

Regione Lombardia  
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE  
COMMESSA

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D.P.R.  
207/10

PROGRESSIVO  
ELABORATO

CATEGORIA  
OPERA

NUMERO  
OPERA

REVISIONE

SCALA

F 3 0

D

f

0 0 3

0 A

- -

R 0

--

LINEA MILANO-VARESE-LAVENO  
RISOLUZIONE PL LOCATE VARESINO - FASE 2  
*Progetto Definitivo*

RELAZIONE DI CALCOLO FONDAZIONI E PILASTRI IN ELEVAZIONE

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	MAGGIO 2024	PRIMA EMISSIONE		

NORD\_ING

**NORD\_ING Srl**  
IL DIRETTORE TECNICO  
Ing. Laura Stiriti

FERROVIENORD

**FERROVIENORD S.p.A.**  
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA  
IL DIRETTORE  
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



Collaborazione



Piazza Oriani 3/1  
16154, Genova (GE)  
Tel. 010 604 3225  
010 604 3245

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
D. Cipriani	L. Scarsi	S. Ameri	maggio 2024
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.
RS.01			
Prima Emissione			0

## **LINEA MILANO-VARESE-LAVENO**

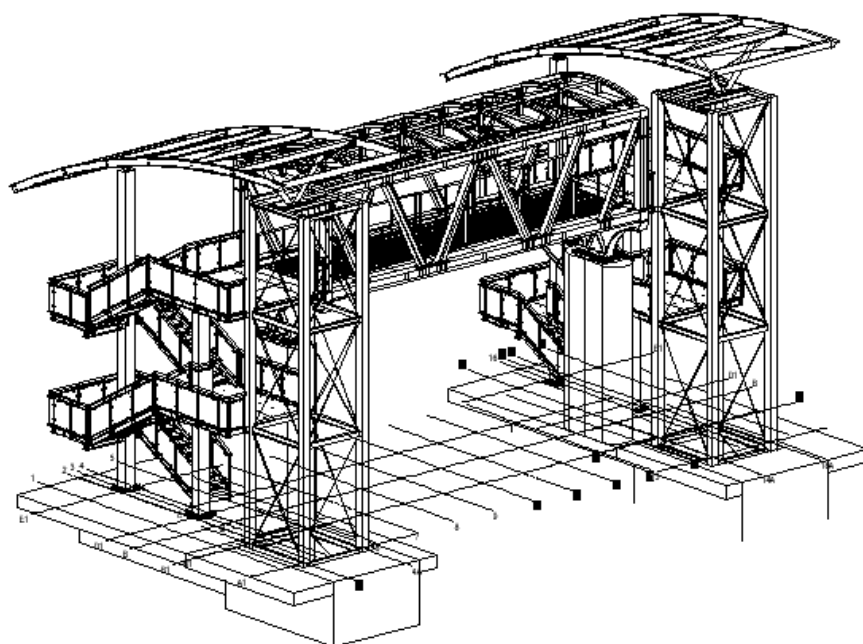
### **RISOLUZIONE PL LOCATE VARESINO-FASE 2**

# **RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE OPERE DI FONDAZIONE e PILASTRI IN ELEVAZIONE**

SITO DELL'EDIFICIO: **LOCATE VARESINO (CO)**

DITTA UTILIZZATRICE: **FERROVIENORD FNM GROUP**

RIF. NORD\_ING : Cod. Comm. F30



**OPERE STRUTTURALI DI FONDAZIONE**

**Ing. Daniele Cipriani**



**INDICE :**

<b>1</b>	descrizione dell'intervento	pag. 4
<b>2</b>	azioni applicate alla struttura	pag. 5
<b>3</b>	risultati della modellazione	pag. 7
<b>4</b>	verifica pilastro	pag. 12
<b>5</b>	verifica fondazione	pag. 16
<b>6</b>	relazione di calcolo	pag. 24
<b>7</b>	verifica soletta tombotto e vasca di laminazione	pag. 49
<b>8</b>	verifica pilastro in combinazione eccezionale	pag. 54
<b>9</b>	relazione di verifica berlinese di micropali	pag. 59
	Dichiarazioni secondo NTC 2018	pag. 84

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### 1) DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Nel presente progetto viene prevista la costruzione di un sovrappasso ferroviario lungo la linea FN Milano-Varese-Laveno nel Comune di Locate Varesino.

La descrizione delle strutture portanti fuori terra, in carpenteria metallica, è riportata nelle relazioni specifiche.

In questa relazione si descrivono esclusivamente le opere in calcestruzzo armato a sostegno della passerella e dei corpi scala e ascensore ad essa connessi.

La passerella infatti appoggia su due piloni in calcestruzzo armato, di sezione rettangolare con spigoli arrotondati, di dimensioni 400x100cm ed altezza, misurata da estradosso di fondazione a imposta piastra di base piedritti passerella metallica, di 530cm.

Le due spalle, in calcestruzzo armato C32/40 XC3, appoggiano su altrettante fondazioni costituite da un blocco rigido di calcestruzzo armato di sp. 205cm, impostato a -220cm da pavimento finito, al cui interno è ricavata la fossa del vano ascensore di dimensioni 200x220cm e profonda 135cm. La platea della fossa ha spessore 70cm.

La fondazione prosegue poi con porzioni di spessore ridotto 40cm e 20cm a coprire l'area oggetto di pavimentazione.

Le due fondazioni hanno sagoma diversa per via delle diverse condizioni al contorno presenti. Sul lato nord infatti è presente una condotta interrata che delimita il perimetro nord dell'area di intervento e della fondazione che avrà quindi sagoma trapezoidale. La condotta verrà inscatolata con 2 muri laterali di sp.30cm e coperta da soletta con lastra predalles a perdere di sp.5+20cm.

L'ingombro totale delle strutture di fondazione del lato nord è di 6.86 x 14.35 m, mentre per quelle del lato sud, dove non sono presenti interferenze particolari, è di 7.49 x 14.57 m.

L'impianto fondazionale, realizzato in calcestruzzo XC2 C28/35, è completato da 2 batterie di 8 pali, del tipo trivellato, posti in corrispondenza del blocco rigido, atti ad assorbire le azioni da urto ferroviario meglio descritte in seguito.

Ciascun blocco dunque è appoggiato su 8 pali di diametro Ø80 lunghi 800cm, gettati in opera ed armati con 26 correnti Ø24 e staffatura Ø10 a spirale.

Per ulteriori dettagli e in particolare per l'armatura delle restanti strutture, si faccia riferimento alle tavole grafiche allegate.

Tutte le opere di fondazione eseguite nel presente intervento saranno conformi alla normativa tecnica vigente costituita dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17.01.2018.



## 2) LE AZIONI APPLICATE ALLA STRUTTURA

Le strutture in c.a. sono state progettate in funzione del carico più gravoso a cui sono sottoposte, costituito dall'urto ferroviario sui piloni.

Le rimanenti azioni, derivanti dagli scarichi al piede del corpo ascensore e del corpo scale, sono da ritenersi secondarie per le fondazioni.

Le azioni prodotte dal treno deragliato sono normate dal paragrafo 3.6.3.4 del D.M. 17.01.2018 e riprese dal "Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II sezione 2 : Ponti e strutture" redatto da RFI.

Si riporta il paragrafo citato, specificando che nella situazione in progetto la distanza tra asse binario e asse pilastro è di m. 4.30.

In mancanza di specifiche analisi di rischio possono assumersi le seguenti azioni statiche equivalenti, in funzione della distanza  $d$  degli elementi esposti dall'asse del binario:

- per  $d \leq 5$  m:
  - 4000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
  - 1500 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
- per  $5 \text{ m} < d \leq 15$  m:
  - 2000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
  - 750 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
- per  $d > 15$  m pari a zero in entrambe le direzioni.

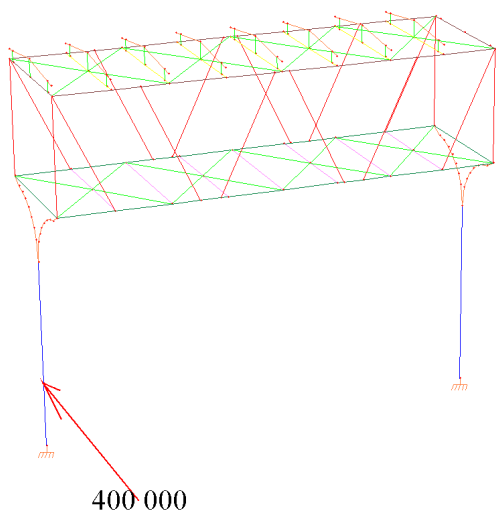
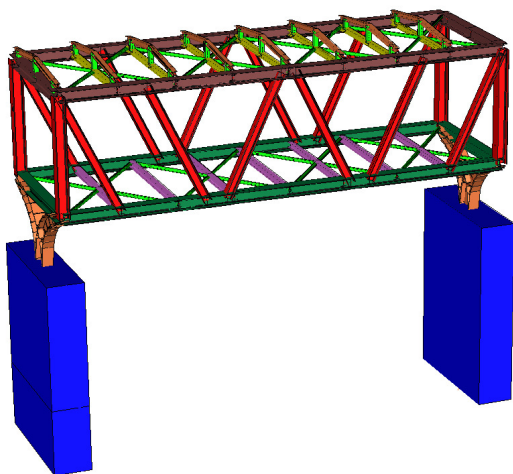
Queste forze dovranno essere applicate a 1,80 m dal piano del ferro e non dovranno essere considerate agenti simultaneamente.

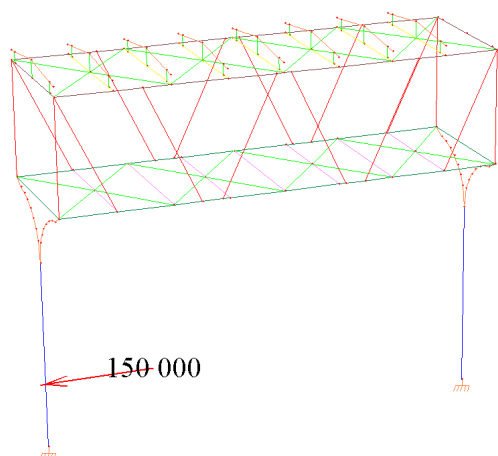
Dunque le forze applicate ai pilastri sono di 4000kN paralleli asse binari e 1500kN ortogonale asse, non concomitanti.

Tali forze sono state applicate ai pilastri nel modello ad elementi finiti, in combinazione con quelle derivanti dalla passerella, valutate nella sola combinazione eccezionale prevista dal D.M. 17.01.2018.

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:  
$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
[2.5.6]

Si riportano 2 immagini con i carichi da urto applicati a 180cm dalla base.

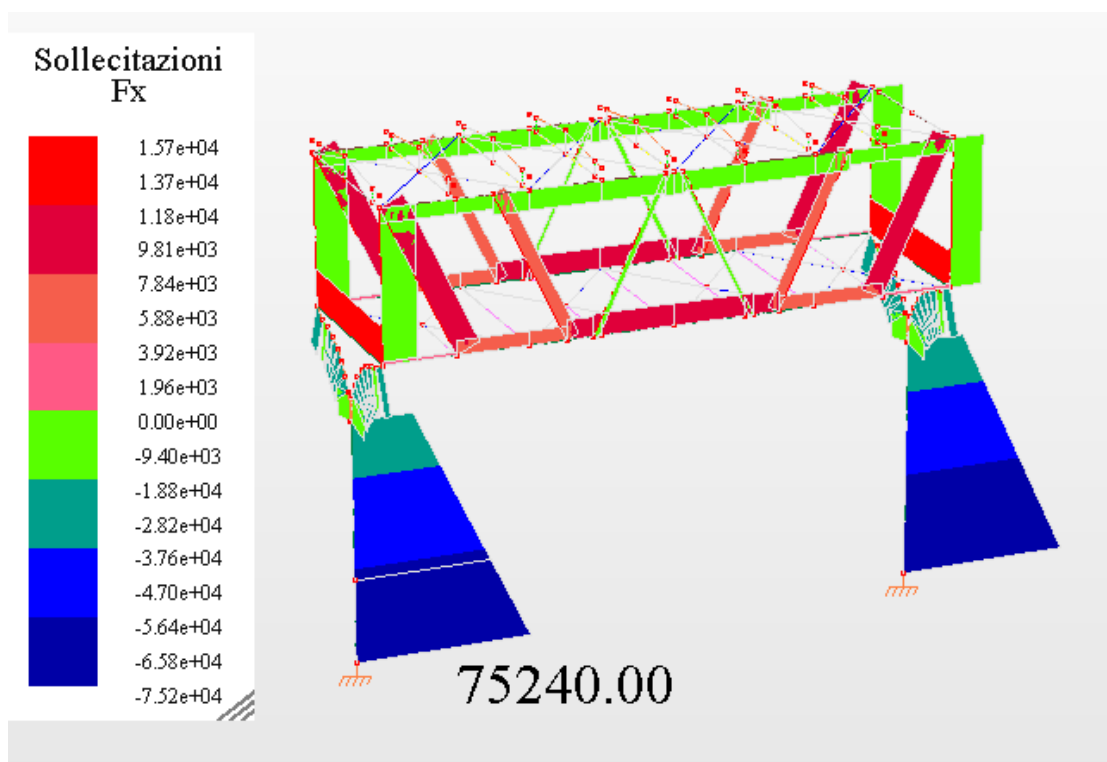


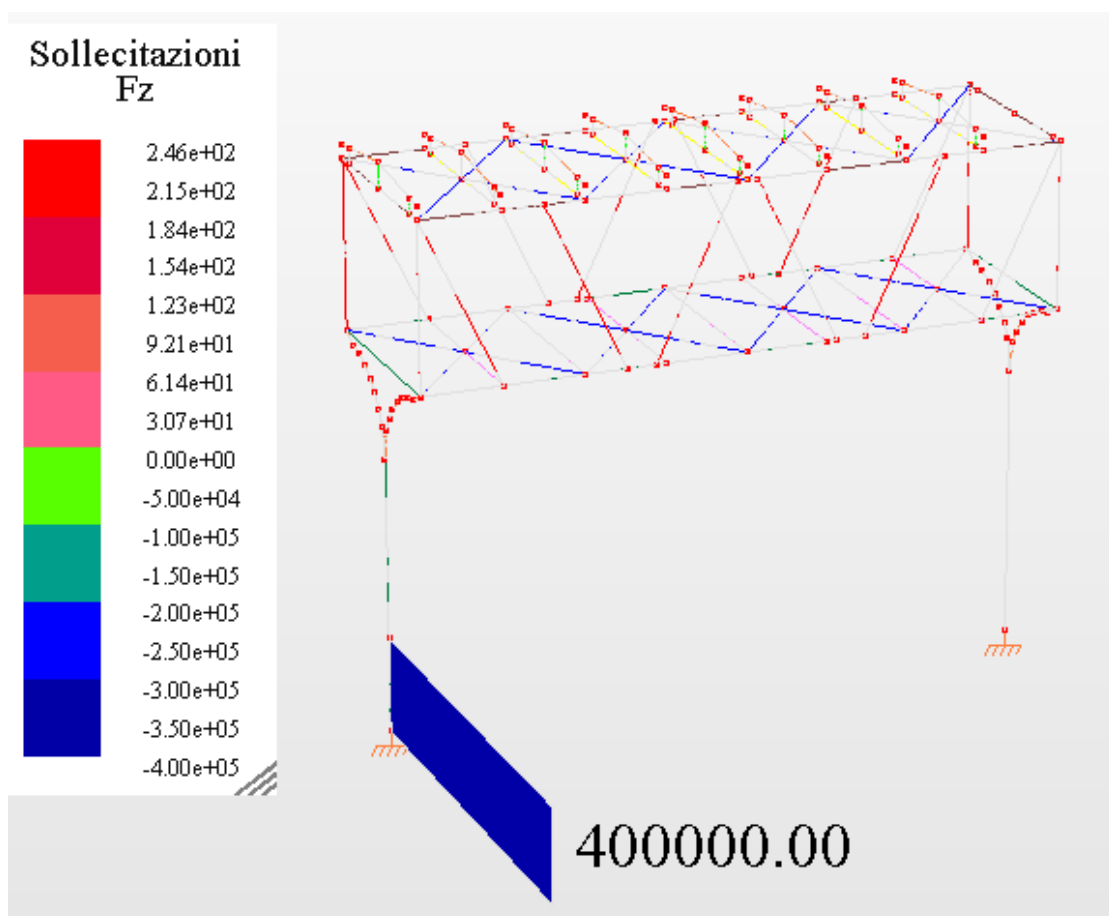


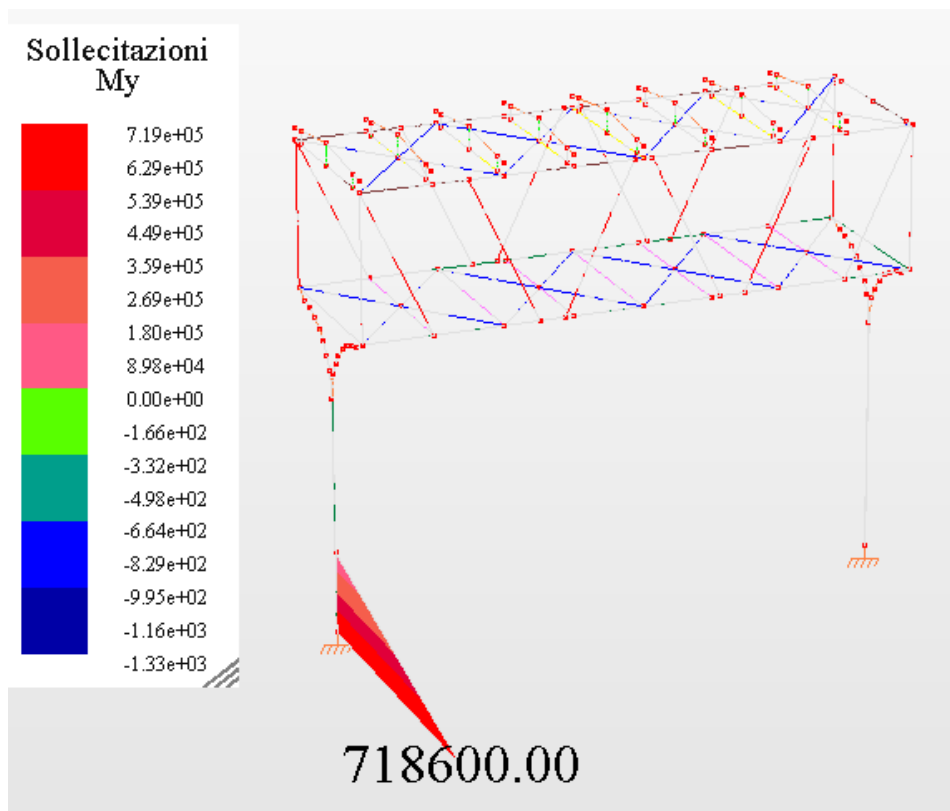
### 3) RISULTATI DELLA MODELLAZIONE

Le sollecitazioni (kg, kgm) sui pilastri sono dunque le seguenti:

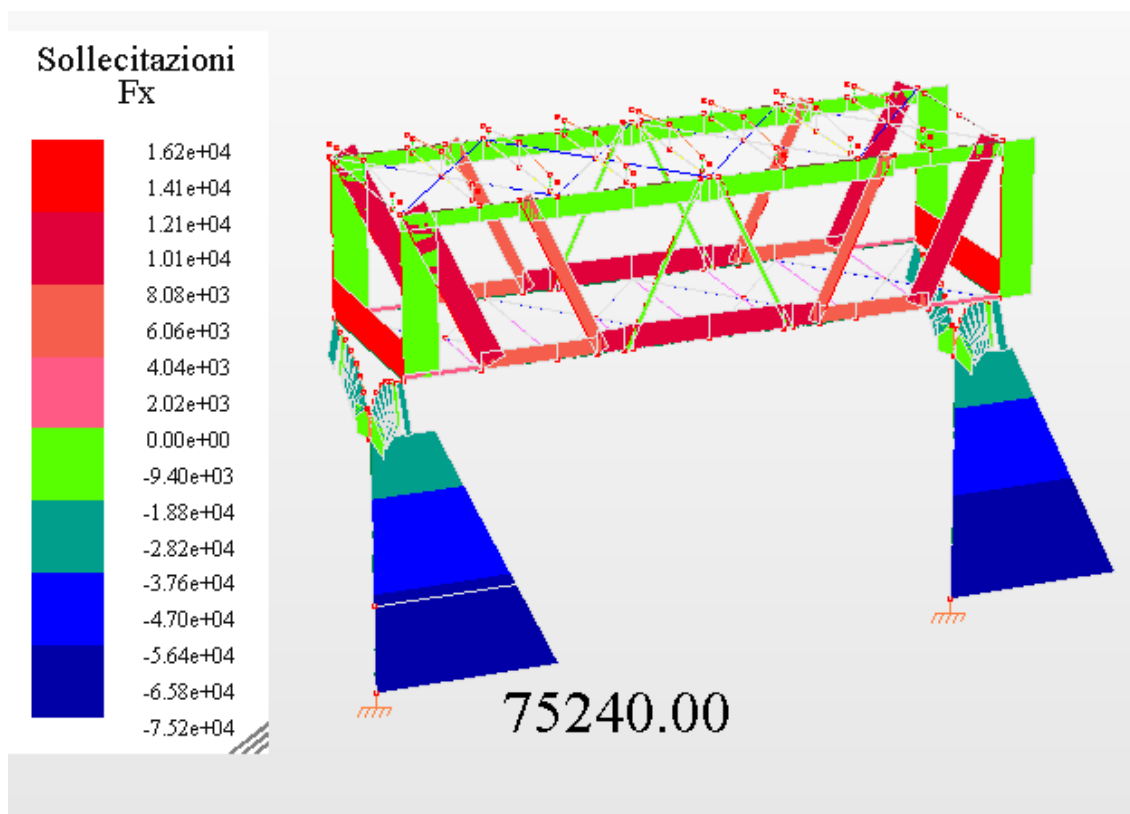
CASO 1 : urto parallelo

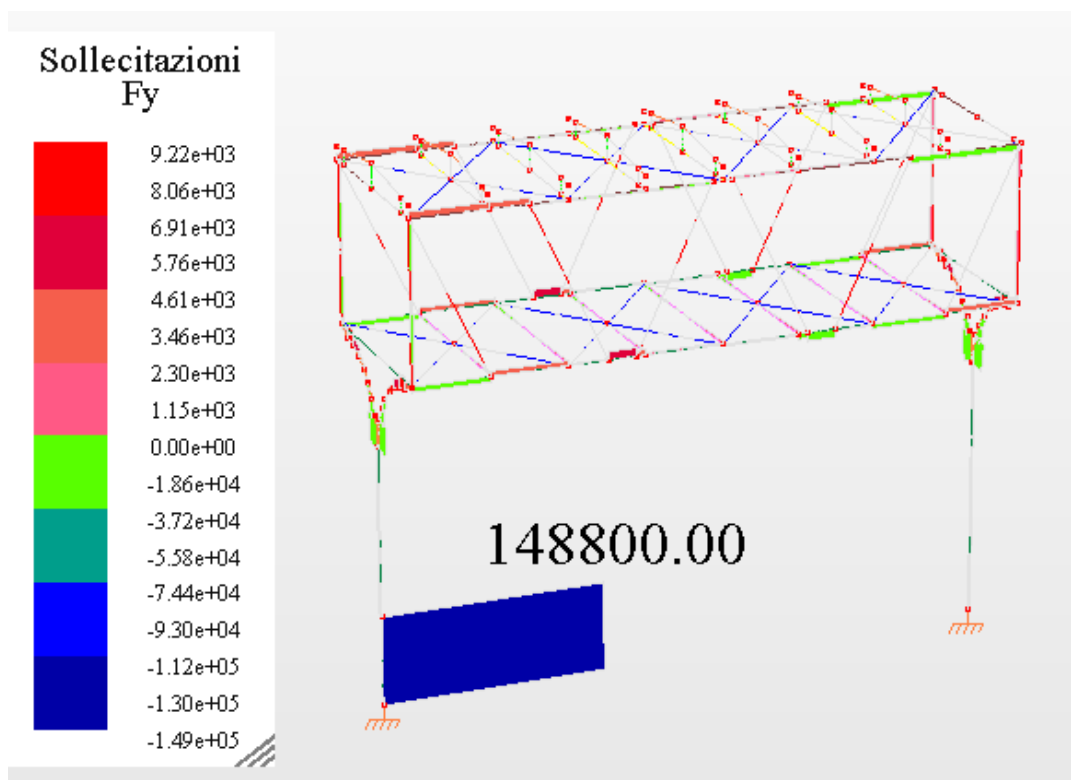


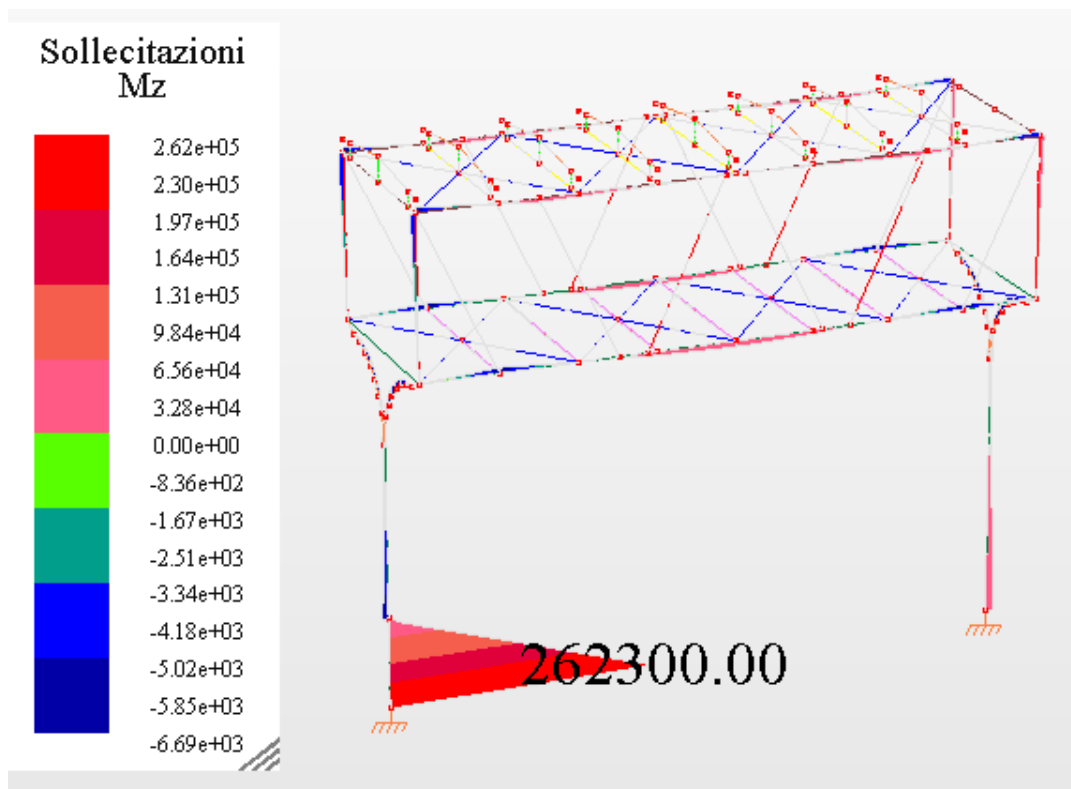




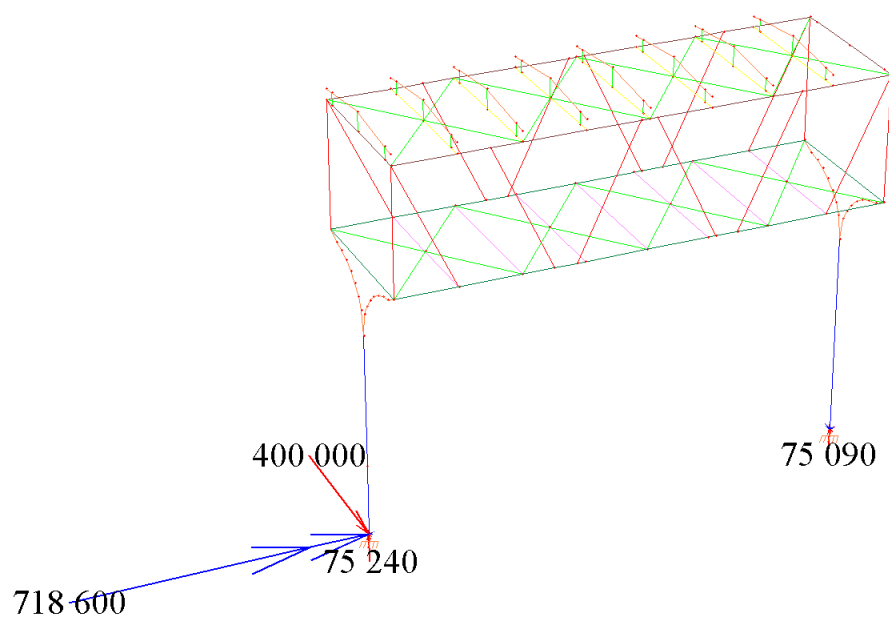
CASO 2 : urto ortogonale



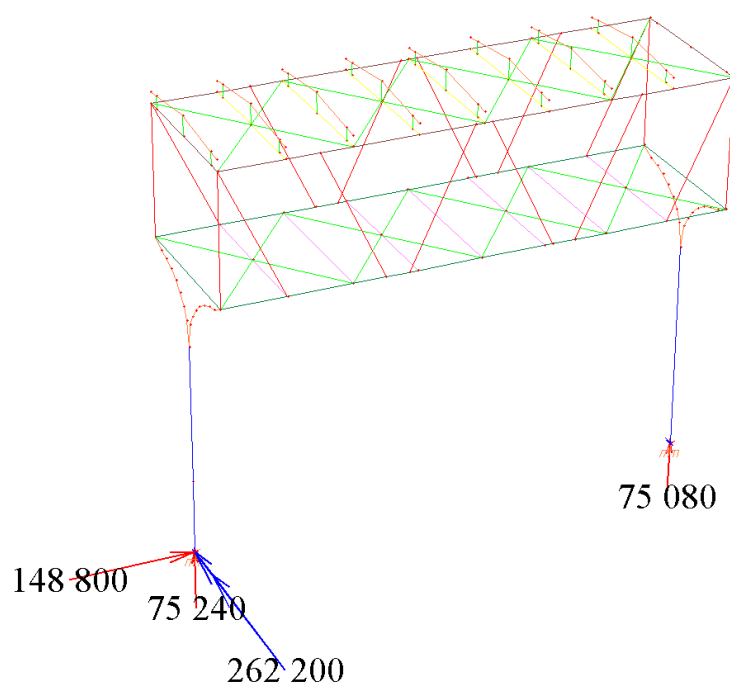




REAZIONE ALLA BASE PILASTRO DERAGLIAMENTO PARALLELO (kg, kgm)



REAZIONE ALLA BASE PILASTRO DERAGLIAMENTO ORTOGONALE (kg, kgm)





#### 4) VERIFICA PILASTRO 400x100cm

Vista la sezione del pilastro con le teste arrotondate, nel modello di calcolo è stata inserita una sezione equivalente 380x100cm.

#### COMBINAZIONI DI CARICO

Normativa: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 Italia

Combinazioni per le verifiche allo stato limite ultimo

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	0.600
2	SLU perm+acc+neve	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.750
7	SLU perm+vento X	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Vento	Condizione 5	1.500
8	SLU perm+vento Y	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Vento	Condizione 4	1.500
9	SLU perm+neve+acc+vento X	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	1.050
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.900
10	SLU perm+neve+acc+vento Y	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	1.050
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.900
13	deragliamenti parallelo	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	0.900
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
14	deragliamenti ortogonale	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	0.900
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	SLE perm+acc+neve	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.500
4	SLE perm+vento X	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	1.000
5	SLE perm+vento Y	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
11	SLE perm+neve+acc+vento X	Tipologia: Rara	Variabile: Vento	Condizione 4	1.000
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	0.700
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 5	0.600
12	SLE perm+neve+acc+vento Y	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	0.700
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 4	0.600

## COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	0.600

## VERIFICA SLU

Lavoro: **PASSERELLA** Intestazione lavoro: **LOCATE VARESI**  
Elemento: **PILASTRO** Gruppo: **10** Tabella: **Tabella pilastri**  
Descrizione: **pilastro**  
Spunt. I **20.0** cm Spunt. J **20.0** cm  
Rck: **400.00** kg/cm<sup>2</sup> fyk: **4580.0** kg/cm<sup>2</sup> Copriferro di calcolo: **6.0** cm Copriferro di disegno: **3.5** cm  
Verifica in ottemperanza alle NTC2018  
Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico(\$7.4.1 NTC2018)  
Diametro staffe: **12** mm Numero braccia: **2**  
ρ min.: **1.000** % Passo max. armatura longitudinale: **50.0** cm  
Progettazione in capacità (NTC 2018): **Limitazione della domanda di resistenza al caso NON dissipativo**

**ASTA NUM. 1** NI 1164 NF 324 SEZ. Rp B= 3.800 H= 1.000 (pilastro)  
**PIL. NUM. 25A**  
armatura base = 4 X 4.52 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	campo	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
cm	cm	kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m	cmq	cmq	cmq	cmq	cm	Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm
1A	0	-54995	-3372	633	0	3414	14509	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.02	0.00	25.0
1B	0	-54995	3448	633	0	3414	-14751	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.03	0.00	25.0
1C	0	-54995	-3372	-633	0	-3414	14509	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.02	0.00	25.0
1D	0	-54995	3448	-633	0	-3414	-14751	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.03	0.00	25.0
1E	0	-53925	-3372	633	0	3414	14509	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.02	0.00	25.0
1F	0	-53925	3448	633	0	3414	-14751	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.03	0.00	25.0
1G	0	-53925	-3372	-633	0	-3414	14509	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.02	0.00	25.0
1H	0	-53925	3448	-633	0	-3414	-14751	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.03	0.00	25.0
1I	0	-54621	-985	2109	0	11380	4268	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	25.0
1J	0	-54621	1061	2109	0	11380	-4510	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	25.0
1K	0	-54621	-985	-2109	0	-11380	4268	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	25.0
1L	0	-54621	1061	-2109	0	-11380	-4510	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	25.0
1M	0	-54299	-985	2109	0	11380	4268	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	25.0
1N	0	-54299	1061	2109	0	11380	-4510	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	25.0
1O	0	-54299	-985	-2109	0	-11380	4268	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	25.0
1P	0	-54299	1061	-2109	0	-11380	-4510	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	25.0
2	0	-81960	77	-0	0	-0	-254	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.00	0.00	25.0
7	0	-61250	35	-0	0	-0	-115	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.00	0.00	25.0
8	0	-61250	34	-2196	0	-14700	-112	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.01	0.00	0.02	0.00	25.0
9	0	-78790	83	-0	0	-0	-287	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.00	0.00	25.0
10	0	-78790	83	-1318	0	-8821	-286	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.01	0.00	25.0
13	0	-58140	43	24	0	1325	-137	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.00	0.00	25.0
14	0	-58140	1210	-0	0	-0	-5428	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.01	0.00	0.01	0.00	25.0

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

1A	340	-22695	-3372	633	0	1488	3393	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.03	0.00	25.0
1B	340	-22695	3448	633	0	1488	-3393	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.03	0.00	25.0
1C	340	-22695	-3372	-633	0	-1488	3393	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.03	0.00	25.0
1D	340	-22695	3448	-633	0	-1488	-3393	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.03	0.00	25.0
1E	340	-21625	-3372	633	0	1488	3393	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.03	0.00	25.0
1F	340	-21625	3448	633	0	1488	-3393	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.03	0.00	25.0
1G	340	-21625	-3372	-633	0	-1488	3393	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.03	0.00	25.0
1H	340	-21625	3448	-633	0	-1488	-3393	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.03	0.00	25.0
1I	340	-22321	-985	2109	0	4961	1018	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.00	0.00	0.02	0.00	25.0
1J	340	-22321	1061	2109	0	4961	-1018	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.00	0.00	0.02	0.00	25.0
1K	340	-22321	-985	-2109	0	-4961	1018	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.00	0.00	0.02	0.00	25.0
1L	340	-22321	1061	-2109	0	-4961	-1018	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.00	0.00	0.02	0.00	25.0
1M	340	-21999	-985	2109	0	4961	1018	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.00	0.00	0.02	0.00	25.0
1N	340	-21999	1061	2109	0	4961	-1018	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.00	0.00	0.02	0.00	25.0
1O	340	-21999	-985	-2109	0	-4961	1018	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.00	0.00	0.02	0.00	25.0

1P	340	-21999	1061	-2109	0	-4961	-1018	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	25.0
2	340	-39970	77	-0	0	-0	0	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.0
7	340	-19260	35	-0	0	-0	0	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.0
8	340	-19260	34	-2196	0	-7235	0	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	25.0
9	340	-36800	83	-0	0	-0	-4	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.0
10	340	-36800	83	-1318	0	-4341	-4	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	25.0
13	340	-25840	43	24	0	1243	1	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.0
14	340	-25840	1210	-0	0	-0	-1315	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	25.0

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

**ASTA NUM. 3** NI 1165 NF 1164 SEZ. Rp B= 3.800 H= 1.000 (pilastro)

**PIL. NUM. 25**

armatura base = 4 X 4.52 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	campo	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO
	cm		kg			kg*m					cmq		Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm
1A	0	-72096	-3766	733	0	4656	21131	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00
1B	0	-72096	3842	733	0	4656	-21509	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00
1C	0	-72096	-3766	-734	0	-4656	21131	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00
1D	0	-72096	3842	-734	0	-4656	-21509	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00
1E	0	-71024	-3766	733	0	4656	21131	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00
1F	0	-71024	3842	733	0	4656	-21509	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00
1G	0	-71024	-3766	-734	0	-4656	21131	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00
1H	0	-71024	3842	-734	0	-4656	-21509	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00
1I	0	-71721	-1104	2445	0	15520	6207	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00
1J	0	-71721	1179	2445	0	15520	-6585	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00
1K	0	-71721	-1104	-2445	0	-15520	6207	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00
1L	0	-71721	1179	-2445	0	-15520	-6585	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00
1M	0	-71399	-1104	2445	0	15520	6207	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00
1N	0	-71399	1179	2445	0	15520	-6585	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00
1O	0	-71399	-1104	-2445	0	-15520	6207	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00
1P	0	-71399	1179	-2445	0	-15520	-6585	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00
2	0	-104200	77	-0	0	-0	-393	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0	-83480	35	-0	0	-0	-177	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0	-83480	34	-2196	0	-18650	-173	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
9	0	-101000	83	-0	0	-0	-437	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0	-101000	83	-1318	0	-11188	-435	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
13	0	-75240	43	-400000	0	-678600	-215	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.26	0.36	3.47	11.94	0.00
14	0	-75240	-148800	-0	0	-0	247420	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.35	0.14	1.07	17.67	0.00

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 12.8

1A	180	-54996	-3766	733	0	3414	14509	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	25.0
1B	180	-54996	3842	733	0	3414	-14751	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	25.0
1C	180	-54996	-3766	-734	0	-3414	14509	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	25.0
1D	180	-54996	3842	-734	0	-3414	-14751	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	25.0
1E	180	-53924	-3766	733	0	3414	14509	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	25.0
1F	180	-53924	3842	733	0	3414	-14751	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	25.0
1G	180	-53924	-3766	-734	0	-3414	14509	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	25.0
1H	180	-53924	3842	-734	0	-3414	-14751	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	25.0
1I	180	-54621	-1104	2445	0	11380	4268	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	25.0
1J	180	-54621	1179	2445	0	11380	-4510	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	25.0
1K	180	-54621	-1104	-2445	0	-11380	4268	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	25.0
1L	180	-54621	1179	-2445	0	-11380	-4510	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	25.0
1M	180	-54299	-1104	2445	0	11380	4268	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	25.0
1N	180	-54299	1179	2445	0	11380	-4510	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	25.0
1O	180	-54299	-1104	-2445	0	-11380	4268	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	25.0
1P	180	-54299	1179	-2445	0	-11380	-4510	40.72	40.72	158.34	158.34	2	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	25.0
2	180	-81960	77	-0	0	-0	-254	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.0
7	180	-61250	35	-0	0	-0	-115	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.0
8	180	-61250	34	-2196	0	-14700	-112	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	25.0
9	180	-78790	83	-0	0	-0	-287	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.0
10	180	-78790	83	-1318	0	-8821	-286	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	25.0
13	180	-58140	43	-400000	0	0	-137	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.36	3.55	11.94	0.00	19.0
14	180	-58140	-148800	-0	0	-0	0	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.14	1.09	17.67	0.00	12.8

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 12.8

STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massimo IR a presso-tenso-flessione (Fx, M), IR bielle (taglio))

PILASTRI

Gruppo	El.	NC	x	Fx, M	Bielle	Note
			cm	IR	IR	
10	3	14	0	0.35	--	
10	3	13	180	--	0.36	

## VERIFICA SLE

Lavoro: **PASSERELLA** Intestazione lavoro: **LOCATE VARESI**  
 Elemento: **PILASTRO** Gruppo: **10** Tabella: **Tabella pilastri**  
 Descrizione: **pilastro**  
 Spunt. I **20.0** cm Spunt. J **20.0** cm  
 Rck: **400.00** kg/cm<sup>2</sup> fyk: **4580.0** kg/cm<sup>2</sup> Condizioni ambientali: **Ordinaria**  
 Copriferro di calcolo: **6.0** cm Copriferro di disegno: **3.5** cm  
 Diametro staffe: **12** mm Numero braccia: **2**  
 ρ min.: **1.000** %

**ASTA NUM. 1** NI 1164 NF 324 SEZ. Rp B= 3.800 H= 1.000 (pilastro)

**PIL. NUM. 25A**

armatura base = 4 X 4.52 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

Fessurazione eseguita mediante calcolo indiretto. Se w fessurazione non è rispettata, viene aggiunta armatura e indicata fra le note laterali

NC	x	Fx	[Fy]	[Fz]	[Mx]	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	Sc	Sf
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
cm		kg			kg*m				cm <sup>2</sup>			kg/cm <sup>2</sup>	
3	0	-60920	55	-0	0	-0	-181	40.72	40.72	158.34	158.34	-1.55	-23.3
4	0	-47110	27	-0	0	-0	-88	40.72	40.72	158.34	158.34	-1.20	-18.0
5	0	-47110	26	-1464	0	-9802	-86	40.72	40.72	158.34	158.34	-1.57	-23.4
11	0	-58810	59	-0	0	-0	-203	40.72	40.72	158.34	158.34	-1.50	-22.5
12	0	-58810	59	-878	0	-5881	-202	40.72	40.72	158.34	158.34	-1.72	-25.7

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52)

3	340	-28620	55	-0	0	-0	0	40.72	40.72	158.34	158.34	-0.73	-10.9
4	340	-14810	27	-0	0	-0	0	40.72	40.72	158.34	158.34	-0.38	-5.7
5	340	-14810	26	-1464	0	-4824	0	40.72	40.72	158.34	158.34	-0.56	-8.3
11	340	-26510	59	-0	0	-0	-2	40.72	40.72	158.34	158.34	-0.68	-10.1
12	340	-26510	59	-878	0	-2894	-2	40.72	40.72	158.34	158.34	-0.79	-11.7

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52)

**ASTA NUM. 3** NI 1165 NF 1164 SEZ. Rp B= 3.800 H= 1.000 (pilastro)

**PIL. NUM. 25**

armatura base = 4 X 4.52 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

Fessurazione eseguita mediante calcolo indiretto. Se w fessurazione non è rispettata, viene aggiunta armatura e indicata fra le note laterali

NC	x	Fx	[Fy]	[Fz]	[Mx]	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	Sc	Sf
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
cm		kg			kg*m				cm <sup>2</sup>			kg/cm <sup>2</sup>	
3	0	-78020	55	-0	0	-0	-280	40.72	40.72	158.34	158.34	-1.99	-29.8
4	0	-64210	27	-0	0	-0	-136	40.72	40.72	158.34	158.34	-1.64	-24.6
5	0	-64210	26	-1464	0	-12434	-133	40.72	40.72	158.34	158.34	-2.11	-31.4
11	0	-75910	59	-0	0	-0	-309	40.72	40.72	158.34	158.34	-1.94	-29.0
12	0	-75910	59	-878	0	-7462	-308	40.72	40.72	158.34	158.34	-2.22	-33.2

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52)

3	180	-60920	55	-0	0	-0	-181	40.72	40.72	158.34	158.34	-1.55	-23.3
4	180	-47110	27	-0	0	-0	-88	40.72	40.72	158.34	158.34	-1.20	-18.0
5	180	-47110	26	-1464	0	-9802	-86	40.72	40.72	158.34	158.34	-1.57	-23.4
11	180	-58810	59	-0	0	-0	-203	40.72	40.72	158.34	158.34	-1.50	-22.5
12	180	-58810	59	-878	0	-5881	-202	40.72	40.72	158.34	158.34	-1.72	-25.7

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52)

Il pilastro è armato con 84Ø24 correnti e staffoni Ø12 con passo 12.5cm alla base e in sommità e Ø12/25 in mezzera.

## 5) VERIFICA FONDAZIONE

Si procede ora alla modellazione della porzione di fondazione lato sud della passerella, di sp.205cm in appoggio sugli 8 pali Ø80.

Per le caratteristiche del terreno si è fatto riferimento alla relazione geologica redatta da Tecnostudio a firma del Dottor Geologo A. Freddo.

Si riporta la stratigrafia rinvenuta:

### STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correla. z. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.4	10.43	9.53	Incoerente	13.04	1.5	15.69	Ghiaia e sabbia
3	10.25	8.49	Coesivo	42.32	1.5	15.42	Argilla e limo
6.8	19.21	13.33	Incoerente	98.06	1.5	28.89	Sabbia e limo deb. ghiaiosi
7.8	32.8	19.95	Incoerente	148.55	1.5	49.33	Sabbia più o meno ghiaiosa
8	50	28.92	Coesivo	161.99	1.5	75.2	Rifiuto strumentale

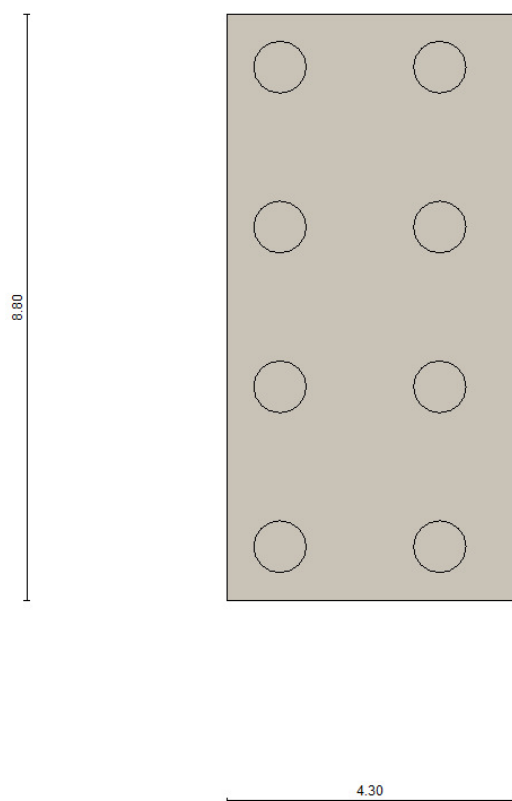
La relativa caratterizzazione geotecnica è la seguente:

Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E <sub>edom</sub> [MPa]	Φ [°]	E [MPa]	γ [kN/m³]	γ <sub>s</sub> [kN/m³]	Permeabilità	V <sub>s,eq</sub> [m/s]	F <sub>0</sub> [Hz]	Categoria sottosuolo	Categoria topografica
0.00 – 1.50	Ghiaia e sabbia	--	--	31	15	17,2	19,2	--	369	3,90	B	T1
1.50 – 3.00	Argilla e limo	100	15	--	--	20,3	22,3	--				
3.00 – 6.90	Sabbia più o meno limosa con ghiaia	--	--	35	21	18,5	20,1	2,8E-05				
6.90 – 20.00	Sabbia più o meno ghiaiosa	--	--	37	31	19,1	21,1	1,0E-04				

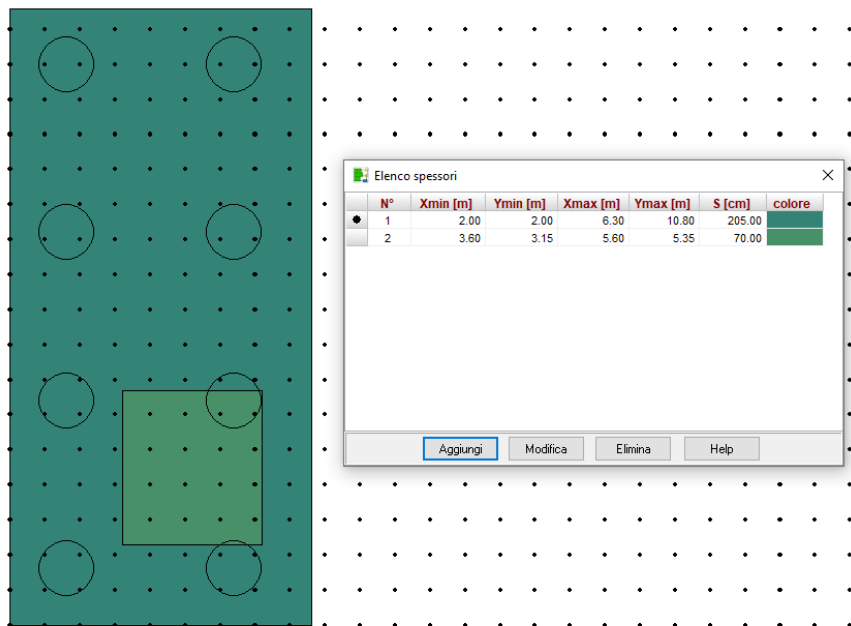
La modellazione e le verifiche dell'impianto fondazionale sono state eseguite tramite il Software API ++ 14.0 della SoftwareHouse Atzec srl di Casali del Manco (CS).

Sono state inserite le reazioni alla base del pilastro per le sole due combinazioni di deragliamenti.

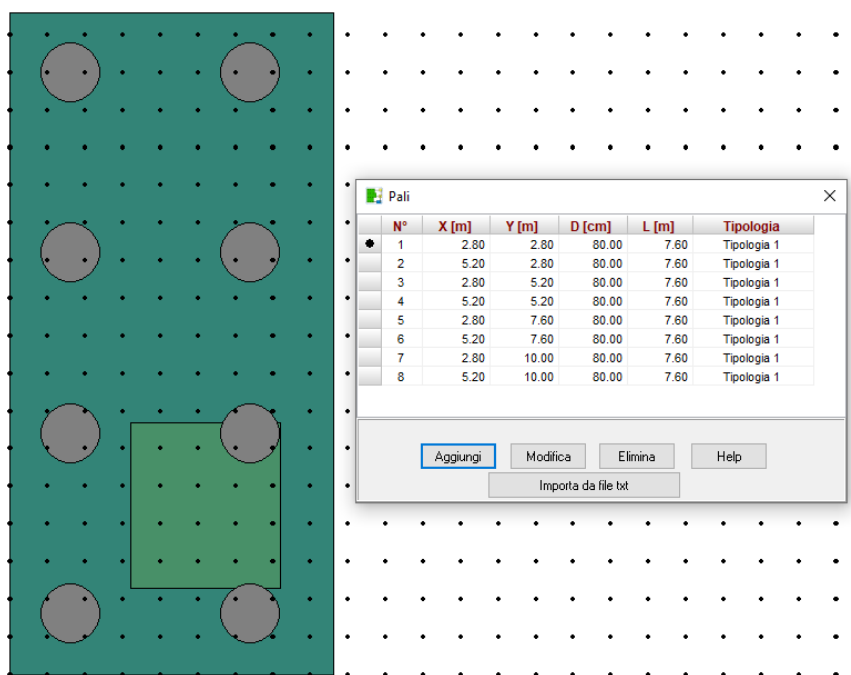
### Geometria della fondazione indagata



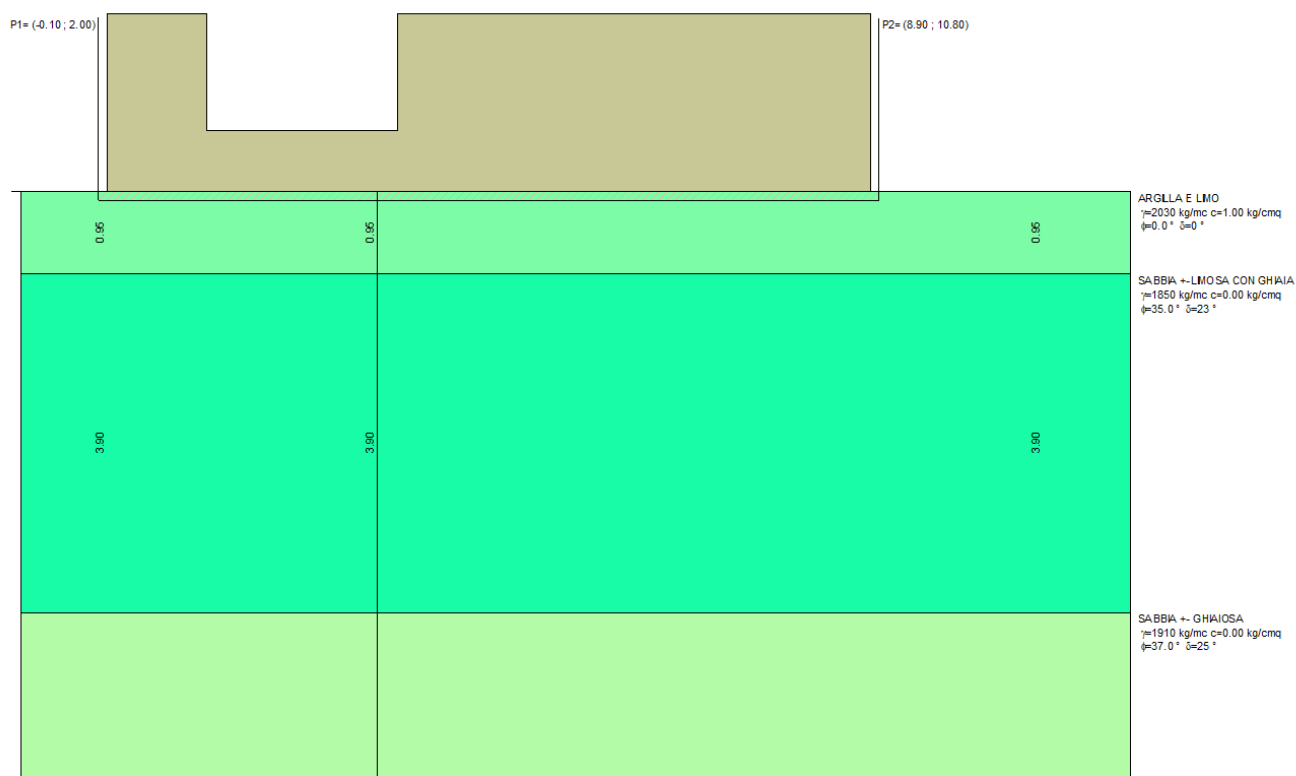
### Evidenziazione spessori platea




### Geometria pali



### Stratigrafia al di sotto della quota di imposta della platea



## RISULTATI ANALISI PIASTRA



Risultati Analisi

×

Numero combinazioni

2

( t = 10.000 sec.)

Analisi carichi verticali

Analisi carichi orizzontali

Carico Totale

254320.00 [kg]

Reazioni vincolari

0.00 [kg]

Risultante pali

254320.00 [kg]

Reazione terreno

0.00 [kg]

Spostamento massimo

0.375916 [cm]

X=2.00

Y=10.80 [m]

Spostamento minimo

-0.138425 [cm]

X=6.30

Y=2.00 [m]

Momento massimo X

18954.33 [kgm]

X=5.20

Y=2.80 [m]

Momento minimo X

-25562.61 [kgm]

X=5.20

Y=10.00 [m]

Momento massimo Y

32880.71 [kgm]

X=2.80

Y=10.10 [m]

Momento minimo Y

-106494.91 [kgm]

X=2.80

Y=5.20 [m]

Dettagli >>

Spostamento differenziale massimo

5.14 [mm]

0.05%

Sforzo normale massimo sul palo

95752.50 [kg]

(Palo nr. 7)

Sforzo normale minimo sul palo

-26236.74 [kg]

(Palo nr. 2)

<<

Comb. 1 / 2 - A1-M1-R3

>>

Chiudi

Help

Risultati Analisi

Numero combinazioni

2

( t = 10.000 sec.)

Analisi carichi verticali

Analisi carichi orizzontali

Carico Totale

254320.00 [kg]

Reazioni vincolari

0.00 [kg]

Risultante pali

254320.00 [kg]

Reazione terreno

0.00 [kg]

Spostamento massimo

0.265674 [cm]

X=6.30

Y=10.80 [m]

Spostamento minimo

-0.038156 [cm]

X=2.00

Y=2.00 [m]

Momento massimo X

56949.78 [kgm]

X=3.15

Y=7.46 [m]

Momento minimo X

-18782.50 [kgm]

X=5.20

Y=2.80 [m]

Momento massimo Y

14822.99 [kgm]

X=5.66

Y=6.48 [m]

Momento minimo Y

-14647.68 [kgm]

X=5.20

Y=10.00 [m]

Dettagli >>

Spostamento differenziale massimo

3.04 [mm]

0.03%

Sforzo normale massimo sul palo

60840.29 [kg]

(Palo nr. 8)

Sforzo normale minimo sul palo

3372.89 [kg]

(Palo nr. 1)

<<

Comb. 2 / 2 - A1-M1-R3

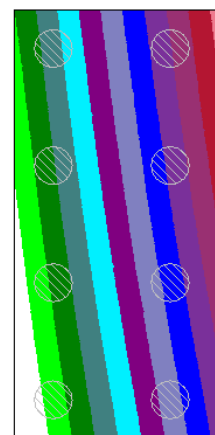
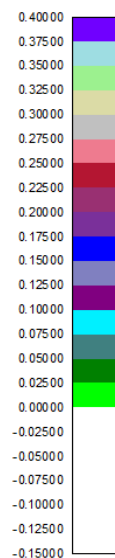
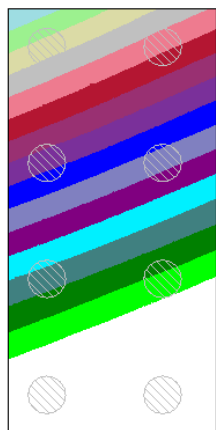
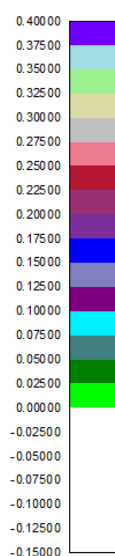
>>

Chiudi

Help



SPOSTAMENTI PIASTRA (urto parallelo e ortogonale)



## RISULTATI PALI

### SCARICHI IN TESTA

Scarichi in testa								
Portanza								
Cedimenti e Armatura								
n°	N [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	Tx [kg]	Ty [kg]	M [kgm]	T [kg]	
1	-14364.97	0.00	0.00	-24935.04	57620.32	0.00	62784.21	
2	-26236.74	0.00	0.00	-25536.20	41973.78	0.00	49131.41	
3	18818.70	0.00	0.00	-8394.22	58110.40	0.00	58713.55	
4	5303.72	0.00	0.00	-8586.14	42242.73	0.00	43106.50	
5	56165.64	0.00	0.00	8370.53	58144.25	0.00	58743.68	
6	40697.15	0.00	0.00	8556.78	42249.45	0.00	43107.25	
7	95752.50	0.00	0.00	24960.23	57678.32	0.00	62847.45	
8	78184.00	0.00	0.00	25564.05	41981.17	0.00	49152.20	

<< Comb. 1 / 2 - A1-M1-R3 >> Help

Scarichi in testa								
Portanza								
Cedimenti e Armatura								
n°	N [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	Tx [kg]	Ty [kg]	M [kgm]	T [kg]	
1	3372.89	0.00	0.00	7354.88	3746.81	0.00	8254.26	
2	42208.81	0.00	0.00	7354.99	-3747.33	0.00	8254.59	
3	9184.60	0.00	0.00	14860.82	3745.81	0.00	15325.64	
4	48754.39	0.00	0.00	14855.80	-3745.61	0.00	15320.72	
5	14701.06	0.00	0.00	22361.30	3742.11	0.00	22672.25	
6	55395.26	0.00	0.00	22351.14	-3742.28	0.00	22662.26	
7	19862.71	0.00	0.00	29834.07	3739.21	0.00	30067.49	
8	60840.29	0.00	0.00	29828.50	-3738.72	0.00	30061.89	

<< Comb. 2 / 2 - A1-M1-R3 >> Help

## PORTANZA PALI

Scarichi in testa								
Portanza								
Cedimenti e Armatura								
n°	Ppmin [kg]	Plmin [kg]	Ppmed [kg]	Plmed [kg]	Aneg [kg]	Wp [kg]		
1	0.00	72704.60	0.00	72708.35	0.00	9550.44		
2	0.00	72704.60	0.00	72708.35	0.00	9550.44		
3	194352.24	72704.60	194352.24	72708.35	0.00	9550.44		
4	194352.24	72704.60	194352.24	72708.35	0.00	9550.44		
5	194352.24	72704.60	194352.24	72708.35	0.00	9550.44		
6	194352.24	72704.60	194352.24	72708.35	0.00	9550.44		
7	194352.24	72704.60	194352.24	72708.35	0.00	9550.44		
8	194352.24	72704.60	194352.24	72708.35	0.00	9550.44		

<< Comb. 1 / 2 - A1-M1-R3 >> Help

Scarichi in testa								
Portanza								
Cedimenti e Armatura								
n°	Ppmin [kg]	Plmin [kg]	Ppmed [kg]	Plmed [kg]	Aneg [kg]	Wp [kg]		
1	194352.24	72704.60	194352.24	72708.35	0.00	9550.44		
2	194352.24	72704.60	194352.24	72708.35	0.00	9550.44		
3	194352.24	72704.60	194352.24	72708.35	0.00	9550.44		
4	194352.24	72704.60	194352.24	72708.35	0.00	9550.44		
5	194352.24	72704.60	194352.24	72708.35	0.00	9550.44		
6	194352.24	72704.60	194352.24	72708.35	0.00	9550.44		
7	194352.24	72704.60	194352.24	72708.35	0.00	9550.44		
8	194352.24	72704.60	194352.24	72708.35	0.00	9550.44		

<< Comb. 2 / 2 - A1-M1-R3 >> Help

## CEDIMENTI E ARMATURA PALI

Dettagli risultati pali

Scarichi in testa Portanza Cedimenti e Armatura

n°	w [cm]	u [cm]	Mu [kgm]	Tu [kg]	nf-df	z [m]	nf-df [m]	z [m]
1	-0.05	4.65	0.00	86889.33	26 f20	0.00 - 7.60	--	--
2	-0.09	3.55	0.00	73343.75	21 f20	0.00 - 7.60	--	--
3	0.06	4.32	0.00	82242.18	24 f20	0.00 - 7.60	--	--
4	0.02	3.10	0.00	67162.91	19 f20	0.00 - 7.60	--	--
5	0.18	4.32	0.00	76580.49	22 f20	0.00 - 7.60	--	--
6	0.13	3.10	0.00	67162.91	19 f20	0.00 - 7.60	--	--
7	0.31	4.66	0.00	82244.14	24 f20	0.00 - 7.60	--	--

Comb. 1 / 2 - A1-M1-R3

Help

Dettagli risultati pali

Scarichi in testa Portanza Cedimenti e Armatura

n°	w [cm]	u [cm]	Mu [kgm]	Tu [kg]	nf-df	z [m]	nf-df [m]	z [m]
1	0.01	0.59	0.00	86889.07	26 f20	0.00 - 7.60	--	--
2	0.14	0.59	0.00	73341.96	21 f20	0.00 - 7.60	--	--
3	0.03	1.10	0.00	82242.13	24 f20	0.00 - 7.60	--	--
4	0.16	1.10	0.00	67162.91	19 f20	0.00 - 7.60	--	--
5	0.05	1.63	0.00	76580.49	22 f20	0.00 - 7.60	--	--
6	0.18	1.63	0.00	67162.91	19 f20	0.00 - 7.60	--	--
7	0.06	2.16	0.00	82244.14	24 f20	0.00 - 7.60	--	--

Comb. 2 / 2 - A1-M1-R3

Help

## VERIFICHE GEOTECNICHE PALO

Pali - Verifiche geotecniche

N°	Oggetto	N [kg]	Pd [kg]	F <sub>Sv</sub>	F <sub>Svmin</sub>	T [kg]	Td [kg]	F <sub>So</sub>	F <sub>Somin</sub>
1	Piastra 1	-14365	43764	3.047	3.047 (1)	62784	66838	1.065	1.065 (1)
2	Piastra 1	-26237	43764	1.668	1.668 (1)	49131	56418	1.148	1.148 (1)
3	Piastra 1	18819	112324	5.969	5.969 (1)	58714	63263	1.077	1.077 (1)
4	Piastra 1	5304	112324	21.178	2.304 (2)	43106	51664	1.199	1.199 (1)
5	Piastra 1	56166	112324	2.000	2.000 (1)	58744	58908	<b>1.003</b>	<b>1.003 (1)</b>
6	Piastra 1	40697	112324	2.760	2.028 (2)	43107	51664	1.198	1.198 (1)
7	Piastra 1	95753	112324	<b>1.173</b>	<b>1.173 (1)</b>	62847	63265	1.007	1.007 (1)
8	Piastra 1	78184	112324	1.437	1.437 (1)	49152	51664	1.051	1.051 (1)

Indice palo con fattore di sicurezza minimo 7 7 5 5

Comb. 1 / 2 - A1-M1-R3

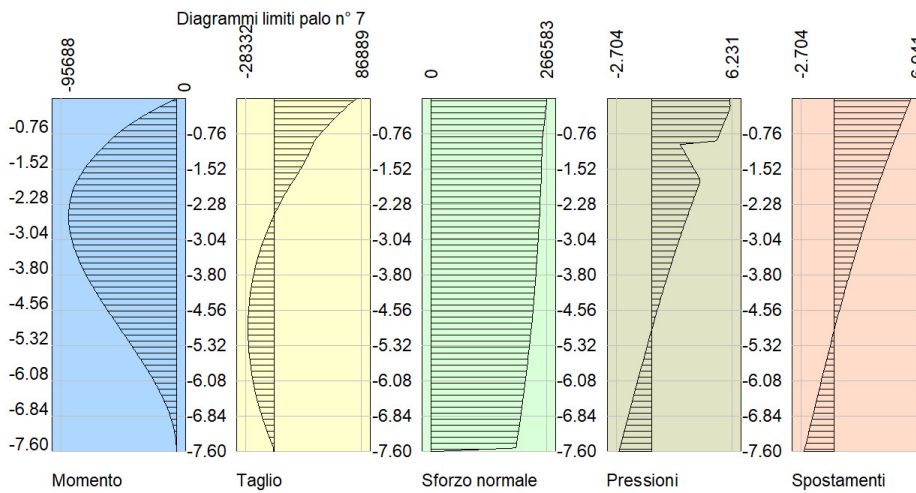
Help

Somma Portanza laterale 581.67 [T] Efficienza palificata 0.95

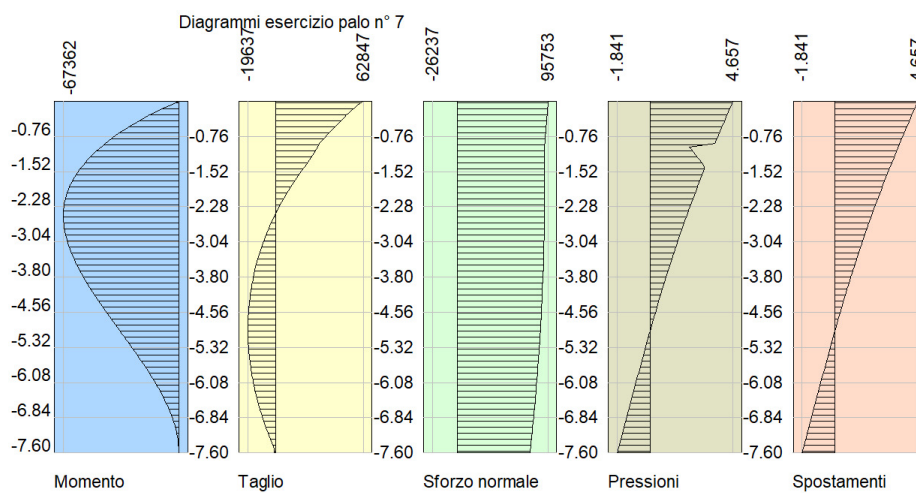
Portanza laterale del gruppo 555.41 [T]

Pali - Verifiche geotecniche											X
	N°	Oggetto	N [kg]	Pd [kg]	FSv	FSvmin	T [kg]	Td [kg]	FSo	FSomin	
●	1	Piastra 1	3373	112324	33.302	3.047 (1)	8254	66838	8.097	1.065 (1)	
	2	Piastra 1	42209	112324	2.661	1.668 (1)	8255	56417	6.835	1.148 (1)	
	3	Piastra 1	9185	112324	12.230	5.969 (1)	15326	63263	4.128	1.077 (1)	
	4	Piastra 1	48754	112324	2.304	2.304 (2)	15321	51664	3.372	1.199 (1)	
	5	Piastra 1	14701	112324	7.641	2.000 (1)	22672	58908	2.598	1.003 (1)	
	6	Piastra 1	55395	112324	2.028	2.028 (2)	22662	51664	2.280	1.198 (1)	
	7	Piastra 1	19863	112324	5.655	1.173 (1)	30067	63265	2.104	1.007 (1)	
	8	Piastra 1	60840	112324	1.846	1.437 (1)	30062	51664	1.719	1.051 (1)	
Indice palo con fattore di sicurezza minimo					7	7			5	5	
<<		Comb. 2 / 2 - A1-M1-R3				>>		Help			
Somma Portanza laterale			581.67 [T]		Efficienza palificata			0.95			
Portanza laterale del gruppo			555.41 [T]								

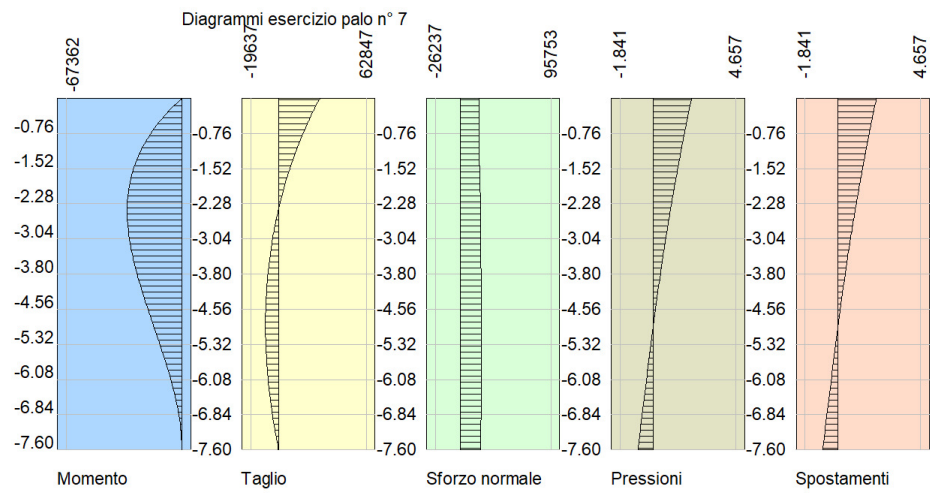
## RISULTATI PALO PIU' SOLLECITATO (n.7)



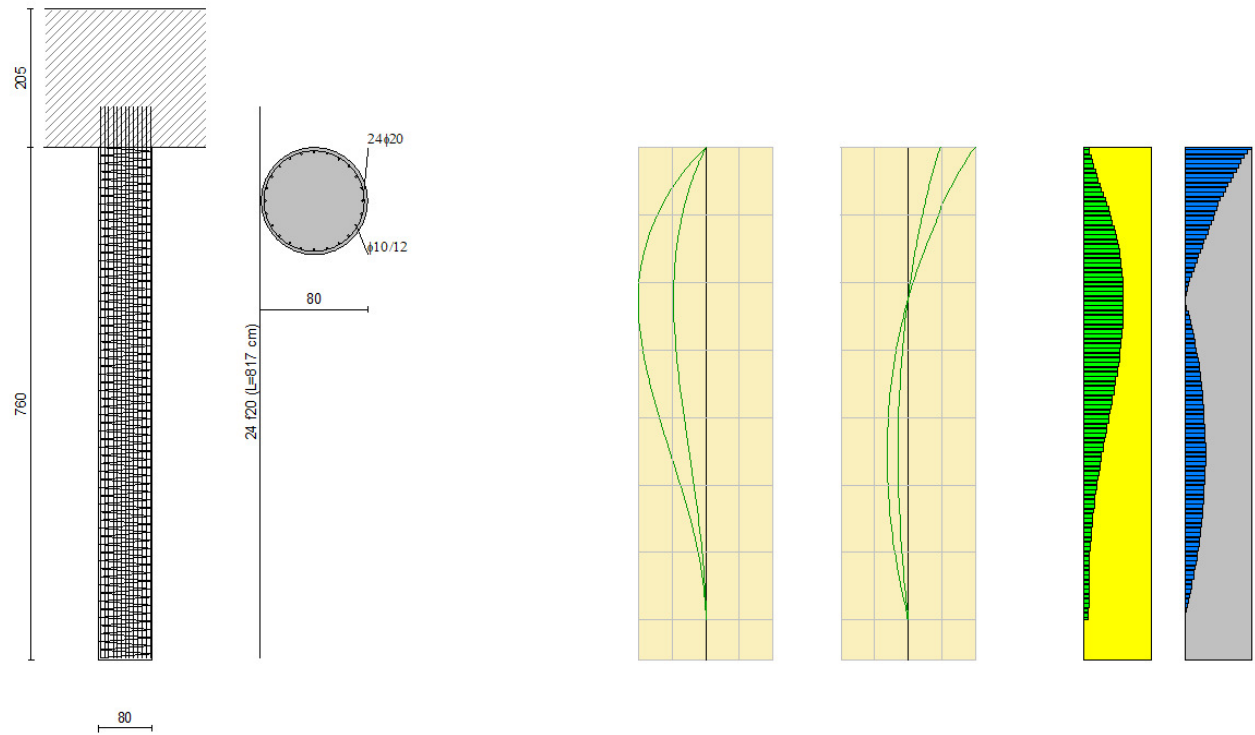
## URTO PARALLELO



URTO ORTOGONALE



ARMATURA



## 6) RELAZIONE DI CALCO

Progetto: LOCATE VARESI

### Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.  
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.  
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.  
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.  
Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

### Richiami teorici - Metodi di analisi

#### Calcolo - Analisi ad elementi finiti

Per l'analisi platea si utilizza il metodo degli elementi finiti (FEM). La struttura viene suddivisa in elementi connessi fra di loro in corrispondenza dei nodi. Il campo di spostamenti interno all'elemento viene approssimato in funzione degli spostamenti nodali mediante le funzioni di forma. Il programma utilizza, per l'analisi tipo piastra, elementi quadrangolari e triangolari. Nel problema di tipo piastra gli spostamenti nodali sono lo spostamento verticale  $w$  e le rotazioni intorno agli assi  $x$  e  $y$ ,  $\phi_x$  e  $\phi_y$ , legati allo spostamento  $w$  tramite relazioni

$$\begin{aligned}\phi_x &= -dw/dy \\ \phi_y &= dw/dx\end{aligned}$$

Note le funzioni di forma che legano gli spostamenti nodali al campo di spostamenti sul singolo elemento è possibile costruire la matrice di rigidezza dell'elemento  $\mathbf{k}_e$  ed il vettore dei carichi nodali dell'elemento  $\mathbf{p}_e$ .

La fase di assemblaggio consente di ottenere la matrice di rigidezza globale della struttura  $\mathbf{K}$  ed il vettore dei carichi nodali  $\mathbf{p}$ . La soluzione del sistema

$$\mathbf{K} \mathbf{u} = \mathbf{p}$$

consente di ricavare il vettore degli spostamenti nodali  $\mathbf{u}$ .

Dagli spostamenti nodali è possibile risalire per ogni elemento al campo di spostamenti ed alle sollecitazioni  $M_x$ ,  $M_y$  ed  $M_{xy}$ .

Il terreno di fondazione se presente viene modellato con delle molle disposte in corrispondenza dei nodi. La rigidezza delle molle è proporzionale alla costante di sottofondo  $k$  ed all'area dell'elemento.

I pali di fondazione sono modellati con molle verticali aventi rigidezza pari alla rigidezza verticale del palo.

Per l'analisi tipo lastra (analisi della piastra soggetta a carichi nel piano) vengono utilizzati elementi triangolari a 6 nodi a deformazione quadratica. Gli spostamenti nodali sono gli spostamenti  $u$  e  $v$  nel piano XY. L'analisi fornisce in tal caso il campo di spostamenti orizzontali e le tensioni nel piano della lastra  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  e  $\tau_{xy}$ . Dalle tensioni è possibile ricavare, noto lo spessore, gli sforzi normali  $N_x$ ,  $N_y$  e  $N_{xy}$ .

Nell'analisi tipo lastra i pali di fondazione sono modellati con molle orizzontali in direzione X e Y aventi rigidezza pari alla rigidezza orizzontale del palo.

Nel caso di platea nervata le nervature sono modellate con elementi tipo trave (con eventuale rigidezza torsionale) connesse alla piastra in corrispondenza dei nodi degli elementi.

## Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito  $\phi$  e la coesione  $c$ . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale. La capacità portante di un palo viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_p + Q_L - W_p$$

dove:

$Q_T$  portanza totale del palo  
 $Q_p$  portanza di base del palo  
 $Q_L$  portanza per attrito laterale del palo  
 $W_p$  peso proprio del palo

e le due componenti  $Q_p$  e  $Q_L$  sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo  $Q_A$  applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta  $\eta_p$  ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale  $\eta_l$ .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_p / \eta_p + Q_l / \eta_l - W_p$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_l / \eta_l + W_p$$

## Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_p = A_p (cN'_c + qN'_q)$$

dove  $A_p$  è l'area portante efficace della punta del palo,  $c$  è la coesione,  $q$  è la pressione geostatica alla quota della punta del palo,  $\gamma$  è il peso di volume del terreno,  $D$  è il diametro del palo ed i coefficienti  $N'_c$ ,  $N'_q$  sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro  $\eta$  che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

$K_0$  rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come:  $K_0 = 1 - \sin\phi$ .

## Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int \tau_a ds$$

dove  $\tau_a$  è dato dalla relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_n \tan\delta$$

dove  $c_a$  è l'adesione palo-terreno,  $\delta$  è l'angolo di attrito palo-terreno,  $\gamma$  è il peso di volume del terreno,  $z$  è la generica quota a partire dalla testa del palo,  $L$  e  $P$  sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo,  $K_s$  è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

## Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica  $K$  espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm che rappresenta la pressione (in Kg/cm<sup>2</sup>) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm.

Il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidezza assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite,  $X_{\max}$  oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza.

E' evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che viene risolto mediante una analisi al passo.

### Disposizione delle armature

Le armature vengono disposte secondo due direzioni, una principale ed una secondaria. Per il calcolo delle stesse si fa riferimento ai valori nodali delle sollecitazioni ottenute dall'analisi ad elementi finiti. Per la disposizione delle stesse occorre suddividere la piastra in in numero di strisce opportuno nelle due direzioni.

Il programma utilizza strisce della larghezza di circa un metro.



## Dati

### Materiali

#### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descrizione	Descrizione materiale
TC	Tipo calcestruzzo
Rck	Resistenza cubica caratteristica, espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]
γ <sub>dis</sub>	Peso specifico calcestruzzo, espresso in [kg/m <sup>3</sup> ]
E	Modulo elastico calcestruzzo, espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogeneizzazione
TA	Tipo acciaio

n°	Descrizione	TC	Rck [kg/cm <sup>2</sup> ]	γ <sub>dis</sub> [kg/m <sup>3</sup> ]	E [kg/cm <sup>2</sup> ]	ν	n	TA
1	RCK 28/35	C28/35	356.89	2500	332299.69	0.200	15.00	B450C

### Geometria

#### Coordinate contorno esterno

n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]
1	2.00	2.00	2	6.30	2.00	3	6.30	10.80	4	2.00	10.80

### Spessori piastra

#### Simbologia adottata

Sp	Spessore, espresso in [cm]
n°	Indice del punto
X, Y	Ascissa e ordinata del punto, espresso in [cm]

Sp [cm]	n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]
205.00	1	2.00	2.00	2	6.30	2.00	3	6.30	10.80	4	2.00	10.80
70.00	1	3.60	3.15	2	5.60	3.15	3	5.60	5.35	4	3.60	5.35

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia
Descrizione	Descrizione tipologia
Geometria	Geometria tipologia (Pali in c.a. o Pali in acciaio)
Armatura	Tipologia armatura per pali in c.a.
Portanza	Aliquote contributi portanza (solo Punta, solo Laterale, Entrambe)
Vincolo	Grado di vincolo alla testa del palo (Incastro o Cerniera)
TC	Tipologia costruttiva del palo (Trivellato o Infisso)
Mat	Indice materiale tipologia palo
Pt	Pressione quota testa palo, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

n°	Descrizione	Geometria	Armatura	Portanza	Vincolo	TC	Mat	Pt [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	Tipologia 1	Pali circolari in c.a.	Ferri longitudinali + spirale	Entrambe	Cerniera	Trivellato	1	0.00

### Caratteristiche pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice palo
X	Ascissa palo, espressa in [m]
Y	Ordinata palo, espressa in [m]
d	Diametro palo, espresso in [cm]
l	Lunghezza palo, espressa in [m]
nodo	Indice nodo su cui è posizionato il palo
It	Indice tipologia palo

n°	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]	Nodo	It
1	2.80	2.80	80.00	7.60	2	1
2	5.20	2.80	80.00	7.60	36	1
3	2.80	5.20	80.00	7.60	35	1
4	5.20	5.20	80.00	7.60	68	1

n°	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]	Nodo	It
5	2.80	7.60	80.00	7.60	81	1
6	5.20	7.60	80.00	7.60	105	1
7	2.80	10.00	80.00	7.60	118	1
8	5.20	10.00	80.00	7.60	145	1

## Descrizione terreni

### Caratteristiche fisico meccaniche

#### Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_{sat}$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
$\delta$	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
c	Coesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
ca	Adesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\tau_i$	Tensione tangenziale, per calcolo portanza micropali con il metodo di Bustamante-Doix, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\alpha$	Coeff. di espansione laterale

Descrizione	$\gamma$ [kg/mc]	$\gamma_{sat}$ [kg/mc]	Parametri	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	ca [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\tau_i$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\alpha$
ARGILLA E LIMO	2030.0	2230.0	Caratteristici	0.00	0.00	1.000	0.500	0.000	1.00
			Minimi	0.00	0.00	1.000	0.500	0.000	
			Medi	0.00	0.00	1.000	0.500	0.000	
SABBIA +-LIMOSA CON GHIAIA	1850.0	2010.0	Caratteristici	35.00	23.33	0.000	0.000	0.000	1.00
			Minimi	35.00	23.33	0.000	0.000	0.000	
			Medi	35.00	23.33	0.000	0.000	0.000	
SABBIA +- GHIAIOSA	1910.0	2110.0	Caratteristici	37.00	24.67	0.000	0.000	0.000	1.00
			Minimi	37.00	24.67	0.000	0.000	0.000	
			Medi	37.00	24.67	0.000	0.000	0.000	

## Descrizione stratigrafia e falda

#### Simbologia adottata

N	Identificativo strato
Z1	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
Z2	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
Z3	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
Terreno	Terreno associato allo strato
Ks	Coefficiente di spinta
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in [Kg/cm <sup>2</sup> /cm]
$\alpha$	Coeff. di sbulbatura

N	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	Ks	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> /cm]	$\alpha$
1	-0.9	-0.9	-0.9	ARGILLA E LIMO	1.000	1.000	1.000
2	-4.8	-4.8	-4.8	SABBIA +-LIMOSA CON GHIAIA	1.000	1.000	1.000
3	-18.0	-18.0	-18.0	SABBIA +- GHIAIOSA	1.000	1.000	1.000

#### Falda

Falda non presente

## Costante di Winkler

Direzione	Simbolo	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> /cm]
Verticale	Kwv	0.000
Orizzontale	Kwo	Calcolata dal programma (Kwo=Kwv*tan( $\phi$ ))

## Convenzioni adottate

#### Carichi e reazioni vincolari

Fz	Carico verticale positivo verso il basso
Fx	Forza orizzontale in direzione X positiva nel verso delle X crescenti.
Fy	Forza orizzontale in direzione Y positiva nel verso delle Y crescenti.
Mx	Momento con asse vettore parallelo all'asse X positivo antiorario.
My	Momento con asse vettore parallelo all'asse Y positivo antiorario.

## Sollecitazioni

M<sub>x</sub> Momento flettente X con asse vettore parallelo all'asse Y (positivo se tende le fibre inferiori).  
M<sub>y</sub> Momento flettente Y con asse vettore parallelo all'asse X (positivo se tende le fibre inferiori).  
M<sub>xy</sub> Momento flettente XY.

## Condizioni di carico

Linee di carico

Simbologia adottata

I<sub>c</sub> Indice carico  
P<sub>i</sub> Punto iniziale carico espresso in [m]  
P<sub>f</sub> Punto finale carico espresso in [m]  
N Carico verticale espresso in [kg]  
M<sub>x</sub> Momento intorno all'asse X espresso in [kgm]  
M<sub>y</sub> Momento intorno all'asse Y espresso in [kgm]  
T<sub>x</sub> Forza orizzontale in direzione X espressa in [kg]  
T<sub>y</sub> Forza orizzontale in direzione Y espressa in [kg]

### Condizione n° 1 - Condizione 1 [Permanente - Partecipa al sisma]

#### Linee di carico

I <sub>c</sub>	P <sub>i</sub> [m]	P <sub>f</sub> [m]	N [kg]	M <sub>x</sub> [kgm]	M <sub>y</sub> [kgm]	T <sub>x</sub> [kg]	T <sub>y</sub> [kg]
1	2.80; 5.60	2.80; 10.10	16720.00	-159689.00	0.00	0.00	88889.00

### Condizione n° 2 - Condizione 2 [Permanente - Partecipa al sisma]

#### Linee di carico

I <sub>c</sub>	P <sub>i</sub> [m]	P <sub>f</sub> [m]	N [kg]	M <sub>x</sub> [kgm]	M <sub>y</sub> [kgm]	T <sub>x</sub> [kg]	T <sub>y</sub> [kg]
2	2.80; 5.60	2.80; 10.10	16720.00	0.00	58267.00	33067.00	0.00

## Normativa - Coefficienti di sicurezza

### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale	(A1) - STR
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1, fav}$	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1, sfav}$	1.30
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2, fav}$	0.80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G2, sfav}$	1.50
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1, fav}$	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q1, sfav}$	1.50
Variabili traffico	Favorevole	$\gamma_{Q, fav}$	0.00
Variabili traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Q, sfav}$	1.35

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA	Coefficiente parziale	(M1)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_\psi$	1.00
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1.00
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.00

### Coefficienti parziali $\gamma_R$ da applicare alle resistenze caratteristiche (Pali trivellati)

Resistenza	$\gamma_R$	(R1)	(R2)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1.00	1.70	1.35
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1.00	1.45	1.15
Totale	$\gamma_t$	1.00	1.60	1.30
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1.00	1.60	1.25

### Coefficienti parziali $\gamma_T$ per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

$\gamma_T$	(R1)	(R2)	(R3)
$\gamma_T$	1.00	1.60	1.30

Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	$\xi_3$	$\xi_4$
1	1.70	1.70

Elenco combinazioni di calcolo

Numero combinazioni definite 2

Simbologia adottata

CP Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - - STR - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Condizione 1	1.00

Combinazione n° 2 - - STR - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Condizione 2	1.00

Impostazioni di analisi

*Portanza verticale pali*

Metodo calcolo portanza: Berezantzev ridotto

Andamento pressione verticale con la profondità per calcolo portanza di punta:

Pressione geostatica

Andamento pressione verticale con la profondità per calcolo portanza laterale:

Pressione geostatica

*Portanza trasversale pali*

Costante di Winkler: da strato

Rottura palo-terreno:

Pressione limite pari alla pressione passiva con moltiplicatore pari a 3.00

*Cedimenti*

Metodo calcolo cedimenti: Elementi finiti

Spostamento limite attrito laterale 0.50 [cm]

Spostamento limite punta 1.00 [cm]

**Fattore di rigidità della sovrastruttura 0.00**

**Modello**

Caratteristiche Mesh

Numero elementi 268  
Numero nodi 152

**Risultati involuppo**

Spostamenti

## Piastra

### Spostamenti massimi e minimi della piastra

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
w	Spostamento verticale, espresso in [cm]
u	Spostamento direzione X, espresso in [cm]
v	Spostamento direzione Y, espresso in [cm]
φx	Rotazione intorno all'asse X, espressa in [°]
φy	Rotazione intorno all'asse Y, espressa in [°]
p	Pressione sul terreno (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cmq]
kw	Costante di Winkler (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cm²/cm]. Il valore viene stampato solo se si è utilizzato il modello di interazione
Tra parentesi l'indice del nodo in cui si sono misurati i valori massimi e minimi	

In	X	Y		Valore	UM	Cmb	
	[m]	[m]					
131	2.00	10.80	w	0.375916	[cm]	1	MAX
54	6.30	2.00		-0.138425		1	MIN
141	3.98	10.80	ux	2.320064	[cm]	2	MAX
17	4.32	2.00		-2.258337		1	MIN
131	2.00	10.80	uy	4.685647	[cm]	1	MAX
62	6.30	3.60		-0.515638		2	MIN
97	2.80	8.80	φx	0.000585	[°]	2	MAX
131	2.00	10.80		-0.000237		1	MIN
131	2.00	10.80	φy	-0.000069	[°]	2	MAX
97	2.80	8.80		-0.000589		1	MIN

## Pali

#### Simbologia adottata

In	Indice sezione
Y	ordinata palo espressa in [m]
Ur	spostamento limite espresso in [cm]
Pr	pressione limite espressa in [kg/cmq]
Ue	spostamento in esercizio espresso in [cm]
Pe	pressione in esercizio espressa in [kg/cmq]

#### Palo n° 1

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[cm]	[cm]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
1	0.00	4.6516 (1)	6.9415 (1)	4.652 (1)	6.000 (1)
11	0.76	3.8074 (1)	5.7009 (1)	3.807 (1)	5.701 (1)
21	1.52	2.9968 (1)	4.5068 (1)	2.997 (1)	3.302 (1)
31	2.28	2.2380 (1)	3.3838 (1)	2.238 (1)	3.384 (1)
41	3.04	1.5378 (1)	2.3438 (1)	1.538 (1)	2.344 (1)
51	3.80	0.8941 (1)	1.3851 (1)	0.894 (1)	1.385 (1)
61	4.56	0.2989 (1)	0.4963 (1)	0.299 (1)	0.496 (1)
71	5.32	-0.2598 (1)	-0.3392 (1)	-0.260 (1)	-0.339 (1)
81	6.08	-0.7948 (1)	-1.1403 (1)	-0.795 (1)	-1.140 (1)
91	6.84	-1.3182 (1)	-1.9243 (1)	-1.318 (1)	-1.924 (1)
101	7.60	-1.8387 (1)	-2.7041 (1)	-1.839 (1)	-2.704 (1)

#### Palo n° 2

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[cm]	[cm]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
1	0.00	3.5544 (1)	5.5594 (1)	3.554 (1)	5.559 (1)
11	0.76	2.9058 (1)	4.5561 (1)	2.906 (1)	4.556 (1)
21	1.52	2.2838 (1)	3.5918 (1)	2.284 (1)	3.302 (1)
31	2.28	1.7024 (1)	2.6876 (1)	1.702 (1)	2.688 (1)
41	3.04	1.1665 (1)	1.8521 (1)	1.167 (1)	1.852 (1)
51	3.80	0.6744 (1)	1.0834 (1)	0.674 (1)	1.083 (1)
61	4.56	0.2197 (1)	0.3718 (1)	0.220 (1)	0.372 (1)
71	5.32	-0.2068 (1)	-0.2965 (1)	-0.207 (1)	-0.296 (1)
81	6.08	-0.6152 (1)	-0.9367 (1)	-0.615 (1)	-0.937 (1)
91	6.84	-1.0146 (1)	-1.5631 (1)	-1.015 (1)	-1.563 (1)
101	7.60	-1.4118 (1)	-2.1861 (1)	-1.412 (1)	-2.186 (1)

#### Palo n° 3

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[cm]	[cm]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
1	0.00	4.3151 (1)	6.3901 (1)	4.315 (1)	6.000 (1)
11	0.76	3.5305 (1)	5.2433 (1)	3.531 (1)	5.243 (1)
21	1.52	2.7775 (1)	4.1402 (1)	2.777 (1)	3.302 (1)
31	2.28	2.0728 (1)	3.1040 (1)	2.073 (1)	3.104 (1)
41	3.04	1.4229 (1)	2.1454 (1)	1.423 (1)	2.145 (1)
51	3.80	0.8257 (1)	1.2624 (1)	0.826 (1)	1.262 (1)
61	4.56	0.2736 (1)	0.4443 (1)	0.274 (1)	0.444 (1)

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
71	5.32	-0.2446 (1)	-0.3244 (1)	-0.245 (1)	-0.324 (1)
81	6.08	-0.7407 (1)	-1.0613 (1)	-0.741 (1)	-1.061 (1)
91	6.84	-1.2260 (1)	-1.7822 (1)	-1.226 (1)	-1.782 (1)
101	7.60	-1.7086 (1)	-2.4993 (1)	-1.709 (1)	-2.499 (1)

#### Palo n° 4

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0.00	3.0990 (1)	5.0220 (1)	3.099 (1)	5.022 (1)
11	0.76	2.5328 (1)	4.1125 (1)	2.533 (1)	4.113 (1)
21	1.52	1.9899 (1)	3.2390 (1)	1.990 (1)	3.239 (1)
31	2.28	1.4827 (1)	2.4207 (1)	1.483 (1)	2.421 (1)
41	3.04	1.0153 (1)	1.6653 (1)	1.015 (1)	1.665 (1)
51	3.80	0.5862 (1)	0.9706 (1)	0.586 (1)	0.971 (1)
61	4.56	0.1898 (1)	0.3278 (1)	0.190 (1)	0.328 (1)
71	5.32	-0.1820 (1)	-0.2755 (1)	-0.182 (1)	-0.276 (1)
81	6.08	-0.5380 (1)	-0.8534 (1)	-0.538 (1)	-0.853 (1)
91	6.84	-0.8861 (1)	-1.4188 (1)	-0.886 (1)	-1.419 (1)
101	7.60	-1.2323 (1)	-1.9811 (1)	-1.232 (1)	-1.981 (1)

#### Palo n° 5

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0.00	4.3176 (1)	5.8476 (1)	4.318 (1)	5.848 (1)
11	0.76	3.5325 (1)	4.7942 (1)	3.533 (1)	4.794 (1)
21	1.52	2.7791 (1)	3.7816 (1)	2.779 (1)	3.302 (1)
31	2.28	2.0740 (1)	2.8315 (1)	2.074 (1)	2.831 (1)
41	3.04	1.4237 (1)	1.9532 (1)	1.424 (1)	1.953 (1)
51	3.80	0.8262 (1)	1.1448 (1)	0.826 (1)	1.145 (1)
61	4.56	0.2737 (1)	0.3963 (1)	0.274 (1)	0.396 (1)
71	5.32	-0.2447 (1)	-0.3068 (1)	-0.245 (1)	-0.307 (1)
81	6.08	-0.7411 (1)	-0.9805 (1)	-0.741 (1)	-0.981 (1)
91	6.84	-1.2267 (1)	-1.6397 (1)	-1.227 (1)	-1.640 (1)
101	7.60	-1.7096 (1)	-2.2953 (1)	-1.710 (1)	-2.295 (1)

#### Palo n° 6

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0.00	3.0990 (1)	5.0220 (1)	3.099 (1)	5.022 (1)
11	0.76	2.5328 (1)	4.1125 (1)	2.533 (1)	4.113 (1)
21	1.52	1.9900 (1)	3.2390 (1)	1.990 (1)	3.239 (1)
31	2.28	1.4827 (1)	2.4207 (1)	1.483 (1)	2.421 (1)
41	3.04	1.0153 (1)	1.6653 (1)	1.015 (1)	1.665 (1)
51	3.80	0.5862 (1)	0.9706 (1)	0.586 (1)	0.971 (1)
61	4.56	0.1898 (1)	0.3278 (1)	0.190 (1)	0.328 (1)
71	5.32	-0.1820 (1)	-0.2755 (1)	-0.182 (1)	-0.276 (1)
81	6.08	-0.5380 (1)	-0.8534 (1)	-0.538 (1)	-0.853 (1)
91	6.84	-0.8861 (1)	-1.4188 (1)	-0.886 (1)	-1.419 (1)
101	7.60	-1.2323 (1)	-1.9811 (1)	-1.232 (1)	-1.981 (1)

#### Palo n° 7

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0.00	4.6568 (1)	6.3903 (1)	4.657 (1)	6.000 (1)
11	0.76	3.8117 (1)	5.2435 (1)	3.812 (1)	5.243 (1)
21	1.52	3.0003 (1)	4.1403 (1)	3.000 (1)	3.302 (1)
31	2.28	2.2406 (1)	3.1041 (1)	2.241 (1)	3.104 (1)
41	3.04	1.5396 (1)	2.1455 (1)	1.540 (1)	2.145 (1)
51	3.80	0.8952 (1)	1.2624 (1)	0.895 (1)	1.262 (1)
61	4.56	0.2993 (1)	0.4443 (1)	0.299 (1)	0.444 (1)
71	5.32	-0.2600 (1)	-0.3244 (1)	-0.260 (1)	-0.324 (1)
81	6.08	-0.7957 (1)	-1.0613 (1)	-0.796 (1)	-1.061 (1)
91	6.84	-1.3197 (1)	-1.7823 (1)	-1.320 (1)	-1.782 (1)
101	7.60	-1.8408 (1)	-2.4994 (1)	-1.841 (1)	-2.499 (1)

#### Palo n° 8

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
1	0.00	3.5560 (1)	5.0220 (1)	3.556 (1)	5.022 (1)
11	0.76	2.9072 (1)	4.1125 (1)	2.907 (1)	4.113 (1)
21	1.52	2.2849 (1)	3.2390 (1)	2.285 (1)	3.239 (1)
31	2.28	1.7032 (1)	2.4207 (1)	1.703 (1)	2.421 (1)
41	3.04	1.1671 (1)	1.6653 (1)	1.167 (1)	1.665 (1)
51	3.80	0.6748 (1)	0.9706 (1)	0.675 (1)	0.971 (1)
61	4.56	0.2198 (1)	0.3278 (1)	0.220 (1)	0.328 (1)
71	5.32	-0.2069 (1)	-0.2755 (1)	-0.207 (1)	-0.276 (1)
81	6.08	-0.6155 (1)	-0.8534 (1)	-0.615 (1)	-0.853 (1)

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cmq]	Pr [kg/cmq]
91	6.84	-1.0151 (1)	-1.4188 (1)	-1.015 (1)	-1.419 (1)
101	7.60	-1.4124 (1)	-1.9811 (1)	-1.412 (1)	-1.981 (1)

## Sollecitazioni

### Piastra

## Sollecitazioni nei nodi piastra-palo

### Simbologia adottata

Io	Indice palo
Mx	Momento X espresso in [kgm]
My	Momento Y espresso in [kgm]
Mxy	Momento XY espresso in [kgm]
Tx	Taglio X, espresso in [kg]
Ty	Taglio Y, espresso in [kg]
Nx	Tensione normale X espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ny	Tensione normale Y espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Nxy	Tensione tangenziale XY espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Io	In	Mx [kgm]	My [kgm]	Mxy [kgm]	Tx [kg]	Ty [kg]	Nx [kg/cm <sup>2</sup> ]	Ny [kg/cm <sup>2</sup> ]	Nxy [kg/cm <sup>2</sup> ]	
1	2	3851 (2) 418 (1)	1501 (2) -5709 (1)	3756 (2) -3735 (1)	14471 (1) -3920 (1)	20254 (1) -7564 (1)	0.18 (1) -0.09 (2)	-0.04 (2) -1.01 (1)	0.01 (1) -0.03 (2)	MAX MIN
2	36	18954 (1) -18783 (2)	9376 (1) -12771 (2)	4628 (2) -5480 (1)	8084 (1) -6743 (2)	8255 (2) -3732 (1)	0.15 (1) -0.02 (2)	-0.03 (2) -0.22 (1)	0.38 (1) -0.13 (2)	MAX MIN
3	35	1819 (2) -2007 (1)	3025 (2) -106495 (1)	12164 (2) -6823 (1)	40678 (1) -9008 (1)	42032 (1) -3658 (2)	0.34 (1) -0.10 (2)	0.27 (2) -4.14 (1)	0.29 (1) -0.36 (2)	MAX MIN
4	68	-2141 (1) -7399 (2)	-6299 (2) -6635 (1)	924 (2) -1718 (1)	12556 (2) -16647 (2)	12414 (2) -16647 (2)	0.45 (2) -0.88 (1)	-0.22 (2) -2.25 (1)	1.90 (1) -0.90 (2)	MAX MIN
5	81	30701 (2) -6278 (1)	9144 (2) -44062 (1)	4917 (2) -36493 (1)	92723 (1) -6542 (1)	86869 (1) -21038 (1)	0.57 (2) -0.15 (1)	0.54 (2) -1.91 (1)	0.77 (1) 0.00 (2)	MAX MIN
6	105	-9089 (2) -11949 (1)	-3217 (2) -38120 (1)	4271 (2) -18792 (1)	-565 (1) -4128 (2)	29195 (2) -12043 (1)	0.34 (2) 0.01 (1)	-0.09 (1) -0.39 (2)	0.48 (1) -0.03 (2)	MAX MIN
7	118	15628 (2) -23744 (1)	67 (2) -24472 (1)	-3814 (2) -19005 (1)	56465 (1) -6575 (1)	72110 (1) -9871 (1)	0.11 (2) -0.56 (1)	0.24 (1) 0.16 (2)	0.10 (2) 0.09 (1)	MAX MIN
8	145	-12812 (2) -25563 (1)	-14648 (2) -28621 (1)	482 (2) -12934 (1)	10684 (1) -4110 (1)	13989 (1) -20099 (1)	0.30 (2) 0.22 (1)	0.27 (1) -0.13 (2)	0.24 (2) 0.24 (1)	MAX MIN

## Sollecitazioni massime e minime piastra

### Simbologia adottata

In	Indice nodo modello
Mx	Momento X espresso in [kgm]
My	Momento Y espresso in [kgm]
Mxy	Momento XY espresso in [kgm]
Tx	Taglio X, espresso in [kg]
Ty	Taglio Y, espresso in [kg]
Nx	Tensione normale X espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ny	Tensione normale Y espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Nxy	Tensione tangenziale XY espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

In	X [m]	Y [m]		Valore	UM	Cmb	
84	3.15	7.46	Mx	56949.78	[kgm]	2	MAX
145	5.20	10.00		-25562.61		1	MIN
126	2.80	10.10	My	32880.71	[kgm]	1	MAX
35	2.80	5.20		-106494.91		1	MIN
74	2.00	7.60	Mxy	23835.61	[kgm]	1	MAX
84	3.15	7.46		-74344.90		1	MIN
81	2.80	7.60	Tx	92722.51	[kg]	1	MAX
65	5.00	5.35		-28429.95		2	MIN
81	2.80	7.60	Ty	86868.63	[kg]	1	MAX
65	5.00	5.35		-28429.95		2	MIN
143	4.82	10.02	Nx	1.04	[kg/cm <sup>2</sup> ]	2	MAX
65	5.00	5.35		-1.08		1	MIN
140	5.29	9.55	Ny	1.14	[kg/cm <sup>2</sup> ]	1	MAX
42	2.80	5.60		-4.76		1	MIN
56	4.79	4.99	Nxy	2.88	[kg/cm <sup>2</sup> ]	1	MAX
65	5.00	5.35		-1.09		2	MIN

### Pali

### Simbologia adottata

n°	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]

Nr sforzo normale a rottura, espresso in [kg]  
 Ne sforzo normale in esercizio, espresso in [kg]  
 Tr taglio a rottura, espresso in [kg]  
 Te taglio in esercizio, espresso in [kg]  
 Mr momento a rottura, espresso in [kgm]  
 Me momento in esercizio, espresso in [kgm]

### Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0.00	-14365 (1)	266583 (1)	62784 (1)	86889 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0.76	-12777 (1)	257033 (1)	35922 (1)	48325 (1)	-37616 (1)	-51938 (1)
21	1.52	-11564 (1)	253481 (1)	18259 (1)	28202 (1)	-58760 (1)	-81062 (1)
31	2.28	-10408 (1)	250386 (1)	2605 (1)	5880 (1)	-66995 (1)	-94789 (1)
41	3.04	-9175 (1)	246132 (1)	-8631 (1)	-11174 (1)	-64866 (1)	-93031 (1)
51	3.80	-7865 (1)	240721 (1)	-15801 (1)	-22180 (1)	-55610 (1)	-80411 (1)
61	4.56	-6479 (1)	234150 (1)	-19226 (1)	-27598 (1)	-42204 (1)	-61364 (1)
71	5.32	-4994 (1)	226055 (1)	-19160 (1)	-27799 (1)	-27403 (1)	-40003 (1)
81	6.08	-3414 (1)	216547 (1)	-15782 (1)	-23045 (1)	-13793 (1)	-20196 (1)
91	6.84	-1749 (1)	205765 (1)	-9196 (1)	-13485 (1)	-3851 (1)	-5653 (1)
101	7.60	0 (0)	0 (0)	-559 (1)	-822 (1)	0 (0)	0 (1)

### Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0.00	42209 (2)	266583 (1)	49131 (1)	73344 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0.76	36365 (2)	257033 (1)	28617 (1)	41220 (1)	-29625 (1)	-43666 (1)
21	1.52	34539 (2)	253481 (1)	13566 (1)	22446 (1)	-46070 (1)	-68262 (1)
31	2.28	33332 (2)	250386 (1)	1647 (1)	3690 (1)	-52083 (1)	-78571 (1)
41	3.04	31301 (2)	246132 (1)	-6888 (1)	-9822 (1)	-50212 (1)	-76438 (1)
51	3.80	28444 (2)	240721 (1)	-12315 (1)	-18481 (1)	-42934 (1)	-65720 (1)
61	4.56	24763 (2)	234150 (1)	-14878 (1)	-22662 (1)	-32526 (1)	-49974 (1)
71	5.32	20027 (2)	226055 (1)	-14776 (1)	-22670 (1)	-21091 (1)	-32494 (1)
81	6.08	14258 (2)	216547 (1)	-12146 (1)	-18716 (1)	-10605 (1)	-16373 (1)
91	6.84	7582 (2)	205765 (1)	-7068 (1)	-10923 (1)	-2959 (1)	-4576 (1)
101	7.60	0 (2)	0 (0)	-429 (1)	-665 (1)	0 (0)	0 (2)

### Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0.00	18819 (1)	266583 (1)	58714 (1)	82242 (1)	0 (0)	0 (2)
11	0.76	18759 (1)	257033 (1)	33799 (1)	45594 (1)	-35254 (1)	-48829 (1)
21	1.52	19299 (1)	253481 (1)	16773 (1)	26011 (1)	-55011 (1)	-76226 (1)
31	2.28	19932 (1)	250386 (1)	2269 (1)	4913 (1)	-62531 (1)	-88562 (1)
41	3.04	20441 (1)	246132 (1)	-8132 (1)	-10714 (1)	-60452 (1)	-86587 (1)
51	3.80	20827 (1)	240721 (1)	-14762 (1)	-20769 (1)	-51777 (1)	-74670 (1)
61	4.56	21091 (1)	234150 (1)	-17915 (1)	-25680 (1)	-39270 (1)	-56896 (1)
71	5.32	21197 (1)	226055 (1)	-17832 (1)	-25790 (1)	-25486 (1)	-37049 (1)
81	6.08	21148 (1)	216547 (1)	-14678 (1)	-21342 (1)	-12824 (1)	-18689 (1)
91	6.84	20965 (1)	205765 (1)	-8549 (1)	-12474 (1)	-3580 (1)	-5228 (1)
101	7.60	20646 (1)	0 (0)	-519 (1)	-760 (1)	0 (0)	0 (1)

### Palo n° 4

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0.00	48754 (2)	266583 (1)	43106 (1)	67163 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0.76	47624 (2)	257033 (1)	25223 (1)	38155 (1)	-26035 (1)	-40138 (1)
21	1.52	47727 (2)	253481 (1)	11748 (1)	19943 (1)	-40408 (1)	-62743 (1)
31	2.28	48019 (2)	250386 (1)	1365 (1)	3016 (1)	-45593 (1)	-71800 (1)
41	3.04	48058 (2)	246132 (1)	-6066 (1)	-9144 (1)	-43911 (1)	-69647 (1)
51	3.80	47844 (2)	240721 (1)	-10786 (1)	-16917 (1)	-37524 (1)	-59776 (1)
61	4.56	47377 (2)	234150 (1)	-13010 (1)	-20645 (1)	-28415 (1)	-45400 (1)
71	5.32	46587 (2)	226055 (1)	-12911 (1)	-20605 (1)	-18420 (1)	-29494 (1)
81	6.08	45480 (2)	216547 (1)	-10608 (1)	-16988 (1)	-9260 (1)	-14852 (1)
91	6.84	44095 (2)	205765 (1)	-6171 (1)	-9904 (1)	-2583 (1)	-4148 (1)
101	7.60	42432 (2)	194972 (1)	-375 (1)	-602 (1)	0 (0)	0 (1)

### Palo n° 5

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0.00	56166 (1)	266583 (1)	58744 (1)	76580 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0.76	54771 (1)	257033 (1)	33815 (1)	42785 (1)	-35272 (1)	-45499 (1)
21	1.52	54765 (1)	253481 (1)	16784 (1)	23731 (1)	-55039 (1)	-71103 (1)
31	2.28	54972 (1)	250386 (1)	2272 (1)	4088 (1)	-62564 (1)	-82106 (1)
41	3.04	54895 (1)	246132 (1)	-8136 (1)	-10154 (1)	-60484 (1)	-80009 (1)
51	3.80	54533 (1)	240721 (1)	-14769 (1)	-19293 (1)	-51805 (1)	-68859 (1)
61	4.56	53885 (1)	234150 (1)	-17925 (1)	-23724 (1)	-39292 (1)	-52397 (1)
71	5.32	52873 (1)	226055 (1)	-17842 (1)	-23763 (1)	-25500 (1)	-34086 (1)
81	6.08	51504 (1)	216547 (1)	-14686 (1)	-19634 (1)	-12831 (1)	-17182 (1)
91	6.84	49821 (1)	205765 (1)	-8553 (1)	-11464 (1)	-3582 (1)	-4803 (1)



n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
101	7.60	47826 (1)	0 (0)	-520 (1)	-698 (1)	0 (0)	0 (1)

#### Palo n° 6

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0.00	55395 (2)	266583 (1)	43107 (1)	67163 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0.76	54028 (2)	257033 (1)	25223 (1)	38155 (1)	-26036 (1)	-40138 (1)
21	1.52	54033 (2)	253481 (1)	11748 (1)	19943 (1)	-40408 (1)	-62743 (1)
31	2.28	54250 (2)	250386 (1)	1365 (1)	3016 (1)	-45594 (1)	-71800 (1)
41	3.04	54184 (2)	246132 (1)	-6066 (1)	-9144 (1)	-43912 (1)	-69647 (1)
51	3.80	53837 (2)	240721 (1)	-10787 (1)	-16917 (1)	-37525 (1)	-59776 (1)
61	4.56	53209 (2)	234150 (1)	-13011 (1)	-20645 (1)	-28416 (1)	-45400 (1)
71	5.32	52220 (2)	226055 (1)	-12911 (1)	-20605 (1)	-18420 (1)	-29494 (1)
81	6.08	50878 (2)	216547 (1)	-10608 (1)	-16988 (1)	-9260 (1)	-14852 (1)
91	6.84	49226 (2)	205765 (1)	-6171 (1)	-9904 (1)	-2583 (1)	-4148 (1)
101	7.60	47265 (2)	194972 (1)	-375 (1)	-602 (1)	0 (0)	0 (1)

#### Palo n° 7

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0.00	95753 (1)	266583 (1)	62847 (1)	82244 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0.76	92942 (1)	257033 (1)	35955 (1)	45595 (1)	-37653 (1)	-48830 (1)
21	1.52	92357 (1)	253481 (1)	18283 (1)	26012 (1)	-58818 (1)	-76228 (1)
31	2.28	92114 (1)	250386 (1)	2610 (1)	4913 (1)	-67064 (1)	-88564 (1)
41	3.04	91415 (1)	246132 (1)	-8638 (1)	-10714 (1)	-64935 (1)	-86590 (1)
51	3.80	90259 (1)	240721 (1)	-15817 (1)	-20770 (1)	-55670 (1)	-74672 (1)
61	4.56	88646 (1)	234150 (1)	-19246 (1)	-25681 (1)	-42250 (1)	-56897 (1)
71	5.32	86449 (1)	226055 (1)	-19180 (1)	-25791 (1)	-27433 (1)	-37050 (1)
81	6.08	83680 (1)	216547 (1)	-15800 (1)	-21343 (1)	-13808 (1)	-18690 (1)
91	6.84	80409 (1)	205765 (1)	-9206 (1)	-12474 (1)	-3856 (1)	-5228 (1)
101	7.60	76635 (1)	0 (0)	-560 (1)	-760 (1)	0 (0)	0 (1)

#### Palo n° 8

n°	Y [m]	Ne [kg]	Nr [kg]	Te [kg]	Tr [kg]	Me [kgm]	Mr [kgm]
1	0.00	78184 (1)	266583 (1)	49152 (1)	67163 (1)	0 (0)	0 (1)
11	0.76	76001 (1)	257033 (1)	28629 (1)	38155 (1)	-29638 (1)	-40138 (1)
21	1.52	75674 (1)	253481 (1)	13573 (1)	19943 (1)	-46089 (1)	-62743 (1)
31	2.28	75631 (1)	250386 (1)	1648 (1)	3016 (1)	-52105 (1)	-71800 (1)
41	3.04	75208 (1)	246132 (1)	-6891 (1)	-9144 (1)	-50234 (1)	-69647 (1)
51	3.80	74404 (1)	240721 (1)	-12320 (1)	-16917 (1)	-42953 (1)	-59776 (1)
61	4.56	73219 (1)	234150 (1)	-14885 (1)	-20645 (1)	-32540 (1)	-45400 (1)
71	5.32	71548 (1)	226055 (1)	-14783 (1)	-20605 (1)	-21101 (1)	-29494 (1)
81	6.08	69400 (1)	216547 (1)	-12152 (1)	-16988 (1)	-10610 (1)	-14852 (1)
91	6.84	66834 (1)	205765 (1)	-7071 (1)	-9904 (1)	-2960 (1)	-4148 (1)
101	7.60	63850 (1)	194972 (1)	-429 (1)	-602 (1)	0 (0)	0 (1)

### Verifiche strutturali

#### Verifica a flessione

#### Piastra

##### Simbologia adottata

Is	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale, S: direzione secondaria)
A <sub>fi</sub>	Area di armatura lembo inferiore espressa in [cmq]
A <sub>fs</sub>	Area di armatura lembo superiore espressa in [cmq]
M <sub>u</sub>	Momento ultimo espresso in [kgm]
N <sub>u</sub>	Sforzo normale ultimo espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza

Is	A <sub>fi</sub> [cmq]	A <sub>fs</sub> [cmq]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	FS
1-1-P	10.05	10.05	-10166	-69958	13.609
1-2-P	10.05	10.05	-20697	-59320	24.305
1-3-P	10.05	10.05	59122	-20569	18.303
1-4-P	10.05	10.05	50815	-28938	13.151
1-5-P	10.05	10.05	49508	-30255	10.303
1-6-P	10.05	10.05	51188	-28561	8.571
1-7-P	10.05	10.05	54125	-25603	8.167
1-8-P	10.05	10.05	59997	-19688	9.115
1-9-P	10.05	10.05	66161	-13478	11.259
1-10-P	10.05	10.05	60042	-19642	16.760
1-11-P	10.05	10.05	42850	-36962	8.463
1-12-P	10.05	10.05	35238	-44633	5.675

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	FS
1-13-P	10.05	10.05	38166	-41680	4.599
1-14-P	10.05	10.05	48045	-31728	4.422
1-15-P	10.05	10.05	53405	-26328	5.200
1-16-P	10.05	10.05	58327	-21370	8.703
1-17-P	10.05	10.05	78989	-554	17.559
1-18-P	10.05	10.05	-62727	-16959	26.657
1-19-P	10.05	10.05	-54794	-24962	48.342
2-1-P	10.05	10.05	49289	-30475	30.191
2-2-P	10.05	10.05	88682	9454	25.313
2-3-P	10.05	10.05	85253	5908	20.269
2-4-P	10.05	10.05	81483	2010	16.270
2-5-P	10.05	10.05	78480	-1067	13.524
2-6-P	10.05	18.10	78864	-725	12.503
2-7-P	10.05	18.10	87077	7722	14.435
2-8-P	10.05	10.05	38039	3401	7.119
2-9-P	10.05	10.05	-21806	-32114	10.538
2-10-P	10.05	10.05	17441	-41598	12.719
2-11-P	10.05	10.05	19282	-37588	11.630
2-12-P	10.05	10.05	25219	-24657	9.608
2-13-P	10.05	10.05	29757	-8851	7.958
2-14-P	10.05	10.05	37615	13212	7.755
2-15-P	10.05	10.05	-30978	-1981	6.644
2-16-P	10.05	10.05	-29915	-4642	7.269
2-17-P	10.05	18.10	-107376	-35713	34.005
2-18-P	10.05	18.10	-101659	-41537	46.672
2-19-P	10.05	10.05	-54532	-25226	38.981
3-1-P	10.05	10.05	98894	20014	27.311
3-2-P	10.05	10.05	96104	17128	23.277
3-3-P	10.05	10.05	90654	11493	19.431
3-4-P	10.05	10.05	80609	1106	14.902
3-5-P	10.05	10.05	76481	-3081	13.446
3-6-P	10.05	20.11	75368	-4253	13.946
3-7-P	10.05	20.11	95593	16479	24.011
3-8-P	10.05	10.05	27480	5398	9.649
3-9-P	10.05	10.05	30228	14299	15.360
3-10-P	10.05	10.05	37073	36467	26.862
3-11-P	10.05	10.05	-29841	12763	42.566
3-12-P	10.05	10.05	-19395	-19718	39.746
3-13-P	10.05	10.05	-11901	-42736	45.713
3-14-P	10.05	10.05	-37613	38466	24.956
3-15-P	10.05	10.05	-30235	14064	19.663
3-16-P	10.05	10.05	-23850	-6032	17.191
3-17-P	10.05	20.11	36958	-42911	32.844
3-18-P	10.05	20.11	46297	-33511	34.048
3-19-P	10.05	10.05	71511	-8088	47.028
4-1-P	10.05	10.05	-84893	5577	18.986
4-2-P	10.05	10.05	87487	8218	15.525
4-3-P	10.05	10.05	84772	5411	11.280
4-4-P	10.05	10.05	83182	3767	8.762
4-5-P	10.05	10.05	87472	8203	7.228
4-6-P	10.05	14.07	98985	20047	7.228
4-7-P	10.05	14.07	118317	40002	8.090
4-8-P	10.05	10.05	78920	29800	5.570
4-9-P	10.05	10.05	86525	41099	7.146
4-10-P	10.05	10.05	104109	67222	10.674
4-11-P	10.05	10.05	-39557	-25475	10.092
4-12-P	10.05	10.05	-32148	-35694	7.408
4-13-P	10.05	10.05	-26469	-45678	4.915
4-14-P	10.05	10.05	16975	-59557	4.916
4-15-P	10.05	10.05	-28429	-45657	6.625
4-16-P	10.05	10.05	-34305	-38537	9.628
4-17-P	10.05	14.07	13822	-66265	12.473
4-18-P	10.05	14.07	11167	-68947	19.797
4-19-P	10.05	10.05	-32371	-47558	24.409
5-1-P	10.05	10.05	-40470	-39410	11.499
5-2-P	10.05	10.05	79692	158	14.856
5-3-P	10.05	10.05	111354	32897	9.995
5-4-P	10.05	10.05	123798	45926	7.232
5-5-P	10.05	10.05	134886	58069	5.702
5-6-P	10.05	10.05	148985	73510	5.330
5-7-P	10.05	10.05	81861	2401	4.747
5-8-P	10.05	10.05	73629	-5954	5.159
5-9-P	10.05	10.05	-66955	-12694	5.829
5-10-P	10.05	10.05	-63521	-16158	6.143
5-11-P	10.05	10.05	-63954	-15721	6.258
5-12-P	10.05	10.05	-64339	-15334	6.220
5-13-P	10.05	10.05	-65330	-14334	6.405
5-14-P	10.05	10.05	-70192	-9429	7.486
5-15-P	10.05	10.05	-74716	-4865	9.741
5-16-P	10.05	10.05	-77639	-1916	14.325
5-17-P	10.05	10.05	-78273	-1277	20.054
5-18-P	10.05	10.05	-74405	-5179	27.315
5-19-P	10.05	10.05	-64507	-15164	36.467
6-1-P	10.05	10.05	-102633	24055	12.268
6-2-P	10.05	10.05	-109879	31602	36.228
6-3-P	10.05	10.05	144250	68324	13.567
6-4-P	10.05	10.05	133814	56895	6.369
6-5-P	10.05	10.05	-68540	-11095	3.374
6-6-P	10.05	10.05	-68398	-11238	2.546
6-7-P	10.05	10.05	-68845	-10788	2.826
6-8-P	10.05	10.05	69593	-10020	3.562
6-9-P	10.05	10.05	70630	-8975	4.375

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	FS
6-10-P	10.05	10.05	73003	-6584	5.474
6-11-P	10.05	10.05	-78915	-630	6.660
6-12-P	10.05	10.05	-87378	8165	7.977
6-13-P	10.05	10.05	-92245	13235	8.915
6-14-P	10.05	10.05	-85428	6134	8.768
6-15-P	10.05	10.05	-74442	-5142	9.499
6-16-P	10.05	10.05	-59130	-20588	11.097
6-17-P	10.05	10.05	-56098	-23646	14.285
6-18-P	10.05	10.05	-59068	-20651	20.387
6-19-P	10.05	10.05	-62584	-17103	31.628
7-1-P	10.05	10.05	78999	-544	7.661
7-2-P	10.05	10.05	78388	-1160	13.760
7-3-P	10.05	10.05	132472	55425	12.805
7-4-P	10.05	10.05	137226	60631	7.138
7-5-P	10.05	10.05	69519	-10095	3.748
7-6-P	10.05	10.05	70061	-9549	3.010
7-7-P	10.05	10.05	69962	-9648	2.902
7-8-P	10.05	10.05	69996	-9615	3.246
7-9-P	10.05	10.05	69276	-10339	4.036
7-10-P	10.05	10.05	-69772	-9852	4.931
7-11-P	10.05	10.05	-72322	-7281	5.744
7-12-P	10.05	10.05	-77089	-2472	6.786
7-13-P	10.05	10.05	-83857	4498	7.996
7-14-P	10.05	10.05	-90359	11270	9.417
7-15-P	10.05	10.05	-92618	13623	11.044
7-16-P	10.05	10.05	-85898	6624	13.546
7-17-P	10.05	10.05	-74467	-5117	16.742
7-18-P	10.05	10.05	-72122	-7482	22.681
7-19-P	10.05	10.05	-64228	-15445	31.843
8-1-P	10.05	10.05	-69654	-9972	6.479
8-2-P	10.05	10.05	-55757	-23990	8.116
8-3-P	10.05	10.05	-49986	-29812	6.752
8-4-P	10.05	10.05	-50638	-29154	4.601
8-5-P	10.05	10.05	-54424	-25335	3.081
8-6-P	10.05	10.05	-60460	-19246	3.047
8-7-P	10.05	10.05	69450	-10164	3.295
8-8-P	10.05	10.05	78783	-762	3.974
8-9-P	10.05	10.05	91690	12564	5.436
8-10-P	10.05	10.05	105386	26726	7.448
8-11-P	10.05	10.05	-124819	47164	10.694
8-12-P	10.05	10.05	-136243	59064	11.672
8-13-P	10.05	10.05	-130825	53421	11.142
8-14-P	10.05	10.05	-97660	18876	8.694
8-15-P	10.05	10.05	-83857	4498	8.696
8-16-P	10.05	10.05	-75217	-4360	11.618
8-17-P	10.05	10.05	-73023	-6573	17.700
8-18-P	10.05	10.05	-77174	-2386	27.583
8-19-P	10.05	10.05	-68877	-10755	39.618
9-1-P	10.05	10.05	-71801	-7806	9.068
9-2-P	10.05	10.05	-61458	-18240	8.070
9-3-P	10.05	10.05	-53636	-26130	5.804
9-4-P	10.05	10.05	-51259	-28528	3.921
9-5-P	10.05	10.05	-48822	-30986	3.256
9-6-P	10.05	10.05	-48415	-31397	2.622
9-7-P	10.05	10.05	52371	-27370	3.266
9-8-P	10.05	10.05	98128	19221	4.263
9-9-P	10.05	10.05	112389	33967	5.469
9-10-P	10.05	10.05	141923	65775	8.304
9-11-P	10.05	10.05	227550	159549	17.409
9-12-P	10.05	10.05	817343	1070901	95.603
9-13-P	10.05	10.05	-863824	1229169	104.127
9-14-P	10.05	10.05	-193057	121415	14.693
9-15-P	10.05	10.05	-128338	50830	10.801
9-16-P	10.05	10.05	-103149	24592	13.834
9-17-P	10.05	10.05	-103385	24839	20.063
9-18-P	10.05	10.05	4518	-75663	22.828
9-19-P	10.05	10.05	15381	-64690	53.912
10-1-S	10.05	10.05	108842	30392	115.602
10-2-S	10.05	10.05	-39244	-40637	13.969
10-3-S	10.05	10.05	-24404	-55576	5.933
10-4-S	10.05	10.05	-21299	-58713	3.745
10-5-S	10.05	10.05	-23294	-56697	2.281
10-6-S	10.05	10.05	-25888	-54079	1.620
10-7-S	10.05	10.05	-29836	-50106	1.347
10-8-S	10.05	10.05	-34156	-45758	1.182
10-9-S	10.05	10.05	-37204	-42690	1.041
10-10-S	16.08	16.08	-62496	-65288	1.469
10-11-S	16.08	16.08	-66070	-61669	1.305
10-12-S	16.08	16.08	-68817	-58878	1.164
10-13-S	20.11	20.11	-84552	-75059	1.224
10-14-S	20.11	20.11	-82728	-76917	1.031
10-15-S	20.11	20.11	-76109	-83626	1.043
10-16-S	20.11	20.11	-73353	-86404	1.069
10-17-S	20.11	20.11	-72467	-87297	1.146
10-18-S	16.08	16.08	-57350	-70474	1.038
10-19-S	16.08	16.08	-56309	-71523	1.192
10-20-S	16.08	16.08	-54833	-73010	1.376
10-21-S	16.08	16.08	-59558	-68249	1.434
10-22-S	16.08	16.08	-64215	-63553	1.479
10-23-S	16.08	16.08	-63331	-64447	1.582
10-24-S	10.05	10.05	-37030	-42865	1.093
10-25-S	10.05	10.05	-30799	-49136	1.245

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	FS
10-26-S	10.05	10.05	-25777	-54191	1.410
10-27-S	10.05	10.05	-26306	-53658	1.676
10-28-S	10.05	10.05	-28800	-51148	2.200
10-29-S	10.05	10.05	-29625	-50319	3.542
10-30-S	10.05	10.05	-39693	-40186	7.480
10-31-S	10.05	10.05	-135688	58596	21.814
10-32-S	10.05	10.05	-353128	306961	48.904
10-33-S	10.05	10.05	-135276	58166	14.705
10-34-S	10.05	10.05	78281	-1205	5.708
10-35-S	10.05	10.05	75298	-4214	6.088
10-36-S	10.05	10.05	69650	-9913	9.368
10-37-S	10.05	10.05	62216	-17413	17.716
11-1-S	8.04	8.04	-38443	-25419	15.892
11-2-S	8.04	8.04	-29637	-34286	8.792
11-3-S	8.04	8.04	-23455	-40503	5.481
11-4-S	8.04	8.04	-18374	-45621	2.767
11-5-S	8.04	8.04	-19707	-44275	1.772
11-6-S	8.04	8.04	-21824	-38684	1.352
11-7-S	8.04	8.04	-22967	-37353	1.146
11-8-S	8.04	8.04	-26093	-34493	1.029
11-9-S	12.06	12.06	-43432	-48862	1.441
11-10-S	12.06	12.06	-45374	-45553	1.271
11-11-S	12.06	14.07	-55981	-49710	1.373
11-12-S	12.06	14.07	-57508	-47995	1.246
11-13-S	16.08	16.08	-66065	-54446	1.229
11-14-S	16.08	16.08	-65416	-55177	1.128
11-15-S	16.08	18.10	-70517	-73232	1.322
11-16-S	16.08	18.10	-70263	-73487	1.366
11-17-S	16.08	16.08	-63650	-64125	1.291
11-18-S	12.06	14.07	-56520	-55282	1.247
11-19-S	12.06	14.07	-57421	-54367	1.404
11-20-S	12.06	12.06	-50136	-45682	1.321
11-21-S	12.06	12.06	-55023	-40735	1.344
11-22-S	12.06	12.06	-58863	-36847	1.366
11-23-S	12.06	12.06	-60567	-35122	1.356
11-24-S	12.06	12.06	-59326	-36378	1.467
11-25-S	8.04	8.04	-38269	-25595	1.061
11-26-S	8.04	8.04	-36340	-27539	1.157
11-27-S	8.04	8.04	-37492	-26378	1.303
11-28-S	8.04	8.04	-40231	-23618	1.646
11-29-S	8.04	8.04	-45497	-18312	2.184
11-30-S	8.04	8.04	-57275	-6443	2.948
11-31-S	8.04	8.04	-78544	15487	3.889
11-32-S	8.04	8.04	-96384	34059	4.660
11-33-S	8.04	8.04	-84009	21175	4.055
11-34-S	8.04	8.04	-74960	11755	4.447
11-35-S	8.04	8.04	72720	9353	4.747
11-36-S	8.04	8.04	72327	8947	5.515
11-37-S	8.04	8.04	74100	10779	7.411
12-1-S	10.05	10.05	28028	-51916	15.687
12-2-S	10.05	10.05	-25199	-54773	11.899
12-3-S	10.05	10.05	-25426	-54544	9.696
12-4-S	10.05	20.11	16851	-63205	7.751
12-5-S	10.05	20.11	8278	-71865	4.789
12-6-S	10.05	10.05	-15017	-33111	4.240
12-7-S	10.05	10.05	-14265	-35428	3.791
12-8-S	10.05	10.05	-12988	-39364	3.779
12-9-S	10.05	10.05	-14639	-34277	3.228
12-10-S	10.05	10.05	-15668	-31106	2.887
12-11-S	10.05	10.05	-16662	-28043	2.632
12-12-S	10.05	10.05	-18072	-23697	2.181
12-13-S	10.05	10.05	-18884	-21197	2.002
12-14-S	10.05	10.05	-20015	-17712	1.885
12-15-S	10.05	20.11	2276	-77928	3.202
12-16-S	10.05	20.11	4504	-75677	3.711
12-17-S	10.05	10.05	-43438	-36406	1.979
12-18-S	10.05	10.05	-45571	-34251	1.856
12-19-S	10.05	10.05	-48087	-31709	1.814
12-20-S	10.05	10.05	-50696	-29074	1.773
12-21-S	10.05	10.05	-52687	-27062	1.746
12-22-S	10.05	10.05	-54013	-25722	1.751
12-23-S	10.05	10.05	-55242	-24481	1.800
12-24-S	10.05	10.05	-56491	-23220	1.910
12-25-S	10.05	10.05	-57689	-22009	2.078
12-26-S	10.05	10.05	-59000	-20685	2.280
12-27-S	10.05	10.05	-61240	-18422	2.517
12-28-S	10.05	10.05	-64247	-15383	2.794
12-29-S	10.05	10.05	-67851	-11743	3.159
12-30-S	10.05	10.05	-73790	-5743	3.674
12-31-S	10.05	10.05	-80926	1512	4.191
12-32-S	10.05	10.05	-84486	5223	4.594
12-33-S	10.05	10.05	-87308	8165	5.158
12-34-S	10.05	10.05	-86137	6944	6.035
12-35-S	10.05	10.05	-87101	7950	7.597
12-36-S	10.05	10.05	-86411	7230	10.106
12-37-S	10.05	10.05	-75445	-4071	13.893
13-1-S	8.04	8.04	-43626	-20197	41.106
13-2-S	8.04	8.04	-43039	-20789	25.603
13-3-S	8.04	8.04	-49848	-13928	15.982
13-4-S	8.04	16.08	40111	-23727	7.849
13-5-S	8.04	16.08	15846	-48175	4.069
13-6-S	8.04	8.04	7206	-41306	5.499

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
13-7-S	8.04	8.04	-5954	-45329	5.748
13-8-S	8.04	8.04	-7036	-41946	5.241
13-9-S	8.04	8.04	-8741	-36618	5.606
13-10-S	8.04	8.04	-12751	-24304	4.576
13-11-S	8.04	8.04	-15514	-15837	4.790
13-12-S	8.04	8.04	-18286	-7340	3.895
13-13-S	8.04	8.04	-15963	-14460	2.661
13-14-S	8.04	8.04	-14436	-19140	1.696
13-15-S	8.04	16.08	1005	-63166	1.473
13-16-S	8.04	16.08	2670	-61484	2.151
13-17-S	8.04	8.04	-38564	-25298	1.715
13-18-S	8.04	8.04	-43762	-20060	1.784
13-19-S	8.04	8.04	-49711	-14065	1.897
13-20-S	8.04	8.04	-57940	-5773	2.162
13-21-S	8.04	8.04	-66924	3389	2.449
13-22-S	8.04	8.04	-77018	13898	2.749
13-23-S	8.04	8.04	-67381	3864	2.303
13-24-S	8.04	8.04	-57311	-6406	1.909
13-25-S	8.04	8.04	-48870	-14913	1.870
13-26-S	8.04	8.04	-46410	-17392	2.037
13-27-S	8.04	8.04	-55259	-8474	2.721
13-28-S	8.04	8.04	-64758	1134	3.486
13-29-S	8.04	8.04	-80546	17570	4.697
13-30-S	8.04	8.04	39485	-24337	6.028
13-31-S	8.04	8.04	34293	-29562	7.659
13-32-S	8.04	8.04	22489	-41465	11.179
13-33-S	8.04	8.04	-119639	58269	7.125
13-34-S	8.04	8.04	-67751	4250	4.260
13-35-S	8.04	8.04	-45021	-18791	5.030
13-36-S	8.04	8.04	-37208	-26664	6.573
13-37-S	8.04	8.04	-31303	-32612	11.344
14-1-S	10.05	10.05	-64289	-15342	65.061
14-2-S	10.05	10.05	-72161	-7389	36.279
14-3-S	10.05	10.05	-3513	-76677	11.745
14-4-S	10.05	12.06	17253	-62799	10.336
14-5-S	10.05	12.06	7968	-72177	7.326
14-6-S	10.05	10.05	-19619	-57280	5.995
14-7-S	10.05	10.05	-29319	-45973	4.819
14-8-S	10.05	10.05	-36763	-37299	4.004
14-9-S	10.05	10.05	-47913	-24285	3.370
14-10-S	10.05	10.05	-56504	-14258	3.035
14-11-S	10.05	10.05	-65301	-3991	2.887
14-12-S	10.05	10.05	-71093	4367	2.529
14-13-S	10.05	10.05	-76651	5274	2.326
14-14-S	10.05	10.05	-59326	-13932	1.637
14-15-S	10.05	12.06	-61032	-34644	1.699
14-16-S	10.05	12.06	-66772	-28829	1.969
14-17-S	10.05	10.05	-68554	-11033	2.086
14-18-S	10.05	10.05	-80656	1231	2.466
14-19-S	10.05	10.05	-91409	12440	2.854
14-20-S	10.05	10.05	-104396	25978	3.388
14-21-S	10.05	10.05	38197	-41646	3.499
14-22-S	10.05	10.05	35873	-43991	3.739
14-23-S	10.05	10.05	32847	-47047	4.251
14-24-S	10.05	10.05	-112572	34500	4.275
14-25-S	10.05	10.05	-107294	28998	4.495
14-26-S	10.05	10.05	33190	-46701	4.384
14-27-S	10.05	10.05	34194	-45687	4.338
14-28-S	10.05	10.05	35213	-44658	4.496
14-29-S	10.05	10.05	35613	-44254	4.929
14-30-S	10.05	10.05	34698	-45178	5.855
14-31-S	10.05	10.05	32295	-47606	7.575
14-32-S	10.05	10.05	25689	-54278	11.518
14-33-S	10.05	10.05	-16699	-63358	19.369
14-34-S	10.05	10.05	-160825	86429	16.781
14-35-S	10.05	10.05	-194516	123901	32.318
14-36-S	10.05	10.05	-179677	107397	44.161
14-37-S	10.05	10.05	-95560	16767	37.267

## Pali in c.a.

### Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
Af	Area armatura, espresso in [cmq]
Mu	Momento ultimo, espresso in [kgm]
Nu	Sforzo normale ultimo, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza

### Palo n° 1

Y [m]	Af [cmq]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
0.00	81.68	0	-325919	22.688
0.76	81.68	87385	-29683	2.323
1.52	81.68	90068	-17725	1.533
2.28	81.68	90852	-14114	1.356
3.04	81.68	91118	-12888	1.405

Y [m]	A <sub>r</sub> [cmq]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	FS
3.80	81.68	91118	-12887	1.639
4.56	81.68	90887	-13952	2.154
5.32	81.68	90341	-16466	3.297
6.08	81.68	89126	-22060	6.462
6.84	81.68	85071	-38636	22.089
7.60	81.68	0	0	1000.000

Palo n° 2

Y [m]	A <sub>r</sub> [cmq]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	FS
0.00	65.97	0	-263243	10.033
0.76	65.97	64759	-50473	2.186
1.52	65.97	69529	-32053	1.509
2.28	65.97	70922	-26671	1.362
3.04	65.97	71329	-25099	1.421
3.80	65.97	71181	-25672	1.658
4.56	65.97	70512	-28258	2.168
5.32	65.97	69133	-33581	3.278
6.08	65.97	66299	-44525	6.251
6.84	65.97	58440	-73219	19.750
7.60	65.97	0	0	1000.000

Palo n° 3

Y [m]	A <sub>r</sub> [cmq]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	FS
0.00	75.40	0	971523	51.625
0.76	75.40	97503	51882	2.766
1.52	75.40	93897	32941	1.707
2.28	75.40	93286	29735	1.492
3.04	75.40	93654	31668	1.549
3.80	75.40	94892	38171	1.833
4.56	75.40	97605	52421	2.485
5.32	75.40	103215	85843	4.050
6.08	75.40	117079	193084	9.130
6.84	75.40	106335	622766	29.705
7.60	75.40	0	971523	47.056

Palo n° 4

Y [m]	A <sub>r</sub> [cmq]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	FS
0.00	59.69	0	908847	18.641
0.76	59.69	74820	16460	2.874
1.52	59.69	73897	11824	1.829
2.28	59.69	73882	11751	1.620
3.04	59.69	74226	13478	1.690
3.80	59.69	74976	17244	1.998
4.56	59.69	76485	24826	2.692
5.32	59.69	79954	42250	4.341
6.08	59.69	90831	99691	9.809
6.84	59.69	18897	908847	20.611
7.60	59.69	0	908847	21.419

Palo n° 5

Y [m]	A <sub>r</sub> [cmq]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	FS
0.00	69.12	0	946453	16.851
0.76	69.12	109351	169800	3.100
1.52	69.12	99309	98813	1.804
2.28	69.12	97313	85505	1.555
3.04	69.12	97802	88764	1.617
3.80	69.12	100328	105609	1.937
4.56	69.12	106365	145869	2.707
5.32	69.12	116469	241491	4.567
6.08	69.12	116625	468148	9.090
6.84	69.12	62133	864285	17.348
7.60	69.12	0	946453	19.790

Palo n° 6

Y [m]	A <sub>r</sub> [cmq]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	FS
0.00	59.69	0	908847	16.407
0.76	59.69	98640	150998	3.789
1.52	59.69	89108	88374	2.205
2.28	59.69	86892	77107	1.906
3.04	59.69	87693	81128	1.997
3.80	59.69	90560	97916	2.413
4.56	59.69	96487	136848	3.396

Y [m]	A <sub>r</sub> [cmq]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	FS
5.32	59.69	107682	232390	5.846
6.08	59.69	109837	461765	11.861
6.84	59.69	25039	908847	18.463
7.60	59.69	0	908847	19.229

### Palo n° 7

Y [m]	A <sub>r</sub> [cmq]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	FS
0.00	75.40	0	971523	10.146
0.76	75.40	124942	308403	3.318
1.52	75.40	115983	182120	1.972
2.28	75.40	113341	155677	1.690
3.04	75.40	113793	160197	1.752
3.80	75.40	116690	189193	2.096
4.56	75.40	122582	257194	2.901
5.32	75.40	125275	394783	4.567
6.08	75.40	104775	634964	7.588
6.84	75.40	46135	962156	11.966
7.60	75.40	0	971523	12.677

### Palo n° 8

Y [m]	A <sub>r</sub> [cmq]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	FS
0.00	59.69	0	908847	11.624
0.76	59.69	111098	284897	3.749
1.52	59.69	100840	165569	2.188
2.28	59.69	97112	140959	1.864
3.04	59.69	97986	146699	1.951
3.80	59.69	101973	176639	2.374
4.56	59.69	108993	245247	3.349
5.32	59.69	113246	383995	5.367
6.08	59.69	94844	620369	8.939
6.84	59.69	40255	908847	13.599
7.60	59.69	0	908847	14.234

### Verifica a taglio

### Piastra

#### Simbologia adottata

Is	Indice tratto-sezione-direzione (P: direzione principale S: direzione secondaria)
B	Base sezione su cui agisce il taglio, espresso in [cm]
H	Altezza sezione su cui agisce il taglio, espresso in [cm]
V <sub>Rcd</sub>	Taglio resistente a compressione, espresso in [kg]
V <sub>Rsd</sub>	Taglio resistente a trazione, espresso in [kg]
V <sub>Rd</sub>	Taglio resistente, espresso in [kg]
T	Taglio agente nella sezione, espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza

Is	B [cm]	H [cm]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
1-1-P	98	205	0	0	57754	12748	4.531
1-2-P	98	205	0	0	57754	12748	4.531
1-3-P	98	205	0	0	57754	12748	4.531
1-4-P	98	205	0	0	57754	12076	4.783
1-5-P	98	205	0	0	57754	12076	4.783
1-6-P	98	205	0	0	57754	12076	4.783
1-7-P	98	205	0	0	57754	12076	4.783
1-8-P	98	205	0	0	57754	12076	4.783
1-9-P	98	205	0	0	57754	12076	4.783
1-10-P	98	205	0	0	57754	5787	9.980
1-11-P	98	205	0	0	57754	5787	9.980
1-12-P	98	205	0	0	57754	5787	9.980
1-13-P	98	205	0	0	57754	5787	9.980
1-14-P	98	205	0	0	57754	5787	9.980
1-15-P	98	205	0	0	57754	5787	9.980
1-16-P	98	205	0	0	57754	5787	9.980
1-17-P	98	205	0	0	57754	5787	9.980
1-18-P	98	205	0	0	57754	5787	9.980
1-19-P	98	205	0	0	57754	5787	9.980
2-1-P	98	205	0	0	57754	572	100.000
2-2-P	98	205	0	0	57754	572	100.000
2-3-P	98	205	0	0	57754	572	100.000
2-4-P	98	205	0	0	57754	2169	26.628
2-5-P	98	205	0	0	57754	2169	26.628
2-6-P	98	205	0	0	57754	2169	26.628
2-7-P	98	205	0	0	57754	2572	22.459
2-8-P	98	97	0	0	31430	2572	12.222
2-9-P	98	97	0	0	31430	2572	12.222
2-10-P	98	97	0	0	31430	572	54.918

Is	B [cm]	H [cm]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
2-11-P	98	97	0	0	31430	572	54.918
2-12-P	98	97	0	0	31430	572	54.918
2-13-P	98	97	0	0	31430	6297	4.992
2-14-P	98	97	0	0	31430	6297	4.992
2-15-P	98	97	0	0	31430	6297	4.992
2-16-P	98	97	0	0	31430	5188	6.059
2-17-P	98	205	0	0	57754	5188	11.133
2-18-P	98	205	0	0	57754	5188	11.133
2-19-P	98	205	0	0	57754	5188	11.133
3-1-P	98	205	0	0	57754	1405	41.102
3-2-P	98	205	0	0	57754	1405	41.102
3-3-P	98	205	0	0	57754	1405	41.102
3-4-P	98	205	0	0	57754	2229	25.915
3-5-P	98	205	0	0	57754	2229	25.915
3-6-P	98	205	0	0	57754	2229	25.915
3-7-P	98	205	0	0	57754	1405	41.102
3-8-P	98	70	0	0	24352	1405	17.331
3-9-P	98	70	0	0	24352	1405	17.331
3-10-P	98	70	0	0	24352	2138	11.390
3-11-P	98	70	0	0	24352	2138	11.390
3-12-P	98	70	0	0	24352	2138	11.390
3-13-P	98	70	0	0	24352	3469	7.019
3-14-P	98	70	0	0	24352	3469	7.019
3-15-P	98	70	0	0	24352	3469	7.019
3-16-P	98	70	0	0	24352	5008	4.863
3-17-P	98	205	0	0	57754	5008	11.533
3-18-P	98	205	0	0	57754	5008	11.533
3-19-P	98	205	0	0	57754	490	100.000
4-1-P	98	205	0	0	57754	17667	3.269
4-2-P	98	205	0	0	57754	5267	10.965
4-3-P	98	205	0	0	57754	5267	10.965
4-4-P	98	205	0	0	57754	11457	5.041
4-5-P	98	205	0	0	57754	11457	5.041
4-6-P	98	205	0	0	57754	8767	6.588
4-7-P	98	205	0	0	57754	8767	6.588
4-8-P	98	151	0	0	44866	8767	5.118
4-9-P	98	151	0	0	44866	10933	4.104
4-10-P	98	151	0	0	44866	10933	4.104
4-11-P	98	151	0	0	44866	17310	2.592
4-12-P	98	151	0	0	44866	17310	2.592
4-13-P	98	151	0	0	44866	17310	2.592
4-14-P	98	151	0	0	44866	9444	4.751
4-15-P	98	151	0	0	44866	9444	4.751
4-16-P	98	151	0	0	44866	2444	18.359
4-17-P	98	205	0	0	57754	2444	23.633
4-18-P	98	205	0	0	57754	2444	23.633
4-19-P	98	205	0	0	57754	2444	23.633
5-1-P	98	205	0	0	57754	11625	4.968
5-2-P	98	205	0	0	57754	11625	4.968
5-3-P	98	205	0	0	57754	11625	4.968
5-4-P	98	205	0	0	57754	11625	4.968
5-5-P	98	205	0	0	57754	11625	4.968
5-6-P	98	205	0	0	57754	11625	4.968
5-7-P	98	205	0	0	57754	11625	4.968
5-8-P	98	205	0	0	57754	11625	4.968
5-9-P	98	205	0	0	57754	11625	4.968
5-10-P	98	205	0	0	57754	8150	7.086
5-11-P	98	205	0	0	57754	8150	7.086
5-12-P	98	205	0	0	57754	8150	7.086
5-13-P	98	205	0	0	57754	8150	7.086
5-14-P	98	205	0	0	57754	8150	7.086
5-15-P	98	205	0	0	57754	8150	7.086
5-16-P	98	205	0	0	57754	8150	7.086
5-17-P	98	205	0	0	57754	8150	7.086
5-18-P	98	205	0	0	57754	8150	7.086
5-19-P	98	205	0	0	57754	8150	7.086
6-1-P	98	205	0	0	57754	11645	4.960
6-2-P	98	205	0	0	57754	11645	4.960
6-3-P	98	205	0	0	57754	11645	4.960
6-4-P	98	205	0	0	57754	11645	4.960
6-5-P	98	205	0	0	57754	11645	4.960
6-6-P	98	205	0	0	57754	11645	4.960
6-7-P	98	205	0	0	57754	11645	4.960
6-8-P	98	205	0	0	57754	11645	4.960
6-9-P	98	205	0	0	57754	11645	4.960
6-10-P	98	205	0	0	57754	19558	2.953
6-11-P	98	205	0	0	57754	19558	2.953
6-12-P	98	205	0	0	57754	19558	2.953
6-13-P	98	205	0	0	57754	19558	2.953
6-14-P	98	205	0	0	57754	19558	2.953
6-15-P	98	205	0	0	57754	6359	9.082
6-16-P	98	205	0	0	57754	6359	9.082
6-17-P	98	205	0	0	57754	6359	9.082
6-18-P	98	205	0	0	57754	6359	9.082
6-19-P	98	205	0	0	57754	6359	9.082
7-1-P	98	205	0	0	57754	2836	20.368
7-2-P	98	205	0	0	57754	2836	20.368
7-3-P	98	205	0	0	57754	2836	20.368
7-4-P	98	205	0	0	57754	2836	20.368
7-5-P	98	205	0	0	57754	2836	20.368
7-6-P	98	205	0	0	57754	2836	20.368
7-7-P	98	205	0	0	57754	2836	20.368



Is	B [cm]	H [cm]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
7-8-P	98	205	0	0	57754	2836	20.368
7-9-P	98	205	0	0	57754	18228	3.168
7-10-P	98	205	0	0	57754	18070	3.196
7-11-P	98	205	0	0	57754	18070	3.196
7-12-P	98	205	0	0	57754	18070	3.196
7-13-P	98	205	0	0	57754	18070	3.196
7-14-P	98	205	0	0	57754	18070	3.196
7-15-P	98	205	0	0	57754	3132	18.440
7-16-P	98	205	0	0	57754	3132	18.440
7-17-P	98	205	0	0	57754	3132	18.440
7-18-P	98	205	0	0	57754	3132	18.440
7-19-P	98	205	0	0	57754	3132	18.440
8-1-P	98	205	0	0	57754	6940	8.322
8-2-P	98	205	0	0	57754	6940	8.322
8-3-P	98	205	0	0	57754	6940	8.322
8-4-P	98	205	0	0	57754	6940	8.322
8-5-P	98	205	0	0	57754	6940	8.322
8-6-P	98	205	0	0	57754	6940	8.322
8-7-P	98	205	0	0	57754	17728	3.258
8-8-P	98	205	0	0	57754	17728	3.258
8-9-P	98	205	0	0	57754	17728	3.258
8-10-P	98	205	0	0	57754	16567	3.486
8-11-P	98	205	0	0	57754	16567	3.486
8-12-P	98	205	0	0	57754	16567	3.486
8-13-P	98	205	0	0	57754	16567	3.486
8-14-P	98	205	0	0	57754	16567	3.486
8-15-P	98	205	0	0	57754	5775	10.000
8-16-P	98	205	0	0	57754	5775	10.000
8-17-P	98	205	0	0	57754	5775	10.000
8-18-P	98	205	0	0	57754	5775	10.000
8-19-P	98	205	0	0	57754	5775	10.000
9-1-P	98	205	0	0	57754	7436	7.767
9-2-P	98	205	0	0	57754	7436	7.767
9-3-P	98	205	0	0	57754	7436	7.767
9-4-P	98	205	0	0	57754	7436	7.767
9-5-P	98	205	0	0	57754	7436	7.767
9-6-P	98	205	0	0	57754	7436	7.767
9-7-P	98	205	0	0	57754	35640	1.620
9-8-P	98	205	0	0	57754	35640	1.620
9-9-P	98	205	0	0	57754	35640	1.620
9-10-P	98	205	0	0	57754	31438	1.837
9-11-P	98	205	0	0	57754	31438	1.837
9-12-P	98	205	0	0	57754	31438	1.837
9-13-P	98	205	0	0	57754	31438	1.837
9-14-P	98	205	0	0	57754	31438	1.837
9-15-P	98	205	0	0	57754	9968	5.794
9-16-P	98	205	0	0	57754	9968	5.794
9-17-P	98	205	0	0	57754	9968	5.794
9-18-P	98	205	0	0	57754	9968	5.794
9-19-P	98	205	0	0	57754	9968	5.794
10-1-S	86	205	0	0	50797	20059	2.532
10-2-S	86	205	0	0	50797	20059	2.532
10-3-S	86	205	0	0	50797	20059	2.532
10-4-S	86	205	0	0	50797	20059	2.532
10-5-S	86	205	0	0	50797	20059	2.532
10-6-S	86	205	0	0	50797	20059	2.532
10-7-S	86	205	0	0	50797	20059	2.532
10-8-S	86	205	0	0	50797	20059	2.532
10-9-S	86	205	0	0	50797	20059	2.532
10-10-S	86	205	0	0	50797	41798	1.215
10-11-S	86	205	0	0	50797	41798	1.215
10-12-S	86	205	0	0	50797	41798	1.215
10-13-S	86	205	0	0	50797	41798	1.215
10-14-S	86	205	0	0	50797	1810	28.064
10-15-S	86	205	0	0	50797	1810	28.064
10-16-S	86	205	0	0	50797	1810	28.064
10-17-S	86	205	0	0	50797	1810	28.064
10-18-S	86	205	0	0	50797	1810	28.064
10-19-S	86	205	0	0	50797	47190	1.076
10-20-S	86	205	0	0	50797	47190	1.076
10-21-S	86	205	0	0	50797	47190	1.076
10-22-S	86	205	0	0	50797	47190	1.076
10-23-S	86	205	0	0	50797	47190	1.076
10-24-S	86	205	0	0	50797	47190	1.076
10-25-S	86	205	0	0	50797	47190	1.076
10-26-S	86	205	0	0	50797	47190	1.076
10-27-S	86	205	0	0	50797	47190	1.076
10-28-S	86	205	0	0	50797	9447	5.377
10-29-S	86	205	0	0	50797	9447	5.377
10-30-S	86	205	0	0	50797	4678	10.859
10-31-S	86	205	0	0	50797	4678	10.859
10-32-S	86	205	0	0	50797	4678	10.859
10-33-S	86	205	0	0	50797	4678	10.859
10-34-S	86	205	0	0	50797	4678	10.859
10-35-S	86	205	0	0	50797	4678	10.859
10-36-S	86	205	0	0	50797	4678	10.859
10-37-S	86	205	0	0	50797	4678	10.859
11-1-S	86	205	0	0	50797	16668	3.048
11-2-S	86	205	0	0	50797	16668	3.048
11-3-S	86	205	0	0	50797	16668	3.048
11-4-S	86	205	0	0	50797	16668	3.048
11-5-S	86	205	0	0	50797	28711	1.769

Is	B [cm]	H [cm]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
11-6-S	86	178	0	0	45175	28711	1.573
11-7-S	86	178	0	0	45175	28711	1.573
11-8-S	86	178	0	0	45175	28711	1.573
11-9-S	86	178	0	0	45175	5818	7.765
11-10-S	86	186	0	0	46789	5818	8.042
11-11-S	86	186	0	0	46789	5818	8.042
11-12-S	86	186	0	0	46789	5818	8.042
11-13-S	86	186	408204	49951	49951	46412	1.076
11-14-S	86	186	408204	49951	49951	46412	1.076
11-15-S	86	205	451409	55238	55238	46412	1.190
11-16-S	86	205	451409	55238	55238	46412	1.190
11-17-S	86	205	0	0	50797	6124	8.295
11-18-S	86	205	0	0	50797	6124	8.295
11-19-S	86	205	0	0	50797	6124	8.295
11-20-S	86	205	0	0	50797	6124	8.295
11-21-S	86	205	0	0	50797	40505	1.254
11-22-S	86	205	0	0	50797	40505	1.254
11-23-S	86	205	0	0	50797	40505	1.254
11-24-S	86	205	0	0	50797	40505	1.254
11-25-S	86	205	0	0	50797	40505	1.254
11-26-S	86	205	0	0	50797	40505	1.254
11-27-S	86	205	0	0	50797	40505	1.254
11-28-S	86	205	0	0	50797	40505	1.254
11-29-S	86	205	0	0	50797	7439	6.828
11-30-S	86	205	0	0	50797	7439	6.828
11-31-S	86	205	0	0	50797	7439	6.828
11-32-S	86	205	0	0	50797	7439	6.828
11-33-S	86	205	0	0	50797	7439	6.828
11-34-S	86	205	0	0	50797	7439	6.828
11-35-S	86	205	0	0	50797	7439	6.828
11-36-S	86	205	0	0	50797	7439	6.828
11-37-S	86	205	0	0	50797	7439	6.828
12-1-S	86	205	0	0	50797	4843	10.489
12-2-S	86	205	0	0	50797	4843	10.489
12-3-S	86	205	0	0	50797	4843	10.489
12-4-S	86	205	0	0	50797	3381	15.024
12-5-S	86	205	0	0	50797	3381	15.024
12-6-S	86	70	0	0	21514	3381	6.363
12-7-S	86	70	0	0	21419	3734	5.736
12-8-S	86	70	0	0	21419	3734	5.736
12-9-S	86	70	0	0	21419	3734	5.736
12-10-S	86	70	0	0	21419	2670	8.024
12-11-S	86	70	0	0	21419	2670	8.024
12-12-S	86	70	0	0	21419	2670	8.024
12-13-S	86	70	0	0	21514	3057	7.038
12-14-S	86	70	0	0	21514	3057	7.038
12-15-S	86	205	0	0	50797	3057	16.618
12-16-S	86	205	0	0	50797	13764	3.690
12-17-S	86	205	0	0	50797	13764	3.690
12-18-S	86	205	0	0	50797	13764	3.690
12-19-S	86	205	0	0	50797	11656	4.358
12-20-S	86	205	0	0	50797	11656	4.358
12-21-S	86	205	0	0	50797	11656	4.358
12-22-S	86	205	0	0	50797	721	70.418
12-23-S	86	205	0	0	50797	721	70.418
12-24-S	86	205	0	0	50797	721	70.418
12-25-S	86	205	0	0	50797	731	69.480
12-26-S	86	205	0	0	50797	731	69.480
12-27-S	86	205	0	0	50797	731	69.480
12-28-S	86	205	0	0	50797	9103	5.580
12-29-S	86	205	0	0	50797	9103	5.580
12-30-S	86	205	0	0	50797	9103	5.580
12-31-S	86	205	0	0	50797	4506	11.273
12-32-S	86	205	0	0	50797	4506	11.273
12-33-S	86	205	0	0	50797	4506	11.273
12-34-S	86	205	0	0	50797	2198	23.115
12-35-S	86	205	0	0	50797	2198	23.115
12-36-S	86	205	0	0	50797	2198	23.115
12-37-S	86	205	0	0	50797	2198	23.115
13-1-S	86	205	0	0	50797	18740	2.711
13-2-S	86	205	0	0	50797	18740	2.711
13-3-S	86	205	0	0	50797	18740	2.711
13-4-S	86	205	0	0	50797	23	100.000
13-5-S	86	205	0	0	50797	23	100.000
13-6-S	86	70	0	0	21419	23	100.000
13-7-S	86	70	0	0	21419	3623	5.911
13-8-S	86	70	0	0	21419	3623	5.911
13-9-S	86	70	0	0	21419	3623	5.911
13-10-S	86	70	0	0	21419	322	66.594
13-11-S	86	70	0	0	21419	11418	1.876
13-12-S	86	70	0	0	21419	11418	1.876
13-13-S	86	70	0	0	21419	6269	3.417
13-14-S	86	70	0	0	21419	10081	2.125
13-15-S	86	205	0	0	50797	10081	5.039
13-16-S	86	205	0	0	50797	7826	6.491
13-17-S	86	205	0	0	50797	712	71.370
13-18-S	86	205	0	0	50797	712	71.370
13-19-S	86	205	0	0	50797	7884	6.443
13-20-S	86	205	0	0	50797	7884	6.443
13-21-S	86	205	0	0	50797	7884	6.443
13-22-S	86	205	0	0	50797	10509	4.834
13-23-S	86	205	0	0	50797	10509	4.834

Is	B [cm]	H [cm]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T [kg]	FS
13-24-S	86	205	0	0	50797	8671	5.858
13-25-S	86	205	0	0	50797	8671	5.858
13-26-S	86	205	0	0	50797	8671	5.858
13-27-S	86	205	0	0	50797	8671	5.858
13-28-S	86	205	0	0	50797	15549	3.267
13-29-S	86	205	0	0	50797	15549	3.267
13-30-S	86	205	0	0	50797	15549	3.267
13-31-S	86	205	0	0	50797	15549	3.267
13-32-S	86	205	0	0	50797	15549	3.267
13-33-S	86	205	0	0	50797	15549	3.267
13-34-S	86	205	0	0	50797	15098	3.364
13-35-S	86	205	0	0	50797	15098	3.364
13-36-S	86	205	0	0	50797	15098	3.364
13-37-S	86	205	0	0	50797	15098	3.364
14-1-S	86	205	0	0	50797	14657	3.466
14-2-S	86	205	0	0	50797	14657	3.466
14-3-S	86	205	0	0	50797	14657	3.466
14-4-S	86	205	0	0	50797	1810	28.058
14-5-S	86	205	0	0	50797	1810	28.058
14-6-S	86	178	0	0	45175	1810	24.952
14-7-S	86	178	0	0	45175	7588	5.953
14-8-S	86	178	0	0	45175	7588	5.953
14-9-S	86	178	0	0	45175	7588	5.953
14-10-S	86	178	0	0	45175	5791	7.801
14-11-S	86	178	0	0	45175	5791	7.801
14-12-S	86	178	0	0	45175	5791	7.801
14-13-S	86	179	0	0	45444	4799	9.470
14-14-S	86	179	0	0	45444	4799	9.470
14-15-S	86	205	0	0	50797	4799	10.585
14-16-S	86	205	0	0	50797	12816	3.964
14-17-S	86	205	0	0	50797	12816	3.964
14-18-S	86	205	0	0	50797	12816	3.964
14-19-S	86	205	0	0	50797	9691	5.241
14-20-S	86	205	0	0	50797	9691	5.241
14-21-S	86	205	0	0	50797	9691	5.241
14-22-S	86	205	0	0	50797	1693	30.001
14-23-S	86	205	0	0	50797	1693	30.001
14-24-S	86	205	0	0	50797	1693	30.001
14-25-S	86	205	0	0	50797	5012	10.134
14-26-S	86	205	0	0	50797	5012	10.134
14-27-S	86	205	0	0	50797	5012	10.134
14-28-S	86	205	0	0	50797	5637	9.012
14-29-S	86	205	0	0	50797	5637	9.012
14-30-S	86	205	0	0	50797	5637	9.012
14-31-S	86	205	0	0	50797	8406	6.043
14-32-S	86	205	0	0	50797	8406	6.043
14-33-S	86	205	0	0	50797	7738	6.565
14-34-S	86	205	0	0	50797	982	51.741
14-35-S	86	205	0	0	50797	982	51.741
14-36-S	86	205	0	0	50797	7738	6.565
14-37-S	86	205	0	0	50797	7738	6.565

## Pali in c.a.

### Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
V <sub>Rcd</sub>	Taglio resistente a compressione, espresso in [kg]
V <sub>Rsd</sub>	Taglio resistente a trazione, espresso in [kg]
V <sub>Rd</sub>	Taglio resistente, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza

### Palo n° 1

Y [m]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	FS
0.00	79480	62953	62953	1.003
0.76	79370	62953	62953	1.752
1.52	79409	62953	62953	3.448
2.28	79470	62953	62953	24.166
3.04	79500	62953	62953	7.294
3.80	79501	62953	62953	3.984
4.56	79471	62953	62953	3.274
5.32	79403	62953	62953	3.286
6.08	79296	62953	62953	3.989
6.84	79157	62953	62953	6.845
7.60	78984	62953	62953	112.622

### Palo n° 2

Y [m]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	FS
0.00	85186	62953	62953	1.281
0.76	84327	62953	62953	2.200
1.52	84059	62953	62953	4.640
2.28	83882	62953	62953	38.218

Y [m]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	FS
3.04	83583	62953	62953	9.139
3.80	83164	62953	62953	5.112
4.56	82623	62953	62953	4.231
5.32	81927	62953	62953	4.260
6.08	81079	62953	62953	5.183
6.84	80098	62953	62953	8.907
7.60	78984	62953	62953	146.680

### Palo n° 3

Y [m]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	FS
0.00	80333	62953	62953	1.072
0.76	80375	62953	62953	1.863
1.52	80475	62953	62953	3.753
2.28	80584	62953	62953	27.740
3.04	80682	62953	62953	7.741
3.80	80767	62953	62953	4.265
4.56	80840	62953	62953	3.514
5.32	80898	62953	62953	3.530
6.08	80941	62953	62953	4.289
6.84	80971	62953	62953	7.364
7.60	80987	62953	62953	121.196

### Palo n° 4

Y [m]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	FS
0.00	86148	50362	50362	1.168
0.76	85982	50362	50362	1.997
1.52	85997	50362	50362	4.287
2.28	86040	50362	50362	36.887
3.04	86046	50362	50362	8.302
3.80	86014	50362	50362	4.669
4.56	85946	50362	50362	3.871
5.32	85830	50362	50362	3.901
6.08	85667	50362	50362	4.748
6.84	85463	50362	50362	8.162
7.60	85219	50362	50362	134.437

### Palo n° 5

Y [m]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	FS
0.00	81144	62953	62953	1.072
0.76	81157	62953	62953	1.862
1.52	81245	62953	62953	3.751
2.28	81345	62953	62953	27.712
3.04	81429	62953	62953	7.737
3.80	81498	62953	62953	4.262
4.56	81552	62953	62953	3.512
5.32	81585	62953	62953	3.528
6.08	81600	62953	62953	4.287
6.84	81597	62953	62953	7.360
7.60	81577	62953	62953	121.129

### Palo n° 6

Y [m]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	FS
0.00	87124	50362	50362	1.168
0.76	86923	50362	50362	1.997
1.52	86924	50362	50362	4.287
2.28	86955	50362	50362	36.886
3.04	86946	50362	50362	8.302
3.80	86895	50362	50362	4.669
4.56	86803	50362	50362	3.871
5.32	86657	50362	50362	3.901
6.08	86460	50362	50362	4.748
6.84	86217	50362	50362	8.162
7.60	85929	50362	50362	134.435

### Palo n° 7

Y [m]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	FS
0.00	81903	62953	62953	1.002
0.76	81888	62953	62953	1.751
1.52	81965	62953	62953	3.443
2.28	82057	62953	62953	24.116
3.04	82129	62953	62953	7.288
3.80	82183	62953	62953	3.980

Y [m]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	FS
4.56	82218	62953	62953	3.271
5.32	82229	62953	62953	3.282
6.08	82216	62953	62953	3.984
6.84	82183	62953	62953	6.838
7.60	82129	62953	62953	112.498

## Palo n° 8

Y [m]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rsd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	FS
0.00	87924	50362	50362	1.025
0.76	87694	50362	50362	1.759
1.52	87683	50362	50362	3.711
2.28	87706	50362	50362	30.553
3.04	87684	50362	50362	7.308
3.80	87617	50362	50362	4.088
4.56	87505	50362	50362	3.383
5.32	87336	50362	50362	3.407
6.08	87110	50362	50362	4.144
6.84	86836	50362	50362	7.122
7.60	86511	50362	50362	117.292

## Verifiche geotecniche

### Carico limite

### Piastra

#### Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
N	Carico verticale trasmesso al terreno, espresso in [kg]
Np	Carico verticale trasmesso ai pali, espresso in [kg]
Qu	Portanza ultima terreno, espressa in [kg]
Qup	Portanza ultima pali, espressa in [kg]. Solo per fondazione mista
Qd	Portanza di progetto ((Pu+Pup)/η), espressa in [kg]
Nt	Carico verticale trasmesso al terreno (N+Np), espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza a carico limite (Pd/Nt). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

Ic	N [kg]	Np [kg]	Qu [kg]	Qup [kg]	Qd [kg]	Nt [kg]	FS
1	0	254320	0	0	0	254320	1000.000 (1)

### Pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice palo
Oggetto	Oggetto di appartenenza del palo (Piastra, Plinto o Trave)
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS <sub>v</sub>	Fattore di sicurezza (Pd/N). Tra parentesi l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kg]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kg]
FS <sub>o</sub>	Fattore di sicurezza (Vd/V). Tra parentesi l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

n°	Oggetto	N [kg]	Pd [kg]	FS <sub>v</sub>	T [kg]	Td [kg]	FS <sub>o</sub>
1	Piastra 1	-14365	43764	3.047 (1)	62784	66838	1.065 (1)
2	Piastra 1	-26237	43764	1.668 (1)	49131	56418	1.148 (1)
3	Piastra 1	18819	112324	5.969 (1)	58714	63263	1.077 (1)
4	Piastra 1	48754	112324	2.304 (2)	43106	51664	1.199 (1)
5	Piastra 1	56166	112324	2.000 (1)	58744	58908	1.003 (1)
6	Piastra 1	55395	112324	2.028 (2)	43107	51664	1.198 (1)
7	Piastra 1	95753	112324	1.173 (1)	62847	63265	1.007 (1)
8	Piastra 1	78184	112324	1.437 (1)	49152	51664	1.051 (1)

Scorrimento

Piastra

Simbologia adottata

n°	Indice plinto
T	Carico orizzontale trasferito al terreno, espresso in [kg]
Tp	Carico orizzontale trasferito ai pali, espresso in [kg]
Ru	Resistenza ultima allo scorrimento, espressa in [kg]
Rd	Resistenza di progetto allo scorrimento, espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza allo scorrimento (Rd/T). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

n°	T [kg]	Tp [kg]	Ru [kg]	Rd [kg]	FS
1	0	400000	0	0	100.0 (1)

## Armature

### Armature piastra

Direzione principale armature 0.00 [°]  
 Direzione secondaria armature -90.00 [°]  
 Numero tratti complessivi 14  
 Ampiezza singolo tratto 1.00 [m]  
 Distanza fra le sezioni di calcolo del singolo tratto 0.25 [m]

Maglia superiore (5  $\phi$  16) x (5  $\phi$  16)  
 Maglia inferiore (5  $\phi$  16) x (5  $\phi$  16)

n°	Gruppo	Tipo	Lembo	Dir	nf $\phi$ [mm]	L [m]
8	H	Lungo	Inferiore	Y	3 $\phi$ 16	4.17
9	I	Lungo	Inferiore	Y	4 $\phi$ 16	1.97
10	J	Sagomato	Inferiore	Y	3 $\phi$ 16	5.94
11	K	Lungo	Inferiore	Y	2 $\phi$ 16	4.66
14	N	Lungo	Superiore	Y	3 $\phi$ 16	4.17
15	O	Lungo	Superiore	Y	3 $\phi$ 16	1.97
16	P	Lungo	Superiore	Y	2 $\phi$ 16	4.66
17	Q	Lungo	Superiore	Y	1 $\phi$ 16	1.98
18	R	Lungo	Superiore	Y	1 $\phi$ 16	2.37

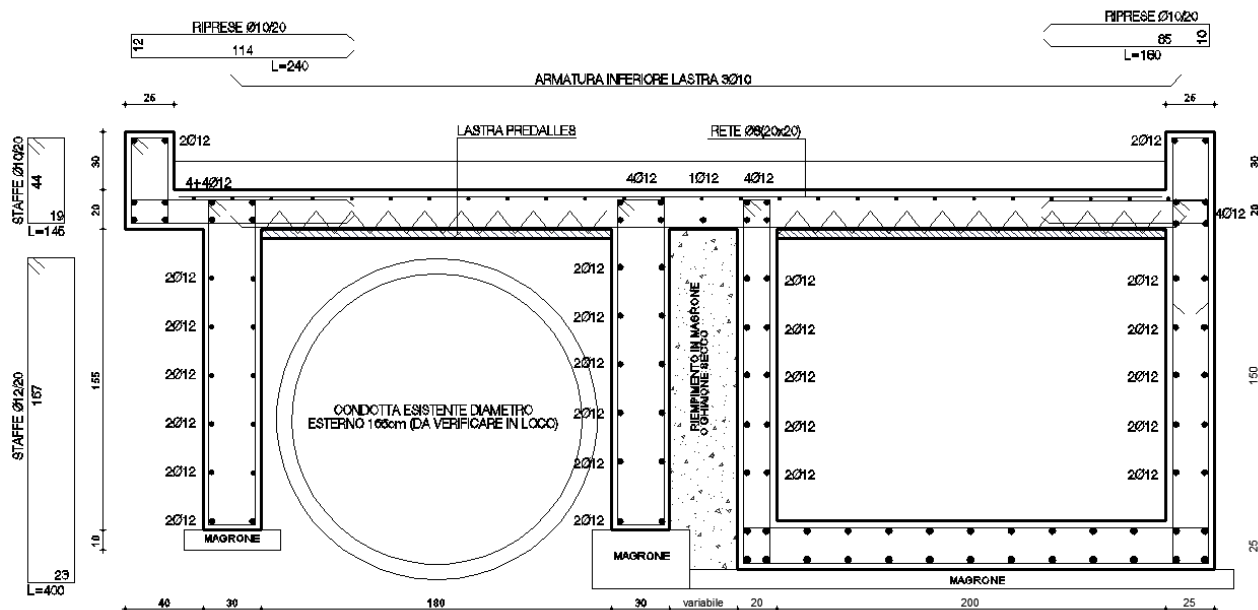
### Armature pali

#### Pali circolari in c.a.

Ip Indice palo  
 Tratto Indice tratto  
 Ys, Yi Quota superiore e inferiore ferro, espresso in [m]  
 Lf Lunghezza ferro, espresso in [m]  
 Al Armatura longitudinale, numero e diametro espresso in [mm]  
 At Armatura trasversale, diametro espresso in [mm] e passo espresso in [cm]

Ip	Tratto	Ys [m]	Yi [m]	Lf [m]	Al [mm]	At [mm] / [cm]
1	1	0.60	-7.57	8.17	26 - $\phi$ 20	$\phi$ 10 / 12
2	1	0.60	-7.57	8.17	21 - $\phi$ 20	$\phi$ 10 / 12
3	1	0.60	-7.57	8.17	24 - $\phi$ 20	$\phi$ 10 / 12
4	1	0.60	-7.57	8.17	19 - $\phi$ 20	$\phi$ 10 / 15
5	1	0.60	-7.57	8.17	22 - $\phi$ 20	$\phi$ 10 / 12
6	1	0.60	-7.57	8.17	19 - $\phi$ 20	$\phi$ 10 / 15
7	1	0.60	-7.57	8.17	24 - $\phi$ 20	$\phi$ 10 / 12
8	1	0.60	-7.57	8.17	19 - $\phi$ 20	$\phi$ 10 / 15

## 7)VERIFICA SOLETTA TOMBOTTO E VASCA DI LAMINAZIONE



### ATTRAVERSAMENTO VASCA LAMINAZIONE

SOLAIO

Metodo di calcolo: DM 17-01-18. Valori in daN cm.

FATTORI DI SICUREZZA PARZIALI PER LE PROPRIETA' DEI MATERIALI

Gamma s (fattore di sicurezza parziale dell'acciaio) 1.15

Gamma c (fattore di sicurezza parziale del calcestruzzo) 1.50

FATTORI DI SICUREZZA PARZIALI PER LE AZIONI

Gamma G1 inf. (pesi struttura, effetto favorevole) 1.00

Gamma G1 sup. (pesi struttura, effetto sfavorevole) 1.30

Gamma G2 inf. (permanenti portati, effetto favorevole) 0.00

Gamma G2 sup. (permanenti portati, effetto sfavorevole) 1.50

Gamma Q inf. (azioni variabili, effetto favorevole) 0.00

Gamma Q sup. (azioni variabili, effetto sfavorevole) 1.50

COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI VARIABILI PER STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Combinazioni rare 1.00

Combinazioni frequenti 0.20

Combinazioni quasi permanenti 0.00

GEOMETRIA DELLE SEZIONI INIZIALI

n. 1 sezione rettangolare H 25.0 B 120.0 Cs 3.0 Ci 6.0

GEOMETRIA DELLE CAMPATE

campata n.	luce	sezione	altezza finale	Y asse
1	222.5	1	25.0	0.00

CARATTERISTICHE DEGLI APPOGGI

appoggio n.	nome	ampiezza	coeff. elastico verticale
1		20.0	0.0000E+00 diretto
2		25.0	0.0000E+00 diretto

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo Rck= 300

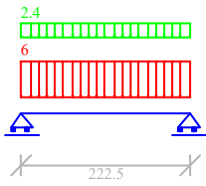
Tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio fyk= 4300

Valore finale del coefficiente di viscosità (EC2 Tab.3.3)= 3

Valore finale della deformazione di ritiro (EC2 Tab.3.4)= -.0004



Schema statico



AZIONI CARATTERISTICHE APPLICATE ALLA TRAVE

CAMPATA n. 1  
peso della trave 7.50  
carico uniforme permanente struttura permanente portato variabile  
0.00 2.40 6.00

Diagramma dei momenti (daN\*cm)

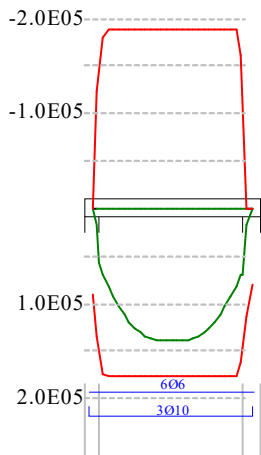
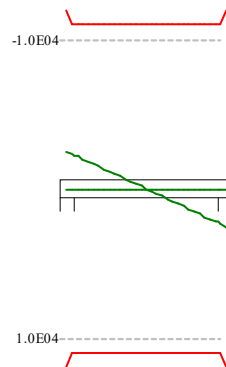
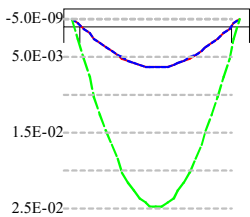


Diagramma dei tagli (daN)



Deformata condizione quasi permanente (cm)



OUTPUT CAMPATE (momenti in kN\*cm, tagli in kN, apertura fessure in mm).

campata n. 1 tra gli appoggi -  
sezione n. 1

stati limite ultimi

x	Asup	cs	Ainf	ci	Mela	MEd	MRd	x/d	Ast	Afp+	Afp-	VRcd	VEd	VEd.riid	VRd	VRsd	teta
0	0.0	3.0	1.3	6.5	0	0	0	.000	.000	.000	.000	771	25		119	0	0.79
10	1.2	3.3	2.0	6.5	237	558	1489	.048	.000	.000	.000	705	23		110	0	0.79
74	1.7	3.3	2.4	6.5	1229	1341	1771	.060	.000	.000	.000	705	8		110	0	0.79
96	1.7	3.3	2.4	6.5	1358	1383	1771	.060	.000	.000	.000	705	3		110	0	0.79
148	1.7	3.3	2.4	6.5	1229	1341	1771	.060	.000	.000	.000	705	-8		110	0	0.79
210	1.2	3.3	2.0	6.5	293	694	1489	.048	.000	.000	.000	705	-22		110	0	0.79
223	0.0	3.0	1.2	6.5	0	0	0	.000	.000	.000	.000	771	-25		119	0	0.79

stati limite di esercizio

x	Mese.R	sc.R	sf.R	Mese.QP	sc.QP	srmi	wkiR	wkiF	wkiQP	srms	wksR	wksF	wksQP	fg.R	ff.R	fg.QP	ff.QP	f.QP	creep
0	0	0	0	0	0	0								0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	169	1	20	105	1									0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

74	875	7	104	545	4	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
96	966	8	115	602	5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
148	875	7	104	545	4	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
210	209	2	25	130	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
223	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

#### REAZIONI VINCOLARI

appoggio	n.	nome	ULTIME		RARE		FREQUENTI		QUASI PERMANENTI	
			massima	minima	massima	minima	massima	minima	massima	minima
	1		2486	834	1769	1101	1235	1101	1101	1101
	2		2486	834	1769	1101	1235	1101	1101	1101

## ATTRAVERSAMENTO TOMBOTTO

#### SOLAIO

Metodo di calcolo: DM 17-01-18. Valori in daN cm.

#### FATTORI DI SICUREZZA PARZIALI PER LE PROPRIETA' DEI MATERIALI

Gamma s (fattore di sicurezza parziale dell'acciaio) 1.15

Gamma c (fattore di sicurezza parziale del calcestruzzo) 1.50

#### FATTORI DI SICUREZZA PARZIALI PER LE AZIONI

Gamma G1 inf. (pesi struttura, effetto favorevole) 1.00

Gamma G1 sup. (pesi struttura, effetto sfavorevole) 1.30

Gamma G2 inf. (permanenti portati, effetto favorevole) 0.00

Gamma G2 sup. (permanenti portati, effetto sfavorevole) 1.50

Gamma Q inf. (azioni variabili, effetto favorevole) 0.00

Gamma Q sup. (azioni variabili, effetto sfavorevole) 1.50

#### COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI VARIABILI PER STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Combinazioni rare 1.00

Combinazioni frequenti 0.20

Combinazioni quasi permanenti 0.00

#### GEOMETRIA DELLE SEZIONI INIZIALI

n. 1 sezione rettangolare H 25.0 B 120.0 Cs 3.0 Ci 6.0

#### GEOMETRIA DELLE CAMPATE

	luce	sezione	altezza finale	Y asse
campata n. 1	210.0	1	25.0	0.00

#### CARATTERISTICHE DEGLI APPOGGI

appoggio	n.	nome	ampiezza	coeff. elastico	verticale
	1		30.0	0.0000E+00	diretto
	2		30.0	0.0000E+00	diretto

#### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

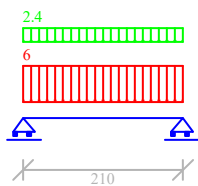
Resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo Rck= 300

Tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio fyk= 4300

Valore finale del coefficiente di viscosità (EC2 Tab.3.3)= 3

Valore finale della deformazione di ritiro (EC2 Tab.3.4)= -.0004

#### Schema statico



#### AZIONI CARATTERISTICHE APPLICATE ALLA TRAVE

CAMPATA n. 1				
peso della trave	7.50			
carico uniforme	permanente	struttura	permanente	portato
	0.00		2.40	variabile
				6.00

Diagramma dei momenti (daN\*cm)

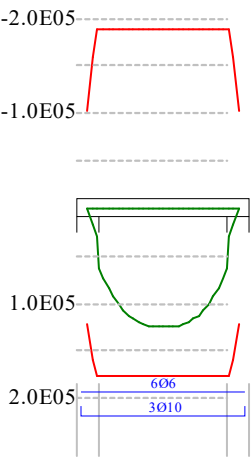
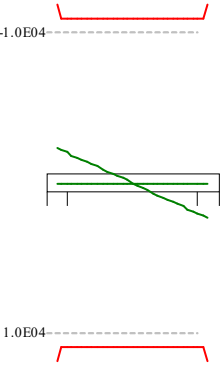
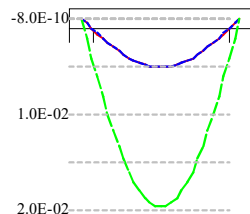


Diagramma dei tagli (daN)



Deformata condizione quasi permanente (cm)



OUTPUT CAMPATE (momenti in kN\*cm, tagli in kN, apertura fessure in mm).

campata n. 1 tra gli appoggi -  
sezione n. 1

stati limite ultimi

x	Asup	cs	Ainf	ci	Mela	MEd	MRd	x/d	Ast	Afp+	Afp-	VRcd	VEd	VEd.rid	VRd	VRsd	teta
0	0.8	3.3	1.7	6.5	0	0	-1037	.031	.000	.000	.000	766	23		119	0	0.79
15	1.7	3.3	2.4	6.5	327	635	1771	.060	.000	.000	.000	705	20		110	0	0.79
70	1.7	3.3	2.4	6.5	1095	1198	1771	.060	.000	.000	.000	705	8		110	0	0.79
91	1.7	3.3	2.4	6.5	1210	1232	1771	.060	.000	.000	.000	705	3		110	0	0.79
140	1.7	3.3	2.4	6.5	1095	1198	1771	.060	.000	.000	.000	705	-8		110	0	0.79
195	1.7	3.3	2.4	6.5	327	635	1771	.060	.000	.000	.000	705	-20		110	0	0.79
210	0.8	3.3	1.7	6.5	0	0	-1037	.031	.000	.000	.000	766	-23		119	0	0.79


stati limite di esercizio

x	Mese.R	sc.R	sf.R	Mese.QP	sc.QP	srmi	wkiR	wkiF	wkiQP	srms	wksR	wksF	wksQP	fg.R	ff.R	fg.QP	ff.QP	f.QP
0	0	0	0	0	0									0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	233	2	28	145	1									0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70	779	6	93	485	4									0.01	0.01	0.00	0.00	0.02
91	861	7	102	536	4									0.01	0.01	0.00	0.00	0.02
140	779	6	93	485	4									0.01	0.01	0.00	0.00	0.02
195	233	2	28	145	1									0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
210	0	0	0	0	0									0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

REAZIONI VINCOLARI

appoggio	n.	nome	ULTIME		RARE		FREQUENTI		QUASI PERMANENTI	
			massima	minima	massima	minima	massima	minima	massima	minima
	1		2347	788	1670	1040	1166	1040	1040	1040
	2		2347	788	1670	1040	1166	1040	1040	1040

## 8)VERIFICA PILASTRI IN COMBINAZIONE ECCEZIONALE

 Tabelle locali parametri verifiche s.l.u. calcestruzzo e acciaio ordinario

Normativa: NTC-2018

Versione:

Descrizione: EDIFICI NUOVI

Unità di misura:

Classe dei materiali:

$\gamma_c$    $\alpha_{cc}$    $\gamma_s$

Calcestruzzo/Acciaio

**Parametri progetto del calcestruzzo**

Tensione di calcolo calcestruzzo per le verifiche S.L.U. a presso-tensoflessione:

Tensione di calcolo a compressione calcestruzzo (verifica taglio e torsione):

Tensione di calcolo a trazione calcestruzzo (verifica taglio):

Deformazione unitaria massima compressione:

**Parametri progetto acciaio ordinario**

Tensione di calcolo acciaio per le verifiche S.L.U a presso-tensoflessione:

Modulo di Young acciaio per le verifiche S.L.U.:

Tensione di calcolo per l'armatura trasversale (verifica taglio e torsione):

Tensione di calcolo per l'armatura longitudinale (verifica torsione):

Deformazione unitaria massima compressione/trazione:

Descrizione curva:

Lavoro: **solo urto** Intestazione lavoro: **LOCATE VARESI NO**  
 Elemento: **PILASTRO** Gruppo: **10** Tabella: **Tabella pilastri**  
 Descrizione: **pilastro**  
 Spunt. I **20.0** cm Spunt. J **20.0** cm  
 Rck: **401.00** kg/cm² fyk: **4580.0** kg/cm² Copriferro di calcolo: **6.0** cm Copriferro di disegno: **3.5** cm  
 Verifica in ottemperanza alle NTC2018  
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico (§7.4.1 NTC2018)  
 Diametro staffe: **12** mm Numero braccia: **2**  
 $\rho$  min.: **1.000** % Passo max. armatura longitudinale: **50.0** cm  
 Progettazione in capacità (NTC 2018): **Limitazione della domanda di resistenza al caso NON dissipativo**

**ASTA NUM. 1** NI 1164 NF 324 SEZ. Rp B= 3.800 H= 1.000 (pilastro)  
**PIL. NUM. 25A**  
 armatura base = 4 X 4.52 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	campo	Indice	resistenza	aswta
aswto	PASSO														
cm	cm	kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m		cmq	cmq	cmq		Fx,M	Bielle	V,Mx
cmq/m	cm														
13	0	-58140	43	24	0	1325	-137	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	25.0													
14	0	-58140	1210	-0	0	-0	-5428	40.72	40.72	158.34	158.34	3	0.01	0.00	0.01
0.00	0.00	25.0													

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

```

13 34 -54910 43 24 0 1319 -127 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 25.0
14 34 -54910 1210 -0 0 -0 -5138 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.01 0.00 0.01
0.00 0.00 25.0

```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

```

13 68 -51680 43 24 0 1311 -112 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 25.0
14 68 -51680 1210 -0 0 -0 -4726 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.01 0.00 0.01
0.00 0.00 25.0

```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

```

13 102 -48450 43 24 0 1302 -98 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 25.0
14 102 -48450 1210 -0 0 -0 -4315 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.01 0.00 0.01
0.00 0.00 25.0

```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

```

13 136 -45220 43 24 0 1294 -83 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 25.0
14 136 -45220 1210 -0 0 -0 -3904 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.01
0.00 0.00 25.0

```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

```

13 170 -41990 43 24 0 1286 -68 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 25.0
14 170 -41990 1210 -0 0 -0 -3492 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.01
0.00 0.00 25.0

```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

```

13 204 -38760 43 24 0 1278 -54 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 25.0
14 204 -38760 1210 -0 0 -0 -3081 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.01
0.00 0.00 25.0

```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

```

13 238 -35530 43 24 0 1270 -39 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 25.0
14 238 -35530 1210 -0 0 -0 -2670 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.01
0.00 0.00 25.0

```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

```

13 272 -32300 43 24 0 1261 -24 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 25.0
14 272 -32300 1210 -0 0 -0 -2259 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.01
0.00 0.00 25.0

```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

```

13 306 -29070 43 24 0 1253 -10 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 25.0
14 306 -29070 1210 -0 0 -0 -1847 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.01
0.00 0.00 25.0

```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

```

13 340 -25840 43 24 0 1243 1 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 25.0
14 340 -25840 1210 -0 0 -0 -1315 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.01
0.00 0.00 25.0

```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

**ASTA NUM. 2** NI 1076 NF 446 SEZ. Rp B= 3.800 H= 1.000 (pilastro)  
**PIL. NUM. 26**  
armatura base = 4 X 4.52 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

```

-----
NC      x      Fx      Fy      Fz      Mx      My      Mz      APOST  AANT  AINF  ASUP  campo  Indice  resistenza  aswta
aswto  PASSO
-----
cm      cm      kg      kg*m      cmq      Fx,M  Bielle  V,Mx
cmq/m
-----
13      0      -75090      -43      -24      0      -1368      215      40.72  40.72  158.34  158.34  3      0.00  0.00  0.00
0.00  0.00  25.0

```

14 0 -75080 -1210 -0 0 -0 7548 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.01 0.00 0.01  
0.00 0.00 25.0

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

13 52 -70150 -43 -24 0 -1358 197 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00  
0.00 0.00 25.0

14 52 -70140 -1210 -0 0 -0 7040 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.01 0.00 0.01  
0.00 0.00 25.0

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

13 104 -65210 -43 -24 0 -1345 175 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00  
0.00 0.00 25.0

14 104 -65200 -1210 -0 0 -0 6411 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.01 0.00 0.01  
0.00 0.00 25.0

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

13 156 -60270 -43 -24 0 -1333 152 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00  
0.00 0.00 25.0

14 156 -60260 -1210 -0 0 -0 5782 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.01 0.00 0.01  
0.00 0.00 25.0

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

13 208 -55330 -43 -24 0 -1320 130 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00  
0.00 0.00 25.0

14 208 -55320 -1210 -0 0 -0 5153 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.01 0.00 0.01  
0.00 0.00 25.0

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

13 260 -50390 -43 -24 0 -1307 107 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00  
0.00 0.00 25.0

14 260 -50380 -1210 -0 0 -0 4524 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.01 0.00 0.01  
0.00 0.00 25.0

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

13 312 -45450 -43 -24 0 -1295 85 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00  
0.00 0.00 25.0

14 312 -45440 -1210 -0 0 -0 3895 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.01  
0.00 0.00 25.0

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

13 364 -40510 -43 -24 0 -1282 62 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00  
0.00 0.00 25.0

14 364 -40500 -1210 -0 0 -0 3266 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.01  
0.00 0.00 25.0

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

13 416 -35570 -43 -24 0 -1270 40 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00  
0.00 0.00 25.0

14 416 -35560 -1210 -0 0 -0 2637 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.01  
0.00 0.00 25.0

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

13 468 -30630 -43 -24 0 -1258 18 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00  
0.00 0.00 25.0

14 468 -30620 -1210 -0 0 -0 2008 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.01  
0.00 0.00 25.0

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

13 520 -25690 -43 -24 0 -1243 -0 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.00  
0.00 0.00 25.0

14 520 -25680 -1210 -0 0 -0 1258 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.00 0.01  
0.00 0.00 25.0

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 25.0

**ASTA NUM. 3** NI 1165 NF 1164 SEZ. Rp B= 3.800 H= 1.000 (pilastro)

**PIL. NUM. 25**

armatura base = 4 X 4.52 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	campo	Indice	resistenza	aswta
aswto	PASSO														
	cm	kg			kg*m										
cmq/m	cm	cm												Fx,M Bielle	V,Mx

```
-----
-----
13 0 -75240 43 -400000 0 -678600 -215 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.22 0.24 3.47
10.38 0.00 21.8
14 0 -75240 -148800 -0 0 -0 247420 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.30 0.09 0.94
0.00 0.00 25.0
```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 21.8

```
13 18 -73530 43 -400000 0 -646607 -212 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.21 0.24 3.48
10.38 0.00 21.8
14 18 -73530 -148800 -0 0 -0 235515 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.29 0.09 0.94
0.00 0.00 25.0
```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 21.8

```
13 36 -71820 43 -400000 0 -574615 -204 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.19 0.24 3.49
10.38 0.00 21.8
14 36 -71820 -148800 -0 0 -0 208730 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.26 0.09 1.01
15.36 0.00 14.7
```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 14.7

```
13 54 -70110 43 -400000 0 -502622 -196 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.16 0.24 3.49
10.38 0.00 21.8
14 54 -70110 -148800 -0 0 -0 181945 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.22 0.09 1.07
15.36 0.00 14.7
```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 14.7

```
13 72 -68400 43 -400000 0 -430629 -188 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.14 0.24 3.50
10.38 0.00 21.8
14 72 -68400 -148800 -0 0 -0 155160 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.19 0.09 1.08
15.36 0.00 14.7
```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 14.7

```
13 90 -66690 43 -400000 0 -358636 -181 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.12 0.24 3.51
10.38 0.00 21.8
14 90 -66690 -148800 -0 0 -0 128376 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.16 0.09 1.08
15.36 0.00 14.7
```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 14.7

```
13 108 -64980 43 -400000 0 -286644 -173 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.09 0.24 3.52
10.38 0.00 21.8
14 108 -64980 -148800 -0 0 -0 101591 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.13 0.09 1.08
15.36 0.00 14.7
```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 14.7

```
13 126 -63270 43 -400000 0 -214651 -165 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.07 0.24 3.52
10.38 0.00 21.8
14 126 -63270 -148800 -0 0 -0 74806 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.09 0.09 1.08
15.36 0.00 14.7
```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 14.7

```
13 144 -61560 43 -400000 0 -142658 -157 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.05 0.24 3.53
10.38 0.00 21.8
14 144 -61560 -148800 -0 0 -0 48021 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.06 0.09 1.08
15.36 0.00 14.7
```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 14.7

```
13 162 -59850 43 -400000 0 -70666 -150 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.02 0.24 3.54
10.38 0.00 21.8
14 162 -59850 -148800 -0 0 -0 21236 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.03 0.09 1.09
15.36 0.00 14.7
```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 14.7

```
13 180 -58140 43 -400000 0 0 -137 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.24 3.55
10.38 0.00 21.8
14 180 -58140 -148800 -0 0 -0 0 40.72 40.72 158.34 158.34 3 0.00 0.09 1.09
15.36 0.00 14.7
```

apost= 31.67 aant= 31.67 ainf= 149.29 asup= 149.29 (e arm. base= 4 X 4.52) staffe= 2 d 12 / 14.7

# L E G E N D A

```
-----
-----
Prima asta Ultima asta Nome disegno
```

Descrizione disegno



-----  
 -----  
 1                    3                    solo urto0010\_IP1.YPI

STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massimo IR a presso-tenso-flessione (Fx, M), IR bielle (taglio))

PILASTRI

Gruppo	El.	NC	x	Fx, M	Bielle	Note
			-- cm	----- IR	----- IR	
10	3	14	0	0.30	--	
10	3	13	180	--	0.24	

## 9) RELAZIONE TECNICA BERLINESE DI MICROPALI

In questa relazione si espongono i risultati delle verifiche effettuate per la progettazione delle opere di sostegno provvisorie (berlinese di micropali) atte al sostegno degli scavi per la realizzazione delle strutture di fondazione dei piloni del nuovo attraversamento ferroviario.

Si tratta di 2 tratti di berlinese di lunghezza di circa 10m che sostengono nella fase di scavo un dislivello di terreno di circa 230cm.

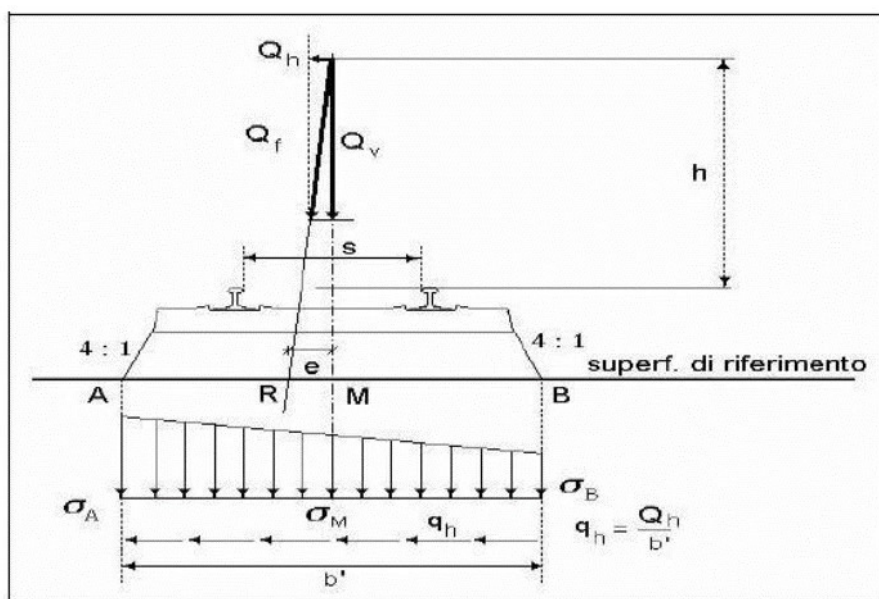
La paratia è eseguita in micropali di acciaio S275 in profilo tubolare Ø193.7 sp.10mm lunghi 600cm, con diametro di perforazione Ø300 mm dunque infissi per 370cm nel terreno, disposti con passo 40cm.

In sommità i micropali sono collegati da un cordolo di coronamento in c.a. delle dimensioni 50x60 cm. La quota di posa del cordolo di coronamento, ovvero la testa micropali, è tale che l'estradosso coincida con quello delle fondazioni adiacenti.

La stratigrafia dei terreni e le loro caratteristiche geotecniche sono desunte dalla relazione geologica, alla quale si rimanda.

La struttura viene dimensionata per resistere agli sforzi derivanti dal sovraccarico ferroviario, presente anche durante le fasi di scavo.

Secondo le prescrizioni di RFI e della vigente normativa, il treno di carico da considerare per le verifiche locali è il tipo SW2 che presenta longitudinalmente un carico a metro lineare di  $Q_v = 150 \text{ kN/m}$ . Trasversalmente va distribuito su una traversa di larghezza pari a 2.60 m e poi ripartito sulla superficie di riferimento secondo lo schema di seguito riportato:



Considerando pertanto una diffusione di 1:4 su uno spessore del ballast di 35 cm (ad estradosso del super compattato) risulta una larghezza di diffusione di circa 2.77 m e quindi un carico ferroviario distribuito (accidentale) pari a circa 55 kPa.

A questo va poi aggiunto un carico distribuito permanente dato dall'armamento (traversine, ballast, rotaie, ecc) assunto pari a 20 kN/m<sup>3</sup> per uno spessore medio di 85 cm; complessivamente quindi il carico permanente risulta pari a 17 kPa.

## RELAZIONE DI CALCOLO

### Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.  
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'.

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).

- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018

## Richiami teorici

### Metodo di analisi

#### *Calcolo della profondità di infissione*

Nel caso generale l'equilibrio della paratia è assicurato dal bilanciamento fra la spinta attiva agente da monte sulla parte fuori terra, la resistenza passiva che si sviluppa da valle verso monte nella zona interrata e la controspinta che agisce da monte verso valle nella zona interrata al di sotto del centro di rotazione.

Nel caso di paratia tirantata nell'equilibrio della struttura intervengono gli sforzi dei tiranti (diretti verso monte); in questo caso, se la paratia non è sufficientemente infissa, la controspinta sarà assente.

Pertanto, il primo passo da compiere nella progettazione è il calcolo della profondità di infissione necessaria ad assicurare l'equilibrio fra i carichi agenti (spinta attiva, resistenza passiva, controspinta, tiro dei tiranti ed eventuali carichi esterni).

Nel calcolo classico delle paratie si suppone che essa sia infinitamente rigida e che possa subire una rotazione intorno ad un punto (*Centro di rotazione*) posto al di sotto della linea di fondo scavo (per paratie non tirantate).

Occorre pertanto costruire i diagrammi di spinta attiva e di spinta (resistenza) passiva agenti sulla paratia. A partire da questi si costruiscono i diagrammi risultanti.

Nella costruzione dei diagrammi risultanti si adotterà la seguente notazione:

<b>K<sub>am</sub></b>	diagramma della spinta attiva agente da monte
<b>K<sub>av</sub></b>	diagramma della spinta attiva agente da valle sulla parte interrata
<b>K<sub>pm</sub></b>	diagramma della spinta passiva agente da monte
<b>K<sub>pv</sub></b>	diagramma della spinta passiva agente da valle sulla parte interrata.

Calcolati i diagrammi suddetti si costruiscono i diagrammi risultanti

$$D_m = K_{pm} - K_{av} \quad \text{e} \quad D_v = K_{pv} - K_{am}$$

Questi diagrammi rappresentano i valori limiti delle pressioni agenti sulla paratia. La soluzione è ricercata per tentativi facendo variare la profondità di infissione e la posizione del centro di rotazione fino a quando non si raggiunge l'equilibrio sia alla traslazione che alla rotazione.

Per mettere in conto un fattore di sicurezza nel calcolo delle profondità di infissione si può agire con tre modalità:

1. applicazione di un coefficiente moltiplicativo alla profondità di infissione strettamente necessaria per l'equilibrio
2. riduzione della spinta passiva tramite un coefficiente di sicurezza
3. riduzione delle caratteristiche del terreno tramite coefficienti di sicurezza su  $\tan(\phi)$  e sulla coesione

#### *Calcolo delle spinte*

### **Metodo di Culmann (metodo del cuneo di tentativo)**

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb: cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea o spezzata (nel caso di terreno stratificato).

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 valore della 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. 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).

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- 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;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );
- 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 nel caso di spinta attiva e minima nel caso di spinta passiva.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni si ricava il punto di applicazione della spinta.

## Spinta in presenza di sisma

Per tenere conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di **Mononobe-Okabe** (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

Il metodo di Mononobe-Okabe considera nell'equilibrio del cuneo spingente la forza di inerzia dovuta al sisma. Indicando con  $W$  il peso del cuneo e con  $C$  il coefficiente di intensità sismica la forza di inerzia valutata come

$$F_i = W \cdot C$$

Indicando con  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche e con  $S_s$  la spinta totale in condizioni sismiche l'incremento di spinta è ottenuto come

$$DS = S - S_s$$

L'incremento di spinta viene applicato a 1/3 dell'altezza della parete stessa (diagramma triangolare con vertice in alto).

## Analisi ad elementi finiti

La paratia è considerata come una struttura a prevalente sviluppo lineare (si fa riferimento ad un metro di larghezza) con comportamento a trave. Come caratteristiche geometriche della sezione si assume il momento d'inerzia  $I$  e l'area  $A$  per metro lineare di larghezza della paratia. Il modulo elastico è quello del materiale utilizzato per la paratia.

La parte fuori terra della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza pari a circa 5 centimetri e più o meno costante per tutti gli elementi. La suddivisione è suggerita anche dalla eventuale presenza di tiranti, carichi e vincoli. Infatti questi elementi devono capitare in corrispondenza di un nodo. Nel caso di tirante è inserito un ulteriore elemento atto a schematizzarlo. Detta  $L$  la lunghezza libera del tirante,  $A_t$  l'area di armatura nel tirante ed  $E_s$  il modulo elastico dell'acciaio è inserito un elemento di lunghezza pari ad  $L$ , area  $A_t$ , inclinazione pari a quella del tirante e modulo elastico  $E_s$ . La parte interrata della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza, come visto sopra, pari a circa 5 centimetri.

I carichi agenti possono essere di tipo distribuito (spinta della terra, diagramma aggiuntivo di carico, spinta della falda, diagramma di spinta sismica) oppure concentrati. I carichi distribuiti sono riportati sempre come carichi concentrati nei nodi (sotto forma di reazioni di incastro perfetto cambiate di segno).

## Schematizzazione del terreno

La modellazione del terreno si rifà al classico schema di Winkler. Esso è visto come un letto di molle indipendenti fra di loro reagenti solo a sforzo assiale di compressione. La rigidità della singola molla è legata alla costante di sottofondo orizzontale del terreno (*costante di Winkler*). La costante di sottofondo,  $k$ , è definita come la pressione unitaria che occorre applicare per ottenere uno spostamento unitario. Dimensionalmente è espressa quindi come rapporto fra una pressione ed uno spostamento al cubo  $[F/L^3]$ . È evidente che i risultati sono tanto migliori quanto più è elevato il numero delle molle che schematizzano il terreno. Se  $m$  è l'interasse fra le molle (in cm) e  $b$  è la larghezza della paratia in direzione longitudinale ( $b=100$  cm) l'area equivalente della molla sarà  $A_m = m \cdot b$ .

Per le molle di estremità, in corrispondenza della linea di fondo scavo ed in corrispondenza dell'estremità inferiore della paratia, si assume una area equivalente dimezzata. Inoltre, tutte le molle hanno, ovviamente, rigidità flessionale e tagliante nulla e sono vincolate all'estremità alla traslazione. Quindi la matrice di rigidità di tutto il sistema paratia-terreno sarà data dall'assemblaggio delle matrici di rigidità degli elementi della paratia (elementi a rigidità flessionale, tagliante ed assiale), delle matrici di rigidità dei tiranti (solo rigidità assiale) e delle molle (rigidità assiale).

## Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno

A questo punto vediamo come è effettuata l'analisi. Un tipo di analisi molto semplice e veloce sarebbe l'analisi elastica (peraltro disponibile nel programma **PAC**). Ma si intuisce che considerare il terreno con un comportamento infinitamente elastico è una approssimazione alquanto grossolana. Occorre quindi introdurre qualche correttivo che meglio ci aiuti a modellare il terreno. Fra le varie soluzioni possibili una delle più praticabili e che fornisce risultati soddisfacenti è quella di considerare il terreno con comportamento elasto-plastico perfetto. Si assume cioè che la curva sforzi-deformazioni del terreno abbia andamento bilatero. Rimane da scegliere il criterio di plasticizzazione del terreno (molle). Si può fare riferimento ad un criterio di tipo cinematico: la resistenza della molla cresce con la deformazione fino a quando lo spostamento non raggiunge il valore  $X_{max}$ ; una volta superato tale spostamento limite non si ha più incremento di resistenza all'aumentare degli spostamenti. Un altro criterio può essere di tipo statico: si assume che la molla abbia una resistenza crescente fino al raggiungimento di una pressione  $p_{max}$ . Tale pressione  $p_{max}$  può essere imposta pari al valore della pressione passiva in corrispondenza della quota della molla. D'altronde un ulteriore criterio si può ottenere dalla combinazione dei due descritti precedentemente: plasticizzazione o per raggiungimento dello spostamento limite o per raggiungimento della pressione passiva. Dal punto di vista strettamente numerico è chiaro che l'introduzione di criteri di plasticizzazione porta ad analisi di tipo non lineare (non linearità meccaniche). Questo comporta un aggravio computazionale non indifferente. L'entità di tale aggravio dipende poi dalla particolare tecnica adottata per la soluzione. Nel caso di analisi elastica lineare il problema si risolve immediatamente con la soluzione del sistema fondamentale (K matrice di rigidezza, u vettore degli spostamenti nodali, p vettore dei carichi nodali)

$$Ku=p$$

Un sistema non lineare, invece, deve essere risolto mediante un'analisi al passo per tener conto della plasticizzazione delle molle. Quindi si procede per passi di carico, a partire da un carico iniziale  $p_0$ , fino a raggiungere il carico totale  $p$ . Ogni volta che si incrementa il carico si controllano eventuali plasticizzazioni delle molle. Se si hanno nuove plasticizzazioni la matrice globale andrà riasssemblata escludendo il contributo delle molle plasticizzate. Il procedimento descritto se fosse applicato in questo modo sarebbe particolarmente gravoso (la fase di decomposizione della matrice di rigidezza è particolarmente onerosa). Si ricorre pertanto a soluzioni più sofisticate che escludono il riasssemblaggio e la decomposizione della matrice, ma usano la matrice elastica iniziale (*metodo di Riks*). Senza addentrarci troppo nei dettagli diremo che si tratta di un metodo di Newton-Raphson modificato e ottimizzato. L'analisi condotta secondo questa tecnica offre dei vantaggi immediati. Essa restituisce l'effettiva deformazione della paratia e le relative sollecitazioni; dà informazioni dettagliate circa la deformazione e la pressione sul terreno. Infatti, la deformazione è direttamente leggibile, mentre la pressione sarà data dallo sforzo nella molla diviso per l'area di influenza della molla stessa. Sappiamo quindi quale è la zona di terreno effettivamente plasticizzato. Inoltre, dalle deformazioni ci si può rendere conto di un possibile meccanismo di rottura del terreno.

### Analisi per fasi di scavo

L'analisi della paratia per fasi di scavo consente di ottenere informazioni dettagliate sullo stato di sollecitazione e deformazione dell'opera durante la fase di realizzazione. In ogni fase lo stato di sollecitazione e di deformazione dipende dalla 'storia' dello scavo (soprattutto nel caso di paratie tirantate o vincolate). Definite le varie altezze di scavo (in funzione della posizione di tiranti, vincoli, o altro) si procede per ogni fase al calcolo delle spinte inserendo gli elementi (tiranti, vincoli o carichi) attivi per quella fase, tenendo conto delle deformazioni dello stato precedente. Ad esempio, se sono presenti dei tiranti passivi si inserirà nell'analisi della fase la 'molla' che lo rappresenta. Indicando con  $u$  ed  $u_0$  gli spostamenti nella fase attuale e nella fase precedente, con  $s$  ed  $s_0$  gli sforzi nella fase attuale e nella fase precedente e con  $K$  la matrice di rigidezza della 'struttura' la relazione sforzi-deformazione è esprimibile nella forma

$$s=s_0+K(u-u_0)$$

In sostanza analizzare la paratia per fasi di scavo oppure 'direttamente' porta a risultati abbastanza diversi sia per quanto riguarda lo stato di deformazione e sollecitazione dell'opera sia per quanto riguarda il tiro dei tiranti.

### Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso paratia+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1.10. È usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento è supposta circolare.

In particolare, il programma esamina, per un dato centro 3 cerchi differenti: un cerchio passante per la linea di fondo scavo, un cerchio passante per il piede della paratia ed un cerchio passante per il punto medio della parte interrata. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità della paratia. Il numero di strisce è pari a 50.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^n \left[ \frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + (W_i \cos \alpha_i - u_i l_i) \tan \phi_i \right]}{\sum_{i=0}^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. Inoltre  $u_i$  ed  $l_i$  rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ( $l_i = b_i / \cos \alpha_i$ ).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo si suddivide in  $n$  strisce e dalla formula precedente si ricava  $\eta$ . Questo procedimento è eseguito per il numero di centri prefissato ed è assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

### Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito  $\phi$  e la coesione  $c$ . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo solitamente viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_t = Q_p + Q_l - W_p$$

dove:

$Q_t$  portanza totale del palo  
 $Q_p$  portanza di base del palo  
 $Q_l$  portanza per attrito laterale del palo  
 $W_p$  peso proprio del palo

e le due componenti  $Q_p$  e  $Q_l$  sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo  $Q_A$  applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta  $\eta_p$  ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale  $\eta_l$ .

Palo compresso:

$$Q_d = \frac{Q_p}{\eta_p} + \frac{Q_l}{\eta_l} - W_p$$

Palo teso:

$$Q_d = \frac{Q_l}{\eta_l} - W_p$$

### Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_p = A_p \left( c N'_c + q N'_q + \frac{1}{2} B \gamma N'_\gamma \right)$$

dove:

$A_p$  è l'area portante efficace della punta del palo  
 $c$  è la coesione  
 $q$  è la pressione geostatica alla quota della punta del palo  
 $\gamma$  è il peso specifico del terreno  
 $D$  è il diametro del palo

$N'_c$   $N'_q$   $N'_\gamma$  sono i coefficienti di capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità.

### Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_l = \int_S \tau_a dS$$

dove  $\tau_a$  è dato dalla nota relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \tan \delta$$

dove:

$c_a$  è l'adesione palo-terreno  
 $\delta$  è l'angolo di attrito palo-terreno  
 $\gamma$  è il peso specifico del terreno  
 $z$  è la generica quota a partire dalla testa del palo  
 $L$  è la lunghezza del palo

P è il perimetro del palo  
K<sub>s</sub> è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

## Dati

### Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali**

Altezza fuori terra	2.30	[m]
Profondità di infissione	3.70	[m]
Altezza totale della paratia	6.00	[m]
Lunghezza paratia	10.00	[m]
Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0.40	[m]
Diametro dei micropali	30.00	[cm]
Numero totale di micropali	25	
Numero di micropali per metro lineare	2.50	
Diametro esterno del tubolare	193.70	[mm]
Spessore del tubolare	10.00	[mm]

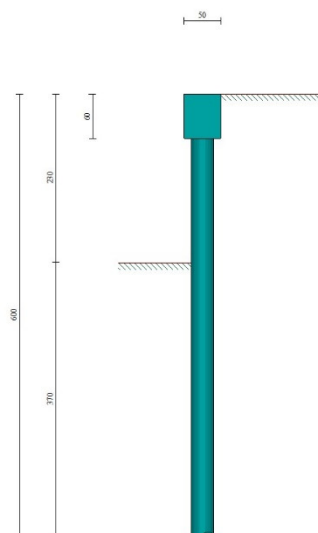


Fig. 1 - Sezione

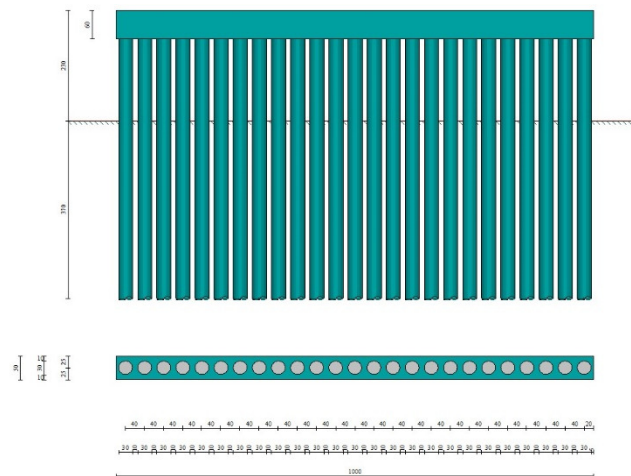


Fig. 2 - Pianta/Prospetto

### Geometria cordoli

#### Simbologia adottata

n° numero d'ordine del cordolo  
Y posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

#### Cordoli in calcestruzzo

B Base della sezione del cordolo espresso in [cm]  
H Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

#### Cordoli in acciaio

A Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]  
W Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm<sup>3</sup>]

N°	Y [m]	Tipo	B [cm]	H [cm]	A [cmq]	W [cm <sup>3</sup> ]
1	0.00	Calcestruzzo	50.00	60.00	--	--

### Geometria profilo terreno

#### Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa alla paratia, 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 [°]

#### Profilo di monte

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
2	10.00	0.00	0.00

#### Profilo di valle

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10.00	-2.30	0.00
2	0.00	-2.30	0.00

### Descrizione terreni

#### Simbologia adottata

n° numero d'ordine  
Descrizione Descrizione del terreno  
γ peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]  
γ<sub>sat</sub> peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]  
φ angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]  
δ angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]  
c coesione del terreno espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]



ca adesione terreno/paratia espressa in [kg/cmq]

Parametri per il calcolo dei tiranti secondo il metodo di Bustamante-Doix

Cesp coeff. di espansione laterale minimo e medio del tirante nello strato

$\tau_i$  tensione tangenziale minima e media lungo il tirante espressa in [kg/cmq]

I parametri medi e minimi vengono usati per il calcolo di portanza di progetto dei pali e per la resistenza di progetto a sfilamento dei tiranti

N°	Descrizione	$\gamma$ [kg/mc]	$\gamma_{sat}$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	ca [kg/cm <sup>2</sup> ]	Cesp	$\tau_i$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	
1	GHIAIE E SABBIE	1720.0	1920.0	31.00 31.00 31.00	15.50 0.00 0.00	0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000	1.00	0.000 0.000 0.000	CAR MIN MED
2	ARGILLA E LIMO	2030.0	2230.0	0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00	1.000 1.000 1.000	0.500 0.050 0.500	1.00	0.000 0.000 0.000	CAR MIN MED
3	SABBIA E LIMO CON GHIAIA	1850.0	2010.0	35.00 35.00 35.00	17.00 17.00 17.00	0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000	1.00	0.000 0.000 0.000	CAR MIN MED
4	SABBIA GHIAIOSA	1910.0	2110.0	37.00 37.00 37.00	18.00 18.00 0.00	0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000	1.00	0.000 0.000 0.000	CAR MIN MED

## Descrizione stratigrafia

### Simbologia adottata

n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia

sp spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]

kw costante di Winkler orizzontale espressa in [Kg/cm<sup>2</sup>/cm]

$\alpha$  inclinazione dello strato espressa in [°] (M: strato di monte, V: strato di valle)

Terreno Terreno associato allo strato (M: strato di monte, V: strato di valle)

N°	sp [m]	$\alpha_M$ [°]	$\alpha_V$ [°]	Kw <sub>M</sub> [kg/cm <sup>2</sup> /cm]	Kw <sub>V</sub> [kg/cm <sup>2</sup> /cm]	Terreno M	Terreno V
1	1.40	0.00	0.00	0.23	0.23	GHIAIE E SABBIE	GHIAIE E SABBIE
2	1.60	0.00	0.00	2.67	2.67	ARGILLA E LIMO	ARGILLA E LIMO
3	3.80	0.00	0.00	2.09	2.09	SABBIA E LIMO CON GHIAIA	SABBIA E LIMO CON GHIAIA
4	1.00	0.00	0.00	3.43	3.43	SABBIA GHIAIOSA	SABBIA GHIAIOSA

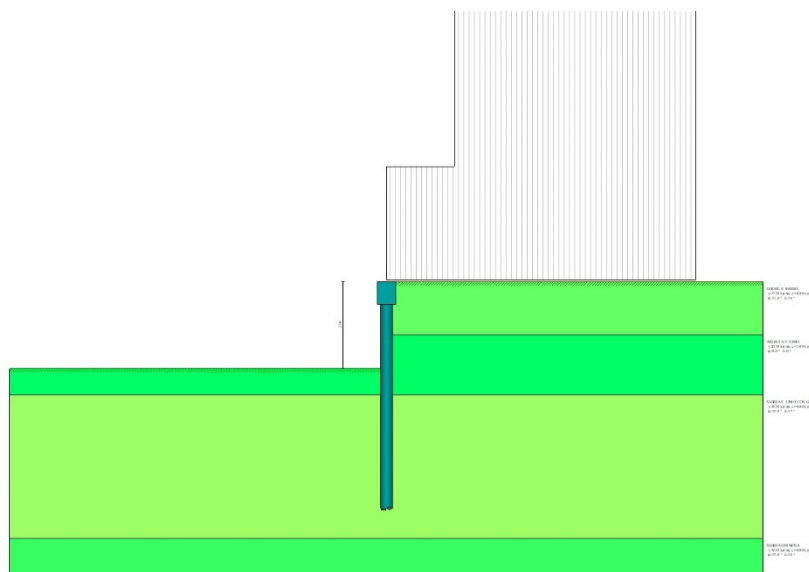


Fig. 3 - Stratigrafia

## Caratteristiche materiali utilizzati

### Simbologia adottata

$\gamma_{cls}$  Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]

Classe cls Classe di appartenenza del calcestruzzo

Rck Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

E Modulo elastico, espresso in [kg/cm<sup>2</sup>]

Acciaio Tipo di acciaio

n Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	$\gamma_{cls}$ [kg/mc]	Classe cls	Rck [kg/cm <sup>2</sup> ]	E [kg/cm <sup>2</sup> ]	Acciaio	n
Paratia	2500	C25/30	306	320666	S 275	15.00
Cordolo/Muro	2500	C25/30	306	320666	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls teso/compresso 1.00

### Condizioni di carico

#### Simbologia e convenzioni adottate

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

I<sub>g</sub> Indice di gruppo

F<sub>x</sub> Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle

F<sub>y</sub> Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso

M Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante

Q<sub>i</sub>, Q<sub>r</sub> Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]

V<sub>i</sub>, V<sub>s</sub> Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle

R Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

#### Condizione n° 1 - Variabile da traffico - ACCIDENTALE FERROVIARIO (I<sub>g</sub>=0) [ $\Psi_0=0.70$ - $\Psi_1=0.50$ - $\Psi_2=0.30$ ]

Carico distribuito sul profilo	X <sub>i</sub> = 1.80	X <sub>r</sub> = 8.20	Q <sub>i</sub> = 5600	Q <sub>r</sub> = 5600
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

#### Condizione n° 2 - Permanente non strutturale - PERMANENTE ARMAMENTO

Carico distribuito sul profilo	X <sub>i</sub> = 0.00	X <sub>r</sub> = 1.80	Q <sub>i</sub> = 2000	Q <sub>r</sub> = 2000
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

#### Condizione n° 3 - Permanente - TERRENO

Carico distribuito sul profilo	X <sub>i</sub> = 1.80	X <sub>r</sub> = 8.20	Q <sub>i</sub> = 1730	Q <sub>r</sub> = 1730
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

### Combinazioni di carico

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

#### Combinazione n° 1 - SLU - STR (A1-M1-R1)

Condizione	Fav/Sfav	$\gamma$	$\Psi$
Spinta terreno	SFAV	1.30	
PERMANENTE ARMAMENTO	SFAV	1.50	1.00
TERRENO	SFAV	1.30	1.00
ACCIDENTALE FERROVIARIO	SFAV	1.35	1.00

#### Combinazione n° 2 - SLU - GEO (A2-M2-R1)

Condizione	Fav/Sfav	$\gamma$	$\Psi$
Spinta terreno	SFAV	1.00	
PERMANENTE ARMAMENTO	SFAV	1.30	1.00
TERRENO	SFAV	1.00	1.00
ACCIDENTALE FERROVIARIO	SFAV	1.15	1.00

#### Combinazione n° 3 - SLE - Rara

Condizione	Fav/Sfav	$\gamma$	$\Psi$
Spinta terreno	SFAV	1.00	
PERMANENTE ARMAMENTO	SFAV	1.00	1.00
TERRENO	SFAV	1.00	1.00
ACCIDENTALE FERROVIARIO	SFAV	1.00	1.00

#### Combinazione n° 4 - SLE - Frequente

Condizione	Fav/Sfav	$\gamma$	$\Psi$
Spinta terreno	SFAV	1.00	
PERMANENTE ARMAMENTO	SFAV	1.00	1.00
TERRENO	SFAV	1.00	1.00
ACCIDENTALE FERROVIARIO	SFAV	1.00	0.50

### Combinazione n° 5 - SLE - Quasi permanente

Condizione	Fav/Sfav	$\gamma$	$\Psi$
Spinta terreno	SFAV	1.00	
PERMANENTE ARMAMENTO	SFAV	1.00	1.00
TERRENO	SFAV	1.00	1.00
ACCIDENTALE FERROVIARIO	SFAV	1.00	0.30

### Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)**

**Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:**

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.00	1.00
Permanenti ns	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti ns	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.35	1.15	1.00	1.00

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:**

Parametri		Statici		Sismici	
		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
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

**Portanza assiale. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche**

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati		
		R1	R2	R3	R1	R2	R33
Punta	$\gamma_b$	1.00	1.45	1.15	1.00	1.70	1.35
Laterale compressione	$\gamma_s$	1.00	1.45	1.15	1.00	1.45	1.15

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$   $\zeta_4=1.70$

Verifica materiali: Stato Limite

### Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio

Sezione in acciaio

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

con:

$A_v$  Area lorda sezione profilo

### Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Ordinarie

### Impostazioni di analisi

#### Analisi per Combinazioni di Carico.

##### Rottura del terreno:

Pressione passiva

Influenza  $\delta$  (angolo di attrito terreno-paratia): Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva  $K_a$  e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

##### Stabilità globale:

Metodo:

Metodo di Fellenius

Maglia dei centri

Passo maglia **Automatica**

Resistenza a taglio paratia

**$V_{Rd}$**

##### Opzioni calcolo portanza

##### Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta

Terzaghi

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

Tecnologia costruttiva: Trivellato

Contributo portanza palo: Punta

### Impostazioni analisi sismica

Non sono state analizzate Combinazioni/Fasi sismiche.

## Risultati

### Analisi della paratia

#### L'analisi è stata eseguita per combinazioni di carico

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 46 elementi fuori terra e 74 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva non reagiscono ad ulteriori incrementi di carico.

Altezza fuori terra della paratia	2.30	[m]
Profondità di infissione	3.70	[m]
Altezza totale della paratia	6.00	[m]

### Analisi della spinta

#### Pressioni terreno

##### Simbologia adottata

Sono riportati i valori delle pressioni in corrispondenza delle sezioni di calcolo  
Y ordinata rispetto alla testa della paratia espressa in [m] e positiva verso il basso.  
Le pressioni sono tutte espresse in [kg/mq]

$\sigma_{am}$	sigma attiva da monte
$\sigma_{av}$	sigma attiva da valle
$\sigma_{pm}$	sigma passiva da monte
$\sigma_{pv}$	sigma passiva da valle
$\delta_a$	inclinazione spinta attiva espressa in [°]

$\delta_p$  inclinazione spinta passiva espressa in [°]

### Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	Y [m]	$\sigma_{am}$ [kg/mq]	$\sigma_{av}$ [kg/mq]	$\sigma_{pm}$ [kg/mq]	$\sigma_{pv}$ [kg/mq]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
1	0.00	860	0	9278	0	15.50	0.00
2	0.10	929	0	10024	0	15.50	0.00
3	0.20	998	0	10769	0	15.50	0.00
4	0.30	1063	0	11468	0	15.50	0.00
5	0.40	1128	0	12166	0	15.50	0.00
6	0.50	1192	0	12865	0	15.50	0.00
7	0.60	1257	0	13563	0	15.50	0.00
8	0.70	1322	0	14262	0	15.50	0.00
9	0.80	1387	0	14960	0	15.50	0.00
10	0.90	1451	0	15659	0	15.50	0.00
11	1.00	1516	0	16357	0	15.50	0.00
12	1.10	1581	0	17056	0	15.50	0.00
13	1.20	1646	0	17754	0	15.50	0.00
14	1.30	1707	0	18453	0	15.50	0.00
15	1.38	1753	0	18886	0	15.50	0.00
16	1.40	884	0	31401	0	15.50	0.00
17	1.42	0	0	32401	0	0.00	0.00
18	1.50	0	0	33851	0	0.00	0.00
19	1.60	0	0	35477	0	0.00	0.00
20	1.70	0	0	37199	0	0.00	0.00
21	1.80	0	0	39022	0	0.00	0.00
22	1.90	0	0	40956	0	0.00	0.00
23	2.00	0	0	43000	0	0.00	0.00
24	2.10	0	0	45157	0	0.00	0.00
25	2.20	0	0	47441	19803	0.00	0.00
26	2.30	0	0	49276	20167	0.00	0.00
27	2.40	0	0	48721	20531	0.00	0.00
28	2.50	0	0	46924	20795	0.00	0.00
29	2.60	0	0	46043	21059	0.00	0.00
30	2.70	0	0	45571	21323	0.00	0.00
31	2.80	0	0	45312	21574	0.00	0.00
32	2.90	0	0	45192	21759	0.00	0.00
33	2.98	0	0	56468	14365	17.00	0.00
34	3.00	10183	0	67433	7127	17.00	0.00
35	3.02	13307	0	66820	7749	17.00	0.00
36	3.10	6285	529	65748	8592	17.00	0.00
37	3.20	6352	587	59768	9479	17.00	0.00
38	3.30	6400	645	55021	10367	17.00	0.00
39	3.40	6458	703	55888	11254	17.00	0.00
40	3.50	6525	770	56757	12142	17.00	0.00
41	3.60	6573	828	57630	13029	17.00	0.00
42	3.70	6631	887	58504	13917	17.00	0.00
43	3.80	6688	945	59380	14804	17.00	0.00
44	3.90	6746	1012	61597	15692	17.00	0.00
45	4.00	6804	1071	68860	16579	17.00	0.00
46	4.10	6862	1121	75144	17467	17.00	0.00
47	4.20	6919	1189	63557	18354	17.00	0.00
48	4.30	6967	1247	50812	19242	17.00	0.00
49	4.40	7035	1306	50725	20129	17.00	0.00
50	4.50	7093	1365	51300	21017	17.00	0.00
51	4.60	7141	1424	52274	21904	17.00	0.00
52	4.70	7209	1492	53770	22792	17.00	0.00
53	4.80	7266	1542	55446	23679	17.00	0.00
54	4.90	7315	1602	57154	24567	17.00	0.00
55	5.00	7382	1669	58893	25454	17.00	0.00
56	5.10	7440	1720	60685	26342	17.00	0.00
57	5.20	7489	1779	62532	27229	17.00	0.00
58	5.30	7547	1839	64423	28117	17.00	0.00
59	5.40	7614	1898	66367	29004	17.00	0.00
60	5.50	7621	1966	68237	29892	17.00	0.00
61	5.60	7031	2017	69565	30779	17.00	0.00
62	5.70	6142	2076	70426	31666	17.00	0.00
63	5.80	5682	2136	71258	32554	17.00	0.00
64	5.90	5742	2187	72094	33441	17.00	0.00
65	6.00	5961	2255				

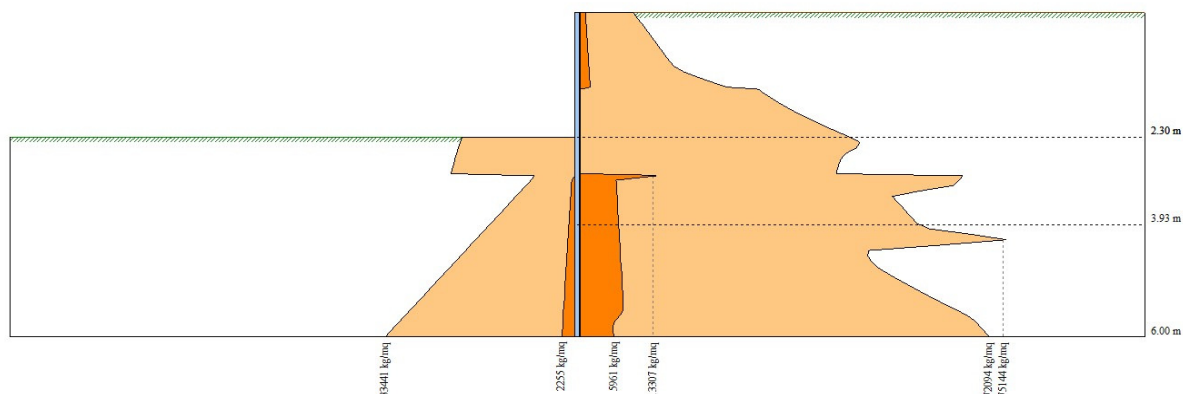


Fig. 4 - Spinte terreno (Combinazione n° 1)

**Combinazione n° 2 - SLU - GEO**

n°	Y [m]	$\sigma_{am}$ [kg/mq]	$\sigma_{av}$ [kg/mq]	$\sigma_{pm}$ [kg/mq]	$\sigma_{pv}$ [kg/mq]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
1	0.00	922	0	6509	0	12.51	0.00
2	0.10	989	0	6977	0	12.51	0.00
3	0.20	1055	0	7445	0	12.51	0.00
4	0.30	1117	0	7880	0	12.51	0.00
5	0.40	1178	0	8315	0	12.51	0.00
6	0.50	1240	0	8750	0	12.51	0.00
7	0.60	1302	0	9185	0	12.51	0.00
8	0.70	1363	0	9620	0	12.51	0.00
9	0.80	1425	0	10055	0	12.51	0.00
10	0.90	1486	0	10489	0	12.51	0.00
11	1.00	1548	0	10924	0	12.51	0.00
12	1.10	1610	0	11443	0	12.51	0.00
13	1.20	1671	0	12338	0	12.51	0.00
14	1.30	1730	0	13546	0	12.51	0.00
15	1.38	1773	0	14528	0	12.51	0.00
16	1.40	894	0	17955	0	12.51	0.00
17	1.42	0	0	21207	0	0.00	0.00
18	1.50	0	0	21772	0	0.00	0.00
19	1.60	0	0	22583	0	0.00	0.00
20	1.70	0	0	23495	0	0.00	0.00
21	1.80	0	0	24461	0	0.00	0.00
22	1.90	0	0	25476	0	0.00	0.00
23	2.00	0	0	26535	0	0.00	0.00
24	2.10	0	0	27640	0	0.00	0.00
25	2.20	0	0	28788	0	0.00	0.00
26	2.30	0	0	29972	14145	0.00	0.00
27	2.40	0	0	31197	14420	0.00	0.00
28	2.50	0	0	32459	14694	0.00	0.00
29	2.60	0	0	33761	14897	0.00	0.00
30	2.70	0	0	35098	15100	0.00	0.00
31	2.80	0	0	36473	15304	0.00	0.00
32	2.90	0	0	37818	15496	0.00	0.00
33	2.98	0	0	38831	15639	0.00	0.00
34	3.00	7853	0	45411	9940	13.74	0.00
35	3.02	10835	0	49255	4326	13.74	0.00
36	3.10	5986	510	45790	4703	13.74	0.00
37	3.20	6041	567	44301	5215	13.74	0.00
38	3.30	6102	624	43756	5754	13.74	0.00
39	3.40	6153	681	39939	6292	13.74	0.00
40	3.50	6210	738	36527	6831	13.74	0.00
41	3.60	6271	795	37039	7370	13.74	0.00
42	3.70	6322	858	37555	7908	13.74	0.00
43	3.80	6379	915	38073	8447	13.74	0.00
44	3.90	6440	972	38594	8986	13.74	0.00
45	4.00	6492	1030	39117	9524	13.74	0.00
46	4.10	6548	1087	39642	10063	13.74	0.00
47	4.20	6609	1144	41702	10602	13.74	0.00
48	4.30	6661	1207	46083	11140	13.74	0.00
49	4.40	6718	1265	47365	11679	13.74	0.00
50	4.50	6775	1317	39033	12218	13.74	0.00
51	4.60	6831	1374	32421	12756	13.74	0.00
52	4.70	6893	1437	33294	13295	13.74	0.00
53	4.80	6945	1495	34204	13833	13.74	0.00
54	4.90	7002	1547	35126	14372	13.74	0.00
55	5.00	7063	1605	36056	14911	13.74	0.00
56	5.10	7115	1668	37000	15449	13.74	0.00
57	5.20	6965	1725	37956	15988	13.74	0.00
58	5.30	6367	1778	38928	16527	13.74	0.00
59	5.40	5741	1836	39920	17065	13.74	0.00

n°	Y [m]	$\sigma_{am}$ [kg/mq]	$\sigma_{av}$ [kg/mq]	$\sigma_{pm}$ [kg/mq]	$\sigma_{pv}$ [kg/mq]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
60	5.50	5634	1898	40930	17604	13.74	0.00
61	5.60	5755	1956	41786	18143	13.74	0.00
62	5.70	5809	2009	42367	18681	13.74	0.00
63	5.80	5867	2067	42840	19220	13.74	0.00
64	5.90	5926	2124	43317	19759	13.74	0.00
65	6.00	5989	2182	43798	20297	13.74	0.00

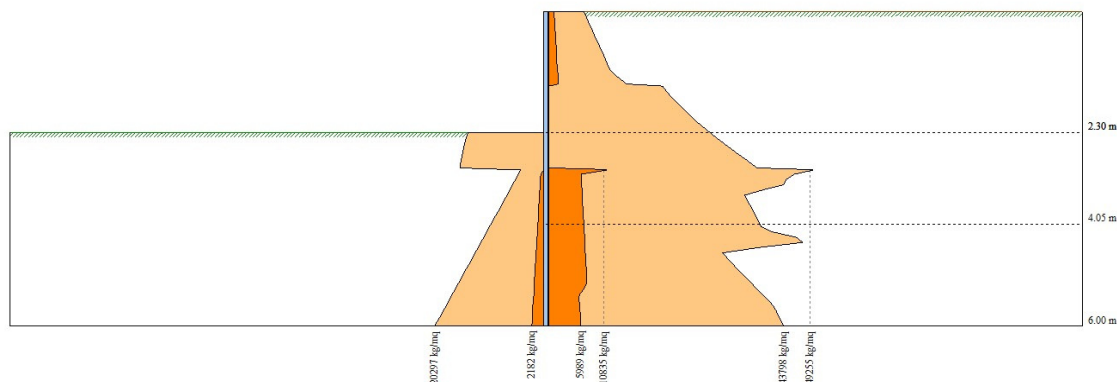


Fig. 5 - Spinte terreno (Combinazione n° 2)

**Combinazione n° 3 - SLE - Rara**

n°	Y [m]	$\sigma_{am}$ [kg/mq]	$\sigma_{av}$ [kg/mq]	$\sigma_{pm}$ [kg/mq]	$\sigma_{pv}$ [kg/mq]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
1	0.00	573	0	6186	0	15.50	0.00
2	0.10	626	0	6754	0	15.50	0.00
3	0.20	679	0	7323	0	15.50	0.00
4	0.30	729	0	7860	0	15.50	0.00
5	0.40	778	0	8397	0	15.50	0.00
6	0.50	828	0	8935	0	15.50	0.00
7	0.60	878	0	9472	0	15.50	0.00
8	0.70	928	0	10009	0	15.50	0.00
9	0.80	978	0	10547	0	15.50	0.00
10	0.90	1027	0	11084	0	15.50	0.00
11	1.00	1077	0	11783	0	15.50	0.00
12	1.10	1127	0	13029	0	15.50	0.00
13	1.20	1177	0	14813	0	15.50	0.00
14	1.30	1224	0	16804	0	15.50	0.00
15	1.38	1259	0	18459	0	15.50	0.00
16	1.40	636	0	23621	0	15.50	0.00
17	1.42	0	0	28434	0	0.00	0.00
18	1.50	0	0	29269	0	0.00	0.00
19	1.60	0	0	30484	0	0.00	0.00
20	1.70	0	0	31857	0	0.00	0.00
21	1.80	0	0	33316	0	0.00	0.00
22	1.90	0	0	34865	0	0.00	0.00
23	2.00	0	0	36509	0	0.00	0.00
24	2.10	0	0	38246	0	0.00	0.00
25	2.20	0	0	40075	0	0.00	0.00
26	2.30	0	0	42005	19803	0.00	0.00
27	2.40	0	0	43147	20107	0.00	0.00
28	2.50	0	0	42108	20410	0.00	0.00
29	2.60	0	0	40475	20613	0.00	0.00
30	2.70	0	0	39805	20816	0.00	0.00
31	2.80	0	0	39445	21019	0.00	0.00
32	2.90	0	0	39247	21212	0.00	0.00
33	2.98	0	0	39156	21354	0.00	0.00
34	3.00	4525	0	44712	13358	17.00	0.00
35	3.02	6265	0	50166	5483	17.00	0.00
36	3.10	5378	413	49974	5961	17.00	0.00
37	3.20	6091	457	49007	6609	17.00	0.00
38	3.30	4917	502	44552	7292	17.00	0.00
39	3.40	4962	538	41333	7974	17.00	0.00
40	3.50	5007	591	42005	8657	17.00	0.00
41	3.60	5052	636	42677	9340	17.00	0.00
42	3.70	5097	681	43352	10023	17.00	0.00
43	3.80	5142	735	44027	10705	17.00	0.00
44	3.90	5187	780	44703	11388	17.00	0.00
45	4.00	5219	825	46469	12071	17.00	0.00
46	4.10	5277	870	52151	12753	17.00	0.00
47	4.20	5322	915	56999	13436	17.00	0.00
48	4.30	5354	960	55069	14119	17.00	0.00
49	4.40	5399	1005	45331	14801	17.00	0.00
50	4.50	5444	1050	38346	15484	17.00	0.00

n°	Y [m]	$\sigma_{am}$ [kg/mq]	$\sigma_{av}$ [kg/mq]	$\sigma_{pm}$ [kg/mq]	$\sigma_{pv}$ [kg/mq]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
51	4.60	5489	1095	38813	16167	17.00	0.00
52	4.70	5534	1141	39303	16849	17.00	0.00
53	4.80	5579	1195	40089	17532	17.00	0.00
54	4.90	5623	1240	41307	18215	17.00	0.00
55	5.00	5668	1277	42681	18897	17.00	0.00
56	5.10	5713	1331	44073	19580	17.00	0.00
57	5.20	5758	1376	45498	20263	17.00	0.00
58	5.30	5803	1413	46963	20945	17.00	0.00
59	5.40	5848	1459	48459	21628	17.00	0.00
60	5.50	5893	1513	49990	22311	17.00	0.00
61	5.60	5872	1559	51562	22993	17.00	0.00
62	5.70	5224	1596	52857	23676	17.00	0.00
63	5.80	4366	1650	53678	24359	17.00	0.00
64	5.90	4130	1696	54324	25042	17.00	0.00
65	6.00	4352	1733	54974	25724	17.00	0.00



Fig. 6 - Spinte terreno (Combinazione n° 3)

#### Combinazione n° 4 - SLE - Frequente

n°	Y [m]	$\sigma_{am}$ [kg/mq]	$\sigma_{av}$ [kg/mq]	$\sigma_{pm}$ [kg/mq]	$\sigma_{pv}$ [kg/mq]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
1	0.00	573	0	6186	0	15.50	0.00
2	0.10	626	0	6754	0	15.50	0.00
3	0.20	679	0	7323	0	15.50	0.00
4	0.30	729	0	7860	0	15.50	0.00
5	0.40	778	0	8397	0	15.50	0.00
6	0.50	828	0	8935	0	15.50	0.00
7	0.60	878	0	9472	0	15.50	0.00
8	0.70	928	0	10009	0	15.50	0.00
9	0.80	978	0	10547	0	15.50	0.00
10	0.90	1027	0	11084	0	15.50	0.00
11	1.00	1077	0	11783	0	15.50	0.00
12	1.10	1127	0	13029	0	15.50	0.00
13	1.20	1177	0	14812	0	15.50	0.00
14	1.30	1224	0	16804	0	15.50	0.00
15	1.38	1259	0	18460	0	15.50	0.00
16	1.40	636	0	23619	0	15.50	0.00
17	1.42	0	0	28430	0	0.00	0.00
18	1.50	0	0	29270	0	0.00	0.00
19	1.60	0	0	30485	0	0.00	0.00
20	1.70	0	0	31532	0	0.00	0.00
21	1.80	0	0	31785	0	0.00	0.00
22	1.90	0	0	31580	0	0.00	0.00
23	2.00	0	0	31482	0	0.00	0.00
24	2.10	0	0	31462	0	0.00	0.00
25	2.20	0	0	31493	0	0.00	0.00
26	2.30	0	0	31562	19803	0.00	0.00
27	2.40	0	0	31657	20107	0.00	0.00
28	2.50	0	0	31772	20410	0.00	0.00
29	2.60	0	0	31902	20613	0.00	0.00
30	2.70	0	0	32044	20816	0.00	0.00
31	2.80	0	0	32195	21019	0.00	0.00
32	2.90	0	0	32346	21212	0.00	0.00
33	2.98	0	0	32460	21354	0.00	0.00
34	3.00	6782	0	35021	13358	17.00	0.00
35	3.02	8127	0	37680	5483	17.00	0.00
36	3.10	2694	413	38064	5961	17.00	0.00
37	3.20	2734	457	36585	6609	17.00	0.00
38	3.30	3690	502	35202	7292	17.00	0.00
39	3.40	4035	538	35880	7974	17.00	0.00
40	3.50	3483	591	36559	8657	17.00	0.00
41	3.60	3529	636	37238	9340	17.00	0.00
42	3.70	3575	681	37918	10023	17.00	0.00
43	3.80	3621	735	38598	10705	17.00	0.00
44	3.90	3653	780	39297	11388	17.00	0.00
45	4.00	3699	825	41939	12071	17.00	0.00
46	4.10	3758	870	44969	12753	17.00	0.00



n°	Y [m]	$\sigma_{am}$ [kg/mq]	$\sigma_{av}$ [kg/mq]	$\sigma_{pm}$ [kg/mq]	$\sigma_{pv}$ [kg/mq]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
47	4.20	3804	915	46043	13436	17.00	0.00
48	4.30	3850	960	46699	14119	17.00	0.00
49	4.40	3896	1005	46733	14801	17.00	0.00
50	4.50	3928	1050	41070	15484	17.00	0.00
51	4.60	3974	1095	35979	16167	17.00	0.00
52	4.70	4033	1141	36535	16849	17.00	0.00
53	4.80	4065	1195	37099	17532	17.00	0.00
54	4.90	4111	1240	37672	18215	17.00	0.00
55	5.00	4170	1277	38251	18897	17.00	0.00
56	5.10	4202	1331	38836	19580	17.00	0.00
57	5.20	4248	1376	39511	20263	17.00	0.00
58	5.30	4294	1413	40560	20945	17.00	0.00
59	5.40	4339	1459	41934	21628	17.00	0.00
60	5.50	4385	1513	43362	22311	17.00	0.00
61	5.60	4430	1559	44827	22993	17.00	0.00
62	5.70	4476	1596	46331	23676	17.00	0.00
63	5.80	4522	1650	47840	24359	17.00	0.00
64	5.90	4451	1696	49003	25042	17.00	0.00
65	6.00	3869	1733	49750	25724	17.00	0.00

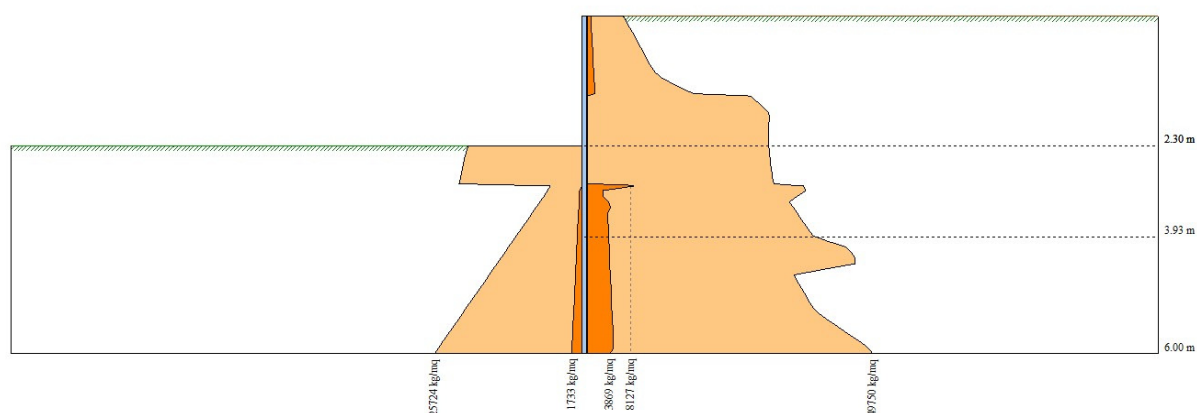


Fig. 7 - Spinte terreno (Combinazione n° 4)

#### Combinazione n° 5 - SLE - Quasi permanente

n°	Y [m]	$\sigma_{am}$ [kg/mq]	$\sigma_{av}$ [kg/mq]	$\sigma_{pm}$ [kg/mq]	$\sigma_{pv}$ [kg/mq]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
1	0.00	573	0	6186	0	15.50	0.00
2	0.10	626	0	6754	0	15.50	0.00
3	0.20	679	0	7323	0	15.50	0.00
4	0.30	729	0	7860	0	15.50	0.00
5	0.40	778	0	8397	0	15.50	0.00
6	0.50	828	0	8935	0	15.50	0.00
7	0.60	878	0	9472	0	15.50	0.00
8	0.70	928	0	10009	0	15.50	0.00
9	0.80	978	0	10547	0	15.50	0.00
10	0.90	1027	0	11084	0	15.50	0.00
11	1.00	1077	0	11783	0	15.50	0.00
12	1.10	1127	0	13029	0	15.50	0.00
13	1.20	1177	0	14812	0	15.50	0.00
14	1.30	1224	0	16803	0	15.50	0.00
15	1.38	1259	0	18464	0	15.50	0.00
16	1.40	636	0	23550	0	15.50	0.00
17	1.42	0	0	27988	0	0.00	0.00
18	1.50	0	0	27982	0	0.00	0.00
19	1.60	0	0	28015	0	0.00	0.00
20	1.70	0	0	28091	0	0.00	0.00
21	1.80	0	0	28199	0	0.00	0.00
22	1.90	0	0	28329	0	0.00	0.00
23	2.00	0	0	28474	0	0.00	0.00
24	2.10	0	0	28631	0	0.00	0.00
25	2.20	0	0	28796	0	0.00	0.00
26	2.30	0	0	28968	19803	0.00	0.00
27	2.40	0	0	29145	20107	0.00	0.00
28	2.50	0	0	29326	20410	0.00	0.00
29	2.60	0	0	29511	20613	0.00	0.00
30	2.70	0	0	29698	20816	0.00	0.00
31	2.80	0	0	29887	21019	0.00	0.00
32	2.90	0	0	30068	21212	0.00	0.00
33	2.98	0	0	30203	21354	0.00	0.00
34	3.00	6458	0	31769	13358	17.00	0.00

n°	Y [m]	$\sigma_{am}$ [kg/mq]	$\sigma_{av}$ [kg/mq]	$\sigma_{pm}$ [kg/mq]	$\sigma_{pv}$ [kg/mq]	$\delta_a$ [°]	$\delta_p$ [°]
35	3.02	7636	0	33449	5483	17.00	0.00
36	3.10	2372	413	33471	5961	17.00	0.00
37	3.20	2411	457	33007	6609	17.00	0.00
38	3.30	2457	502	33024	7292	17.00	0.00
39	3.40	2503	538	33705	7974	17.00	0.00
40	3.50	3210	591	34386	8657	17.00	0.00
41	3.60	3420	636	35068	9340	17.00	0.00
42	3.70	2968	681	35749	10023	17.00	0.00
43	3.80	3014	735	36431	10705	17.00	0.00
44	3.90	3060	780	37319	11388	17.00	0.00
45	4.00	3119	825	39292	12071	17.00	0.00
46	4.10	3165	870	41053	12753	17.00	0.00
47	4.20	3197	915	41728	13436	17.00	0.00
48	4.30	3243	960	42403	14119	17.00	0.00
49	4.40	3289	1005	43079	14801	17.00	0.00
50	4.50	3335	1050	41584	15484	17.00	0.00
51	4.60	3381	1095	37453	16167	17.00	0.00
52	4.70	3427	1141	35451	16849	17.00	0.00
53	4.80	3473	1195	36044	17532	17.00	0.00
54	4.90	3518	1240	36643	18215	17.00	0.00
55	5.00	3564	1277	37248	18897	17.00	0.00
56	5.10	3610	1331	37857	19580	17.00	0.00
57	5.20	3656	1376	38471	20263	17.00	0.00
58	5.30	3702	1413	39088	20945	17.00	0.00
59	5.40	3734	1459	39754	21628	17.00	0.00
60	5.50	3780	1513	40762	22311	17.00	0.00
61	5.60	3839	1559	42130	22993	17.00	0.00
62	5.70	3885	1596	43585	23676	17.00	0.00
63	5.80	3931	1650	45082	24359	17.00	0.00
64	5.90	3963	1696	46546	25042	17.00	0.00
65	6.00	4009	1733	47629	25724	17.00	0.00

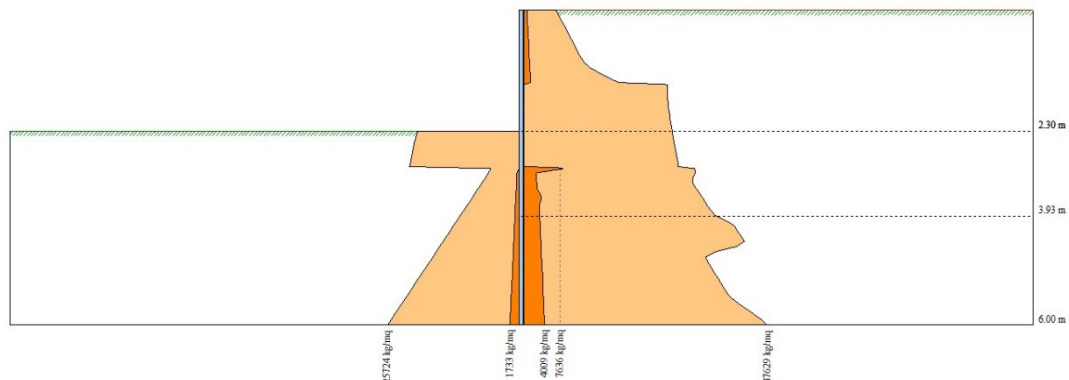


Fig. 8 - Spinte terreno (Combinazione n° 5)

## Forze agenti sulla paratia

Tutte le forze si intendono positive se dirette da monte verso valle. Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia. Le Y hanno come origine la testa della paratia, e sono espresse in [m]

### Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Pa	Spinta attiva, espressa in [kg]
Is	Incremento sismico della spinta, espressa in [kg]
Pw	Spinta della falda, espressa in [kg]
Pp	Resistenza passiva, espressa in [kg]
Pc	Controspinta, espressa in [kg]

n°	Tipo	Pa [kg]	Y <sub>pa</sub> [m]	Is [kg]	Y <sub>is</sub> [m]	Pw [kg]	Y <sub>pw</sub> [m]	Pp [kg]	Y <sub>pp</sub> [m]	Pc [kg]	Y <sub>pc</sub> [m]
1	SLU - STR	1782	0.78	--	--	--	--	-3196	2.74	1414	5.21
2	SLU - GEO	1861	0.77	--	--	--	--	-3252	2.70	1390	5.28
3	SLE - Rara	1250	0.79	--	--	--	--	-2235	2.74	984	5.22
4	SLE - Frequente	1250	0.79	--	--	--	--	-2239	2.74	989	5.21
5	SLE - Quasi permanente	1250	0.79	--	--	--	--	-2241	2.74	990	5.21

### Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
----	--------------------------------

Tipo Tipo della Combinazione/Fase  
Rc Risultante carichi esterni applicati, espressa in [kg]  
Rt Risultante delle reazioni dei tiranti (componente orizzontale), espressa in [kg]  
Rv Risultante delle reazioni dei vincoli, espressa in [kg]  
Rp Risultante delle reazioni dei puntoni, espressa in [kg]

n°	Tipo	Rc [kg]	Y <sub>Rc</sub> [m]	Rt [kg]	Y <sub>Rt</sub> [m]	Rv [kg]	Y <sub>Rv</sub> [m]	Rp [kg]	Y <sub>Rp</sub> [m]
1	SLU - STR	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
2	SLU - GEO	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
3	SLE - Rara	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
4	SLE - Frequente	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
5	SLE - Quasi permanente	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

### Simbologia adottata

n° Indice della Combinazione/Fase  
Tipo Tipo della Combinazione/Fase  
P<sub>NUL</sub> Punto di nullo del diagramma, espresso in [m]  
P<sub>INV</sub> Punto di inversione del diagramma, espresso in [m]  
C<sub>ROT</sub> Punto Centro di rotazione, espresso in [m]  
MP Percentuale molle plasticizzate, espressa in [%]  
R/R<sub>MAX</sub> Rapporto tra lo sforzo reale nelle molle e lo sforzo che le molle sarebbero in grado di esplicare, espresso in [%]

n°	Tipo	P <sub>NUL</sub> [m]	P <sub>INV</sub> [m]	C <sub>ROT</sub> [m]	MP [%]	R/R <sub>MAX</sub> [%]
1	SLU - STR	2.30	2.30	3.93	1.33	3.21
2	SLU - GEO	2.30	2.30	4.05	14.67	5.48
3	SLE - Rara	2.30	2.30	3.94	5.33	2.84
4	SLE - Frequente	2.30	2.30	3.93	1.33	3.09
5	SLE - Quasi permanente	2.30	2.30	3.93	1.33	3.21

## Verifiche geotecniche

### Simbologia adottata

n° Indice della Combinazione/Fase  
Tipo Tipo della Combinazione/Fase  
P<sub>P,med</sub>, P<sub>P,min</sub> Portanza di punta media e minima, espressa in [kg]  
P<sub>L,med</sub>, P<sub>L,min</sub> Portanza laterale media e minima, espressa in [kg]  
Pd Portanza di progetto, espressa in [kg]  
N Sforzo normale alla base del palo, espressa in [kg]  
FS Fattore di sicurezza (rapporto Pd/N)

n°	Tipo	P <sub>P,med</sub> [kg]	P <sub>L,med</sub> [kg]	P <sub>P,min</sub> [kg]	P <sub>L,min</sub> [kg]	P <sub>d</sub> [kg]	N [kg]	FS
1	SLU - STR	14052	0	14052	0	6123	1060	5.775

## Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

### Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase  
Tipo Tipo della combinazione/fase  
Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]  
M momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]  
N sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)  
T taglio massimo e minimo espresso in [kg]

n°	Tipo	M [kgm]	Y <sub>N</sub> [m]	T [kg]	Y <sub>T</sub> [m]	N [kg]	Y <sub>N</sub> [m]	
1	SLU - STR	3049	2.70	1782	1.40	2651	6.00	MAX
		0	0.00	-1414	3.90	0	0.00	MIN
2	SLU - GEO	3169	2.70	1861	1.40	2651	6.00	MAX
		0	0.00	-1390	4.05	0	0.00	MIN
3	SLE - Rara	2130	2.70	1250	1.40	2651	6.00	MAX
		0	0.00	-984	3.90	0	0.00	MIN
4	SLE - Frequente	2131	2.70	1250	1.40	2651	6.00	MAX
		0	0.00	-989	3.90	0	0.00	MIN
5	SLE - Quasi permanente	2132	2.70	1250	1.40	2651	6.00	MAX
		0	0.00	-990	3.90	0	0.00	MIN

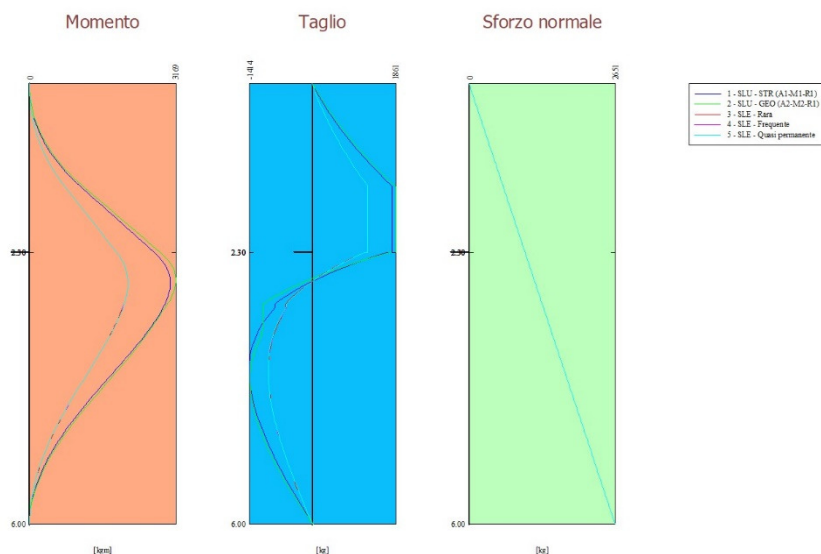


Fig. 9 - Sollecitazioni (Involuppo)

## Spostamenti massimi e minimi della paratia

### Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase  
 Tipo Tipo della combinazione/fase  
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]  
 U spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle  
 V spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U	Y <sub>u</sub>	V	Y <sub>v</sub>	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
1	SLU - STR	0.7742	0.00	0.0014	0.00	MAX
		-0.0514	6.00	0.0000	0.00	MIN
2	SLU - GEO	0.8290	0.00	0.0014	0.00	MAX
		-0.0566	6.00	0.0000	0.00	MIN
3	SLE - Rara	0.5423	0.00	0.0014	0.00	MAX
		-0.0362	6.00	0.0000	0.00	MIN
4	SLE - Frequente	0.5412	0.00	0.0014	0.00	MAX
		-0.0360	6.00	0.0000	0.00	MIN
5	SLE - Quasi permanente	0.5406	0.00	0.0014	0.00	MAX
		-0.0359	6.00	0.0000	0.00	MIN

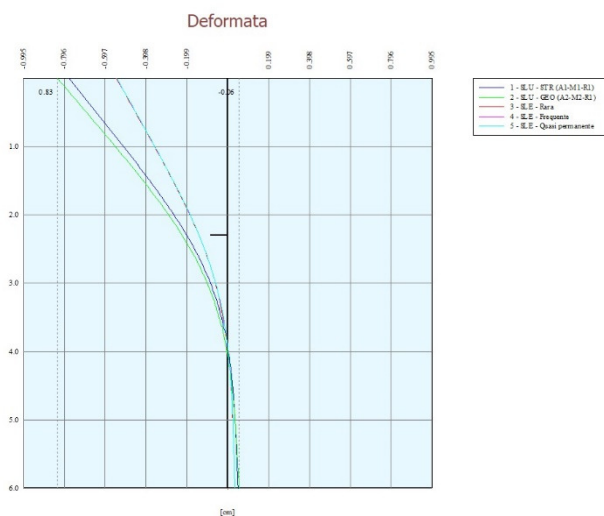


Fig. 10 - Spostamenti (Inviluppo)

## Verifica a spostamento

### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione/Fase
Tipo	Tipo combinazione/Fase
Ulim	spostamento orizzontale limite, espresso in [cm]
U	spostamento orizzontale calcolato, espresso in [cm] (positivo verso valle)

n°	Tipo	Ulim [cm]	U [cm]
1	SLU - STR	2.5000	0.7742
2	SLU - GEO	2.5000	0.8290
3	SLE - Rara	2.5000	0.5423
4	SLE - Frequente	2.5000	0.5412
5	SLE - Quasi permanente	2.5000	0.5406

## Verifiche di corpo rigido

### Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
S	Spinta attiva da monte (risultante diagramma delle pressioni attive da monte) espressa in [kg]
R	Resistenza passiva da valle (risultante diagramma delle pressioni passive da valle) espresso in [kg]
W	Spinta netta falda (positiva da monte verso valle), espresso in [kg]
T	Reazione tiranti espresso in [kg]
P	Reazione puntoni espresso in [kg]
V	Reazione vincoli espresso in [kg]
C	Risultante carichi applicati sulla paratia (positiva da monte verso valle) espresso in [kg]
Y	Punto di applicazione, espresso in [m]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kgm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
FS <sub>RIB</sub>	Fattore di sicurezza a ribaltamento
FS <sub>SCO</sub>	Fattore di sicurezza a scorrimento

I punti di applicazione delle azioni sono riferiti alla testa della paratia.

La verifica a ribaltamento viene eseguita rispetto al centro di rotazione posto alla base del palo.

n°	Tipo	S Y [kg]	R Y [kg]	W Y [kg]	T Y [kg]	P Y [kg]	V Y [kg]	C Y [kg]	Mr [kgm]	Ms [kgm]	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>SCO</sub>
2	SLU - GEO	21386.80 4.19	49185.06 4.42	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	38663.02	77830.74	2.013	2.300

## Stabilità globale

### Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
(X <sub>C</sub> ; Y <sub>C</sub> )	Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
R	Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
(X <sub>0</sub> ; Y <sub>0</sub> )	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]

(X<sub>M</sub>, Y<sub>M</sub>) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]  
FS Coefficiente di sicurezza  
R Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X <sub>C</sub> , Y <sub>C</sub> [m]	R [m]	X <sub>V</sub> , Y <sub>V</sub> [m]	X <sub>M</sub> , Y <sub>M</sub> [m]	FS	R
2	SLU - GEO	-1.80; 2.40	8.59	-9.00; -2.29	6.46; 0.00	1.924	1.100

## Dettagli superficie con fattore di sicurezza minimo

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)  
Le strisce sono numerate da monte verso valle  
N° numero d'ordine della striscia  
W peso della striscia espresso in [kg]  
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)  
φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
L sviluppo della base della striscia espressa in [m] (L=b/cosα)  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]  
Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

### Combinazione n° 2 - SLU - GEO

Numero di strisce 51

### Caratteristiche delle strisce

N°	W [kg]	α [°]	L [m]	φ [°]	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	u [kg/cm <sup>2</sup> ]	(Ctn; Ctt) [kg]
1	122.36	-55.20	0.53	0.00	0.714	0.000	(0; 0)
2	369.32	-51.82	0.49	14.63	0.357	0.000	(0; 0)
3	575.64	-48.69	0.45	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
4	755.83	-45.74	0.43	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
5	918.76	-42.94	0.41	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
6	1066.75	-40.26	0.39	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
7	1201.59	-37.69	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
8	1324.64	-35.20	0.37	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
9	1437.00	-32.78	0.36	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
10	1539.53	-30.43	0.35	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
11	1632.98	-28.14	0.34	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
12	1717.92	-25.89	0.33	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
13	1794.85	-23.69	0.33	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
14	1864.21	-21.52	0.32	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
15	1926.32	-19.38	0.32	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
16	1981.51	-17.27	0.31	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
17	2030.00	-15.19	0.31	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
18	2072.02	-13.12	0.31	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
19	2107.73	-11.08	0.31	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
20	2137.28	-9.04	0.30	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
21	2160.79	-7.02	0.30	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
22	2178.35	-5.01	0.30	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
23	2190.02	-3.00	0.30	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
24	2195.85	-1.00	0.30	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
25	2195.85	1.00	0.30	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
26	2190.03	3.00	0.30	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
27	2178.37	5.01	0.30	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
28	2160.81	7.02	0.30	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
29	2137.31	9.04	0.30	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
30	2107.76	11.08	0.31	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
31	4223.74	13.15	0.32	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
32	4179.47	15.26	0.32	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
33	4128.22	17.40	0.32	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
34	4069.76	19.56	0.33	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
35	4003.81	21.75	0.33	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
36	4177.82	23.98	0.34	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
37	5560.36	26.25	0.34	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
38	5469.69	28.56	0.35	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
39	5369.76	30.92	0.36	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
40	5259.90	33.34	0.37	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
41	5139.27	35.83	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
42	5006.85	38.40	0.39	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
43	4861.37	41.07	0.41	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
44	4701.19	43.85	0.43	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
45	4524.20	46.77	0.45	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
46	4327.37	49.86	0.48	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
47	4093.25	53.16	0.51	0.00	0.714	0.000	(0; 0)
48	3818.96	56.74	0.56	0.00	0.714	0.000	(0; 0)
49	3501.73	60.71	0.63	0.00	0.714	0.000	(0; 0)
50	3143.53	65.25	0.73	25.67	0.000	0.000	(0; 0)
51	2738.82	70.32	0.91	25.67	0.000	0.000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia = 0.00 [kg]

$\Sigma W_i = 142570.44$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 41804.18$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 62779.65$  [kg]

$\Sigma c_b / \cos \alpha_i = 17642.47$  [kg]

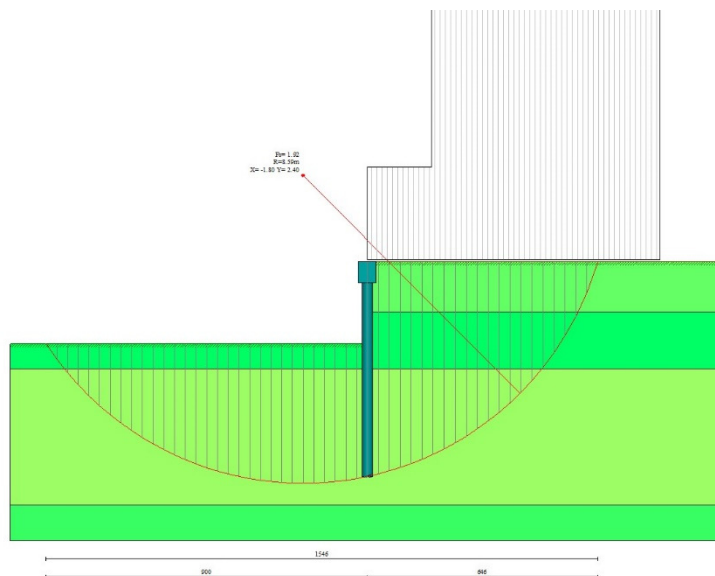


Fig. 11 - Stabilità globale (Combinazione n° 2)

## Verifica armatura paratia (Involuppo sezioni critiche)

### Verifica a flessione

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M <sub>u</sub>	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Area della sezione del tubolare 57.71 [cmq]

Sezione resistente: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 337.79 [cm^3]

n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	M <sub>u</sub> [kgm]	N <sub>u</sub> [kg]	FS
2 - SLU - GEO	2.70	1268	477	9021	0	7.116

### Verifica a taglio

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
V <sub>ed</sub>	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V <sub>rd</sub>	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza a taglio (V <sub>rd</sub> /V <sub>ed</sub> )

La verifica a taglio sui micropali viene eseguita considerando il solo contributo resistente del tubolare. L'area della sezione effettiva di verifica (A<sub>eff</sub>) viene determinata come area lorda (A) della sezione tubolare moltiplicata per 2 / π.

A<sub>eff</sub> = 36.74 cmq

n° - Tipo	Y [m]	V <sub>Ed</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	FS
2 - SLU - GEO	1.40	745	56649	76.082

### Verifica tensioni

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
$\sigma_f$	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\tau_f$	tensione tangenziale in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\sigma_d$	tensione ideale espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Area della sezione del tubolare 57.71 [cm<sup>2</sup>]

$\sigma_f$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\tau_f$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_d$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	cmb
346.17	0.37	346.17	3

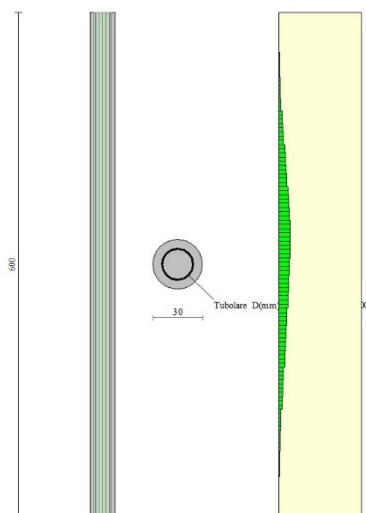


Fig. 12 - Armature - verifiche SLU

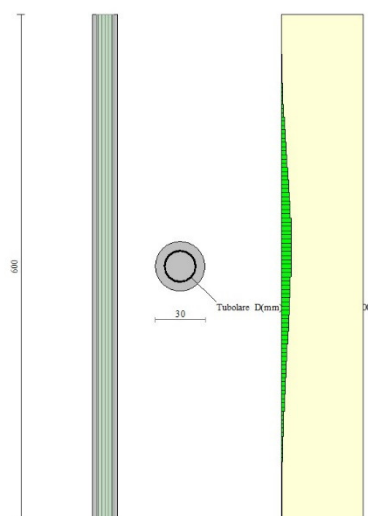


Fig. 13 - Armature - verifiche SLE



## Verifica a SLU \* Diagrammi M-N delle sezioni

Di seguito sono riportati per ogni tratto di armatura i diagrammi di interazione  $M_u-N_u$  della sezione; sono stati calcolati 16 punti per ogni sezione analizzata.

Per la costruzione dei diagrammi limiti si sono assunti i seguenti valori:

Resistenza caratteristica cubica del cls	$R_{ck} = 306 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$
Resistenza caratteristica cilindrica del cls ( $0.83 \times R_{ck}$ )	$f_{ck} = 254 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
Fattore di riduzione per carico di lunga permanenza	$\psi = 0.85$
Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio	$f_{yk} = 2804 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$
Coefficiente di sicurezza cls	$\gamma_c = 1.50$
Coefficiente di sicurezza acciaio	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di calcolo del cls ( $\psi R_{ck} / \gamma_c$ )	$R_c^* = 144 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
Resistenza di calcolo dell'acciaio ( $f_{yk} / \gamma_s$ )	$R_s^* = 2438 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
Modulo elastico dell'acciaio	$E_s = 2100000 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
Deformazione ultima del calcestruzzo	$\varepsilon_{cu} = 0.0035 (0.35\%)$
Deformazione del calcestruzzo al limite elastoplastico	$\varepsilon_{ck} = 0.0020 (0.20\%)$
Deformazione ultima dell'acciaio	$\varepsilon_{yu} = 0.0100 (1.00\%)$
Deformazione dell'acciaio al limite elastico ( $R_s^* / E_s$ )	$\varepsilon_{yk} = 0.0009 (0.12\%)$

### Legame costitutivo del calcestruzzo

Per il legame costitutivo del calcestruzzo si assume il diagramma parabola-rettangolo espresso dalle seguenti relazioni:

Tratto parabolico:  $0 \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{ck}$

$$\sigma_c = \frac{R_c^* \left( 2 \varepsilon_c \varepsilon_{ck} - \varepsilon_c^2 \right)}{\varepsilon_{ck}^2}$$

Tratto rettangolare:  $\varepsilon_{ck} < \varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu}$

$$\sigma_c = R_c^*$$

### Legame costitutivo dell'acciaio

Per l'acciaio si assume un comportamento elastico-perfettamente plastico espresso dalle seguenti relazioni:

$$\sigma_s = E_s \varepsilon_s \quad \text{per } 0 \leq \varepsilon_s \leq \varepsilon_{sy}$$

$$\sigma_s = R_s^* \quad \text{per } \varepsilon_{sy} < \varepsilon_s \leq \varepsilon_{su}$$

### Tratto armatura 1

N°	$N_u$ [kg]	$M_u$ [kgm]
1	-140723.39	0.00
2	0.00	10141.12
3	29611.39	10739.63
4	44417.09	10786.94
5	59222.78	10655.91
6	74028.48	10339.63
7	88834.17	9802.51
8	103639.87	9131.61
9	118445.56	8431.49
10	133251.26	7697.30
11	148056.95	6914.72
12	162862.65	6075.57
13	177668.34	5169.88
14	192474.04	4181.09
15	207279.74	3085.52
16	222085.43	0.00
17	222085.43	0.00
18	207279.74	-3085.52
19	192474.04	-4181.09
20	177668.34	-5169.88
21	162862.65	-6075.57
22	148056.95	-6914.72
23	133251.26	-7697.30
24	118445.56	-8431.49
25	103639.87	-9131.61
26	88834.17	-9802.51
27	74028.48	-10339.63
28	59222.78	-10655.91

N°	N <sub>u</sub> [kg]	M <sub>u</sub> [kgm]
29	44417.09	-10786.94
30	29611.39	-10739.63
31	0.00	-10141.12
32	-140723.39	0.00

### Verifica sezione cordoli

#### *Simbologia adottata*

M<sub>h</sub> momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale  
 T<sub>h</sub> taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale  
 M<sub>v</sub> momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale  
 T<sub>v</sub> taglio espresso in [kg] nel piano verticale

#### **Cordolo N° 1 (X=0.00 m) (Cordolo in c.a.)**

B=50.00 [cm]	H=60.00 [cm]	Staffe $\phi 8/11$	Nbh=2 - Nbv=2
A <sub>v</sub> =16.08 [cmq]	A <sub>th</sub> =12.06 [cmq]	FS=95.49	
M <sub>h</sub> =298 [kgm]	M <sub>uh</sub> =28440 [kgm]	FS <sub>T</sub> =51.24	cotg $\theta$ h=2.50
T <sub>h</sub> =745 [kg]	T <sub>Rh</sub> =38153 [kg]	FS=578.73	
M <sub>v</sub> =60 [kgm]	M <sub>uv</sub> =34724 [kgm]	FS <sub>TV</sub> =154.53	cotg $\theta$ v=2.50
T <sub>v</sub> =300 [kg]	T <sub>R</sub> =46358 [kg]		

## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

### Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Per il calcolo di piastre, plinti e graticci si utilizza il metodo degli elementi finiti. Il generatore di mesh permette di utilizzare elementi triangolari o quadrangolari, anche a deformabilità tagliante.

Per le strutture di fondazione il terreno viene modellato con una serie di molle alla Winkler non reagenti a trazione. Il calcolo delle tensioni indotte nel terreno può essere condotto con i metodi di Boussinesq, Westergaard o Frohlich. Il calcolo dei cedimenti può essere eseguito con il metodo edometrico (con il modulo edometrico o con la curva edometrica) o elastico. Il calcolo della portanza può essere fatto con i metodi di Terzaghi, Meyerhof, Hansen o Vesic.

In presenza di pali viene eseguito il calcolo di portanza verticale (di punta e laterale) e trasversale (portanza per carichi orizzontali).

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

#### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	API++ Full (Platee, Plinti e Graticci) - Analisi Fondazioni
Versione	14.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Licenza	AIU4586E4

#### 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.

#### Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

#### 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.

#### 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, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

