.69

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
17	-1.60	33.11	26.01	15.81
18	-1.70	35.36	28.01	18.11
19	-1.80	37.65	30.07	20.59
20	-1.90	39.99	32.16	23.26
21	-2.00	42.37	34.30	26.12
22	-2.10	44.79	36.49	29.17
23	-2.20	47.26	38.72	32.42
24	-2.30	49.78	41.00	35.87
25	-2.40	52.33	43.32	39.53
26	-2.50	54.93	45.69	43.40
27	-2.60	57.58	48.10	47.48
28	-2.70	60.27	50.55	51.79
29	-2.80	63.00	53.05	56.31
30	-2.90	65.77	55.60	61.06
31	-3.00	68.59	58.19	66.04
32	-3.10	71.46	60.82	71.26
33	-3.20	74.37	63.50	76.71
34	-3.30	77.32	66.23	82.41
35	-3.40	80.31	69.00	88.35
36	-3.50	83.35	71.81	94.55
37	-3.60	86.43	74.67	101.00
38	-3.70	89.56	77.58	107.71
39	-3.80	92.73	80.53	114.68
40	-3.90	95.94	83.52	121.92
41	-4.00	99.20	86.56	129.43
42	-4.10	102.50	89.64	137.22
43	-4.20	105.85	92.77	145.29
44	-4.30	109.24	95.95	153.64
45	-4.40	112.67	99.17	162.27
46	-4.50	116.15	102.43	171.20
47	-4.60	119.67	105.74	180.43
48	-4.70	123.24	109.09	189.95
49	-4.80	126.85	112.49	199.78
50	-4.90	130.50	115.93	209.92
51	-5.00	134.19	119.42	220.37
52	-5.10	137.93	122.95	231.14
53	-5.20	141.72	126.53	242.22
54	-5.30	145.55	130.16	253.63
55	-5.40	149.42	133.82	265.37
56	-5.50	153.33	137.54	277.45
57	-5.60	157.29	141.29	289.85
58	-5.70	161.30	145.10	302.60
59	-5.80	165.34	148.94	315.70
60	-5.90	169.43	152.83	329.14
61	-6.00	173.57	156.77	342.93
62	-6.10	177.75	160.75	357.09
63	-6.20	181.97	164.78	371.60
64	-6.30	186.24	168.85	386.48
65	-6.40	190.55	172.97	401.73
66	-6.50	194.90	177.13	417.35
67	-6.60	199.30	181.34	433.35
68	-6.70	203.74	185.59	449.73
69	-6.80	208.22	189.88	466.49
70	-6.90	212.75	194.22	483.65
71	-7.00	217.33	198.61	501.20
72	-7.10	221.94	203.04	519.14
73	-7.20	226.60	207.52	537.49
74	-7.30	231.31	212.04	556.25
75	-7.40	236.06	216.60	575.41
76	-7.50	240.85	221.21	594.99
77	-7.60	245.68	225.87	614.99
78	-7.70	250.56	230.57	635.41
79	-7.80	255.49	235.31	656.25
80	-7.90	260.45	240.10	677.53
81	-8.00	265.47	244.94	699.24
82	-8.10	270.52	249.82	721.39
83	-8.20	275.62	254.74	743.98
84	-8.30	280.76	259.71	767.01
85	-8.40	285.95	264.72	790.50
86	-8.50	291.18	269.78	814.45
87	-8.60	296.45	274.89	838.85
88	-8.70	301.77	280.03	863.71
89	-8.80	307.13	285.23	889.05
90	-8.90	312.54	290.47	914.85
91	-9.00	317.99	295.75	941.13

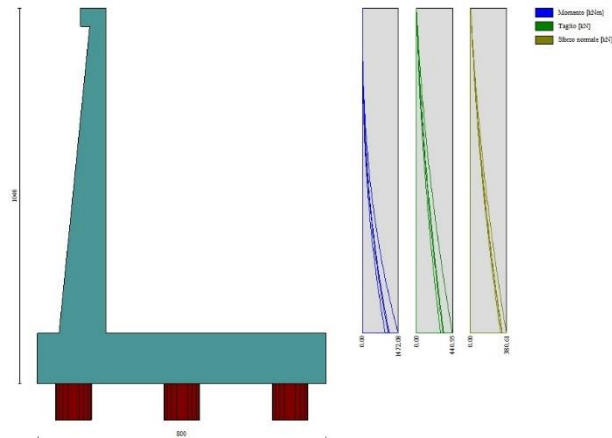


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

*Mensola valle*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 3 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 7 - Mensola valle (Inviluppo)

Piastra fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32
7	-253.12	-843.75	5.43	0.00	-290.14
8	-255.35	-851.18	45.73	0.00	-252.33
9	-255.35	-851.18	45.73	0.00	-252.33
10	-253.38	-844.61	0.00	0.00	-327.82
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39
13	-253.12	-843.75	-5.43	0.00	-290.14
14	-103.84	-553.62	-22.13	41.16	-206.08
15	17.42	-547.61	-11.10	102.64	-247.04
16	-94.06	-402.56	0.00	0.00	58.34
17	-103.84	-553.62	22.13	-41.16	-206.08
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05
20	-255.35	-851.18	-45.73	0.00	-252.33
21	17.42	-547.61	11.10	-102.64	-247.04
22	-3.43	-420.06	-9.29	462.72	-186.91
23	32.24	-355.35	-22.15	127.70	-253.57
24	-617.73	-889.21	0.00	0.00	-196.72
25	-3.43	-420.06	9.29	-462.72	-186.91
26	32.24	-355.35	22.15	-127.70	-253.57
27	-85.24	-155.79	11.19	14.04	-185.23
28	-14.20	-156.72	-1.05	55.81	-217.23
29	-53.99	-3.96	0.00	0.00	-472.71
30	-85.24	-155.79	-11.19	-14.04	-185.23
31	-14.20	-156.72	1.05	-55.81	-217.23
32	-71.59	-21.27	-21.42	12.87	-37.65
33	-14.15	-26.88	-22.54	46.08	-112.86
34	-47.22	105.87	0.00	0.00	220.79
35	-71.59	-21.27	21.42	-12.87	-37.65
36	-14.15	-26.88	22.54	-46.08	-112.86
37	2.23	-46.50	-6.79	393.17	19.83
38	29.11	2.42	-6.66	110.72	-44.88
39	-519.30	-459.14	0.00	0.00	20.45
40	2.23	-46.50	6.79	-393.17	19.83
41	29.11	2.42	6.66	-110.72	-44.88
42	-143.21	-76.19	17.70	0.51	-3.69
43	-10.73	4.23	10.84	76.54	-33.10
44	-82.93	140.00	0.00	0.00	-508.19
45	-143.21	-76.19	-17.70	-0.51	-3.69
46	-10.73	4.23	-10.84	-76.54	-33.10

Combinazione n° 3 - SLER

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32
7	50.32	167.75	5.43	0.00	12.28
8	26.07	86.91	45.73	0.00	-127.01
9	26.07	86.91	45.73	0.00	-127.01
10	57.96	193.19	0.00	0.00	3.51
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39
13	50.32	167.75	28.95	0.00	12.28
14	-61.48	117.98	-22.13	41.16	56.93
15	17.42	141.25	-11.10	102.64	-71.32
16	-9.33	265.16	0.00	0.00	323.36
17	-61.48	117.98	35.92	6.68	56.93
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05
20	26.07	86.91	45.41	0.00	-127.01
21	17.42	141.25	34.71	-35.00	-71.32
22	5.84	38.68	-3.74	462.72	11.96
23	39.93	103.97	-4.32	127.70	-16.90
24	-571.39	-412.89	0.00	0.00	7.14
25	5.84	38.68	9.29	-429.38	11.96
26	39.93	103.97	22.15	-116.36	-16.90
27	-83.61	110.94	19.28	15.01	-31.57
28	-14.20	108.53	15.02	55.81	4.62
29	-53.99	253.47	0.00	0.00	-305.78
30	-83.61	110.94	-11.19	-14.04	-31.57
31	-14.20	108.53	1.05	-53.78	4.62
32	-71.59	96.68	-14.68	16.94	68.91
33	-14.15	92.64	-9.64	52.26	47.29
34	-47.22	227.71	0.00	0.00	326.10
35	-71.59	96.68	21.42	-12.87	68.91
36	-14.15	92.64	22.54	-46.08	47.29
37	2.23	-16.66	-2.89	405.05	72.51
38	29.11	30.78	0.33	118.13	38.83
39	-519.30	-435.01	0.00	0.00	70.86
40	2.23	-16.66	6.79	-393.17	72.51
41	29.11	30.78	6.66	-110.72	38.83
42	-143.21	-75.11	19.59	7.08	21.72
43	-10.73	4.23	14.33	85.93	10.52
44	-82.93	146.49	0.00	0.00	-493.12
45	-143.21	-75.11	-17.70	-0.51	21.72
46	-10.73	4.23	-10.84	-76.54	10.52

**Combinazione n° 4 - SLEF**

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32
7	50.32	167.75	5.43	0.00	12.28
8	26.07	86.91	45.73	0.00	-127.01
9	26.07	86.91	45.73	0.00	-127.01
10	57.96	193.19	0.00	0.00	3.51
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39
13	50.32	167.75	28.95	0.00	12.28
14	-61.48	117.98	-22.13	41.16	56.93
15	17.42	141.25	-11.10	102.64	-71.32
16	-9.33	265.16	0.00	0.00	323.36
17	-61.48	117.98	35.92	6.68	56.93
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05
20	26.07	86.91	45.41	0.00	-127.01
21	17.42	141.25	34.71	-35.00	-71.32
22	5.84	38.68	-3.74	462.72	11.96
23	39.93	103.97	-4.32	127.70	-16.90
24	-561.40	-412.89	0.00	0.00	7.14
25	5.84	38.68	9.29	-421.83	11.96
26	39.93	103.97	22.15	-114.42	-16.90
27	-81.75	110.94	19.28	15.01	-31.57
28	-14.20	108.53	15.02	55.81	4.62
29	-53.99	253.47	0.00	0.00	-305.78
30	-81.75	110.94	-11.19	-14.04	-31.57
31	-14.20	108.53	1.05	-52.62	4.62
32	-71.59	96.68	-14.68	16.94	68.91
33	-14.15	92.64	-9.64	52.26	47.29
34	-47.22	227.71	0.00	0.00	326.10
35	-71.59	96.68	21.42	-12.87	68.91
36	-14.15	92.64	22.54	-46.08	47.29
37	2.23	-16.66	-2.89	405.05	72.51
38	29.11	30.78	0.33	118.13	38.83
39	-519.30	-429.55	0.00	0.00	70.86
40	2.23	-16.66	6.79	-393.17	72.51
41	29.11	30.78	6.66	-110.72	38.83

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
42	-143.21	-73.96	19.59	7.08	21.72
43	-10.73	4.23	14.33	85.93	10.52
44	-82.93	146.49	0.00	0.00	-486.06
45	-143.21	-73.96	-17.70	-0.51	21.72
46	-10.73	4.23	-10.84	-76.54	10.52

Combinazione n° 5 - SLEQ

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32
7	50.32	167.75	5.43	0.00	12.28
8	26.07	86.91	45.73	0.00	-127.01
9	26.07	86.91	45.73	0.00	-127.01
10	57.96	193.19	0.00	0.00	3.51
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39
13	50.32	167.75	28.95	0.00	12.28
14	-61.48	117.98	-22.13	41.16	56.93
15	17.42	141.25	-11.10	102.64	-71.32
16	-9.33	265.16	0.00	0.00	323.36
17	-61.48	117.98	35.92	6.68	56.93
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05
20	26.07	86.91	45.41	0.00	-127.01
21	17.42	141.25	34.71	-35.00	-71.32
22	5.84	38.68	-3.74	462.72	11.96
23	39.93	103.97	-4.32	127.70	-16.90
24	-531.48	-412.89	0.00	0.00	7.14
25	5.84	38.68	9.29	-399.21	11.96
26	39.93	103.97	22.15	-108.62	-16.90
27	-76.19	110.94	19.28	15.01	-31.57
28	-14.20	108.53	15.02	55.81	4.62
29	-49.99	253.47	0.00	0.00	-305.78
30	-76.19	110.94	-11.19	-13.26	-31.57
31	-14.20	108.53	1.05	-49.15	4.62
32	-71.59	96.68	-14.68	16.94	68.91
33	-13.73	92.64	-9.64	52.26	47.29
34	-47.22	227.71	0.00	0.00	326.10
35	-71.59	96.68	21.42	-12.87	68.91
36	-13.73	92.64	22.54	-46.08	47.29
37	2.23	-16.66	-2.89	405.05	72.51
38	29.11	30.78	0.33	118.13	38.83
39	-500.24	-413.28	0.00	0.00	70.86
40	2.23	-16.66	6.79	-375.55	72.51
41	29.11	30.78	6.66	-108.36	38.83
42	-141.03	-70.54	19.59	7.08	21.72
43	-10.73	4.23	14.33	85.93	10.52
44	-82.93	146.49	0.00	0.00	-465.03
45	-141.03	-70.54	-17.70	-0.51	21.72
46	-10.73	4.23	-10.84	-76.54	10.52

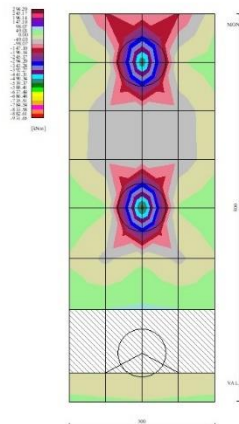


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti M<sub>xMAX</sub> (Combinazione n° 3)

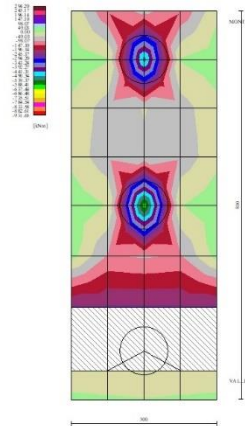


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 1)

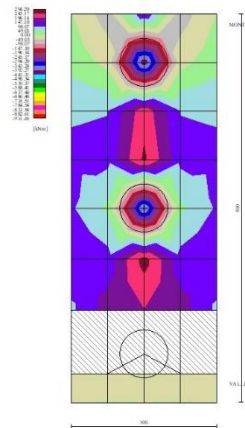


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)

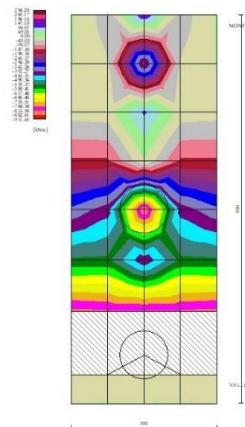


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

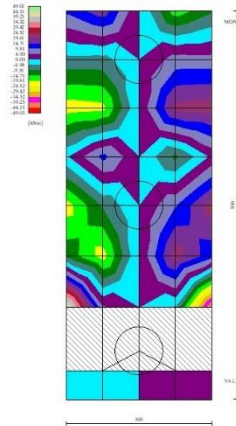


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 1)

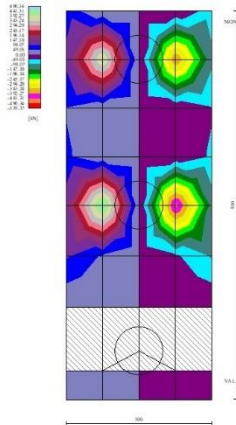


Fig. 13 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

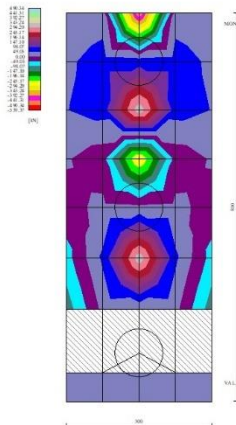


Fig. 14 - Piastra fondazione - Taglio TyMAX (Combinazione n° 3)



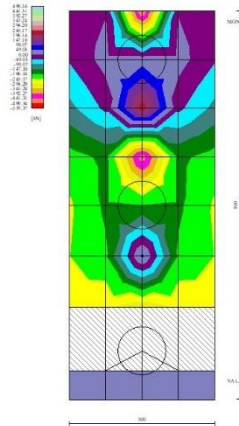


Fig. 15 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	626.06	23.33	574.87	247.94	6.10	-6.14
	Peso/Inerzia muro			0.00	465.27/0.00	1.05	-7.86
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1306.62/0.00	3.05	-4.50
	Resistenza pali			-643.18			

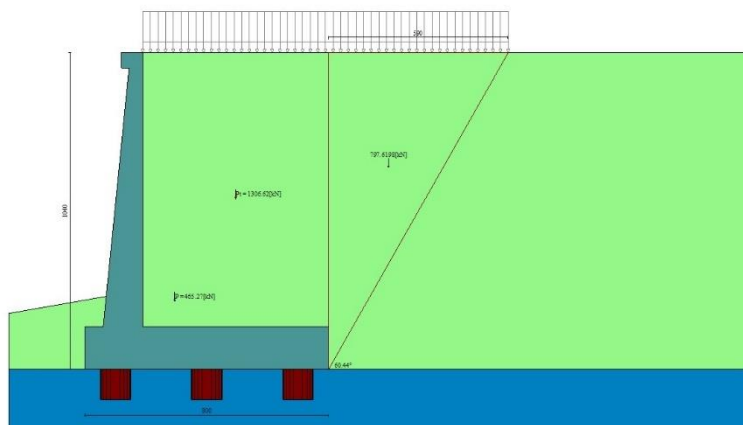


Fig. 19 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

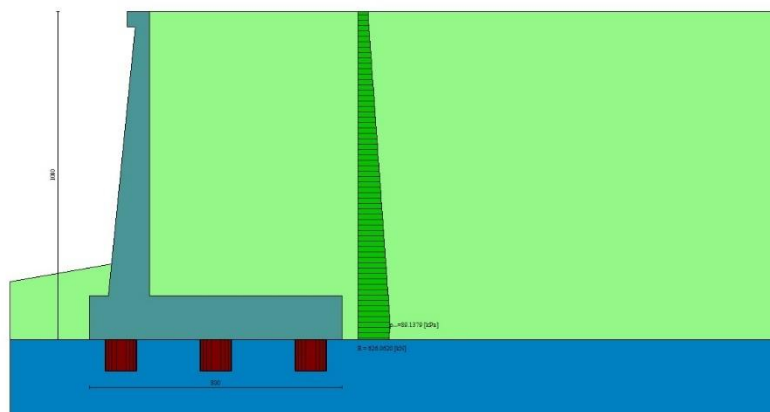


Fig. 20 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	2019.83	574.87	2449.92	9819.77	0.350
2 - GEO (A2-M2-R2)	1929.39	544.16	2333.33	9188.67	0.446
3 - SLEF	1903.76	438.70	1866.25	9066.30	0.217
4 - SLEF	1868.24	427.06	1805.58	8875.21	0.215
5 - SLEQ	1761.89	392.63	1623.62	8303.66	0.208

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	1666.79	0.00	-574.76
	2	2019.83	0.00	-574.87
	3	2372.87	0.00	-574.87

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.119					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.694		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	18.30	2.694

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	3.07	3.07	0.00	0.00	0.38	0.38
2	-0.10	4.61	5.05	1.29	2.30	0.29	0.33

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
3	-0.20	6.21	7.09	2.62	4.67	0.40	0.41
4	-0.30	7.84	9.17	4.00	7.09	0.58	0.75
5	-0.40	9.52	11.31	5.43	9.56	0.89	1.32
6	-0.50	11.25	13.49	6.89	12.10	1.33	2.11
7	-0.60	13.02	15.73	8.41	14.69	1.90	3.14
8	-0.70	14.83	18.01	9.97	17.35	2.61	4.40
9	-0.80	16.68	20.35	11.57	20.06	3.46	5.92
10	-0.90	18.58	22.73	13.22	22.83	4.45	7.68
11	-1.00	20.53	25.16	14.91	25.66	5.59	9.70
12	-1.10	22.51	27.64	16.65	28.54	6.89	11.97
13	-1.20	24.54	30.18	18.43	31.49	8.34	14.52
14	-1.30	26.62	32.76	20.26	34.49	9.96	17.34
15	-1.40	28.74	35.39	22.13	37.55	11.74	20.43
16	-1.50	30.90	38.07	24.05	40.67	13.69	23.81
17	-1.60	33.11	40.80	26.01	43.85	15.81	27.47
18	-1.70	35.36	43.58	28.01	47.09	18.11	31.43
19	-1.80	37.65	46.41	30.07	50.38	20.59	35.68
20	-1.90	39.99	49.29	32.16	53.73	23.26	40.24
21	-2.00	42.37	52.22	34.30	57.15	26.12	45.11
22	-2.10	44.79	55.20	36.49	60.62	29.17	50.29
23	-2.20	47.26	58.23	38.72	64.14	32.42	55.79
24	-2.30	49.78	61.31	41.00	67.73	35.87	61.62
25	-2.40	52.33	64.43	43.32	71.38	39.53	67.78
26	-2.50	54.93	67.61	45.69	75.08	43.40	74.27
27	-2.60	57.58	70.84	48.10	78.84	47.48	81.11
28	-2.70	60.27	74.11	50.55	82.66	51.79	88.29
29	-2.80	63.00	77.44	53.05	86.54	56.31	95.82
30	-2.90	65.77	80.82	55.60	90.47	61.06	103.71
31	-3.00	68.59	84.24	58.19	94.47	66.04	111.96
32	-3.10	71.46	87.72	60.82	98.52	71.26	120.58
33	-3.20	74.37	91.24	63.50	102.63	76.71	129.57
34	-3.30	77.32	94.82	66.23	106.80	82.41	138.95
35	-3.40	80.31	98.44	69.00	111.03	88.35	148.70
36	-3.50	83.35	102.11	71.81	115.32	94.55	158.84
37	-3.60	86.43	105.84	74.67	119.66	101.00	169.38
38	-3.70	89.56	109.61	77.58	124.07	107.71	180.32
39	-3.80	92.73	113.43	80.53	128.53	114.68	191.66
40	-3.90	95.94	117.31	83.52	133.05	121.92	203.42
41	-4.00	99.20	121.23	86.56	137.63	129.43	215.59
42	-4.10	102.50	125.20	89.64	142.27	137.22	228.18
43	-4.20	105.85	129.22	92.77	146.96	145.29	241.19
44	-4.30	109.24	133.29	95.95	151.71	153.64	254.64
45	-4.40	112.67	137.41	99.17	156.53	162.27	268.53
46	-4.50	116.15	141.58	102.43	161.40	171.20	282.86
47	-4.60	119.67	145.80	105.74	166.33	180.43	297.63
48	-4.70	123.24	150.07	109.09	171.31	189.95	312.86
49	-4.80	126.85	154.39	112.49	176.36	199.78	328.55
50	-4.90	130.50	158.76	115.93	181.46	209.92	344.70
51	-5.00	134.19	163.18	119.42	186.62	220.37	361.32
52	-5.10	137.93	167.65	122.95	191.84	231.14	378.42
53	-5.20	141.72	172.16	126.53	197.12	242.22	395.99
54	-5.30	145.55	176.73	130.16	202.46	253.63	414.05
55	-5.40	149.42	181.35	133.82	207.85	265.37	432.60
56	-5.50	153.33	186.01	137.54	213.31	277.45	451.65
57	-5.60	157.29	190.73	141.29	218.82	289.85	471.19
58	-5.70	161.30	195.50	145.10	224.39	302.60	491.25
59	-5.80	165.34	200.31	148.94	230.02	315.70	511.81
60	-5.90	169.43	205.18	152.83	235.71	329.14	532.90
61	-6.00	173.57	210.09	156.77	241.45	342.93	554.50
62	-6.10	177.75	215.05	160.75	247.26	357.09	576.63
63	-6.20	181.97	220.07	164.78	253.12	371.60	599.30
64	-6.30	186.24	225.13	168.85	259.04	386.48	622.50
65	-6.40	190.55	230.25	172.97	265.02	401.73	646.25
66	-6.50	194.90	235.41	177.13	271.06	417.35	670.55
67	-6.60	199.30	240.62	181.34	277.15	433.35	695.40
68	-6.70	203.74	245.88	185.59	283.30	449.73	720.81
69	-6.80	208.22	251.19	189.88	289.52	466.49	746.79
70	-6.90	212.75	256.56	194.22	295.79	483.65	773.34
71	-7.00	217.33	261.97	198.61	302.12	501.20	800.46
72	-7.10	221.94	267.43	203.04	308.50	519.14	828.17
73	-7.20	226.60	272.94	207.52	314.95	537.49	856.46
74	-7.30	231.31	278.50	212.04	321.45	556.25	885.34
75	-7.40	236.06	284.11	216.60	328.02	575.41	914.82
76	-7.50	240.85	289.77	221.21	334.64	594.99	944.90
77	-7.60	245.68	295.48	225.87	341.32	614.99	975.59
78	-7.70	250.56	301.23	230.57	348.05	635.41	1006.90
79	-7.80	255.49	307.04	235.31	354.85	656.25	1038.82
80	-7.90	260.45	312.90	240.10	361.70	677.53	1071.37
81	-8.00	265.47	318.81	244.94	368.62	699.24	1104.54
82	-8.10	270.52	324.77	249.82	375.59	721.39	1138.35
83	-8.20	275.62	330.77	254.74	382.62	743.98	1172.80
84	-8.30	280.76	336.83	259.71	389.70	767.01	1207.90
85	-8.40	285.95	342.93	264.72	396.85	790.50	1243.64
86	-8.50	291.18	349.09	269.78	404.05	814.45	1280.04
87	-8.60	296.45	355.30	274.89	411.32	838.85	1317.11
88	-8.70	301.77	361.55	280.03	418.64	863.71	1354.84
89	-8.80	307.13	367.85	285.23	426.02	889.05	1393.24
90	-8.90	312.54	374.21	290.47	433.45	914.85	1432.32
91	-9.00	317.99	380.61	295.75	440.95	941.13	1472.08

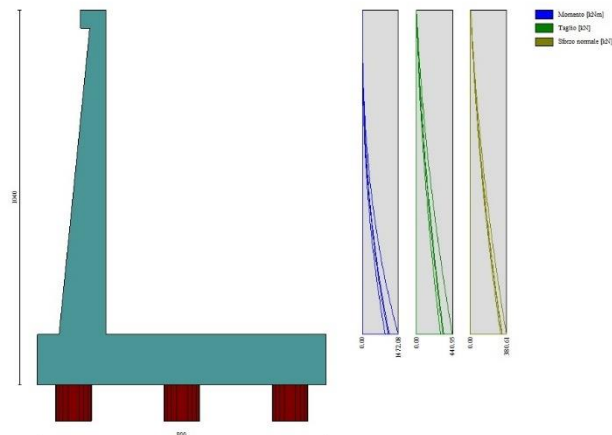


Fig. 21 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.02	0.04	0.04
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.04	0.17	0.17
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.07	0.38	0.38

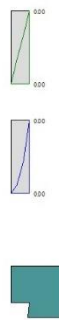


Fig. 22 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05	MAX
	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05	MIN
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39	MAX
	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39	MIN
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39	MAX
	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39	MIN
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05	MAX
	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05	MIN
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32	MAX
	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32	MIN
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32	MAX
	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32	MIN
7	50.32	167.75	5.43	0.00	12.28	MAX
	-253.12	-843.75	-28.95	0.00	-290.14	MIN
8	26.07	86.91	45.73	0.00	-127.01	MAX
	-255.35	-851.18	-45.41	0.00	-252.33	MIN
9	26.07	86.91	45.73	0.00	-127.01	MAX

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	-255.35	-851.18	-45.41	0.00	-252.33	MIN
10	57.96	193.19	0.00	0.00	3.51	MAX
	-253.38	-844.61	0.00	0.00	-327.82	MIN
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39	MAX
	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39	MIN
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39	MAX
	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39	MIN
13	50.32	167.75	28.95	0.00	12.28	MAX
	-253.12	-843.75	-5.43	0.00	-290.14	MIN
14	-61.48	117.98	-22.13	41.16	56.93	MAX
	-103.84	-553.62	-35.92	-6.68	-206.08	MIN
15	17.42	141.25	-11.10	102.64	-71.32	MAX
	-5.60	-547.61	-34.71	35.00	-247.04	MIN
16	-9.33	265.16	0.00	0.00	323.36	MAX
	-94.06	-402.56	0.00	0.00	58.34	MIN
17	-61.48	117.98	35.92	6.68	56.93	MAX
	-103.84	-553.62	22.13	-41.16	-206.08	MIN
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05	MAX
	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05	MIN
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05	MAX
	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05	MIN
20	26.07	86.91	45.41	0.00	-127.01	MAX
	-255.35	-851.18	-45.73	0.00	-252.33	MIN
21	17.42	141.25	34.71	-35.00	-71.32	MAX
	-5.60	-547.61	11.10	-102.64	-247.04	MIN
22	5.84	38.68	-3.74	462.72	11.96	MAX
	-3.43	-420.06	-9.29	399.21	-186.91	MIN
23	39.93	103.97	-4.32	127.70	-16.90	MAX
	32.24	-355.35	-22.15	108.62	-253.57	MIN
24	-531.48	-412.89	0.00	0.00	7.14	MAX
	-617.73	-889.21	0.00	0.00	-196.72	MIN
25	5.84	38.68	9.29	-399.21	11.96	MAX
	-3.43	-420.06	3.74	-462.72	-186.91	MIN
26	39.93	103.97	22.15	-108.62	-16.90	MAX
	32.24	-355.35	4.32	-127.70	-253.57	MIN
27	-76.19	110.94	19.28	15.01	-31.57	MAX
	-85.24	-155.79	11.19	13.26	-185.23	MIN
28	-14.20	108.53	15.02	55.81	4.62	MAX
	-16.50	-156.72	-1.05	49.15	-217.23	MIN
29	-49.99	253.47	0.00	0.00	-305.78	MAX
	-55.76	-3.96	0.00	0.00	-472.71	MIN
30	-76.19	110.94	-11.19	-13.26	-31.57	MAX
	-85.24	-155.79	-19.28	-15.01	-185.23	MIN
31	-14.20	108.53	1.05	-49.15	4.62	MAX
	-16.50	-156.72	-15.02	-55.81	-217.23	MIN
32	-71.59	96.68	-14.68	16.94	68.91	MAX
	-79.47	-21.27	-21.42	12.87	-37.65	MIN
33	-13.73	92.64	-9.64	52.26	47.29	MAX
	-15.50	-26.88	-22.54	46.08	-112.86	MIN
34	-47.22	227.71	0.00	0.00	326.10	MAX
	-57.12	105.87	0.00	0.00	220.79	MIN
35	-71.59	96.68	21.42	-12.87	68.91	MAX
	-79.47	-21.27	14.68	-16.94	-37.65	MIN
36	-13.73	92.64	22.54	-46.08	47.29	MAX
	-15.50	-26.88	9.64	-52.26	-112.86	MIN
37	2.23	-16.66	-2.89	405.05	72.51	MAX
	-6.30	-46.50	-6.79	375.55	19.83	MIN
38	29.11	30.78	0.33	118.13	38.83	MAX
	25.03	2.42	-6.66	108.36	-44.88	MIN
39	-500.24	-413.28	0.00	0.00	70.86	MAX
	-541.35	-459.14	0.00	0.00	20.45	MIN
40	2.23	-16.66	6.79	-375.55	72.51	MAX
	-6.30	-46.50	2.89	-405.05	19.83	MIN
41	29.11	30.78	6.66	-108.36	38.83	MAX
	25.03	2.42	-0.33	-118.13	-44.88	MIN
42	-141.03	-70.54	19.59	7.08	21.72	MAX
	-153.90	-76.19	17.70	0.51	-3.69	MIN
43	-10.73	4.23	14.33	85.93	10.52	MAX
	-13.76	0.72	10.84	76.54	-33.10	MIN
44	-82.93	146.49	0.00	0.00	-465.03	MAX
	-97.18	135.23	0.00	0.00	-508.19	MIN
45	-141.03	-70.54	-17.70	-0.51	21.72	MAX
	-153.90	-76.19	-19.59	-7.08	-3.69	MIN
46	-10.73	4.23	-10.84	-76.54	10.52	MAX
	-13.76	0.72	-14.33	-85.93	-33.10	MIN

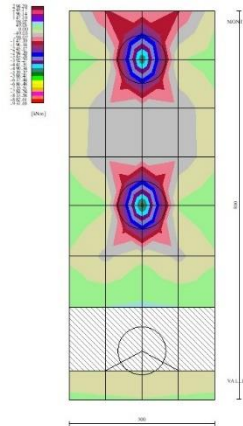


Fig. 23 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMAX}$  (Combinazione n° 3)

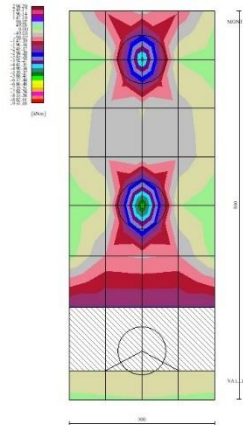


Fig. 24 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 1)

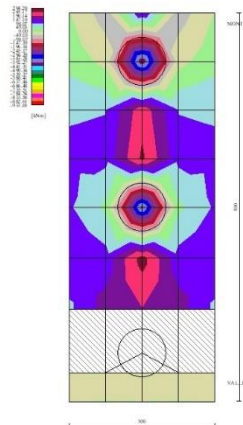


Fig. 25 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)

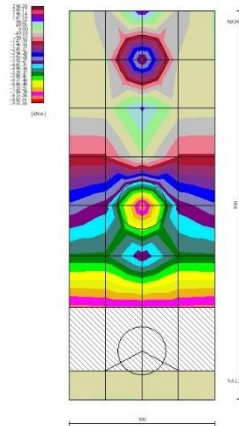


Fig. 26 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

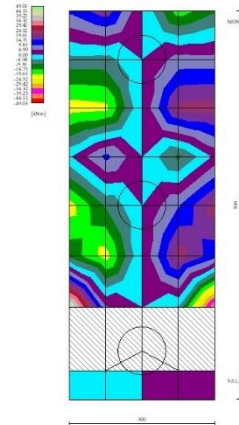


Fig. 27 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 1)

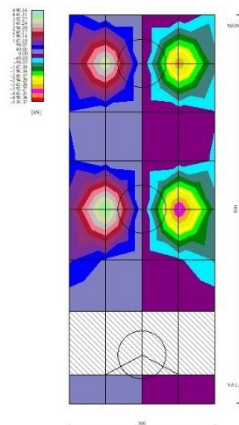


Fig. 28 - Piastra fondazione - Taglio  $T_x$  (Combinazione n° 1)



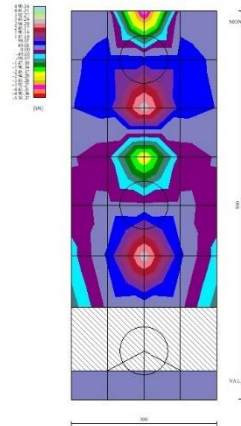


Fig. 29 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)

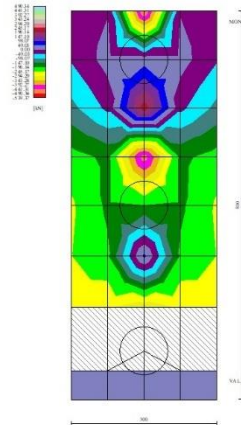


Fig. 30 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

## 10.6.2 Condizione sismica

### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	$R_{ck}$ [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	v	n	ntc
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub> [kPa]	f <sub>uk</sub> [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
1	D1000	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	20.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

### Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 3.00 [m]

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	9.00	[m]
Altezza paramento libero	8.00	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.30	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

#### Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]

#### Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	6.10	[m]
Lunghezza totale	8.00	[m]

Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.40	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

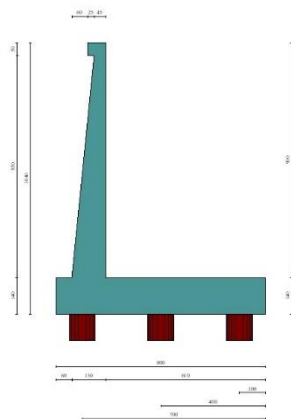


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

*Descrizione pali di fondazione*

**Simbologia adottata**

- n° numero d'ordine della fila
- X ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
- I interasse tra i pali, espressa in [m]
- f franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
- Np Numero di pali della fila
- D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
- L lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
- α inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
- ALL allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	D1000	1.00	3.00	0.50	1	100.00	30.00	0.00	Centrati
2	D1000	4.00	3.00	0.50	1	100.00	30.00	0.00	Centrati
3	D1000	7.00	3.00	0.50	1	100.00	30.00	0.00	Centrati

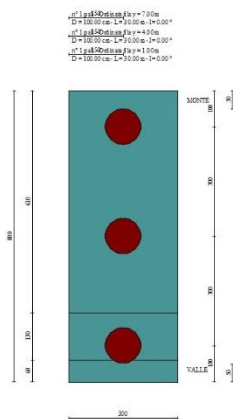


Fig. 2 - Pianta pali

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<b>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</b>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$	Cesp	$\tau_l$	
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]		[kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0		0	(MIN)
				35.000	23.333	0	0		0	(MED)
2	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0		0	(MIN)
				27.000	27.000	0	0		0	(MED)
3	unità GS	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0		0	(MIN)
				35.000	35.000	0	0		0	(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<b>Per calcolo pali (solo se presenti)</b>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

**Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')**  
Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	$\alpha$	Terreno	Kwn	Kwt	Kw	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
				[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]				
1	10.40	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	25.00	0.000	unità GS	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità AL- argilla limosa	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---

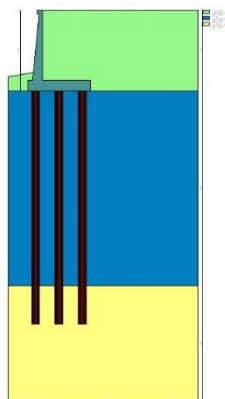


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.	
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.	
Momento positivo senso antiorario.	
X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
 Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]  
 Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kN]

**Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF**  
 Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

*Carichi sul terreno*

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

**Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS**

*Carichi sul terreno*

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

### Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$   $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:  
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

## Opzioni di calcolo

### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

### Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	20.00 [cm]

### Opzioni calcolo pali

#### Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev ridotto
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta $\sigma_v$ con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

#### Portanza trasversale

Costante di Winkler: da strato	Critero rottura palo-terreno
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Non attivo

#### Cedimenti

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	276.02	23.33	253.45	109.31	6.10	-6.85
	Incremento di spinta sismica		219.69	201.73	87.00	6.10	-5.20
	Peso/Inerzia muro			112.01	465.27/56.01	1.05	-7.86
	Peso/Inerzia terrapieno			271.39	1127.28/135.69	3.05	-4.50
	Resistenza pali			-847.79			
2	Spinta statica	276.02	23.33	253.45	109.31	6.10	-6.85
	Incremento di spinta sismica		168.90	155.09	66.89	6.10	-5.20
	Peso/Inerzia muro			112.01	465.27/-56.01	1.05	-7.86
	Peso/Inerzia terrapieno			271.39	1127.28/-135.69	3.05	-4.50
	Resistenza pali			-848.04			

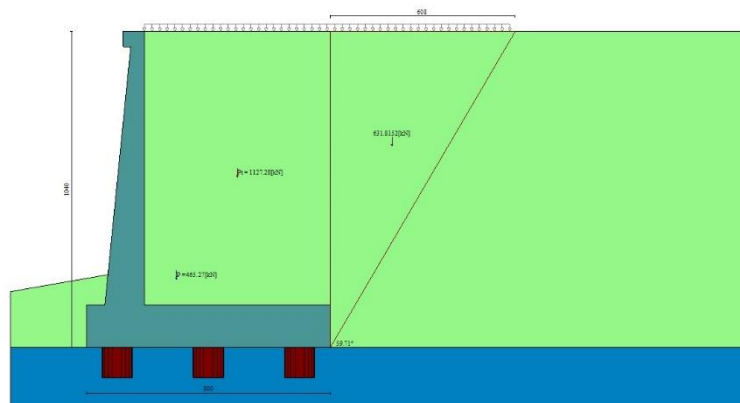


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

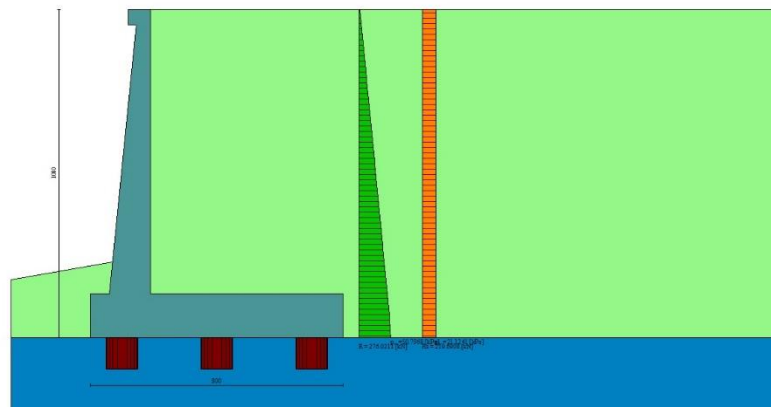


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)



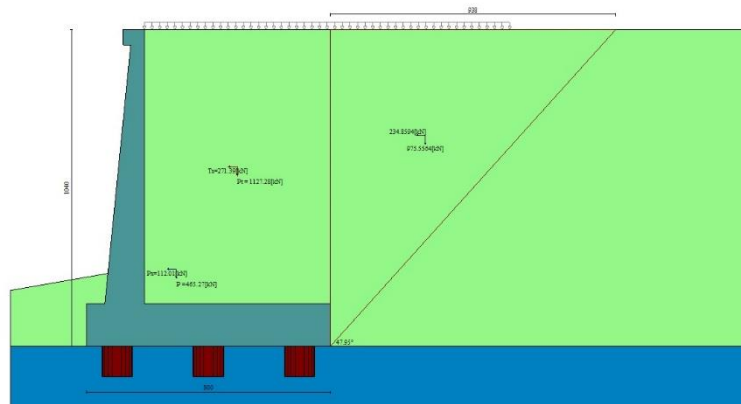


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

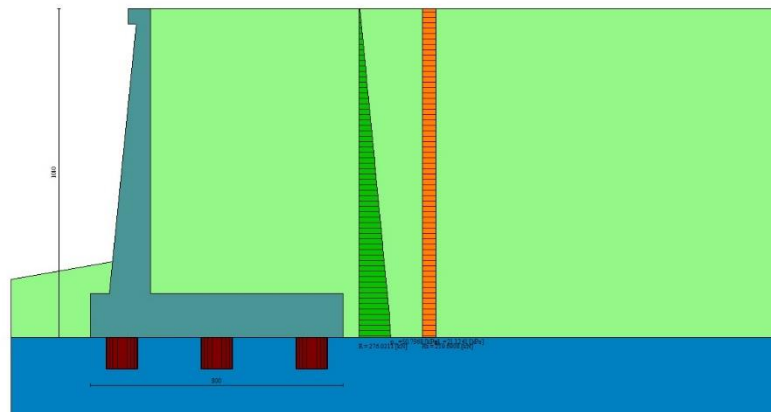


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1980.57	838.58	3834.68	9355.95	1.211
2 - STR (A1-M1-R3)	1577.06	791.94	4428.66	8358.57	1.507
3 - GEO (A2-M2-R2)	1980.57	838.58	3834.68	9355.95	1.211
4 - GEO (A2-M2-R2)	1577.06	791.94	4428.66	8358.57	1.507

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	781.73	0.00	-838.47
	2	1980.57	0.00	-838.47
	3	3179.40	0.00	-838.47

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
2 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	389.23	0.00	-791.66
	2	1577.06	0.00	-791.66
	3	2764.89	0.00	-791.66

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

##### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.011					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.071					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.246		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.265		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

##### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	18.30	2.246
4 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	18.30	2.265

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	3.43	0.00	0.43
2	-0.10	5.36	2.12	0.37
3	-0.20	7.33	4.29	0.50
4	-0.30	9.35	6.51	0.83
5	-0.40	11.41	8.79	1.37
6	-0.50	13.52	11.11	2.13
7	-0.60	15.68	13.48	3.09
8	-0.70	17.88	15.91	4.28
9	-0.80	20.13	18.38	5.69
10	-0.90	22.43	20.91	7.33
11	-1.00	24.78	23.49	9.21
12	-1.10	27.17	26.11	11.32
13	-1.20	29.61	28.79	13.68
14	-1.30	32.09	31.52	16.28
15	-1.40	34.62	34.30	19.14
16	-1.50	37.20	37.13	22.25

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
17	-1.60	39.83	40.01	25.63
18	-1.70	42.50	42.95	29.27
19	-1.80	45.22	45.93	33.19
20	-1.90	47.98	48.96	37.38
21	-2.00	50.80	52.05	41.85
22	-2.10	53.65	55.18	46.60
23	-2.20	56.56	58.37	51.65
24	-2.30	59.51	61.61	56.99
25	-2.40	62.51	64.89	62.63
26	-2.50	65.56	68.23	68.57
27	-2.60	68.65	71.62	74.82
28	-2.70	71.79	75.06	81.38
29	-2.80	74.98	78.55	88.26
30	-2.90	78.21	82.09	95.47
31	-3.00	81.49	85.69	103.00
32	-3.10	84.82	89.33	110.86
33	-3.20	88.19	93.02	119.06
34	-3.30	91.61	96.77	127.60
35	-3.40	95.08	100.56	136.49
36	-3.50	98.59	104.41	145.72
37	-3.60	102.16	108.31	155.31
38	-3.70	105.76	112.26	165.26
39	-3.80	109.42	116.25	175.57
40	-3.90	113.12	120.30	186.26
41	-4.00	116.87	124.40	197.31
42	-4.10	120.66	128.56	208.75
43	-4.20	124.50	132.76	220.57
44	-4.30	128.39	137.01	232.77
45	-4.40	132.33	141.31	245.37
46	-4.50	136.31	145.67	258.36
47	-4.60	140.34	150.07	271.75
48	-4.70	144.41	154.53	285.56
49	-4.80	148.53	159.03	299.77
50	-4.90	152.70	163.59	314.39
51	-5.00	156.92	168.20	329.44
52	-5.10	161.18	172.86	344.91
53	-5.20	165.49	177.57	360.81
54	-5.30	169.84	182.33	377.15
55	-5.40	174.25	187.14	393.92
56	-5.50	178.70	192.00	411.14
57	-5.60	183.19	196.91	428.80
58	-5.70	187.74	201.88	446.92
59	-5.80	192.33	206.89	465.50
60	-5.90	196.96	211.96	484.53
61	-6.00	201.65	217.07	504.03
62	-6.10	206.38	222.24	524.01
63	-6.20	211.15	227.46	544.46
64	-6.30	215.98	232.72	565.39
65	-6.40	220.85	238.04	586.80
66	-6.50	225.76	243.41	608.71
67	-6.60	230.73	248.83	631.11
68	-6.70	235.74	254.30	654.01
69	-6.80	240.80	259.83	677.41
70	-6.90	245.90	265.40	701.32
71	-7.00	251.05	271.02	725.74
72	-7.10	256.25	276.70	750.68
73	-7.20	261.50	282.42	776.15
74	-7.30	266.79	288.20	802.14
75	-7.40	272.13	294.02	828.66
76	-7.50	277.51	299.90	855.72
77	-7.60	282.94	305.83	883.32
78	-7.70	288.42	311.81	911.46
79	-7.80	293.95	317.84	940.16
80	-7.90	299.52	323.92	969.41
81	-8.00	305.14	330.05	999.22
82	-8.10	310.80	336.23	1029.59
83	-8.20	316.51	342.46	1060.53
84	-8.30	322.27	348.75	1092.05
85	-8.40	328.08	355.08	1124.14
86	-8.50	333.93	361.47	1156.82
87	-8.60	339.83	367.90	1190.08
88	-8.70	345.78	374.39	1223.94
89	-8.80	351.77	380.93	1258.39
90	-8.90	357.81	387.52	1293.45
91	-9.00	363.90	394.15	1329.11

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.58	1.74	0.34
3	-0.20	6.14	3.52	0.45
4	-0.30	7.74	5.36	0.73
5	-0.40	9.39	7.25	1.18
6	-0.50	11.07	9.18	1.80
7	-0.60	12.79	11.17	2.61
8	-0.70	14.55	13.21	3.59

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
9	-0.80	16.36	15.30	4.77
10	-0.90	18.20	17.44	6.14
11	-1.00	20.09	19.63	7.72
12	-1.10	22.02	21.88	9.49
13	-1.20	23.99	24.17	11.47
14	-1.30	26.00	26.51	13.66
15	-1.40	28.05	28.91	16.08
16	-1.50	30.14	31.36	18.71
17	-1.60	32.27	33.85	21.57
18	-1.70	34.44	36.40	24.66
19	-1.80	36.65	39.00	27.99
20	-1.90	38.91	41.65	31.56
21	-2.00	41.20	44.35	35.37
22	-2.10	43.54	47.10	39.43
23	-2.20	45.92	49.90	43.75
24	-2.30	48.34	52.75	48.33
25	-2.40	50.79	55.65	53.17
26	-2.50	53.29	58.60	58.28
27	-2.60	55.83	61.61	63.66
28	-2.70	58.42	64.66	69.33
29	-2.80	61.04	67.77	75.27
30	-2.90	63.70	70.93	81.50
31	-3.00	66.41	74.13	88.03
32	-3.10	69.15	77.39	94.85
33	-3.20	71.94	80.70	101.97
34	-3.30	74.76	84.06	109.40
35	-3.40	77.63	87.47	117.14
36	-3.50	80.54	90.93	125.19
37	-3.60	83.49	94.44	133.57
38	-3.70	86.48	98.01	142.27
39	-3.80	89.51	101.62	151.30
40	-3.90	92.58	105.28	160.66
41	-4.00	95.70	109.00	170.37
42	-4.10	98.85	112.76	180.41
43	-4.20	102.04	116.58	190.81
44	-4.30	105.28	120.45	201.56
45	-4.40	108.56	124.37	212.66
46	-4.50	111.87	128.34	224.13
47	-4.60	115.23	132.36	235.97
48	-4.70	118.63	136.43	248.17
49	-4.80	122.07	140.55	260.76
50	-4.90	125.55	144.72	273.72
51	-5.00	129.07	148.94	287.07
52	-5.10	132.64	153.22	300.81
53	-5.20	136.24	157.54	314.95
54	-5.30	139.89	161.92	329.48
55	-5.40	143.57	166.34	344.42
56	-5.50	147.30	170.82	359.77
57	-5.60	151.06	175.35	375.54
58	-5.70	154.87	179.92	391.72
59	-5.80	158.72	184.55	408.32
60	-5.90	162.61	189.23	425.35
61	-6.00	166.54	193.96	442.82
62	-6.10	170.51	198.74	460.72
63	-6.20	174.53	203.58	479.07
64	-6.30	178.58	208.46	497.86
65	-6.40	182.67	213.39	517.10
66	-6.50	186.81	218.38	536.80
67	-6.60	190.98	223.41	556.96
68	-6.70	195.20	228.50	577.58
69	-6.80	199.46	233.64	598.68
70	-6.90	203.76	238.82	620.24
71	-7.00	208.10	244.06	642.29
72	-7.10	212.48	249.35	664.82
73	-7.20	216.90	254.69	687.85
74	-7.30	221.36	260.08	711.36
75	-7.40	225.86	265.52	735.37
76	-7.50	230.41	271.02	759.89
77	-7.60	234.99	276.56	784.91
78	-7.70	239.62	282.15	810.45
79	-7.80	244.28	287.80	836.50
80	-7.90	248.99	293.49	863.07
81	-8.00	253.74	299.24	890.17
82	-8.10	258.53	305.04	917.80
83	-8.20	263.36	310.88	945.97
84	-8.30	268.23	316.78	974.67
85	-8.40	273.14	322.73	1003.92
86	-8.50	278.09	328.73	1033.72
87	-8.60	283.09	334.78	1064.08
88	-8.70	288.12	340.88	1094.99
89	-8.80	293.20	347.04	1126.47
90	-8.90	298.31	353.24	1158.51
91	-9.00	303.47	359.49	1191.13

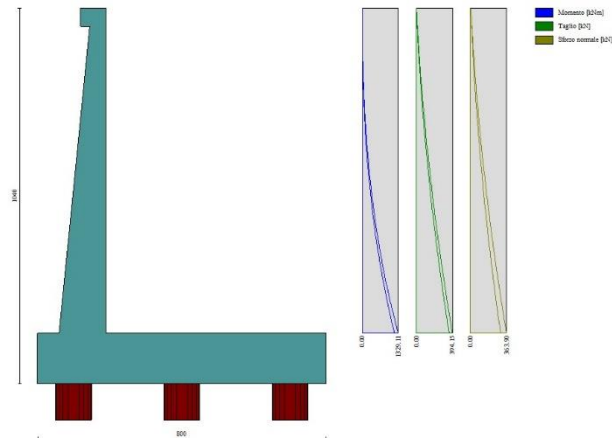


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

*Mensola valle*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.14	0.05
3	-0.53	0.00	2.29	0.19
4	-0.45	0.00	3.43	0.43

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

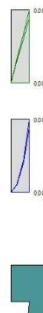


Fig. 9 - Mensola valle (Inviluppo)

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32
7	-419.49	-1398.30	34.07	0.00	-323.43
8	-403.34	-1344.48	115.90	0.00	-134.65
9	-403.34	-1344.48	115.90	0.00	-134.65
10	-427.27	-1424.22	0.00	0.00	-384.56
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39
13	-419.49	-1398.30	-34.07	0.00	-323.43
14	-131.08	-1059.36	-6.42	70.69	-257.52
15	26.01	-1067.26	14.47	141.63	-202.65
16	-150.28	-914.60	0.00	0.00	-13.74
17	-131.08	-1059.36	6.42	-70.69	-257.52
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05
20	-403.34	-1344.48	-115.90	0.00	-134.65
21	26.01	-1067.26	-14.47	-141.63	-202.65
22	-16.47	-874.48	-8.75	462.15	-271.82
23	22.68	-814.78	-26.43	132.67	-334.37
24	-623.67	-1328.54	0.00	0.00	-287.47
25	-16.47	-874.48	8.75	-462.15	-271.82
26	22.68	-814.78	26.43	-132.67	-334.37
27	-84.37	-504.89	8.74	13.87	-315.31
28	-8.56	-495.16	-9.95	58.18	-373.84
29	-51.63	-354.39	0.00	0.00	-591.56
30	-84.37	-504.89	-8.74	-13.87	-315.31
31	-8.56	-495.16	9.95	-58.18	-373.84
32	-30.67	-189.02	-15.32	4.97	-191.09
33	-11.63	-204.47	-25.35	16.59	-278.29
34	-21.03	-130.81	0.00	0.00	-58.34
35	-30.67	-189.02	15.32	-4.97	-191.09
36	-11.63	-204.47	25.35	-16.59	-278.29
37	11.61	-69.22	-8.03	179.26	-72.73
38	19.24	-42.75	-12.41	46.22	-143.73
39	-228.02	-263.70	0.00	0.00	-71.52
40	11.61	-69.22	8.03	-179.26	-72.73
41	19.24	-42.75	12.41	-46.22	-143.73
42	-56.07	-39.28	6.30	-8.80	-41.86
43	-1.37	6.59	0.38	24.70	-80.48
44	-21.33	60.60	0.00	0.00	-277.44
45	-56.07	-39.28	-6.30	8.80	-41.86
46	-1.37	6.59	-0.38	-24.70	-80.48

**Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V**

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32
7	-419.49	-1398.30	72.91	0.00	-323.43
8	-403.34	-1344.48	210.91	0.00	-134.65
9	-403.34	-1344.48	210.91	0.00	-134.65
10	-427.27	-1424.22	0.00	0.00	-384.56
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39
13	-419.49	-1398.30	-34.07	0.00	-323.43
14	-131.08	-1059.36	15.34	116.71	-257.52
15	49.48	-1067.26	44.51	194.79	-202.65
16	-150.28	-914.60	0.00	0.00	-13.74
17	-131.08	-1059.36	6.42	-70.69	-257.52
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05
20	-403.34	-1344.48	-115.90	0.00	-134.65
21	49.48	-1067.26	-14.47	-141.63	-202.65
22	-16.47	-874.48	-8.75	462.15	-271.82
23	22.68	-814.78	-26.43	132.67	-334.37
24	-511.91	-1328.54	0.00	0.00	-287.47
25	-16.47	-874.48	13.32	-377.30	-271.82
26	22.68	-814.78	42.51	-111.36	-334.37
27	-63.09	-504.89	8.74	13.87	-315.31
28	-2.41	-495.16	-9.95	58.18	-373.84
29	-34.81	-354.39	0.00	0.00	-591.56
30	-63.09	-504.89	4.34	-8.79	-315.31
31	-2.41	-495.16	29.04	-45.12	-373.84
32	-5.83	-189.02	-15.32	4.97	-191.09
33	-6.32	-204.47	-25.35	16.59	-278.29
34	1.44	-130.81	0.00	0.00	-58.34
35	-5.83	-189.02	18.73	2.81	-191.09
36	-6.32	-204.47	35.22	0.44	-278.29
37	20.74	-69.22	-8.03	179.26	-72.73
38	19.24	-42.75	-12.41	46.22	-143.73
39	-91.85	-191.40	0.00	0.00	-71.52
40	20.74	-69.22	10.98	-81.50	-72.73
41	19.24	-42.75	18.77	-14.02	-143.73

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
42	-13.46	-24.10	6.30	-8.80	-41.86
43	4.33	9.61	0.38	24.70	-80.48
44	12.26	60.60	0.00	0.00	-184.33
45	-13.46	-24.10	-0.38	16.18	-41.86
46	4.33	9.61	5.80	2.12	-80.48

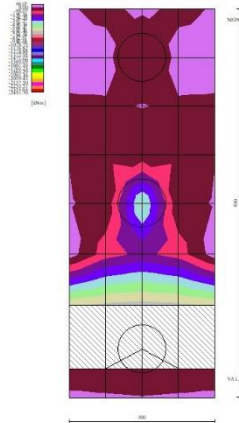


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momenti Mx (Combinazione n° 2)

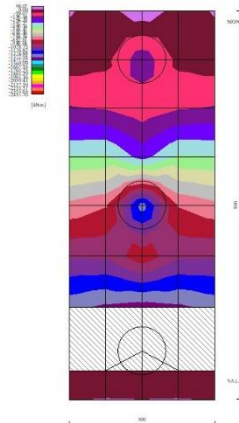


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momenti My<sub>MAX</sub> (Combinazione n° 1)

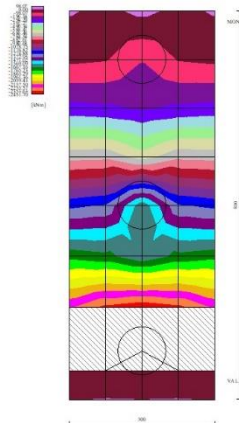


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momenti My<sub>MIN</sub> (Combinazione n° 2)

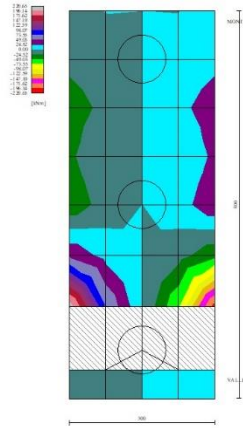


Fig. 13 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 2)

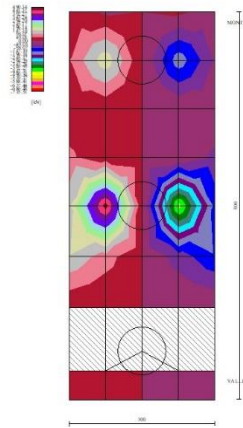


Fig. 14 - Piastra fondazione - Taglio  $T_x$  (Combinazione n° 1)

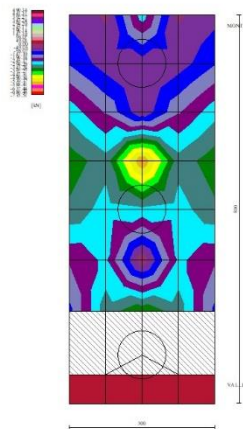


Fig. 15 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMAX}$  (Combinazione n° 1)



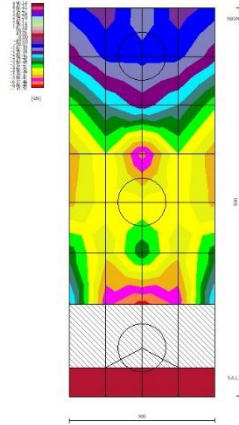


Fig. 16 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMIN}$  (Combinazione n° 2)

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	276.02	23.33	253.45	109.31	6.10	-6.85
	Incremento di spinta sismica		219.69	201.73	87.00	6.10	-5.20
	Peso/Inerzia muro			112.01	465.27/56.01	1.05	-7.86
	Peso/Inerzia terrapieno			271.39	1127.28/135.69	3.05	-4.50
	Resistenza pali			-847.79			

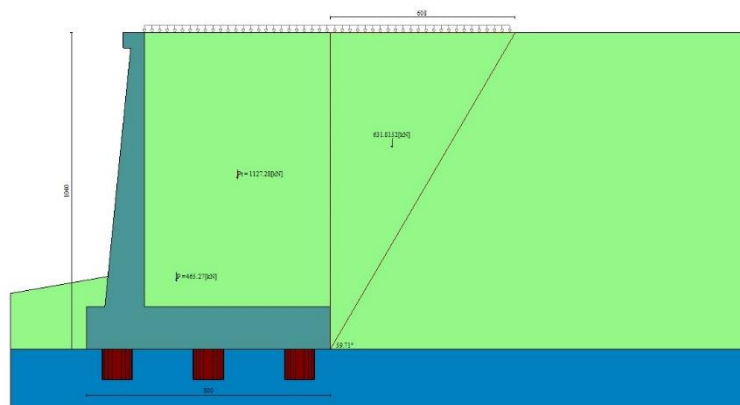


Fig. 20 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

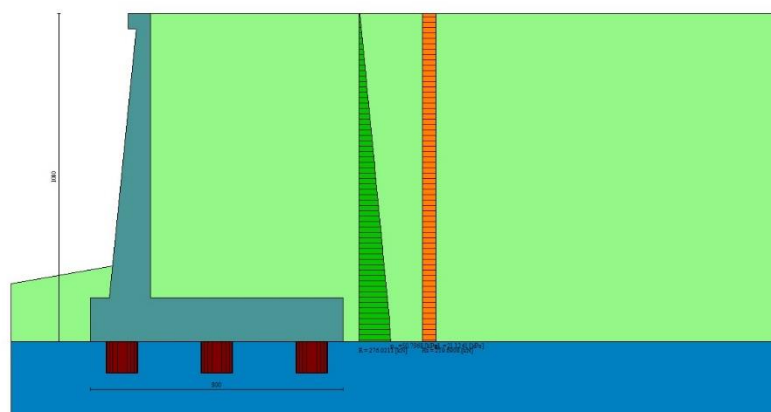


Fig. 21 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

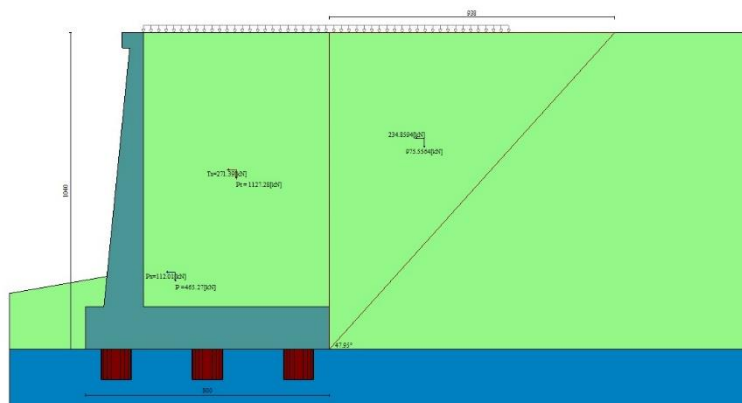


Fig. 22 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

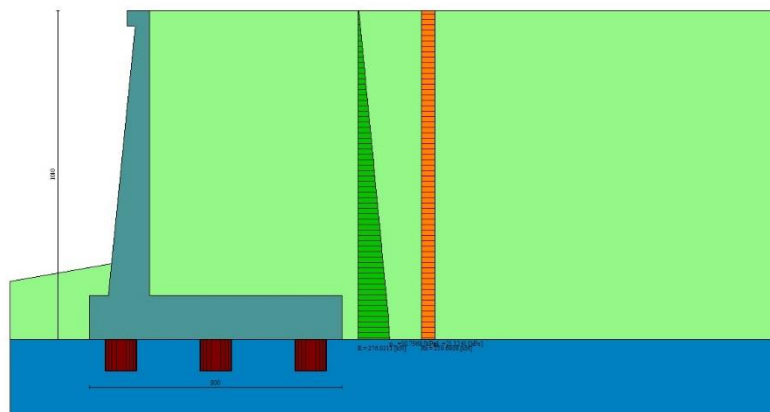


Fig. 23 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1980.57	838.58	3834.68	9355.95	1.211
2 - STR (A1-M1-R3)	1577.06	791.94	4428.66	8358.57	1.507
3 - GEO (A2-M2-R2)	1980.57	838.58	3834.68	9355.95	1.211
4 - GEO (A2-M2-R2)	1577.06	791.94	4428.66	8358.57	1.507

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	781.73	0.00	-838.47
	2	1980.57	0.00	-838.47
	3	3179.40	0.00	-838.47

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.011					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.071					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.246		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.265		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	18.30	2.246

## Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

## Paramento

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	3.07	3.43	0.00	0.00	0.38	0.43
2	-0.10	4.58	5.36	1.74	2.12	0.34	0.37
3	-0.20	6.14	7.33	3.52	4.29	0.45	0.50
4	-0.30	7.74	9.35	5.36	6.51	0.73	0.83
5	-0.40	9.39	11.41	7.25	8.79	1.18	1.37
6	-0.50	11.07	13.52	9.18	11.11	1.80	2.13
7	-0.60	12.79	15.68	11.17	13.48	2.61	3.09
8	-0.70	14.55	17.88	13.21	15.91	3.59	4.28
9	-0.80	16.36	20.13	15.30	18.38	4.77	5.69
10	-0.90	18.20	22.43	17.44	20.91	6.14	7.33
11	-1.00	20.09	24.78	19.63	23.49	7.72	9.21
12	-1.10	22.02	27.17	21.88	26.11	9.49	11.32
13	-1.20	23.99	29.61	24.17	28.79	11.47	13.68
14	-1.30	26.00	32.09	26.51	31.52	13.66	16.28
15	-1.40	28.05	34.62	28.91	34.30	16.08	19.14
16	-1.50	30.14	37.20	31.36	37.13	18.71	22.25
17	-1.60	32.27	39.83	33.85	40.01	21.57	25.63
18	-1.70	34.44	42.50	36.40	42.95	24.66	29.27
19	-1.80	36.65	45.22	39.00	45.93	27.99	33.19
20	-1.90	38.91	47.98	41.65	48.96	31.56	37.38
21	-2.00	41.20	50.80	44.35	52.05	35.37	41.85
22	-2.10	43.54	53.65	47.10	55.18	39.43	46.60
23	-2.20	45.92	56.56	49.90	58.37	43.75	51.65
24	-2.30	48.34	59.51	52.75	61.61	48.33	56.99
25	-2.40	50.79	62.51	55.65	64.89	53.17	62.63

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
26	-2.50	53.29	65.56	58.60	68.23	58.28	68.57
27	-2.60	55.83	68.65	61.61	71.62	63.66	74.82
28	-2.70	58.42	71.79	64.66	75.06	69.33	81.38
29	-2.80	61.04	74.98	67.77	78.55	75.27	88.26
30	-2.90	63.70	78.21	70.93	82.09	81.50	95.47
31	-3.00	66.41	81.49	74.13	85.69	88.03	103.00
32	-3.10	69.15	84.82	77.39	89.33	94.85	110.86
33	-3.20	71.94	88.19	80.70	93.02	101.97	119.06
34	-3.30	74.76	91.61	84.06	96.77	109.40	127.60
35	-3.40	77.63	95.08	87.47	100.56	117.14	136.49
36	-3.50	80.54	98.59	90.93	104.41	125.19	145.72
37	-3.60	83.49	102.16	94.44	108.31	133.57	155.31
38	-3.70	86.48	105.76	98.01	112.26	142.27	165.26
39	-3.80	89.51	109.42	101.62	116.25	151.30	175.57
40	-3.90	92.58	113.12	105.28	120.30	160.66	186.26
41	-4.00	95.70	116.87	109.00	124.40	170.37	197.31
42	-4.10	98.85	120.66	112.76	128.56	180.41	208.75
43	-4.20	102.04	124.50	116.58	132.76	190.81	220.57
44	-4.30	105.28	128.39	120.45	137.01	201.56	232.77
45	-4.40	108.56	132.33	124.37	141.31	212.66	245.37
46	-4.50	111.87	136.31	128.34	145.67	224.13	258.36
47	-4.60	115.23	140.34	132.36	150.07	235.97	271.75
48	-4.70	118.63	144.41	136.43	154.53	248.17	285.56
49	-4.80	122.07	148.53	140.55	159.03	260.76	299.77
50	-4.90	125.55	152.70	144.72	163.59	273.72	314.39
51	-5.00	129.07	156.92	148.94	168.20	287.07	329.44
52	-5.10	132.64	161.18	153.22	172.86	300.81	344.91
53	-5.20	136.24	165.49	157.54	177.57	314.95	360.81
54	-5.30	139.89	169.84	161.92	182.33	329.48	377.15
55	-5.40	143.57	174.25	166.34	187.14	344.42	393.92
56	-5.50	147.30	178.70	170.82	192.00	359.77	411.14
57	-5.60	151.06	183.19	175.35	196.91	375.54	428.80
58	-5.70	154.87	187.74	179.92	201.88	391.72	446.92
59	-5.80	158.72	192.33	184.55	206.89	408.32	465.50
60	-5.90	162.61	196.96	189.23	211.96	425.35	484.53
61	-6.00	166.54	201.65	193.96	217.07	442.82	504.03
62	-6.10	170.51	206.38	198.74	222.24	460.72	524.01
63	-6.20	174.53	211.15	203.58	227.46	479.07	544.46
64	-6.30	178.58	215.98	208.46	232.72	497.86	565.39
65	-6.40	182.67	220.85	213.39	238.04	517.10	586.80
66	-6.50	186.81	225.76	218.38	243.41	536.80	608.71
67	-6.60	190.98	230.73	223.41	248.83	556.96	631.11
68	-6.70	195.20	235.74	228.50	254.30	577.58	654.01
69	-6.80	199.46	240.80	233.64	259.83	598.68	677.41
70	-6.90	203.76	245.90	238.82	265.40	620.24	701.32
71	-7.00	208.10	251.05	244.06	271.02	642.29	725.74
72	-7.10	212.48	256.25	249.35	276.70	664.82	750.68
73	-7.20	216.90	261.50	254.69	282.42	687.85	776.15
74	-7.30	221.36	266.79	260.08	288.20	711.36	802.14
75	-7.40	225.86	272.13	265.52	294.02	735.37	828.66
76	-7.50	230.41	277.51	271.02	299.90	759.89	855.72
77	-7.60	234.99	282.94	276.56	305.83	784.91	883.32
78	-7.70	239.62	288.42	282.15	311.81	810.45	911.46
79	-7.80	244.28	293.95	287.80	317.84	836.50	940.16
80	-7.90	248.99	299.52	293.49	323.92	863.07	969.41
81	-8.00	253.74	305.14	299.24	330.05	890.17	999.22
82	-8.10	258.53	310.80	305.04	336.23	917.80	1029.59
83	-8.20	263.36	316.51	310.88	342.46	945.97	1060.53
84	-8.30	268.23	322.27	316.78	348.75	974.67	1092.05
85	-8.40	273.14	328.08	322.73	355.08	1003.92	1124.14
86	-8.50	278.09	333.93	328.73	361.47	1033.72	1156.82
87	-8.60	283.09	339.83	334.78	367.90	1064.08	1190.08
88	-8.70	288.12	345.78	340.88	374.39	1094.99	1223.94
89	-8.80	293.20	351.77	347.04	380.93	1126.47	1258.39
90	-8.90	298.31	357.81	353.24	387.52	1158.51	1293.45
91	-9.00	303.47	363.90	359.49	394.15	1191.13	1329.11

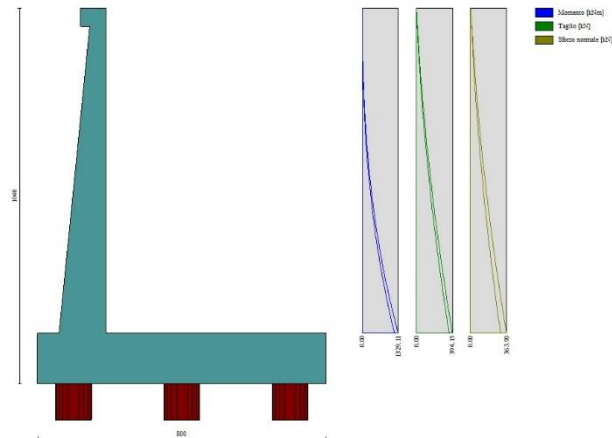


Fig. 24 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.14	0.04	0.05
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.29	0.17	0.19
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.43	0.38	0.43

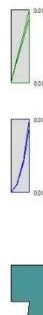


Fig. 25 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05	MAX
	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05	MIN
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39	MAX
	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39	MIN
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39	MAX
	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39	MIN
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05	MAX
	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05	MIN
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32	MAX
	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32	MIN
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32	MAX
	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32	MIN
7	-419.49	-1398.30	72.91	0.00	-323.43	MAX
	-716.09	-2386.98	34.07	0.00	-624.44	MIN
8	-403.34	-1344.48	210.91	0.00	-134.65	MAX
	-673.51	-2245.02	115.90	0.00	-238.74	MIN
9	-403.34	-1344.48	210.91	0.00	-134.65	MAX
	-673.51	-2245.02	115.90	0.00	-238.74	MIN
10	-427.27	-1424.22	0.00	0.00	-384.56	MAX

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	-732.94	-2443.14	0.00	0.00	-709.19	MIN
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39	MAX
	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39	MIN
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39	MAX
	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39	MIN
13	-419.49	-1398.30	-34.07	0.00	-323.43	MAX
	-716.09	-2386.98	-72.91	0.00	-624.44	MIN
14	-131.08	-1059.36	15.34	116.71	-257.52	MAX
	-153.15	-1701.19	-6.42	70.69	-529.34	MIN
15	49.48	-1067.26	44.51	194.79	-202.65	MAX
	26.01	-1731.05	14.47	141.63	-363.58	MIN
16	-150.28	-914.60	0.00	0.00	-13.74	MAX
	-225.50	-1592.32	0.00	0.00	-358.44	MIN
17	-131.08	-1059.36	6.42	-70.69	-257.52	MAX
	-153.15	-1701.19	-15.34	-116.71	-529.34	MIN
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05	MAX
	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05	MIN
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05	MAX
	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05	MIN
20	-403.34	-1344.48	-115.90	0.00	-134.65	MAX
	-673.51	-2245.02	-210.91	0.00	-238.74	MIN
21	49.48	-1067.26	-14.47	-141.63	-202.65	MAX
	26.01	-1731.05	-44.51	-194.79	-363.58	MIN
22	-16.47	-874.48	-8.75	462.15	-271.82	MAX
	-25.76	-1288.33	-13.32	377.30	-463.30	MIN
23	22.68	-814.78	-26.43	132.67	-334.37	MAX
	5.17	-1246.58	-42.51	111.36	-556.10	MIN
24	-511.91	-1328.54	0.00	0.00	-287.47	MAX
	-623.67	-1637.44	0.00	0.00	-481.90	MIN
25	-16.47	-874.48	13.32	-377.30	-271.82	MAX
	-25.76	-1288.33	8.75	-462.15	-463.30	MIN
26	22.68	-814.78	42.51	-111.36	-334.37	MAX
	5.17	-1246.58	26.43	-132.67	-556.10	MIN
27	-63.09	-504.89	8.74	13.87	-315.31	MAX
	-84.37	-759.72	-4.34	8.79	-444.32	MIN
28	-2.41	-495.16	-9.95	58.18	-373.84	MAX
	-8.56	-749.13	-29.04	45.12	-577.66	MIN
29	-34.81	-354.39	0.00	0.00	-591.56	MAX
	-51.63	-639.02	0.00	0.00	-659.68	MIN
30	-63.09	-504.89	4.34	-8.79	-315.31	MAX
	-84.37	-759.72	-8.74	-13.87	-444.32	MIN
31	-2.41	-495.16	29.04	-45.12	-373.84	MAX
	-8.56	-749.13	9.95	-58.18	-577.66	MIN
32	-5.83	-189.02	-15.32	4.97	-191.09	MAX
	-30.67	-313.22	-18.73	-2.81	-297.99	MIN
33	-6.32	-204.47	-25.35	16.59	-278.29	MAX
	-11.63	-327.94	-35.22	-0.44	-431.25	MIN
34	1.44	-130.81	0.00	0.00	-58.34	MAX
	-21.03	-286.70	0.00	0.00	-219.76	MIN
35	-5.83	-189.02	18.73	2.81	-191.09	MAX
	-30.67	-313.22	15.32	-4.97	-297.99	MIN
36	-6.32	-204.47	35.22	0.44	-278.29	MAX
	-11.63	-327.94	25.35	-16.59	-431.25	MIN
37	20.74	-69.22	-8.03	179.26	-72.73	MAX
	11.61	-91.69	-10.98	81.50	-134.17	MIN
38	19.24	-42.75	-12.41	46.22	-143.73	MAX
	16.58	-74.11	-18.77	14.02	-226.09	MIN
39	-91.85	-191.40	0.00	0.00	-71.52	MAX
	-228.02	-263.70	0.00	0.00	-130.31	MIN
40	20.74	-69.22	10.98	-81.50	-72.73	MAX
	11.61	-91.69	8.03	-179.26	-134.17	MIN
41	19.24	-42.75	18.77	-14.02	-143.73	MAX
	16.58	-74.11	12.41	-46.22	-226.09	MIN
42	-13.46	-24.10	6.30	-8.80	-41.86	MAX
	-56.07	-39.28	0.38	-16.18	-68.63	MIN
43	4.33	9.61	0.38	24.70	-80.48	MAX
	-1.37	6.59	-5.80	-2.12	-121.22	MIN
44	12.26	60.60	0.00	0.00	-184.33	MAX
	-21.33	23.29	0.00	0.00	-277.44	MIN
45	-13.46	-24.10	-0.38	16.18	-41.86	MAX
	-56.07	-39.28	-6.30	8.80	-68.63	MIN
46	4.33	9.61	5.80	2.12	-80.48	MAX
	-1.37	6.59	-0.38	-24.70	-121.22	MIN

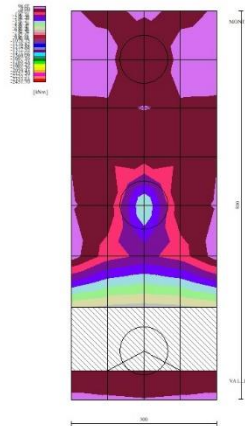


Fig. 26 - Piastra fondazione - Momento  $M_x$  (Combinazione n° 2)

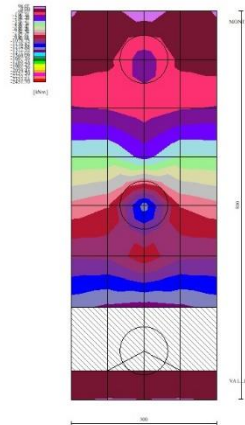


Fig. 27 - Piastra fondazione - Momento  $M_{y_{MAX}}$  (Combinazione n° 1)

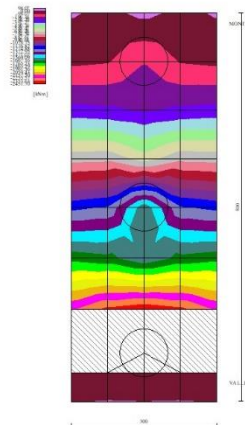


Fig. 28 - Piastra fondazione - Momento  $M_{y_{MIN}}$  (Combinazione n° 2)



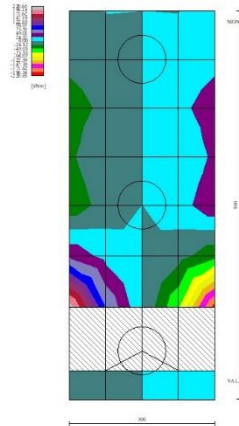


Fig. 29 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 2)

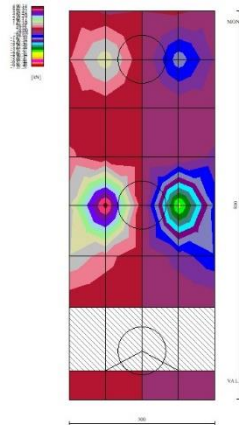


Fig. 30 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

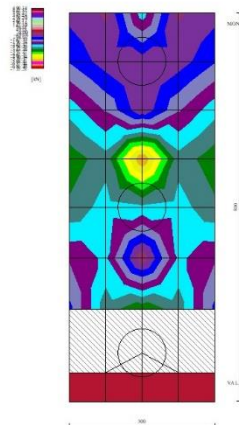


Fig. 31 - Piastra fondazione - Taglio TyMAX (Combinazione n° 1)

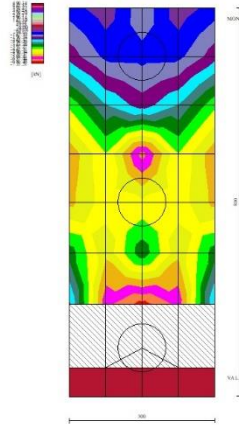


Fig. 32 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{MIN}$  (Combinazione n° 2)

### 10.6.3 Condizione eccezionale d'urto

#### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub> [kPa]	f <sub>uk</sub> [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

#### Tipologie pali

##### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, PI	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	palo D1000	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

#### Geometria profilo terreno a monte del muro

##### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	20.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

## Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	3.00	[m]
<b>Paramento</b>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	9.00	[m]
Altezza paramento libero	8.00	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.30	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<b>Mensola di marciapiede</b>		
Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]
<b>Fondazione</b>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	6.10	[m]
Lunghezza totale	8.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.40	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

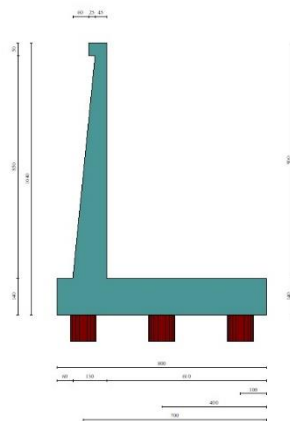


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
$\alpha$	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	palo D1000	1.00	3.00	0.20	1	100.00	30.00	0.00	Centrati

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
2	palo D1000	4.00	3.00	0.50	1	100.00	30.00	0.00	Centrati
3	palo D1000	7.00	3.00	0.50	1	100.00	30.00	0.00	Centrati

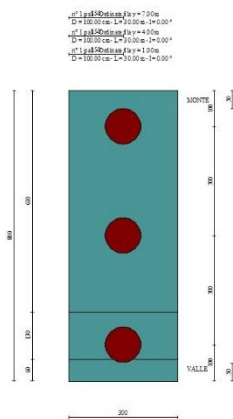


Fig. 2 - Pianta pali

### Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ <sub>s</sub>	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
φ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ <sub>l</sub>	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ <sub>sat</sub> [kN/mc]	φ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τ <sub>l</sub> [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0			(MIN)
				27.000	27.000	0	0			(MED)
3	unità GS	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
K <sub>wn</sub> , K <sub>wt</sub>	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
K <sub>w</sub>	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
K <sub>s</sub>	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

K<sub>St<sub>sta</sub></sub>, K<sub>St<sub>sis</sub></sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	K <sub>wn</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>wt</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>w</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>s</sub>	Cesp	K <sub>St<sub>sta</sub></sub>	K <sub>St<sub>sis</sub></sub>
1	10.40	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	25.00	0.000	unità GS	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità AL- argilla limosa	0.000	0.000	100.000	0.000	0.000	---	---

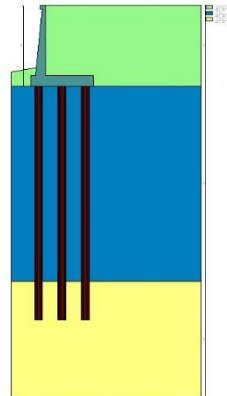


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.  
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>r</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kN]
Q <sub>r</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>r</sub> espressa in [kN]

### Condizione n° 1 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

### Condizione n° 2 (urto) - ECCEZIONALE

#### Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.40; 0.00	41.4200	4.9034	41.4200				

### Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

#### Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.00	1.00	1.00

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Peso nell'unità di volume	$\gamma_v$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.00	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.00	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.00	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.00	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$   $\zeta_4=1.70$

### Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

### Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

### Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.252955
Longitudine	12.845236
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741

Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]		1.984	0.905
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]		0.202	0.092
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.480	2.437
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.336	0.296
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.199	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.248	12.124
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.248	12.124
Esercizio	1.000	11.073	5.537

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale  
Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

### Opzioni di calcolo

#### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

#### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

#### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

#### Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	20.00 [cm]

#### Opzioni calcolo pali

##### Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infilato/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta $\sigma_v$ con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

##### Portanza trasversale

Costante di Winkler: da stratoCriterio rottura palo-terreno

- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Non attivo

##### Cedimenti

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]



## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	427.59	23.33	392.63	169.34	6.10	-6.26
	Peso/Inerzia muro			0.00	465.27/0.00	1.05	-7.86
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1127.28/0.00	3.05	-4.50
	Risultante forze sul muro			41.42	4.90	--	--
	Resistenza pali			-489.70			

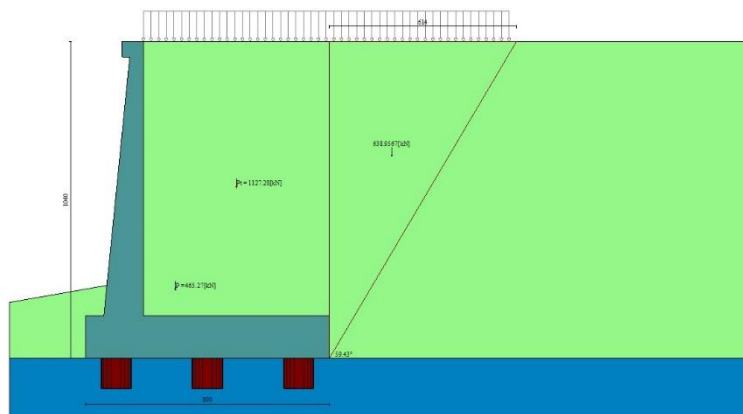


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

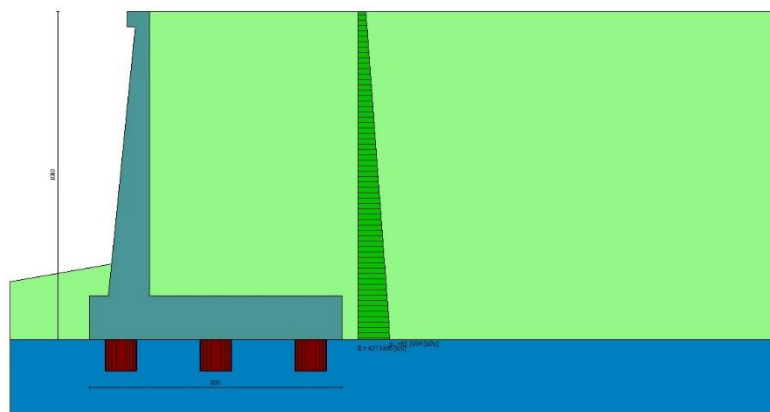


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1766.79	434.05	2095.81	8311.01	0.481
2 - GEO (A2-M2-R2)	1766.79	434.05	2095.81	8311.01	0.481

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	1342.29	0.00	-434.01
	2	1766.79	0.00	-434.01
	3	2191.30	0.00	-434.01

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.128					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.350		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	18.30	3.350

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	7.97	41.42	42.78
2	-0.10	9.52	42.71	46.85

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
3	-0.20	11.11	44.04	51.03
4	-0.30	12.75	45.42	55.33
5	-0.40	14.43	46.85	59.76
6	-0.50	16.15	48.31	64.32
7	-0.60	17.92	49.83	69.00
8	-0.70	19.73	51.39	73.83
9	-0.80	21.59	52.99	78.80
10	-0.90	23.49	54.64	83.91
11	-1.00	25.43	56.33	89.17
12	-1.10	27.42	58.07	94.58
13	-1.20	29.45	59.85	100.15
14	-1.30	31.52	61.68	105.89
15	-1.40	33.64	63.55	111.78
16	-1.50	35.80	65.47	117.85
17	-1.60	38.01	67.43	124.09
18	-1.70	40.26	69.43	130.51
19	-1.80	42.55	71.49	137.11
20	-1.90	44.89	73.58	143.90
21	-2.00	47.27	75.72	150.87
22	-2.10	49.70	77.91	158.04
23	-2.20	52.17	80.14	165.41
24	-2.30	54.68	82.42	172.98
25	-2.40	57.24	84.74	180.75
26	-2.50	59.84	87.11	188.74
27	-2.60	62.48	89.52	196.94
28	-2.70	65.17	91.97	205.36
29	-2.80	67.90	94.47	214.00
30	-2.90	70.68	97.02	222.87
31	-3.00	73.50	99.61	231.97
32	-3.10	76.36	102.24	241.30
33	-3.20	79.27	104.92	250.87
34	-3.30	82.22	107.65	260.69
35	-3.40	85.22	110.42	270.75
36	-3.50	88.25	113.23	281.06
37	-3.60	91.34	116.09	291.63
38	-3.70	94.46	119.00	302.46
39	-3.80	97.63	121.95	313.55
40	-3.90	100.85	124.94	324.91
41	-4.00	104.11	127.98	336.53
42	-4.10	107.41	131.06	348.44
43	-4.20	110.75	134.19	360.62
44	-4.30	114.14	137.37	373.09
45	-4.40	117.58	140.59	385.85
46	-4.50	121.05	143.85	398.89
47	-4.60	124.57	147.16	412.24
48	-4.70	128.14	150.51	425.88
49	-4.80	131.75	153.91	439.83
50	-4.90	135.40	157.35	454.08
51	-5.00	139.10	160.84	468.65
52	-5.10	142.84	164.37	483.53
53	-5.20	146.62	167.95	498.74
54	-5.30	150.45	171.58	514.26
55	-5.40	154.32	175.24	530.12
56	-5.50	158.24	178.96	546.31
57	-5.60	162.20	182.71	562.84
58	-5.70	166.20	186.52	579.70
59	-5.80	170.25	190.36	596.91
60	-5.90	174.34	194.25	614.47
61	-6.00	178.47	198.19	632.39
62	-6.10	182.65	202.17	650.66
63	-6.20	186.87	206.20	669.29
64	-6.30	191.14	210.27	688.28
65	-6.40	195.45	214.39	707.65
66	-6.50	199.80	218.55	727.39
67	-6.60	204.20	222.76	747.50
68	-6.70	208.64	227.01	768.00
69	-6.80	213.13	231.30	788.89
70	-6.90	217.66	235.64	810.16
71	-7.00	222.23	240.03	831.82
72	-7.10	226.85	244.46	853.89
73	-7.20	231.51	248.94	876.36
74	-7.30	236.21	253.46	899.23
75	-7.40	240.96	258.02	922.51
76	-7.50	245.75	262.63	946.21
77	-7.60	250.59	267.29	970.32
78	-7.70	255.47	271.99	994.86
79	-7.80	260.39	276.73	1019.82
80	-7.90	265.36	281.52	1045.21
81	-8.00	270.37	286.36	1071.04
82	-8.10	275.42	291.24	1097.31
83	-8.20	280.52	296.16	1124.01
84	-8.30	285.67	301.13	1151.17
85	-8.40	290.85	306.14	1178.78
86	-8.50	296.08	311.20	1206.84
87	-8.60	301.36	316.31	1235.36
88	-8.70	306.68	321.45	1264.34
89	-8.80	312.04	326.65	1293.79
90	-8.90	317.44	331.89	1323.71
91	-9.00	322.89	337.17	1354.11

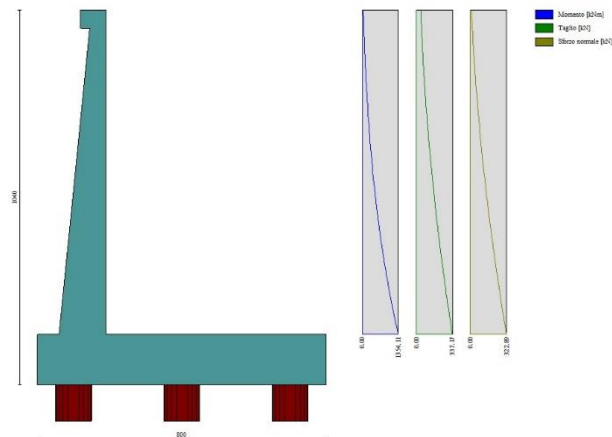


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

*Mensola valle*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 7 - Mensola valle (Inviluppo)

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32
7	-168.45	-561.49	0.03	0.00	-178.08
8	-173.53	-578.42	27.09	0.00	-168.50
9	-173.53	-578.42	27.09	0.00	-168.50
10	-167.74	-559.13	0.00	0.00	-207.62
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39
13	-168.45	-561.49	-0.03	0.00	-178.08
14	-85.53	-391.49	-20.99	28.27	-117.51
15	10.47	-383.60	-12.19	79.24	-162.29
16	-69.70	-258.56	0.00	0.00	115.99
17	-85.53	-391.49	20.99	-28.27	-117.51
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05
20	-173.53	-578.42	-27.09	0.00	-168.50
21	10.47	-383.60	12.19	-79.24	-162.29
22	-2.72	-324.38	-6.61	404.30	-124.89
23	29.37	-267.20	-15.43	111.88	-172.87
24	-540.41	-736.40	0.00	0.00	-133.27
25	-2.72	-324.38	6.61	-404.30	-124.89
26	29.37	-267.20	15.43	-111.88	-172.87
27	-75.65	-124.63	11.92	12.81	-144.54
28	-12.37	-123.99	2.12	49.77	-158.19
29	-48.40	8.30	0.00	0.00	-395.94
30	-75.65	-124.63	-11.92	-12.81	-144.54
31	-12.37	-123.99	-2.12	-49.77	-158.19
32	-59.02	-14.89	-16.12	11.28	-30.29
33	-12.60	-21.21	-16.94	37.75	-84.23
34	-40.44	87.68	0.00	0.00	178.15
35	-59.02	-14.89	16.12	-11.28	-30.29
36	-12.60	-21.21	16.94	-37.75	-84.23
37	1.20	-37.04	-5.17	317.02	16.44
38	23.33	2.30	-4.96	89.69	-33.61
39	-419.00	-368.94	0.00	0.00	16.45
40	1.20	-37.04	5.17	-317.02	16.44
41	23.33	2.30	4.96	-89.69	-33.61
42	-115.67	-61.27	14.35	0.69	-2.77
43	-8.80	3.19	8.84	61.94	-25.46
44	-67.32	112.96	0.00	0.00	-409.14
45	-115.67	-61.27	-14.35	-0.69	-2.77
46	-8.80	3.19	-8.84	-61.94	-25.46

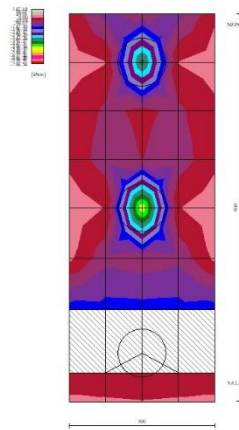


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti Mx (Combinazione n° 1)

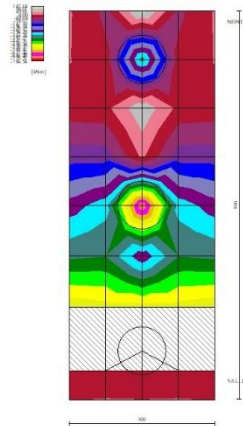


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momenti My (Combinazione n° 1)

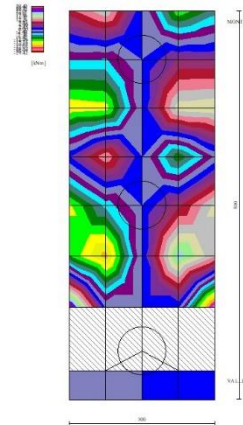


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 1)

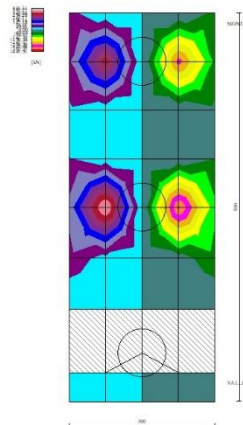


Fig. 11 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

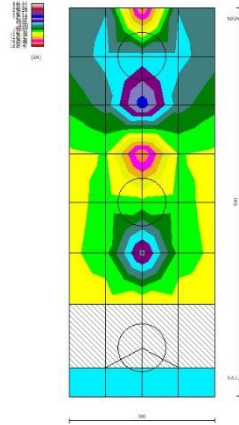


Fig. 12 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 1)

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	427.59	23.33	392.63	169.34	6.10	-6.26
	Peso/Inerzia muro			0.00	465.27/0.00	1.05	-7.86
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1127.28/0.00	3.05	-4.50
	Risultante forze sul muro			41.42	4.90	--	--
	Resistenza pali			-489.70			

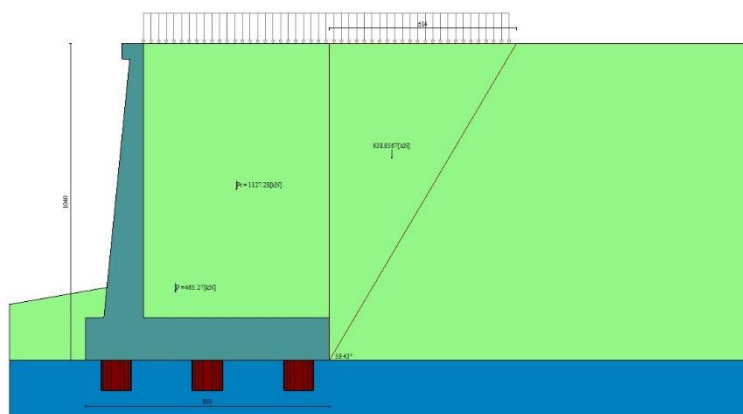


Fig. 16 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

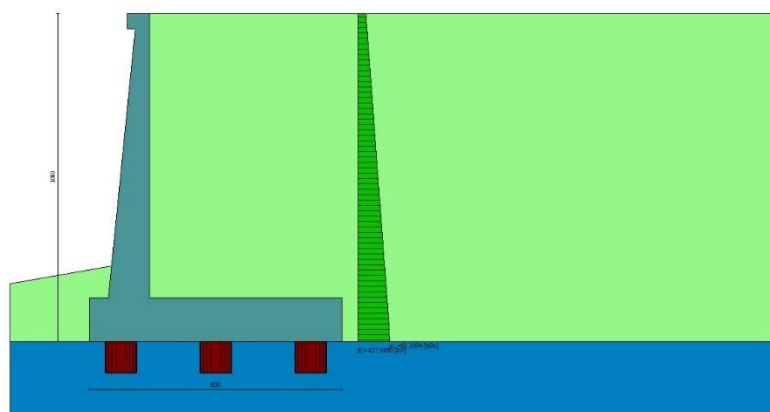


Fig. 17 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]



Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1766.79	434.05	2095.81	8311.01	0.481
2 - GEO (A2-M2-R2)	1766.79	434.05	2095.81	8311.01	0.481

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	1342.29	0.00	-434.01
	2	1766.79	0.00	-434.01
	3	2191.30	0.00	-434.01

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.128					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.350		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	18.30	3.350

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	7.97	7.97	41.42	41.42	42.78	42.78
2	-0.10	9.52	9.52	42.71	42.71	46.85	46.85
3	-0.20	11.11	11.11	44.04	44.04	51.03	51.03
4	-0.30	12.75	12.75	45.42	45.42	55.33	55.33

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
5	-0.40	14.43	14.43	46.85	46.85	59.76	59.76
6	-0.50	16.15	16.15	48.31	48.31	64.32	64.32
7	-0.60	17.92	17.92	49.83	49.83	69.00	69.00
8	-0.70	19.73	19.73	51.39	51.39	73.83	73.83
9	-0.80	21.59	21.59	52.99	52.99	78.80	78.80
10	-0.90	23.49	23.49	54.64	54.64	83.91	83.91
11	-1.00	25.43	25.43	56.33	56.33	89.17	89.17
12	-1.10	27.42	27.42	58.07	58.07	94.58	94.58
13	-1.20	29.45	29.45	59.85	59.85	100.15	100.15
14	-1.30	31.52	31.52	61.68	61.68	105.89	105.89
15	-1.40	33.64	33.64	63.55	63.55	111.78	111.78
16	-1.50	35.80	35.80	65.47	65.47	117.85	117.85
17	-1.60	38.01	38.01	67.43	67.43	124.09	124.09
18	-1.70	40.26	40.26	69.43	69.43	130.51	130.51
19	-1.80	42.55	42.55	71.49	71.49	137.11	137.11
20	-1.90	44.89	44.89	73.58	73.58	143.90	143.90
21	-2.00	47.27	47.27	75.72	75.72	150.87	150.87
22	-2.10	49.70	49.70	77.91	77.91	158.04	158.04
23	-2.20	52.17	52.17	80.14	80.14	165.41	165.41
24	-2.30	54.68	54.68	82.42	82.42	172.98	172.98
25	-2.40	57.24	57.24	84.74	84.74	180.75	180.75
26	-2.50	59.84	59.84	87.11	87.11	188.74	188.74
27	-2.60	62.48	62.48	89.52	89.52	196.94	196.94
28	-2.70	65.17	65.17	91.97	91.97	205.36	205.36
29	-2.80	67.90	67.90	94.47	94.47	214.00	214.00
30	-2.90	70.68	70.68	97.02	97.02	222.87	222.87
31	-3.00	73.50	73.50	99.61	99.61	231.97	231.97
32	-3.10	76.36	76.36	102.24	102.24	241.30	241.30
33	-3.20	79.27	79.27	104.92	104.92	250.87	250.87
34	-3.30	82.22	82.22	107.65	107.65	260.69	260.69
35	-3.40	85.22	85.22	110.42	110.42	270.75	270.75
36	-3.50	88.25	88.25	113.23	113.23	281.06	281.06
37	-3.60	91.34	91.34	116.09	116.09	291.63	291.63
38	-3.70	94.46	94.46	119.00	119.00	302.46	302.46
39	-3.80	97.63	97.63	121.95	121.95	313.55	313.55
40	-3.90	100.85	100.85	124.94	124.94	324.91	324.91
41	-4.00	104.11	104.11	127.98	127.98	336.53	336.53
42	-4.10	107.41	107.41	131.06	131.06	348.44	348.44
43	-4.20	110.75	110.75	134.19	134.19	360.62	360.62
44	-4.30	114.14	114.14	137.37	137.37	373.09	373.09
45	-4.40	117.58	117.58	140.59	140.59	385.85	385.85
46	-4.50	121.05	121.05	143.85	143.85	398.89	398.89
47	-4.60	124.57	124.57	147.16	147.16	412.24	412.24
48	-4.70	128.14	128.14	150.51	150.51	425.88	425.88
49	-4.80	131.75	131.75	153.91	153.91	439.83	439.83
50	-4.90	135.40	135.40	157.35	157.35	454.08	454.08
51	-5.00	139.10	139.10	160.84	160.84	468.65	468.65
52	-5.10	142.84	142.84	164.37	164.37	483.53	483.53
53	-5.20	146.62	146.62	167.95	167.95	498.74	498.74
54	-5.30	150.45	150.45	171.58	171.58	514.26	514.26
55	-5.40	154.32	154.32	175.24	175.24	530.12	530.12
56	-5.50	158.24	158.24	178.96	178.96	546.31	546.31
57	-5.60	162.20	162.20	182.71	182.71	562.84	562.84
58	-5.70	166.20	166.20	186.52	186.52	579.70	579.70
59	-5.80	170.25	170.25	190.36	190.36	596.91	596.91
60	-5.90	174.34	174.34	194.25	194.25	614.47	614.47
61	-6.00	178.47	178.47	198.19	198.19	632.39	632.39
62	-6.10	182.65	182.65	202.17	202.17	650.66	650.66
63	-6.20	186.87	186.87	206.20	206.20	669.29	669.29
64	-6.30	191.14	191.14	210.27	210.27	688.28	688.28
65	-6.40	195.45	195.45	214.39	214.39	707.65	707.65
66	-6.50	199.80	199.80	218.55	218.55	727.39	727.39
67	-6.60	204.20	204.20	222.76	222.76	747.50	747.50
68	-6.70	208.64	208.64	227.01	227.01	768.00	768.00
69	-6.80	213.13	213.13	231.30	231.30	788.89	788.89
70	-6.90	217.66	217.66	235.64	235.64	810.16	810.16
71	-7.00	222.23	222.23	240.03	240.03	831.82	831.82
72	-7.10	226.85	226.85	244.46	244.46	853.89	853.89
73	-7.20	231.51	231.51	248.94	248.94	876.36	876.36
74	-7.30	236.21	236.21	253.46	253.46	899.23	899.23
75	-7.40	240.96	240.96	258.02	258.02	922.51	922.51
76	-7.50	245.75	245.75	262.63	262.63	946.21	946.21
77	-7.60	250.59	250.59	267.29	267.29	970.32	970.32
78	-7.70	255.47	255.47	271.99	271.99	994.86	994.86
79	-7.80	260.39	260.39	276.73	276.73	1019.82	1019.82
80	-7.90	265.36	265.36	281.52	281.52	1045.21	1045.21
81	-8.00	270.37	270.37	286.36	286.36	1071.04	1071.04
82	-8.10	275.42	275.42	291.24	291.24	1097.31	1097.31
83	-8.20	280.52	280.52	296.16	296.16	1124.01	1124.01
84	-8.30	285.67	285.67	301.13	301.13	1151.17	1151.17
85	-8.40	290.85	290.85	306.14	306.14	1178.78	1178.78
86	-8.50	296.08	296.08	311.20	311.20	1206.84	1206.84
87	-8.60	301.36	301.36	316.31	316.31	1235.36	1235.36
88	-8.70	306.68	306.68	321.45	321.45	1264.34	1264.34
89	-8.80	312.04	312.04	326.65	326.65	1293.79	1293.79
90	-8.90	317.44	317.44	331.89	331.89	1323.71	1323.71
91	-9.00	322.89	322.89	337.17	337.17	1354.11	1354.11

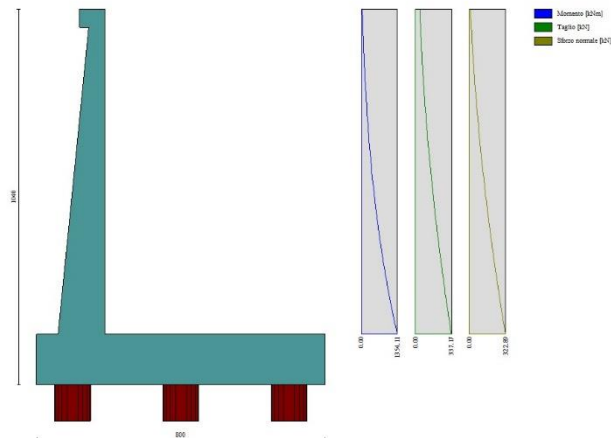


Fig. 18 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.02	0.04	0.04
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.04	0.17	0.17
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.07	0.38	0.38



Fig. 19 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05	MAX
	0.58	-0.10	-0.22	0.32	10.05	MIN
2	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39	MAX
	0.31	0.14	-0.02	0.22	10.39	MIN
3	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39	MAX
	-1.85	-6.18	-0.05	0.00	10.39	MIN
4	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05	MAX
	-1.90	-6.33	-0.29	0.00	10.05	MIN
5	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32	MAX
	0.07	0.01	0.00	0.00	10.32	MIN
6	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32	MAX
	-1.86	-6.21	0.00	0.00	10.32	MIN
7	-168.45	-561.49	0.03	0.00	-178.08	MAX
	-168.45	-561.49	0.03	0.00	-178.08	MIN
8	-173.53	-578.42	27.09	0.00	-168.50	MAX
	-173.53	-578.42	27.09	0.00	-168.50	MIN
9	-173.53	-578.42	27.09	0.00	-168.50	MAX
	-173.53	-578.42	27.09	0.00	-168.50	MIN

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	-167.74	-559.13	0.00	0.00	-207.62	MAX
	-167.74	-559.13	0.00	0.00	-207.62	MIN
11	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39	MAX
	0.31	0.14	0.02	-0.22	10.39	MIN
12	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39	MAX
	-1.85	-6.18	0.05	0.00	10.39	MIN
13	-168.45	-561.49	-0.03	0.00	-178.08	MAX
	-168.45	-561.49	-0.03	0.00	-178.08	MIN
14	-85.53	-391.49	-20.99	28.27	-117.51	MAX
	-85.53	-391.49	-20.99	28.27	-117.51	MIN
15	10.47	-383.60	-12.19	79.24	-162.29	MAX
	10.47	-383.60	-12.19	79.24	-162.29	MIN
16	-69.70	-258.56	0.00	0.00	115.99	MAX
	-69.70	-258.56	0.00	0.00	115.99	MIN
17	-85.53	-391.49	20.99	-28.27	-117.51	MAX
	-85.53	-391.49	20.99	-28.27	-117.51	MIN
18	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05	MAX
	0.58	-0.10	0.22	-0.32	10.05	MIN
19	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05	MAX
	-1.90	-6.33	0.29	0.00	10.05	MIN
20	-173.53	-578.42	-27.09	0.00	-168.50	MAX
	-173.53	-578.42	-27.09	0.00	-168.50	MIN
21	10.47	-383.60	12.19	-79.24	-162.29	MAX
	10.47	-383.60	12.19	-79.24	-162.29	MIN
22	-2.72	-324.38	-6.61	404.30	-124.89	MAX
	-2.72	-324.38	-6.61	404.30	-124.89	MIN
23	29.37	-267.20	-15.43	111.88	-172.87	MAX
	29.37	-267.20	-15.43	111.88	-172.87	MIN
24	-540.41	-736.40	0.00	0.00	-133.27	MAX
	-540.41	-736.40	0.00	0.00	-133.27	MIN
25	-2.72	-324.38	6.61	-404.30	-124.89	MAX
	-2.72	-324.38	6.61	-404.30	-124.89	MIN
26	29.37	-267.20	15.43	-111.88	-172.87	MAX
	29.37	-267.20	15.43	-111.88	-172.87	MIN
27	-75.65	-124.63	11.92	12.81	-144.54	MAX
	-75.65	-124.63	11.92	12.81	-144.54	MIN
28	-12.37	-123.99	2.12	49.77	-158.19	MAX
	-12.37	-123.99	2.12	49.77	-158.19	MIN
29	-48.40	8.30	0.00	0.00	-395.94	MAX
	-48.40	8.30	0.00	0.00	-395.94	MIN
30	-75.65	-124.63	-11.92	-12.81	-144.54	MAX
	-75.65	-124.63	-11.92	-12.81	-144.54	MIN
31	-12.37	-123.99	-2.12	-49.77	-158.19	MAX
	-12.37	-123.99	-2.12	-49.77	-158.19	MIN
32	-59.02	-14.89	-16.12	11.28	-30.29	MAX
	-59.02	-14.89	-16.12	11.28	-30.29	MIN
33	-12.60	-21.21	-16.94	37.75	-84.23	MAX
	-12.60	-21.21	-16.94	37.75	-84.23	MIN
34	-40.44	87.68	0.00	0.00	178.15	MAX
	-40.44	87.68	0.00	0.00	178.15	MIN
35	-59.02	-14.89	16.12	-11.28	-30.29	MAX
	-59.02	-14.89	16.12	-11.28	-30.29	MIN
36	-12.60	-21.21	16.94	-37.75	-84.23	MAX
	-12.60	-21.21	16.94	-37.75	-84.23	MIN
37	1.20	-37.04	-5.17	317.02	16.44	MAX
	1.20	-37.04	-5.17	317.02	16.44	MIN
38	23.33	2.30	-4.96	89.69	-33.61	MAX
	23.33	2.30	-4.96	89.69	-33.61	MIN
39	-419.00	-368.94	0.00	0.00	16.45	MAX
	-419.00	-368.94	0.00	0.00	16.45	MIN
40	1.20	-37.04	5.17	-317.02	16.44	MAX
	1.20	-37.04	5.17	-317.02	16.44	MIN
41	23.33	2.30	4.96	-89.69	-33.61	MAX
	23.33	2.30	4.96	-89.69	-33.61	MIN
42	-115.67	-61.27	14.35	0.69	-2.77	MAX
	-115.67	-61.27	14.35	0.69	-2.77	MIN
43	-8.80	3.19	8.84	61.94	-25.46	MAX
	-8.80	3.19	8.84	61.94	-25.46	MIN
44	-67.32	112.96	0.00	0.00	-409.14	MAX
	-67.32	112.96	0.00	0.00	-409.14	MIN
45	-115.67	-61.27	-14.35	-0.69	-2.77	MAX
	-115.67	-61.27	-14.35	-0.69	-2.77	MIN
46	-8.80	3.19	-8.84	-61.94	-25.46	MAX
	-8.80	3.19	-8.84	-61.94	-25.46	MIN

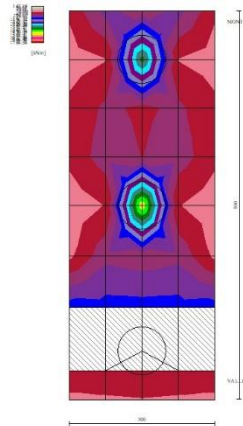


Fig. 20 - Piastra fondazione - Momento Mx (Combinazione n° 1)

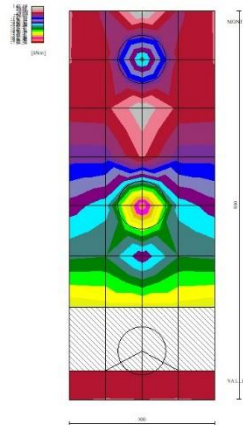


Fig. 21 - Piastra fondazione - Momento My (Combinazione n° 1)

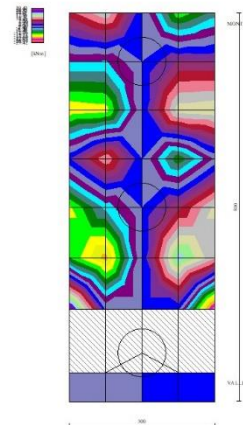


Fig. 22 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 1)

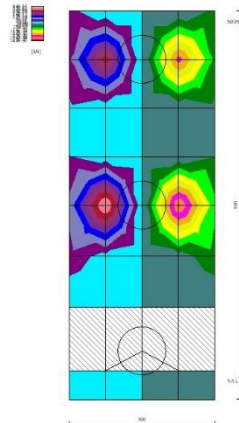


Fig. 23 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

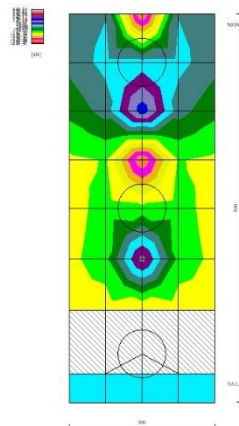


Fig. 24 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 1)

## 10.7 MURO TIPOLOGICO I1

### 10.7.1 Condizione statica

#### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

*Calcestruzzo armato*

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	Rck [kPa]	E [kPa]	v	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	$f_{yk}$ [kPa]	$f_{uk}$ [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
1	palo D1200	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	20.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

### Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 3.60 [m]

#### Paramento

Materiale C32/40  
 Altezza paramento 10.00 [m]  
 Altezza paramento libero 9.00 [m]  
 Spessore in sommità 0.50 [m]  
 Spessore all'attacco con la fondazione 1.50 [m]  
 Inclinazione paramento esterno 5.70 [°]  
 Inclinazione paramento interno 0.00 [°]

#### Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro 0.00 [m]  
 Lunghezza 0.20 [m]  
 Spessore all'estremità libera 0.50 [m]  
 Spessore all'incastro 0.50 [m]

#### Fondazione

Materiale C32/40  
 Lunghezza mensola di valle 1.30 [m]  
 Lunghezza mensola di monte 6.80 [m]

Lunghezza totale	9.60	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.60	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

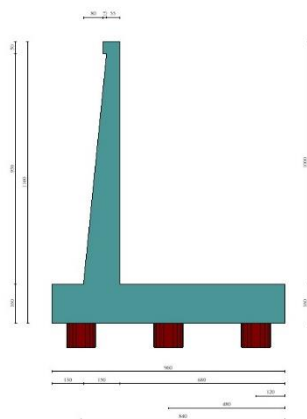


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

*Descrizione pali di fondazione*

**Simbologia adottata**

- n° numero d'ordine della fila
- X ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
- I interasse tra i pali, espressa in [m]
- f franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
- Np Numero di pali della fila
- D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
- L lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
- α inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
- ALL allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	palo D1200	1.20	3.60	0.20	1	120.00	36.00	0.00	Centrati
2	palo D1200	4.80	3.60	0.20	1	120.00	36.00	0.00	Centrati
3	palo D1200	8.40	3.60	0.20	1	120.00	36.00	0.00	Centrati

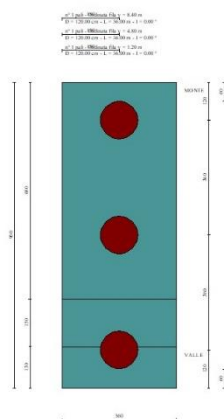


Fig. 2 - Pianta pali

Descrizione terreni

Parametri di resistenza



### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL-argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	5	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	5	0			(MIN)
				27.000	27.000	5	0			(MED)
3	unità GS	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	11.60	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	25.00	0.000	unità GS	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità AL-argilla limosa	0.000	0.000	100.000	0.500	1.000	---	---

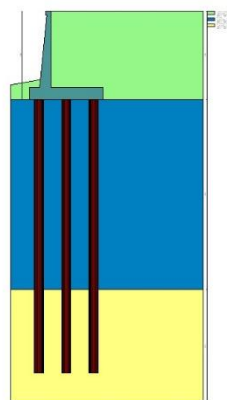


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.	
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.	
Momento positivo senso antiorario.	
X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M	Momento espresso in [kNm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>f</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kN]
Q <sub>f</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>f</sub> espressa in [kN]

**Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF**

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

**Carichi sul terreno**

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

**Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS**

**Carichi sul terreno**

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

**Normativa**

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

**Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni**

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

**Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

**Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

**Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche**

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

**Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche**

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70 \quad \zeta_4=1.70$

### Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.50	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.30	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.15	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	0.75	Sfavorevole

#### Combinazione n° 5 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

#### Dati sismici

Comune

Torricella In Sabina

Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_0$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale  
Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

### Opzioni di calcolo

#### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

#### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

#### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

#### Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	10.00 [cm]

#### Opzioni calcolo pali

##### Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infilato/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta $\sigma_v$ con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

##### Portanza trasversale

Costante di Winkler: da strato	Critério rottura palo-terreno
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Non attivo

##### Cedimenti

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	747.66	23.33	686.53	296.09	6.80	-6.77
	Peso/Inerzia muro			0.00	623.60/0.00	0.99	-8.81
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1592.56/0.00	3.40	-5.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	22.56	-2.12	-9.56
	Resistenza pali			-764.67			
3	Spinta statica	571.71	23.33	524.96	226.41	6.80	-6.78
	Peso/Inerzia muro			0.00	623.60/0.00	0.99	-8.81
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1528.64/0.00	3.40	-5.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	22.56	-2.12	-9.56
	Resistenza pali			-994.08			
4	Spinta statica	560.48	23.33	514.65	221.96	6.80	-6.83
	Peso/Inerzia muro			0.00	623.60/0.00	0.99	-8.81
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1494.64/0.00	3.40	-5.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	22.56	-2.12	-9.56
	Resistenza pali			-994.06			
5	Spinta statica	527.71	23.33	484.57	208.99	6.80	-6.98
	Peso/Inerzia muro			0.00	623.60/0.00	0.99	-8.81
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1392.64/0.00	3.40	-5.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	22.56	-2.12	-9.56
	Resistenza pali			-994.05			

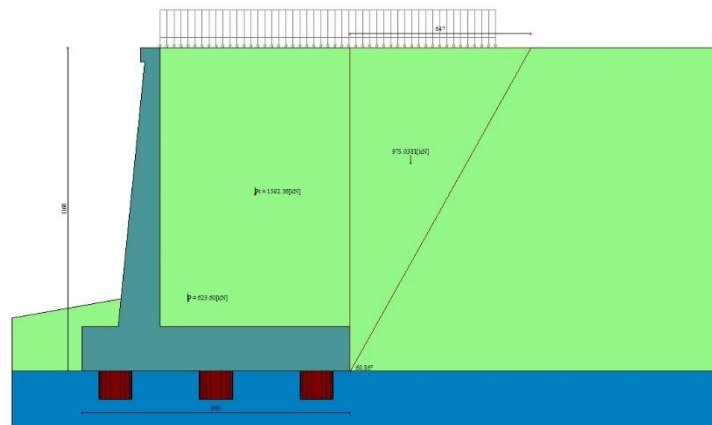


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

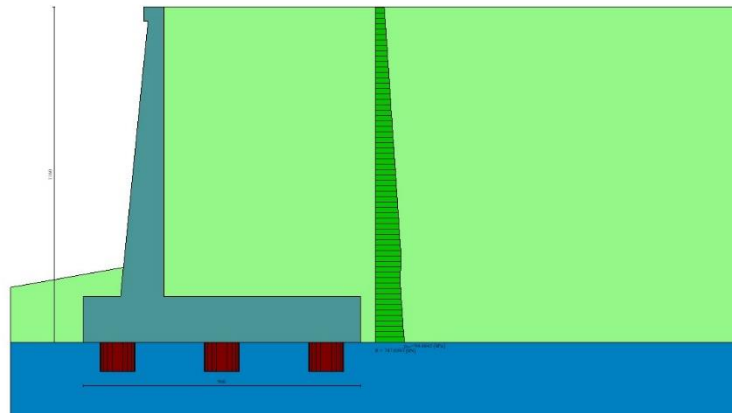


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	2534.81	686.53	3314.72	15092.57	0.153
2 - GEO (A2-M2-R2)	2428.38	647.44	3127.63	14185.69	0.245
3 - SLER	2401.21	524.96	2527.86	14027.57	0.010
4 - SLEF	2362.76	514.65	2455.37	13774.15	0.009
5 - SLEQ	2247.79	484.57	2240.31	13017.41	0.005

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	2849.52	0.00	-823.78
	2	3041.77	0.00	-823.78
	3	3234.03	0.00	-823.78
3 - SLER	1	2870.64	0.00	-629.91
	2	2881.45	0.00	-629.91
	3	2892.25	0.00	-629.91
4 - SLEF	1	2826.28	0.00	-617.54
	2	2835.31	0.00	-617.54
	3	2844.35	0.00	-617.54
5 - SLEQ	1	2693.30	0.00	-581.44
	2	2697.34	0.00	-581.44
	3	2701.39	0.00	-581.44

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento

FS<sub>QLIM</sub>      Coeff. di sicurezza a carico limite  
 FS<sub>STAB</sub>      Coeff. di sicurezza a stabilità globale  
 FS<sub>HYD</sub>      Coeff. di sicurezza a sifonamento  
 FS<sub>SUPL</sub>      Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.114					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.733		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic            Indice/Tipo combinazione  
 C            Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
 R            Raggio, espresso in [m]  
 FS            Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	19.68	2.733

### Cedimenti pali

#### Simbologia adottata

Ic            Indice combinazione  
 Ip            Indice palo  
 w            Cedimento, espresso in [cm]

Ic	Ip	w
		[cm]
3	1	0.3794
	2	0.3808
	3	0.3822
4	1	0.3735
	2	0.3747
	3	0.3759
5	1	0.3559
	2	0.3565
	3	0.3570

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

N            Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
 T            Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 M            Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>      Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
 M<sub>xy</sub>        Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 T<sub>x</sub>, T<sub>y</sub>      Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
 I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	1.84	0.00	0.14
2	-0.10	4.14	2.47	-0.01
3	-0.20	6.50	5.00	0.06
4	-0.30	8.90	7.59	0.37
5	-0.40	11.35	10.23	0.91
6	-0.50	13.85	12.94	1.70
7	-0.60	16.41	15.70	2.73
8	-0.70	19.01	18.52	4.02
9	-0.80	21.66	21.40	5.57
10	-0.90	24.36	24.33	7.38
11	-1.00	27.11	27.33	9.46
12	-1.10	29.91	30.38	11.81
13	-1.20	32.76	33.50	14.44
14	-1.30	35.66	36.67	17.36
15	-1.40	38.61	39.89	20.57

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
16	-1.50	41.60	43.18	24.08
17	-1.60	44.65	46.53	27.88
18	-1.70	47.75	49.93	32.00
19	-1.80	50.90	53.39	36.42
20	-1.90	54.09	56.91	41.17
21	-2.00	57.34	60.49	46.23
22	-2.10	60.64	64.13	51.62
23	-2.20	63.98	67.83	57.35
24	-2.30	67.38	71.58	63.41
25	-2.40	70.82	75.39	69.82
26	-2.50	74.32	79.26	76.58
27	-2.60	77.86	83.19	83.69
28	-2.70	81.46	87.18	91.16
29	-2.80	85.10	91.22	99.00
30	-2.90	88.79	95.33	107.21
31	-3.00	92.54	99.49	115.79
32	-3.10	96.33	103.71	124.76
33	-3.20	100.17	107.99	134.11
34	-3.30	104.06	112.33	143.85
35	-3.40	108.00	116.72	154.00
36	-3.50	112.00	121.18	164.54
37	-3.60	116.04	125.69	175.49
38	-3.70	120.13	130.26	186.86
39	-3.80	124.27	134.89	198.64
40	-3.90	128.46	139.58	210.85
41	-4.00	132.70	144.32	223.48
42	-4.10	136.98	149.13	236.56
43	-4.20	141.32	153.99	250.07
44	-4.30	145.71	158.91	264.02
45	-4.40	150.15	163.89	278.43
46	-4.50	154.64	168.93	293.29
47	-4.60	159.17	174.02	308.62
48	-4.70	163.76	179.18	324.41
49	-4.80	168.40	184.39	340.67
50	-4.90	173.08	189.66	357.41
51	-5.00	177.82	194.99	374.64
52	-5.10	182.60	200.38	392.35
53	-5.20	187.44	205.82	410.55
54	-5.30	192.32	211.33	429.26
55	-5.40	197.26	216.89	448.46
56	-5.50	202.24	222.51	468.18
57	-5.60	207.27	228.19	488.41
58	-5.70	212.36	233.93	509.16
59	-5.80	217.49	239.73	530.44
60	-5.90	222.67	245.58	552.25
61	-6.00	227.91	251.49	574.59
62	-6.10	233.19	257.46	597.47
63	-6.20	238.52	263.49	620.90
64	-6.30	243.90	269.58	644.89
65	-6.40	249.33	275.73	669.43
66	-6.50	254.81	281.93	694.53
67	-6.60	260.34	288.20	720.20
68	-6.70	265.92	294.52	746.45
69	-6.80	271.55	300.90	773.27
70	-6.90	277.23	307.33	800.68
71	-7.00	282.96	313.83	828.68
72	-7.10	288.73	320.39	857.27
73	-7.20	294.56	327.00	886.46
74	-7.30	300.44	333.67	916.26
75	-7.40	306.37	340.40	946.66
76	-7.50	312.34	347.19	977.69
77	-7.60	318.37	354.03	1009.33
78	-7.70	324.44	360.94	1041.60
79	-7.80	330.57	367.90	1074.51
80	-7.90	336.75	374.92	1108.05
81	-8.00	342.97	382.00	1142.23
82	-8.10	349.24	389.14	1177.07
83	-8.20	355.57	396.34	1212.55
84	-8.30	361.94	403.59	1248.70
85	-8.40	368.37	410.91	1285.50
86	-8.50	374.84	418.28	1322.98
87	-8.60	381.36	425.71	1361.14
88	-8.70	387.93	433.20	1399.97
89	-8.80	394.56	440.74	1439.49
90	-8.90	401.23	448.35	1479.69
91	-9.00	407.95	456.01	1520.60
92	-9.10	414.72	463.73	1562.21
93	-9.20	421.54	471.51	1604.52
94	-9.30	428.41	479.35	1647.54
95	-9.40	435.33	487.25	1691.29
96	-9.50	442.30	495.20	1735.75
97	-9.60	449.32	503.22	1780.95
98	-9.70	456.39	511.29	1826.87
99	-9.80	463.50	519.42	1873.54
100	-9.90	470.67	527.61	1920.95
101	-10.00	477.89	535.85	1969.11



n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	1.84	0.00	0.14
2	-0.10	3.88	1.87	0.02
3	-0.20	5.97	3.78	0.08
4	-0.30	8.10	5.74	0.30
5	-0.40	10.28	7.74	0.71
6	-0.50	12.49	9.78	1.30
7	-0.60	14.76	11.87	2.07
8	-0.70	17.06	14.01	3.03
9	-0.80	19.41	16.19	4.19
10	-0.90	21.81	18.41	5.55
11	-1.00	24.24	20.68	7.11
12	-1.10	26.72	23.00	8.87
13	-1.20	29.25	25.36	10.84
14	-1.30	31.82	27.76	13.03
15	-1.40	34.43	30.21	15.44
16	-1.50	37.09	32.71	18.07
17	-1.60	39.79	35.25	20.93
18	-1.70	42.53	37.83	24.01
19	-1.80	45.32	40.46	27.33
20	-1.90	48.15	43.14	30.90
21	-2.00	51.03	45.86	34.70
22	-2.10	53.95	48.62	38.75
23	-2.20	56.91	51.43	43.05
24	-2.30	59.92	54.28	47.61
25	-2.40	62.97	57.18	52.42
26	-2.50	66.06	60.12	57.50
27	-2.60	69.20	63.11	62.85
28	-2.70	72.39	66.15	68.47
29	-2.80	75.61	69.22	74.36
30	-2.90	78.88	72.35	80.54
31	-3.00	82.20	75.52	86.99
32	-3.10	85.55	78.73	93.74
33	-3.20	88.96	81.99	100.78
34	-3.30	92.40	85.29	108.11
35	-3.40	95.89	88.64	115.74
36	-3.50	99.42	92.03	123.68
37	-3.60	103.00	95.47	131.92
38	-3.70	106.62	98.95	140.48
39	-3.80	110.29	102.48	149.36
40	-3.90	114.00	106.05	158.55
41	-4.00	117.75	109.66	168.07
42	-4.10	121.54	113.33	177.92
43	-4.20	125.38	117.03	188.10
44	-4.30	129.27	120.78	198.61
45	-4.40	133.20	124.58	209.47
46	-4.50	137.17	128.42	220.67
47	-4.60	141.18	132.31	232.22
48	-4.70	145.24	136.24	244.13
49	-4.80	149.34	140.21	256.39
50	-4.90	153.49	144.23	269.01
51	-5.00	157.68	148.30	282.00
52	-5.10	161.92	152.41	295.35
53	-5.20	166.19	156.57	309.08
54	-5.30	170.52	160.77	323.19
55	-5.40	174.88	165.01	337.68
56	-5.50	179.29	169.30	352.56
57	-5.60	183.75	173.64	367.82
58	-5.70	188.24	178.02	383.48
59	-5.80	192.78	182.44	399.54
60	-5.90	197.37	186.91	415.99
61	-6.00	202.00	191.43	432.86
62	-6.10	206.67	195.99	450.13
63	-6.20	211.39	200.59	467.82
64	-6.30	216.15	205.24	485.93
65	-6.40	220.95	209.93	504.46
66	-6.50	225.80	214.67	523.41
67	-6.60	230.69	219.46	542.80
68	-6.70	235.63	224.28	562.62
69	-6.80	240.61	229.16	582.88
70	-6.90	245.63	234.08	603.58
71	-7.00	250.70	239.04	624.73
72	-7.10	255.81	244.05	646.33
73	-7.20	260.97	249.10	668.38
74	-7.30	266.16	254.20	690.89
75	-7.40	271.41	259.34	713.87
76	-7.50	276.69	264.53	737.31
77	-7.60	282.02	269.76	761.23
78	-7.70	287.40	275.04	785.62
79	-7.80	292.81	280.36	810.49
80	-7.90	298.28	285.73	835.84
81	-8.00	303.78	291.14	861.68
82	-8.10	309.33	296.60	888.01
83	-8.20	314.92	302.10	914.84
84	-8.30	320.56	307.65	942.17
85	-8.40	326.24	313.24	970.00
86	-8.50	331.97	318.88	998.34
87	-8.60	337.74	324.56	1027.19

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
88	-8.70	343.55	330.28	1056.56
89	-8.80	349.40	336.06	1086.44
90	-8.90	355.30	341.87	1116.86
91	-9.00	361.25	347.73	1147.80
92	-9.10	367.24	353.64	1179.27
93	-9.20	373.27	359.59	1211.28
94	-9.30	379.34	365.59	1243.83
95	-9.40	385.46	371.63	1276.92
96	-9.50	391.62	377.71	1310.56
97	-9.60	397.83	383.84	1344.76
98	-9.70	404.08	390.02	1379.51
99	-9.80	410.38	396.24	1414.82
100	-9.90	416.72	402.50	1450.70
101	-10.00	423.10	408.81	1487.15

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	1.84	0.00	0.14
2	-0.10	3.83	1.75	0.03
3	-0.20	5.87	3.55	0.08
4	-0.30	7.96	5.40	0.29
5	-0.40	10.08	7.29	0.67
6	-0.50	12.25	9.22	1.22
7	-0.60	14.47	11.20	1.95
8	-0.70	16.72	13.22	2.86
9	-0.80	19.02	15.29	3.95
10	-0.90	21.37	17.40	5.22
11	-1.00	23.76	19.56	6.69
12	-1.10	26.19	21.77	8.35
13	-1.20	28.67	24.01	10.22
14	-1.30	31.19	26.31	12.28
15	-1.40	33.75	28.64	14.56
16	-1.50	36.36	31.03	17.04
17	-1.60	39.01	33.45	19.74
18	-1.70	41.71	35.93	22.67
19	-1.80	44.45	38.44	25.81
20	-1.90	47.23	41.00	29.19
21	-2.00	50.06	43.61	32.79
22	-2.10	52.93	46.26	36.64
23	-2.20	55.85	48.96	40.72
24	-2.30	58.81	51.70	45.05
25	-2.40	61.81	54.49	49.62
26	-2.50	64.85	57.32	54.45
27	-2.60	67.95	60.20	59.54
28	-2.70	71.08	63.12	64.88
29	-2.80	74.26	66.08	70.49
30	-2.90	77.48	69.09	76.37
31	-3.00	80.74	72.15	82.52
32	-3.10	84.05	75.25	88.95
33	-3.20	87.41	78.40	95.67
34	-3.30	90.80	81.59	102.66
35	-3.40	94.25	84.82	109.95
36	-3.50	97.73	88.10	117.53
37	-3.60	101.26	91.43	125.40
38	-3.70	104.83	94.80	133.58
39	-3.80	108.45	98.21	142.06
40	-3.90	112.11	101.67	150.85
41	-4.00	115.81	105.18	159.96
42	-4.10	119.56	108.72	169.39
43	-4.20	123.35	112.32	179.13
44	-4.30	127.19	115.96	189.20
45	-4.40	131.07	119.64	199.61
46	-4.50	134.99	123.37	210.34
47	-4.60	138.96	127.15	221.42
48	-4.70	142.97	130.96	232.83
49	-4.80	147.02	134.83	244.60
50	-4.90	151.12	138.74	256.71
51	-5.00	155.26	142.69	269.18
52	-5.10	159.45	146.69	282.01
53	-5.20	163.68	150.73	295.20
54	-5.30	167.95	154.82	308.75
55	-5.40	172.27	158.95	322.68
56	-5.50	176.63	163.13	336.98
57	-5.60	181.04	167.35	351.66
58	-5.70	185.49	171.62	366.72
59	-5.80	189.98	175.93	382.18
60	-5.90	194.51	180.29	398.02
61	-6.00	199.10	184.69	414.26
62	-6.10	203.72	189.14	430.89
63	-6.20	208.39	193.63	447.93
64	-6.30	213.10	198.17	465.38
65	-6.40	217.86	202.75	483.24
66	-6.50	222.66	207.38	501.51
67	-6.60	227.50	212.05	520.21
68	-6.70	232.39	216.77	539.33
69	-6.80	237.32	221.53	558.87

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
70	-6.90	242.29	226.33	578.85
71	-7.00	247.31	231.18	599.27
72	-7.10	252.37	236.08	620.12
73	-7.20	257.48	241.02	641.42
74	-7.30	262.63	246.01	663.17
75	-7.40	267.83	251.04	685.36
76	-7.50	273.06	256.11	708.02
77	-7.60	278.34	261.23	731.14
78	-7.70	283.67	266.40	754.72
79	-7.80	289.04	271.61	778.77
80	-7.90	294.45	276.86	803.29
81	-8.00	299.91	282.16	828.29
82	-8.10	305.41	287.51	853.77
83	-8.20	310.96	292.90	879.73
84	-8.30	316.54	298.33	906.18
85	-8.40	322.18	303.81	933.13
86	-8.50	327.85	309.34	960.58
87	-8.60	333.57	314.91	988.52
88	-8.70	339.34	320.52	1016.97
89	-8.80	345.15	326.18	1045.93
90	-8.90	351.00	331.88	1075.40
91	-9.00	356.89	337.63	1105.40
92	-9.10	362.83	343.43	1135.91
93	-9.20	368.82	349.27	1166.95
94	-9.30	374.84	355.15	1198.51
95	-9.40	380.91	361.08	1230.62
96	-9.50	387.03	367.05	1263.26
97	-9.60	393.19	373.07	1296.44
98	-9.70	399.39	379.13	1330.17
99	-9.80	405.63	385.24	1364.44
100	-9.90	411.92	391.39	1399.28
101	-10.00	418.26	397.59	1434.67

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	1.84	0.00	0.14
2	-0.10	3.69	1.42	0.05
3	-0.20	5.58	2.88	0.09
4	-0.30	7.52	4.39	0.26
5	-0.40	9.50	5.94	0.56
6	-0.50	11.53	7.54	1.00
7	-0.60	13.59	9.18	1.59
8	-0.70	15.71	10.87	2.32
9	-0.80	17.86	12.60	3.20
10	-0.90	20.06	14.37	4.24
11	-1.00	22.31	16.20	5.44
12	-1.10	24.59	18.06	6.80
13	-1.20	26.93	19.97	8.33
14	-1.30	29.30	21.93	10.03
15	-1.40	31.72	23.93	11.91
16	-1.50	34.18	25.98	13.96
17	-1.60	36.69	28.07	16.20
18	-1.70	39.24	30.20	18.63
19	-1.80	41.84	32.38	21.25
20	-1.90	44.47	34.61	24.06
21	-2.00	47.16	36.88	27.08
22	-2.10	49.88	39.19	30.29
23	-2.20	52.65	41.55	33.72
24	-2.30	55.47	43.96	37.36
25	-2.40	58.32	46.41	41.22
26	-2.50	61.22	48.90	45.29
27	-2.60	64.17	51.44	49.59
28	-2.70	67.16	54.03	54.12
29	-2.80	70.19	56.66	58.88
30	-2.90	73.27	59.33	63.88
31	-3.00	76.39	62.05	69.12
32	-3.10	79.55	64.81	74.60
33	-3.20	82.76	67.62	80.33
34	-3.30	86.01	70.48	86.32
35	-3.40	89.31	73.38	92.56
36	-3.50	92.65	76.32	99.06
37	-3.60	96.03	79.31	105.83
38	-3.70	99.46	82.34	112.87
39	-3.80	102.93	85.42	120.18
40	-3.90	106.45	88.54	127.77
41	-4.00	110.00	91.71	135.64
42	-4.10	113.61	94.92	143.80
43	-4.20	117.25	98.18	152.24
44	-4.30	120.94	101.48	160.98
45	-4.40	124.68	104.83	170.02
46	-4.50	128.46	108.22	179.36
47	-4.60	132.28	111.66	189.00
48	-4.70	136.14	115.14	198.96
49	-4.80	140.05	118.67	209.23
50	-4.90	144.01	122.24	219.82
51	-5.00	148.00	125.86	230.73

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
52	-5.10	152.04	129.52	241.96
53	-5.20	156.13	133.23	253.53
54	-5.30	160.26	136.98	265.43
55	-5.40	164.43	140.77	277.67
56	-5.50	168.65	144.62	290.25
57	-5.60	172.91	148.50	303.18
58	-5.70	177.21	152.43	316.46
59	-5.80	181.56	156.41	330.10
60	-5.90	185.95	160.43	344.09
61	-6.00	190.38	164.49	358.45
62	-6.10	194.86	168.61	373.17
63	-6.20	199.39	172.76	388.27
64	-6.30	203.95	176.96	403.74
65	-6.40	208.56	181.21	419.59
66	-6.50	213.22	185.50	435.82
67	-6.60	217.92	189.83	452.44
68	-6.70	222.66	194.21	469.45
69	-6.80	227.44	198.64	486.86
70	-6.90	232.27	203.11	504.67
71	-7.00	237.15	207.62	522.88
72	-7.10	242.07	212.18	541.50
73	-7.20	247.03	216.78	560.53
74	-7.30	252.03	221.43	579.98
75	-7.40	257.08	226.13	599.85
76	-7.50	262.17	230.87	620.14
77	-7.60	267.31	235.65	640.86
78	-7.70	272.49	240.48	662.01
79	-7.80	277.72	245.35	683.60
80	-7.90	282.98	250.27	705.63
81	-8.00	288.30	255.23	728.10
82	-8.10	293.65	260.24	751.03
83	-8.20	299.05	265.30	774.40
84	-8.30	304.49	270.39	798.23
85	-8.40	309.98	275.54	822.53
86	-8.50	315.51	280.72	847.28
87	-8.60	321.09	285.96	872.51
88	-8.70	326.71	291.23	898.21
89	-8.80	332.37	296.56	924.39
90	-8.90	338.08	301.92	951.05
91	-9.00	343.83	307.34	978.19
92	-9.10	349.62	312.79	1005.83
93	-9.20	355.46	318.30	1033.95
94	-9.30	361.34	323.84	1062.58
95	-9.40	367.26	329.43	1091.70
96	-9.50	373.23	335.07	1121.34
97	-9.60	379.25	340.75	1151.48
98	-9.70	385.30	346.48	1182.13
99	-9.80	391.41	352.25	1213.31
100	-9.90	397.55	358.07	1245.00
101	-10.00	403.74	363.93	1277.22

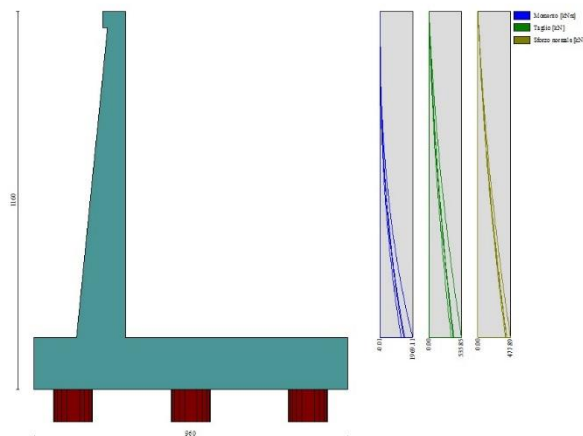


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	21.28	38.74	-3.18	23.68	34.60

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
2	-62.94	-63.81	-0.06	-21.06	-45.08
3	68.94	80.45	168.06	110.97	-1025.55
4	-2.83	-9.43	13.57	0.00	34.60
5	-4.37	65.32	0.00	0.00	199.86
6	-198.00	-198.60	0.00	0.00	-1530.95
7	-273.04	-910.13	-17.49	0.00	-263.67
8	-297.28	-990.94	35.17	0.00	-334.51
9	57.77	192.57	0.00	0.00	-3261.76
10	-253.65	-845.49	0.00	0.00	-246.90
11	-62.94	-63.81	0.06	21.06	-45.08
12	68.94	80.45	-168.06	-110.97	-1025.55
13	-273.04	-910.13	17.49	0.00	-263.67
14	-178.14	-683.58	-47.87	85.16	-216.93
15	21.79	-630.31	-26.97	143.47	-321.87
16	-204.16	-475.51	0.00	0.00	246.37
17	-178.14	-683.58	47.87	-85.16	-216.93
18	21.28	38.74	3.18	-23.68	34.60
19	-2.83	-9.43	-13.57	0.00	34.60
20	-297.28	-990.94	-35.17	0.00	-334.51
21	21.79	-630.31	26.97	-143.47	-321.87
22	8.82	-490.61	-16.30	600.38	-229.82
23	49.73	-405.68	-32.25	153.66	-307.62
24	-961.65	-1234.98	0.00	0.00	-161.95
25	8.82	-490.61	16.30	-600.38	-229.82
26	49.73	-405.68	32.25	-153.66	-307.62
27	-132.92	-130.25	17.51	20.00	-199.51
28	-21.51	-128.70	0.11	74.49	-237.70
29	-83.81	105.74	0.00	0.00	-581.57
30	-132.92	-130.25	-17.51	-20.00	-199.51
31	-21.51	-128.70	-0.11	-74.49	-237.70
32	-122.76	21.72	-35.54	19.21	-6.18
33	-22.90	15.35	-34.22	66.62	-101.38
34	-82.23	237.25	0.00	0.00	355.52
35	-122.76	21.72	35.54	-19.21	-6.18
36	-22.90	15.35	34.22	-66.62	-101.38
37	-0.47	-65.67	-10.40	560.03	50.19
38	48.02	17.30	-8.85	159.10	-32.32
39	-890.95	-766.27	0.00	0.00	51.52
40	-0.47	-65.67	10.40	-560.03	50.19
41	48.02	17.30	8.85	-159.10	-32.32
42	-245.40	-126.84	30.97	3.41	3.17
43	-19.44	5.80	19.55	110.71	-31.26
44	-146.54	237.42	0.00	0.00	-707.60
45	-245.40	-126.84	-30.97	-3.41	3.17
46	-19.44	5.80	-19.55	-110.71	-31.26

Combinazione n° 3 - SLER

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	21.28	38.74	-2.88	23.68	34.60
2	-56.17	-57.01	-0.05	-18.77	-39.26
3	68.94	80.45	168.06	110.97	-915.84
4	-2.83	-9.43	13.57	0.00	34.60
5	-3.87	65.32	0.00	0.00	199.86
6	-177.34	-178.77	0.00	0.00	-1367.65
7	139.61	465.36	-17.49	0.00	122.60
8	87.80	292.68	35.17	0.00	-194.79
9	57.77	192.57	0.00	0.00	-2915.02
10	170.25	567.49	0.00	0.00	170.02
11	-56.17	-57.01	0.06	21.06	-39.26
12	68.94	80.45	-150.19	-99.22	-915.84
13	139.61	465.36	67.77	0.00	122.60
14	-85.15	287.51	-47.87	85.16	124.71
15	21.79	348.80	-26.97	143.47	-121.33
16	-41.17	497.72	0.00	0.00	588.15
17	-85.15	287.51	73.35	-19.86	124.71
18	21.28	38.74	3.18	-21.24	34.60
19	-2.83	-9.43	-12.08	0.00	34.60
20	87.80	292.68	109.38	0.00	-194.79
21	21.79	348.80	74.93	-52.62	-121.33
22	36.53	214.32	-13.13	600.38	33.35
23	60.78	299.27	-10.18	153.66	-24.48
24	-870.29	-506.05	0.00	0.00	109.68
25	36.53	214.32	16.30	-550.65	33.35
26	60.78	299.27	32.25	-128.22	-24.48
27	-126.95	276.85	28.32	20.00	-0.05
28	-21.51	278.04	23.48	74.49	39.97
29	-81.19	496.97	0.00	0.00	-362.14
30	-126.95	276.85	-17.51	-18.94	-0.05
31	-21.51	278.04	-0.11	-69.96	39.97
32	-122.76	201.69	-24.89	23.97	128.76
33	-22.90	196.74	-14.23	73.46	103.08
34	-82.23	420.51	0.00	0.00	487.60
35	-122.76	201.69	35.54	-19.21	128.76
36	-22.90	196.74	34.22	-66.62	103.08
37	-0.47	-19.41	-4.19	570.22	116.32
38	48.02	59.82	2.10	167.48	74.97

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
39	-890.95	-722.23	0.00	0.00	115.52
40	-0.47	-19.41	10.40	-560.03	116.32
41	48.02	59.82	8.85	-159.10	74.97
42	-245.40	-123.85	33.68	11.90	35.15
43	-19.44	5.80	24.80	121.88	24.80
44	-146.54	245.01	0.00	0.00	-681.54
45	-245.40	-123.85	-30.97	-3.41	35.15
46	-19.44	5.80	-19.55	-110.71	24.80

**Combinazione n° 4 - SLEF**

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	21.28	38.74	-2.85	23.68	34.60
2	-55.17	-56.04	-0.05	-18.42	-38.00
3	68.94	80.45	168.06	110.97	-899.91
4	-2.83	-9.43	13.57	0.00	34.60
5	-3.78	65.32	0.00	0.00	199.86
6	-174.55	-176.47	0.00	0.00	-1344.14
7	139.61	465.36	-17.49	0.00	122.60
8	87.80	292.68	35.17	0.00	-194.79
9	57.77	192.57	0.00	0.00	-2865.57
10	170.25	567.49	0.00	0.00	170.02
11	-55.17	-56.04	0.06	21.06	-38.00
12	68.94	80.45	-147.64	-97.56	-899.91
13	139.61	465.36	67.77	0.00	122.60
14	-85.15	287.51	-47.87	85.16	124.71
15	21.79	348.80	-26.97	143.47	-121.33
16	-41.17	497.72	0.00	0.00	588.15
17	-85.15	287.51	73.35	-19.86	124.71
18	21.28	38.74	3.18	-20.92	34.60
19	-2.83	-9.43	-11.85	0.00	34.60
20	87.80	292.68	109.38	0.00	-194.79
21	21.79	348.80	74.93	-52.62	-121.33
22	36.53	214.32	-13.13	600.38	33.35
23	60.78	299.27	-10.18	153.66	-24.48
24	-858.94	-506.05	0.00	0.00	109.68
25	36.53	214.32	16.30	-543.00	33.35
26	60.78	299.27	32.25	-127.28	-24.48
27	-124.80	276.85	28.32	20.00	-0.05
28	-21.51	278.04	23.48	74.49	39.97
29	-79.72	496.97	0.00	0.00	-362.14
30	-124.80	276.85	-17.51	-18.61	-0.05
31	-21.51	278.04	-0.11	-68.82	39.97
32	-122.76	201.69	-24.89	23.97	128.76
33	-22.90	196.74	-14.23	73.46	103.08
34	-82.23	420.51	0.00	0.00	487.60
35	-122.76	201.69	35.54	-19.21	128.76
36	-22.90	196.74	34.22	-66.62	103.08
37	-0.47	-19.41	-4.19	570.22	116.32
38	48.02	59.82	2.10	167.48	74.97
39	-890.95	-714.12	0.00	0.00	115.52
40	-0.47	-19.41	10.40	-560.03	116.32
41	48.02	59.82	8.85	-159.10	74.97
42	-245.40	-122.18	33.68	11.90	35.15
43	-19.44	5.80	24.80	121.88	24.80
44	-146.54	245.01	0.00	0.00	-672.89
45	-245.40	-122.18	-30.97	-3.41	35.15
46	-19.44	5.80	-19.55	-110.71	24.80

**Combinazione n° 5 - SLEQ**

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	21.28	38.74	-2.76	23.68	34.60
2	-52.18	-53.13	-0.05	-17.37	-34.26
3	68.94	80.45	168.06	110.97	-852.37
4	-2.83	-9.43	13.57	0.00	34.60
5	-3.53	65.32	0.00	0.00	199.86
6	-166.23	-169.61	0.00	0.00	-1273.96
7	139.61	465.36	-17.49	0.00	122.60
8	87.80	292.68	35.17	0.00	-194.79
9	57.77	192.57	0.00	0.00	-2717.99
10	170.25	567.49	0.00	0.00	170.02
11	-52.18	-53.13	0.06	21.06	-34.26
12	68.94	80.45	-140.03	-92.60	-852.37
13	139.61	465.36	67.77	0.00	122.60
14	-85.15	287.51	-47.87	85.16	124.71
15	21.79	348.80	-26.97	143.47	-121.33
16	-41.17	497.72	0.00	0.00	588.15
17	-85.15	287.51	73.35	-19.86	124.71
18	21.28	38.74	3.18	-19.98	34.60
19	-2.83	-9.43	-11.15	0.00	34.60
20	87.80	292.68	109.38	0.00	-194.79
21	21.79	348.80	74.93	-52.62	-121.33
22	36.53	214.32	-13.13	600.38	33.35
23	60.78	299.27	-10.18	153.66	-24.48

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
24	-825.01	-506.05	0.00	0.00	109.68
25	36.53	214.32	16.30	-520.16	33.35
26	60.78	299.27	32.25	-124.48	-24.48
27	-118.34	276.85	28.32	20.00	-0.05
28	-20.86	278.04	23.48	74.49	39.97
29	-75.35	496.97	0.00	0.00	-362.14
30	-118.34	276.85	-17.51	-17.65	-0.05
31	-20.86	278.04	-0.11	-65.41	39.97
32	-122.17	201.69	-24.89	23.97	128.76
33	-22.58	196.74	-14.23	73.46	103.08
34	-82.23	420.51	0.00	0.00	487.60
35	-122.17	201.69	35.54	-19.21	128.76
36	-22.58	196.74	34.22	-66.62	103.08
37	-0.47	-19.41	-4.19	570.22	116.32
38	48.02	59.82	2.10	167.48	74.97
39	-855.26	-689.79	0.00	0.00	115.52
40	-0.47	-19.41	10.40	-533.43	116.32
41	48.02	59.82	8.85	-155.25	74.97
42	-240.77	-117.17	33.68	11.90	35.15
43	-19.44	5.80	24.80	121.88	24.80
44	-146.54	245.01	0.00	0.00	-646.95
45	-240.77	-117.17	-30.97	-3.41	35.15
46	-19.44	5.80	-19.55	-110.71	24.80

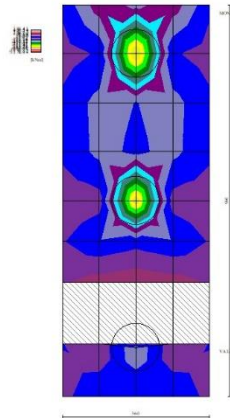


Fig. 7 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{x_{MAX}}$  (Combinazione n° 3)

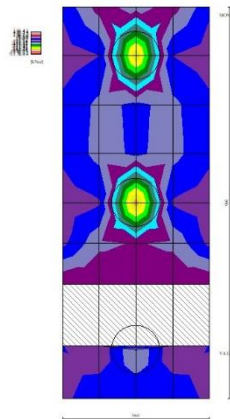


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{x_{MIN}}$  (Combinazione n° 1)

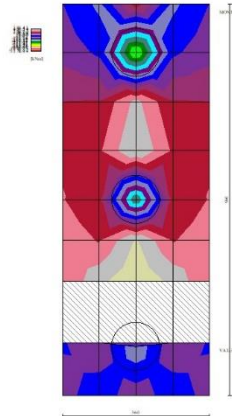


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)

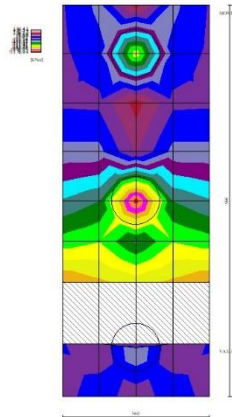


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

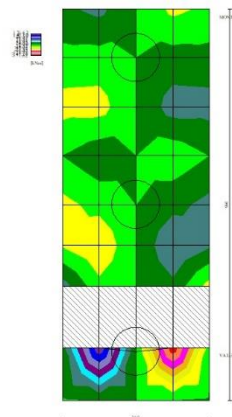


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 1)



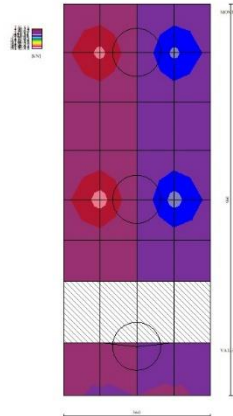


Fig. 12 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

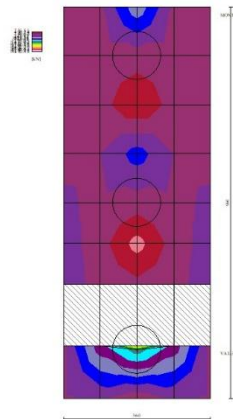


Fig. 13 - Piastra fondazione - Taglio TyMAX (Combinazione n° 3)

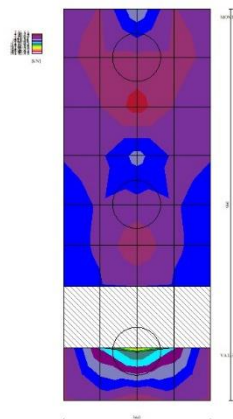


Fig. 14 - Piastra fondazione - Taglio TyMIN (Combinazione n° 1)

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	747.66	23.33	686.53	296.09	6.80	-6.77
	Peso/Inerzia muro			0.00	623.60/0.00	0.99	-8.81
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1592.56/0.00	3.40	-5.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	22.56	-2.12	-9.56
	Resistenza pali			-764.67			

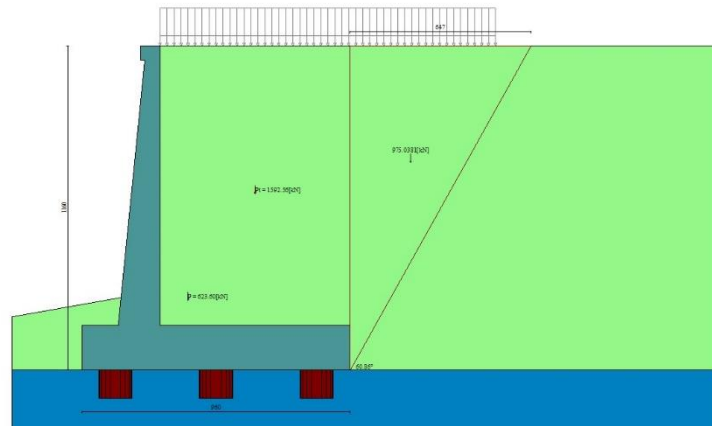


Fig. 18 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

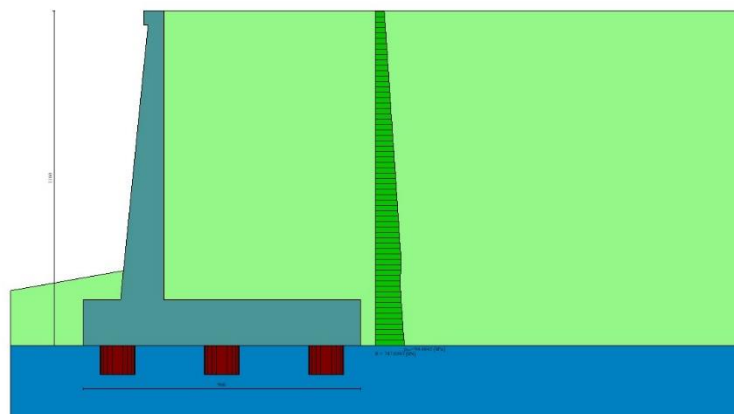


Fig. 19 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	2534.81	686.53	3314.72	15092.57	0.153
2 - GEO (A2-M2-R2)	2428.38	647.44	3127.63	14185.69	0.245
3 - SLER	2401.21	524.96	2527.86	14027.57	0.010
4 - SLEF	2362.76	514.65	2455.37	13774.15	0.009
5 - SLEQ	2247.79	484.57	2240.31	13017.41	0.005

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	2849.52	0.00	-823.78
	2	3041.77	0.00	-823.78
	3	3234.03	0.00	-823.78

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.114					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.733		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	19.68	2.733

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	1.84	1.84	0.00	0.00	0.14	0.14

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
2	-0.10	3.69	4.14	1.42	2.47	-0.01	0.05
3	-0.20	5.58	6.50	2.88	5.00	0.06	0.09
4	-0.30	7.52	8.90	4.39	7.59	0.26	0.37
5	-0.40	9.50	11.35	5.94	10.23	0.56	0.91
6	-0.50	11.53	13.85	7.54	12.94	1.00	1.70
7	-0.60	13.59	16.41	9.18	15.70	1.59	2.73
8	-0.70	15.71	19.01	10.87	18.52	2.32	4.02
9	-0.80	17.86	21.66	12.60	21.40	3.20	5.57
10	-0.90	20.06	24.36	14.37	24.33	4.24	7.38
11	-1.00	22.31	27.11	16.20	27.33	5.44	9.46
12	-1.10	24.59	29.91	18.06	30.38	6.80	11.81
13	-1.20	26.93	32.76	19.97	33.50	8.33	14.44
14	-1.30	29.30	35.66	21.93	36.67	10.03	17.36
15	-1.40	31.72	38.61	23.93	39.89	11.91	20.57
16	-1.50	34.18	41.60	25.98	43.18	13.96	24.08
17	-1.60	36.69	44.65	28.07	46.53	16.20	27.88
18	-1.70	39.24	47.75	30.20	49.93	18.63	32.00
19	-1.80	41.84	50.90	32.38	53.39	21.25	36.42
20	-1.90	44.47	54.09	34.61	56.91	24.06	41.17
21	-2.00	47.16	57.34	36.88	60.49	27.08	46.23
22	-2.10	49.88	60.64	39.19	64.13	30.29	51.62
23	-2.20	52.65	63.98	41.55	67.83	33.72	57.35
24	-2.30	55.47	67.38	43.96	71.58	37.36	63.41
25	-2.40	58.32	70.82	46.41	75.39	41.22	69.82
26	-2.50	61.22	74.32	48.90	79.26	45.29	76.58
27	-2.60	64.17	77.86	51.44	83.19	49.59	83.69
28	-2.70	67.16	81.46	54.03	87.18	54.12	91.16
29	-2.80	70.19	85.10	56.66	91.22	58.88	99.00
30	-2.90	73.27	88.79	59.33	95.33	63.88	107.21
31	-3.00	76.39	92.54	62.05	99.49	69.12	115.79
32	-3.10	79.55	96.33	64.81	103.71	74.60	124.76
33	-3.20	82.76	100.17	67.62	107.99	80.33	134.11
34	-3.30	86.01	104.06	70.48	112.33	86.32	143.85
35	-3.40	89.31	108.00	73.38	116.72	92.56	154.00
36	-3.50	92.65	112.00	76.32	121.18	99.06	164.54
37	-3.60	96.03	116.04	79.31	125.69	105.83	175.49
38	-3.70	99.46	120.13	82.34	130.26	112.87	186.86
39	-3.80	102.93	124.27	85.42	134.89	120.18	198.64
40	-3.90	106.45	128.46	88.54	139.58	127.77	210.85
41	-4.00	110.00	132.70	91.71	144.32	135.64	223.48
42	-4.10	113.61	136.98	94.92	149.13	143.80	236.56
43	-4.20	117.25	141.32	98.18	153.99	152.24	250.07
44	-4.30	120.94	145.71	101.48	158.91	160.98	264.02
45	-4.40	124.68	150.15	104.83	163.89	170.02	278.43
46	-4.50	128.46	154.64	108.22	168.93	179.36	293.29
47	-4.60	132.28	159.17	111.66	174.02	189.00	308.62
48	-4.70	136.14	163.76	115.14	179.18	198.96	324.41
49	-4.80	140.05	168.40	118.67	184.39	209.23	340.67
50	-4.90	144.01	173.08	122.24	189.66	219.82	357.41
51	-5.00	148.00	177.82	125.86	194.99	230.73	374.64
52	-5.10	152.04	182.60	129.52	200.38	241.96	392.35
53	-5.20	156.13	187.44	133.23	205.82	253.53	410.55
54	-5.30	160.26	192.32	136.98	211.33	265.43	429.26
55	-5.40	164.43	197.26	140.77	216.89	277.67	448.46
56	-5.50	168.65	202.24	144.62	222.51	290.25	468.18
57	-5.60	172.91	207.27	148.50	228.19	303.18	488.41
58	-5.70	177.21	212.36	152.43	233.93	316.46	509.16
59	-5.80	181.56	217.49	156.41	239.73	330.10	530.44
60	-5.90	185.95	222.67	160.43	245.58	344.09	552.25
61	-6.00	190.38	227.91	164.49	251.49	358.45	574.59
62	-6.10	194.86	233.19	168.61	257.46	373.17	597.47
63	-6.20	199.39	238.52	172.76	263.49	388.27	620.90
64	-6.30	203.95	243.90	176.96	269.58	403.74	644.89
65	-6.40	208.56	249.33	181.21	275.73	419.59	669.43
66	-6.50	213.22	254.81	185.50	281.93	435.82	694.53
67	-6.60	217.92	260.34	189.83	288.20	452.44	720.20
68	-6.70	222.66	265.92	194.21	294.52	469.45	746.45
69	-6.80	227.44	271.55	198.64	300.90	486.86	773.27
70	-6.90	232.27	277.23	203.11	307.33	504.67	800.68
71	-7.00	237.15	282.96	207.62	313.83	522.88	828.68
72	-7.10	242.07	288.73	212.18	320.39	541.50	857.27
73	-7.20	247.03	294.56	216.78	327.00	560.53	886.46
74	-7.30	252.03	300.44	221.43	333.67	579.98	916.26
75	-7.40	257.08	306.37	226.13	340.40	599.85	946.66
76	-7.50	262.17	312.34	230.87	347.19	620.14	977.69
77	-7.60	267.31	318.37	235.65	354.03	640.86	1009.33
78	-7.70	272.49	324.44	240.48	360.94	662.01	1041.60
79	-7.80	277.72	330.57	245.35	367.90	683.60	1074.51
80	-7.90	282.98	336.75	250.27	374.92	705.63	1108.05
81	-8.00	288.30	342.97	255.23	382.00	728.10	1142.23
82	-8.10	293.65	349.24	260.24	389.14	751.03	1177.07
83	-8.20	299.05	355.57	265.30	396.34	774.40	1212.55
84	-8.30	304.49	361.94	270.39	403.59	798.23	1248.70
85	-8.40	309.98	368.37	275.54	410.91	822.53	1285.50
86	-8.50	315.51	374.84	280.72	418.28	847.28	1322.98
87	-8.60	321.09	381.36	285.96	425.71	872.51	1361.14
88	-8.70	326.71	387.93	291.23	433.20	898.21	1399.97
89	-8.80	332.37	394.56	296.56	440.74	924.39	1439.49
90	-8.90	338.08	401.23	301.92	448.35	951.05	1479.69

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
91	-9.00	343.83	407.95	307.34	456.01	978.19	1520.60
92	-9.10	349.62	414.72	312.79	463.73	1005.83	1562.21
93	-9.20	355.46	421.54	318.30	471.51	1033.95	1604.52
94	-9.30	361.34	428.41	323.84	479.35	1062.58	1647.54
95	-9.40	367.26	435.33	329.43	487.25	1091.70	1691.29
96	-9.50	373.23	442.30	335.07	495.20	1121.34	1735.75
97	-9.60	379.25	449.32	340.75	503.22	1151.48	1780.95
98	-9.70	385.30	456.39	346.48	511.29	1182.13	1826.87
99	-9.80	391.41	463.50	352.25	519.42	1213.31	1873.54
100	-9.90	397.55	470.67	358.07	527.61	1245.00	1920.95
101	-10.00	403.74	477.89	363.93	535.85	1277.22	1969.11

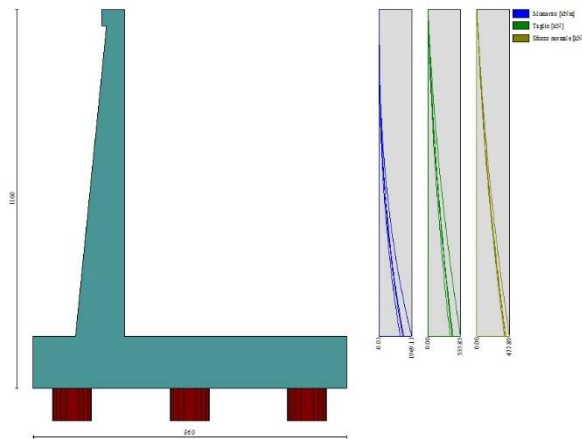


Fig. 20 - Paramento

*Piastra fondazione*

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	21.28	38.74	-2.76	23.68	34.60	MAX
	18.26	32.22	-3.18	19.98	31.90	MIN
2	-52.18	-53.13	-0.05	-17.37	-34.26	MAX
	-62.94	-63.81	-0.06	-21.06	-45.08	MIN
3	68.94	80.45	168.06	110.97	-852.37	MAX
	56.18	62.77	140.03	92.60	-1025.55	MIN
4	-2.83	-9.43	13.57	0.00	34.60	MAX
	-3.65	-12.17	11.15	0.00	31.90	MIN
5	-3.53	65.32	0.00	0.00	199.86	MAX
	-4.37	54.55	0.00	0.00	170.07	MIN
6	-166.23	-169.61	0.00	0.00	-1273.96	MAX
	-198.00	-198.60	0.00	0.00	-1530.95	MIN
7	139.61	465.36	-17.49	0.00	122.60	MAX
	-273.04	-910.13	-67.77	0.00	-263.67	MIN
8	87.80	292.68	35.17	0.00	-194.79	MAX
	-297.28	-990.94	-109.38	0.00	-334.51	MIN
9	57.77	192.57	0.00	0.00	-2717.99	MAX
	46.91	156.36	0.00	0.00	-3261.76	MIN
10	170.25	567.49	0.00	0.00	170.02	MAX
	-253.65	-845.49	0.00	0.00	-246.90	MIN
11	-52.18	-53.13	0.06	21.06	-34.26	MAX
	-62.94	-63.81	0.05	17.37	-45.08	MIN
12	68.94	80.45	-140.03	-92.60	-852.37	MAX
	56.18	62.77	-168.06	-110.97	-1025.55	MIN
13	139.61	465.36	67.77	0.00	122.60	MAX
	-273.04	-910.13	17.49	0.00	-263.67	MIN
14	-85.15	287.51	-47.87	85.16	124.71	MAX
	-178.14	-683.58	-73.35	19.86	-216.93	MIN
15	21.79	348.80	-26.97	143.47	-121.33	MAX
	5.98	-630.31	-74.93	52.62	-321.87	MIN
16	-41.17	497.72	0.00	0.00	588.15	MAX
	-204.16	-475.51	0.00	0.00	246.37	MIN
17	-85.15	287.51	73.35	-19.86	124.71	MAX
	-178.14	-683.58	47.87	-85.16	-216.93	MIN
18	21.28	38.74	3.18	-19.98	34.60	MAX
	18.26	32.22	2.76	-23.68	31.90	MIN
19	-2.83	-9.43	-11.15	0.00	34.60	MAX
	-3.65	-12.17	-13.57	0.00	31.90	MIN
20	87.80	292.68	109.38	0.00	-194.79	MAX
	-297.28	-990.94	-35.17	0.00	-334.51	MIN
21	21.79	348.80	74.93	-52.62	-121.33	MAX
	5.98	-630.31	26.97	-143.47	-321.87	MIN
22	36.53	214.32	-13.13	600.38	33.35	MAX

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	8.82	-490.61	-16.30	520.16	-229.82	MIN
23	60.78	299.27	-10.18	153.66	-24.48	MAX
	49.73	-405.68	-32.25	124.48	-307.62	MIN
24	-825.01	-506.05	0.00	0.00	109.68	MAX
	-961.65	-1234.98	0.00	0.00	-161.95	MIN
25	36.53	214.32	16.30	-520.16	33.35	MAX
	8.82	-490.61	13.13	-600.38	-229.82	MIN
26	60.78	299.27	32.25	-124.48	-24.48	MAX
	49.73	-405.68	10.18	-153.66	-307.62	MIN
27	-118.34	276.85	28.32	20.00	-0.05	MAX
	-132.92	-130.25	17.51	17.65	-199.51	MIN
28	-20.86	278.04	23.48	74.49	39.97	MAX
	-22.74	-128.70	0.11	65.41	-237.70	MIN
29	-75.35	496.97	0.00	0.00	-362.14	MAX
	-83.81	105.74	0.00	0.00	-581.57	MIN
30	-118.34	276.85	-17.51	-17.65	-0.05	MAX
	-132.92	-130.25	-28.32	-20.00	-199.51	MIN
31	-20.86	278.04	-0.11	-65.41	39.97	MAX
	-22.74	-128.70	-23.48	-74.49	-237.70	MIN
32	-122.17	201.69	-24.89	23.97	128.76	MAX
	-133.13	21.72	-35.54	19.21	-6.18	MIN
33	-22.58	196.74	-14.23	73.46	103.08	MAX
	-25.04	15.35	-34.22	66.62	-101.38	MIN
34	-82.23	420.51	0.00	0.00	487.60	MAX
	-95.99	237.25	0.00	0.00	355.52	MIN
35	-122.17	201.69	35.54	-19.21	128.76	MAX
	-133.13	21.72	24.89	-23.97	-6.18	MIN
36	-22.58	196.74	34.22	-66.62	103.08	MAX
	-25.04	15.35	14.23	-73.46	-101.38	MIN
37	-0.47	-19.41	-4.19	570.22	116.32	MAX
	-13.75	-65.67	-10.40	533.43	50.19	MIN
38	48.02	59.82	2.10	167.48	74.97	MAX
	41.32	17.30	-8.85	155.25	-32.32	MIN
39	-855.26	-689.79	0.00	0.00	115.52	MAX
	-916.78	-766.27	0.00	0.00	51.52	MIN
40	-0.47	-19.41	10.40	-533.43	116.32	MAX
	-13.75	-65.67	4.19	-570.22	50.19	MIN
41	48.02	59.82	8.85	-155.25	74.97	MAX
	41.32	17.30	-2.10	-167.48	-32.32	MIN
42	-240.77	-117.17	33.68	11.90	35.15	MAX
	-260.02	-126.84	30.97	3.41	3.17	MIN
43	-19.44	5.80	24.80	121.88	24.80	MAX
	-24.29	-0.14	19.55	110.71	-31.26	MIN
44	-146.54	245.01	0.00	0.00	-646.95	MAX
	-167.82	228.40	0.00	0.00	-707.60	MIN
45	-240.77	-117.17	-30.97	-3.41	35.15	MAX
	-260.02	-126.84	-33.68	-11.90	3.17	MIN
46	-19.44	5.80	-19.55	-110.71	24.80	MAX
	-24.29	-0.14	-24.80	-121.88	-31.26	MIN

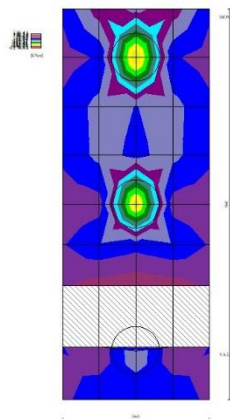


Fig. 21 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMAX}$  (Combinazione n° 3)

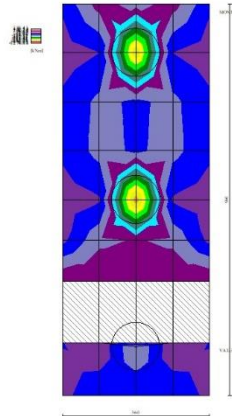


Fig. 22 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 1)

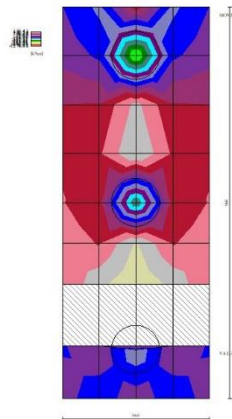


Fig. 23 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)

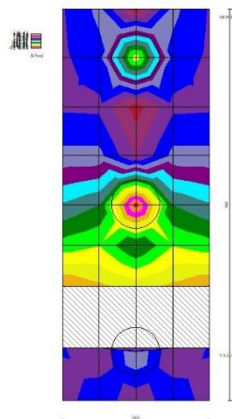


Fig. 24 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

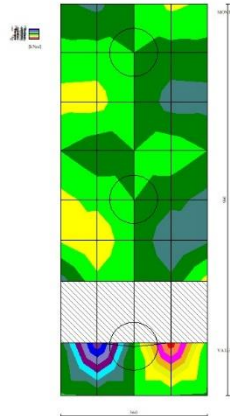


Fig. 25 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 1)

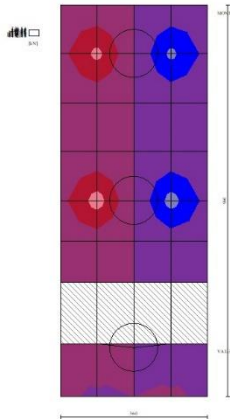


Fig. 26 - Piastra fondazione - Taglio  $T_x$  (Combinazione n° 1)

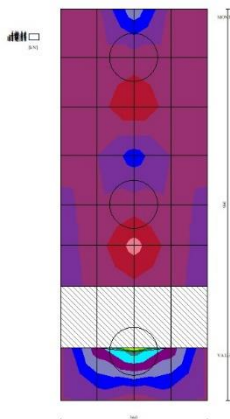


Fig. 27 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{y_{MAX}}$  (Combinazione n° 3)



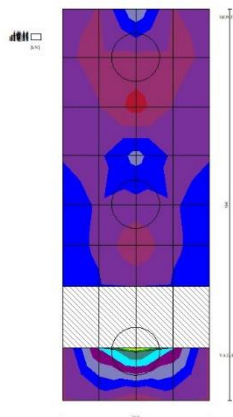


Fig. 28 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMIN}$  (Combinazione n° 1)

## 10.7.2 Condizione sismica

### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	$R_{ck}$	E	$\nu$	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	$f_{yk}$	$f_{uk}$
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

#### Tipologie pali

##### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota

Pp, PI Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	D1200	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n° numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	20.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

### Geometria muro

#### *Geometria paramento e fondazione*

Lunghezza muro 3.60 [m]

#### Paramento

Materiale C32/40  
Altezza paramento 10.00 [m]  
Altezza paramento libero 9.00 [m]  
Spessore in sommità 0.50 [m]  
Spessore all'attacco con la fondazione 1.50 [m]  
Inclinazione paramento esterno 5.70 [°]  
Inclinazione paramento interno 0.00 [°]

#### Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro 0.00 [m]  
Lunghezza 0.20 [m]  
Spessore all'estremità libera 0.50 [m]  
Spessore all'incastro 0.50 [m]

#### Fondazione

Materiale C32/40  
Lunghezza mensola di valle 1.30 [m]  
Lunghezza mensola di monte 6.90 [m]  
Lunghezza totale 9.70 [m]  
Inclinazione piano di posa 0.00 [°]  
Spessore 1.60 [m]  
Spessore magrone 0.00 [m]

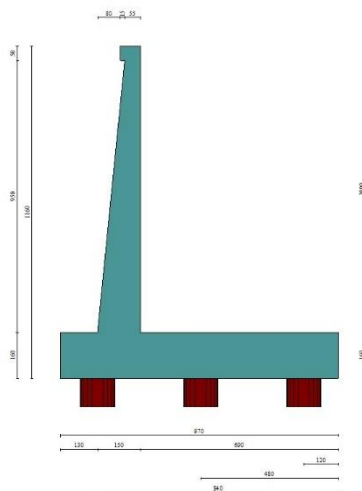


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

#### Simbologia adottata

- n° numero d'ordine della fila
- X ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
- I interasse tra i pali, espressa in [m]
- f franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
- Np Numero di pali della fila
- D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
- L lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
- $\alpha$  inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
- ALL allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	D1200	1.20	3.60	0.20	1	120.00	36.00	0.00	Centrati
2	D1200	4.80	3.60	0.20	1	120.00	36.00	0.00	Centrati
3	D1200	8.40	3.60	0.20	1	120.00	36.00	0.00	Centrati

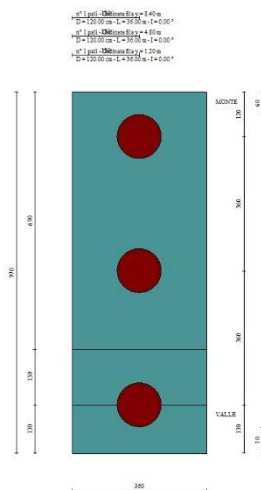


Fig. 2 - Pianta pali

### Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<b>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</b>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$	Cesp	$\tau_l$	
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]		[kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0		0	(MIN)
				35.000	23.333	0	0		0	(MED)
2	unità AL-argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	5	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	5	0		0	(MIN)
				27.000	27.000	5	0		0	(MED)
3	Unità GS	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0		0	(MIN)
				35.000	35.000	0	0		0	(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<b>Per calcolo pali (solo se presenti)</b>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

**Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')**  
 Kststa, Kstsis    Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	$\alpha$	Terreno	Kwn	Kwt	Kw	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
	[m]	[°]		[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]				
1	11.60	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	25.00	0.000	Unità GS	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità AL-argilla limosa	0.000	0.000	100.000	1.000	0.000	---	---

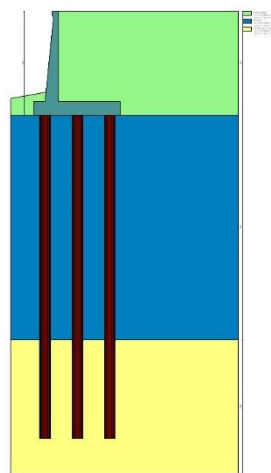


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.	
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.	
Momento positivo senso antiorario.	
X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>f</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kN]
Q <sub>f</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>f</sub> espressa in [kN]

**Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF**

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

*Carichi sul terreno*

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

**Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS**

*Carichi sul terreno*

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

**Normativa**

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche				
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2	
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma^{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma^c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma^{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_s$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70 \quad \zeta_4=1.70$

### Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

### Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

### Opzioni di calcolo

#### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

#### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

#### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

#### Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	20.00 [cm]

#### Opzioni calcolo pali

##### *Portanza verticale*

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev ridotto
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta $\sigma_v$ con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

##### *Portanza trasversale*

Costante di Winkler: da stratoCriterio rottura palo-terreno

- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Non attivo

##### *Cedimenti*

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	338.92	23.33	311.21	134.22	6.90	-7.63
	Incremento di spinta sismica		272.50	250.22	107.92	6.90	-5.80
	Peso/Inerzia muro			151.07	627.52/75.54	1.03	-8.82
	Peso/Inerzia terrapieno			340.20	1413.12/170.10	3.45	-5.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			5.43	22.56	-2.12	-9.56
	Resistenza pali			-1080.52			
2	Spinta statica	338.92	23.33	311.21	134.22	6.90	-7.63
	Incremento di spinta sismica		210.43	193.23	83.34	6.90	-5.80
	Peso/Inerzia muro			151.07	627.52/-75.54	1.03	-8.82
	Peso/Inerzia terrapieno			340.20	1413.12/-170.10	3.45	-5.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			5.43	22.56	-2.12	-9.56
	Resistenza pali			-1080.45			

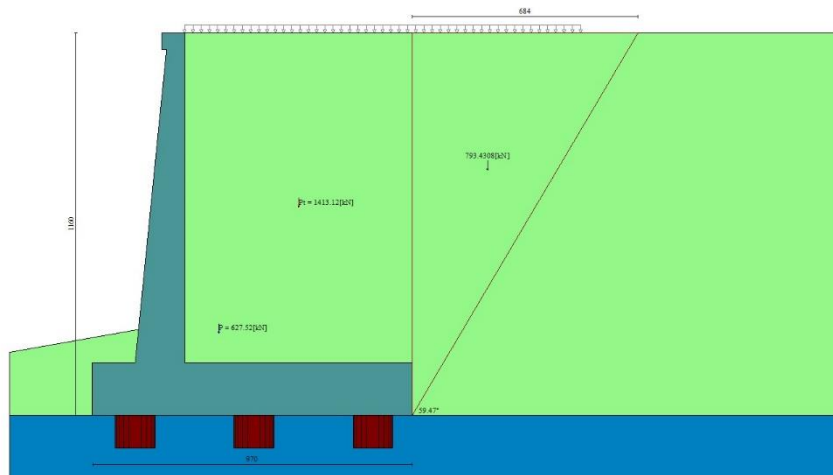


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)



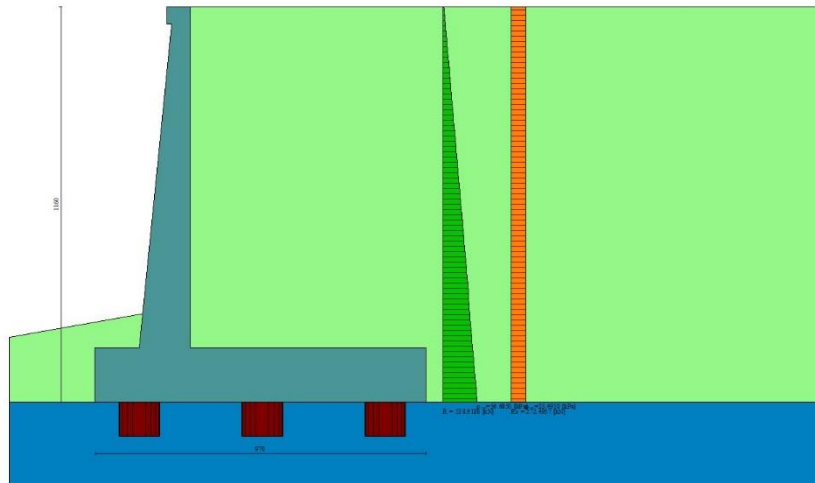


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

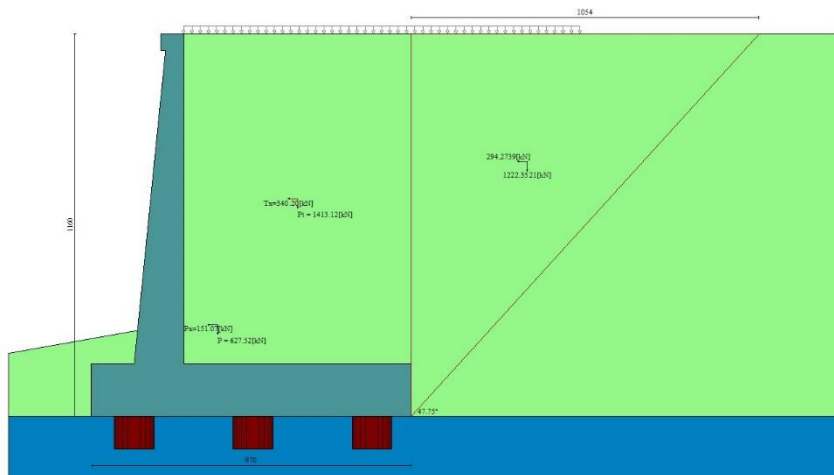


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

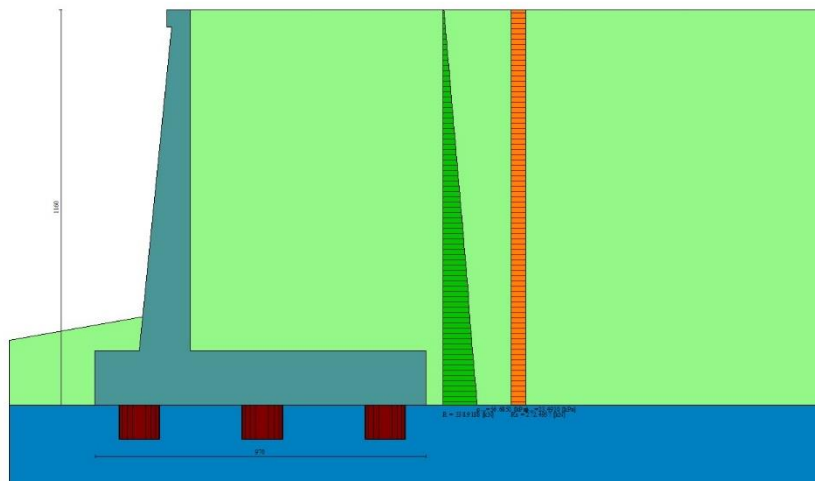


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	2550.97	1058.13	5362.16	14947.19	1.092
2 - STR (A1-M1-R3)	2035.12	1001.14	6383.61	13356.85	1.423
3 - GEO (A2-M2-R2)	2550.97	1058.13	5362.16	14947.19	1.092
4 - GEO (A2-M2-R2)	2035.12	1001.14	6383.61	13356.85	1.423

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	1606.18	0.00	-1269.54
	2	3061.17	0.00	-1269.54
	3	4516.15	0.00	-1269.54
2 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	944.62	0.00	-1201.25
	2	2442.15	0.00	-1201.25
	3	3939.68	0.00	-1201.25

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.021					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.079					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.250		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.268		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	19.74	2.250
4 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	19.74	2.268

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

**Simbologia adottata**

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

**Elementi calcolati a piastra**

**Simbologia adottata**

Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

*Paramento*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	2.06	0.00	0.15
2	-0.10	4.34	2.36	0.04
3	-0.20	6.66	4.78	0.15
4	-0.30	9.04	7.25	0.47
5	-0.40	11.45	9.76	1.03
6	-0.50	13.92	12.33	1.82
7	-0.60	16.43	14.95	2.84
8	-0.70	18.99	17.61	4.11
9	-0.80	21.60	20.33	5.62
10	-0.90	24.25	23.10	7.38
11	-1.00	26.95	25.92	9.40
12	-1.10	29.69	28.79	11.67
13	-1.20	32.49	31.72	14.21
14	-1.30	35.32	34.69	17.02
15	-1.40	38.21	37.71	20.11
16	-1.50	41.14	40.79	23.47
17	-1.60	44.12	43.91	27.11
18	-1.70	47.15	47.09	31.05
19	-1.80	50.22	50.32	35.27
20	-1.90	53.34	53.59	39.80
21	-2.00	56.51	56.92	44.62
22	-2.10	59.72	60.30	49.75
23	-2.20	62.98	63.73	55.19
24	-2.30	66.29	67.21	60.95
25	-2.40	69.64	70.74	67.03
26	-2.50	73.04	74.33	73.43
27	-2.60	76.49	77.96	80.16
28	-2.70	79.99	81.64	87.23
29	-2.80	83.53	85.38	94.63
30	-2.90	87.11	89.16	102.38
31	-3.00	90.75	93.00	110.48
32	-3.10	94.43	96.89	118.93
33	-3.20	98.16	100.82	127.74
34	-3.30	101.93	104.81	136.91
35	-3.40	105.75	108.85	146.44
36	-3.50	109.62	112.94	156.35
37	-3.60	113.54	117.08	166.64
38	-3.70	117.50	121.27	177.30
39	-3.80	121.51	125.52	188.35
40	-3.90	125.56	129.81	199.79
41	-4.00	129.67	134.15	211.63
42	-4.10	133.81	138.55	223.86
43	-4.20	138.01	142.99	236.50
44	-4.30	142.25	147.49	249.55
45	-4.40	146.54	152.04	263.01
46	-4.50	150.88	156.63	276.89
47	-4.60	155.26	161.28	291.19
48	-4.70	159.69	165.98	305.92
49	-4.80	164.17	170.73	321.08
50	-4.90	168.69	175.53	336.67
51	-5.00	173.26	180.38	352.71
52	-5.10	177.88	185.29	369.20
53	-5.20	182.54	190.24	386.13
54	-5.30	187.25	195.24	403.52
55	-5.40	192.01	200.30	421.37
56	-5.50	196.81	205.40	439.68
57	-5.60	201.66	210.56	458.47
58	-5.70	206.56	215.77	477.72
59	-5.80	211.50	221.02	497.46
60	-5.90	216.49	226.33	517.68
61	-6.00	221.53	231.69	538.38
62	-6.10	226.62	237.10	559.58
63	-6.20	231.75	242.56	581.28
64	-6.30	236.93	248.08	603.48
65	-6.40	242.15	253.64	626.18
66	-6.50	247.42	259.25	649.39
67	-6.60	252.74	264.92	673.12
68	-6.70	258.11	270.63	697.37
69	-6.80	263.52	276.40	722.15

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
70	-6.90	268.98	282.21	747.46
71	-7.00	274.48	288.08	773.30
72	-7.10	280.03	294.00	799.67
73	-7.20	285.63	299.97	826.60
74	-7.30	291.28	305.99	854.07
75	-7.40	296.97	312.06	882.09
76	-7.50	302.71	318.18	910.67
77	-7.60	308.50	324.35	939.81
78	-7.70	314.33	330.57	969.52
79	-7.80	320.21	336.85	999.80
80	-7.90	326.14	343.17	1030.66
81	-8.00	332.11	349.54	1062.10
82	-8.10	338.13	355.97	1094.12
83	-8.20	344.20	362.45	1126.73
84	-8.30	350.31	368.97	1159.94
85	-8.40	356.47	375.55	1193.75
86	-8.50	362.68	382.18	1228.16
87	-8.60	368.93	388.86	1263.18
88	-8.70	375.23	395.59	1298.81
89	-8.80	381.58	402.37	1335.06
90	-8.90	387.97	409.20	1371.94
91	-9.00	394.41	416.09	1409.44
92	-9.10	400.90	423.02	1447.57
93	-9.20	407.44	430.00	1486.34
94	-9.30	414.02	437.04	1525.75
95	-9.40	420.65	444.13	1565.81
96	-9.50	427.32	451.26	1606.52
97	-9.60	434.04	458.45	1647.88
98	-9.70	440.81	465.69	1689.90
99	-9.80	447.63	472.98	1732.59
100	-9.90	454.49	480.32	1775.94
101	-10.00	461.40	487.71	1819.97

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	1.84	0.00	0.14
2	-0.10	3.64	1.94	0.05
3	-0.20	5.47	3.93	0.14
4	-0.30	7.35	5.97	0.42
5	-0.40	9.27	8.06	0.88
6	-0.50	11.23	10.20	1.54
7	-0.60	13.23	12.39	2.39
8	-0.70	15.27	14.63	3.45
9	-0.80	17.36	16.93	4.71
10	-0.90	19.48	19.27	6.19
11	-1.00	21.64	21.67	7.88
12	-1.10	23.85	24.11	9.79
13	-1.20	26.09	26.61	11.93
14	-1.30	28.38	29.15	14.30
15	-1.40	30.71	31.75	16.90
16	-1.50	33.08	34.40	19.74
17	-1.60	35.49	37.10	22.83
18	-1.70	37.94	39.85	26.16
19	-1.80	40.43	42.65	29.75
20	-1.90	42.96	45.50	33.60
21	-2.00	45.53	48.41	37.71
22	-2.10	48.15	51.36	42.08
23	-2.20	50.80	54.36	46.73
24	-2.30	53.50	57.42	51.66
25	-2.40	56.24	60.52	56.87
26	-2.50	59.01	63.68	62.37
27	-2.60	61.83	66.89	68.15
28	-2.70	64.69	70.15	74.23
29	-2.80	67.59	73.46	80.62
30	-2.90	70.53	76.81	87.30
31	-3.00	73.51	80.23	94.30
32	-3.10	76.54	83.69	101.61
33	-3.20	79.60	87.20	109.24
34	-3.30	82.70	90.76	117.20
35	-3.40	85.85	94.37	125.48
36	-3.50	89.04	98.04	134.10
37	-3.60	92.26	101.75	143.05
38	-3.70	95.53	105.52	152.35
39	-3.80	98.84	109.34	162.00
40	-3.90	102.19	113.20	171.99
41	-4.00	105.58	117.12	182.34
42	-4.10	109.01	121.09	193.06
43	-4.20	112.49	125.11	204.14
44	-4.30	116.00	129.18	215.59
45	-4.40	119.55	133.30	227.42
46	-4.50	123.15	137.47	239.62
47	-4.60	126.78	141.70	252.21
48	-4.70	130.46	145.97	265.19
49	-4.80	134.18	150.29	278.57
50	-4.90	137.94	154.67	292.34
51	-5.00	141.74	159.10	306.51

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
52	-5.10	145.58	163.57	321.10
53	-5.20	149.46	168.10	336.10
54	-5.30	153.38	172.68	351.51
55	-5.40	157.34	177.31	367.35
56	-5.50	161.35	181.99	383.61
57	-5.60	165.39	186.72	400.31
58	-5.70	169.48	191.50	417.44
59	-5.80	173.61	196.33	435.01
60	-5.90	177.77	201.21	453.03
61	-6.00	181.98	206.15	471.49
62	-6.10	186.23	211.13	490.42
63	-6.20	190.52	216.17	509.80
64	-6.30	194.85	221.25	529.64
65	-6.40	199.22	226.39	549.96
66	-6.50	203.64	231.58	570.75
67	-6.60	208.09	236.82	592.02
68	-6.70	212.59	242.10	613.77
69	-6.80	217.12	247.44	636.00
70	-6.90	221.70	252.84	658.73
71	-7.00	226.32	258.28	681.96
72	-7.10	230.97	263.77	705.69
73	-7.20	235.67	269.31	729.92
74	-7.30	240.41	274.91	754.67
75	-7.40	245.19	280.55	779.93
76	-7.50	250.01	286.25	805.71
77	-7.60	254.88	291.99	832.02
78	-7.70	259.78	297.79	858.86
79	-7.80	264.73	303.64	886.23
80	-7.90	269.71	309.53	914.14
81	-8.00	274.74	315.48	942.60
82	-8.10	279.80	321.48	971.60
83	-8.20	284.91	327.53	1001.16
84	-8.30	290.06	333.64	1031.27
85	-8.40	295.25	339.79	1061.95
86	-8.50	300.48	345.99	1093.19
87	-8.60	305.75	352.25	1125.01
88	-8.70	311.06	358.55	1157.40
89	-8.80	316.42	364.91	1190.37
90	-8.90	321.81	371.31	1223.93
91	-9.00	327.25	377.77	1258.08
92	-9.10	332.72	384.28	1292.83
93	-9.20	338.24	390.83	1328.17
94	-9.30	343.80	397.44	1364.12
95	-9.40	349.40	404.10	1400.68
96	-9.50	355.03	410.81	1437.86
97	-9.60	360.71	417.58	1475.65
98	-9.70	366.44	424.39	1514.06
99	-9.80	372.20	431.25	1553.11
100	-9.90	378.00	438.17	1592.78
101	-10.00	383.84	445.13	1633.10

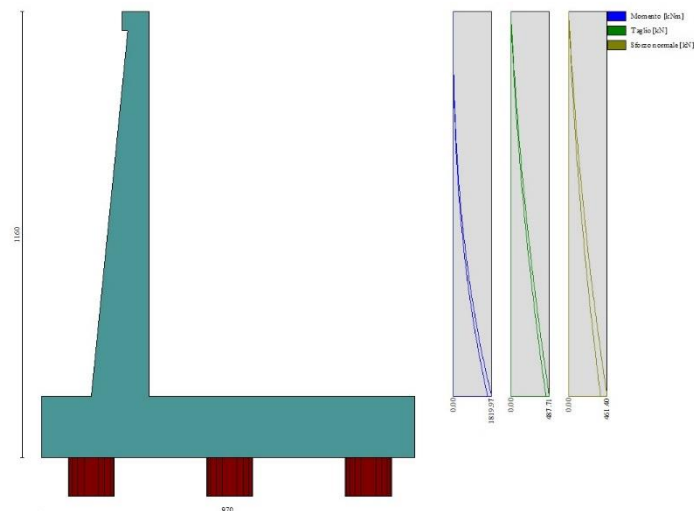


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	5.29	-1.26	-1.17	2.35	32.89
2	3.40	1.23	-0.03	2.08	35.99
3	-9.31	-31.03	-0.38	0.02	23.99
4	-13.76	-45.88	-1.84	0.00	32.89
5	1.02	1.69	-0.70	-0.93	36.72
6	-9.23	-30.76	-0.13	-0.03	24.48
7	-453.37	-1511.24	19.81	0.00	-275.81
8	-454.96	-1516.55	123.47	0.00	-159.51
9	-9.74	-32.42	-1.81	-0.05	24.01
10	-447.52	-1491.74	0.00	0.00	-299.39
11	10.52	2.20	0.50	-1.10	35.97
12	-217.69	-1249.69	-24.54	106.68	-238.26
13	23.73	-1214.83	11.02	180.08	-219.86
14	-266.27	-1042.45	0.00	0.00	180.18
15	-14.70	-49.01	0.28	0.00	36.59
16	-453.37	-1511.24	-19.81	0.00	-275.81
17	-217.69	-1249.69	24.54	-106.68	-238.26
18	-15.74	-1043.81	-11.26	612.20	-289.96
19	39.79	-958.46	-31.66	168.27	-343.82
20	-993.36	-1778.95	0.00	0.00	-249.08
21	-15.74	-1043.81	11.26	-612.20	-289.96
22	5.71	-0.96	1.75	-1.13	34.31
23	-14.26	-47.53	1.75	0.00	34.31
24	-454.96	-1516.55	-123.47	0.00	-159.51
25	23.73	-1214.83	-11.02	-180.08	-219.86
26	39.79	-958.46	31.66	-168.27	-343.82
27	-136.81	-573.58	18.15	21.33	-328.42
28	-15.97	-559.16	-6.83	79.52	-377.43
29	-86.35	-334.77	0.00	0.00	-704.09
30	-136.81	-573.58	-18.15	-21.33	-328.42
31	-15.97	-559.16	6.83	-79.52	-377.43
32	-67.90	-192.87	-24.83	11.00	-170.72
33	-20.14	-213.29	-35.05	33.66	-268.90
34	-48.56	-72.52	0.00	0.00	43.58
35	-67.90	-192.87	24.83	-11.00	-170.72
36	-20.14	-213.29	35.05	-33.66	-268.90
37	11.49	-91.65	-11.27	310.83	-50.18
38	33.46	-40.36	-15.48	84.30	-135.01
39	-484.78	-487.10	0.00	0.00	-49.67
40	11.49	-91.65	11.27	-310.83	-50.18
41	33.46	-40.36	15.48	-84.30	-135.01
42	-125.25	-75.64	15.16	-6.73	-36.55
43	-6.55	8.83	5.61	51.55	-79.66
44	-61.97	128.33	0.00	0.00	-436.77
45	-125.25	-75.64	-15.16	6.73	-36.55
46	-6.55	8.83	-5.61	-51.55	-79.66

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	5.29	-1.26	-1.17	2.35	32.89
2	3.40	1.23	-0.03	2.08	35.99
3	-9.31	-31.03	-0.38	0.02	23.99
4	-13.76	-45.88	-1.84	0.00	32.89
5	1.02	1.69	-0.70	-0.93	36.72
6	-9.23	-30.76	-0.13	-0.03	24.48
7	-453.37	-1511.24	83.80	0.00	-275.81
8	-454.96	-1516.55	284.76	0.00	-159.51
9	-9.74	-32.42	-1.81	-0.05	24.01
10	-447.52	-1491.74	0.00	0.00	-299.39
11	10.52	2.20	0.50	-1.10	35.97
12	-217.69	-1249.69	16.75	165.41	-238.26
13	42.78	-1214.83	71.66	253.35	-219.86
14	-266.27	-1042.45	0.00	0.00	180.18
15	-14.70	-49.01	0.28	0.00	36.59
16	-453.37	-1511.24	-19.81	0.00	-275.81
17	-217.69	-1249.69	24.54	-106.68	-238.26
18	-15.74	-1043.81	-11.26	612.20	-289.96
19	39.79	-958.46	-31.66	168.27	-343.82
20	-840.85	-1778.95	0.00	0.00	-249.08
21	-15.74	-1043.81	12.94	-509.97	-289.96
22	5.71	-0.96	1.75	-1.13	34.31
23	-14.26	-47.53	1.75	0.00	34.31
24	-454.96	-1516.55	-123.47	0.00	-159.51
25	42.78	-1214.83	-11.02	-180.08	-219.86
26	39.79	-958.46	52.50	-154.10	-343.82
27	-107.16	-573.58	18.15	21.33	-328.42
28	-8.60	-559.16	-6.83	79.52	-377.43
29	-65.28	-334.77	0.00	0.00	-704.09
30	-107.16	-573.58	0.90	-16.53	-328.42
31	-8.60	-559.16	36.20	-64.12	-377.43
32	-27.32	-192.87	-24.83	11.00	-170.72
33	-11.52	-213.29	-35.05	33.66	-268.90
34	-12.25	-72.52	0.00	0.00	43.58
35	-27.32	-192.87	29.99	-0.54	-170.72

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
36	-11.52	-213.29	51.13	-10.39	-268.90
37	27.16	-91.65	-11.27	310.83	-50.18
38	33.46	-40.36	-15.48	84.30	-135.01
39	-255.45	-365.94	0.00	0.00	-49.67
40	27.16	-91.65	16.24	-173.66	-50.18
41	33.46	-40.36	26.24	-38.83	-135.01
42	-53.53	-50.71	15.16	-6.73	-36.55
43	3.44	14.45	5.61	51.55	-79.66
44	-4.66	128.33	0.00	0.00	-307.80
45	-53.53	-50.71	-5.08	17.29	-36.55
46	3.44	14.45	4.80	-13.93	-79.66

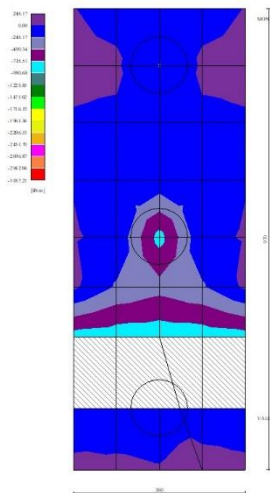


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{xMAX}$  (Combinazione n° 2)

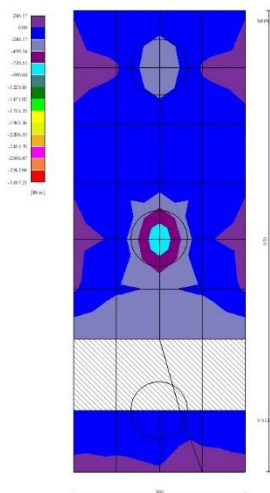


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 1)

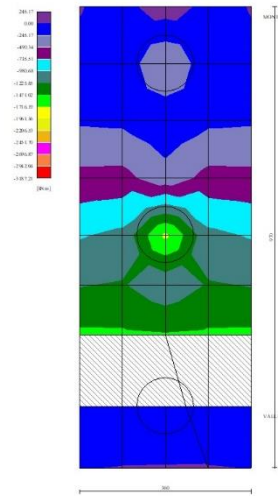


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 1)

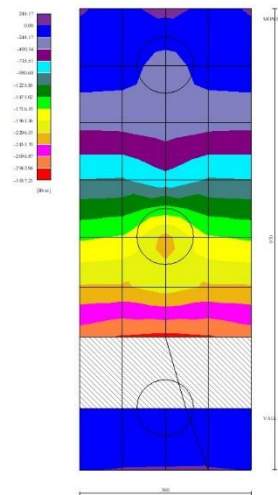


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 2)

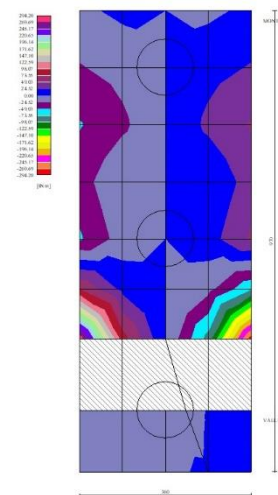


Fig. 13 - Piastra fondazione - Momenti  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 3)



Fig. 13 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 2)

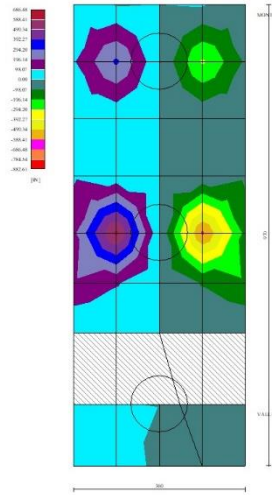


Fig. 14 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

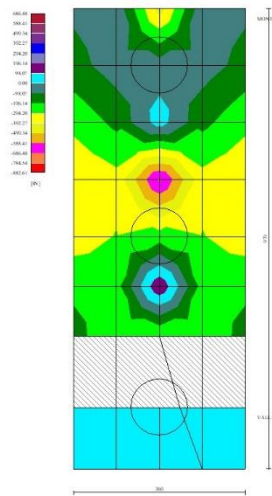


Fig. 15 - Piastra fondazione - Taglio Ty<sub>MAX</sub> (Combinazione n° 1)

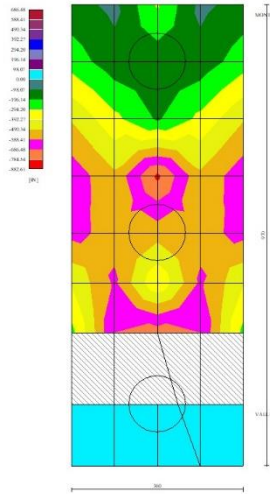


Fig. 16 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{y_{MIN}}$  (Combinazione n° 2)

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	338.92	23.33	311.21	134.22	6.90	-7.63
	Incremento di spinta sismica		272.50	250.22	107.92	6.90	-5.80
	Peso/Inerzia muro			151.07	627.52/75.54	1.03	-8.82
	Peso/Inerzia terrapieno			340.20	1413.12/170.10	3.45	-5.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			5.43	22.56	-2.12	-9.56
	Resistenza pali			-1080.52			

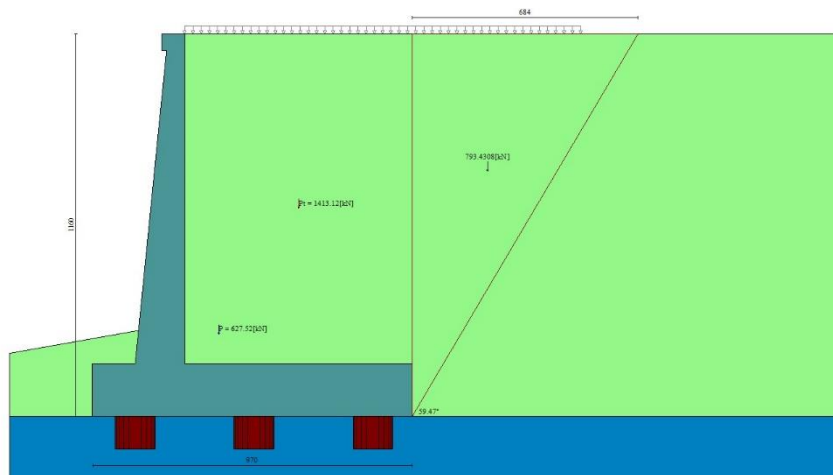


Fig. 20 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

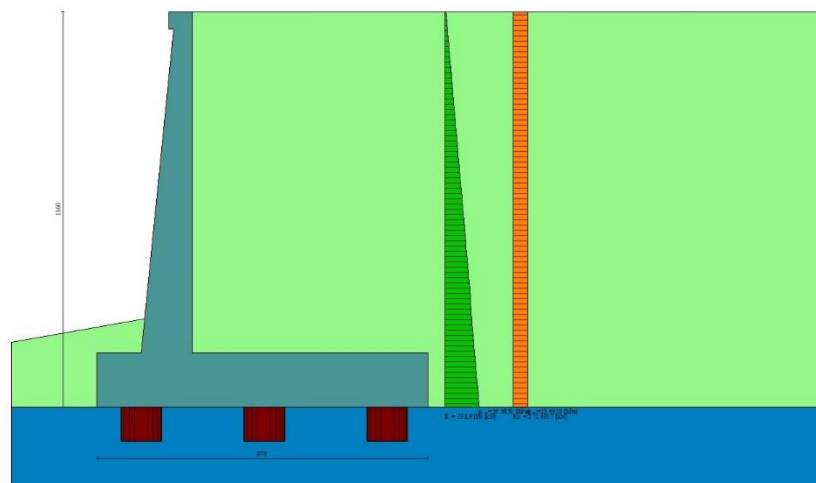


Fig. 21 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

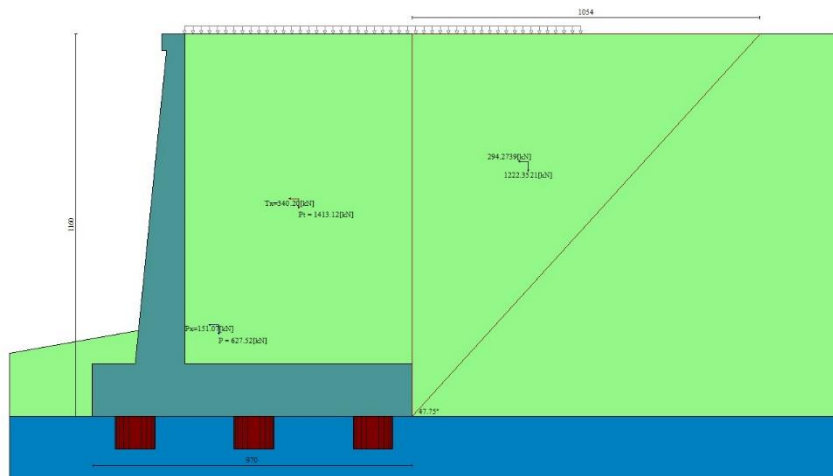


Fig. 22 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

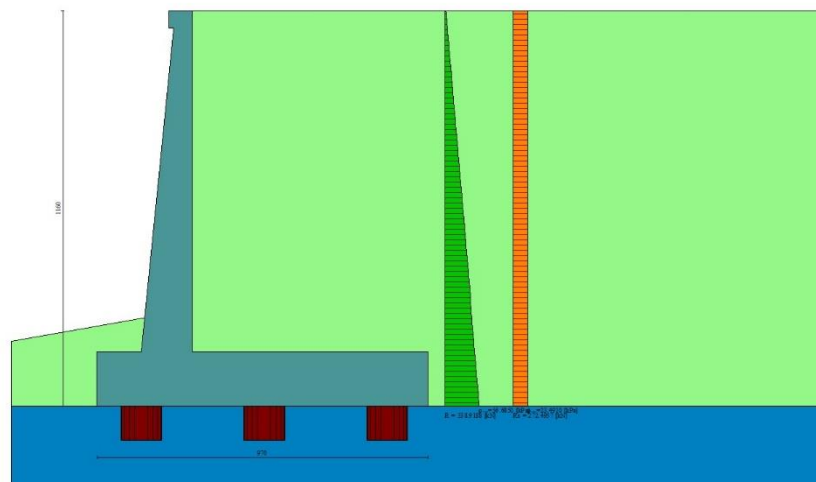


Fig. 23 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

## Risultanti globali

### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	2550.97	1058.13	5362.16	14947.19	1.092
2 - STR (A1-M1-R3)	2035.12	1001.14	6383.61	13356.85	1.423
3 - GEO (A2-M2-R2)	2550.97	1058.13	5362.16	14947.19	1.092
4 - GEO (A2-M2-R2)	2035.12	1001.14	6383.61	13356.85	1.423

## Scarichi in testa ai pali

### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
I <sub>p</sub>	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]

T Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	1606.18	0.00	-1269.54
	2	3061.17	0.00	-1269.54
	3	4516.15	0.00	-1269.54

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

##### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.021					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.079					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.250		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.268		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

##### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	19.74	2.250

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

### Paramento

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	1.84	2.06	0.00	0.00	0.14	0.15
2	-0.10	3.64	4.34	1.94	2.36	0.04	0.05
3	-0.20	5.47	6.66	3.93	4.78	0.14	0.15
4	-0.30	7.35	9.04	5.97	7.25	0.42	0.47
5	-0.40	9.27	11.45	8.06	9.76	0.88	1.03
6	-0.50	11.23	13.92	10.20	12.33	1.54	1.82
7	-0.60	13.23	16.43	12.39	14.95	2.39	2.84
8	-0.70	15.27	18.99	14.63	17.61	3.45	4.11
9	-0.80	17.36	21.60	16.93	20.33	4.71	5.62
10	-0.90	19.48	24.25	19.27	23.10	6.19	7.38
11	-1.00	21.64	26.95	21.67	25.92	7.88	9.40
12	-1.10	23.85	29.69	24.11	28.79	9.79	11.67
13	-1.20	26.09	32.49	26.61	31.72	11.93	14.21
14	-1.30	28.38	35.32	29.15	34.69	14.30	17.02
15	-1.40	30.71	38.21	31.75	37.71	16.90	20.11
16	-1.50	33.08	41.14	34.40	40.79	19.74	23.47
17	-1.60	35.49	44.12	37.10	43.91	22.83	27.11
18	-1.70	37.94	47.15	39.85	47.09	26.16	31.05

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
19	-1.80	40.43	50.22	42.65	50.32	29.75	35.27
20	-1.90	42.96	53.34	45.50	53.59	33.60	39.80
21	-2.00	45.53	56.51	48.41	56.92	37.71	44.62
22	-2.10	48.15	59.72	51.36	60.30	42.08	49.75
23	-2.20	50.80	62.98	54.36	63.73	46.73	55.19
24	-2.30	53.50	66.29	57.42	67.21	51.66	60.95
25	-2.40	56.24	69.64	60.52	70.74	56.87	67.03
26	-2.50	59.01	73.04	63.68	74.33	62.37	73.43
27	-2.60	61.83	76.49	66.89	77.96	68.15	80.16
28	-2.70	64.69	79.99	70.15	81.64	74.23	87.23
29	-2.80	67.59	83.53	73.46	85.38	80.62	94.63
30	-2.90	70.53	87.11	76.81	89.16	87.30	102.38
31	-3.00	73.51	90.75	80.23	93.00	94.30	110.48
32	-3.10	76.54	94.43	83.69	96.89	101.61	118.93
33	-3.20	79.60	98.16	87.20	100.82	109.24	127.74
34	-3.30	82.70	101.93	90.76	104.81	117.20	136.91
35	-3.40	85.85	105.75	94.37	108.85	125.48	146.44
36	-3.50	89.04	109.62	98.04	112.94	134.10	156.35
37	-3.60	92.26	113.54	101.75	117.08	143.05	166.64
38	-3.70	95.53	117.50	105.52	121.27	152.35	177.30
39	-3.80	98.84	121.51	109.34	125.52	162.00	188.35
40	-3.90	102.19	125.56	113.20	129.81	171.99	199.79
41	-4.00	105.58	129.67	117.12	134.15	182.34	211.63
42	-4.10	109.01	133.81	121.09	138.55	193.06	223.86
43	-4.20	112.49	138.01	125.11	142.99	204.14	236.50
44	-4.30	116.00	142.25	129.18	147.49	215.59	249.55
45	-4.40	119.55	146.54	133.30	152.04	227.42	263.01
46	-4.50	123.15	150.88	137.47	156.63	239.62	276.89
47	-4.60	126.78	155.26	141.70	161.28	252.21	291.19
48	-4.70	130.46	159.69	145.97	165.98	265.19	305.92
49	-4.80	134.18	164.17	150.29	170.73	278.57	321.08
50	-4.90	137.94	168.69	154.67	175.53	292.34	336.67
51	-5.00	141.74	173.26	159.10	180.38	306.51	352.71
52	-5.10	145.58	177.88	163.57	185.29	321.10	369.20
53	-5.20	149.46	182.54	168.10	190.24	336.10	386.13
54	-5.30	153.38	187.25	172.68	195.24	351.51	403.52
55	-5.40	157.34	192.01	177.31	200.30	367.35	421.37
56	-5.50	161.35	196.81	181.99	205.40	383.61	439.68
57	-5.60	165.39	201.66	186.72	210.56	400.31	458.47
58	-5.70	169.48	206.56	191.50	215.77	417.44	477.72
59	-5.80	173.61	211.50	196.33	221.02	435.01	497.46
60	-5.90	177.77	216.49	201.21	226.33	453.03	517.68
61	-6.00	181.98	221.53	206.15	231.69	471.49	538.38
62	-6.10	186.23	226.62	211.13	237.10	490.42	559.58
63	-6.20	190.52	231.75	216.17	242.56	509.80	581.28
64	-6.30	194.85	236.93	221.25	248.08	529.64	603.48
65	-6.40	199.22	242.15	226.39	253.64	549.96	626.18
66	-6.50	203.64	247.42	231.58	259.25	570.75	649.39
67	-6.60	208.09	252.74	236.82	264.92	592.02	673.12
68	-6.70	212.59	258.11	242.10	270.63	613.77	697.37
69	-6.80	217.12	263.52	247.44	276.40	636.00	722.15
70	-6.90	221.70	268.98	252.84	282.21	658.73	747.46
71	-7.00	226.32	274.48	258.28	288.08	681.96	773.30
72	-7.10	230.97	280.03	263.77	294.00	705.69	799.67
73	-7.20	235.67	285.63	269.31	299.97	729.92	826.60
74	-7.30	240.41	291.28	274.91	305.99	754.67	854.07
75	-7.40	245.19	296.97	280.55	312.06	779.93	882.09
76	-7.50	250.01	302.71	286.25	318.18	805.71	910.67
77	-7.60	254.88	308.50	291.99	324.35	832.02	939.81
78	-7.70	259.78	314.33	297.79	330.57	858.86	969.52
79	-7.80	264.73	320.21	303.64	336.85	886.23	999.80
80	-7.90	269.71	326.14	309.53	343.17	914.14	1030.66
81	-8.00	274.74	332.11	315.48	349.54	942.60	1062.10
82	-8.10	279.80	338.13	321.48	355.97	971.60	1094.12
83	-8.20	284.91	344.20	327.53	362.45	1001.16	1126.73
84	-8.30	290.06	350.31	333.64	368.97	1031.27	1159.94
85	-8.40	295.25	356.47	339.79	375.55	1061.95	1193.75
86	-8.50	300.48	362.68	345.99	382.18	1093.19	1228.16
87	-8.60	305.75	368.93	352.25	388.86	1125.01	1263.18
88	-8.70	311.06	375.23	358.55	395.59	1157.40	1298.81
89	-8.80	316.42	381.58	364.91	402.37	1190.37	1335.06
90	-8.90	321.81	387.97	371.31	409.20	1223.93	1371.94
91	-9.00	327.25	394.41	377.77	416.09	1258.08	1409.44
92	-9.10	332.72	400.90	384.28	423.02	1292.83	1447.57
93	-9.20	338.24	407.44	390.83	430.00	1328.17	1486.34
94	-9.30	343.80	414.02	397.44	437.04	1364.12	1525.75
95	-9.40	349.40	420.65	404.10	444.13	1400.68	1565.81
96	-9.50	355.03	427.32	410.81	451.26	1437.86	1606.52
97	-9.60	360.71	434.04	417.58	458.45	1475.65	1647.88
98	-9.70	366.44	440.81	424.39	465.69	1514.06	1689.90
99	-9.80	372.20	447.63	431.25	472.98	1553.11	1732.59
100	-9.90	378.00	454.49	438.17	480.32	1592.78	1775.94
101	-10.00	383.84	461.40	445.13	487.71	1633.10	1819.97

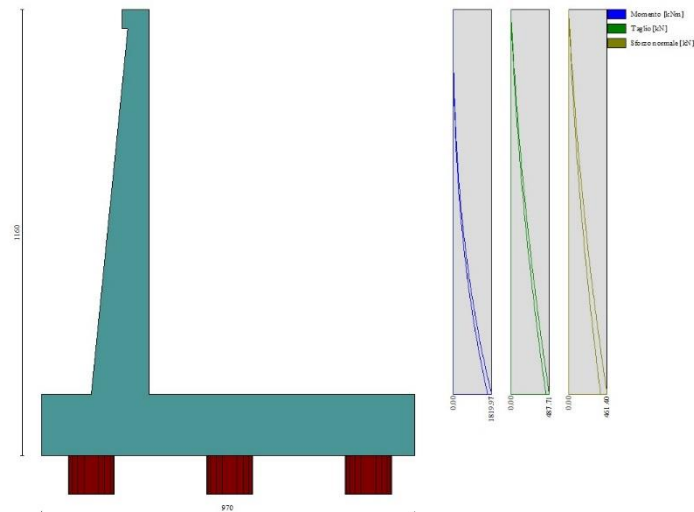


Fig. 24 - Paramento

*Piastra fondazione*

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	5.29	-1.26	-1.17	2.35	32.89	MAX
	5.29	-1.26	-1.17	2.35	32.89	MIN
2	3.40	1.23	-0.03	2.08	35.99	MAX
	3.40	1.23	-0.03	2.08	35.99	MIN
3	-9.31	-31.03	-0.38	0.02	23.99	MAX
	-9.31	-31.03	-0.38	0.02	23.99	MIN
4	-13.76	-45.88	-1.84	0.00	32.89	MAX
	-13.76	-45.88	-1.84	0.00	32.89	MIN
5	1.02	1.69	-0.70	-0.93	36.72	MAX
	1.02	1.69	-0.70	-0.93	36.72	MIN
6	-9.23	-30.76	-0.13	-0.03	24.48	MAX
	-9.23	-30.76	-0.13	-0.03	24.48	MIN
7	-453.37	-1511.24	83.80	0.00	-275.81	MAX
	-892.52	-2975.07	19.81	0.00	-689.89	MIN
8	-454.96	-1516.55	284.76	0.00	-159.51	MAX
	-853.13	-2843.77	123.47	0.00	-267.30	MIN
9	-9.74	-32.42	-1.81	-0.05	24.01	MAX
	-9.74	-32.42	-1.81	-0.05	24.01	MIN
10	-447.52	-1491.74	0.00	0.00	-299.39	MAX
	-904.33	-3014.43	0.00	0.00	-752.02	MIN
11	10.52	2.20	0.50	-1.10	35.97	MAX
	10.52	2.20	0.50	-1.10	35.97	MIN
12	-217.69	-1249.69	16.75	165.41	-238.26	MAX
	-277.17	-2243.50	-24.54	106.68	-607.56	MIN
13	42.78	-1214.83	71.66	253.35	-219.86	MAX
	23.73	-2235.19	11.02	180.08	-402.88	MIN
14	-266.27	-1042.45	0.00	0.00	180.18	MAX
	-405.76	-2094.07	0.00	0.00	-306.06	MIN
15	-14.70	-49.01	0.28	0.00	36.59	MAX
	-14.70	-49.01	0.28	0.00	36.59	MIN
16	-453.37	-1511.24	-19.81	0.00	-275.81	MAX
	-892.52	-2975.07	-83.80	0.00	-689.89	MIN
17	-217.69	-1249.69	24.54	-106.68	-238.26	MAX
	-277.17	-2243.50	-16.75	-165.41	-607.56	MIN
18	-15.74	-1043.81	-11.26	612.20	-289.96	MAX
	-46.55	-1739.33	-12.94	509.97	-551.95	MIN
19	39.79	-958.46	-31.66	168.27	-343.82	MAX
	13.01	-1678.98	-52.50	154.10	-620.70	MIN
20	-840.85	-1778.95	0.00	0.00	-249.08	MAX
	-993.36	-2305.77	0.00	0.00	-533.96	MIN
21	-15.74	-1043.81	12.94	-509.97	-289.96	MAX
	-46.55	-1739.33	11.26	-612.20	-551.95	MIN
22	5.71	-0.96	1.75	-1.13	34.31	MAX
	5.71	-0.96	1.75	-1.13	34.31	MIN
23	-14.26	-47.53	1.75	0.00	34.31	MAX
	-14.26	-47.53	1.75	0.00	34.31	MIN
24	-454.96	-1516.55	-123.47	0.00	-159.51	MAX
	-853.13	-2843.77	-284.76	0.00	-267.30	MIN
25	42.78	-1214.83	-11.02	-180.08	-219.86	MAX
	23.73	-2235.19	-71.66	-253.35	-402.88	MIN
26	39.79	-958.46	52.50	-154.10	-343.82	MAX
	13.01	-1678.98	31.66	-168.27	-620.70	MIN
27	-107.16	-573.58	18.15	21.33	-328.42	MAX
	-136.81	-1003.63	-0.90	16.53	-511.01	MIN
28	-8.60	-559.16	-6.83	79.52	-377.43	MAX

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	-15.97	-989.91	-36.20	64.12	-651.07	MIN
29	-65.28	-334.77	0.00	0.00	-704.09	MAX
	-86.35	-809.05	0.00	0.00	-809.30	MIN
30	-107.16	-573.58	0.90	-16.53	-328.42	MAX
	-136.81	-1003.63	-18.15	-21.33	-511.01	MIN
31	-8.60	-559.16	36.20	-64.12	-377.43	MAX
	-15.97	-989.91	6.83	-79.52	-651.07	MIN
32	-27.32	-192.87	-24.83	11.00	-170.72	MAX
	-67.90	-402.30	-29.99	0.54	-321.13	MIN
33	-11.52	-213.29	-35.05	33.66	-268.90	MAX
	-20.14	-421.22	-51.13	10.39	-481.85	MIN
34	-12.25	-72.52	0.00	0.00	43.58	MAX
	-48.56	-334.21	0.00	0.00	-184.66	MIN
35	-27.32	-192.87	29.99	-0.54	-170.72	MAX
	-67.90	-402.30	24.83	-11.00	-321.13	MIN
36	-11.52	-213.29	51.13	-10.39	-268.90	MAX
	-20.14	-421.22	35.05	-33.66	-481.85	MIN
37	27.16	-91.65	-11.27	310.83	-50.18	MAX
	11.49	-129.40	-16.24	173.66	-136.15	MIN
38	33.46	-40.36	-15.48	84.30	-135.01	MAX
	29.07	-92.32	-26.24	38.83	-250.60	MIN
39	-255.45	-365.94	0.00	0.00	-49.67	MAX
	-484.78	-487.10	0.00	0.00	-133.17	MIN
40	27.16	-91.65	16.24	-173.66	-50.18	MAX
	11.49	-129.40	11.27	-310.83	-136.15	MIN
41	33.46	-40.36	26.24	-38.83	-135.01	MAX
	29.07	-92.32	15.48	-84.30	-250.60	MIN
42	-53.53	-50.71	15.16	-6.73	-36.55	MAX
	-125.25	-75.64	5.08	-17.29	-73.39	MIN
43	3.44	14.45	5.61	51.55	-79.66	MAX
	-6.55	8.83	-4.80	13.93	-136.71	MIN
44	-4.66	128.33	0.00	0.00	-307.80	MAX
	-61.97	66.41	0.00	0.00	-436.77	MIN
45	-53.53	-50.71	-5.08	17.29	-36.55	MAX
	-125.25	-75.64	-15.16	6.73	-73.39	MIN
46	3.44	14.45	4.80	-13.93	-79.66	MAX
	-6.55	8.83	-5.61	-51.55	-136.71	MIN

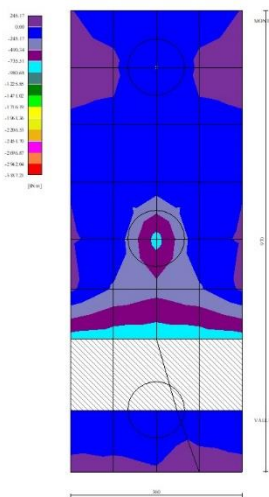


Fig. 25 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMAX}$  (Combinazione n° 2)



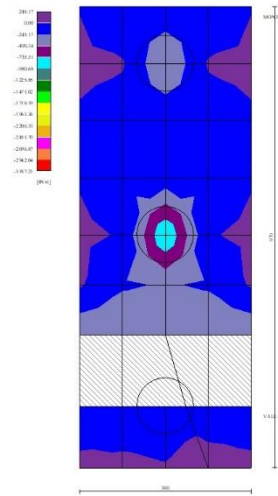


Fig. 26 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 1)

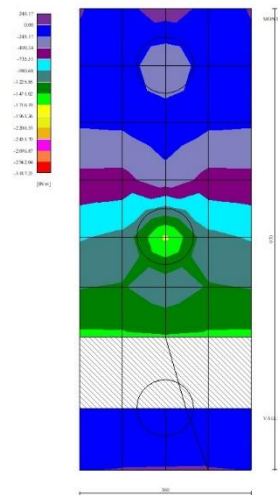


Fig. 27 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 1)

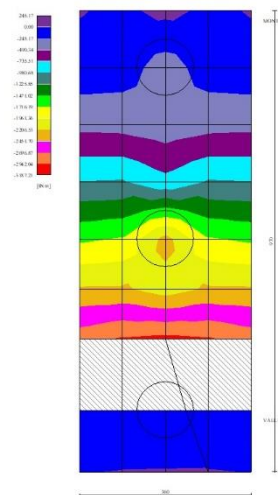


Fig. 28 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 2)

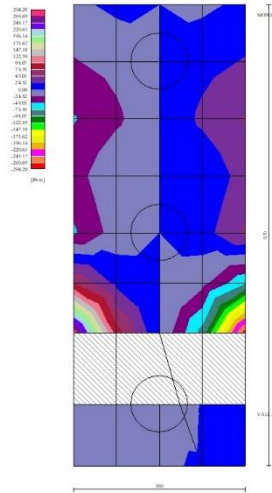


Fig. 29 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 2)

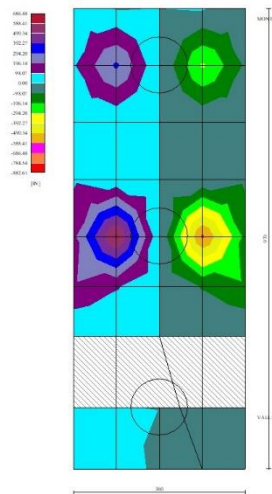


Fig. 30 - Piastra fondazione - Taglio  $T_x$  (Combinazione n° 1)

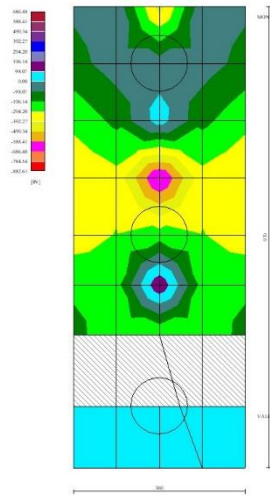


Fig. 31 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMAX}$  (Combinazione n° 1)

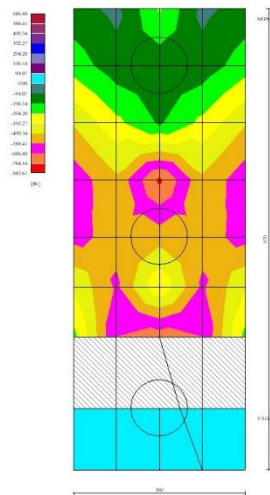


Fig. 32 - Piastra fondazione - Taglio  $T_{yMIN}$  (Combinazione n° 2)

### 10.7.3 Condizione eccezionale d'urto

#### Dati

##### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
$n_{tc}$	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	v	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub> [kPa]	f <sub>uk</sub> [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
1	palo D1200	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	20.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

### Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 3.60 [m]

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	10.00	[m]
Altezza paramento libero	9.00	[m]
Spessore in sommità	0.50	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.50	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

#### Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.20	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]

<b>Fondazione</b>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	1.30	[m]
Lunghezza mensola di monte	6.80	[m]
Lunghezza totale	9.60	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.60	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

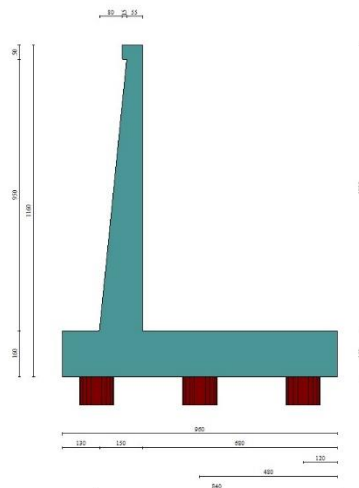


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
$\alpha$	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	palo D1200	1.20	3.60	0.20	1	120.00	36.00	0.00	Centrati
2	palo D1200	4.80	3.60	0.20	1	120.00	36.00	0.00	Centrati
3	palo D1200	8.40	3.60	0.20	1	120.00	36.00	0.00	Centrati

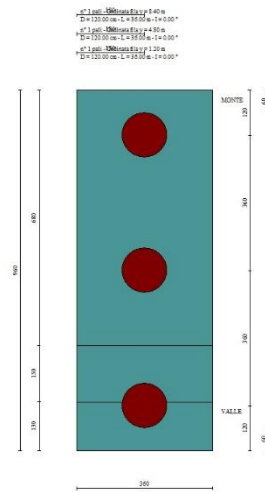


Fig. 2 - Pianta pali

### Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	$c_a$ [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL-argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	5	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	5	0			(MIN)
				27.000	27.000	5	0			(MED)
3	unità GS	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')  
Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	11.60	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	25.00	0.000	unità GS	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità AL-argilla limosa	0.000	0.000	100.000	1.000	0.000	---	---

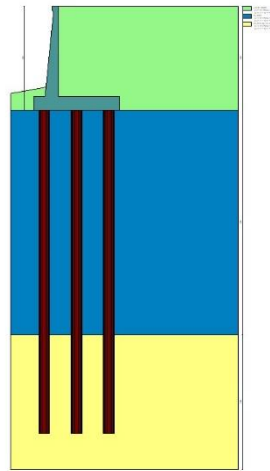


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.  
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>f</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kN]
Q <sub>f</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>f</sub> espressa in [kN]

### Condizione n° 1 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

### Condizione n° 2 (urto) - ECCEZIONALE

#### Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.40; 0.00	14.4000	0.0000	14.4000				

### Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

#### Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	γ <sub>G1,fav</sub>	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	γ <sub>G1,sfav</sub>	1.00	1.10	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	γ <sub>G2,fav</sub>	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	γ <sub>G2,sfav</sub>	1.00	1.50	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	γ <sub>Q,fav</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	γ <sub>Q,sfav</sub>	1.00	1.50	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	γ <sub>QT,fav</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	γ <sub>QT,sfav</sub>	1.00	1.50	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Combinazioni statiche	Combinazioni sismiche
-----------	-----------------------	-----------------------

		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Coazione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_v$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.00	--	--	1.00
Scorrimento	--	--	1.00	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.00	--	--	1.00
Ribaltamento	--	--	1.00	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$   $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

Comune Torricella In Sabina  
 Provincia Rieti  
 Regione Lazio  
 Latitudine 42.262529



Longitudine	12.870931
Indice punti di interpolazione	26742 - 26741 - 26963 - 26964
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]		1.999	0.913
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]		0.204	0.093
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.483	2.432
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.337	0.296
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.198	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	24.409	12.205
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.409	12.205
Esercizio	1.000	11.172	5.586

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale  
Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

### Opzioni di calcolo

#### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

#### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

#### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

#### Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	10.00 [cm]

#### Opzioni calcolo pali

##### Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ( $k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$ )
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta $\sigma_v$ con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

##### Portanza trasversale

Costante di Winkler: da stratoCriterio rottura palo-terreno	
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Non attivo

##### Cedimenti

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	527.71	23.33	484.57	208.99	6.80	-6.98
	Peso/Inerzia muro			0.00	623.60/0.00	0.99	-8.81
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1392.64/0.00	3.40	-5.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	22.56	-2.12	-9.56
	Risultante forze sul muro			14.40	0.00	--	--
	Resistenza pali			-574.34			

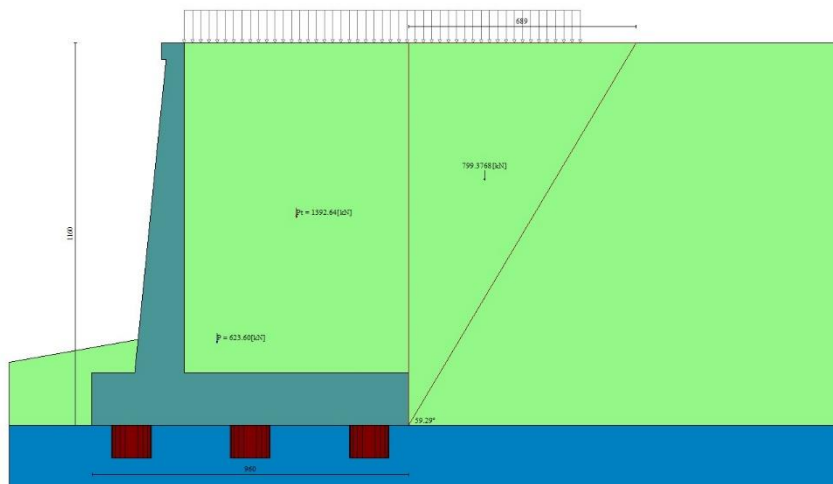


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

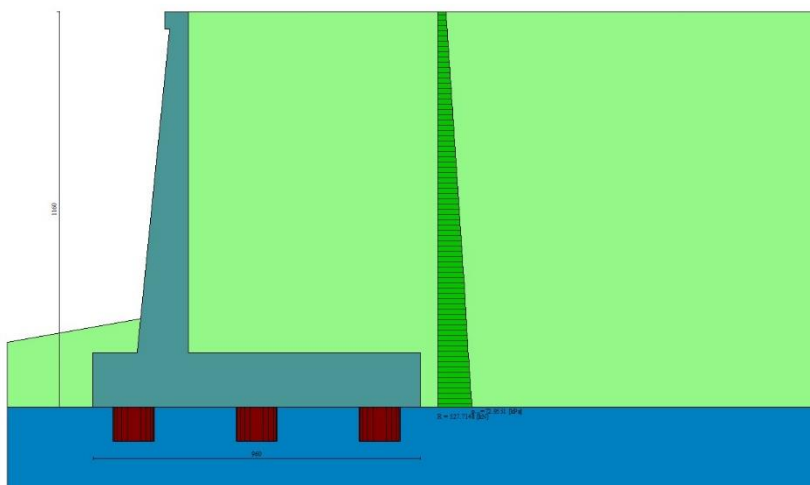


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	2247.79	498.97	2421.75	13017.41	0.085
2 - GEO (A2-M2-R2)	2247.79	498.97	2421.75	13017.41	0.085

#### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	2602.58	0.00	-598.71
	2	2697.34	0.00	-598.71
	3	2792.11	0.00	-598.71

#### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.151					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.337		

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	19.68	3.337

#### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

*Paramento*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	1.84	14.40	14.54
2	-0.10	3.69	15.82	15.89
3	-0.20	5.58	17.28	17.37
4	-0.30	7.52	18.79	18.98
5	-0.40	9.50	20.34	20.72
6	-0.50	11.53	21.94	22.60
7	-0.60	13.59	23.58	24.63
8	-0.70	15.71	25.27	26.80
9	-0.80	17.86	27.00	29.12
10	-0.90	20.06	28.77	31.60
11	-1.00	22.31	30.60	34.24
12	-1.10	24.59	32.46	37.04
13	-1.20	26.93	34.37	40.01
14	-1.30	29.30	36.33	43.15
15	-1.40	31.72	38.33	46.47
16	-1.50	34.18	40.38	49.96
17	-1.60	36.69	42.47	53.64
18	-1.70	39.24	44.60	57.51
19	-1.80	41.84	46.78	61.57
20	-1.90	44.47	49.01	65.82
21	-2.00	47.16	51.28	70.28
22	-2.10	49.88	53.59	74.93
23	-2.20	52.65	55.95	79.80
24	-2.30	55.47	58.36	84.88
25	-2.40	58.32	60.81	90.18
26	-2.50	61.22	63.30	95.69
27	-2.60	64.17	65.84	101.43
28	-2.70	67.16	68.43	107.40
29	-2.80	70.19	71.06	113.60
30	-2.90	73.27	73.73	120.04
31	-3.00	76.39	76.45	126.72
32	-3.10	79.55	79.21	133.64
33	-3.20	82.76	82.02	140.81
34	-3.30	86.01	84.88	148.24
35	-3.40	89.31	87.78	155.92
36	-3.50	92.65	90.72	163.86
37	-3.60	96.03	93.71	172.07
38	-3.70	99.46	96.74	180.55
39	-3.80	102.93	99.82	189.30
40	-3.90	106.45	102.94	198.33
41	-4.00	110.00	106.11	207.64
42	-4.10	113.61	109.32	217.24
43	-4.20	117.25	112.58	227.12
44	-4.30	120.94	115.88	237.30
45	-4.40	124.68	119.23	247.78
46	-4.50	128.46	122.62	258.56
47	-4.60	132.28	126.06	269.64
48	-4.70	136.14	129.54	281.04
49	-4.80	140.05	133.07	292.75
50	-4.90	144.01	136.64	304.78
51	-5.00	148.00	140.26	317.13
52	-5.10	152.04	143.92	329.80
53	-5.20	156.13	147.63	342.81
54	-5.30	160.26	151.38	356.15
55	-5.40	164.43	155.17	369.83
56	-5.50	168.65	159.02	383.85
57	-5.60	172.91	162.90	398.22
58	-5.70	177.21	166.83	412.94
59	-5.80	181.56	170.81	428.02
60	-5.90	185.95	174.83	443.45
61	-6.00	190.38	178.89	459.25
62	-6.10	194.86	183.01	475.41
63	-6.20	199.39	187.16	491.95
64	-6.30	203.95	191.36	508.86
65	-6.40	208.56	195.61	526.15
66	-6.50	213.22	199.90	543.82
67	-6.60	217.92	204.23	561.88
68	-6.70	222.66	208.61	580.33
69	-6.80	227.44	213.04	599.18
70	-6.90	232.27	217.51	618.43
71	-7.00	237.15	222.02	638.08
72	-7.10	242.07	226.58	658.14
73	-7.20	247.03	231.18	678.61
74	-7.30	252.03	235.83	699.50
75	-7.40	257.08	240.53	720.81
76	-7.50	262.17	245.27	742.54
77	-7.60	267.31	250.05	764.70
78	-7.70	272.49	254.88	787.29
79	-7.80	277.72	259.75	810.32
80	-7.90	282.98	264.67	833.79
81	-8.00	288.30	269.63	857.70
82	-8.10	293.65	274.64	882.07
83	-8.20	299.05	279.70	906.88

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
84	-8.30	304.49	284.79	932.15
85	-8.40	309.98	289.94	957.89
86	-8.50	315.51	295.12	984.08
87	-8.60	321.09	300.36	1010.75
88	-8.70	326.71	305.63	1037.89
89	-8.80	332.37	310.96	1065.51
90	-8.90	338.08	316.32	1093.61
91	-9.00	343.83	321.74	1122.19
92	-9.10	349.62	327.19	1151.27
93	-9.20	355.46	332.70	1180.83
94	-9.30	361.34	338.24	1210.90
95	-9.40	367.26	343.83	1241.46
96	-9.50	373.23	349.47	1272.54
97	-9.60	379.25	355.15	1304.12
98	-9.70	385.30	360.88	1336.21
99	-9.80	391.41	366.65	1368.83
100	-9.90	397.55	372.47	1401.96
101	-10.00	403.74	378.33	1435.62

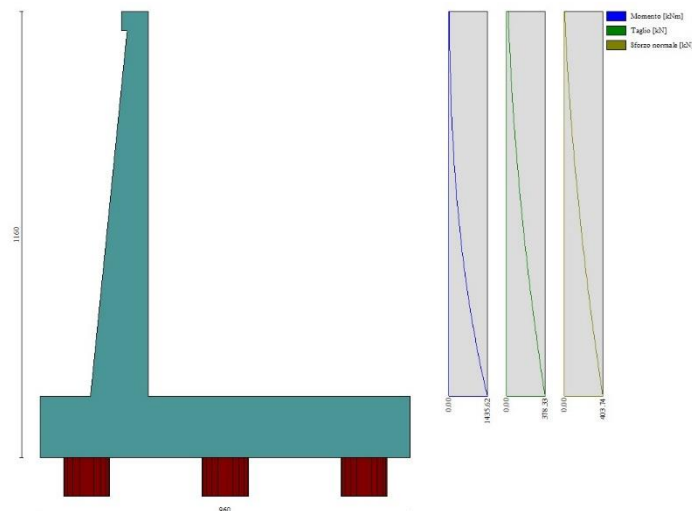


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	18.70	33.35	-2.82	20.58	31.93
2	-54.07	-54.97	-0.06	-18.03	-36.64
3	58.57	66.48	144.86	95.74	-882.54
4	-3.31	-11.03	11.59	0.00	31.93
5	-3.69	56.38	0.00	0.00	174.65
6	-171.51	-173.97	0.00	0.00	-1318.49
7	-22.09	-73.64	-43.60	0.00	-25.49
8	-59.42	-198.07	-47.21	0.00	-225.54
9	48.97	163.24	0.00	0.00	-2811.64
10	1.81	6.03	0.00	0.00	6.63
11	-54.07	-54.97	0.06	18.03	-36.64
12	58.57	66.48	-144.86	-95.74	-882.54
13	-22.09	-73.64	43.60	0.00	-25.49
14	-111.95	-92.21	-57.75	41.98	-7.97
15	11.13	-39.06	-50.90	81.29	-181.08
16	-97.19	99.50	0.00	0.00	416.33
17	-111.95	-92.21	57.75	-41.98	-7.97
18	18.70	33.35	2.82	-20.58	31.93
19	-3.31	-11.03	-11.59	0.00	31.93
20	-59.42	-198.07	47.21	0.00	-225.54
21	11.13	-39.06	50.90	-81.29	-181.08
22	23.20	-64.06	-13.07	522.49	-64.40
23	51.57	13.73	-17.18	126.78	-124.01
24	-830.57	-732.56	0.00	0.00	2.36
25	23.20	-64.06	13.07	-522.49	-64.40
26	51.57	13.73	17.18	-126.78	-124.01
27	-118.52	101.24	22.10	17.76	-73.29
28	-20.31	102.68	13.07	65.81	-64.68
29	-75.37	308.64	0.00	0.00	-412.12

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
30	-118.52	101.24	-22.10	-17.76	-73.29
31	-20.31	102.68	-13.07	-65.81	-64.68
32	-117.40	117.12	-26.43	20.13	67.17
33	-22.14	111.85	-20.18	64.33	18.79
34	-82.50	314.90	0.00	0.00	394.59
35	-117.40	117.12	26.43	-20.13	67.17
36	-22.14	111.85	20.18	-64.33	18.79
37	-7.67	-34.71	-6.07	514.80	81.36
38	40.68	38.70	-2.09	149.26	28.75
39	-824.22	-672.94	0.00	0.00	81.37
40	-7.67	-34.71	6.07	-514.80	81.36
41	40.68	38.70	2.09	-149.26	28.75
42	-231.08	-113.71	29.63	7.71	20.15
43	-20.32	2.04	20.62	106.73	1.94
44	-144.81	220.02	0.00	0.00	-629.38
45	-231.08	-113.71	-29.63	-7.71	20.15
46	-20.32	2.04	-20.62	-106.73	1.94

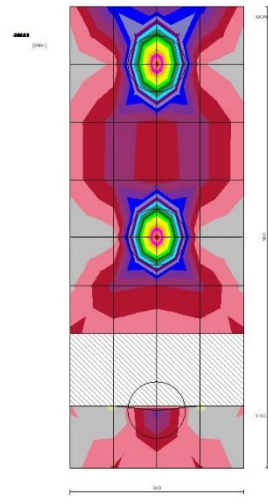


Fig. 7 - Piastra fondazione - Momenti Mx (Combinazione n° 1)

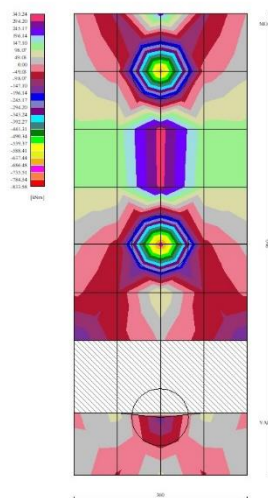


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti My (Combinazione n° 1)

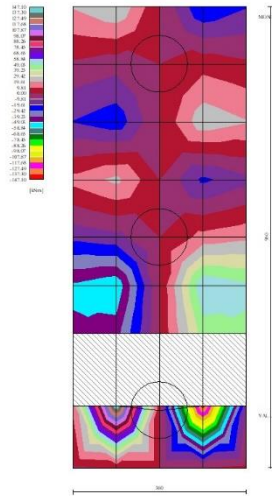


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 1)

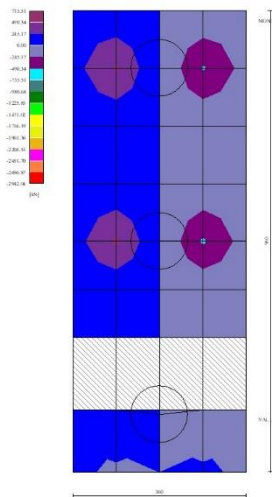


Fig. 10 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

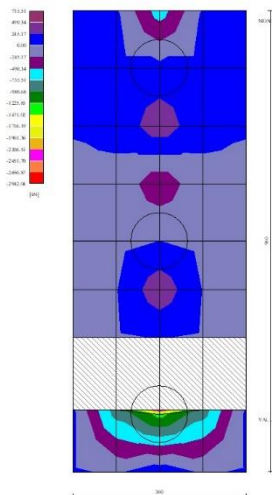


Fig. 11 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 1)

### Sollecitazioni pali

#### Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

##### Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	2602.58	9999.61	-598.71	-895.96	0.00	0.00
9	2.88	2682.44	9999.61	101.25	-203.24	1134.93	1998.48
12	3.96	2712.39	9999.61	390.51	374.04	876.81	2024.01
25	8.64	2842.15	9999.61	-0.44	57.16	-39.34	-38.91
101	36.00	3600.79	9999.61	0.00	0.00	0.00	0.00

##### Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	2697.34	9999.14	-598.71	-895.96	0.00	0.00
9	2.88	2777.20	9999.14	101.25	-203.24	1134.93	1998.48
12	3.96	2807.15	9999.14	390.51	374.04	876.81	2024.01
25	8.64	2936.91	9999.14	-0.44	57.16	-39.34	-38.91
101	36.00	3695.56	9999.14	0.00	0.00	0.00	0.00

##### Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	2792.11	9999.23	-598.71	-895.96	0.00	0.00
9	2.88	2871.96	9999.23	101.25	-203.24	1134.93	1998.48
12	3.96	2901.91	9999.23	390.51	374.04	876.81	2024.01
25	8.64	3031.68	9999.23	-0.44	57.16	-39.34	-38.91
101	36.00	3790.32	9999.23	0.00	0.00	0.00	0.00

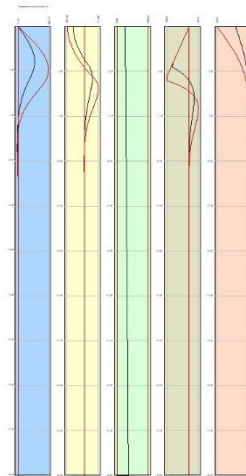


Fig. 12 - Sollecitazioni palo (Palo n° 1) (Inviluppo)



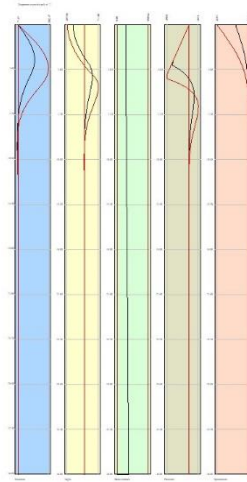


Fig. 13 - Sollecitazioni palo (Palo n° 2) (Inviluppo)

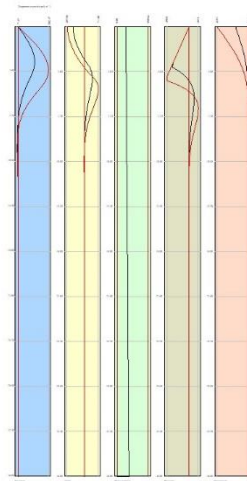


Fig. 14 - Sollecitazioni palo (Palo n° 3) (Inviluppo)

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	527.71	23.33	484.57	208.99	6.80	-6.98
	Peso/Inerzia muro			0.00	623.60/0.00	0.99	-8.81
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	1392.64/0.00	3.40	-5.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	22.56	-2.12	-9.56
	Risultante forze sul muro			14.40	0.00	--	--
	Resistenza pali			-574.34			

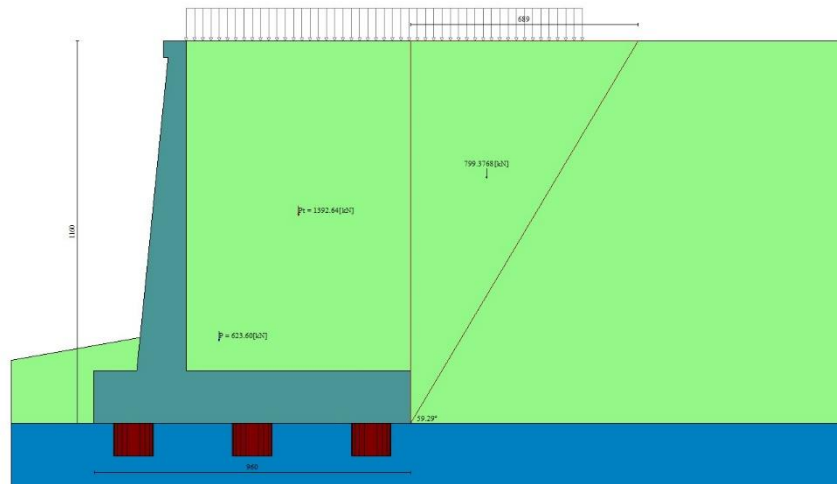


Fig. 15 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

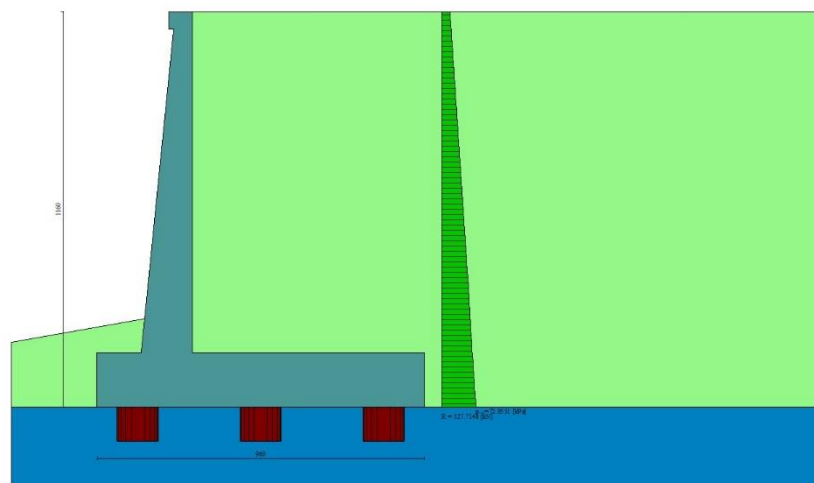


Fig. 16 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	2247.79	498.97	2421.75	13017.41	0.085
2 - GEO (A2-M2-R2)	2247.79	498.97	2421.75	13017.41	0.085

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	2602.58	0.00	-598.71
	2	2697.34	0.00	-598.71
	3	2792.11	0.00	-598.71

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.151					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.337		

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	19.68	3.337

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

*Paramento*

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	1.84	1.84	14.40	14.40	14.54	14.54
2	-0.10	3.69	3.69	15.82	15.82	15.89	15.89
3	-0.20	5.58	5.58	17.28	17.28	17.37	17.37
4	-0.30	7.52	7.52	18.79	18.79	18.98	18.98
5	-0.40	9.50	9.50	20.34	20.34	20.72	20.72
6	-0.50	11.53	11.53	21.94	21.94	22.60	22.60
7	-0.60	13.59	13.59	23.58	23.58	24.63	24.63
8	-0.70	15.71	15.71	25.27	25.27	26.80	26.80
9	-0.80	17.86	17.86	27.00	27.00	29.12	29.12
10	-0.90	20.06	20.06	28.77	28.77	31.60	31.60
11	-1.00	22.31	22.31	30.60	30.60	34.24	34.24
12	-1.10	24.59	24.59	32.46	32.46	37.04	37.04
13	-1.20	26.93	26.93	34.37	34.37	40.01	40.01
14	-1.30	29.30	29.30	36.33	36.33	43.15	43.15
15	-1.40	31.72	31.72	38.33	38.33	46.47	46.47
16	-1.50	34.18	34.18	40.38	40.38	49.96	49.96
17	-1.60	36.69	36.69	42.47	42.47	53.64	53.64
18	-1.70	39.24	39.24	44.60	44.60	57.51	57.51
19	-1.80	41.84	41.84	46.78	46.78	61.57	61.57
20	-1.90	44.47	44.47	49.01	49.01	65.82	65.82
21	-2.00	47.16	47.16	51.28	51.28	70.28	70.28
22	-2.10	49.88	49.88	53.59	53.59	74.93	74.93
23	-2.20	52.65	52.65	55.95	55.95	79.80	79.80
24	-2.30	55.47	55.47	58.36	58.36	84.88	84.88
25	-2.40	58.32	58.32	60.81	60.81	90.18	90.18
26	-2.50	61.22	61.22	63.30	63.30	95.69	95.69
27	-2.60	64.17	64.17	65.84	65.84	101.43	101.43
28	-2.70	67.16	67.16	68.43	68.43	107.40	107.40
29	-2.80	70.19	70.19	71.06	71.06	113.60	113.60
30	-2.90	73.27	73.27	73.73	73.73	120.04	120.04
31	-3.00	76.39	76.39	76.45	76.45	126.72	126.72
32	-3.10	79.55	79.55	79.21	79.21	133.64	133.64
33	-3.20	82.76	82.76	82.02	82.02	140.81	140.81
34	-3.30	86.01	86.01	84.88	84.88	148.24	148.24
35	-3.40	89.31	89.31	87.78	87.78	155.92	155.92
36	-3.50	92.65	92.65	90.72	90.72	163.86	163.86
37	-3.60	96.03	96.03	93.71	93.71	172.07	172.07
38	-3.70	99.46	99.46	96.74	96.74	180.55	180.55
39	-3.80	102.93	102.93	99.82	99.82	189.30	189.30
40	-3.90	106.45	106.45	102.94	102.94	198.33	198.33
41	-4.00	110.00	110.00	106.11	106.11	207.64	207.64
42	-4.10	113.61	113.61	109.32	109.32	217.24	217.24
43	-4.20	117.25	117.25	112.58	112.58	227.12	227.12
44	-4.30	120.94	120.94	115.88	115.88	237.30	237.30
45	-4.40	124.68	124.68	119.23	119.23	247.78	247.78
46	-4.50	128.46	128.46	122.62	122.62	258.56	258.56
47	-4.60	132.28	132.28	126.06	126.06	269.64	269.64
48	-4.70	136.14	136.14	129.54	129.54	281.04	281.04
49	-4.80	140.05	140.05	133.07	133.07	292.75	292.75
50	-4.90	144.01	144.01	136.64	136.64	304.78	304.78
51	-5.00	148.00	148.00	140.26	140.26	317.13	317.13
52	-5.10	152.04	152.04	143.92	143.92	329.80	329.80
53	-5.20	156.13	156.13	147.63	147.63	342.81	342.81
54	-5.30	160.26	160.26	151.38	151.38	356.15	356.15
55	-5.40	164.43	164.43	155.17	155.17	369.83	369.83
56	-5.50	168.65	168.65	159.02	159.02	383.85	383.85
57	-5.60	172.91	172.91	162.90	162.90	398.22	398.22
58	-5.70	177.21	177.21	166.83	166.83	412.94	412.94
59	-5.80	181.56	181.56	170.81	170.81	428.02	428.02
60	-5.90	185.95	185.95	174.83	174.83	443.45	443.45
61	-6.00	190.38	190.38	178.89	178.89	459.25	459.25
62	-6.10	194.86	194.86	183.01	183.01	475.41	475.41
63	-6.20	199.39	199.39	187.16	187.16	491.95	491.95
64	-6.30	203.95	203.95	191.36	191.36	508.86	508.86
65	-6.40	208.56	208.56	195.61	195.61	526.15	526.15
66	-6.50	213.22	213.22	199.90	199.90	543.82	543.82
67	-6.60	217.92	217.92	204.23	204.23	561.88	561.88
68	-6.70	222.66	222.66	208.61	208.61	580.33	580.33
69	-6.80	227.44	227.44	213.04	213.04	599.18	599.18
70	-6.90	232.27	232.27	217.51	217.51	618.43	618.43
71	-7.00	237.15	237.15	222.02	222.02	638.08	638.08
72	-7.10	242.07	242.07	226.58	226.58	658.14	658.14
73	-7.20	247.03	247.03	231.18	231.18	678.61	678.61
74	-7.30	252.03	252.03	235.83	235.83	699.50	699.50
75	-7.40	257.08	257.08	240.53	240.53	720.81	720.81
76	-7.50	262.17	262.17	245.27	245.27	742.54	742.54
77	-7.60	267.31	267.31	250.05	250.05	764.70	764.70
78	-7.70	272.49	272.49	254.88	254.88	787.29	787.29
79	-7.80	277.72	277.72	259.75	259.75	810.32	810.32
80	-7.90	282.98	282.98	264.67	264.67	833.79	833.79
81	-8.00	288.30	288.30	269.63	269.63	857.70	857.70
82	-8.10	293.65	293.65	274.64	274.64	882.07	882.07
83	-8.20	299.05	299.05	279.70	279.70	906.88	906.88
84	-8.30	304.49	304.49	284.79	284.79	932.15	932.15
85	-8.40	309.98	309.98	289.94	289.94	957.89	957.89
86	-8.50	315.51	315.51	295.12	295.12	984.08	984.08

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
87	-8.60	321.09	321.09	300.36	300.36	1010.75	1010.75
88	-8.70	326.71	326.71	305.63	305.63	1037.89	1037.89
89	-8.80	332.37	332.37	310.96	310.96	1065.51	1065.51
90	-8.90	338.08	338.08	316.32	316.32	1093.61	1093.61
91	-9.00	343.83	343.83	321.74	321.74	1122.19	1122.19
92	-9.10	349.62	349.62	327.19	327.19	1151.27	1151.27
93	-9.20	355.46	355.46	332.70	332.70	1180.83	1180.83
94	-9.30	361.34	361.34	338.24	338.24	1210.90	1210.90
95	-9.40	367.26	367.26	343.83	343.83	1241.46	1241.46
96	-9.50	373.23	373.23	349.47	349.47	1272.54	1272.54
97	-9.60	379.25	379.25	355.15	355.15	1304.12	1304.12
98	-9.70	385.30	385.30	360.88	360.88	1336.21	1336.21
99	-9.80	391.41	391.41	366.65	366.65	1368.83	1368.83
100	-9.90	397.55	397.55	372.47	372.47	1401.96	1401.96
101	-10.00	403.74	403.74	378.33	378.33	1435.62	1435.62

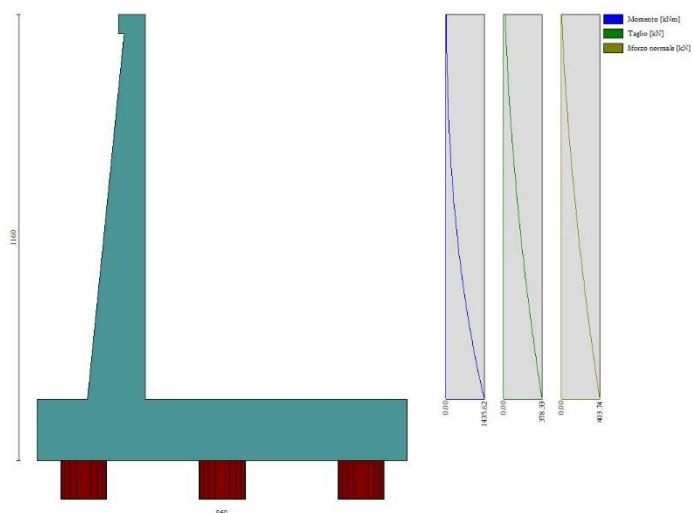


Fig. 17 - Paramento

*Piastra fondazione*

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	18.70	33.35	-2.82	20.58	31.93	MAX
	18.70	33.35	-2.82	20.58	31.93	MIN
2	-54.07	-54.97	-0.06	-18.03	-36.64	MAX
	-54.07	-54.97	-0.06	-18.03	-36.64	MIN
3	58.57	66.48	144.86	95.74	-882.54	MAX
	58.57	66.48	144.86	95.74	-882.54	MIN
4	-3.31	-11.03	11.59	0.00	31.93	MAX
	-3.31	-11.03	11.59	0.00	31.93	MIN
5	-3.69	56.38	0.00	0.00	174.65	MAX
	-3.69	56.38	0.00	0.00	174.65	MIN
6	-171.51	-173.97	0.00	0.00	-1318.49	MAX
	-171.51	-173.97	0.00	0.00	-1318.49	MIN
7	-22.09	-73.64	-43.60	0.00	-25.49	MAX
	-22.09	-73.64	-43.60	0.00	-25.49	MIN
8	-59.42	-198.07	-47.21	0.00	-225.54	MAX
	-59.42	-198.07	-47.21	0.00	-225.54	MIN
9	48.97	163.24	0.00	0.00	-2811.64	MAX
	48.97	163.24	0.00	0.00	-2811.64	MIN
10	1.81	6.03	0.00	0.00	6.63	MAX
	1.81	6.03	0.00	0.00	6.63	MIN
11	-54.07	-54.97	0.06	18.03	-36.64	MAX
	-54.07	-54.97	0.06	18.03	-36.64	MIN
12	58.57	66.48	-144.86	-95.74	-882.54	MAX
	58.57	66.48	-144.86	-95.74	-882.54	MIN
13	-22.09	-73.64	43.60	0.00	-25.49	MAX
	-22.09	-73.64	43.60	0.00	-25.49	MIN
14	-111.95	-92.21	-57.75	41.98	-7.97	MAX
	-111.95	-92.21	-57.75	41.98	-7.97	MIN
15	11.13	-39.06	-50.90	81.29	-181.08	MAX
	11.13	-39.06	-50.90	81.29	-181.08	MIN
16	-97.19	99.50	0.00	0.00	416.33	MAX
	-97.19	99.50	0.00	0.00	416.33	MIN
17	-111.95	-92.21	57.75	-41.98	-7.97	MAX
	-111.95	-92.21	57.75	-41.98	-7.97	MIN
18	18.70	33.35	2.82	-20.58	31.93	MAX

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	18.70	33.35	2.82	-20.58	31.93	MIN
19	-3.31	-11.03	-11.59	0.00	31.93	MAX
	-3.31	-11.03	-11.59	0.00	31.93	MIN
20	-59.42	-198.07	47.21	0.00	-225.54	MAX
	-59.42	-198.07	47.21	0.00	-225.54	MIN
21	11.13	-39.06	50.90	-81.29	-181.08	MAX
	11.13	-39.06	50.90	-81.29	-181.08	MIN
22	23.20	-64.06	-13.07	522.49	-64.40	MAX
	23.20	-64.06	-13.07	522.49	-64.40	MIN
23	51.57	13.73	-17.18	126.78	-124.01	MAX
	51.57	13.73	-17.18	126.78	-124.01	MIN
24	-830.57	-732.56	0.00	0.00	2.36	MAX
	-830.57	-732.56	0.00	0.00	2.36	MIN
25	23.20	-64.06	13.07	-522.49	-64.40	MAX
	23.20	-64.06	13.07	-522.49	-64.40	MIN
26	51.57	13.73	17.18	-126.78	-124.01	MAX
	51.57	13.73	17.18	-126.78	-124.01	MIN
27	-118.52	101.24	22.10	17.76	-73.29	MAX
	-118.52	101.24	22.10	17.76	-73.29	MIN
28	-20.31	102.68	13.07	65.81	-64.68	MAX
	-20.31	102.68	13.07	65.81	-64.68	MIN
29	-75.37	308.64	0.00	0.00	-412.12	MAX
	-75.37	308.64	0.00	0.00	-412.12	MIN
30	-118.52	101.24	-22.10	-17.76	-73.29	MAX
	-118.52	101.24	-22.10	-17.76	-73.29	MIN
31	-20.31	102.68	-13.07	-65.81	-64.68	MAX
	-20.31	102.68	-13.07	-65.81	-64.68	MIN
32	-117.40	117.12	-26.43	20.13	67.17	MAX
	-117.40	117.12	-26.43	20.13	67.17	MIN
33	-22.14	111.85	-20.18	64.33	18.79	MAX
	-22.14	111.85	-20.18	64.33	18.79	MIN
34	-82.50	314.90	0.00	0.00	394.59	MAX
	-82.50	314.90	0.00	0.00	394.59	MIN
35	-117.40	117.12	26.43	-20.13	67.17	MAX
	-117.40	117.12	26.43	-20.13	67.17	MIN
36	-22.14	111.85	20.18	-64.33	18.79	MAX
	-22.14	111.85	20.18	-64.33	18.79	MIN
37	-7.67	-34.71	-6.07	514.80	81.36	MAX
	-7.67	-34.71	-6.07	514.80	81.36	MIN
38	40.68	38.70	-2.09	149.26	28.75	MAX
	40.68	38.70	-2.09	149.26	28.75	MIN
39	-824.22	-672.94	0.00	0.00	81.37	MAX
	-824.22	-672.94	0.00	0.00	81.37	MIN
40	-7.67	-34.71	6.07	-514.80	81.36	MAX
	-7.67	-34.71	6.07	-514.80	81.36	MIN
41	40.68	38.70	2.09	-149.26	28.75	MAX
	40.68	38.70	2.09	-149.26	28.75	MIN
42	-231.08	-113.71	29.63	7.71	20.15	MAX
	-231.08	-113.71	29.63	7.71	20.15	MIN
43	-20.32	2.04	20.62	106.73	1.94	MAX
	-20.32	2.04	20.62	106.73	1.94	MIN
44	-144.81	220.02	0.00	0.00	-629.38	MAX
	-144.81	220.02	0.00	0.00	-629.38	MIN
45	-231.08	-113.71	-29.63	-7.71	20.15	MAX
	-231.08	-113.71	-29.63	-7.71	20.15	MIN
46	-20.32	2.04	-20.62	-106.73	1.94	MAX
	-20.32	2.04	-20.62	-106.73	1.94	MIN

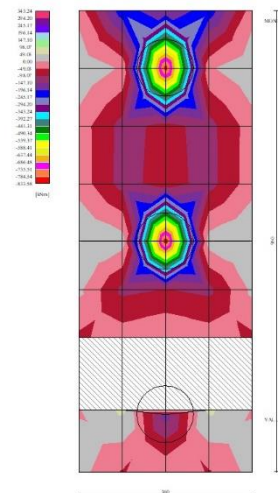


Fig. 18 - Piastra fondazione - Momento Mx (Combinazione n° 1)

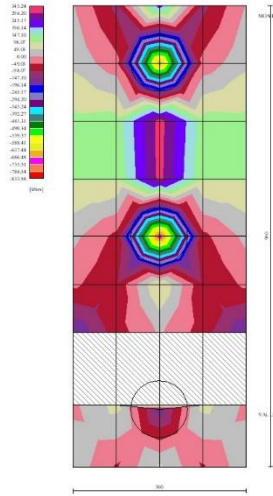


Fig. 19 - Piastra fondazione - Momento  $M_y$  (Combinazione n° 1)

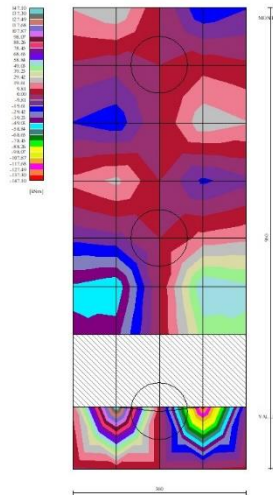


Fig. 20 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 1)

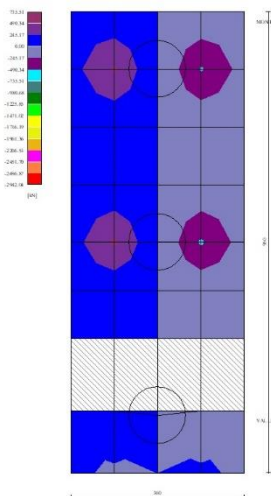


Fig. 21 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

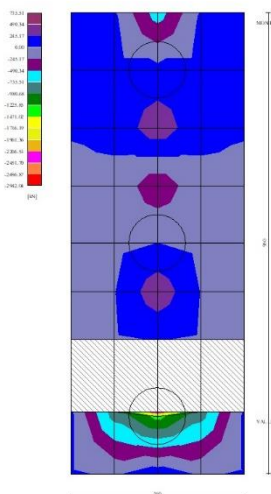


Fig. 22 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 1)

## Sollecitazioni pali

### Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	2602.58	9999.61	-598.71	-895.96	0.00	0.00
9	2.88	2682.44	9999.61	101.25	-203.24	1134.93	1998.48
12	3.96	2712.39	9999.61	390.51	374.04	876.81	2024.01
25	8.64	2842.15	9999.61	-0.44	57.16	-39.34	-38.91
101	36.00	3600.79	9999.61	0.00	0.00	0.00	0.00

### Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	2697.34	9999.14	-598.71	-895.96	0.00	0.00
9	2.88	2777.20	9999.14	101.25	-203.24	1134.93	1998.48
12	3.96	2807.15	9999.14	390.51	374.04	876.81	2024.01
25	8.64	2936.91	9999.14	-0.44	57.16	-39.34	-38.91



n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
101	36.00	3695.56	9999.14	0.00	0.00	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	2792.11	9999.23	-598.71	-895.96	0.00	0.00
9	2.88	2871.96	9999.23	101.25	-203.24	1134.93	1998.48
12	3.96	2901.91	9999.23	390.51	374.04	876.81	2024.01
25	8.64	3031.68	9999.23	-0.44	57.16	-39.34	-38.91
101	36.00	3790.32	9999.23	0.00	0.00	0.00	0.00

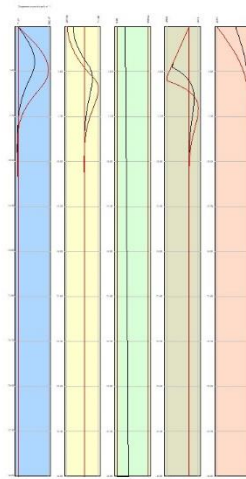


Fig. 23 - Sollecitazioni palo (Palo n° 1) (Inviluppo)

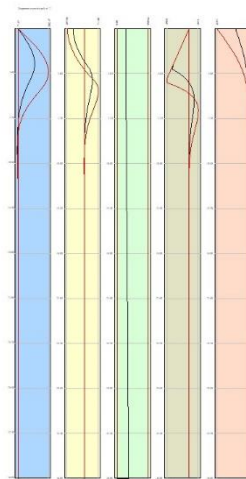


Fig. 24 - Sollecitazioni palo (Palo n° 2) (Inviluppo)

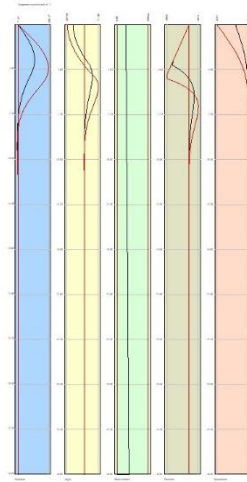


Fig. 25 - Sollecitazioni palo (Palo n° 3) (Inviluppo)

## Elenco ferri

### Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P <sub>ferro</sub>	Peso ferro espresso in [kN]

### Piastra fondazione

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P <sub>r</sub> [kN]	P <sub>gr</sub> [kN]	V <sub>cls</sub> [mc]	
<b>Totale</b>							<b>0.0000</b>	<b>55.29</b>

### Pali

## Pali in c.a. (singolo palo della fila)

### Simbologia adottata

n°	Indice della fila
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P <sub>ferro</sub>	Peso ferro espresso in [kN]
V <sub>cls</sub>	Volume calcestruzzo/malta espresso in [mc]

n°	Tipo ferro	nf	D [mm]	L [m]	P <sub>ferro</sub> [kN]	V <sub>cls</sub> [mc]
1	Ferri longitudinali	6	30.00	36.90	2.0080	
	Staffe/Spirale	1	16.00	1250.52	19.3561	28.27
	<b>Totale (1 pali)</b>				<b>31.4039</b>	<b>28.27</b>
2	Ferri longitudinali	6	30.00	36.90	2.0080	
	Staffe/Spirale	1	16.00	1250.52	19.3561	28.27
	<b>Totale (1 pali)</b>				<b>31.4039</b>	<b>28.27</b>
3	Ferri longitudinali	6	30.00	36.90	2.0080	
	Staffe/Spirale	1	16.00	1250.52	19.3561	28.27
	<b>Totale (1 pali)</b>				<b>31.4039</b>	<b>28.27</b>

## Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	36.38	72.30	2630.38
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	55.29	61.97	3426.03
Casseformi	[mq]	68.55	13.94	955.62
Scavo a sezione obbligata	[mc]	81.31	9.30	756.18
<b>Totale muro</b>				<b>7768.20</b>
Calcestruzzo pali	[mc]	84.82	72.30	6132.70
Acciaio pali	[kN]	94.2117	0.90	8646.09
Perforazione	[m]	216.00	216.00	46656.00
<b>Totale pali</b>				<b>61434.79</b>
<b>Totale</b>				<b>69203.00</b>

## Indice

Dati	205
Materiali	205
Calcestruzzo armato	205
Acciai	205
Tipologie pali	205
Geometria profilo terreno a monte del muro	206
Geometria muro	206
Geometria paramento e fondazione	206
Descrizione pali di fondazione	207
Descrizione terreni	207
Stratigrafia	208
Condizioni di carico	208
Normativa	209
Descrizione combinazioni di carico	209
Dati sismici	210
Opzioni di calcolo	210
Risultati per combinazione	212
Spinta e forze	212
Risultanti globali	212
Scarichi in testa ai pali	213
Verifiche geotecniche	213
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	213
Verifica stabilità globale muro + terreno	213
Sollecitazioni	213
Paramento	213
Piastra fondazione	214
Sollecitazioni pali	215
Risultati per involuppo	200
Spinta e forze	218
Risultanti globali	218
Scarichi in testa ai pali	218
Verifiche geotecniche	219
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	219
Verifica stabilità globale muro + terreno	219
Sollecitazioni	219
Paramento	219
Piastra fondazione	219
Sollecitazioni pali	220
Elenco ferri	221
Piastra fondazione	400
Pali	592
Pali in c.a. (singolo palo della fila)	592
Computo metrico	592