

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni

OPERE PRINCIPALI - PONTI E VIADOTTI

Relazione di calcolo pile e plinti di fondazione P19-P21

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS2S 01 D 09 CL VI0205 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	Seteco	Gen. 2018	A. Ferri	Gen. 2018	P. Carlesimo	Gen. 2018	A. Vitozzi Gen. 2018

ITALFERR S.p.A.
 U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
 Dott. Ing. Angelo Vitozzi
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
 N° A20783

INDICE

1	PREMESSA	6
1.1	SCOPO DEL DOCUMENTO	6
1.2	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	6
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	10
3	MATERIALI	11
3.1	CALCESTRUZZO	11
3.2	ACCIAIO PER STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	11
4	ANALISI DEI CARICHI	12
4.1	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI (G1)	12
4.1.1	<i>Peso proprio pila.....</i>	<i>12</i>
4.2	AZIONI CLIMATICHE (VENTO)	13
4.3	AZIONE DEL VENTO APPLICATA DIRETTAMENTE SULLA PILA	13
4.4	AZIONE SISMICA (E).....	15
5	COMBINAZIONE DEI CARICHI E MODELLO DI CALCOLO	17
5.1	COMBINAZIONE SLU	17
5.2	COMBINAZIONI SLE.....	20
5.3	MODELLI DI CALCOLO.....	21
6	ANALISI MODALE	22
7	VERIFICHE FUSTO PILA	40
7.1	VERIFICA ALLA BASE DELLA PILA P19.....	41
7.1.1	<i>Verifiche a pressoflessione alla base.....</i>	<i>44</i>
7.1.2	<i>Verifiche a taglio alla base.....</i>	<i>47</i>
7.1.3	<i>Verifiche agli SLE</i>	<i>56</i>

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	3 di 225

7.2	VERIFICA IN MEZZERIA DELLA PILA P19.....	58
7.2.1	<i>Verifica a presso-flessione in mezzeria</i>	60
7.2.2	<i>Verifiche a taglio in mezzeria</i>	63
7.2.3	<i>Verifiche agli SLE</i>	68
7.3	VERIFICA ALLA BASE DELLA PILA P20.....	70
7.3.1	<i>Verifiche a pressoflessione alla base</i>	73
7.3.2	<i>Verifiche a taglio alla base</i>	76
7.3.3	<i>Verifiche agli SLE</i>	85
7.4	VERIFICA IN MEZZERIA DELLA PILA P20.....	87
7.4.1	<i>Verifiche a pressoflessione in mezzeria</i>	89
7.4.2	<i>Verifiche a taglio in mezzeria</i>	92
7.4.3	<i>Verifiche agli SLE</i>	97
7.5	VERIFICA ALLA BASE DELLA PILA P21.....	99
7.5.1	<i>Verifiche a pressoflessione alla base</i>	102
7.5.2	<i>Verifiche a taglio alla base</i>	105
7.5.3	<i>Verifiche agli SLE</i>	113
7.6	VERIFICA IN MEZZERIA DELLA PILA P21	115
7.6.1	<i>Verifiche a pressoflessione in mezzeria</i>	117
7.6.2	<i>Verifiche a taglio in mezzeria</i>	118
8	VERIFICA PLINTO DI FONDAZIONE.....	123
8.1	MODELLO DI CALCOLO	123
8.2	VERIFICA DEL PLINTO P19	127
8.2.1	<i>Verifica a flessione</i>	134
8.2.2	<i>Verifica a taglio</i>	138
8.2.3	<i>Verifiche agli SLE</i>	142

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	4 di 225

8.3	VERIFICA DEL PLINTO P20	152
8.3.1	<i>Verifica a flessione</i>	158
8.3.2	<i>Verifica a taglio</i>	162
8.3.3	<i>Verifiche agli SLE</i>	166
8.4	VERIFICA DEL PLINTO P21	175
8.4.1	<i>Verifica a flessione</i>	181
8.4.2	<i>Verifica a taglio</i>	185
8.4.3	<i>Verifiche agli SLE</i>	189
9	VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE – P19.....	198
9.1	RIEPILOGO CARICHI SUI PALI	198
9.2	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE PALO	198
9.3	VERIFICA PALO PER FORZE ORIZZONTALI	200
9.3.1	<i>Capacità portante orizzontale (Broms)</i>	200
9.4	RESISTENZA STRUTTURALE.....	201
9.4.1	<i>Taglio strutturale</i>	202
9.5	VERIFICHE SLE	203
10	VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE – P20.....	208
10.1	RIEPILOGO CARICHI SUI PALI	208
10.2	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE PALO	208
10.3	VERIFICA PALO PER FORZE ORIZZONTALI	210
10.3.1	<i>Capacità portante orizzontale (Broms)</i>	210
10.4	RESISTENZA STRUTTURALE.....	211
10.4.1	<i>Taglio strutturale</i>	212
10.5	VERIFICHE SLE	213
11	VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE – P21.....	217

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	5 di 225

11.1	RIEPILOGO CARICHI SUI PALI	217
11.2	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE PALO	217
11.3	VERIFICA PALO PER FORZE ORIZZONTALI	219
11.3.1	Capacità portante orizzontale (Broms)	219
11.4	RESISTENZA STRUTTURALE.....	220
11.4.1	Taglio strutturale.....	221
11.5	VERIFICHE SLE	222

1 PREMESSA

1.1 Scopo del documento

La presente relazione ha per oggetto le verifiche di resistenza delle pile P19-P20-P21 e dei relativi plinti di fondazione del viadotto ferroviario VI.02 della direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo (tratta Giampileri-Fiumefreddo).

1.2 Descrizione dell'opera

Il Viadotto Vi02 è costituito da 19 pile di altezza variabile tra un minimo di 10.00m ed un massimo di 16.00m. In prossimità delle Pile P19-P20-P21 gli impalcati non sono quelli tipici del viadotto VI02 ma presentano variazioni significative:

Nello specifico si riassumono le caratteristiche degli impalcati che gravano su ogni pila sopra citata:

- Pila P19: impalcato a 4 travi di luce 40m e di larghezza 13.7 metri ed impalcato a travi incorporate di luce 18m e di larghezza 13.7 m
- Pila P20: impalcato a travi incorporate di luce 18m e larghezza 13.7 m ed impalcato a 6 travi di luce 40m e di larghezza 18 metri
- Pila P21: due impalcati a 6 travi di luce 40m e di larghezza 18 m.

La forma della pila P19 è quella tipica, ossia costituita da un singolo fusto a sezione pseudo rettangolare 11.80x3.20 m (cautelativamente verificata per una larghezza pari a 11.5). La sezione è bicellulare con spessore delle pareti costante su tutta l'altezza e pari a 55 cm ad eccezione del setto centrale da 80 cm.

La forma delle pile P20 e P21 è differente a causa dell'allargamento degli impalcati. In particolare, le pile sono costituite da un singolo fusto a sezione pseudo rettangolare 16.50x3.20 m. La sezione della pila è tricellulare con spessore delle pareti costante su tutta l'altezza e pari a 55 cm, ad eccezione dei due setti centrali da 80 cm.

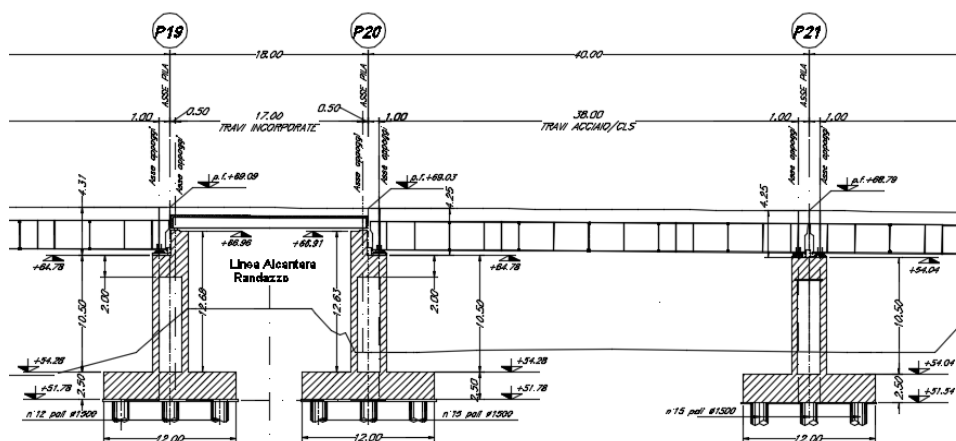


Figura 1 – Prospetto Pile P19-P20-P21

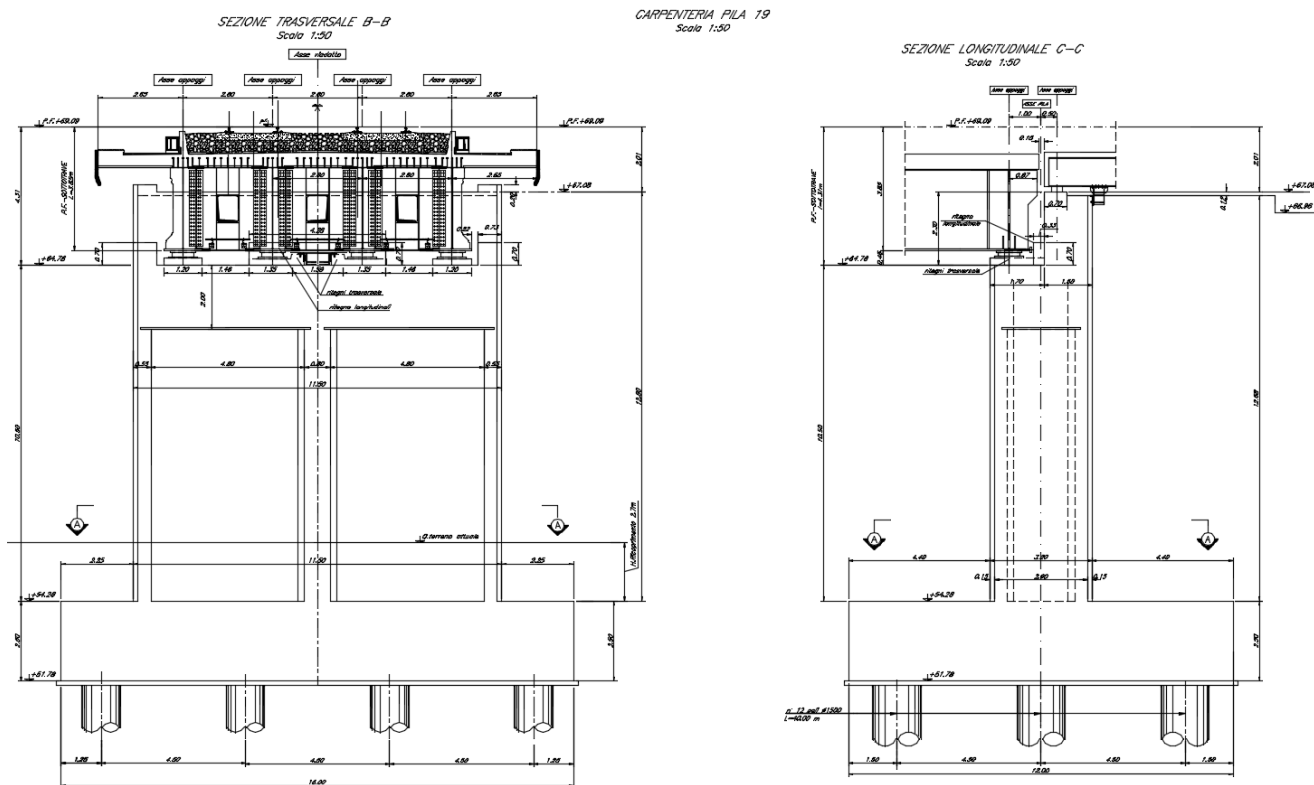


Figura 2 - Prospetto Pila P19

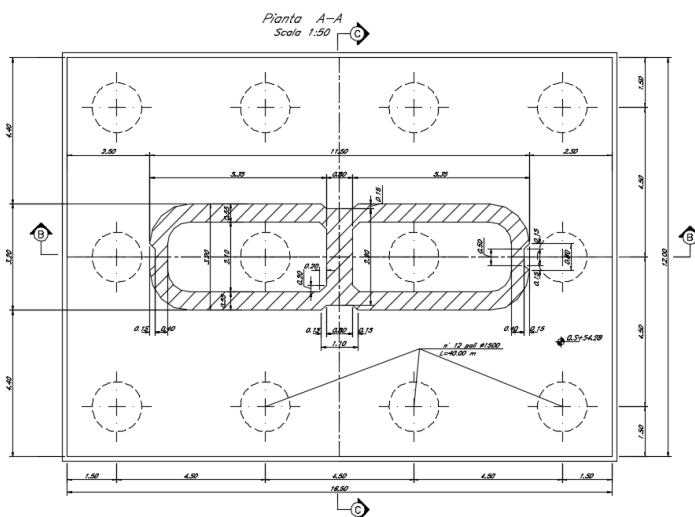


Figura 3 - Pianta Pila P19

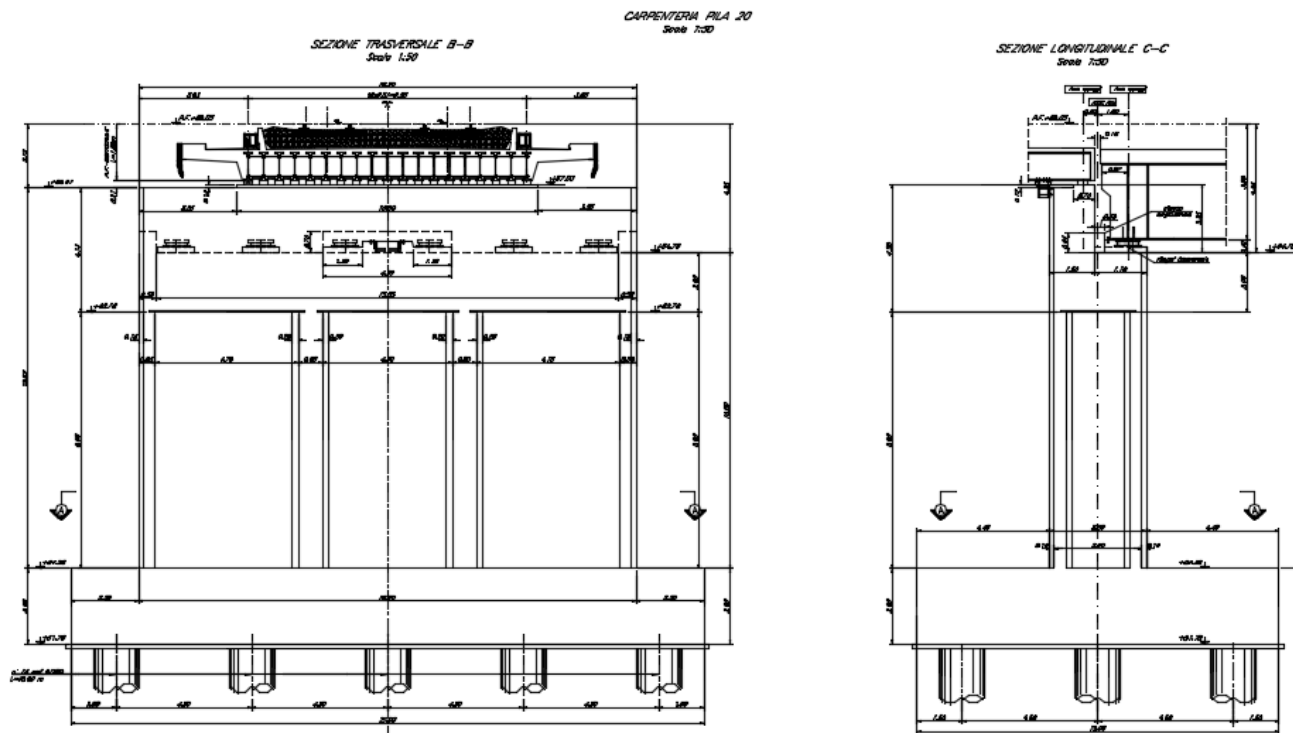


Figura 4 - Prospetto Pila P20

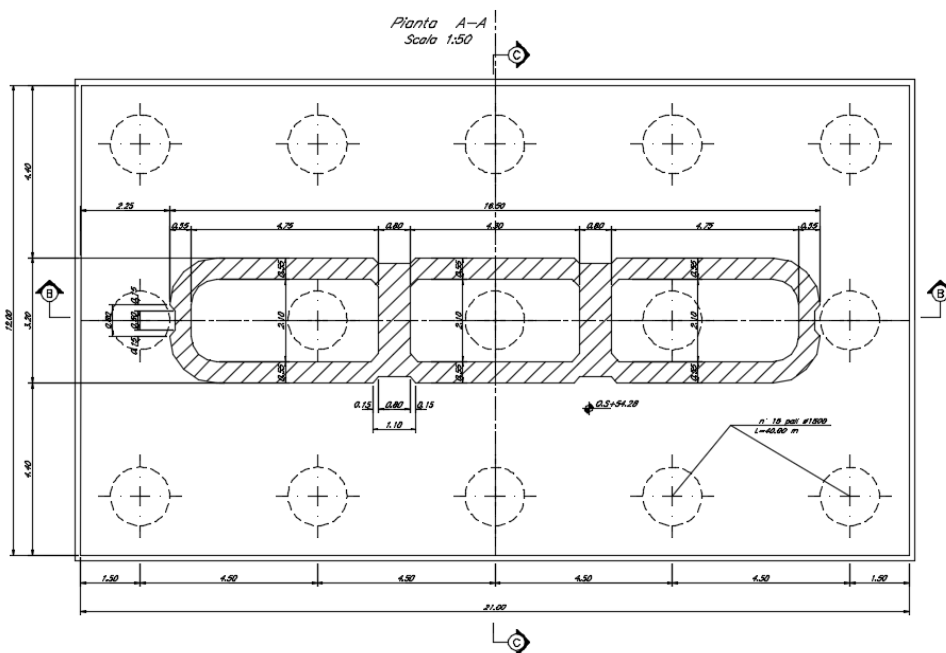


Figura 5 - Pianta Pila P20

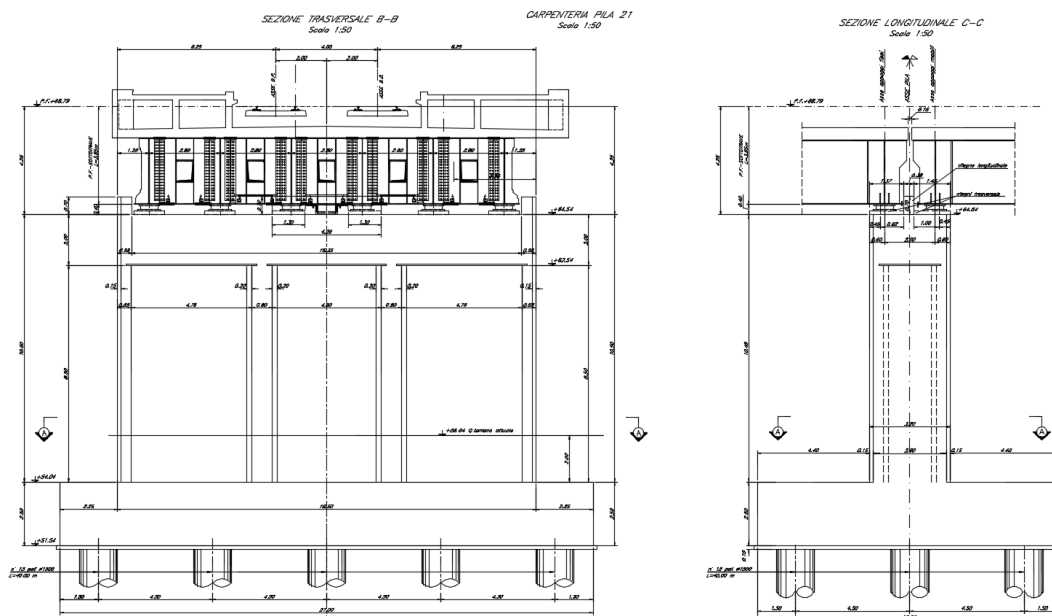


Figura 6 - Prospetto Pila P21

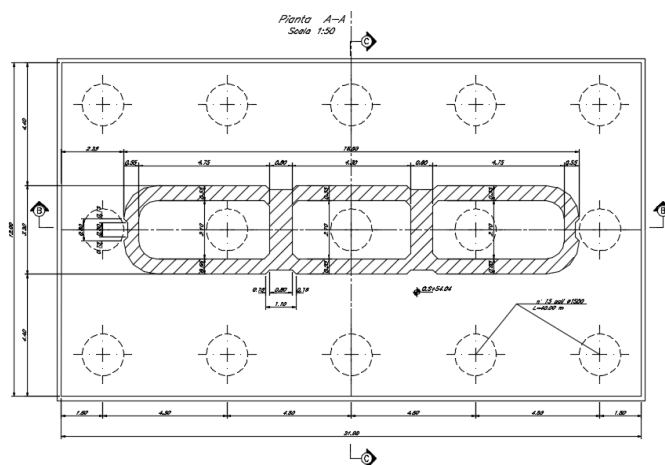


Figura 7 - Pianta Pila P21

Le caratteristiche geometriche dei plinti sono le seguenti:

- Plinto P19: ha dimensioni 16.50m x 12.00m x 2.5m e poggia su 12 pali di diametro 1.5m
- Plinto P20: ha dimensioni 21.00m x 12.00m x 2.5m e poggia su 15 pali di diametro 1.5m
- Plinto P21: ha dimensioni 21.00m x 12.00m x 2.5m e poggia su 15 pali di diametro 1.5m

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009 , n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 A Manuale di progettazione delle opere civili (Parte II – Sezione 2 – Ponti e strutture)

3 MATERIALI

3.1 Calcestruzzo

Calcestruzzo classe C25/30 (impiegato per i pali di fondazione e per la zattera di fondazione delle pile)

$$f_{ck}=30 \times 0.83 = 24.90 \text{ MPa}$$

$$f_{cm}= f_{ck}+8 =32.90 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm}= 0.3 \times f_{ck}^{2/3} =2.56 \text{ MPa}$$

$$E_{cm}=31447.16 \text{ MPa} \approx 31 \text{ GPa}$$

Calcestruzzo classe C30/37 (impiegato per il fusto delle pile e per le spalle)

$$f_{ck}=37 \times 0.83 = 30.71 \text{ MPa}$$

$$f_{cm}= f_{ck}+8 = 38.71 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm}= 0.3 \times f_{ck}^{2/3} = 2.94 \text{ MPa}$$

$$E_{cm}=32836.0 \text{ MPa} \approx 33 \text{ GPa}$$

3.2 Acciaio per strutture in conglomerato cementizio

Tipo di acciaio

B450C

Peso per unità di volume

$$\gamma = 78.5 \text{ kN/m}^3$$

Tensione caratteristica di snervamento

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$$

Tensione caratteristica a rottura

$$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$$

Tensione di calcolo a snervamento

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

Coefficiente parziale di sicurezza

$$\gamma_s = 1.15$$

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 01	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 02 05 002	REV. A

4 ANALISI DEI CARICHI

L'analisi dei carichi gravanti sulla pila è stata effettuata considerando le azioni provenienti dagli impalcati e le azioni direttamente applicate alla pila.

I carichi dovuti all'impalcato sono relativi alle condizioni di carico elementari, combinate secondo quanto previsto dalla vigente Normativa ferroviaria. Si precisa che la scelta della dislocazione del traffico ferroviario sull'impalcato è stata effettuata con il fine di massimizzare le azioni verticali, flessionali e di taglio sulla pila.

Per una più dettagliata analisi dei carichi si rimanda alle relazioni degli impalcati del viadotto ferroviario VI.02.

Nei paragrafi successivi si riporta la valutazione dei carichi elementari agenti sulla pila.

4.1 Carichi permanenti strutturali (G1)

4.1.1 *Peso proprio pila*

Assumendo un peso del calcestruzzo per unità di volume $\gamma_{cls}=25 \text{ kN/m}^3$ si ha:

- Pila P19: $G1 = 392.5 \text{ kN/m}$
- Pile P20-P21 $G1 = 557 \text{ kN/m}$

4.2 Azioni climatiche (Vento)

4.3 Azione del vento applicata direttamente sulla pila

Il calcolo dell'azione del vento è stato condotto secondo quanto riportato al par. 3.3 del DM 2008.

Oltre alle azioni agenti a livello d'impalcato, è stata considerata la pressione del vento sul fusto della pila.

Si riportano di seguito i principali parametri di calcolo.

AZIONE DEL VENTO SECONDO DM 2008

CALCOLO VELOCITA' DI RIFERIMENTO

Zona di riferimento		4	
Altezza slm	a_s	50.0	m
Velocità base riferimento slm	$v_{b,0}$	28	m/s
	a_0	500	m
	k_a	0.02	
Velocità base riferimento	v_b	28.0	m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	kg/m ³
Tempo di ritorno	T_r	75	anni
Coefficiente di ritorno	α_r	1.02	
Velocità di riferimento progetto	$v_b(T_r)$	28.7	m/s
Pressione critica di riferimento	q_b	513.3	N/m ²

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	14 di 225

CALCOLO PRESSIONE CINETICA MINIMA

Classe di rugosità		D	
Categoria di esposizione		2	
	k_r	0.19	
	z_0	0.05	m
	z_{min}	4.00	m
Coefficiente di topografia	$c_t(z)$	1	
	$c_t(z_{min})$	1	
Altezza da terra	z	0.00	< 200 m
		($Z_{min}=4$)	
Coefficiente dinamico	c_d	1.00	
Coefficiente di esposizione	c_e	1.80	
Rapporto superficie/parte piena	$\phi (>0)$	1	
Coefficiente areodinamico	c_p	1.4	
Pressione cinetica minima al piede sopravento	$q_{p_min}(z)$	1.29	kN/m²

PRESSIONE MASSIMA (DA FILE SU IMPALCATO)

Pressione cinetica minima al piede sopravento	$q_{p_max}(z)$	1.77	kN/m²
--	-----------------------------------	-------------	-------------------------

Larghezza investita PILA 3.2 m

CARICO A METRO LINEARE massimo 5.66
minimo 4.14

concentrato nel pulvino 8.496 kN

Il carico sul fusto è stato assegnato costante a tratti, sugli elementi frame costituenti la pila, in funzione del valore minimo e del valore massimo ricavati.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 01	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 02 05 002	REV. A

4.4 Azione sismica (E)

I valori dei parametri di base necessari alla definizione dell'azione sismica sono di seguito riassunti:

- Latitudine = 37.81825
- Longitudine = 15.24579
- Vita nominale dell'opera = 75 anni
- Coefficiente d'uso della costruzione = 1.5
- Categoria di sottosuolo = Tipo "B"
- Categoria topografica = Tipo "T1"
- Stato limite considerato = SLV

Per il fattore di struttura è stata considerata una classe di duttilità bassa quindi come suggerisce la tabella 7.9.1 del DM 14/01/2008 per le pile in cemento armato q_0 vale 1.5. Considerando un valore unitario del coefficiente K_R si ottiene il seguente fattore di struttura:

$$q = q_0 \times K_R = 1.5 \times 1 = 1.5$$

Per la componente verticale dell'azione sismica il valore di q utilizzato è $q = 1$.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

Elaborazioni grafiche


Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento



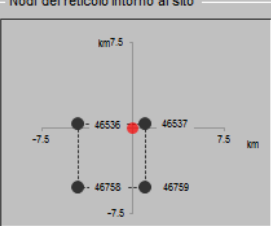
Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

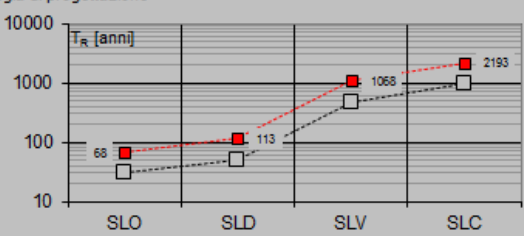
Interpolazione

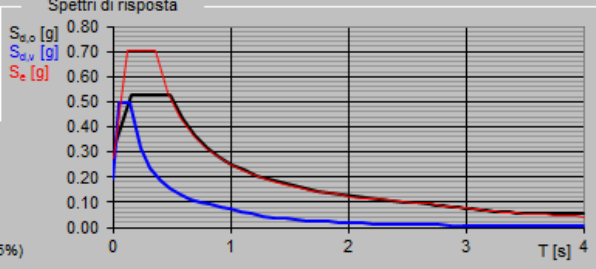
superficie rigata

Nodi del reticolo intorno al sito



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N	<input type="text" value="75"/>	info								
Coefficiente d'uso della costruzione - C_U	<input type="text" value="1.5"/>	info								
Valori di progetto										
Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R	<input type="text" value="112.5"/>	info								
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R		info								
Stati limite di esercizio - SLE	<table border="1"> <tr> <td>SLO - $P_{VR} = 81\%$</td> <td><input type="text" value="68"/></td> </tr> <tr> <td>SLD - $P_{VR} = 63\%$</td> <td><input type="text" value="113"/></td> </tr> </table>	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>					
SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>									
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>									
Stati limite ultimi - SLU	<table border="1"> <tr> <td>SLV - $P_{VR} = 10\%$</td> <td><input type="text" value="1068"/></td> </tr> <tr> <td>SLC - $P_{VR} = 5\%$</td> <td><input type="text" value="2193"/></td> </tr> </table>	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>					
SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>									
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>									
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Elaborazioni</td> </tr> <tr> <td>Grafici parametri azione</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Grafici spettri di risposta</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Tabella parametri azione</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Elaborazioni		Grafici parametri azione	<input type="checkbox"/>	Grafici spettri di risposta	<input type="checkbox"/>	Tabella parametri azione	<input type="checkbox"/>
Elaborazioni										
Grafici parametri azione	<input type="checkbox"/>									
Grafici spettri di risposta	<input type="checkbox"/>									
Tabella parametri azione	<input type="checkbox"/>									
Strategia di progettazione										
										
LEGENDA GRAFICO - - - □ - - - Strategia per costruzioni ordinarie - - - ■ - - - Strategia scelta										

Stato Limite							
Stato Limite considerato	<input type="text" value="SLV"/> info						
Risposta sismica locale							
Categoria di sottosuolo	<input type="text" value="B"/> info						
Categoria topografica	<input type="text" value="T1"/> info						
$S_B =$	<input type="text" value="1.117"/> info						
$C_C =$	<input type="text" value="1.353"/> info						
$h/H =$	<input type="text" value="0.000"/> info						
$S_T =$	<input type="text" value="1.000"/> info						
<small>(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)</small>							
Compon. orizzontale							
<input type="radio"/> Spettro di progetto elastico (SLE)	Smorzamento ξ (%) <input type="text" value="5"/> $\eta =$ <input type="text" value="1.000"/> info						
<input checked="" type="radio"/> Spettro di progetto inelastico (SLU)	Fattore q_0 <input type="text" value="1.5"/> Regol. in altezza <input type="text" value="si"/> info						
Compon. verticale							
Spettro di progetto	Fattore q <input type="text" value="1"/> $\eta =$ <input type="text" value="1.000"/> info						
Elaborazioni							
Grafici spettri di risposta	<input type="checkbox"/>						
Parametri e punti spettri di risposta	<input type="checkbox"/>						
							
<table border="1"> <tr> <td>—</td> <td>Spettro di progetto - componente orizzontale</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>Spettro di progetto - componente verticale</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)</td> </tr> </table>		—	Spettro di progetto - componente orizzontale	—	Spettro di progetto - componente verticale	—	Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)
—	Spettro di progetto - componente orizzontale						
—	Spettro di progetto - componente verticale						
—	Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)						

La massa considerata nel modello di calcolo è composta dai carichi permanenti provenienti dall'impalcato, dal peso proprio della pila e dai plinti di fondazione alla base del fusto. È stato considerato anche il 20% della massa del carico verticale da traffico ferroviario.

Durante l'analisi saranno considerati un numero di modi tale la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%.

5 COMBINAZIONE DEI CARICHI E MODELLO DI CALCOLO

5.1 Combinazione SLU

Nella seguente tabella sono riportati i coefficienti parziali di sicurezza (sfavorevoli) considerati nelle combinazioni di carico SLU e sismica (vedi tabella 5.2.V NTC 2008).

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Le combinazioni di carico A1, e Sismiche sono state impiegate per le verifiche strutturali. Nella seguente tabella sono riportati i coefficienti di combinazione delle azioni considerate in questo studio (vedi tabella 5.2.VI NTC 2008).

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	18 di 225

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

Sono stati considerati i gruppi gr1 e gr3 sia nel caso di singolo binario carico che in quello di doppio binario carico.

Gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli vanno sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella seguente tabella:

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc...)
 (2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario vanno poi combinati con le altre azioni secondo quanto indicato di seguito:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo in conto le masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

assumendo $\psi_{2j} = 0,2$ per i carichi dovuti al transito dei mezzi.

Per determinare le sollecitazioni massime agenti su ogni elemento asta è stato utilizzato un post-processore del SAP 2000, il WININV.

Il suddetto programma memorizza, per ogni asta, gli effetti massimi richiesti e le caratteristiche di sollecitazione associate, operando automaticamente una scelta fra tutti i files e le condizioni di carico presentate come FASE III.

Grazie a questo programma sono ottenute le massime sollecitazioni necessarie alle verifiche. Per le combinazioni utilizzate si rimanda agli schemi logici riportati nella relazione d'impalcato.

5.2 Combinazioni SLE

Le combinazioni SLE secondo la Normativa:

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni.

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Per le verifiche agli SLE sono stati considerati i gruppi di carico 1, 3, 4 per le verifiche tensionali e di fessurazione.

Anche in questo caso per determinare le sollecitazioni massime agenti su ogni elemento asta è stato utilizzato il post-processore del SAP 2000, il WININV. Per le combinazioni utilizzate si rimanda agli schemi logici riportati nella relazione d'impalcato.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 01	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 02 05 002	REV. A

5.3 Modelli di calcolo

Le pile e i plinti sono stati modellati mediante il programma agli elementi finiti SAP2000. Assieme ad essi sono stati modellati anche gli impalcati adiacenti sui quali sono opportunamente applicati i carichi delle differenti fasi; questi vengono trasmessi dall'impalcato alla pila attraverso l'inserimento di opportuni constraint.

Nel modello sono stati inseriti anche dei braccetti rigidi che partono dall'asse della pila e arrivano fino alla quota del centro di rotazione degli apparecchi di appoggio al fine di considerare le eccentricità.

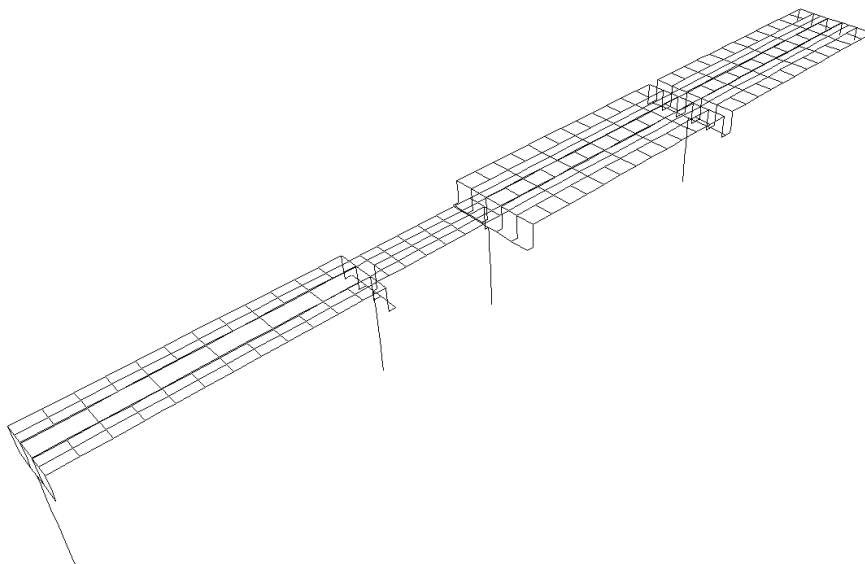


Figura 8- Vista 3D del modello

Il modello risulta caricato con i seguenti carichi:

- Strutturali
- Non strutturali
- Azioni verticali da traffico
- Azioni orizzontali da traffico
- Serpeggio
- Azioni del vento
- Azione sismica.

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	22 di 225

6 ANALISI MODALE

Le verifiche a pressoflessione e taglio del fusto della pila sono state eseguite nella sezione allo spiccato e nella sezione di mezzera.

L'analisi è stata effettuata considerando le forme modali che consentono di attivare oltre l'85% della massa nelle tre direzioni X, Y, Z. I risultati sono sintetizzati in forma grafica e tabellare. Le masse prese in considerazione sono: i pesi propri strutturali, i permanenti dell'impalcato ed il 20% del traffico ferroviario (secondo la normativa).

VI.02_Impalcato Speciali

43

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
1	0.392630	2.1517	0.0023	7.0840	2.1517	0.0023	7.0840
2	0.387750	3.1586	0.0000	6.2799	5.3103	0.0023	13.3639
3	0.379074	5.8925	0.0001	14.9909	11.2028	0.0024	28.3548
4	0.354855	19.9196	0.0000	1.8251	31.1224	0.0024	30.1799
5	0.308193	3.6968	0.0001	13.9384	34.8192	0.0025	44.1183
6	0.299438	0.0678	0.2790	0.0013	34.8870	0.2815	44.1196
7	0.298195	8.3564	0.0045	1.9152	43.2435	0.2860	46.0348
8	0.294061	0.0028	0.0203	0.0021	43.2462	0.3062	46.0369
9	0.282513	17.0475	0.0014	3.6022	60.2938	0.3076	49.6391
10	0.261967	0.0004	1.1171	0.0004	60.2942	1.4246	49.6395
11	0.260163	12.5779	0.0001	1.9201	72.8721	1.4248	51.5596
12	0.184377	0.0013	20.2716	0.0000	72.8734	21.6964	51.5596
13	0.162279	0.0024	33.5663	0.0001	72.8757	55.2627	51.5597
14	0.161364	0.3596	0.1046	0.0048	73.2354	55.3674	51.5645
15	0.160149	0.3992	0.0015	0.0092	73.6346	55.3689	51.5737
16	0.145023	0.0000	3.1074	0.0000	73.6346	58.4763	51.5737
17	0.112598	0.0001	1.5609	0.0000	73.6346	60.0372	51.5737
18	0.109820	0.1130	0.3475	0.0037	73.7476	60.3847	51.5774
19	0.107783	0.0233	0.4404	0.0000	73.7709	60.8251	51.5774
20	0.106885	0.1109	0.3251	0.0000	73.8819	61.1503	51.5774
21	0.104044	0.3199	0.0061	0.0324	74.2018	61.1563	51.6098
22	0.101223	0.0099	0.2110	0.0021	74.2117	61.3674	51.6119
23	0.100717	0.0089	3.9012	0.0003	74.2206	65.2686	51.6121
24	0.099952	0.0121	0.3969	0.0011	74.2327	65.6655	51.6132
25	0.091384	0.0000	0.0001	0.0000	74.2327	65.6656	51.6132
26	0.091162	0.0000	0.0054	0.0000	74.2327	65.6710	51.6132
27	0.089214	0.0000	0.5443	0.0030	74.2327	66.2153	51.6162
28	0.086139	0.0892	0.0053	0.0000	74.3219	66.2205	51.6162
29	0.085230	0.1706	0.0000	0.0024	74.4925	66.2205	51.6186
30	0.082053	0.0018	3.3063	0.0202	74.4944	69.5268	51.6388
31	0.079679	0.0278	0.0012	0.0001	74.5221	69.5280	51.6389
32	0.076649	0.0000	0.7453	0.0026	74.5222	70.2732	51.6415
33	0.071768	0.0148	0.0000	0.0004	74.5370	70.2732	51.6420
34	0.071704	0.0132	0.0000	0.0002	74.5503	70.2732	51.6422
35	0.069931	0.0001	0.0000	0.0001	74.5504	70.2732	51.6423
36	0.069369	0.0001	0.0000	0.0000	74.5505	70.2732	51.6423
37	0.068958	0.0242	0.0657	0.0208	74.5746	70.3389	51.6630
38	0.068098	0.0023	0.0160	0.0000	74.5770	70.3549	51.6630

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	23 di 225

39	0.064624	0.0000	0.0024	0.0007	74.5770	70.3574	51.6637
40	0.064319	0.0000	0.0055	0.0001	74.5770	70.3629	51.6638
41	0.060269	0.0000	0.0054	0.0165	74.5770	70.3682	51.6803
42	0.060172	0.0000	0.0014	0.0004	74.5770	70.3696	51.6806
43	0.059520	0.0035	0.0291	1.8013	74.5804	70.3988	53.4820
44	0.058901	0.0643	0.0085	2.7220	74.6447	70.4072	56.2040
45	0.058344	0.0208	0.0395	0.4033	74.6655	70.4468	56.6073
46	0.058016	0.0079	0.0007	0.2286	74.6734	70.4474	56.8359
47	0.057833	0.0311	0.0002	0.0727	74.7046	70.4476	56.9086
48	0.057478	0.0007	0.0067	0.0708	74.7053	70.4543	56.9793
49	0.056492	0.0002	0.0705	0.0057	74.7055	70.5248	56.9850
50	0.056196	0.0518	0.0007	0.8771	74.7572	70.5255	57.8621

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	24 di 225

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2_P19.OUT

VI.02_Impalcati Speciali

Page

44

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
51	0.056116	0.0005	0.0734	0.0077	74.7577	70.5989	57.8698
52	0.055112	0.0008	0.0406	0.0068	74.7586	70.6395	57.8766
53	0.054897	0.0027	0.0719	0.0296	74.7613	70.7114	57.9062
54	0.053156	0.3461	0.0003	0.0469	75.1074	70.7117	57.9531
55	0.051924	0.1761	0.0000	0.0209	75.2834	70.7117	57.9739
56	0.051536	0.0003	0.0280	0.0000	75.2837	70.7397	57.9740
57	0.051007	0.0001	0.0518	0.0000	75.2838	70.7916	57.9740
58	0.048736	0.0011	0.0910	0.0008	75.2849	70.8826	57.9747
59	0.047737	0.1156	0.0861	0.0751	75.4005	70.9687	58.0498
60	0.047336	0.0000	0.0500	0.0000	75.4006	71.0187	58.0498
61	0.046527	0.4186	0.0000	0.2717	75.8192	71.0187	58.3215
62	0.045899	0.0015	0.0002	0.0006	75.8207	71.0189	58.3222
63	0.045897	0.0008	0.0002	0.0005	75.8214	71.0191	58.3226
64	0.045278	0.3215	0.0004	0.0995	76.1429	71.0195	58.4222
65	0.044765	0.0092	0.9476	0.0001	76.1521	71.9671	58.4223
66	0.043770	0.0001	0.0021	0.0001	76.1522	71.9691	58.4224
67	0.043541	0.0001	0.0006	0.0000	76.1523	71.9697	58.4224
68	0.042330	0.0171	0.0508	0.0964	76.1694	72.0205	58.5189
69	0.041809	0.0099	0.0007	0.0005	76.1793	72.0212	58.5194
70	0.041665	0.2008	0.0867	0.1107	76.3801	72.1079	58.6301
71	0.041646	0.0404	0.0080	0.0044	76.4205	72.1159	58.6345
72	0.041424	0.0006	0.0010	0.0209	76.4211	72.1169	58.6554
73	0.041233	0.0003	0.0060	0.0198	76.4214	72.1229	58.6752
74	0.041082	0.2565	0.0054	0.0015	76.6779	72.1283	58.6767
75	0.039959	0.0005	0.1607	0.0004	76.6784	72.2890	58.6771
76	0.039816	0.0000	0.0015	0.0000	76.6784	72.2904	58.6771
77	0.039521	0.0073	0.4225	0.0039	76.6857	72.7130	58.6810
78	0.038993	0.0189	0.0145	0.0649	76.7047	72.7274	58.7460
79	0.038889	0.0012	0.0761	0.0001	76.7059	72.8035	58.7460
80	0.038727	0.0025	0.0055	0.1602	76.7084	72.8089	58.9063
81	0.038545	0.0035	0.0126	0.5977	76.7119	72.8215	59.5040
82	0.038049	0.0234	0.0000	0.0184	76.7353	72.8215	59.5224
83	0.037789	0.0043	0.0003	0.0339	76.7397	72.8218	59.5563
84	0.037701	0.0105	0.1343	1.4827	76.7501	72.9561	61.0390
85	0.037608	0.0000	0.5053	0.2836	76.7501	73.4614	61.3226
86	0.036169	0.0003	0.2713	0.0017	76.7504	73.7327	61.3243
87	0.035284	0.0001	0.0002	0.0000	76.7505	73.7329	61.3243
88	0.035003	0.0024	0.0022	0.0020	76.7529	73.7351	61.3263
89	0.034636	0.0257	0.0016	0.2242	76.7786	73.7367	61.5504
90	0.033542	0.0001	0.0258	0.0202	76.7787	73.7625	61.5706
91	0.033138	0.0004	0.0174	2.0528	76.7791	73.7800	63.6234
92	0.032923	0.0034	0.1190	0.4042	76.7825	73.8990	64.0276
93	0.032734	0.0008	0.5481	0.0001	76.7833	74.4471	64.0277
94	0.032590	0.0001	0.0000	0.0029	76.7834	74.4471	64.0306
95	0.032421	0.0126	0.0052	0.3651	76.7960	74.4523	64.3958
96	0.032378	0.0014	0.0211	0.0435	76.7974	74.4734	64.4392
97	0.031987	0.0034	0.2631	0.0567	76.8008	74.7366	64.4959
98	0.031943	0.0083	0.2355	0.1333	76.8091	74.9721	64.6292
99	0.031848	0.0000	0.0000	0.0006	76.8091	74.9721	64.6298
100	0.031706	0.0001	0.0002	0.0033	76.8091	74.9723	64.6331

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	25 di 225

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2_P19.OUT

VI.02_Impalcati Speciali

Page

45

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
101	0.030642	0.0007	0.0010	0.0000	76.8098	74.9733	64.6331
102	0.030530	0.0598	0.0059	0.0150	76.8696	74.9792	64.6481
103	0.030500	0.0010	0.0005	0.0001	76.8707	74.9798	64.6482
104	0.030441	0.0194	0.0019	0.2271	76.8901	74.9816	64.8753
105	0.030407	0.0016	0.0002	0.0206	76.8917	74.9818	64.8959
106	0.030353	0.0047	0.0000	0.0015	76.8964	74.9818	64.8975
107	0.030215	0.9318	0.0079	0.0000	77.8282	74.9897	64.8975
108	0.030135	0.0524	0.0062	0.0090	77.8805	74.9959	64.9066
109	0.029186	0.0916	0.0500	0.0068	77.9722	75.0459	64.9134
110	0.029142	0.0050	0.1589	0.0108	77.9772	75.2048	64.9242
111	0.028925	0.0168	0.0139	0.0011	77.9940	75.2187	64.9254
112	0.028684	0.0017	0.0109	0.0004	77.9957	75.2296	64.9258
113	0.028652	0.0010	0.0588	0.0002	77.9967	75.2884	64.9260
114	0.028642	0.0002	0.0017	0.0000	77.9969	75.2901	64.9260
115	0.028631	0.0032	0.0490	0.0007	78.0001	75.3391	64.9267
116	0.028471	0.0041	0.0761	0.0000	78.0041	75.4151	64.9267
117	0.028427	0.0885	0.0000	0.0711	78.0927	75.4151	64.9978
118	0.028222	0.0006	0.3307	0.0003	78.0932	75.7459	64.9981
119	0.028062	0.0140	0.0002	0.0338	78.1072	75.7461	65.0319
120	0.027832	0.0001	0.3041	0.0002	78.1073	76.0502	65.0320
121	0.027605	0.1114	0.1240	0.0373	78.2187	76.1742	65.0693
122	0.027294	0.0001	0.0016	0.1496	78.2188	76.1758	65.2190
123	0.027177	0.0496	0.0665	0.0249	78.2684	76.2424	65.2438
124	0.027072	0.0105	0.1773	0.0510	78.2789	76.4197	65.2949
125	0.026836	0.0253	0.1548	0.0028	78.3043	76.5744	65.2976
126	0.026818	0.4118	0.0129	0.0797	78.7160	76.5873	65.3773
127	0.026768	0.0239	0.0022	0.0022	78.7399	76.5895	65.3795
128	0.026619	0.0001	0.0172	0.0010	78.7400	76.6068	65.3805
129	0.026507	0.0271	0.0000	0.0074	78.7671	76.6068	65.3878
130	0.026486	0.0361	0.0000	0.0054	78.8032	76.6068	65.3932
131	0.026369	0.0528	0.0004	0.0283	78.8560	76.6072	65.4215
132	0.026293	0.0192	0.0010	0.0002	78.8752	76.6082	65.4216
133	0.025993	0.0000	0.9523	0.0000	78.8752	77.5605	65.4216
134	0.025972	0.0007	0.1333	0.0283	78.8758	77.6938	65.4499
135	0.025716	0.0000	0.0910	0.0000	78.8758	77.7847	65.4500
136	0.025628	0.0004	0.5501	0.0016	78.8762	78.3348	65.4515
137	0.025270	0.2216	0.0042	0.4473	79.0978	78.3390	65.8988
138	0.025187	0.2382	0.0124	0.3641	79.3360	78.3513	66.2629
139	0.024861	0.0000	0.0742	0.0123	79.3360	78.4255	66.2752
140	0.024777	0.0000	0.0000	0.0000	79.3360	78.4256	66.2752
141	0.024345	0.0001	0.0000	0.0004	79.3361	78.4256	66.2756
142	0.024142	0.0467	0.0000	0.0023	79.3828	78.4256	66.2779
143	0.024032	0.0046	0.0050	0.5508	79.3875	78.4306	66.8286
144	0.023794	0.0039	0.0024	0.0281	79.3914	78.4331	66.8567
145	0.023471	0.0002	0.0139	0.3002	79.3916	78.4469	67.1569
146	0.023458	0.0001	0.0043	0.0329	79.3916	78.4512	67.1898
147	0.023276	0.0006	0.0090	0.2150	79.3922	78.4602	67.4047
148	0.023202	0.0006	0.0001	0.2842	79.3928	78.4603	67.6889
149	0.023175	0.0014	0.0002	0.0072	79.3942	78.4604	67.6962
150	0.023021	0.0228	0.0000	0.0889	79.4170	78.4604	67.7850



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA
 Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	26 di 225

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2_P19.OUT

VI.02_Impalcati Speciali

Page

46

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
151	0.022839	0.0001	0.0007	0.0045	79.4171	78.4612	67.7895
152	0.022825	0.0069	0.0002	0.0105	79.4240	78.4613	67.7999
153	0.022779	0.0119	0.0002	0.1359	79.4359	78.4616	67.9358
154	0.022670	0.0000	0.0049	0.0069	79.4359	78.4665	67.9428
155	0.022303	0.0001	0.0146	0.0634	79.4361	78.4811	68.0062
156	0.022290	0.0044	0.0001	0.0003	79.4405	78.4812	68.0066
157	0.022245	0.0081	0.0000	0.0000	79.4486	78.4812	68.0066
158	0.022241	0.0000	0.0025	0.0002	79.4486	78.4837	68.0067
159	0.022096	0.0002	0.0002	0.0023	79.4488	78.4839	68.0091
160	0.022000	0.0000	0.0001	0.0002	79.4488	78.4839	68.0092
161	0.021958	0.0000	0.0003	0.0021	79.4488	78.4842	68.0113
162	0.021924	0.0000	0.0060	0.0002	79.4488	78.4902	68.0115
163	0.021904	0.0000	0.0039	0.0000	79.4488	78.4940	68.0115
164	0.021819	0.0003	0.0002	0.0069	79.4492	78.4942	68.0185
165	0.021793	0.0001	0.0021	0.0016	79.4493	78.4963	68.0201
166	0.021697	0.0000	0.0072	0.0007	79.4493	78.5035	68.0207
167	0.021672	0.0000	0.0397	0.0002	79.4493	78.5432	68.0210
168	0.021630	0.0000	0.0001	0.0000	79.4493	78.5433	68.0210
169	0.021627	0.0000	0.0026	0.0002	79.4493	78.5459	68.0212
170	0.021433	0.0033	0.0153	0.2263	79.4526	78.5612	68.2475
171	0.021162	0.0601	0.0067	0.5109	79.5128	78.5679	68.7583
172	0.020986	0.0052	0.2209	0.0030	79.5180	78.7888	68.7613
173	0.020355	0.3742	0.0001	0.0006	79.8922	78.7889	68.7619
174	0.020302	0.0069	0.0000	0.0016	79.8990	78.7889	68.7634
175	0.020268	0.0068	0.0000	0.0627	79.9058	78.7889	68.8261
176	0.020236	0.0002	0.0001	0.0700	79.9060	78.7890	68.8961
177	0.020197	0.0002	0.0023	0.0133	79.9062	78.7914	68.9094
178	0.020006	0.0005	0.0078	0.0013	79.9068	78.7992	68.9108
179	0.019704	0.0056	0.0041	0.0301	79.9124	78.8033	68.9408
180	0.019628	0.0085	0.0000	0.0217	79.9209	78.8033	68.9625
181	0.019567	0.0001	0.0026	0.0000	79.9209	78.8059	68.9625
182	0.019562	0.0055	0.0221	0.0077	79.9264	78.8280	68.9702
183	0.019393	0.0090	0.0140	0.0000	79.9354	78.8420	68.9702
184	0.019337	0.0008	0.0000	0.1994	79.9362	78.8421	69.1697
185	0.019230	0.0000	0.0000	0.0001	79.9362	78.8421	69.1698
186	0.019203	0.0002	0.0006	0.0031	79.9364	78.8427	69.1729
187	0.019089	0.0053	0.0005	1.0421	79.9416	78.8433	70.2151
188	0.019009	0.0207	0.0002	0.0464	79.9623	78.8434	70.2614
189	0.018919	0.0112	0.0000	0.0030	79.9735	78.8434	70.2645
190	0.018851	0.0075	0.0001	0.0439	79.9809	78.8435	70.3084
191	0.018796	0.0041	0.0019	0.0180	79.9851	78.8454	70.3264
192	0.018769	0.1136	0.0003	0.0194	80.0987	78.8457	70.3458
193	0.018698	0.0000	0.0000	0.0002	80.0987	78.8457	70.3460
194	0.018682	0.0257	0.0096	0.2507	80.1244	78.8553	70.5967
195	0.018621	0.0003	0.0000	0.0035	80.1246	78.8554	70.6002
196	0.018522	0.0195	0.0071	0.1385	80.1442	78.8624	70.7387
197	0.018515	0.0029	0.0021	0.0513	80.1470	78.8645	70.7900
198	0.018455	0.0007	0.0000	0.0000	80.1478	78.8645	70.7901
199	0.018401	0.0010	0.0001	0.0105	80.1488	78.8646	70.8005
200	0.018340	0.0000	0.0034	0.0001	80.1488	78.8679	70.8006

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	27 di 225

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2_P19.OUT

VI.02_Impalcati Speciali

Page

47

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
201	0.018244	0.0013	0.0023	0.0044	80.1501	78.8702	70.8050
202	0.018231	0.0012	0.0005	0.0066	80.1513	78.8707	70.8116
203	0.018212	0.0048	0.0000	0.0391	80.1561	78.8707	70.8507
204	0.018159	0.0000	0.0060	0.0003	80.1562	78.8767	70.8511
205	0.018139	0.0000	0.0003	0.0000	80.1562	78.8770	70.8511
206	0.018049	0.0006	0.0000	0.0069	80.1568	78.8770	70.8580
207	0.017935	0.0034	0.0001	0.3284	80.1602	78.8771	71.1864
208	0.017917	0.0001	0.0307	0.0032	80.1603	78.9078	71.1896
209	0.017714	0.0011	0.0013	0.0422	80.1613	78.9091	71.2318
210	0.017689	0.0064	0.0000	0.0010	80.1678	78.9091	71.2327
211	0.017685	0.0000	0.0031	0.0002	80.1678	78.9122	71.2329
212	0.017640	0.0044	0.0000	0.0000	80.1721	78.9122	71.2329
213	0.017628	0.0000	0.0060	0.0011	80.1721	78.9182	71.2340
214	0.017589	0.0000	0.0019	0.0003	80.1721	78.9201	71.2343
215	0.017524	0.0000	0.0000	0.0001	80.1722	78.9201	71.2344
216	0.017522	0.0004	0.0002	0.0005	80.1725	78.9203	71.2349
217	0.017486	0.0000	0.0028	0.0000	80.1725	78.9231	71.2350
218	0.017468	0.0002	0.0001	0.0007	80.1727	78.9232	71.2357
219	0.017379	0.0031	0.0002	0.3827	80.1758	78.9234	71.6184
220	0.017333	0.0000	0.0001	0.0002	80.1758	78.9235	71.6187
221	0.017307	0.0000	0.0000	0.0000	80.1758	78.9235	71.6187
222	0.017105	0.0002	0.0001	0.1167	80.1760	78.9236	71.7354
223	0.016978	0.0004	0.0002	0.0313	80.1765	78.9238	71.7666
224	0.016954	0.0000	0.0005	0.0002	80.1765	78.9243	71.7668
225	0.016918	0.0000	0.0071	0.0019	80.1765	78.9314	71.7687
226	0.016841	0.0000	0.0072	0.0024	80.1765	78.9386	71.7711
227	0.016808	0.0001	0.0001	0.0002	80.1767	78.9387	71.7713
228	0.016750	0.0004	0.0005	0.0220	80.1771	78.9392	71.7932
229	0.016732	0.0001	0.0039	0.0052	80.1772	78.9431	71.7984
230	0.016714	0.0046	0.0002	0.0011	80.1818	78.9433	71.7996
231	0.016707	0.0001	0.0016	0.0329	80.1819	78.9449	71.8325
232	0.016680	0.0003	0.0000	0.0001	80.1822	78.9449	71.8325
233	0.016581	0.0000	0.0014	0.0102	80.1822	78.9463	71.8427
234	0.016412	0.0000	0.0000	0.0000	80.1822	78.9463	71.8427
235	0.016412	0.0000	0.0000	0.0001	80.1823	78.9463	71.8428
236	0.016380	0.0001	0.0001	0.0000	80.1824	78.9464	71.8428
237	0.016365	0.0020	0.0000	0.0026	80.1844	78.9464	71.8454
238	0.016364	0.0591	0.0009	0.0991	80.2434	78.9473	71.9445
239	0.016287	0.0084	0.0000	0.0015	80.2519	78.9473	71.9460
240	0.016272	0.0015	0.0000	0.0000	80.2534	78.9473	71.9460
241	0.016268	0.0526	0.0052	0.1186	80.3060	78.9525	72.0646
242	0.016242	0.4408	0.0001	0.0293	80.7468	78.9526	72.0940
243	0.016175	0.0000	0.0001	0.0000	80.7468	78.9527	72.0940
244	0.016169	0.0000	0.0000	0.0000	80.7468	78.9527	72.0940
245	0.015866	0.0013	0.8015	0.1957	80.7481	79.7542	72.2897
246	0.015576	0.1466	0.0003	0.0003	80.8948	79.7545	72.2900
247	0.015522	0.0026	0.0009	0.0006	80.8973	79.7553	72.2906
248	0.015503	0.0021	0.0217	0.0291	80.8994	79.7770	72.3198
249	0.015456	0.0153	0.0002	0.0026	80.9148	79.7772	72.3224
250	0.015418	0.0035	0.0582	0.9353	80.9183	79.8355	73.2577

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	28 di 225

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2_P19.OUT

VI.02_Impalcati Speciali

Page

48

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
251	0.015364	0.0027	0.0785	0.0641	80.9210	79.9140	73.3218
252	0.015301	0.0077	0.0003	0.0001	80.9287	79.9143	73.3219
253	0.015276	0.0197	0.0004	0.0004	80.9484	79.9147	73.3223
254	0.015193	0.0003	0.0460	0.0004	80.9487	79.9608	73.3227
255	0.015168	0.0000	0.0000	0.0008	80.9487	79.9608	73.3235
256	0.015113	0.0001	0.0038	0.0003	80.9488	79.9646	73.3238
257	0.015078	0.0004	0.0162	0.0599	80.9492	79.9808	73.3837
258	0.014997	0.0000	0.0001	0.0037	80.9492	79.9808	73.3874
259	0.014946	0.0003	0.0057	0.0342	80.9495	79.9865	73.4216
260	0.014744	0.0003	0.0046	0.0140	80.9498	79.9911	73.4356
261	0.014728	0.0367	0.0000	0.0003	80.9865	79.9912	73.4360
262	0.014706	0.0010	0.0113	0.1190	80.9875	80.0025	73.5549
263	0.014676	0.0001	0.0000	0.0001	80.9876	80.0025	73.5550
264	0.014658	0.0008	0.0000	0.0022	80.9884	80.0025	73.5572
265	0.014616	0.0000	0.0000	0.0005	80.9884	80.0025	73.5576
266	0.014576	0.0001	0.0005	0.0097	80.9885	80.0031	73.5673
267	0.014534	0.0623	0.0000	0.0646	81.0508	80.0031	73.6319
268	0.014503	0.0310	0.0000	0.0276	81.0818	80.0031	73.6595
269	0.014475	0.0001	0.0000	0.0000	81.0819	80.0031	73.6596
270	0.014474	0.0000	0.0000	0.0002	81.0819	80.0031	73.6598
271	0.014461	0.0079	0.0000	0.0014	81.0899	80.0031	73.6612
272	0.014404	0.0006	0.0000	0.0277	81.0905	80.0031	73.6888
273	0.014396	0.0000	0.0001	0.0003	81.0905	80.0032	73.6891
274	0.014382	0.0000	0.0000	0.0173	81.0905	80.0032	73.7065
275	0.014347	0.0000	0.0000	0.0000	81.0905	80.0032	73.7065
276	0.014312	0.0001	0.0000	0.0001	81.0907	80.0032	73.7066
277	0.014301	0.0061	0.0000	0.0198	81.0967	80.0032	73.7264
278	0.014243	0.0000	0.0000	0.0523	81.0967	80.0032	73.7787
279	0.014222	0.0028	0.0000	0.0042	81.0996	80.0032	73.7829
280	0.014192	0.0011	0.0000	0.0004	81.1007	80.0032	73.7833
281	0.014096	0.0000	0.0000	0.0000	81.1007	80.0032	73.7833
282	0.014095	0.0000	0.0000	0.0001	81.1007	80.0032	73.7835
283	0.014028	0.0001	0.0000	0.0229	81.1008	80.0032	73.8064
284	0.014025	0.0130	0.0000	0.0117	81.1138	80.0032	73.8181
285	0.013977	0.2791	0.0000	0.0198	81.3929	80.0032	73.8379
286	0.013951	0.0003	0.0000	0.0001	81.3932	80.0033	73.8379
287	0.013948	0.0004	0.0000	0.0006	81.3936	80.0033	73.8386
288	0.013947	0.0005	0.0000	0.0003	81.3941	80.0033	73.8389
289	0.013946	0.0004	0.0000	0.0001	81.3945	80.0033	73.8390
290	0.013926	0.0000	0.0001	0.0007	81.3945	80.0034	73.8397
291	0.013895	0.0007	0.0000	0.7408	81.3952	80.0034	74.5805
292	0.013881	0.0013	0.0000	0.0023	81.3965	80.0034	74.5828
293	0.013858	0.0007	0.0000	1.3031	81.3972	80.0034	75.8859
294	0.013816	0.0000	0.0000	0.0017	81.3972	80.0034	75.8875
295	0.013815	0.0000	0.0000	0.0009	81.3972	80.0034	75.8884
296	0.013751	0.0000	0.0000	0.0001	81.3972	80.0034	75.8885
297	0.013731	0.0001	0.0001	0.0021	81.3973	80.0035	75.8906
298	0.013691	0.0065	0.0000	0.1586	81.4037	80.0035	76.0492
299	0.013656	0.0573	0.0002	0.0260	81.4610	80.0037	76.0752
300	0.013448	0.0001	0.0032	0.0010	81.4611	80.0069	76.0762

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	29 di 225

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2_P19.OUT

VI.02_Impalcati Speciali

Page

49

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
301	0.013434	0.0002	0.0004	0.0025	81.4613	80.0073	76.0787
302	0.013406	0.0006	0.0000	0.0001	81.4620	80.0073	76.0787
303	0.013405	0.0001	0.0000	0.0041	81.4620	80.0073	76.0828
304	0.013384	0.0013	0.0000	0.0002	81.4633	80.0074	76.0830
305	0.013253	0.0000	0.0000	0.0000	81.4633	80.0074	76.0830
306	0.013253	0.0000	0.0000	0.0000	81.4633	80.0074	76.0830
307	0.012811	0.0001	0.0024	0.0016	81.4634	80.0098	76.0846
308	0.012684	0.1330	0.0000	0.0000	81.5964	80.0098	76.0846
309	0.012616	0.0006	0.0000	0.0000	81.5970	80.0098	76.0846
310	0.012553	0.0003	0.0000	0.0006	81.5973	80.0098	76.0852
311	0.012391	0.0000	0.0115	0.0001	81.5973	80.0212	76.0853
312	0.012381	0.0000	0.0004	0.0000	81.5973	80.0217	76.0853
313	0.012134	0.0027	0.0000	1.5412	81.6000	80.0217	77.6265
314	0.011956	0.0007	0.1004	0.0013	81.6008	80.1220	77.6279
315	0.011882	0.0000	0.0028	0.0000	81.6008	80.1248	77.6279
316	0.011869	0.0001	0.0102	0.0010	81.6008	80.1350	77.6289
317	0.011800	0.0003	0.1291	0.0008	81.6012	80.2642	77.6297
318	0.011612	0.0001	0.6502	0.0002	81.6013	80.9144	77.6299
319	0.011532	0.0002	0.2729	0.0002	81.6015	81.1873	77.6301
320	0.011439	0.0010	0.0025	0.0050	81.6025	81.1898	77.6351
321	0.011369	0.0045	0.0000	0.0067	81.6070	81.1898	77.6418
322	0.011340	0.0000	0.0000	0.0001	81.6070	81.1898	77.6419
323	0.011334	0.0026	0.0001	0.0158	81.6096	81.1899	77.6577
324	0.011321	0.0010	0.0001	0.0050	81.6106	81.1900	77.6626
325	0.011251	0.0000	0.0000	0.0000	81.6106	81.1900	77.6626
326	0.011251	0.0000	0.0000	0.0000	81.6106	81.1900	77.6626
327	0.011243	0.0018	0.0000	0.0001	81.6124	81.1900	77.6628
328	0.011162	0.2248	0.0000	0.0003	81.8373	81.1900	77.6631
329	0.010952	0.0001	0.0001	0.0004	81.8374	81.1901	77.6635
330	0.010934	0.0004	0.0001	0.0012	81.8378	81.1902	77.6647
331	0.010901	0.0001	0.2181	0.0051	81.8378	81.4083	77.6698
332	0.010861	0.0004	0.0174	0.1670	81.8382	81.4257	77.8368
333	0.010851	0.0000	0.0000	0.0002	81.8383	81.4257	77.8370
334	0.010824	0.0000	0.0000	0.0000	81.8383	81.4258	77.8370
335	0.010816	0.0000	0.0007	0.0000	81.8383	81.4265	77.8370
336	0.010796	0.0000	0.0000	0.0000	81.8383	81.4265	77.8370
337	0.010632	0.0004	0.0004	0.7342	81.8387	81.4269	78.5712
338	0.010582	0.0000	0.0153	0.0012	81.8387	81.4423	78.5723
339	0.010531	0.0050	0.0002	0.0716	81.8436	81.4424	78.6439
340	0.010443	0.0001	0.0226	0.0001	81.8438	81.4651	78.6440
341	0.010383	0.0000	0.2321	0.0000	81.8438	81.6971	78.6440
342	0.010369	0.0004	0.0656	0.0001	81.8442	81.7627	78.6441
343	0.010350	0.0000	0.0094	0.0036	81.8442	81.7721	78.6477
344	0.010312	0.0006	0.0139	0.0012	81.8448	81.7860	78.6489
345	0.010301	0.0002	0.1896	0.0002	81.8450	81.9756	78.6491
346	0.010251	0.0019	0.0331	0.0003	81.8468	82.0087	78.6494
347	0.010224	0.0008	0.0113	0.0099	81.8476	82.0200	78.6593
348	0.010170	0.0002	0.2003	0.0002	81.8478	82.2203	78.6595
349	0.010121	0.0000	0.0001	0.0000	81.8478	82.2204	78.6596
350	0.010106	0.0000	0.0006	0.0000	81.8478	82.2209	78.6596

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	30 di 225

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2_P19.OUT

VI.02_Impalcati Speciali

Page

50

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
351	0.010058	0.0133	0.0000	0.0003	81.8611	82.2209	78.6599
352	0.010015	0.0000	0.1762	0.0000	81.8612	82.3971	78.6599
353	0.009963	0.0001	0.0000	0.0000	81.8613	82.3972	78.6599
354	0.009963	0.0001	0.0000	0.0001	81.8614	82.3972	78.6600
355	0.009798	0.0002	0.0002	0.0000	81.8615	82.3974	78.6600
356	0.009790	0.0000	0.0015	0.0001	81.8615	82.3989	78.6601
357	0.009786	0.0000	0.0061	0.0000	81.8615	82.4050	78.6601
358	0.009711	0.0034	0.0001	0.0014	81.8649	82.4051	78.6615
359	0.009705	0.0013	0.0001	0.0000	81.8663	82.4052	78.6616
360	0.009681	0.0000	0.0001	0.0005	81.8663	82.4053	78.6620
361	0.009662	0.0001	0.0000	0.0000	81.8664	82.4053	78.6620
362	0.009638	0.0000	0.0000	0.0003	81.8664	82.4053	78.6623
363	0.009570	0.0001	0.0000	0.0001	81.8664	82.4053	78.6624
364	0.009570	0.0000	0.0000	0.0001	81.8664	82.4053	78.6625
365	0.009563	0.0000	0.0000	0.0000	81.8664	82.4053	78.6625
366	0.009563	0.0000	0.0000	0.0001	81.8665	82.4053	78.6626
367	0.009555	0.0016	0.0000	0.0046	81.8681	82.4053	78.6672
368	0.009543	0.0012	0.0005	0.0001	81.8693	82.4058	78.6672
369	0.009539	0.0000	0.0000	0.0000	81.8693	82.4058	78.6672
370	0.009539	0.0000	0.0000	0.0000	81.8693	82.4058	78.6672
371	0.009526	0.0000	0.0000	0.0000	81.8693	82.4058	78.6673
372	0.009526	0.0000	0.0000	0.0000	81.8693	82.4059	78.6673
373	0.009501	0.0000	0.0000	0.0000	81.8694	82.4059	78.6673
374	0.009500	0.0002	0.0000	0.0000	81.8696	82.4059	78.6673
375	0.009490	0.0122	0.0000	0.0000	81.8818	82.4059	78.6673
376	0.009484	0.0000	0.0000	0.0000	81.8818	82.4059	78.6673
377	0.009474	0.0004	0.0000	0.0000	81.8822	82.4059	78.6673
378	0.009473	0.0000	0.0000	0.0000	81.8822	82.4059	78.6673
379	0.009470	0.0871	0.0000	0.0043	81.9693	82.4059	78.6716
380	0.009385	0.1184	0.0000	0.0606	82.0876	82.4060	78.7322
381	0.009379	0.0010	0.0001	0.0002	82.0887	82.4061	78.7324
382	0.009329	0.0000	0.0000	0.0002	82.0887	82.4061	78.7326
383	0.009289	0.0001	0.0026	0.0000	82.0888	82.4087	78.7326
384	0.009268	0.0002	0.0000	0.6665	82.0889	82.4087	79.3991
385	0.009248	0.0003	0.0000	0.0003	82.0892	82.4087	79.3994
386	0.009250	0.0000	0.0000	0.0007	82.0892	82.4087	79.4000
387	0.009213	0.0000	0.0014	0.0000	82.0892	82.4101	79.4001
388	0.009195	0.0000	0.0009	0.0009	82.0892	82.4110	79.4010
389	0.009170	0.1172	0.0000	0.0459	82.2064	82.4110	79.4468
390	0.009160	0.0104	0.0000	0.0023	82.2167	82.4110	79.4491
391	0.009159	0.0003	0.0000	0.0008	82.2170	82.4110	79.4500
392	0.009147	0.0000	0.0000	0.0000	82.2170	82.4110	79.4500
393	0.009146	0.0000	0.0000	0.0000	82.2170	82.4110	79.4500
394	0.009144	0.0000	0.0000	0.0000	82.2170	82.4110	79.4501
395	0.009143	0.0000	0.0000	0.0000	82.2171	82.4110	79.4501
396	0.009147	0.0007	0.0000	0.0002	82.2178	82.4110	79.4503
397	0.009149	0.0029	0.0000	0.0017	82.2207	82.4110	79.4520
398	0.009146	0.0001	0.0000	0.0000	82.2208	82.4110	79.4520
399	0.009144	0.0002	0.0000	0.0001	82.2210	82.4110	79.4521
400	0.009139	0.0002	0.0000	0.0003	82.2212	82.4111	79.4524

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	31 di 225

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2_P19.OUT

VI.02_Impalcati Speciali

Page

51

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
401	0.009138	0.0006	0.0000	0.0001	82.2218	82.4111	79.4525
402	0.009138	0.0000	0.0000	0.0001	82.2218	82.4111	79.4526
403	0.009138	0.0003	0.0000	0.0000	82.2221	82.4111	79.4526
404	0.009120	0.0006	0.0000	0.0002	82.2227	82.4111	79.4528
405	0.009119	0.0000	0.0000	0.0000	82.2227	82.4111	79.4528
406	0.009118	0.0000	0.0000	0.0000	82.2227	82.4111	79.4528
407	0.009119	0.0000	0.0000	0.0001	82.2227	82.4111	79.4529
408	0.009112	0.0004	0.0000	0.0009	82.2231	82.4111	79.4538
409	0.009110	0.0000	0.0000	0.0002	82.2231	82.4111	79.4541
410	0.009110	0.0000	0.0000	0.0001	82.2232	82.4111	79.4542
411	0.009109	0.0000	0.0000	0.0001	82.2232	82.4111	79.4543
412	0.009101	0.0001	0.0000	0.0001	82.2233	82.4111	79.4544
413	0.009100	0.0001	0.0000	0.0000	82.2234	82.4111	79.4544
414	0.009099	0.0000	0.0000	0.0000	82.2234	82.4111	79.4544
415	0.009099	0.0001	0.0000	0.0000	82.2235	82.4111	79.4544
416	0.009058	0.0000	0.0000	0.0000	82.2235	82.4111	79.4544
417	0.009001	0.0042	0.0000	0.0009	82.2277	82.4111	79.4553
418	0.008989	0.0000	0.0001	0.0000	82.2277	82.4112	79.4553
419	0.008985	0.0000	0.0000	0.0000	82.2278	82.4112	79.4553
420	0.008901	0.0001	0.0022	0.0000	82.2278	82.4134	79.4554
421	0.008883	0.0000	0.0025	0.0000	82.2279	82.4159	79.4554
422	0.008872	0.0001	0.0000	0.0000	82.2279	82.4159	79.4554
423	0.008812	0.0067	0.0000	0.0021	82.2346	82.4159	79.4574
424	0.008792	0.0020	0.0000	0.0005	82.2366	82.4159	79.4580
425	0.008760	0.0004	0.0000	0.0002	82.2370	82.4159	79.4581
426	0.008691	0.0020	0.0000	0.0001	82.2390	82.4159	79.4583
427	0.008659	0.0001	0.0000	0.0000	82.2391	82.4159	79.4583
428	0.008633	0.0002	0.0003	0.0002	82.2393	82.4162	79.4585
429	0.008613	0.0004	0.0000	0.0004	82.2397	82.4162	79.4589
430	0.008578	0.1278	0.0000	0.0012	82.3675	82.4162	79.4600
431	0.008513	0.0000	0.0003	0.0000	82.3675	82.4165	79.4600
432	0.008513	0.0000	0.0000	0.0000	82.3675	82.4165	79.4600
433	0.008510	0.0000	0.0005	0.0000	82.3675	82.4170	79.4600
434	0.008418	0.0000	0.0000	0.0000	82.3675	82.4170	79.4600
435	0.008411	0.0000	0.0000	0.0000	82.3675	82.4171	79.4600
436	0.008410	0.0003	0.0000	0.0018	82.3678	82.4171	79.4619
437	0.008322	0.0007	0.0000	0.0000	82.3685	82.4171	79.4619
438	0.008311	0.0001	0.0000	0.0000	82.3686	82.4171	79.4619
439	0.008278	0.0537	0.0000	0.0334	82.4222	82.4171	79.4953
440	0.008271	0.0000	0.0003	0.0000	82.4222	82.4174	79.4953
441	0.008269	0.0000	0.0000	0.0000	82.4222	82.4175	79.4953
442	0.008265	0.0000	0.0000	0.0000	82.4222	82.4175	79.4953
443	0.008265	0.0000	0.0000	0.0000	82.4222	82.4175	79.4953
444	0.008156	0.0005	0.0008	0.0001	82.4228	82.4183	79.4954
445	0.008049	0.0000	0.0001	0.0000	82.4228	82.4184	79.4954
446	0.008011	0.0001	0.0000	0.0000	82.4229	82.4184	79.4955
447	0.008003	0.0000	0.0044	0.0003	82.4229	82.4228	79.4957
448	0.007990	0.0005	0.0001	0.0000	82.4234	82.4229	79.4958
449	0.007989	0.0001	0.0326	0.0000	82.4235	82.4555	79.4958
450	0.007966	0.0000	0.0000	0.0000	82.4235	82.4555	79.4958



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA
 Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	32 di 225

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2_P19.OUT

VI.02_Impalcati Speciali

Page

52

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
451	0.007966	0.0000	0.0000	0.0000	82.4235	82.4555	79.4958
452	0.007910	0.0003	0.0010	0.0000	82.4237	82.4565	79.4958
453	0.007894	0.0001	0.0000	0.0007	82.4238	82.4565	79.4965
454	0.007888	0.0001	0.0000	0.0002	82.4239	82.4565	79.4967
455	0.007885	0.0008	0.0000	0.0001	82.4246	82.4565	79.4967
456	0.007881	0.0000	0.0000	0.0000	82.4247	82.4565	79.4967
457	0.007845	0.0000	0.0000	0.0000	82.4247	82.4565	79.4967
458	0.007844	0.0000	0.0000	0.0000	82.4247	82.4565	79.4967
459	0.007815	0.0609	0.0000	0.0439	82.4856	82.4565	79.5407
460	0.007788	0.0009	0.0000	0.0005	82.4865	82.4565	79.5412
461	0.007730	0.0000	0.0003	0.0000	82.4865	82.4568	79.5412
462	0.007730	0.0000	0.0001	0.0000	82.4865	82.4570	79.5412
463	0.007669	0.0000	0.0023	0.0002	82.4865	82.4592	79.5414
464	0.007665	0.0046	0.0000	0.0000	82.4911	82.4592	79.5414
465	0.007649	0.0001	0.0000	0.0000	82.4912	82.4592	79.5414
466	0.007619	0.0000	0.0660	0.0000	82.4913	82.5252	79.5415
467	0.007591	0.0001	0.0000	0.0002	82.4913	82.5252	79.5417
468	0.007586	0.0002	0.0000	0.0001	82.4915	82.5252	79.5418
469	0.007548	0.0006	0.0000	0.0001	82.4921	82.5252	79.5419
470	0.007544	0.0003	0.0000	0.0000	82.4924	82.5252	79.5419
471	0.007514	0.0001	0.0000	0.0001	82.4925	82.5253	79.5420
472	0.007511	0.0006	0.0000	0.0000	82.4931	82.5253	79.5420
473	0.007482	0.0000	0.0027	0.0001	82.4931	82.5279	79.5421
474	0.007415	0.1061	0.0000	0.0006	82.5992	82.5279	79.5427
475	0.007414	0.0002	0.0000	0.0000	82.5994	82.5279	79.5427
476	0.007384	0.0000	0.0000	0.0000	82.5994	82.5280	79.5427
477	0.007383	0.0000	0.0001	0.0000	82.5994	82.5280	79.5427
478	0.007361	0.0003	0.0002	0.0001	82.5998	82.5282	79.5428
479	0.007356	0.0002	0.0033	0.0000	82.6000	82.5315	79.5428
480	0.007341	0.0008	0.0001	0.0003	82.6008	82.5316	79.5431
481	0.007309	0.0000	0.0002	0.0000	82.6008	82.5318	79.5432
482	0.007303	0.0000	0.0001	0.0000	82.6008	82.5319	79.5432
483	0.007268	0.0000	0.0001	0.0000	82.6008	82.5320	79.5432
484	0.007266	0.0000	0.0000	0.0000	82.6009	82.5320	79.5432
485	0.007259	0.0000	0.0000	0.0000	82.6009	82.5320	79.5432
486	0.007200	0.0044	0.0000	0.0006	82.6052	82.5320	79.5438
487	0.007196	0.0000	0.0000	0.0000	82.6053	82.5320	79.5438
488	0.007179	0.0066	0.0001	0.0012	82.6119	82.5321	79.5450
489	0.007176	0.0052	0.0000	0.0010	82.6171	82.5321	79.5460
490	0.007176	0.0000	0.0001	0.0000	82.6171	82.5322	79.5460
491	0.007167	0.0008	0.0000	0.0000	82.6179	82.5322	79.5460
492	0.007165	0.0002	0.0001	0.0000	82.6181	82.5323	79.5461
493	0.007143	0.0002	0.0000	0.0000	82.6183	82.5323	79.5461
494	0.007125	0.0011	0.0000	0.0008	82.6194	82.5324	79.5469
495	0.007118	0.0009	0.0000	0.0001	82.6204	82.5324	79.5470
496	0.007117	0.0000	0.0000	0.0000	82.6204	82.5324	79.5470
497	0.007105	0.0005	0.0057	0.0002	82.6209	82.5380	79.5472
498	0.007103	0.0454	0.0001	0.0020	82.6663	82.5381	79.5492
499	0.007089	0.0124	0.0000	0.0084	82.6788	82.5381	79.5576
500	0.007044	0.0006	0.0000	0.0001	82.6794	82.5381	79.5578

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	33 di 225

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2_P19.OUT

VI.02_Impalcati Speciali

Page

53

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
501	0.007033	0.0047	0.0000	0.0055	82.6842	82.5381	79.5633
502	0.007030	0.0000	0.0001	0.0032	82.6842	82.5382	79.5665
503	0.007003	0.0001	0.0001	0.0213	82.6843	82.5383	79.5878
504	0.006997	0.0002	0.0000	0.0000	82.6845	82.5383	79.5878
505	0.006994	0.0003	0.0003	0.0582	82.6848	82.5386	79.6460
506	0.006993	0.0005	0.0000	0.0018	82.6852	82.5386	79.6479
507	0.006972	0.0001	0.0004	0.0002	82.6853	82.5390	79.6481
508	0.006938	0.0011	0.0000	0.0007	82.6864	82.5390	79.6487
509	0.006936	0.0000	0.0000	0.0004	82.6864	82.5390	79.6492
510	0.006896	0.0194	0.0000	0.0130	82.7058	82.5390	79.6622
511	0.006840	0.0150	0.0000	0.1061	82.7208	82.5390	79.7682
512	0.006764	0.0000	0.0139	0.0000	82.7208	82.5529	79.7683
513	0.006735	0.0508	0.0000	0.0003	82.7717	82.5529	79.7685
514	0.006725	0.0000	0.0000	0.6060	82.7717	82.5529	80.3745
515	0.006695	0.0000	0.0000	0.0001	82.7717	82.5529	80.3747
516	0.006672	0.0000	0.0010	0.0000	82.7717	82.5540	80.3747
517	0.006661	0.0000	0.1076	0.0000	82.7717	82.6616	80.3747
518	0.006625	0.0001	0.0000	0.2733	82.7718	82.6616	80.6480
519	0.006605	0.0000	0.0000	0.0000	82.7719	82.6617	80.6480
520	0.006593	0.0000	0.1590	0.0000	82.7719	82.8207	80.6480
521	0.006533	0.0002	0.0012	0.0000	82.7721	82.8218	80.6480
522	0.006519	0.0588	0.0001	0.0013	82.8309	82.8219	80.6494
523	0.006493	0.0001	0.0000	0.0005	82.8310	82.8219	80.6498
524	0.006461	0.0000	0.0000	0.0000	82.8310	82.8220	80.6499
525	0.006439	0.0000	0.4272	0.0000	82.8310	83.2491	80.6499
526	0.006428	0.0000	0.0002	0.0002	82.8310	83.2493	80.6500
527	0.006423	0.0000	0.0765	0.0000	82.8310	83.3258	80.6500
528	0.006415	0.0000	0.0020	0.0000	82.8310	83.3278	80.6501
529	0.006411	0.0000	0.0517	0.0000	82.8310	83.3794	80.6501
530	0.006370	0.0000	0.0006	0.0002	82.8311	83.3801	80.6503
531	0.006369	0.0000	0.0013	0.0000	82.8311	83.3813	80.6503
532	0.006361	0.0000	0.0011	0.0000	82.8311	83.3824	80.6503
533	0.006361	0.0000	0.0004	0.0000	82.8311	83.3828	80.6504
534	0.006355	0.0000	0.0015	0.0000	82.8312	83.3843	80.6504
535	0.006352	0.0000	0.0000	0.0000	82.8312	83.3843	80.6504
536	0.006342	0.0002	0.0000	0.0000	82.8314	83.3843	80.6504
537	0.006342	0.0000	0.0001	0.0000	82.8315	83.3844	80.6504
538	0.006332	0.0451	0.0000	0.0079	82.8766	83.3844	80.6584
539	0.006316	0.0005	0.0000	0.0006	82.8771	83.3844	80.6590
540	0.006310	0.0001	0.0003	0.0000	82.8773	83.3847	80.6590
541	0.006289	0.0003	0.0000	0.0001	82.8776	83.3847	80.6591
542	0.006289	0.0000	0.0000	0.0000	82.8776	83.3847	80.6591
543	0.006277	0.1381	0.0001	0.0227	83.0157	83.3848	80.6818
544	0.006274	0.0029	0.0000	0.0003	83.0186	83.3848	80.6821
545	0.006273	0.0004	0.0001	0.0003	83.0191	83.3849	80.6824
546	0.006274	0.0001	0.0000	0.0004	83.0191	83.3849	80.6827
547	0.006261	0.0003	0.0044	0.0001	83.0194	83.3893	80.6828
548	0.006255	0.0000	0.0006	0.0000	83.0194	83.3898	80.6828
549	0.006237	0.0001	0.0007	0.0007	83.0195	83.3905	80.6835
550	0.006236	0.0000	0.0100	0.0001	83.0196	83.4005	80.6835

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	34 di 225

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2_P19.OUT

VI.02_Impalcati Speciali

Page

54

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
551	0.006236	0.0006	0.0000	0.0002	83.0202	83.4005	80.6838
552	0.006236	0.0000	0.0002	0.0000	83.0202	83.4007	80.6838
553	0.006236	0.0002	0.0000	0.0003	83.0204	83.4007	80.6841
554	0.006207	0.0000	0.0174	0.0000	83.0204	83.4181	80.6841
555	0.006198	0.0001	0.0001	0.0000	83.0205	83.4182	80.6841
556	0.006194	0.0000	0.0139	0.0000	83.0205	83.4321	80.6841
557	0.006187	0.0000	0.0001	0.0000	83.0205	83.4321	80.6841
558	0.006183	0.0000	0.0000	0.0000	83.0205	83.4322	80.6841
559	0.006183	0.0000	0.0000	0.0000	83.0205	83.4322	80.6841
560	0.006175	0.0001	0.0000	0.0000	83.0206	83.4322	80.6841
561	0.006175	0.0001	0.0001	0.0000	83.0207	83.4323	80.6842
562	0.006149	0.0000	0.0158	0.0000	83.0207	83.4480	80.6842
563	0.006146	0.0000	0.0003	0.0000	83.0207	83.4483	80.6842
564	0.006126	0.0000	0.0002	0.0000	83.0208	83.4485	80.6842
565	0.006126	0.0000	0.0001	0.0000	83.0208	83.4486	80.6842
566	0.006124	0.0000	0.3749	0.0000	83.0208	83.8234	80.6842
567	0.006116	0.0002	0.0758	0.0004	83.0210	83.8993	80.6846
568	0.006115	0.0021	0.0012	0.0001	83.0231	83.9004	80.6846
569	0.006112	0.0001	0.2188	0.0001	83.0231	84.1192	80.6848
570	0.006100	0.0000	0.0001	0.0000	83.0231	84.1193	80.6848
571	0.006036	0.0000	0.0000	0.0000	83.0232	84.1193	80.6848
572	0.006035	0.0000	0.0001	0.0000	83.0232	84.1194	80.6848
573	0.005964	0.0000	0.0000	0.0000	83.0232	84.1194	80.6848
574	0.005894	0.0000	0.0000	0.0000	83.0232	84.1194	80.6848
575	0.005894	0.0001	0.0000	0.0000	83.0233	84.1194	80.6848
576	0.005889	0.0154	0.0000	0.0000	83.0387	84.1194	80.6849
577	0.005873	0.0001	0.0000	0.0000	83.0387	84.1194	80.6849
578	0.005873	0.0005	0.0000	0.0000	83.0392	84.1194	80.6849
579	0.005856	0.0000	0.0030	0.0000	83.0393	84.1224	80.6849
580	0.005779	0.0709	0.0000	0.0001	83.1102	84.1224	80.6851
581	0.005767	0.0427	0.0000	0.0001	83.1529	84.1224	80.6851
582	0.005681	0.0000	0.0018	0.0000	83.1529	84.1242	80.6851
583	0.005555	0.0028	0.0000	0.0005	83.1557	84.1242	80.6856
584	0.005553	0.0002	0.0000	0.0000	83.1559	84.1242	80.6856
585	0.005524	0.0000	0.0000	0.0001	83.1559	84.1242	80.6857
586	0.005485	0.0000	0.0002	0.0000	83.1559	84.1244	80.6858
587	0.005477	0.0421	0.0000	0.0122	83.1980	84.1244	80.6979
588	0.005477	0.1019	0.0000	0.0352	83.2999	84.1245	80.7331
589	0.005464	0.0001	0.0000	0.0613	83.3000	84.1245	80.7944
590	0.005423	0.0000	0.0000	0.0000	83.3000	84.1245	80.7944
591	0.005420	0.0001	0.0000	0.0010	83.3001	84.1245	80.7954
592	0.005417	0.0000	0.0000	0.0001	83.3001	84.1245	80.7955
593	0.005391	0.0001	0.0000	0.0001	83.3002	84.1245	80.7955
594	0.005377	0.0000	0.0000	0.0000	83.3002	84.1245	80.7956
595	0.005359	0.0000	0.0000	0.0000	83.3002	84.1245	80.7956
596	0.005359	0.0005	0.0000	0.0001	83.3007	84.1245	80.7957
597	0.005351	0.0000	0.0000	0.0000	83.3008	84.1245	80.7957
598	0.005330	0.0000	0.0000	0.0000	83.3008	84.1245	80.7957
599	0.005330	0.0000	0.0000	0.0000	83.3008	84.1245	80.7957
600	0.005314	0.0000	0.0000	0.4820	83.3008	84.1245	81.2777

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	35 di 225

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2_P19.OUT

VI.02_Impalcati Speciali

Page

55

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
601	0.005292	0.0039	0.0000	0.6470	83.3047	84.1245	81.9247
602	0.005259	0.0000	0.0000	0.0000	83.3047	84.1245	81.9248
603	0.005258	0.0000	0.0000	0.0000	83.3047	84.1245	81.9248
604	0.005221	0.0000	0.0002	0.0000	83.3047	84.1247	81.9248
605	0.005221	0.0000	0.0001	0.0000	83.3047	84.1248	81.9248
606	0.005122	0.0001	0.0029	0.0000	83.3048	84.1277	81.9248
607	0.005122	0.0002	0.0058	0.0000	83.3049	84.1335	81.9248
608	0.005120	0.0000	0.0002	0.0000	83.3050	84.1336	81.9248
609	0.005117	0.0001	0.0010	0.0000	83.3050	84.1347	81.9248
610	0.005106	0.0000	0.0000	0.0000	83.3050	84.1347	81.9249
611	0.005105	0.0000	0.0000	0.0000	83.3050	84.1347	81.9249
612	0.005103	0.0000	0.0000	0.0000	83.3050	84.1347	81.9249
613	0.005075	0.0000	0.0000	0.0000	83.3050	84.1347	81.9249
614	0.005065	0.0000	0.0017	0.0000	83.3050	84.1364	81.9250
615	0.005061	0.0000	0.0000	0.0000	83.3051	84.1364	81.9250
616	0.005041	0.0000	0.0000	0.0000	83.3051	84.1364	81.9250
617	0.005040	0.0000	0.0006	0.0001	83.3051	84.1370	81.9251
618	0.005035	0.0000	0.0000	0.0000	83.3051	84.1370	81.9251
619	0.005022	0.0000	0.0100	0.0001	83.3051	84.1470	81.9252
620	0.005013	0.0000	0.0000	0.0000	83.3051	84.1470	81.9252
621	0.004987	0.0000	0.0013	0.0000	83.3051	84.1482	81.9252
622	0.004900	0.0000	0.0000	0.0000	83.3051	84.1482	81.9252
623	0.004896	0.0002	0.0001	0.0000	83.3053	84.1483	81.9252
624	0.004802	0.0001	0.5640	0.0000	83.3054	84.7123	81.9253
625	0.004798	0.0001	0.0000	0.0000	83.3054	84.7123	81.9253
626	0.004795	0.0000	0.0007	0.0010	83.3054	84.7130	81.9263
627	0.004773	0.0000	1.1832	0.0000	83.3054	85.8962	81.9263
628	0.004755	0.0000	0.0237	0.0000	83.3054	85.9199	81.9263
629	0.004748	0.0000	0.0000	0.0000	83.3054	85.9199	81.9264
630	0.004735	0.0001	0.0000	0.0000	83.3055	85.9199	81.9264
631	0.004721	0.0000	0.0000	0.0000	83.3055	85.9199	81.9264
632	0.004699	0.0000	0.0003	0.0000	83.3055	85.9202	81.9264
633	0.004695	0.0000	0.0000	0.0000	83.3055	85.9203	81.9264
634	0.004676	0.0000	0.8883	0.0000	83.3055	86.8086	81.9264
635	0.004651	0.0000	0.7545	0.0000	83.3055	87.5631	81.9264
636	0.004588	2.3055	0.0000	0.0000	85.6110	87.5631	81.9264
637	0.004580	0.0044	0.0000	0.0000	85.6154	87.5631	81.9264
638	0.004543	0.0009	0.0000	0.0000	85.6164	87.5631	81.9264
639	0.004542	0.0007	0.0001	0.0000	85.6171	87.5632	81.9264
640	0.004506	0.0000	0.0000	0.0003	85.6171	87.5632	81.9267
641	0.004490	0.0013	0.0000	0.0000	85.6183	87.5632	81.9267
642	0.004487	0.0002	0.0000	0.0000	85.6185	87.5633	81.9267
643	0.004455	6.4449	0.0000	0.0000	92.0634	87.5633	81.9267
644	0.004443	0.0015	0.0000	0.0065	92.0649	87.5633	81.9332
645	0.004424	0.0000	0.0000	0.0000	92.0649	87.5633	81.9332
646	0.004417	0.0000	0.0000	0.0000	92.0649	87.5633	81.9332
647	0.004416	2.0297	0.0000	0.0000	94.0946	87.5633	81.9332
648	0.004414	0.0003	0.0001	0.0000	94.0950	87.5633	81.9332
649	0.004413	0.0000	0.0000	0.0000	94.0950	87.5633	81.9332
650	0.004408	0.0000	0.0001	0.0000	94.0950	87.5634	81.9333



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA
 Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	36 di 225

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2_P19.OUT

VI.02_Impalcati Speciali

Page

56

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
651	0.004406	0.0002	0.0000	0.0000	94.0952	87.5634	81.9333
652	0.004363	0.0000	0.0000	0.0000	94.0952	87.5634	81.9333
653	0.004360	5.9041	0.0000	0.0000	99.9993	87.5634	81.9333
654	0.004345	0.0000	1.4956	0.0000	99.9994	89.0590	81.9333
655	0.004331	0.0001	0.0001	0.0000	99.9994	89.0591	81.9333
656	0.004326	0.0001	0.0000	0.0000	99.9996	89.0591	81.9333
657	0.004319	0.0000	0.0001	0.0000	99.9996	89.0592	81.9333
658	0.004318	0.0000	0.0000	0.0000	99.9996	89.0593	81.9333
659	0.004264	0.0000	5.2133	0.0000	99.9996	94.2726	81.9333
660	0.004252	0.0000	3.3250	0.0000	99.9996	97.5976	81.9333
661	0.004249	0.0002	0.0122	0.0000	99.9998	97.6098	81.9333
662	0.004247	0.0000	0.0093	0.0000	99.9998	97.6191	81.9333
663	0.004232	0.0000	0.0002	0.0000	99.9998	97.6193	81.9333
664	0.004182	0.0000	0.0000	0.0000	99.9998	97.6193	81.9333
665	0.004180	0.0000	0.0001	0.0000	99.9998	97.6194	81.9333
666	0.004180	0.0000	0.0008	0.0000	99.9998	97.6202	81.9333
667	0.004177	0.0000	0.0001	0.0001	99.9998	97.6203	81.9335
668	0.004174	0.0000	0.0001	0.0000	99.9999	97.6203	81.9335
669	0.004156	0.0000	0.0001	0.0000	99.9999	97.6204	81.9335
670	0.004155	0.0000	0.0000	0.0000	99.9999	97.6204	81.9335
671	0.004151	0.0000	0.0000	0.0000	99.9999	97.6205	81.9335
672	0.004151	0.0000	0.0000	0.0000	99.9999	97.6205	81.9335
673	0.004135	0.0000	0.0000	0.0000	99.9999	97.6205	81.9335
674	0.004135	0.0000	0.0000	0.0000	99.9999	97.6205	81.9335
675	0.004133	0.0000	0.0002	0.0031	99.9999	97.6207	81.9367
676	0.004132	0.0000	0.0000	0.0000	99.9999	97.6207	81.9367
677	0.004132	0.0000	0.0000	0.0000	99.9999	97.6208	81.9367
678	0.004128	0.0000	0.0000	0.0000	99.9999	97.6208	81.9367
679	0.004126	0.0000	0.0001	0.0000	99.9999	97.6209	81.9367
680	0.004109	0.0000	0.7767	0.0000	99.9999	98.3975	81.9368
681	0.004093	0.0000	0.0001	0.4256	99.9999	98.3976	82.3623
682	0.004087	0.0000	0.0002	0.0005	99.9999	98.3978	82.3628
683	0.004086	0.0000	0.0003	0.0044	99.9999	98.3981	82.3672
684	0.004059	0.0000	0.0000	0.0016	100.0000	98.3981	82.3688
685	0.004055	0.0000	0.0000	0.0001	100.0000	98.3981	82.3689
686	0.004052	0.0000	0.0000	0.0010	100.0000	98.3981	82.3700
687	0.004045	0.0000	0.0001	0.0000	100.0000	98.3982	82.3700
688	0.004045	0.0000	0.0000	0.0001	100.0000	98.3982	82.3701
689	0.004044	0.0000	0.0000	0.0002	100.0000	98.3982	82.3703
690	0.004044	0.0000	0.0002	0.0000	100.0000	98.3984	82.3703
691	0.004043	0.0000	0.0001	0.0001	100.0000	98.3984	82.3704
692	0.004042	0.0000	0.0004	0.0000	100.0000	98.3988	82.3704
693	0.004040	0.0000	0.0007	0.0000	100.0000	98.3995	82.3704
694	0.004039	0.0000	0.0002	0.0000	100.0000	98.3998	82.3704
695	0.004043	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	98.3998	82.3705
696	0.004040	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	98.3998	82.3705
697	0.004040	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	98.3998	82.3705
698	0.004041	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	98.3998	82.3705
699	0.004026	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	98.3998	82.3705
700	0.004026	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	98.3998	82.3705



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA
 Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	37 di 225

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2_P19.OUT

VI.02_Impalcati Speciali

Page

57

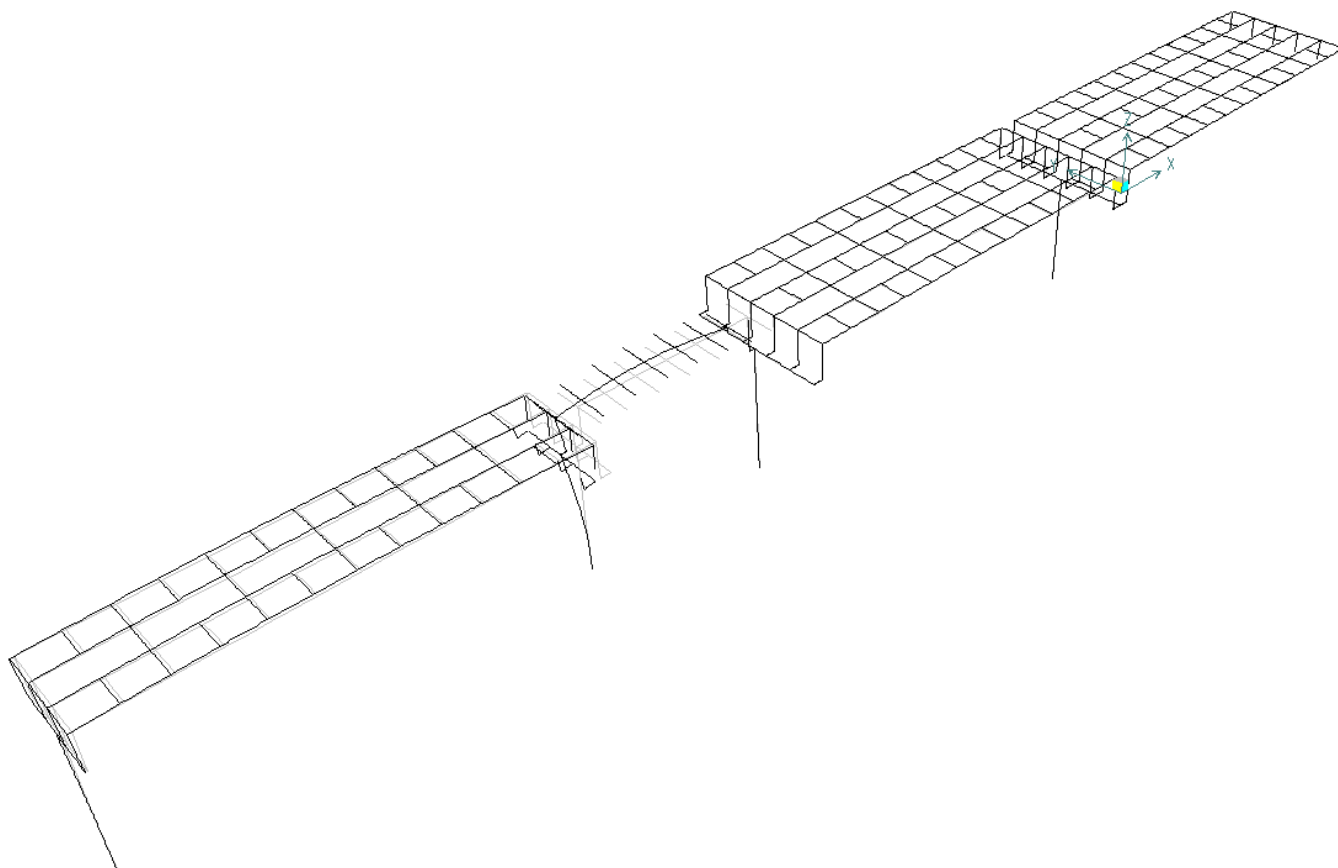
MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

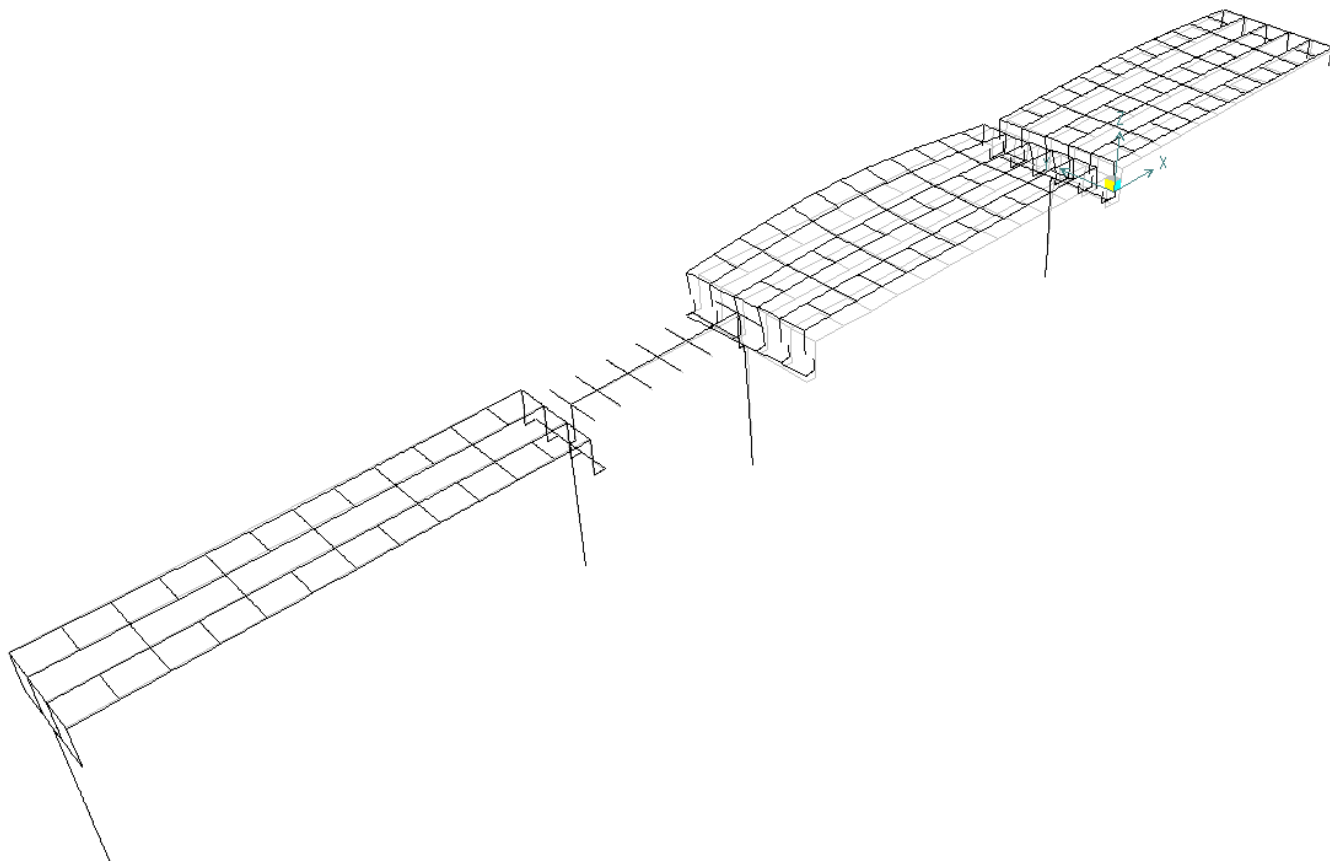
MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
701	0.004026	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	98.3999	82.3705
702	0.004025	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	98.3999	82.3705
703	0.004024	0.0000	0.0002	0.0001	100.0000	98.4001	82.3706
704	0.004024	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	98.4001	82.3707
705	0.004024	0.0000	0.0001	0.0001	100.0000	98.4002	82.3707
706	0.004021	0.0000	0.0000	0.0001	100.0000	98.4002	82.3709
707	0.004021	0.0000	0.0000	0.0001	100.0000	98.4002	82.3709
708	0.004021	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	98.4002	82.3709
709	0.004020	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	98.4003	82.3709
710	0.004020	0.0000	0.0001	0.0000	100.0000	98.4003	82.3710
711	0.004018	0.0000	0.0010	0.0002	100.0000	98.4013	82.3711
712	0.004023	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	98.4013	82.3711
713	0.003995	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	98.4013	82.3712
714	0.003975	0.0000	0.6114	0.0004	100.0000	99.0127	82.3716
715	0.003973	0.0000	0.0028	0.0000	100.0000	99.0156	82.3716
716	0.003963	0.0000	0.4038	0.0010	100.0000	99.4194	82.3726
717	0.003946	0.0000	0.1361	0.0005	100.0000	99.5555	82.3732
718	0.003932	0.0000	0.0001	0.0000	100.0000	99.5555	82.3732
719	0.003929	0.0000	0.0000	0.0002	100.0000	99.5555	82.3734
720	0.003925	0.0000	0.0001	0.0000	100.0000	99.5556	82.3734
721	0.003924	0.0000	0.0010	0.0000	100.0000	99.5567	82.3734
722	0.003923	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.5567	82.3734
723	0.003919	0.0000	0.0026	0.0002	100.0000	99.5592	82.3736
724	0.003899	0.0000	0.0000	0.0198	100.0000	99.5593	82.3934
725	0.003883	0.0000	0.0000	0.0002	100.0000	99.5593	82.3935
726	0.003880	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.5593	82.3936
727	0.003868	0.0000	0.0270	0.0000	100.0000	99.5862	82.3936
728	0.003866	0.0000	0.0000	0.0008	100.0000	99.5863	82.3944
729	0.003853	0.0000	0.0803	0.0000	100.0000	99.6666	82.3944
730	0.003831	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.6666	82.3944
731	0.003779	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.6666	82.3944
732	0.003780	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.6666	82.3944
733	0.003753	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.6666	82.3944
734	0.003752	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.6666	82.3944
735	0.003744	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.6666	82.3944
736	0.003734	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.6666	82.3945
737	0.003722	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.6666	82.3945
738	0.003722	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.6666	82.3945
739	0.003712	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.6667	82.3945
740	0.003710	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.6667	82.3945
741	0.003710	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.6667	82.3945
742	0.003705	0.0000	0.1587	0.0000	100.0000	99.8254	82.3945
743	0.003681	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.8255	82.3946
744	0.003676	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.8255	82.3946
745	0.003676	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.8255	82.3946
746	0.003659	0.0000	0.1736	0.0000	100.0000	99.9990	82.3946
747	0.003657	0.0000	0.0001	0.0000	100.0000	99.9991	82.3946
748	0.003657	0.0000	0.0003	0.0000	100.0000	99.9994	82.3946
749	0.003654	0.0000	0.0001	0.0000	100.0000	99.9995	82.3946
750	0.003639	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	99.9995	82.3946

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	38 di 225

Mode 4 Period 0.3549 seconds





7 VERIFICHE FUSTO PILA

Le verifiche a pressoflessione e taglio del fusto della pila sono state eseguite nella sezione allo spiccato e nella sezione di mezzeria.

Per le verifiche a pressoflessione è stato utilizzato il programma Gelfi VcaSlu.

Per le verifiche a taglio sono stati impiegati fogli di calcolo appositamente predisposti.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 01	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 02 05 002	REV. A

7.1 Verifica alla base della pila P19

Di seguito si riporta la figura con la numerazione degli elementi costituenti la pila.

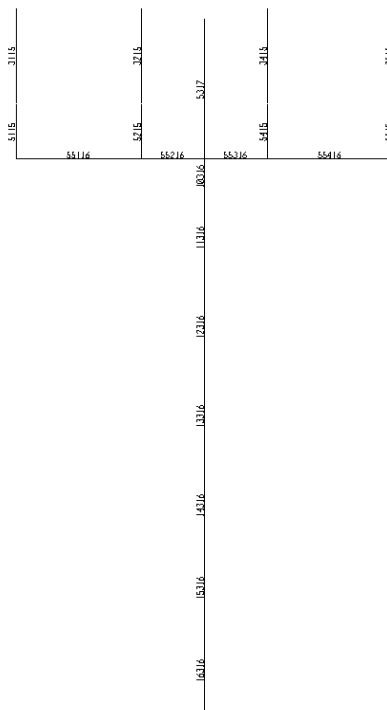


Figura 9 - Numerazione elementi frame pila

Come combinazioni di verifica sono state prese in considerazione quelle che massimizzano lo sforzo normale, il momento e il taglio longitudinale, il momento e il taglio trasversale, e la torsione.

Successivamente vengono riportate le tabelle degli sforzi, agenti sulla sezione di verifica, in cui i valori sono ottenuti dall'involuppo delle combinazioni dei differenti gruppi di carico, dove:

- N= sforzo Normale positivo se di trazione
- V2= taglio trasversale
- V3= taglio longitudinale
- T= Torsione
- M2=Momento longitudinale
- M3=Momento trasversale

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	42 di 225

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLU-A1-STR	N _{min}	-34386	-658	261	-506	-9354	-10896
	N _{max}	-17011	-694	140	-375	-3166	-10290
	V2 _{min}	-21825	-1581	197	-529	-4535	-14903
	V2 _{max}	-28350	1023	250	607	-5922	7233
	V3 _{min}	-17164	-694	-1784	-375	-29404	-10289
	V3 _{max}	-32591	-690	2175	-387	16930	-10294
	T _{min}	-23670	-882	93	-1596	-6885	-23721
	T _{max}	-27664	796	170	1653	-6584	21079
	M2 _{min}	-33348	365	-1675	394	-36570	5781
	M2 _{max}	-21268	-694	2078	-375	25164	-10288
	M3 _{min}	-21703	-1366	120	-1394	-5653	-29183
	M3 _{max}	-28228	808	173	1472	-7040	21513
SLU-SISMA	N _{min}	-22087	-1987	-6354	-2320	-87068	-26058
	N _{max}	-13752	2001	6645	2241	79788	26128
	V2 _{min}	-19763	-6116	-2102	-6894	-31766	-78669
	V2 _{max}	-16227	6126	2403	6833	24688	78833
	V3 _{min}	-20611	-1992	-6629	-2303	-90025	-25970
	V3 _{max}	-15001	2001	6918	2241	82751	26123
	T _{min}	-19763	-6070	-2120	-7073	-32010	-80920
	T _{max}	-16227	6079	2385	7012	24444	81084
	M2 _{min}	-21944	-1992	-6621	-2303	-90822	-25965
	M2 _{max}	-14340	2001	6912	2241	83696	26128
	M3 _{min}	-19742	-6079	-2115	-7043	-31959	-81131
	M3 _{max}	-16206	6089	2389	6982	24495	81295

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	43 di 225

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLE-RARA	N _{min}	-24551	-438	187	-343	-6530	-7272
	N _{max}	-17068	-461	140	-260	-3217	-6834
	V2 _{min}	-21186	-824	190	-196	-4369	-4852
	V2 _{max}	-21186	606	190	195	-4370	1883
	V3 _{min}	-17174	-461	-1187	-260	-21313	-6833
	V3 _{max}	-23313	-460	1507	-261	11598	-6857
	T _{min}	-21188	-592	100	-1094	-5590	-16108
	T _{max}	-21188	373	100	1094	-5590	13139
	M2 _{min}	-23835	243	-1148	260	-25299	3862
	M2 _{max}	-20005	-461	1477	-260	16321	-6832
	M3 _{min}	-21081	-639	123	-941	-5333	-17163
	M3 _{max}	-21081	421	123	941	-5334	14193
SLE-FREQ	N _{min}	-21611	18	168	-82	-5250	-184
	N _{max}	-17118	4	140	-31	-3264	78
	V2 _{min}	-19590	-252	188	-70	-3713	736
	V2 _{max}	-19590	262	188	10	-3714	-560
	V3 _{min}	-17183	4	-656	-31	-14120	79
	V3 _{max}	-20867	5	960	-32	5626	65
	T _{min}	-19591	-135	116	-607	-4687	-6426
	T _{max}	-19591	145	116	547	-4687	6601
	M2 _{min}	-21180	5	-633	-29	-16547	95
	M2 _{max}	-18882	4	943	-31	8494	79
	M3 _{min}	-20297	-50	624	-465	1824	-6838
	M3 _{max}	-20297	61	624	406	1824	7021
SLE-Q.PER	N _{min}	-17197	4	141	-31	-3331	79

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 01	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 02 05 002	REV. A

7.1.1 Verifiche a pressoflessione alla base

La sezione di verifica è la seguente:

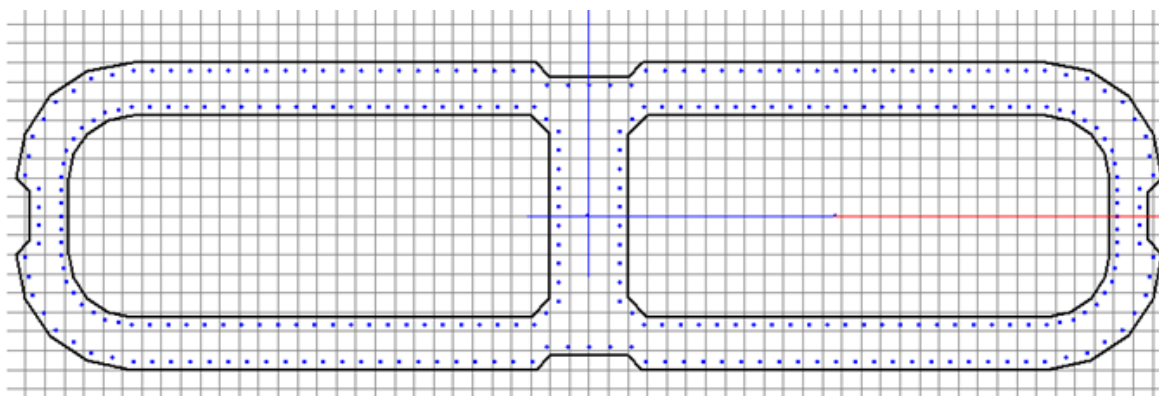


Figura 10- Sezione di verifica pila P19 alla base

L'armatura considerata è pari a 296 \varnothing 30 ($A_s=2092.30\text{cm}^2$, \varnothing 30/20cm)

Nel seguito si riportano le verifiche a presso-flessione, eseguite con il programma Gelfi VcaSlu, considerando le combinazioni sismiche che sono dimensionanti.

Nello specifico si sono analizzati i due casi in cui i momenti longitudinali e trasversali risultano massimizzati

7.1.1.1 MOMENTO LONGITUDINALE MASSIMO (M22MAX)

Titolo: Pila P19_Verifica pressoflessione alla base M22max

N° Vertici: 64 Zoom N° barre: 296 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	40	145	1	7.0686	43.5	136.5
2	40	85	2	7.0686	21.75	136.5
3	40	-85	3	7.0686	0	136.5
4	60	-105	4	7.0686	-21.75	136.5
5	470	-105	5	7.0686	58.5	151.5
6	495	-100	6	7.0686	78.05714	151.5

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 14340 14'340 kN
M_{xEd} 90822 90'822 kNm
M_{yEd} 26128 26'128

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipologia
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C30/37
ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 394.7 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.974 ‰ σ_{c,adm} 11.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
τ_{c1} 2.029

M_{xRd} 135'982 kNm
M_{yRd} 48'023 kNm
σ_c -17 N/mm²
σ_s 394.7 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 19.57 ‰
d 327.8 cm
x 49.74 x/d 0.1517
δ 0.7

Metodo di calcolo
 S.L.U. + S.L.U. -
 Metodo n

Tipologia flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio Mx-My
angolo asse neutro θ° 359
 Precompresso

Pila P19_Verifica pressoflessione alla base M22max - NEd = 14340 kN

M_{xEd} 90822 kNm M_{yEd} 26128 kNm ρ_M 0.6601
M_{xRd} 136'056 kNm M_{yRd} 44'596 kNm

Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta essere pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 1.51$$

7.1.1.2 MOMENTO TRASVERSALE MASSIMO (M33MAX)

Titolo: Pila P19_ Verifica pressoflessione alla base M33max

N° Vertici: 64 Zoom N° barre: 296 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	40	145	1	7.0686	43.5	136.5
2	40	85	2	7.0686	21.75	136.5
3	40	-85	3	7.0686	0	136.5
4	60	-105	4	7.0686	-21.75	136.5
5	470	-105	5	7.0686	58.5	151.5
6	495	-100	6	7.0686	78.05714	151.5

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 16206 16'206 kN
M_{xEd} 24495 24'495 kNm
M_{yEd} 81295 81'295

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali
B450C C30/37
ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 394.7 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.974 ‰ σ_{c,adm} 11.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
τ_{c1} 2.029

M xRd 101'279 kN m
M yRd 344'552 kN m
σ_c -17 N/mm²
σ_s 394.7 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 7.554 ‰
d 628.1 cm
x 198.9 x/d 0.3166
δ 0.8358

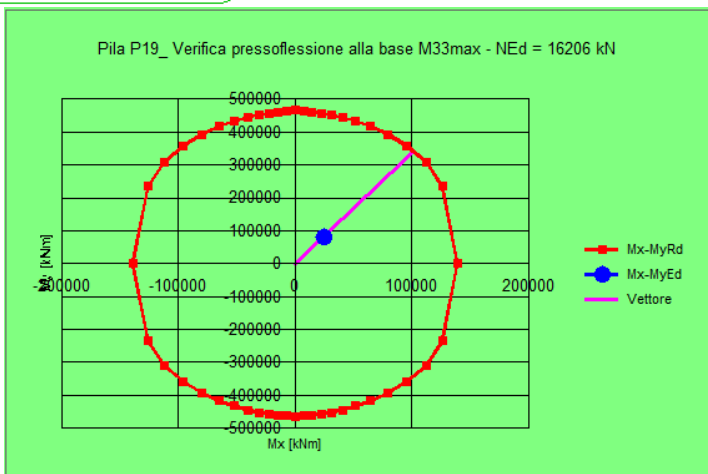
Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio Mx-My
angolo asse neutro θ° 340.31
 Precompresso

Pila P19_ Verifica pressoflessione alla base M33max - NEd = 16206 kN



M_{xEd} 24495 kNm M_{yEd} 81295 ρ_M 0.2375 Valori Infiltrisci punti
M_{xRd} 101'980 M_{yRd} 342'584

Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 4.21$$

Le verifiche a pressoflessione risultano soddisfatte.

7.1.2 Verifiche a taglio alla base

Le sollecitazioni di taglio di calcolo sono state ottenute con il criterio della Gerarchia delle Resistenze secondo l'espressione:

$$V_{gr,i} = V_{gr,0} \gamma_{RD3}$$

Dove

$$\gamma_{RD3} = 1,25 + 1 - q \frac{V_{E,i}}{V_{gr,0}} \leq 1,25$$

$$V_{gr,0} = V_{E,i} \frac{\gamma_{RD2} M_{Rd,i}}{M_{E,i}}$$

$V_{E,i}$ è il valore dello sforzo di taglio ottenuto dall'analisi

$$\gamma_{RD2} = 0,7 + 0,2q \quad \text{per } v_k = N / A_{fck} \leq 0,1$$

$$\gamma_{RD2} = (0,7 + 0,2q) \times (1 + 2(v_k - 0,1)^2) \quad \text{per } v_k = N / A_{fck} > 0,1$$

7.9.5.1 Criterio di gerarchia delle resistenze

Il fattore γ_{Rd} (fattore di "sovrarresistenza") viene calcolato mediante l'espressione:

$$\gamma_{Rd} = 0,7 + 0,2q \geq 1 \quad (7.9.7)$$

nella quale q è il valore del fattore di struttura utilizzato nel calcolo. Nel caso di sezioni in cemento armato con armatura di confinamento, quando il rapporto v_k tra la forza assiale e la resistenza a compressione della sezione di calcestruzzo eccede 0,1, il fattore di sovrarresistenza va moltiplicato per $1 + 2(v_k - 0,1)^2$.

Per le sollecitazioni che derivano da appoggi scorrevoli o elastomerici si utilizza un fattore di sovrarresistenza pari a $\gamma_{Rd} = 1,30$.

Le sollecitazioni calcolate a partire dai momenti resistenti amplificati, incrementati dell'effetto dei carichi permanenti distribuiti sugli elementi, ovvero ottenute con il criterio della gerarchia delle resistenze, si indicano con l'indice "gr", ad es. F_{gr} .

7.9.5.2.2 Verifiche a taglio

Le sollecitazioni di progetto devono essere calcolate sulla base della gerarchia delle resistenza. I valori di resistenza degli elementi in calcestruzzo armato devono essere divisi per un fattore di sicurezza aggiuntivo nei confronti della rottura fragile calcolato sulla base del taglio di calcolo V_{Ed} e del taglio di progetto per la gerarchia della resistenza $V_{gr,0}$

$$1 \leq \gamma_{Rd} = 1,25 + 1 - q \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{gr,0}} \leq 1,25 \quad (7.9.10)$$

Per una pila incernierata in sommità il criterio conduce al valore della sollecitazione di taglio di calcolo:

$$V_{gr,i} = V_{E,i} \cdot \frac{\gamma_{Rd} M_{Rd,i}}{M_{E,i}} \quad (7.9.14)$$

7.1.2.1 VERIFICA A TAGLIO LONGITUDINALE (V3)

Per la verifica a taglio (V3) poiché la sezione è cava, sono state prese in considerazione come superfici di calcolo le aree indicate nelle figure sottostanti:

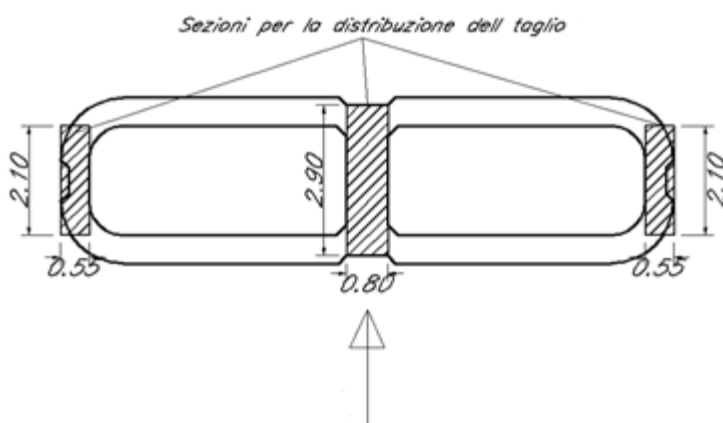


Figura 11 - Distribuzione del taglio V3

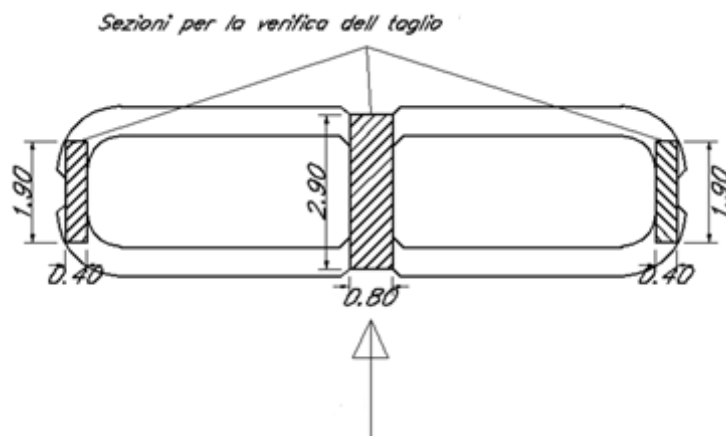


Figura 12 - Sezioni per la verifica del taglio V3

Il taglio viene distribuito negli elementi indicati nella figura precedente in funzione della rigidezza dei singoli elementi utilizzando la seguente formulazione $I_{el,i} / (I_{el,1} + 2I_{el,2})$

N_{Ed}	22087	[kN]							
A_{TOT}	15.7	[m ²]							
V_{Ed}	6918	[kN]							
σ_{Ed}	1.41	[N/mm ²]							
N_{ck}	482147	[kN]							
			Elemento	b	h	I	% di I	Taglio	N
				[m]	[m]	[m ⁴]		[kN]	[kN]
			SETTO CENTRALE	0.8	2.9	1.63	65.70	4544.99	3263.81
			SETTO LATERALE	0.55	2.1	0.42	17.15	1186.50	1624.87

Setto Laterale

Geometria sezione

b_w	400 [mm]
d	1900 [mm]
A_c	760000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	3	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	1624.87 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1186.50 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	15559.7 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	491.0 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	3153.2 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	50 di 225

Valore a taglio della sezione con la gerarchia delle resistenze

q	1.5
N_{Ed}	1624.87
V_{Ed}	1186.50
M_{Ed}	82751
N_{ck}	482147
ν_k	0.003370075
M_{rd}	136792
γ_{rd}	1
M_{rd}/M_{Ed}	1.65
V_{gr}	1961.35
V_{gr}/V_{Ed}	1.65
V_{Rd}	3153.20
$\gamma_{rd_resistenza}$	1.25
V_{Rd_gr}	2522.6
V_{gr}/V_{Rd_gr}	0.78

Setto Centrale

Geometria sezione

b_w	800 [mm]
d	2900 [mm]
A_c	2320000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	3	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	100 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	3263.81 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	4544.99 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	47498.1 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	564.0 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	9625.6 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Valore a taglio della sezione con la gerarchia delle resistenze

q	1.5
N_{Ed}	3263.81
V_{Ed}	4544.99
M_{Ed}	82751
N_{ck}	482147
ν_k	0.006769329
M_{rd}	128986
γ_{rd}	1
M_{rd}/M_{Ed}	1.56
V_{gr}	7084.36
V_{gr}/V_{Ed}	1.56
V_{Rd}	9625.57
$\gamma_{rd_resistenza}$	1.25
V_{Rd_gr}	7700.5
V_{gr}/V_{Rd_gr}	0.92

7.1.2.2 VERIFICA A TAGLIO TRASVERSALE (V2)

Per la verifica a taglio (V2) poiché la sezione è cava, sono state prese in considerazione come superfici di calcolo le aree indicate nelle figure sottostanti:

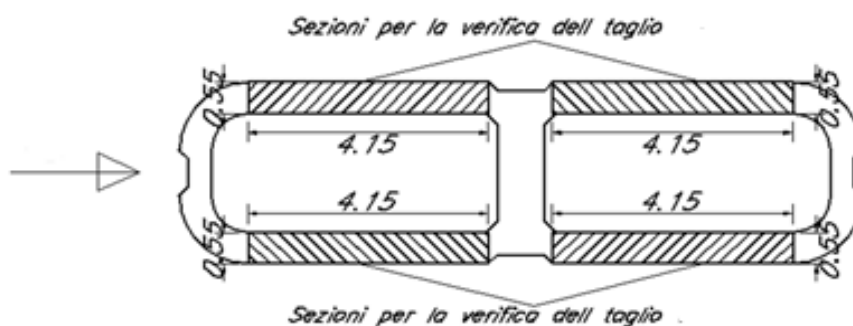


Figura 13 - Sezioni per la Verifica e Distribuzione del taglio V2

N_{Ed}	22087	[kN]
A_{TOT}	15.7	[m ²]
V_{Ed}	6126	[kN]
σ_{Ed}	1.41	[N/mm ²]
N_{ck}	482147	[kN]

Elemento	b	h	l	nr.elem	% di l	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]				
SETTO	0.55	4.15	3.28	4	25.00	1531.50	3211.06

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	54 di 225

Geometria sezione

b_w	550 [mm]
d	4150 [mm]
A_c	2282500 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	100 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	3211.06 [kN]	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1531.50 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	46730.4 [kN]	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1077.9 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	9183.0 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Valore a taglio della sezione con la gerarchia delle resistenze

q	1.5
N_{Ed}	3211.06
V_{Ed}	1531.50
M_{Ed}	78833
N_{ck}	482147
v_k	0.007
M_{rd}	338112
γ_{rd}	1
M_{rd}/M_{Ed}	4.29
V_{gr}	6568.59
V_{gr}/V_{Ed}	4.29
V_{Rd}	9183.01
$\gamma_{rd_resistenza}$	1.25
V_{Rd_gr}	7346.4
V_{gr}/V_{Rd_gr}	0.89

Le Verifiche a taglio risultano soddisfatte su ogni setto.

7.1.3 Verifiche agli SLE

Si riportano di seguito gli stati di tensione, che si generano con le combinazioni sopra citate, relativi alle sezioni di base delle pile. A favore di sicurezza sono stati considerati i massimi valori delle sollecitazioni non contemporanei dello sforzo assiale e dei momenti flettenti agenti nelle due direzioni principali.

7.1.3.1 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione RARA

Titolo : Verifica tensione esercizio_Comb. Rara

N° Vertici: Zoom N° barre: Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	40	145	1	7.0686	43.5	136.5
2	40	85	2	7.0686	21.75	136.5
3	40	-85	3	7.0686	0	136.5
4	60	-105	4	7.0686	-21.75	136.5
5	470	-105	5	7.0686	58.5	151.5
6	495	-100	6	7.0686	78.05714	151.5

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="24'551"/>	<input type="text" value="24551"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="25'300"/>	<input type="text" value="25299.5"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="17'163"/>	<input type="text" value="17162.6"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="17"/>
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="11.5"/>
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6933"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="2.029"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 3.28 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 30.71 = 16.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 27.61 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

→ VERIFICATO

7.1.3.2 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione QUASI PERMANENTE

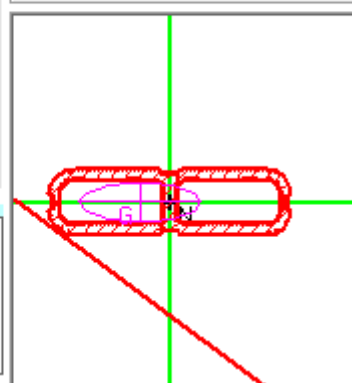
Titolo : Verifica tensione esercizio_Comb. Q. Permanente

N° Vertici N° barre

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	40	145	1	7.0686	43.5	136.5
2	40	85	2	7.0686	21.75	136.5
3	40	-85	3	7.0686	0	136.5
4	60	-105	4	7.0686	-21.75	136.5
5	470	-105	5	7.0686	58.5	151.5
6	495	-100	6	7.0686	78.05714	151.5

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="17197"/>	<input type="text" value="17197"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="3331"/>	<input type="text" value="3331"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="79"/>	<input type="text" value="79"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

xN
yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C30/37
ϵ_{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd} <input type="text" value="394.7"/> N/mm ²	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/>
E_s <input type="text" value="200000"/> N/mm ²	f_{cd} <input type="text" value="17"/>
E_s/E_c <input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd} <input type="text" value="1.974"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="11.5"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ_{co} <input type="text" value="0.6933"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="2.029"/>

σ_c N/mm²

ϵ_s ‰

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 1.08 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 30.71 = 12.3 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

7.2 Verifica in mezzeria della pila P19

Le sollecitazioni di calcolo sono riportate nelle tabelle seguenti, in cui i valori sono ottenuti dall'involuppo delle combinazioni dei differenti gruppi di carico.

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLU-A1-STR	N _{min}	-31896	-639	261	-506	-10581	-7848
	N _{max}	-15166	-675	140	-375	-3824	-7075
	V2 _{min}	-19980	-1550	197	-529	-5463	-7549
	V2 _{max}	-25860	991	250	607	-7099	2499
	V3 _{min}	-15319	-675	-1784	-375	-21028	-7074
	V3 _{max}	-30100	-671	2175	-387	6708	-7096
	T _{min}	-21825	-863	93	-1596	-7322	-19622
	T _{max}	-25174	764	170	1653	-7380	17411
	M2 _{min}	-30857	346	-1675	394	-28698	4110
	M2 _{max}	-19425	-675	2078	-375	15396	-7073
	M3 _{min}	-19858	-1335	120	-1394	-6218	-22837
	M3 _{max}	-26864	604	168	1382	-8410	17876
SLU-SISMA	N _{min}	-20238	-1964	-6255	-2320	-57505	-16841
	N _{max}	-11911	1978	6545	2241	48859	16840
	V2 _{min}	-17913	-6062	-2056	-6894	-22147	-50123
	V2 _{max}	-14388	6071	2357	6833	13655	50236
	V3 _{min}	-18763	-1969	-6529	-2303	-59172	-16732
	V3 _{max}	-13160	1978	6819	2241	50538	16835
	T _{min}	-17913	-6016	-2074	-7073	-22307	-52593
	T _{max}	-14388	6025	2339	7012	13495	52706
	M2 _{min}	-20095	-1969	-6522	-2303	-60004	-16728
	M2 _{max}	-12499	1978	6813	2241	51510	16841
	M3 _{min}	-17891	-6025	-2069	-7043	-22278	-52759
	M3 _{max}	-14367	6034	2344	6982	13524	52872

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	59 di 225

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLE-RARA	N _{min}	-22707	-426	187	-343	-7409	-5246
	N _{max}	-15224	-449	140	-260	-3876	-4698
	V2 _{min}	-19342	-812	190	-196	-5260	-1010
	V2 _{max}	-19342	594	190	195	-5261	-941
	V3 _{min}	-15330	-449	-1187	-260	-15741	-4698
	V3 _{max}	-21468	-447	1507	-261	4515	-4727
	T _{min}	-19343	-579	100	-1094	-6059	-13360
	T _{max}	-19343	361	100	1094	-6059	11409
	M2 _{min}	-21990	230	-1148	260	-19904	2745
	M2 _{max}	-18161	-449	1477	-260	9379	-4697
	M3 _{min}	-19236	-627	123	-941	-5911	-14190
	M3 _{max}	-19236	409	123	941	-5912	12239
SLE-FREQ	N _{min}	-19766	18	168	-82	-6042	-274
	N _{max}	-15274	4	140	-31	-3924	54
	V2 _{min}	-17746	-252	188	-70	-4596	1917
	V2 _{max}	-17746	262	188	10	-4596	-1795
	V3 _{min}	-15339	4	-656	-31	-11042	54
	V3 _{max}	-19022	5	960	-32	1112	37
	T _{min}	-17747	-135	116	-607	-5232	-5796
	T _{max}	-17747	145	116	547	-5232	5918
	M2 _{min}	-19335	5	-633	-29	-13574	66
	M2 _{max}	-17038	4	942	-31	4065	55
	M3 _{min}	-18453	-50	624	-465	-1107	-6605
	M3 _{max}	-18453	61	624	406	-1107	6731
SLE-Q.PER	N _{min}	-15352	4	141	-31	-3993	54

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 01	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 02 05 002	REV. A

7.2.1 Verifica a presso-flessione in mezzeria

La sezione di verifica è la seguente:

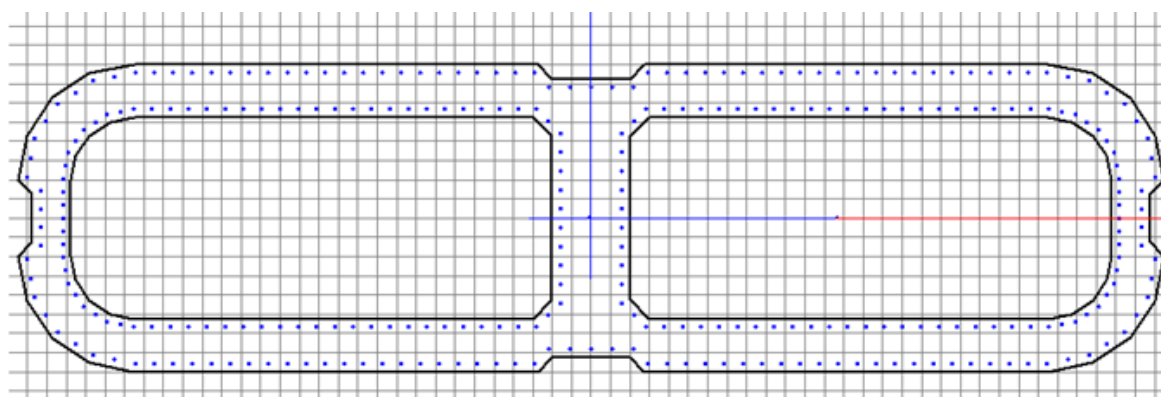


Figura 14 Sezione di verifica della pila P19 in mezzeria

L'armatura considerata è pari a 296 \varnothing 26 ($A_s=1571.55\text{cm}^2$, \varnothing 26/20cm)

Nel seguito si riportano le verifiche a presso-flessione eseguite con il programma Gelfi VCA_SLU considerando le combinazioni sismiche, che risultano dimensionanti.

Nello specifico si sono analizzati i due casi in cui i momenti longitudinali e trasversali risultano massimizzati

7.2.1.1 MOMENTO LONGITUDINALE MASSIMO (M22MAX)

Titolo: Pila P19_Verifica pressoflessione in mezzeria M22max

N° Vertici: 64 Zoom N° barre: 296 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	40	145	1	5.3093	43.5	136.5
2	40	85	2	5.3093	21.75	136.5
3	40	-85	3	5.3093	0	136.5
4	60	-105	4	5.3093	-21.75	136.5
5	470	-105	5	5.3093	58.5	151.5
6	495	-100	6	5.3093	78.05714	151.5

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 12499 12'499 kN
M_{xEd} 60004 60'004 kNm
M_{yEd} 16841 16'841

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls Coord.[cm]
xN 0 yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ° 359.06

Precompresso

Materiali: B450C C30/37

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 394.7 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.974 ‰ σ_{c,adm} 11.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
τ_{c1} 2.029

M_{xRd} 106'562 kN m
M_{yRd} 44'676 kN m
σ_c -17 N/mm²
σ_s 394.7 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 22.47 ‰
d 327.8 cm
x 44.19 x/d 0.1348
δ 0.7

Pila P19_Verifica pressoflessione in mezzeria M22max - NEd = 12499 kN

M_{xEd} 60004 kNm M_{yEd} 16841
M_{xRd} 106'641 M_{yRd} 41'481 ρ_M 0.5447

Valori Infitisci punti

Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta essere pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 1.83$$

7.2.1.2 MOMENTO TRASVERSALE MASSIMO (M33_{MAX})

Titolo: Pila P19_ Verifica pressoflessione in mezzeria M33max

N° Vertici: 64 Zoom N° barre: 296 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	40	145	1	5.3093	43.5	136.5
2	40	85	2	5.3093	21.75	136.5
3	40	-85	3	5.3093	0	136.5
4	60	-105	4	5.3093	-21.75	136.5
5	470	-105	5	5.3093	58.5	151.5
6	495	-100	6	5.3093	78.05714	151.5

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	14367	14367	kN
M _{xEd}	13524	13524	kNm
M _{yEd}	52872	52872	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali
 B450C C30/37
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 394.7 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.974 ‰ σ_{c,adm} 11.5
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
 τ_{c1} 2.029

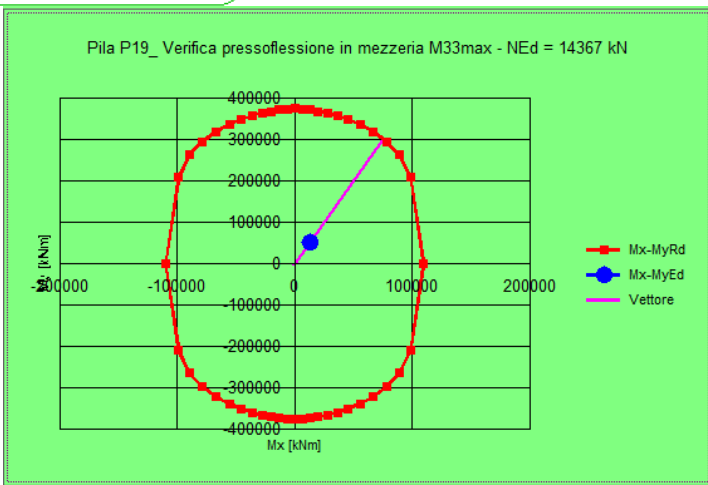
M_{xRd} 76'418 kN m
M_{yRd} 301'285 kN m
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 394.7 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 8.997 ‰
 d 687 cm
 x 192.4 x/d 0.2801
 δ 0.7901

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio Mx-My
 angolo asse neutro θ° 335.62
 Precompresso

Pila P19_ Verifica pressoflessione in mezzeria M33max - NEd = 14367 kN



M_{xEd} 13524 kNm M_{yEd} 52872
 M_{xRd} 75'814 M_{yRd} 302'666
 ρ_M 0.1749
 Valori Infiltrisci punti

Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta essere pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 5.72$$

Le verifiche a pressoflessione risultano soddisfatte.

7.2.2 Verifiche a taglio in mezzeria

Si precisa che per la sezione di mezzeria i rapporti tra momento resistente e momento di progetto risultano maggiori di quelli relativi alla sezione di base.

Essendo quindi inferiore la riserva di resistenza alla base della pila sarà in quella sezione che eventualmente si potrà formare una cerniera plastica.

Per questo motivo la verifica a taglio secondo la gerarchia delle resistenze non sarà svolta per la sezione di mezzeria della pila.

7.2.2.1 VERIFICA A TAGLIO LONGITUDINALE (V3)

Il taglio viene distribuito negli elementi indicati nella figura precedente in funzione della rigidezza dei singoli elementi utilizzando la seguente formulazione $I_{el,i} / (I_{el,1} + 2I_{el,2})$

N_{Ed}	20238	[kN]
A_{TOT}	15.7	[m ²]
V_{Ed}	6819	[kN]
σ_{Ed}	1.29	[N/mm ²]
N_{ck}	482147	[kN]

Elemento	b	h	I	% di I	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]		[kN]	[kN]
SETTO CENTRALE	0.8	2.9	1.63	65.70	4479.95	2990.58
SETTO LATERALE	0.55	2.1	0.42	17.15	1169.53	1488.85

Setto Laterale

Geometria sezione

b_w	400 [mm]
d	1900 [mm]
A_c	760000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	1488.85 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1169.53 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	15559.7 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	470.6 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	2102.1 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Setto Centrale

Geometria sezione

b_w	800 [mm]
d	2900 [mm]
A_c	2320000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	3	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	100 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	2990.58 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	4479.95 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	47498.1 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	543.5 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	9625.6 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	66 di 225

7.2.2.2 VERIFICA A TAGLIO TRASVERSALE (V2)

N_{Ed}	20238	[kN]
A_{TOT}	15.7	[m ²]
V_{Ed}	6071	[kN]
σ_{Ed}	1.29	[N/mm ²]
N_{ck}	482147	[kN]

Elemento	b	h	l	nr.elem	% di l	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]			[kN]	[kN]
SETTO	0.55	4.15	3.28	4	25.00	1517.75	2942.24

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	67 di 225

Geometria sezione

b_w	550 [mm]
d	4150 [mm]
A_c	2282500 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	2942.24 [kN]	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1517.75 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	46730.4 [kN]	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1037.6 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	4591.5 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Le Verifiche a taglio risultano soddisfatte su ogni setto.

7.2.3 Verifiche agli SLE

Si riportano di seguito gli stati di tensione che si generano nelle combinazioni citate al capitolo 7.1.3 relativi alle sezioni di mezzera delle pile. A favore di sicurezza sono stati considerati i massimi valori delle sollecitazioni non contemporanei dello sforzo assiale e dei momenti flettenti agenti nelle due direzioni principali.

7.2.3.1 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione RARA

Titolo : Verifica tensione esercizio_Comb. Rara

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	40	145	1	5.3092	43.5	136.5
2	40	85	2	5.3092	21.75	136.5
3	40	-85	3	5.3092	0	136.5
4	60	-105	4	5.3092	-21.75	136.5
5	470	-105	5	5.3092	58.5	151.5
6	495	-100	6	5.3092	78.05714	151.5

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="22'707"/>	<input type="text" value="22707"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="19'904"/>	<input type="text" value="19903.5"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="14'190"/>	<input type="text" value="14190.1"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C30/37
ε _{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd} <input type="text" value="394.7"/> N/mm ²	ε _{cu} <input type="text" value="3.5"/>
E _s <input type="text" value="200'000"/> N/mm ²	f _{cd} <input type="text" value="17"/>
E _s /E _c <input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd} <input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm} <input type="text" value="11.5"/>
σ _{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ _{co} <input type="text" value="0.6933"/>
	τ _{c1} <input type="text" value="2.029"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 2.83 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 30.71 = 16.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 19.9 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

→ VERIFICATO

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 01	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 02 05 002	REV. A

7.3 Verifica alla base della pila P20

Di seguito si riporta la figura con la numerazione degli elementi costituenti la pila.

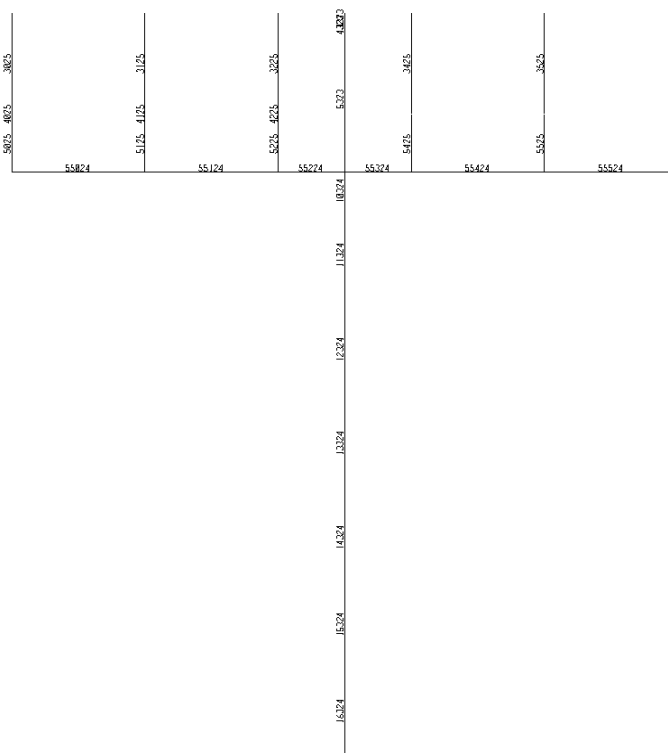


Figura 15 - Numerazione elementi frame pila

Come combinazioni di verifica sono state prese in considerazione quelle che massimizzano lo sforzo normale, il momento e il taglio longitudinale, il momento e il taglio trasversale, e la torsione.

Le sollecitazioni di calcolo per ciascuna combinazione sono riportate nelle tabelle seguenti, dove:

- N= sforzo Normale positivo se di trazione
- V2= taglio trasversale
- V3= taglio longitudinale
- T= Torsione
- M2=Momento logitudinale
- M3=Momento trasversale

Le sollecitazioni di calcolo sono riportate nelle tabelle seguenti, in cui i valori sono ottenuti dall'involuppo delle combinazioni dei differenti gruppi di carico.

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLU-A1-STR	N _{min}	-45025	-703	-3166	398	-16328	-7167
	N _{max}	-24859	-711	3098	286	46837	-6997
	V2 _{min}	-32700	-1583	-104	2782	14791	-27507
	V2 _{max}	-38073	1009	-118	-4080	15803	29786
	V3 _{min}	-43608	-709	-3308	177	-18108	-5549
	V3 _{max}	-24862	-711	3100	288	46861	-6999
	T _{min}	-36688	805	-198	-4752	16110	26490
	T _{max}	-30613	-1142	-180	3626	13907	-21597
	M2 _{min}	-25219	-711	-3242	278	-27158	-6995
	M2 _{max}	-40899	374	3019	-1415	58189	11893
	M3 _{min}	-31196	-1547	-106	2692	12619	-29029
	M3 _{max}	-37271	973	-124	-3957	14823	30642
SLU-SISMA	N _{min}	-31319	-2725	-13376	-3459	-138359	-33542
	N _{max}	-20219	2743	13231	2655	158998	41693
	V2 _{min}	-27823	-8275	-5206	-8488	-46841	-107846
	V2 _{max}	-23566	8292	5041	7653	67287	116221
	V3 _{min}	-31123	-2726	-13396	-3489	-138604	-33319
	V3 _{max}	-20220	2743	13232	2655	159001	41693
	T _{min}	-27719	-8148	-5217	-9296	-46778	-103471
	T _{max}	-23463	8165	5029	8463	67350	111845
	M2 _{min}	-29861	-2726	-13391	-3495	-139348	-33317
	M2 _{max}	-21157	2743	13225	2660	160059	41691
	M3 _{min}	-27957	-8268	-5208	-8510	-46885	-107994
	M3 _{max}	-23701	8285	5039	7676	67243	116368

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	72 di 225

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLE-RARA	N _{min}	-32451	-468	-2188	227	-10734	-4396
	N _{max}	-24916	-471	2112	51	35350	-3269
	V2 _{min}	-28310	-809	-87	1823	11824	-15090
	V2 _{max}	-28311	588	-87	-2764	11827	20174
	V3 _{min}	-31474	-472	-2286	75	-11961	-3280
	V3 _{max}	-24917	-471	2113	52	35367	-3270
	T _{min}	-27792	548	-145	-3281	12139	18412
	T _{max}	-27792	-769	-145	2347	12138	-13335
	M2 _{min}	-25164	-471	-2261	45	-15681	-3267
	M2 _{max}	-29606	250	2078	-987	40657	8348
	M3 _{min}	-28983	-778	-97	1712	11607	-15830
	M3 _{max}	-28983	557	-97	-2648	11608	20908
SLE-FREQ	N _{min}	-29488	10	-1345	-312	-2510	3509
	N _{max}	-24964	8	1235	-419	25138	4188
	V2 _{min}	-27002	-235	-85	623	11024	-3462
	V2 _{max}	-27003	251	-85	-1447	11025	11834
	V3 _{min}	-28901	8	-1404	-404	-3248	4182
	V3 _{max}	-24967	8	1235	-418	25149	4187
	T _{min}	-27196	160	678	-2150	21158	10905
	T _{max}	-27196	-144	678	1340	21158	-2541
	M2 _{min}	-25114	9	-1389	-422	-5554	4189
	M2 _{max}	-27780	8	1214	-403	28398	4181
	M3 _{min}	-28188	-148	-104	872	11135	-4490
	M3 _{max}	-28188	165	-104	-1688	11135	12856
SLE-Q.PER	N _{min}	-25041	9	-81	-420	9822	4188

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni PROGETTO DEFINITIVO				
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 01	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 02 05 002

7.3.1 Verifiche a pressoflessione alla base

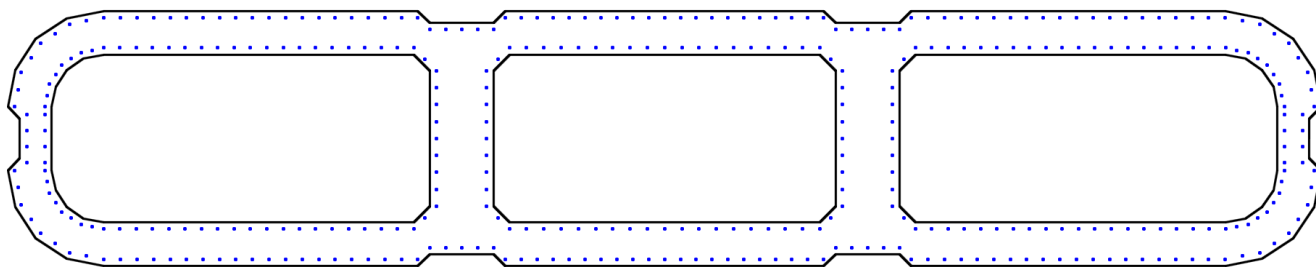


Figura 16 - Sezione di verifica della pila P20 alla base

L'armatura considerata è pari a 386 \varnothing 30 ($A_s=2728.47\text{cm}^2$, \varnothing 30/20cm)

Nel seguito si riportano le verifiche a presso-flessione, eseguite con il programma Gelfi VcaSlu, considerando le combinazioni sismiche, che sono dimensionanti.

Nello specifico si sono analizzati i due casi in cui i momenti longitudinali e trasversali risultano massimizzati

7.3.1.1 MOMENTO LONGITUDINALE MASSIMO (M22MAX)

Titolo: Verifica Presso-flessione alla base_M22max

N° Vertici: 82 Zoom N° barre: 386 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	7.0685	-801.5	10
2	215	145	2	7.0685	-801.5	30
3	295	145	3	7.0685	-816.5	40
4	310	160	4	7.0685	812.3201	31.38181
5	705	160	5	7.0685	808.140	32.76364
6	751	151	6	7.0685	796.064	100.8766

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 21157 kN
M_{xEd}: 160059 kNm
M_{yEd}: 41691 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Materiali
B450C C30/37
ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 394.7 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 17 N/mm²
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
ε_{syd}: 1.974 ‰ σ_{c,adm}: 11.5 N/mm²
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6933
τ_{c1}: 2.029

Momento resistente
M_{xRd}: 181'150 kNm
M_{yRd}: 135'824 kNm
σ_c: -17 N/mm²
σ_s: 394.7 N/mm²
ε_c: 3.5 ‰
ε_s: 18.84 ‰
d: 336 cm
x: 52.65 x/d: 0.1567
δ: 0.7

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

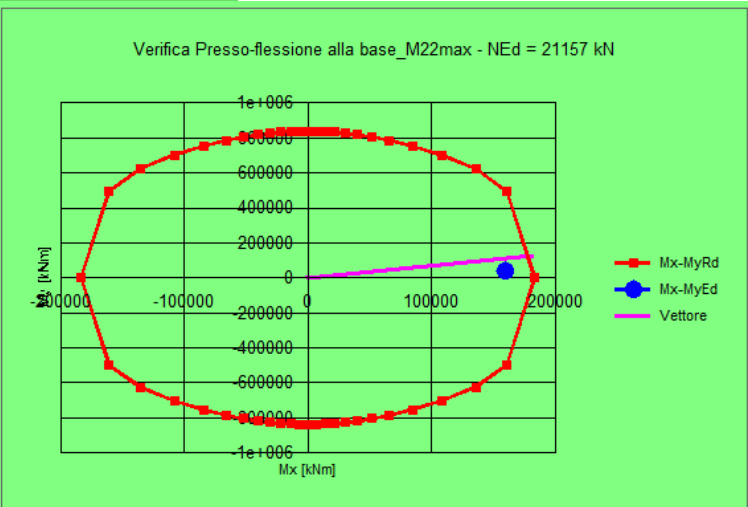
N° rett.: 100

Calcola MRD Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°: 359.06

Precompresso

Verifica Presso-flessione alla base_M22max - NEd = 21157 kN



M_{xEd}: 160059 kNm M_{yEd}: 41691 kNm ρ_M: 0.7456

M_{xRd}: 181'363 kNm M_{yRd}: 127'755 kNm

Valori Infiltrisci punti

Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta essere pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 1.34$$

7.3.1.2 MOMENTO TRASVERSALE MASSIMO (M33_{MAX})

Titolo: Verifica Presso-flessione alla base_M33max

N° Vertici: 82 Zoom N° barre: 386 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	7.0685	-801.5	10
2	215	145	2	7.0685	-801.5	30
3	295	145	3	7.0685	-816.5	40
4	310	160	4	7.0685	812.3201	31.38181
5	705	160	5	7.0685	808.140	32.76364
6	751	151	6	7.0685	796.064	100.8766

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 23701 0 kN
M_{xEd} 67243 0 kNm
M_{yEd} 116368 0

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali
B450C C30/37
ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 394.7 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.974 ‰ σ_{c,adm} 11.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
τ_{c1} 2.029

M 176'877 kN m
M 333'767 kN m
σ_c -17 N/mm²
σ_s 394.7 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 12.81 ‰
d 384.8 cm
x 82.61 x/d 0.2147
δ 0.7083

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata
N° rett. 100
Calcola MRd Dominio Mx-My
angolo asse neutro θ° 357.18
Precompresso

Verifica Presso-flessione alla base_M33max - NEd = 23701 kN

M_{xEd} 67243 kNm M_{yEd} 116368
M_{xRd} 177'574 M_{yRd} 320'422 ρ_M 0.3669

Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta essere pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 2.72$$

Le verifiche a pressoflessione risultano soddisfatte.

7.3.2 Verifiche a taglio alla base

Per le verifiche a taglio valgono le stesse considerazioni fatte al capitolo 7.1.2.

7.3.2.1 VERIFICA A TAGLIO LONGITUDINALE (V3)

Per la verifica a taglio (V3) poiché la sezione è cava, sono state prese in considerazione come superfici di calcolo le aree indicate nelle figure sottostanti:

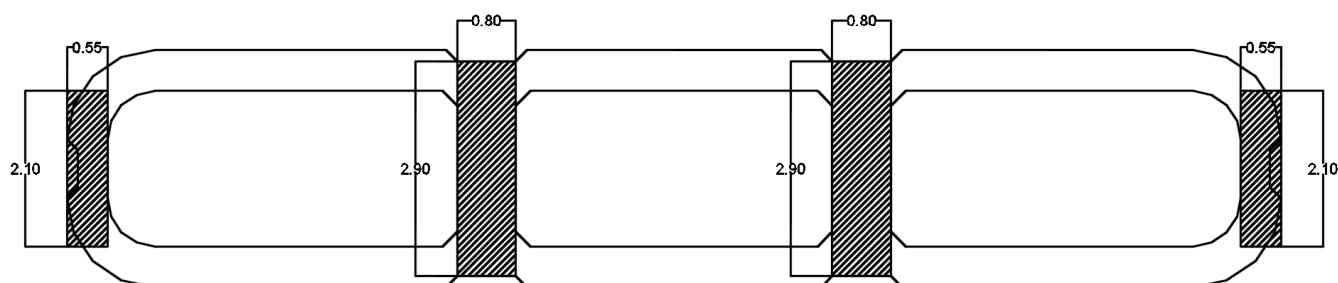


Figura 17 - Distribuzione del taglio V3

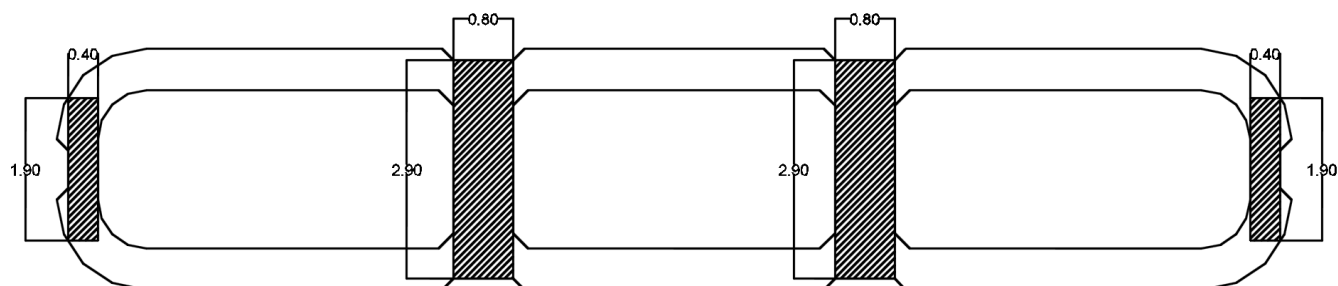


Figura 18 - Sezioni per la verifica del taglio V3

Il taglio viene distribuito negli elementi indicati nella figura precedente in funzione della rigidezza dei singoli elementi utilizzando la seguente formulazione $I_{el,i} / (I_{el,1} + 2I_{el,2})$

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	77 di 225

N_{Ed}	31319	[kN]
A_{TOT}	22.3	[m ²]
V_{Ed}	13396	[kN]
σ_{Ed}	1.41	[N/mm ²]
N_{ck}	683881	[kN]

Elemento	b	h	l	% di l	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]		[kN]	[kN]
SETTO CENTRALE	0.8	2.9	1.63	39.65	5311.41	3262.84
SETTO LATERALE	0.55	2.1	0.42	10.35	1386.59	1624.39

Setto Laterale

Geometria sezione

b_w	400 [mm]
d	1900 [mm]
A_c	760000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	3	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	1624.39 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1386.59 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	15559.7 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	491.0 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	3153.2 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	79 di 225

Valore a taglio della sezione con la gerarchia delle resistenze

q	1.5
N_{Ed}	1624.39
V_{Ed}	1386.59
M_{Ed}	138604
N_{ck}	683880.99
ν_k	0.002375246
M_{rd}	193470
γ_{rd}	1
M_{rd}/M_{Ed}	1.40
V_{gr}	1935.46
V_{gr}/V_{Ed}	1.40
V_{Rd}	3153.20
$\gamma_{rd_resistenza}$	1.175380679
V_{Rd_gr}	2682.7
V_{gr}/V_{Rd_gr}	0.72

Setto Centrale

Geometria sezione

b_w	800 [mm]
d	2900 [mm]
A_c	2320000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	3	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	100 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	3262.84 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	5311.41 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	47498.1 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1127.8 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	9625.6 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	81 di 225

Valore a taglio della sezione con la gerarchia delle resistenze

q	1.5
N_{Ed}	3262.84
V_{Ed}	5311.41
M_{Ed}	138604
N_{ck}	683880.99
ν_k	0.004771057
M_{rd}	193470
γ_{rd}	1
M_{rd}/M_{Ed}	1.40
V_{gr}	7413.90
V_{gr}/V_{Ed}	1.40
V_{Rd}	9625.57
$\gamma_{rd_resistenza}$	1.175380679
V_{Rd_gr}	8189.3
V_{gr}/V_{Rd_gr}	0.91

7.3.2.2 VERIFICA A TAGLIO TRASVERSALE (V2)

Per la verifica a taglio (V2) sono state prese in considerazione come superfici di calcolo le aree indicate nelle figure sottostanti:

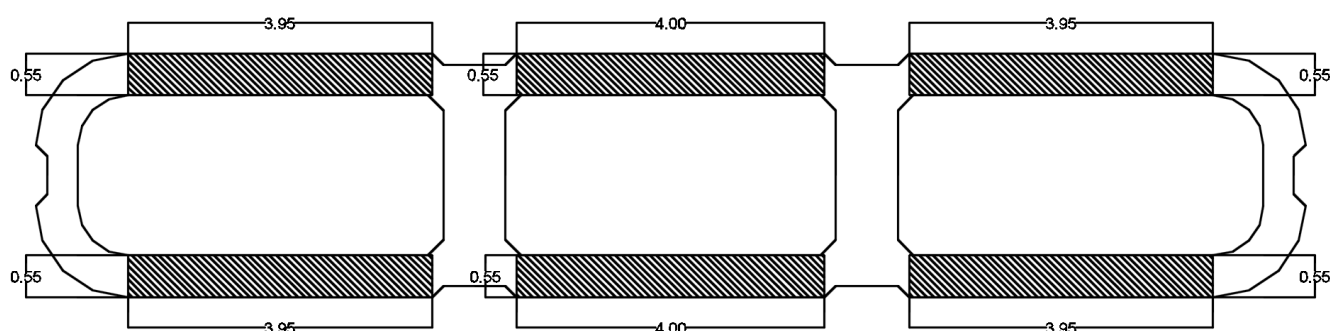


Figura 19 - Sezioni per la Verifica e Distribuzione dell taglio V3

N_{ed}	31319	[kN]
A_{TOT}	22.3	[m ²]
V_{Ed}	8292	[kN]
σ_{Ed}	1.41	[N/mm ²]
N_{ck}	683881	[kN]

Elemento	b	h	l	nr.elem	% di l	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]				
SETTO	0.55	3.9	2.72	6	16.67	1382.00	3016.72

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	83 di 225

Geometria sezione

b_w	550 [mm]
d	3900 [mm]
A_c	2145000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	3	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	3016.72 [kN]	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1382.00 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	43915.3 [kN]	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1017.6 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	6472.4 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Valore a taglio della sezione con la gerarchia delle resistenze

q	1.5
N_{Ed}	3016.72
V_{Ed}	1382.00
M_{Ed}	116221
N_{ck}	683880.99
v_k	0.004
M_{rd}	333813
γ_{rd}	1
M_{rd}/M_{Ed}	2.87
V_{gr}	3969.42
V_{gr}/V_{Ed}	2.87
V_{Rd}	6472.36
$\gamma_{rd_resistenza}$	1.25
V_{Rd_gr}	5177.9
V_{gr}/V_{Rd_gr}	0.77

Le Verifiche a taglio risultano soddisfatte su ogni setto.

7.3.3 Verifiche agli SLE

Si riportano di seguito gli stati di tensione che si generano nelle combinazioni citate al capitolo 7.1.3 relativi alle sezioni di mezziera delle pile. A favore di sicurezza sono stati considerati i massimi valori delle sollecitazioni non contemporanei dello sforzo assiale e dei momenti flettenti agenti nelle due direzioni principali.

7.3.3.1 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione RARA

Titolo : Verifica tensione esercizio_Comb. Rara

N° Vertici: Zoom N° barre: Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	7.0685	-801.5	10
2	215	145	2	7.0685	-801.5	30
3	295	145	3	7.0685	-816.5	40
4	310	160	4	7.0685	812.3201	31.38181
5	705	160	5	7.0685	808.140	32.76364
6	751	151	6	7.0685	796.064	100.8766

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="32'451"/>	<input type="text" value="32451"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="40'657"/>	<input type="text" value="40657"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="20'908"/>	<input type="text" value="20908"/> kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C30/37

ϵ_{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd}	<input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E_s	<input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f_{cd}	<input type="text" value="17"/> N/mm²
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1.974"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="11.5"/> N/mm²
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co}	<input type="text" value="0.6933"/>
		τ_{c1}	<input type="text" value="2.029"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 3.7 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 30.71 = 16.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 36.82 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

→ VERIFICATO

7.3.3.2 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione QUASI PERMANENTE

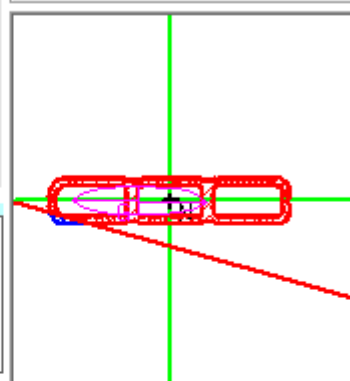
Titolo : Verifica tensione esercizio_Comb. Q. Permanente

N° Vertici N° barre

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	7.0685	-801.5	10
2	215	145	2	7.0685	-801.5	30
3	295	145	3	7.0685	-816.5	40
4	310	160	4	7.0685	812.3201	31.38181
5	705	160	5	7.0685	808.1403	32.76364
6	751	151	6	7.0685	796.0645	100.8766

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="25'041"/>	<input type="text" value="25041"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="9'822"/>	<input type="text" value="9822"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="4'188"/>	<input type="text" value="4188"/>

P.to applicazione N

- Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

xN

yN

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C		C30/37	
ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="17"/>
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="11.5"/>
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6933"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="2.029"/>

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_s ‰

d cm

x x/d

δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 1.51 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 30.71 = 12.3 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 1.65 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

➔ VERIFICATO

➔ VERIFICATO

7.4 Verifica in mezzeria della pila P20

Le sollecitazioni di calcolo sono riportate nelle tabelle seguenti, in cui i valori sono ottenuti dall'involuppo delle combinazioni dei differenti gruppi di carico.

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLU-A1-STR	N _{min}	-42244	-688	-3166	398	-4612	-4593
	N _{max}	-22799	-697	3098	286	35374	-4392
	V2 _{min}	-30640	-1559	-104	2782	15177	-21698
	V2 _{max}	-35292	984	-118	-4080	16241	26102
	V3 _{min}	-40827	-694	-3308	177	-5870	-2951
	V3 _{max}	-22802	-697	3100	288	35392	-4394
	T _{min}	-33907	791	-198	-4752	16842	23537
	T _{max}	-28553	-1128	-180	3626	14573	-17396
	M2 _{min}	-25290	-741	-3098	263	-15172	-9151
	M2 _{max}	-38118	359	3019	-1415	47019	10535
	M3 _{min}	-29136	-1523	-106	2692	13011	-23349
	M3 _{max}	-35633	804	-128	-3836	15816	27105
SLU-SISMA	N _{min}	-29253	-2698	-13271	-3459	-88962	-23739
	N _{max}	-18166	2716	13126	2655	110137	31823
	V2 _{min}	-25756	-8211	-5155	-8488	-27631	-77453
	V2 _{max}	-21514	8228	4990	7653	48686	85764
	V3 _{min}	-29057	-2699	-13290	-3489	-89135	-23512
	V3 _{max}	-18166	2716	13126	2655	110140	31823
	T _{min}	-25652	-8084	-5166	-9296	-27525	-73547
	T _{max}	-21410	8101	4979	8463	48791	81857
	M2 _{min}	-28089	-2705	-13266	-3497	-89899	-24167
	M2 _{max}	-19104	2716	13119	2660	111224	31821
	M3 _{min}	-25890	-8205	-5157	-8510	-27667	-77623
	M3 _{max}	-21648	8221	4988	7676	48649	85933

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	88 di 225

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLE-RARA	N _{min}	-30391	-458	-2188	227	-2638	-2684
	N _{max}	-22856	-462	2112	51	27537	-1543
	V2 _{min}	-26251	-799	-87	1823	12147	-12117
	V2 _{max}	-26251	578	-87	-2764	12149	18018
	V3 _{min}	-29414	-462	-2286	75	-3505	-1552
	V3 _{max}	-22857	-462	2113	52	27549	-1544
	T _{min}	-25733	538	-145	-3281	12675	16404
	T _{max}	-25733	-759	-145	2347	12675	-10508
	M2 _{min}	-24573	-492	-2162	35	-7322	-4824
	M2 _{max}	-27546	240	2078	-987	32970	7439
	M3 _{min}	-26923	-768	-97	1712	11967	-12968
	M3 _{max}	-26923	547	-97	-2648	11967	18864
SLE-FREQ	N _{min}	-27428	10	-1345	-312	2467	3470
	N _{max}	-22905	8	1235	-419	20570	4156
	V2 _{min}	-24943	-235	-85	623	11337	-2596
	V2 _{max}	-24943	251	-85	-1447	11338	10906
	V3 _{min}	-26841	8	-1404	-404	1946	4151
	V3 _{max}	-22907	8	1235	-418	20579	4156
	T _{min}	-25136	160	678	-2150	18650	10311
	T _{max}	-25136	-144	678	1340	18650	-2008
	M2 _{min}	-23936	-13	-1330	-426	-415	2155
	M2 _{max}	-25720	8	1214	-403	23905	4151
	M3 _{min}	-26128	-148	-104	872	11520	-3941
	M3 _{max}	-26128	165	-104	-1688	11520	12245
SLE-Q.PER	N _{min}	-22981	9	-81	-420	10122	4156

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 01	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 02 05 002	REV. A

7.4.1 Verifiche a pressoflessione in mezzeria

La sezione di verifica è la seguente:

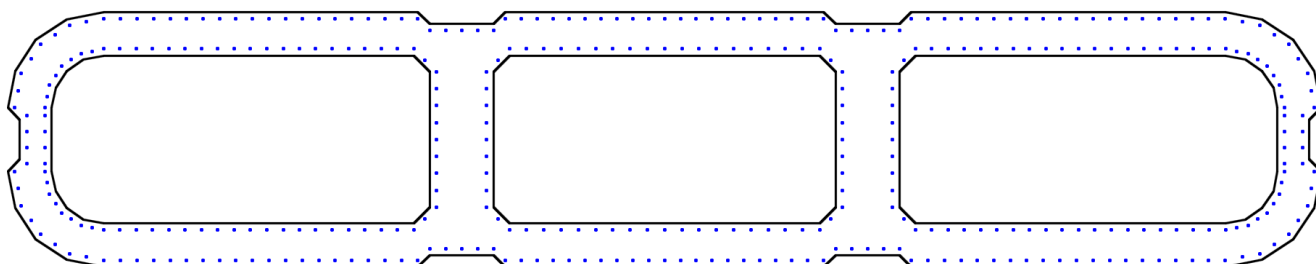


Figura 20 - Sezione di verifica della pila P20 in mezzeria

L'armatura considerata è pari a 386 \varnothing 26 ($A_s=2049.39\text{cm}^2$, \varnothing 26/20cm)

Nel seguito si riportano le verifiche a presso-flessione eseguite con il programma Gelfi VCA_SLU considerando le combinazioni sismiche, che risultano dimensionanti.

Nello specifico si sono analizzati i due casi in cui i momenti longitudinali e trasversali risultano massimizzati

7.4.1.1 MOMENTO LONGITUDINALE MASSIMO (M22MAX)

Titolo: Verifica Presso-flessione in mezzeria_M22max

N° Vertici: 82 Zoom N° barre: 386 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	5.3092	-801.5	10
2	215	145	2	5.3092	-801.5	30
3	295	145	3	5.3092	-816.5	40
4	310	160	4	5.3092	812.3201	31.38181
5	705	160	5	5.3092	808.1403	32.76364
6	751	151	6	5.3092	796.0645	100.8766

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 19104 kN
M_{xEd}: 111224 kNm
M_{yEd}: 31821 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Materiali
B450C C30/37
ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 394.7 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 17 N/mm²
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
ε_{syd}: 1.974 ‰ σ_{c,adm}: 11.5 N/mm²
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6933
τ_{c1}: 2.029

Momenti
M_{xRd}: 142'873 kNm
M_{yRd}: 126'515 kNm
σ_c: -17 N/mm²
σ_s: 394.7 N/mm²
ε_c: 3.5 ‰
ε_s: 21.24 ‰
d: 336 cm
x: 47.54 x/d: 0.1415
δ: 0.7

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

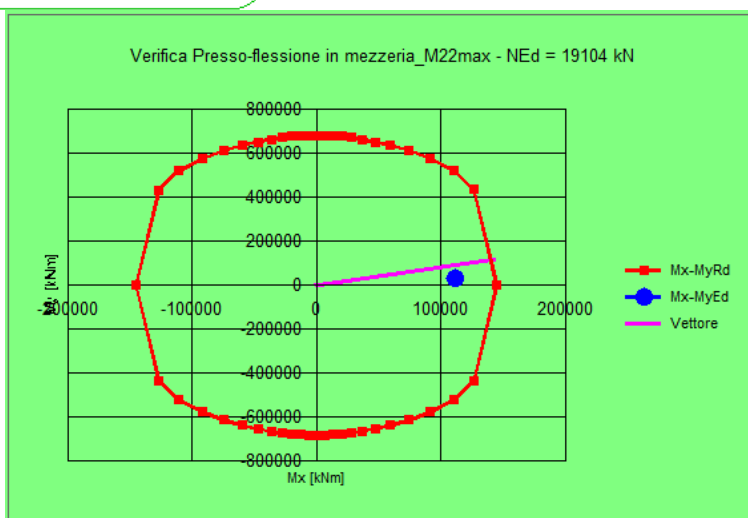
N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°: 359.06

Precompresso

Verifica Presso-flessione in mezzeria_M22max - NEd = 19104 kN



M_{xEd}: 111224 kNm M_{yEd}: 31821 kNm ρ_M: 0.6211

M_{xRd}: 143'066 kNm M_{yRd}: 119'249 kNm

Valori Infiltrisci punti

Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta essere pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 1.65$$

7.4.1.2 MOMENTO TRASVERSALE MASSIMO (M33_{MAX})

Titolo: Verifica Presso-flessione in mezzeria_M33max

N° Vertici: 82 Zoom N° barre: 386 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	200	160
2	215	145
3	295	145
4	310	160
5	705	160
6	751	151

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5.3092	-801.5	10
2	5.3092	-801.5	30
3	5.3092	-816.5	40
4	5.3092	812.3201	31.38181
5	5.3092	808.140	32.76364
6	5.3092	796.064	100.8766

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	21648	0	kN
M _{xEd}	48649	0	kNm
M _{yEd}	85933	0	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali
 B450C C30/37
 ε_{su} 67.5% ε_{c2} 2%
 f_{yd} 394.7 N/mm² ε_{cu} 3.5%
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17%
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.974% σ_{c,adm} 11.5
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
 τ_{c1} 2.029

P.to rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M _{xRd}	139'554	kN m
M _{yRd}	308'529	kN m
σ _c	-17	N/mm²
σ _s	394.7	N/mm²
ε _c	3.5	%
ε _s	14.33	%
d	384.8	cm
x	75.54	x/d 0.1963
δ	0.7	

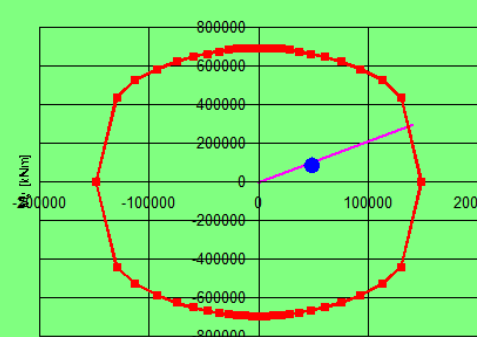
Calcola MRd **Dominio Mx-My**

N° rett. 100

angolo asse neutro θ° 357.18

Precompresso

Verifica Presso-flessione in mezzeria_M33max - NEd = 21648 kN



M_{xEd} 48649 kNm M_{yEd} 85933 kNm ρ_M 0.3006

M_{xRd} 140'105 kNm M_{yRd} 297'109 kNm

Valori Infiltrisci punti

Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 3.33$$

Le verifiche a pressoflessione risultano soddisfatte.

7.4.2 Verifiche a taglio in mezzeria

Per le verifica a taglio valgono le stesse considerazioni fatte al capitolo 7.2.2.

7.4.2.1 VERIFICA A TAGLIO LONGITUDINALE (V3)

Il taglio viene distribuito negli elementi indicati nella figura precedente in funzione della rigidezza dei singoli elementi utilizzando la seguente formulazione $I_{e1,i} / (I_{e1,1} + 2I_{e1,2})$

N_{Ed}	29253	[kN]
A_{TOT}	22.3	[m ²]
V_{Ed}	13290	[kN]
σ_{Ed}	1.31	[N/mm ²]
N_{ck}	683881	[kN]

Elemento	b	h	l	% di l	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]		[kN]	[kN]
SETTO CENTRALE	0.8	2.9	1.63	39.65	5269.39	3047.60
SETTO LATERALE	0.55	2.1	0.42	10.35	1375.61	1517.23

Setto Laterale

Geometria sezione

b_w	400 [mm]
d	1900 [mm]
A_c	760000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	1517.23 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1375.61 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	15559.7 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	474.9 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	2102.1 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Setto Centrale

Geometria sezione

b_w	800 [mm]
d	2900 [mm]
A_c	2320000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	100 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	3047.60 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	5269.39 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	47498.1 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1095.6 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	6417.0 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	95 di 225

7.4.2.2 VERIFICA A TAGLIO TRASVERSALE (V2)

N_{Ed}	29253	[kN]
A_{TOT}	22.3	[m ²]
V_{Ed}	8228	[kN]
σ_{Ed}	1.31	[N/mm ²]
N_{ck}	683881	[kN]

Elemento	b	h	l	nr.elem	% di l	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]			[kN]	[kN]
SETTO	0.55	3.9	2.72	6	16.67	1371.33	2817.71

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	96 di 225

Geometria sezione

b_w	550 [mm]
d	3900 [mm]
A_c	2145000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	2817.71 [kN]	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1371.33 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	43915.3 [kN]	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	987.7 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	4314.9 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Le Verifiche a taglio risultano soddisfatte su ogni setto.

7.4.3 Verifiche agli SLE

Si riportano di seguito gli stati di tensione che si generano nelle combinazioni citate al capitolo 7.1.3 relativi alle sezioni di mezzera delle pile. A favore di sicurezza sono stati considerati i massimi valori delle sollecitazioni non contemporanei dello sforzo assiale e dei momenti flettenti agenti nelle due direzioni principali.

7.4.3.1 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione RARA

Titolo : Verifica tensione esercizio_Comb. Rara

N° Vertici: Zoom N° barre: Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	5.3092	-801.5	10
2	215	145	2	5.3092	-801.5	30
3	295	145	3	5.3092	-816.5	40
4	310	160	4	5.3092	812.3201	31.38181
5	705	160	5	5.3092	808.1403	32.76364
6	751	151	6	5.3092	796.0649	100.8766

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

Parametro	Valore	Unità
N _{Ed}	30'391	kN
M _{xEd}	32'970	kNm
M _{yEd}	18'864	kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: yN:

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

Parametro	B450C	C30/37
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd}	394.7 N/mm²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s	200'000 N/mm²	f_{cd} 17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd}	1.974 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 11.5
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co} 0.6933
		τ_{c1} 2.029

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

$$\sigma_c = 3.26 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 30.71 = 16.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 26.35 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

→ VERIFICATO

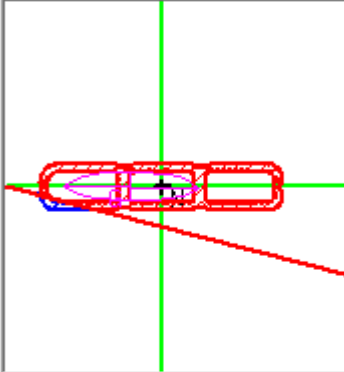
7.4.3.2 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione QUASI PERMANENTE

Titolo: Verifica tensione esercizio_Comb. Q. Permanente

N° Vertici: Zoom N° barre: Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	5.3092	-801.5	10
2	215	145	2	5.3092	-801.5	30
3	295	145	3	5.3092	-816.5	40
4	310	160	4	5.3092	812.3201	51.38181
5	705	160	5	5.3092	808.1401	32.76364
6	751	151	6	5.3092	796.0641	100.8766

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="22'981"/>	<input type="text" value="22981"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="10'122"/>	<input type="text" value="10122"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="4'156"/>	<input type="text" value="4156"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C30/37
ϵ_{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd} <input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/>
E_s <input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f_{cd} <input type="text" value="17"/>
E_s/E_c <input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd} <input type="text" value="1.974"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="11.5"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co} <input type="text" value="0.6933"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="2.029"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²

ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

$\sigma_c = 1.49 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 30.71 = 12.3 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_s = 2.38 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$

➔ VERIFICATO
 ➔ VERIFICATO

7.5 Verifica alla base della pila P21

Di seguito si riporta la figura con la numerazione degli elementi costituenti la pila.

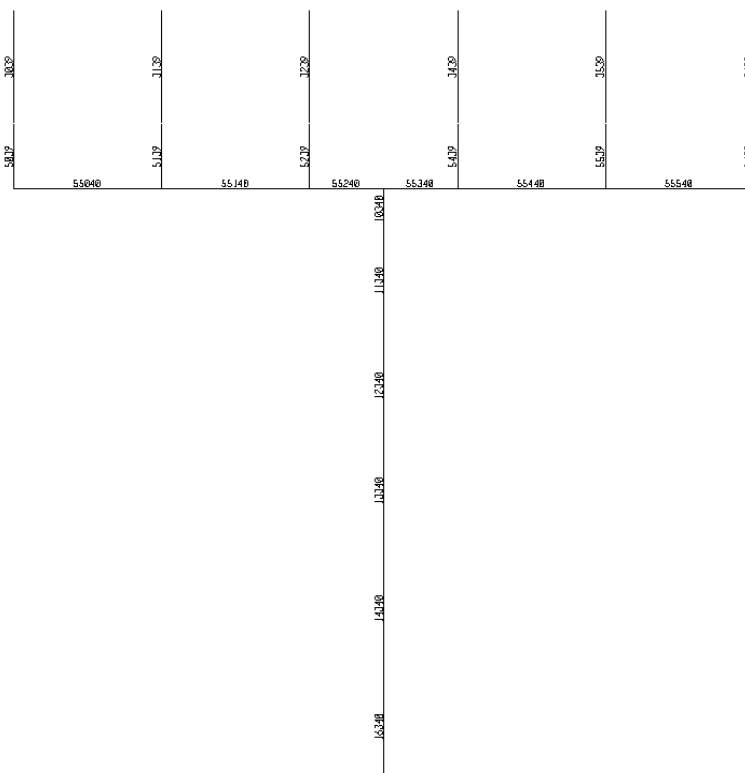


Figura 21 - Numerazione elementi frame pila

Come combinazioni di verifica sono state prese in considerazione quelle che massimizzano lo sforzo normale, il momento e il taglio longitudinale, il momento e il taglio trasversale, e la torsione.

Le sollecitazioni di calcolo per ciascuna combinazione sono riportate nelle tabelle seguenti, dove:

- N= sforzo Normale positivo se di trazione
- V2= taglio trasversale
- V3= taglio longitudinale
- T= Torsione
- M2=Momento logitudinale
- M3=Momento trasversale

Le sollecitazioni di calcolo sono riportate nelle tabelle seguenti, in cui i valori sono ottenuti dall'involuppo delle combinazioni dei differenti gruppi di carico.

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLU-A1-STR	N _{min}	-59193	-1054	124	-328	2733	-6337
	N _{max}	-32994	-1019	78	113	637	-7640
	V2 _{min}	-51564	-2125	172	-2761	1399	-21924
	V2 _{max}	-45706	2124	159	3621	1261	42134
	V3 _{min}	-39654	-1017	-3114	107	-25165	-7621
	V3 _{max}	-57832	-1020	3296	204	33349	-4819
	T _{min}	-42983	-797	97	-3645	512	-5435
	T _{max}	-50935	796	113	4483	685	24339
	M2 _{min}	-43732	1098	-2907	1331	-35935	20494
	M2 _{max}	-52756	-1018	3243	248	41828	-4801
	M3 _{min}	-39021	-2032	720	-1892	8687	-34018
	M3 _{max}	-51278	2031	-463	2726	-3601	52920
SLU-SISMA	N _{min}	-39531	-3606	-11378	-1843	-114604	-37168
	N _{max}	-28694	3601	11529	2530	116346	53051
	V2 _{min}	-36518	-11770	-4008	-6108	-40270	-137540
	V2 _{max}	-31949	11770	4179	6867	41918	153632
	V3 _{min}	-29437	-3184	-13394	-3315	-113542	-27777
	V3 _{max}	-17612	3160	13101	3253	132804	35588
	T _{min}	-36407	-10868	-4135	-6693	-41822	-126310
	T _{max}	-32058	10868	4287	7451	43264	142403
	M2 _{min}	-39028	-3436	-11904	-1824	-121048	-35861
	M2 _{max}	-29791	3447	12072	2685	123139	51511
	M3 _{min}	-36469	-11754	-3909	-5935	-38964	-139139
	M3 _{max}	-31899	11754	4070	6693	41056	155232

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	101 di 225

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLE-RARA	N _{min}	-42665	-703	90	-191	1927	-3455
	N _{max}	-33051	-679	76	203	676	-2411
	V2 _{min}	-38461	-1047	135	-2232	1067	-8140
	V2 _{max}	-38461	1047	135	2958	1066	24229
	V3 _{min}	-37644	-678	-2125	199	-17118	-2398
	V3 _{max}	-41727	-679	2277	176	23040	-2408
	T _{min}	-38455	-526	86	-2381	552	-891
	T _{max}	-38455	526	86	3107	551	16980
	M2 _{min}	-40456	734	-1982	1031	-24545	16271
	M2 _{max}	-38226	-678	2241	206	28888	-2396
	M3 _{min}	-38214	-968	631	-1370	7594	-16137
	M3 _{max}	-38215	968	-412	2089	-3244	32228
SLE-FREQ	N _{min}	-38871	-14	83	146	1460	7416
	N _{max}	-33100	0	75	383	713	8046
	V2 _{min}	-36349	-254	140	-1100	1256	4197
	V2 _{max}	-36349	254	140	1845	1256	11896
	V3 _{min}	-35857	0	-1246	380	-9965	8053
	V3 _{max}	-38307	0	1396	367	14130	8048
	T _{min}	-35475	75	88	-1436	-1518	4530
	T _{max}	-35475	-76	88	2175	-1519	11555
	M2 _{min}	-37543	36	-1160	664	-14471	6749
	M2 _{max}	-36207	1	1374	385	17690	8055
	M3 _{min}	-37091	-128	85	-808	1593	-1597
	M3 _{max}	-37091	128	-710	1613	-6664	17689
SLE-Q.PER	N _{min}	-33176	0	73	383	764	8046

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 01	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 02 05 002	REV. A

7.5.1 Verifiche a pressoflessione alla base

La sezione di verifica è la seguente:

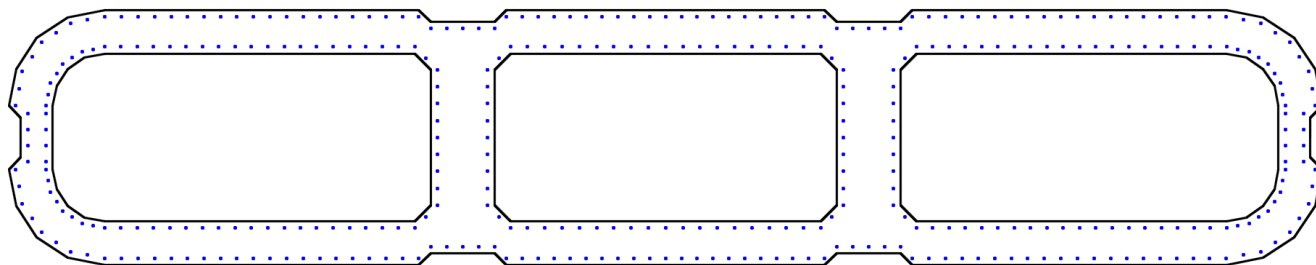


Figura 22 - Sezione di verifica della pila P21 alla base

L'armatura considerata è pari a 386 \varnothing 26 ($A_s=2049.39\text{cm}^2$, \varnothing 26/20cm)

Nel seguito si riportano le verifiche a presso-flessione, eseguite con il programma Gelfi VcaSlu, considerando le combinazioni sismiche, che sono dimensionanti.

Nello specifico si sono analizzati i due casi in cui i momenti longitudinali e trasversali risultano massimizzati

7.5.1.1 MOMENTO LONGITUDINALE MASSIMO (M22MAX)

Titolo: Verifica Presso-flessione in mezzeria_M22max

N° Vertici: 82 Zoom N° barre: 386 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	5.3092	-801.5	10
2	215	145	2	5.3092	-801.5	30
3	295	145	3	5.3092	-816.5	40
4	310	160	4	5.3092	812.3201	31.38181
5	705	160	5	5.3092	808.140	32.76364
6	751	151	6	5.3092	796.064	100.8766

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 29791 kN
M_{xEd}: 123139 kNm
M_{yEd}: 51511 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Materiali
B450C C30/37
ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 394.7 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 17 N/mm²
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
ε_{syd}: 1.974 ‰ σ_{c,adm}: 11.5 N/mm²
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6933
τ_{c1}: 2.029

M xRd: 156'503 kN m
M yRd: 125'676 kN m
σ_c: -17 N/mm²
σ_s: 394.7 N/mm²
ε_c: 3.5 ‰
ε_s: 19.5 ‰
d: 336 cm
x: 51.13 x/d: 0.1522
δ: 0.7

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangioli Coord.

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

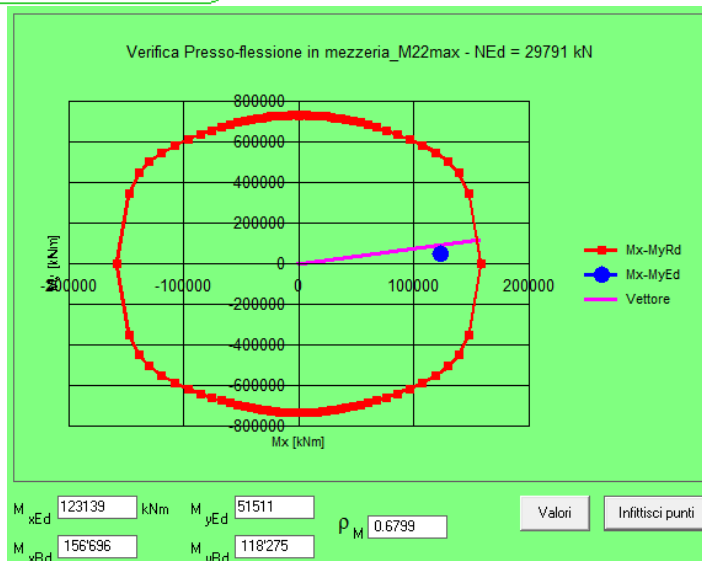
Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°: 359.0E

Precompresso



Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 1.47$$

7.5.1.2 MOMENTO TRASVERSALE MASSIMO (M33_{MAX})

Titolo: Verifica Presso-flessione in mezzeria_M33max

N° Vertici: 82 Zoom N° barre: 386 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	5.3092	-801.5	10
2	215	145	2	5.3092	-801.5	30
3	295	145	3	5.3092	-816.5	40
4	310	160	4	5.3092	812.3201	31.38181
5	705	160	5	5.3092	808.1403	32.76364
6	751	151	6	5.3092	796.0645	100.8766

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

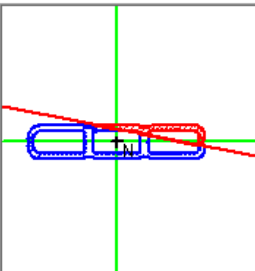
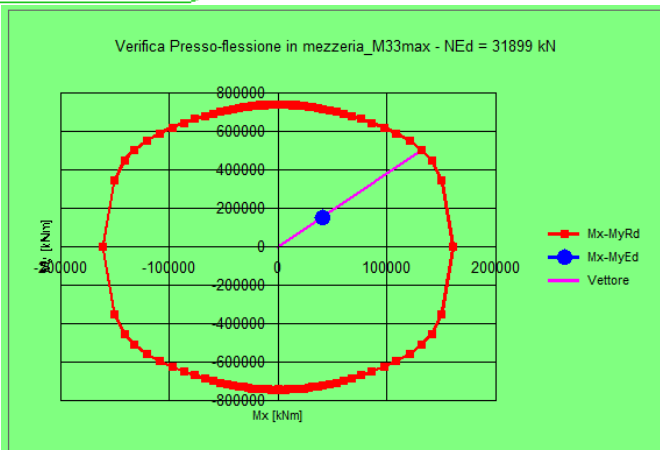
N_{Ed}: 31899 kN
M_{xEd}: 41056 kNm
M_{yEd}: 155232 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord. [cm] xN: 0 yN: 0

Materiali
B450C C30/37
ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 394.7 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 17 ‰
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
ε_{syd}: 1.974 ‰ σ_{c,adm}: 11.5
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6933
τ_{c1}: 2.029

M
xRd: 132'880 kNm
yRd: 504'783 kNm
g: -17 N/mm²
g_s: 394.7 N/mm²
ε_c: 3.5 ‰
ε_s: 8.157 ‰
d: 574.8 cm
x: 172.6 x/d: 0.3003
δ: 0.8153

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n
Tipo flessione
Retta Deviata
N° rett.: 100
Calcola MRd Dominio Mx-My
angolo asse neutro θ°: 348.75
 Precompresso

Verifica Presso-flessione in mezzeria_M33max - NEd = 31899 kN

M_{xEd}: 41056 kNm M_{yEd}: 155232 kNm ρ_M: 0.3058
M_{xRd}: 132'220 kNm M_{yRd}: 508'232 kNm

Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 3.27$$

Le verifiche a pressoflessione risultano soddisfatte.

7.5.2 Verifiche a taglio alla base

Per le verifiche a taglio valgono le stesse considerazioni fatte al capitolo 7.1.2.

7.5.2.1 VERIFICA A TAGLIO LONGITUDINALE (V3)

Per la verifica a taglio (V3) poiché la sezione è cava, sono state prese in considerazione come superfici di calcolo le aree indicate nelle figure sottostanti:

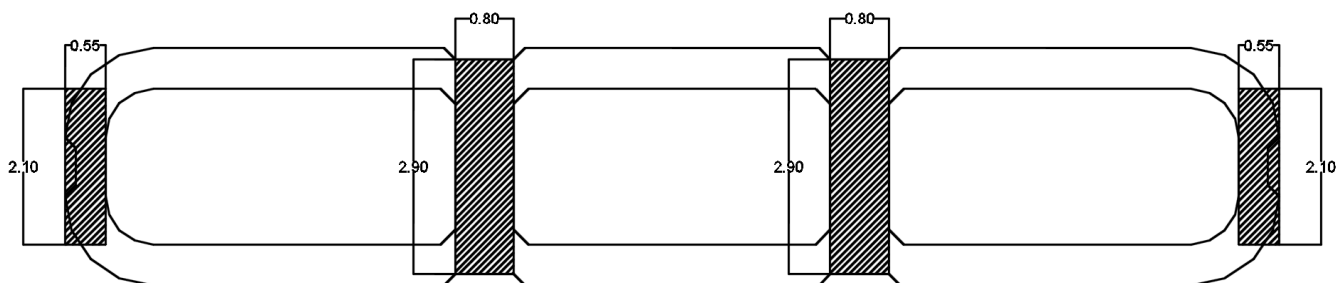


Figura 23 - Distribuzione del taglio V3

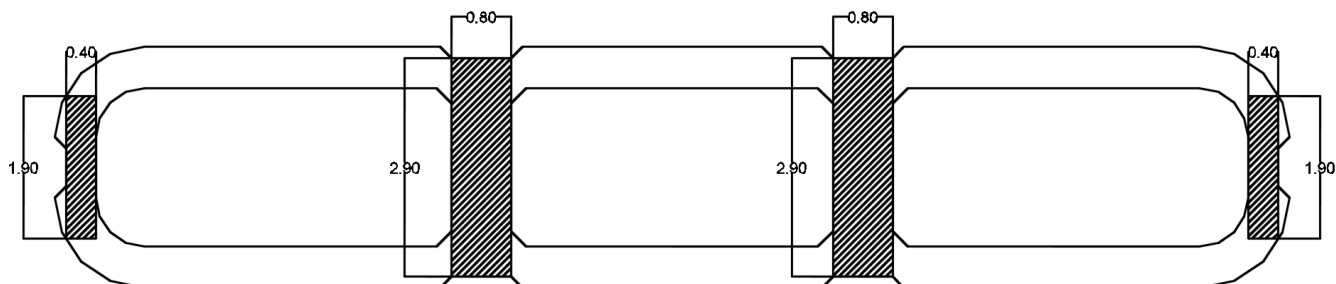


Figura 24 - Sezioni per la verifica del taglio V3

Il taglio viene distribuito negli elementi indicati nella figura precedente in funzione della rigidità dei singoli elementi utilizzando la seguente formulazione $I_{el,i} / (I_{el,1} + 2I_{el,2})$

N_{Ed}	39531	[kN]							
A_{TOT}	22.3	[m ²]							
V_{Ed}	13394	[kN]	Elemento	b	h	l	% di l	Taglio	N
σ_{Ed}	1.78	[N/mm ²]		[m]	[m]	[m ⁴]		[kN]	[kN]
N_{ck}	683881	[kN]	SETTO CENTRALE	0.8	2.9	1.63	39.65	5310.62	4118.37
			SETTO LATERALE	0.55	2.1	0.42	10.35	1386.38	2050.31

Setto Laterale

Geometria sezione

b_w	400 [mm]
d	1900 [mm]
A_c	760000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	2050.31 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1386.38 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	15559.7 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	554.8 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	2102.1 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Valore a taglio della sezione con la gerarchia delle resistenze

q	1.5
N_{Ed}	2050.31
V_{Ed}	1386.38
M_{Ed}	113542
N_{ck}	683880.99
ν_k	0.002998048
M_{rd}	150287
γ_{rd}	1
M_{rd}/M_{Ed}	1.32
V_{gr}	1835.04
V_{gr}/V_{Ed}	1.32
V_{Rd}	2102.14
$\gamma_{rd_resistenza}$	1.116743398
V_{Rd_gr}	1882.4
V_{gr}/V_{Rd_gr}	0.97

Setto Centrale

Geometria sezione

b_w	800 [mm]
d	2900 [mm]
A_c	2320000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	3	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	100 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	4118.37 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	5310.62 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	47498.1 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1256.2 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	9625.6 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Valore a taglio della sezione con la gerarchia delle resistenze

q	1.5
N_{Ed}	4118.37
V_{Ed}	5310.62
M_{Ed}	113542
N_{ck}	683880.99
ν_k	0.006022053
M_{rd}	150287
γ_{rd}	1
M_{rd}/M_{Ed}	1.32
V_{gr}	7029.24
V_{gr}/V_{Ed}	1.32
V_{Rd}	9625.57
$\gamma_{rd_resistenza}$	1.116743398
V_{Rd_gr}	8619.3
V_{gr}/V_{Rd_gr}	0.82

7.5.2.2 VERIFICA A TAGLIO TRASVERSALE (V2)

Per la verifica a taglio (V2) sono state prese in considerazione come superfici di calcolo le aree indicate nelle figure sottostanti:

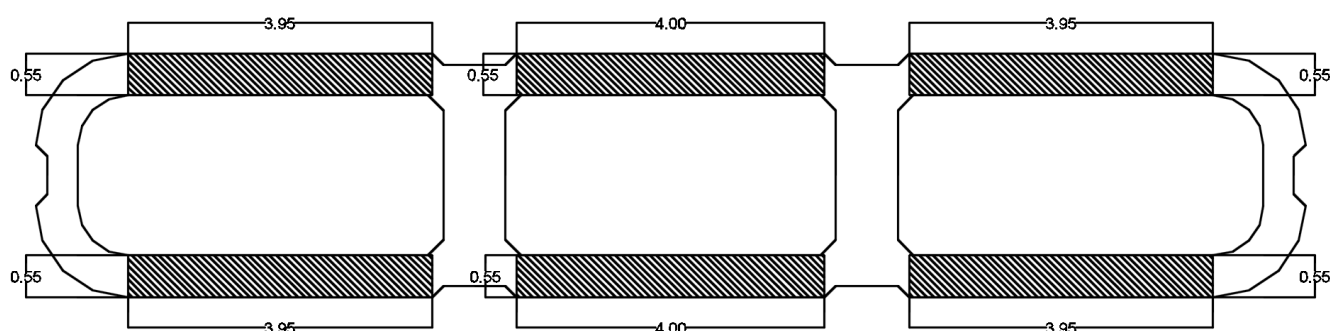


Figura 25 - Sezioni per la Verifica e Distribuzione del taglio V2

N_{Ed}	39531	[kN]
A_{TOT}	22.3	[m ²]
V_{Ed}	11770	[kN]
σ_{Ed}	1.78	[N/mm ²]
N_{ck}	683881	[kN]

Elemento	b	h	l	nr.elem	% di l	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]			[kN]	[kN]
SETTO	0.55	3.9	2.72	6	16.67	1961.67	3807.71

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	111 di 225

Geometria sezione

b_w	550 [mm]
d	3900 [mm]
A_c	2145000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	100 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	3807.71 [kN]	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1961.67 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	43915.3 [kN]	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1136.2 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	8629.8 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	112 di 225

Valore a taglio della sezione con la gerarchia delle resistenze

q	1.5
N_{Ed}	3807.71
V_{Ed}	1961.67
M_{Ed}	153632
N_{ck}	683880.99
v_k	0.006
M_{rd}	504857
γ_{rd}	1
M_{rd}/M_{Ed}	3.29
V_{gr}	6446.30
V_{gr}/V_{Ed}	3.29
V_{Rd}	8629.82
$\gamma_{rd_resistenza}$	1.25
V_{Rd_gr}	6903.9
V_{gr}/V_{Rd_gr}	0.93

Le Verifiche a taglio risultano soddisfatte su ogni setto.

7.5.3 Verifiche agli SLE

Si riportano di seguito gli stati di tensione che si generano nelle combinazioni citate al capitolo 7.1.3 relativi alle sezioni di mezzieria delle pile. A favore di sicurezza sono stati considerati i massimi valori delle sollecitazioni non contemporanei dello sforzo assiale e dei momenti flettenti agenti nelle due direzioni principali.

7.5.3.1 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione RARA

Titolo : Verifica tensione esercizio_Comb. Rara

N° Vertici: Zoom N° barre: Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	5.3092	-801.5	10
2	215	145	2	5.3092	-801.5	30
3	295	145	3	5.3092	-816.5	40
4	310	160	4	5.3092	812.3201	31.38181
5	705	160	5	5.3092	808.1403	32.76364
6	751	151	6	5.3092	796.0649	100.8766

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} 42665 kN
 M_{xEd} 28888 kNm
 M_{yEd} 32228

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Materiali
B450C **C30/37**
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 3.52 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 30.71 = 16.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 14.64 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

➔ VERIFICATO

➔ VERIFICATO

7.5.3.2 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione QUASI PERMANENTE

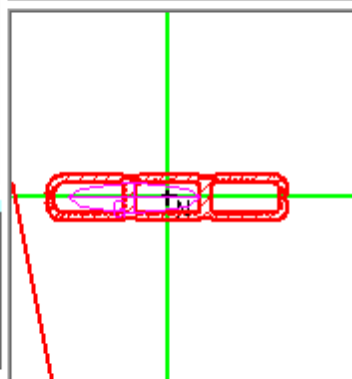
Titolo : Verifica tensione esercizio_Comb. Q. Permanente

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	5.3092	-801.5	10
2	215	145	2	5.3092	-801.5	30
3	295	145	3	5.3092	-816.5	40
4	310	160	4	5.3092	812.3201	31.38181
5	705	160	5	5.3092	808.1403	32.76364
6	751	151	6	5.3092	796.0645	100.8766

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="33176"/>	<input type="text" value="33176"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="764"/>	<input type="text" value="764"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="8046"/>	<input type="text" value="8046"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

<input type="text" value="B450C"/>	<input type="text" value="C30/37"/>
ϵ_{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd} <input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/>
E_s <input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f_{cd} <input type="text" value="17"/>
E_s/E_c <input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd} <input type="text" value="1.974"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="11.5"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co} <input type="text" value="0.6933"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="2.029"/>

σ_c N/mm²

ϵ_s ‰

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 1.71 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 30.71 = 12.3 \text{ N/mm}^2$$

➔ VERIFICATO

7.6 Verifica in mezzeria della pila P21

Le sollecitazioni di calcolo sono riportate nelle tabelle seguenti, in cui i valori sono ottenuti dall'involuppo delle combinazioni dei differenti gruppi di carico.

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLU-A1-STR	N _{min}	-55810	-1036	124	-328	2175	-1631
	N _{max}	-30489	-1000	78	113	286	-3090
	V2 _{min}	-48182	-2095	172	-2761	623	-12425
	V2 _{max}	-43201	2093	159	3621	545	32650
	V3 _{min}	-37149	-999	-3114	107	-11151	-3077
	V3 _{max}	-54450	-1001	3296	204	18515	-268
	T _{min}	-40478	-779	97	-3645	77	-1882
	T _{max}	-47553	777	113	4483	176	20802
	M2 _{min}	-41226	1080	-2907	1324	-22854	15598
	M2 _{max}	-49374	-1000	3243	247	27233	-256
	M3 _{min}	-36440	-1990	88	-1847	1643	-24953
	M3 _{max}	-47825	1988	115	2862	1627	43870
SLU-SISMA	N _{min}	-37019	-3553	-11223	-1843	-63599	-21794
	N _{max}	-26196	3549	11373	2530	64665	37713
	V2 _{min}	-34005	-11656	-3942	-6108	-22386	-85231
	V2 _{max}	-29451	11656	4113	6867	23264	101337
	V3 _{min}	-35953	-3405	-11776	-1920	-66060	-20591
	V3 _{max}	-27993	3405	11923	2679	67803	36700
	T _{min}	-33893	-10762	-4071	-6693	-23331	-77978
	T _{max}	-29560	10762	4223	7451	24093	94085
	M2 _{min}	-36515	-3394	-11747	-1825	-67675	-21088
	M2 _{max}	-27293	3405	11916	2685	69006	36701
	M3 _{min}	-33943	-11638	-3952	-5928	-22182	-86905
	M3 _{max}	-29389	11638	4103	6716	23437	103011

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	116 di 225

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLE-RARA	N _{min}	-40160	-691	90	-191	1523	-313
	N _{max}	-30546	-667	76	203	332	624
	V2 _{min}	-35955	-1035	135	-2232	458	-3449
	V2 _{max}	-35955	1035	135	2958	458	19552
	V3 _{min}	-35138	-666	-2125	199	-7555	633
	V3 _{max}	-39221	-667	2277	176	12793	627
	T _{min}	-35950	-514	86	-2381	167	1457
	T _{max}	-35950	514	86	3107	166	14646
	M2 _{min}	-37951	722	-1982	1026	-15626	13000
	M2 _{max}	-35721	-666	2241	206	18805	635
	M3 _{min}	-35644	-945	86	-1332	1476	-11820
	M3 _{max}	-35648	944	86	2206	1323	27923
SLE-FREQ	N _{min}	-36366	-14	83	146	1087	7488
	N _{max}	-30595	0	75	383	375	8053
	V2 _{min}	-33843	-254	140	-1100	626	5345
	V2 _{max}	-33843	254	140	1845	625	10762
	V3 _{min}	-33351	0	-1246	380	-4359	8058
	V3 _{max}	-35801	0	1396	367	7850	8054
	T _{min}	-32970	75	88	-1436	-1914	4199
	T _{max}	-32970	-76	88	2175	-1914	11902
	M2 _{min}	-35038	36	-1160	661	-9251	6594
	M2 _{max}	-33702	1	1374	384	11509	8059
	M3 _{min}	-34586	-128	85	-808	1212	-1014
	M3 _{max}	-34589	128	84	1665	1090	17120
SLE-Q.PER	N _{min}	-30671	0	73	383	435	8053

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 01	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 02 05 002	REV. A

7.6.1 Verifiche a pressoflessione in mezzeria

La sezione di verifica è la seguente:

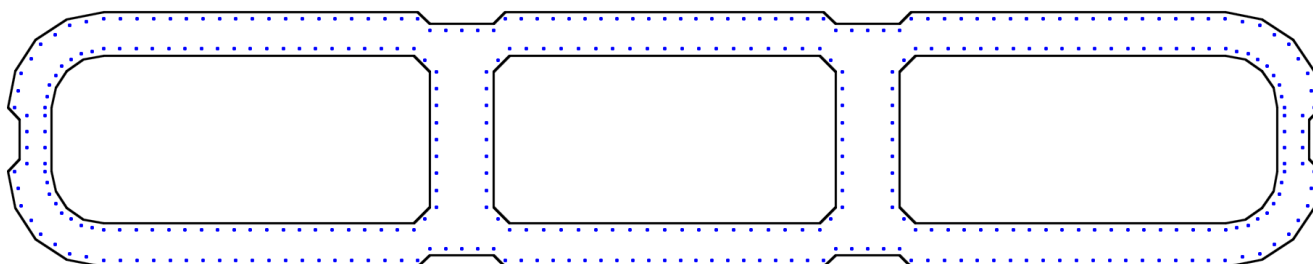


Figura 26 - Sezione di verifica della pila P21 in mezzeria

L'armatura considerata è pari a 386 \varnothing 26 ($A_s=2049.39\text{cm}^2$, \varnothing 26/20cm)

L'armatura resistente per la verifica a pressoflessione è la stessa della sezione di base.

Poiché i momenti agenti nelle due direzioni principali sono inferiori, le verifiche a pressoflessione non si riportano poiché risultano sicuramente soddisfatte.

Vengono invece riportate le verifiche a taglio.

7.6.2 Verifiche a taglio in mezzeria

Per le verifica a taglio valgono le stesse considerazioni fatte al capitolo 7.2.2.

7.6.2.1 VERIFICA A TAGLIO LONGITUDINALE (V3)

Il taglio viene distribuito negli elementi indicati nella figura precedente in funzione della rigidezza dei singoli elementi utilizzando la seguente formulazione $I_{el,i} / (I_{el,1} + 2I_{el,2})$

N_{Ed}	37019	[kN]
A_{TOT}	22.3	[m ²]
V_{Ed}	11923	[kN]
σ_{Ed}	1.66	[N/mm ²]
N_{ck}	683881	[kN]

Elemento	b	h	I	% di I	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]		[kN]	[kN]
SETTO CENTRALE	0.8	2.9	1.63	39.65	4727.38	3856.67
SETTO LATERALE	0.55	2.1	0.42	10.35	1234.12	1920.02

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	119 di 225

Setto Laterale

Geometria sezione

b_w	400 [mm]
d	1900 [mm]
A_c	760000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	1920.02 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1234.12 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	15559.7 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	535.3 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	2102.1 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Setto Centrale

Geometria sezione

b_w	800 [mm]
d	2900 [mm]
A_c	2320000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	100 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	3856.67 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	4727.38 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	47498.1 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1216.9 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	6417.0 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	121 di 225

7.6.2.2 VERIFICA A TAGLIO TRASVERSALE (V2)

N_{Ed}	37019	[kN]
A_{TOT}	22.3	[m ²]
V_{Ed}	11656	[kN]
σ_{Ed}	1.66	[N/mm ²]
N_{ck}	683881	[kN]

Elemento	b	h	l	nr.elem	% di l	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]			[kN]	[kN]
SETTO	0.55	3.9	2.72	6	16.67	1942.67	3565.75

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	122 di 225

Geometria sezione

b_w	550 [mm]
d	3900 [mm]
A_c	2145000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	3565.75 [kN]	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1942.67 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	43915.3 [kN]	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1099.9 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	4314.9 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Le Verifiche a taglio risultano soddisfatte su ogni setto.

8 VERIFICA PLINTO DI FONDAZIONE

Le armature longitudinali e trasversali dei plinti sono state dimensionate considerando un comportamento a piastra della fondazione.

Le armature a taglio, invece, sono state dimensionate ipotizzando un comportamento a mensola, in cui l'azione è rappresentativa della sollecitazione massima agente sul palo distribuita per la sua lunghezza d'influenza.

8.1 Modello di calcolo

Il plinto di fondazione è stato modellato separatamente mediante l'utilizzo di elementi shell; in particolare sono stati inseriti dei vincoli traslazionali in prossimità dell'impronta di pila e i carichi sono stati applicati in corrispondenza dei pali di fondazione.

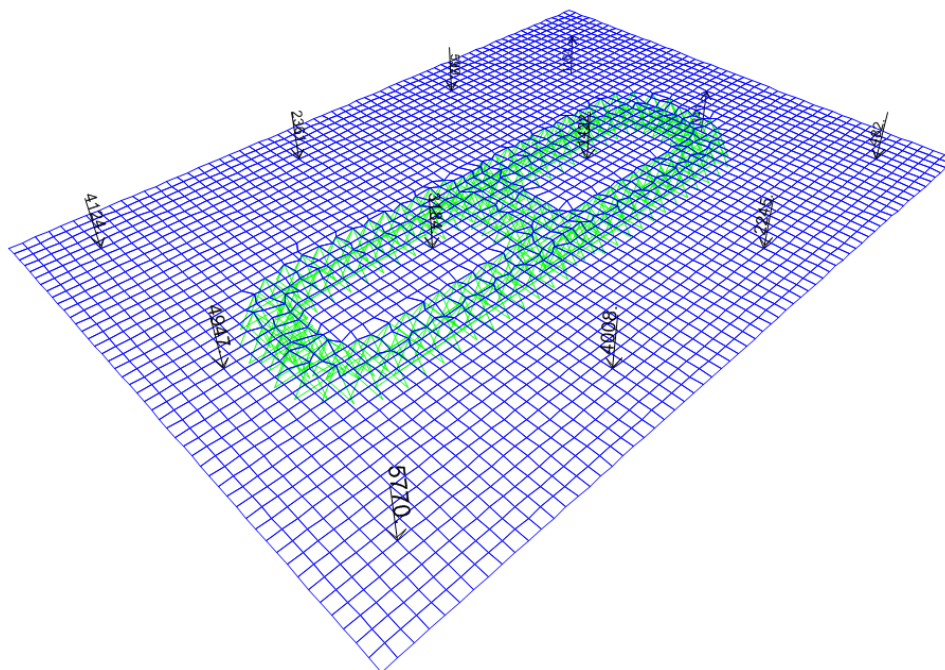


Figura 27 - Modello di plinto _ P19

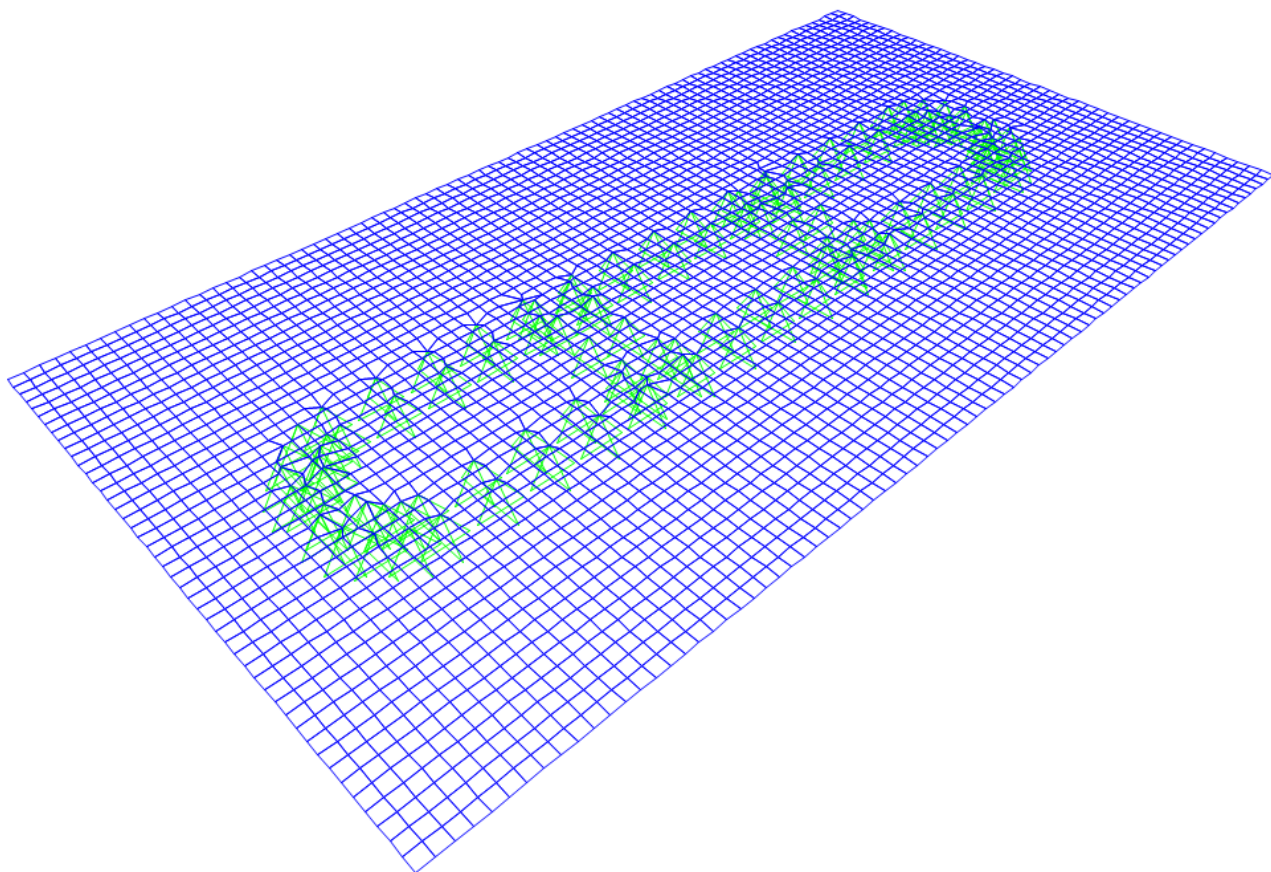


Figura 28 - Modello di plinto _ P20 – P21

Le forze da applicare in testa ai pali sono state calcolate valutando, per ogni combinazione di carico, le sollecitazioni alla base della pila e il peso della fondazione.

Secondo quanto indicato nel § 7.2.1 della N.T.C. 2008, al fine di garantire un comportamento sismico della struttura le cerniere plastiche debbono formarsi nelle zone critiche. Per questo motivo le zone non dissipative ed i collegamenti delle parti dissipative devono possedere una sovrarresistenza che, nel caso di progettazione in CD “B”, risulta essere pari al prodotto della resistenza nominale e del coefficiente di sovrarresistenza pari a 1,1.

Per questo motivo i carichi ottenuti in testa palo sono stati poi incrementati del 10%.

Gli effetti delle differenti condizioni di carico sono stati successivamente involuppati al fine di ricavare i massimi momenti flettenti agenti nelle due direzioni principali. Con i suddetti valori è stato possibile stabilire i quantitativi di armatura necessari per le verifiche a flessione dei plinti di fondazione.

Nel seguito si riportano, a titolo di esempio, due immagini relative agli involuppi dei momenti agenti nelle due direzioni principali:

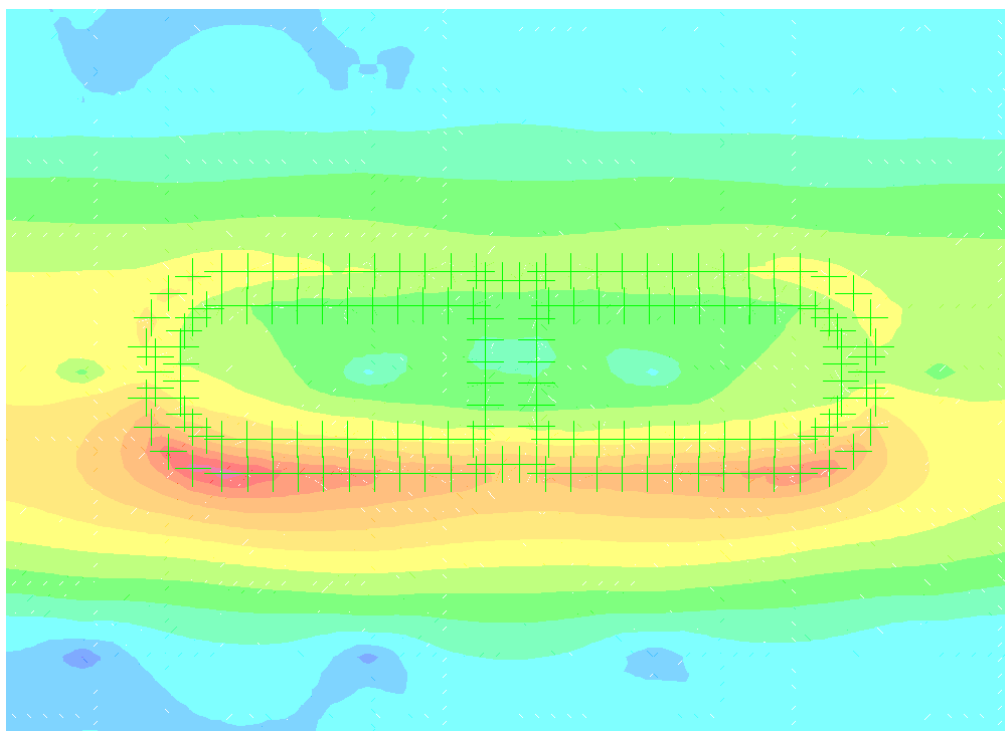


Figura 29 – Plinto P19 _ M22 – Momento Longitudinale

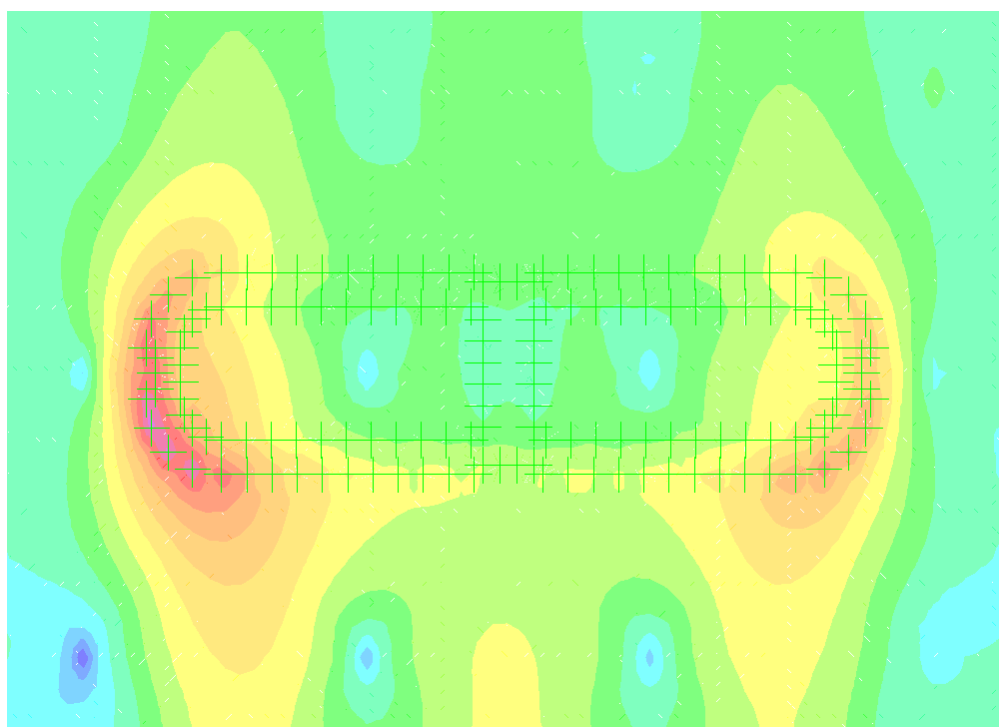


Figura 30 – Plinto P19 _ M33 - Momento Trasversale

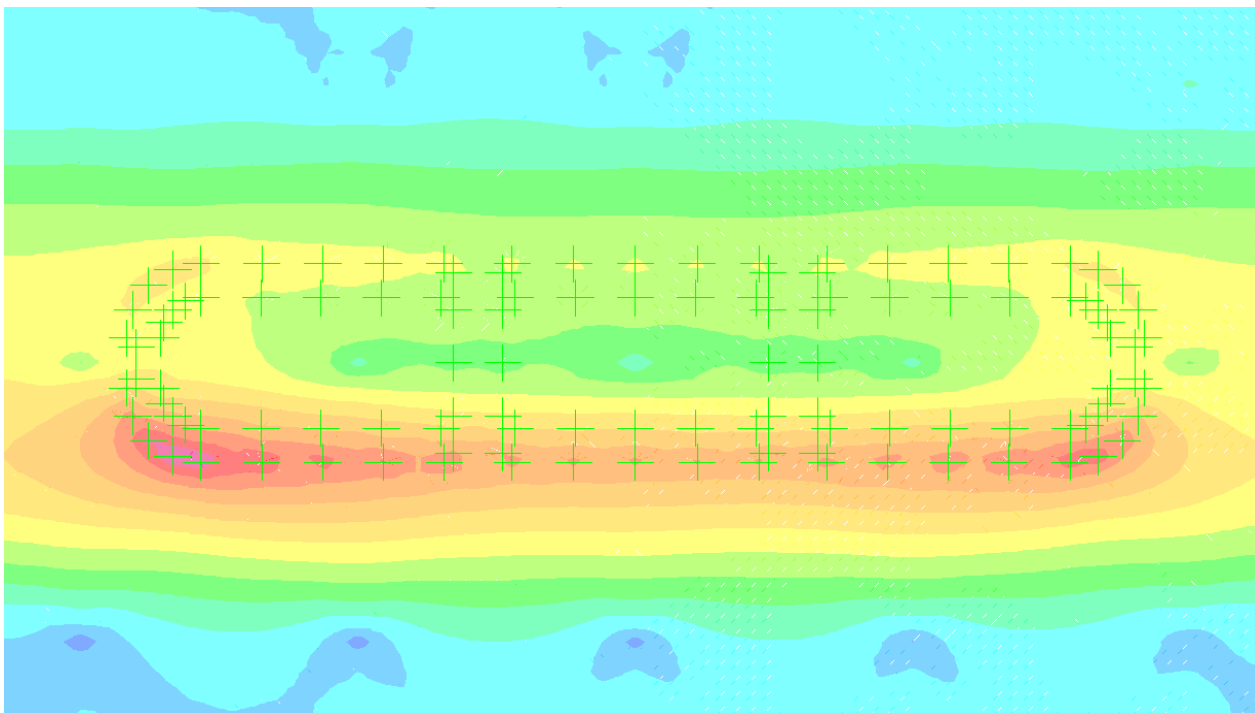


Figura 31 - Plinto P20-P21 _ M22 – Momento Longitudinale

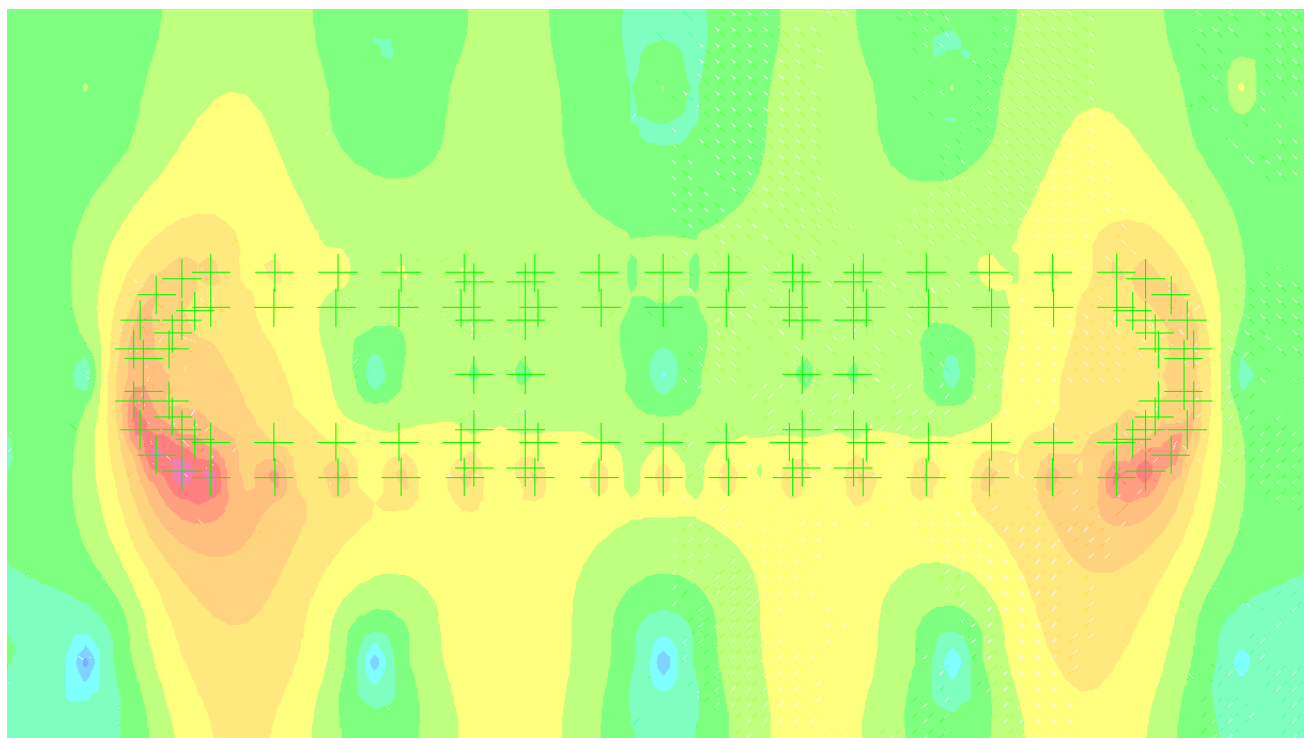


Figura 32 – Plinto P20-P21 _ M33 –Momento Trasversale

8.2 Verifica del plinto P19

Successivamente si riporta la disposizione dei pali e la relativa numerazione

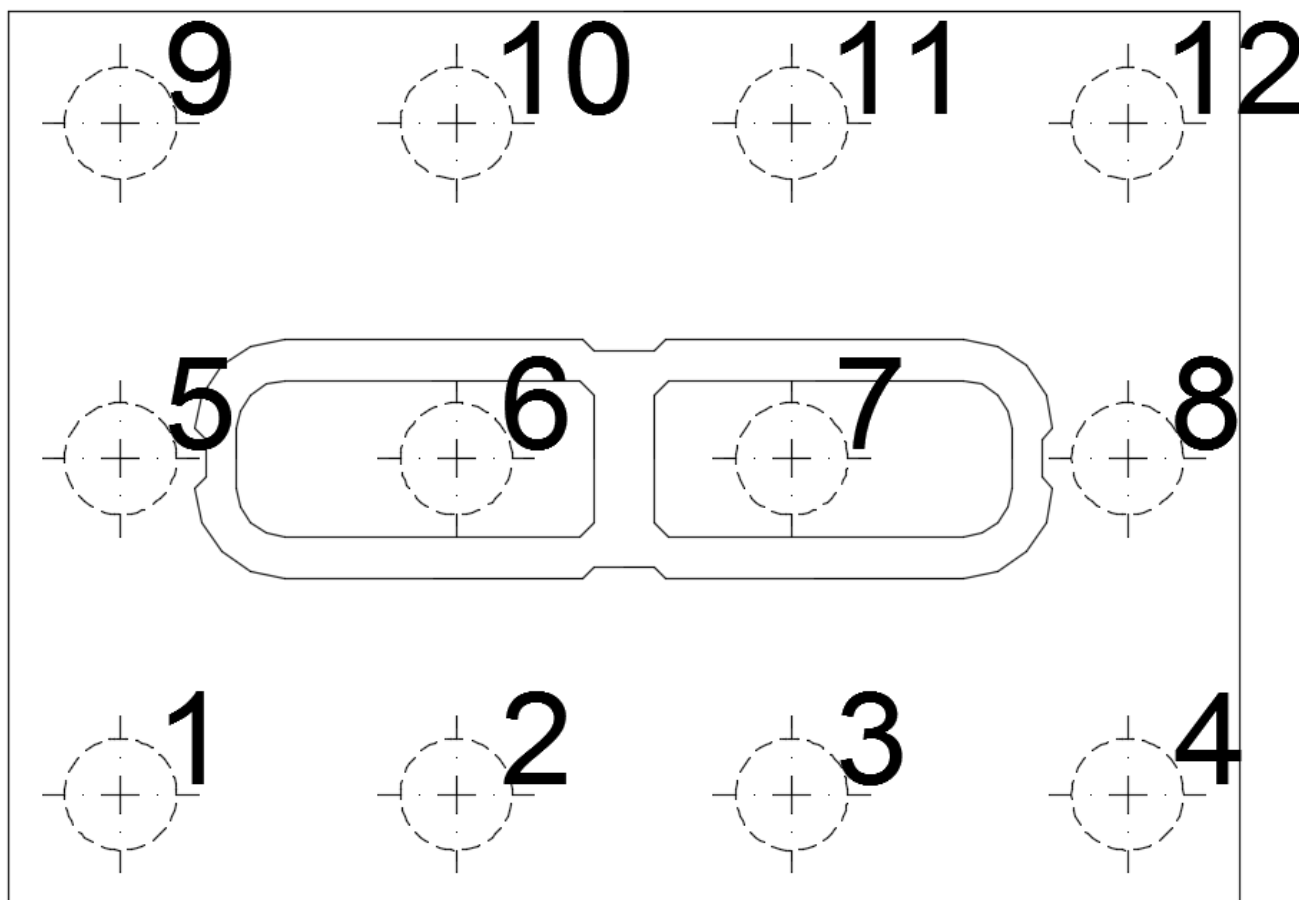


Figura 33 - Disposizione dei pali di fondazione

Si riportano nel seguito alcune caratteristiche geometriche relative al plinto e ai pali di fondazione.

Dimensioni del plinto

Lx	16.5	m
Ly	12	m
Lz	2	m
n	12	numero pali

Coordinate pali

palo	x [m]	y [m]	x ²	y ²	Wx[m]	Wy[m]
1	-6.75	-4.5	45.563	20.250	-45	-36
2	-2.25	-4.5	5.063	20.250	-135	-36
3	2.25	-4.5	5.063	20.250	135	-36
4	6.75	-4.5	45.563	20.250	45	-36
5	-6.75	0	45.563	0.00	-45	1.62E+09
6	-2.25	0	5.063	0	-135	2E+09
7	2.25	0	5.063	0	135	2E+09
8	6.75	0	45.563	0	45	2E+09
9	-6.75	4.5	45.563	20.250	-45	36
10	-2.25	4.5	5.063	20.250	-135	36
11	2.25	4.5	5.063	20.250	135	36
12	6.75	4.5	45.563	20.250	45	36

Si riportano le sollecitazioni massime alla base del plinto e gli sforzi agenti sui singoli pali. Questi ultimi sono stati ricavati utilizzando le seguenti formulazioni:

Sforzo normale sul singolo palo:
$$N_i = \frac{N}{n} - \frac{M_y}{\sum x^2} x_i - \frac{M_x}{\sum y^2} y_i$$

Sforzo di taglio orizzontale su singolo palo:
$$H_i = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} / n$$

Dove:

n è il numero di pali di fondazione

x è la distanza longitudinale del palo dal baricentro del plinto

y è la distanza trasversale del palo dal baricentro del plinto

N, M_x, M_y, V_x, V_y sono le sollecitazioni calcolate a intradosso plinto di fondazione

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	129 di 225

COMBINAZIONE A1-STR

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	44286	10896	9354.24	261	-658
N_{max}	26911	10290	3165.71	140	-694
$V2_{min}$	31725	14903	4535	197	-1581
$V2_{max}$	38250	7233	5922.11	250	1023
$V3_{min}$	27064	10289	29404.05	-1784	-694
$V3_{max}$	42491	10294	16930.48	2175	-690
T_{min}	33570	23721	6884.91	93	-882
T_{max}	37564	21079	6583.68	170	796
$M2_{min}$	43248	5781	36570.21	-1675	365
$M2_{max}$	31168	10288	25164.25	2078	-694
$M3_{min}$	31603	29183	5653.18	120	-1366
$M3_{max}$	38128	21513	7039.6	173	808

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	4612	4434	4257	4079	4326	4148	3971	3793	4040	3863	3685	3507	65
N_{max}	2815	2647	2480	2312	2718	2551	2383	2215	2622	2454	2286	2119	65
$V2_{min}$	3411	3168	2925	2682	3272	3030	2787	2544	3134	2891	2648	2405	146
$V2_{max}$	3864	3746	3628	3510	3683	3565	3447	3329	3502	3384	3266	3148	97
$V3_{min}$	3631	3463	3295	3128	2732	2565	2397	2229	1834	1666	1499	1331	175
$V3_{max}$	4664	4496	4328	4161	4147	3979	3811	3643	3629	3462	3294	3126	209
T_{min}	3867	3481	3094	2708	3657	3271	2884	2497	3447	3060	2674	2287	81
T_{max}	4160	3816	3473	3129	3959	3615	3272	2928	3757	3414	3070	2727	75
$M2_{min}$	5223	5129	5035	4941	4106	4012	3917	3823	2988	2894	2800	2706	157
$M2_{max}$	3877	3710	3542	3374	3109	2941	2773	2606	2340	2172	2004	1837	201
$M3_{min}$	3783	3307	2832	2356	3610	3135	2659	2184	3438	2962	2486	2011	126
$M3_{max}$	4236	3885	3535	3184	4021	3670	3320	2969	3806	3455	3105	2754	76

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	130 di 225

COMBINAZIONE SISMICA

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	31987	26058	87068.2	-6354	-1987
N_{max}	23652	26128	79788.35	6645	2001
$V2_{min}$	29663	78669	31766.08	-2102	-6116
$V2_{max}$	26127	78833	24687.78	2403	6126
$V3_{min}$	30511	25970	90024.73	-6629	-1992
$V3_{max}$	24901	26123	82751.28	6918	2001
T_{min}	29663	80920	32010.22	-2120	-6070
T_{max}	26127	81084	24443.87	2385	6079
$M2_{min}$	31844	25965	90822.02	-6621	-1992
$M2_{max}$	24240	26128	83695.93	6912	2001
$M3_{min}$	29642	81131	31958.87	-2115	-6079
$M3_{max}$	26106	81295	24495.11	2389	6089

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	6230	5805	5380	4956	3569	3144	2720	2295	909	484	59	-365	610
N_{max}	5245	4819	4393	3967	2807	2381	1955	1529	369	-57	-483	-909	636
$V2_{min}$	5613	4331	3049	1767	4642	3360	2078	796	3672	2389	1107	-175	593
$V2_{max}$	5076	3792	2507	1222	4322	3037	1753	468	3568	2283	998	-286	603
$V3_{min}$	6182	5759	5336	4913	3432	3008	2585	2162	681	258	-166	-589	635
$V3_{max}$	5450	5024	4598	4173	2921	2495	2070	1644	393	-33	-459	-884	660
T_{min}	5675	4357	3038	1719	4697	3378	2060	741	3719	2400	1082	-237	589
T_{max}	5124	3803	2481	1160	4377	3056	1734	413	3630	2309	987	-334	599
$M2_{min}$	6329	5906	5483	5059	3554	3131	2707	2284	779	355	-68	-491	634
$M2_{max}$	5418	4992	4566	4141	2861	2435	2009	1583	303	-122	-548	-974	660
$M3_{min}$	5677	4355	3033	1710	4700	3378	2056	734	3724	2402	1080	-243	590
$M3_{max}$	5129	3804	2479	1154	4380	3055	1731	406	3632	2307	982	-343	600

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	131 di 225

COMBINAZIONE RARA

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	M_ytot	M_xtot	V_ytot	V_xtot
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N _{min}	34451	7272	6529.88	187	-438
N _{max}	26968	6834	3217.16	140	-461
V2 _{min}	31086	4852	4369.31	190	-824
V2 _{max}	31086	1883	4370.49	190	606
V3 _{min}	27074	6833	21312.57	-1187	-461
V3 _{max}	33213	6857	11597.52	1507	-460
T _{min}	31088	16108	5589.98	100	-592
T _{max}	31088	13139	5590.03	100	373
M2 _{min}	33735	3862	25299.49	-1148	243
M2 _{max}	29905	6832	16320.75	1477	-461
M3 _{min}	30981	17163	5333.25	123	-639
M3 _{max}	30981	14193	5333.85	123	421

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N _{min}	3535	3417	3298	3180	3336	3217	3099	2980	3136	3018	2899	2781	44
N _{max}	2737	2626	2515	2403	2639	2528	2416	2305	2541	2429	2318	2207	44
V2 _{min}	3102	3023	2944	2864	2968	2889	2810	2731	2835	2756	2677	2597	78
V2 _{max}	3029	2998	2968	2937	2896	2865	2834	2804	2762	2731	2701	2670	58
V3 _{min}	3300	3189	3077	2966	2649	2537	2426	2315	1998	1886	1775	1664	117
V3 _{max}	3567	3455	3343	3231	3212	3100	2989	2877	2858	2746	2634	2523	144
T _{min}	3414	3152	2889	2627	3243	2981	2718	2456	3073	2810	2548	2285	55
T _{max}	3342	3128	2913	2699	3171	2957	2743	2529	3000	2786	2572	2358	35
M2 _{min}	3960	3897	3834	3771	3187	3124	3061	2998	2414	2351	2288	2225	108
M2 _{max}	3407	3296	3184	3073	2908	2797	2686	2574	2410	2298	2187	2076	142
M3 _{min}	3422	3143	2863	2583	3259	2980	2700	2420	3096	2817	2537	2257	60
M3 _{max}	3350	3119	2887	2656	3187	2956	2724	2493	3024	2793	2561	2330	40

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	132 di 225

COMBINAZIONE FREQUENTE

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	31511	184	5250.15	168	18
N_{max}	27018	78	3263.59	140	4
$V2_{min}$	29490	736	3713.13	188	-252
$V2_{max}$	29490	560	3713.56	188	262
$V3_{min}$	27083	79	14120.29	-656	4
$V3_{max}$	30767	65	5625.76	960	5
T_{min}	29491	6426	4686.7	116	-135
T_{max}	29491	6601	4686.5	116	145
$M2_{min}$	31080	95	16546.88	-633	5
$M2_{max}$	28782	79	8494.42	943	4
$M3_{min}$	30197	6838	1824.05	624	-50
$M3_{max}$	30197	7021	1824.04	624	61

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	3053	3050	3047	3044	2893	2890	2887	2884	2733	2730	2727	2724	15
N_{max}	2578	2577	2576	2574	2479	2477	2476	2475	2379	2378	2376	2375	13
$V2_{min}$	2835	2823	2811	2799	2721	2709	2697	2685	2608	2596	2584	2572	29
$V2_{max}$	2830	2821	2812	2803	2717	2708	2699	2690	2603	2594	2585	2576	30
$V3_{min}$	2916	2915	2913	2912	2485	2483	2482	2481	2053	2052	2051	2049	60
$V3_{max}$	2994	2993	2992	2991	2822	2821	2820	2819	2650	2649	2648	2647	88
T_{min}	3004	2899	2794	2689	2860	2756	2651	2546	2717	2612	2508	2403	16
T_{max}	3008	2900	2793	2685	2865	2757	2650	2542	2722	2614	2506	2399	17
$M2_{min}$	3357	3355	3354	3352	2851	2850	2848	2847	2346	2344	2343	2341	58
$M2_{max}$	2900	2899	2897	2896	2640	2639	2638	2636	2381	2379	2378	2377	86
$M3_{min}$	2991	2880	2768	2657	2935	2824	2712	2601	2879	2768	2657	2545	57
$M3_{max}$	2995	2881	2767	2652	2940	2825	2711	2596	2884	2770	2655	2541	57

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	133 di 225

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	27097	79	3331.46	141	4

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N	2588	2586	2585	2584	2486	2485	2483	2482	2384	2383	2381	2380	13

Successivamente si riportano le verifiche a flessione del plinto di fondazione nelle quali si sono assunti come momenti di progetto i valori massimi ottenuti da modello mediante l'involuppo delle combinazioni A1-STR e SISMICA riportate precedentemente.

8.2.1 Verifica a flessione

In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo: M22min

N° figure elementari: Zoom

N° strati barre: Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

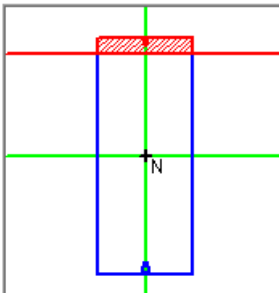
N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	22.62	240
3	53.09	245

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN

M_{xEd} 5750 kNm

M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Materiali

B450C C25/30

ε_{su} 67.5 % ε_{c2} 2 %

f_{yd} 394.7 N/mm² ε_{cu} 3.5 %

E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17

E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8

ε_{syd} 1.974 % σ_{c,adm} 9.75

σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6

τ_{c1} 1.829

M_{xRd} 7'072 kN m

σ_c -14.17 N/mm²

σ_s 394.7 N/mm²

ε_c 3.5 %

ε_s 43.59 %

d 245 cm

x 18.21 x/d 0.07432

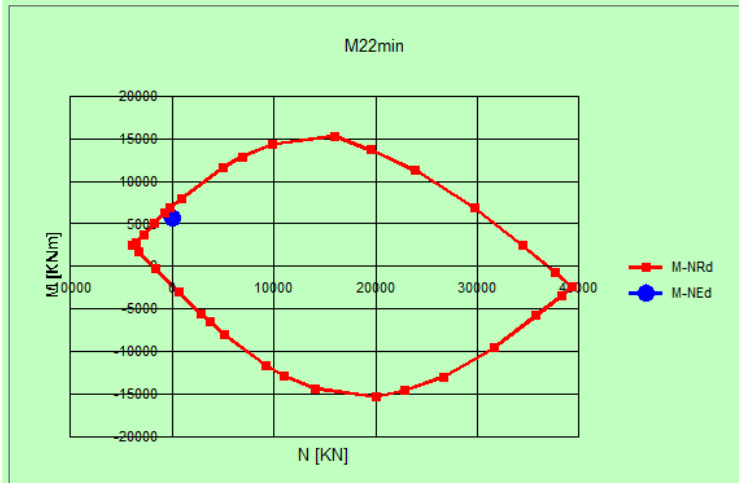
δ 0.7

Precompresso

Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	5750

Aggiunge



$$M_{Ed} = 5750 \text{ kNm} < M_{Rd} = 7072 \text{ kNm}$$

→ VERIFICATO

Titolo : **M22max**

N° figure elementari **Zoom**

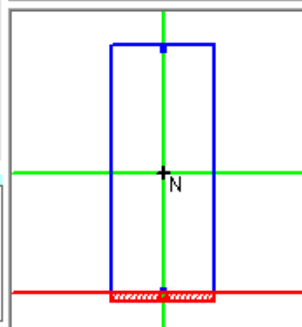
N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	22.62	240
3	53.09	245

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="-1200"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

- Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd

Dominio M-N

L₀ cm

Col. modello

Materiali

B450C

C25/30

ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="200000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="14.17"/>
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="9.75"/>
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_c ‰

ε_s ‰

d cm

x x/d

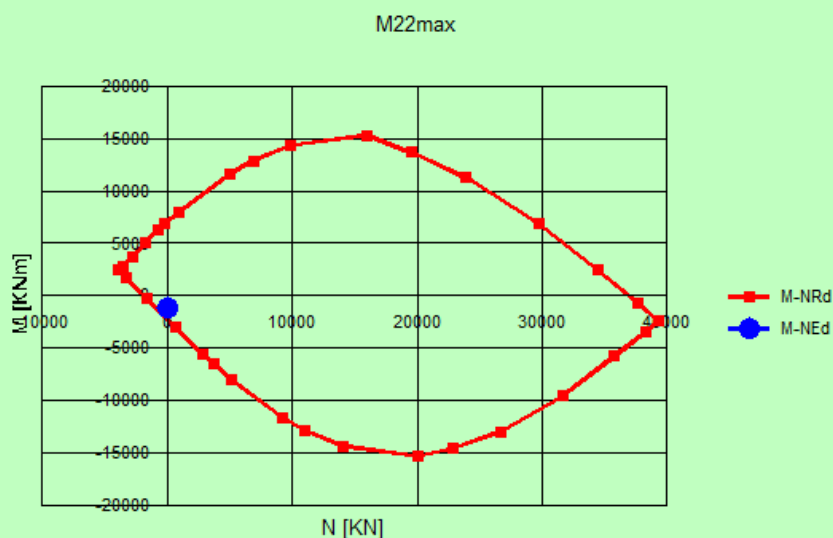
δ

Precompresso

Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	-1200

Aggiunge



Valori

Infittisci punti

M_{Ed}= 1200 kNm < M_{Rd}=2177 kNm

→ VERIFICATO

In direzione trasversale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo : M11min

N* figure elementari **Zoom** **N* strati barre** **Zoom**

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N*	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	45.24	245

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

 ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} τ_{c1}

M_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

N* rett.

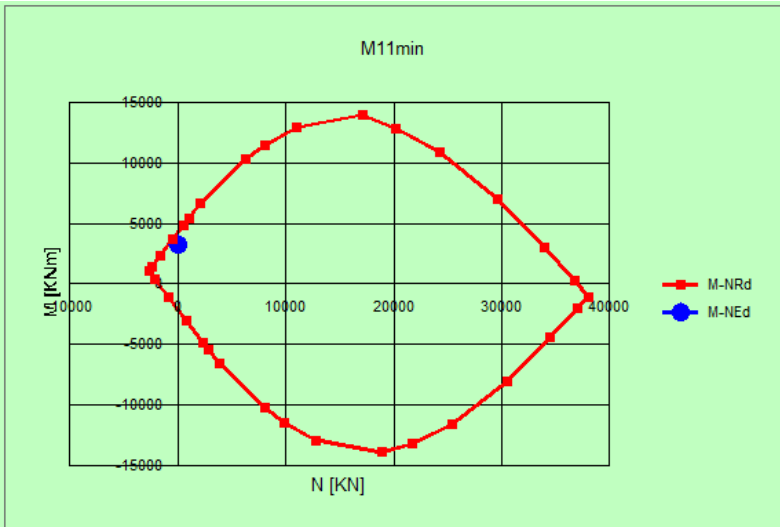
 L_0 cm

Precompresso

Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	3200

M11min



$M_{Ed} = 3200 \text{ kNm} < M_{Rd} = 4295 \text{ kNm}$

→ VERIFICATO

Titolo : **M11max**

N° figure elementari Zoom

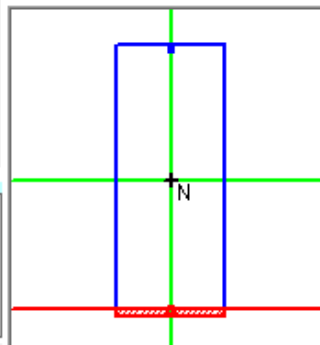
N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	45.24	245

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="-1200"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

- Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]
- xN
yN

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

- Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd

Dominio M-N

L₀ cm

Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C

C25/30

ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="14.17"/> ‰
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="9.75"/> ‰
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

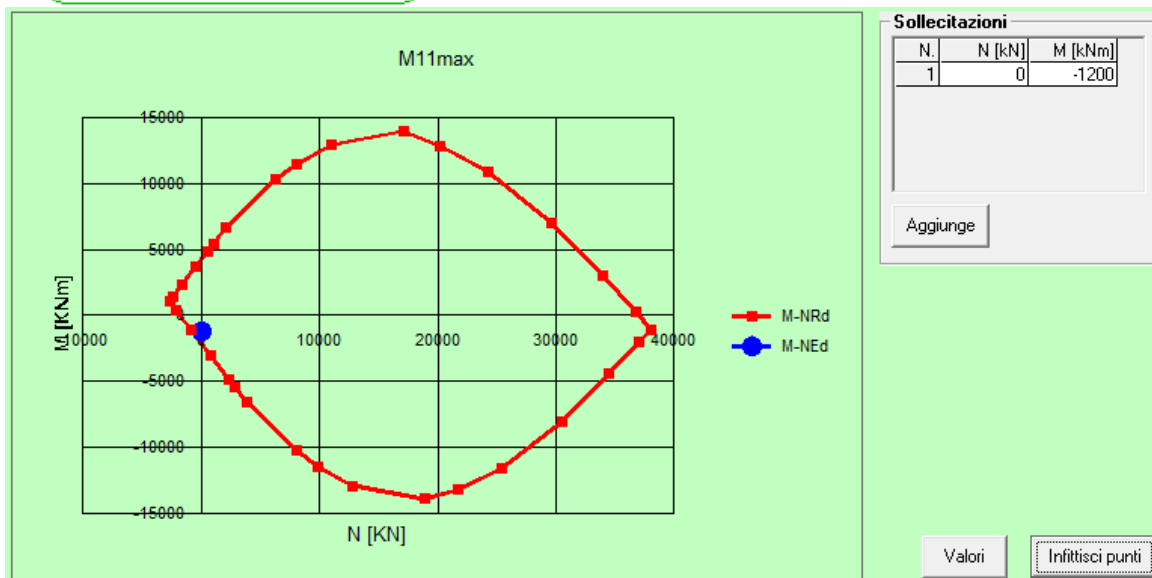
ε_c ‰

ε_s ‰

d cm

x x/d

δ

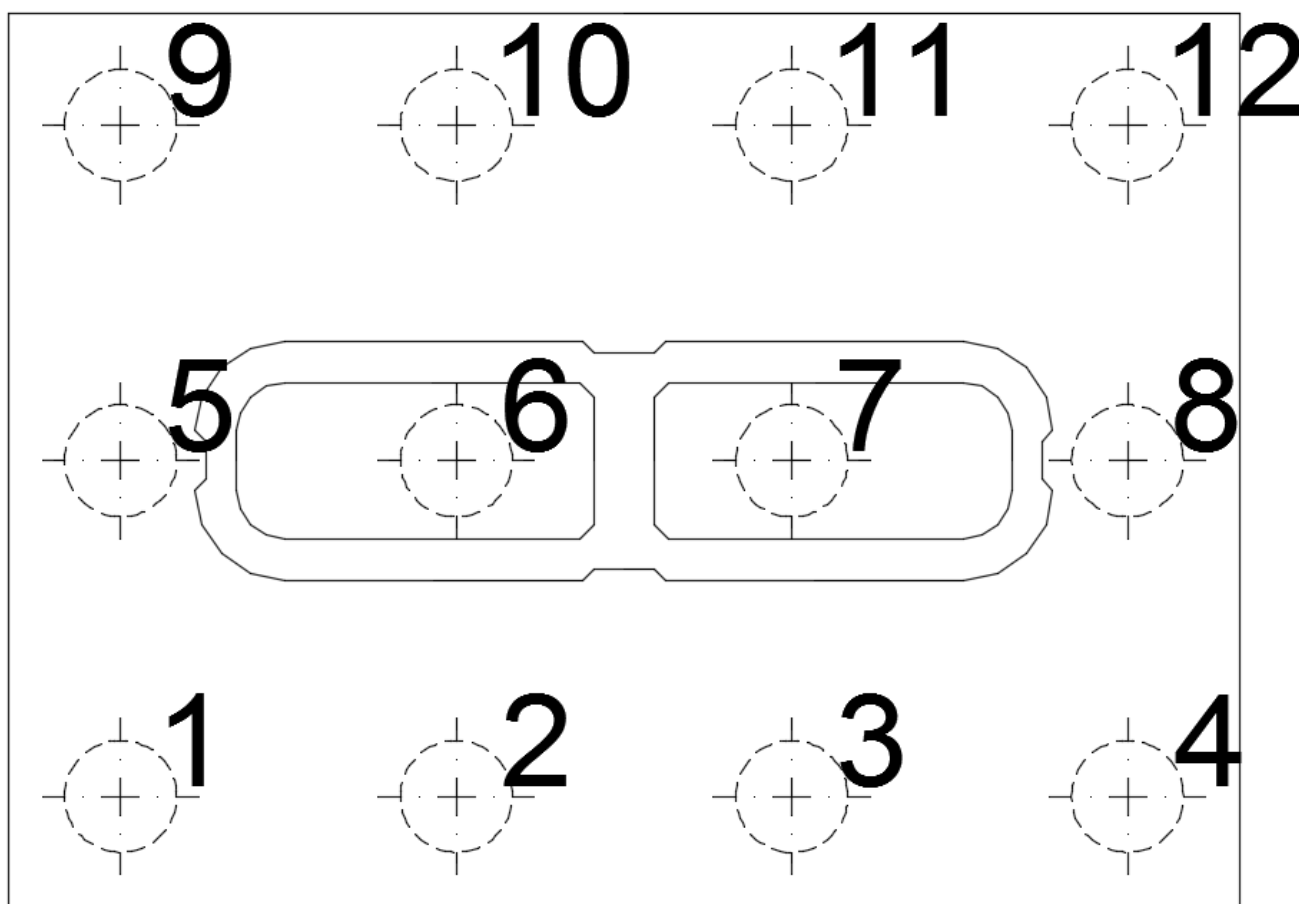


M_{Ed} = 1200 kNm < M_{Rd} = 2157 kNm

→ VERIFICATO

8.2.2 Verifica a taglio

Il dimensionamento viene effettuato considerando come azione di progetto il valore massimo che si ottiene ripartendo lo sforzo normale agente sul generico palo di fondazione per la sua lunghezza di influenza.



Le zone verificate sono 2:

- 1- Zona longitudinale: Dimensionamento effettuato considerando il carico massimo del palo nr.2 e il 50% del carico massimo del palo nr.1
- 2- Zona trasversale: Dimensionamento effettuato considerando il carico massimo del palo nr.5 e il 50% dei carichi massimi dei pali nr.1 e nr.9.

Zona longitudinale

$$P_{max} = 9977 \text{ kN}$$

al ml: $P_{max} = 9977 / 4.5 = 2217 \text{ kN/m}$

Verifica a Taglio soletta con armature aggiuntive secondo DM 14.01.2008

$R_{ck} =$	30 N/mm ²	
$f_{cd} =$	17 N/mm ²	
$f_{cd} =$	8 N/mm ²	resistenza a compressione ridotta
$\alpha_c =$	1	coefficiente = 1 in quanto sforzo normale assente
$f_{yd} =$	391.3 N/mm ²	resistenza armatura aggiuntiva a taglio
$h =$	250.0 cm	altezza della trave
$c =$	5.0 cm	copriferro armatura superiore
$d =$	245 cm	altezza utile delle sezione
$b_w =$	100 cm	
$\phi =$	16 mm	diametro dell'armatura aggiuntiva
n braccia =	3	ferri a pettine passo 33.3333 cm
$A_{sw} =$	6.03 cm ² /m	area delle armature trasversali a ml di soletta
$s =$	30 cm	interasse meccanismo resistente del traliccio
$\alpha =$	90 °	inclinazione armatura aggiuntiva: 90° ferri pettine, 45° piegati
$\alpha =$	1.57 rad	

Il valore di θ che uguaglia i due contributi di resistenza a taglio trazione V_{sd} e a taglio compressione V_{cd} è

$\theta =$	17.93 °	inclinazione dei puntoni d'anima
------------	---------	----------------------------------

$V_{rsd} =$	5361 kN	taglio trazione
$V_{rcd} =$	5361 kN	taglio compressione

ctg $\theta =$	3.09	=> si assume ctg $\theta = 2.5$
----------------	------	---------------------------------

$V_{rsd} =$	4337 kN
$V_{rcd} =$	6311 kN

$V_{rd} = \min[V_{rsd}; V_{rcd}]$	4337 kN	tenuto conto delle armature aggiuntive
-----------------------------------	---------	--

V_{ed}	2217.0 kN	$V_{rd} > V_{ed} \Rightarrow$ verifica soddisfatta
----------	-----------	--

Zona trasversale

$P_{max} = 10699 \text{ kN}$

al ml: $P_{max} = 10699 / 3.2 = 3343 \text{ kN/m}$

Verifica a Taglio soletta con armature aggiuntive secondo DM 14.01.2008

$R_{ck} =$	30 N/mm ²	
$f_{cd} =$	17 N/mm ²	
$f'_{cd} =$	8 N/mm ²	resistenza a compressione ridotta
$\alpha_c =$	1	coefficiente = 1 in quanto sforzo normale assente
$f_{yd} =$	391.3 N/mm ²	resistenza armatura aggiuntiva a taglio
$h =$	250.0 cm	altezza della trave
$c =$	5.0 cm	copriferro armatura superiore
$d =$	245 cm	altezza utile delle sezione
$b_w =$	100 cm	
$\phi =$	16 mm	diametro dell'armatura aggiuntiva
n braccia =	3.333333	ferri a pettine passo 30 cm
$A_{sw} =$	6.70 cm ² /m	area delle armature trasversali a ml di soletta
$s =$	30 cm	interasse meccanismo resistente del traliccio
$\alpha =$	90 °	inclinazione armatura aggiuntiva: 90° ferri pettine, 45° piegati
$\alpha =$	1.57 rad	

Il valore di θ che uguaglia i due contributi di resistenza a taglio trazione V_{sd} e a taglio compressione V_{cd} è

$\theta = 18.94^\circ$ inclinazione dei puntoni d'anima

$V_{rsd} = 5618 \text{ kN}$ taglio trazione

$V_{rcd} = 5618 \text{ kN}$ taglio compressione

$\text{ctg } \theta = 2.91 \Rightarrow \text{si assume } \text{ctg } \theta = 2.5$

$V_{rsd} = 4819 \text{ kN}$

$V_{rcd} = 6311 \text{ kN}$

$V_{rd} = \min[V_{rsd}; V_{rdc}] = 4819 \text{ kN}$ tenuto conto delle armature aggiuntive

$V_{ed} = 3343.0 \text{ kN}$ $V_{rd} > V_{ed} \Rightarrow \text{verifica soddisfatta}$

Le verifiche a taglio risultano soddisfatte.

Si riassumono le caratteristiche del plinto di fondazione:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Lunghezza = 16.5 m

Largezza = 12.0 m

Altezza = 2.5 m

ARMATURA LONGITUDINALE

Lembo superiore : 1 ϕ 24/200

Lembo inferiore : 1 ϕ 26/100 + 1 ϕ 24/200

ARMATURA TRASVERSALE

Lembo superiore : 1 ϕ 24/200

Lembo inferiore : 1 ϕ 24/100

ARMATURA A TAGLIO

Maglia ϕ 16/300x300

8.2.3 Verifiche agli SLE

8.2.3.1 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione RARA

In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo : RARA_M22max

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	22.62	240
3	53.09	245

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="3500"/>	<input type="text" value="3500"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C25/30
ε _{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd} <input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu} <input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s <input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f _{cd} <input type="text" value="14.17"/>
E _s /E _c <input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd} <input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm} <input type="text" value="9.75"/>
σ _{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co} <input type="text" value="0.6"/>
	τ _{c1} <input type="text" value="1.829"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²

ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

$$\sigma_c = 4.6 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 24.9 = 13.7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 207.8 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

➔ VERIFICATO

➔ VERIFICATO

In direzione trasversale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

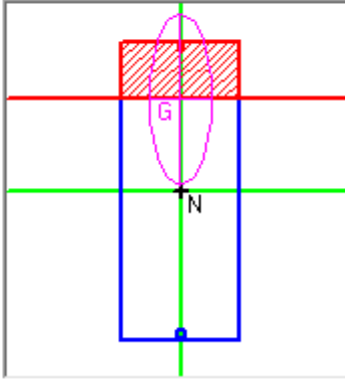
Titolo : RARA_M11max

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	45.24	245

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni
 S.L.U. kN
 Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C25/30
ϵ_{su} 67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 394.7 N/mm²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm²	f_{cd} 14.17
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.974 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9.75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0.6
	τ_{c1} 1.829

σ_c -3.335 N/mm²
 σ_s 201.8 N/mm²
 ϵ_s 1.009 ‰
 d 245 cm
 x 48.67 x/d 0.1986
 δ 0.7

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 3.3 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 24.9 = 13.7 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

$$\sigma_s = 201.8 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

8.2.3.2 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione QUASI PERMANENTE

In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

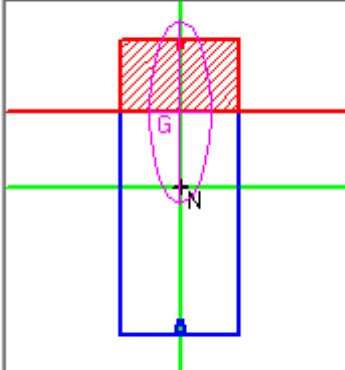
Titolo : QUASI PERMANENTE_M22max

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	22.62	240
3	53.09	245

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	2100	2100	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C		C25/30	
ε _{su}	67.5 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	394.7 N/mm²	ε _{cu}	3.5 ‰
E _s	200'000 N/mm²	f _{cd}	14.17
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0.8
ε _{syd}	1.974 ‰	σ _{c,adm}	9.75
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0.6
		τ _{c1}	1.829

σ _c	-2.77	N/mm²
σ _s	124.5	N/mm²
ε _s	0.6227	‰
d	245	cm
x	61.29	x/d 0.2502
		δ 0.7527

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 2.77 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 24.9 = 10.0 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

$$\sigma_s = 124.5 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

In direzione trasversale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo: QUASI PERMANENTE_M11max

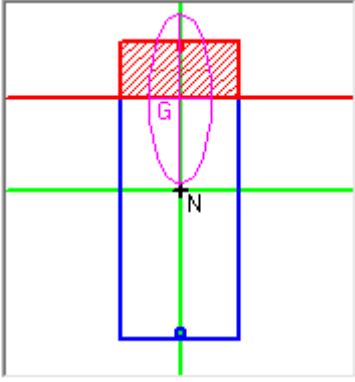
N* figure elementari: Zoom N* strati barre: Zoom

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N*	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	45.24	245

Tipo Sezione

 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C **C25/30**

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰

f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰

E_s N/mm² f_{cd} ‰

E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?

ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ ‰

$\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} ‰

τ_{c1} ‰

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ

Verifica

N* iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 1.91 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 24.9 = 10.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 115.3 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

➔ VERIFICATO
 ➔ VERIFICATO

8.2.3.3 Verifica a fessurazione

1.8.3.2.4 REQUISITI CONCERNENTI LA FESSURAZIONE PER STRUTTURE IN C.A., C.A.P. E MISTE

ACCIAIO-CALCESTRUZZO

Si rimanda integralmente al par. 4.1.2.2.4 del DM del 14.1.2008 di seguito riportato con le integrazioni e i chiarimenti elencati nel seguito.

Per assicurare la funzionalità e la durata delle strutture è necessario:

- realizzare un sufficiente ricoprimento delle armature con calcestruzzo di buona qualità e compattezza, bassa porosità e bassa permeabilità;
- non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione;
- tener conto delle esigenze estetiche.

4.1.2.2.4.1 Definizione degli stati limite di fessurazione

In ordine di severità decrescente si distinguono i seguenti stati limite:

- a) stato limite di decompressione nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale è ovunque di compressione ed al più uguale a 0;
- b) stato limite di formazione delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata è:

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 \quad (4.1.37)$$

dove f_{ctm} è definito nel § 11.2.10.2;

- c) stato limite di apertura delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori

nominali:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm} \quad w_2 = 0,3 \text{ mm} \quad w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione, come descritto nel seguito.

Stato limite di apertura delle fessure

L'apertura convenzionale delle fessure, calcolata con la combinazione caratteristica (rara) per gli

SLE, dovrà risultare:

- a) $\delta_f \leq w_1$ per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- b) $\delta_f \leq w_2$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.1.2008.

Si fa comunque presente che per le sole testate delle travi in c.a.p., se dovessero verificarsi micro fessurazioni, queste non dovranno essere di ampiezza superiore a 0.1 mm. Le suddette micro fessure, dopo la loro accettazione, andranno trattate con materiali idonei e secondo procedure da concordare con la Committenza.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA
Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	147 di 225

Le verifiche a fessurazioni vengono svolte considerando una condizione ambientale aggressiva e un'armatura poco sensibile agli effetti della corrosione; conseguentemente i limiti di apertura delle fessure risultano essere:

Comb. RARA < 0.2 mm

Comb. FREQUANTE < 0.3 mm

Comb. QUASI PERMANENTE < 0.2mm

La verifica secondo combinazione rara è la più severa poiché ad essa corrispondono valori di sollecitazione più elevati e un limite di apertura di fessure minore, al pari della combinazione quasi permanente. Per questo motivo la verifica a fessurazione viene svolta solo per la combinazione rara. I casi analizzati sono quattro, due per ogni direzione principale considerando i momenti massimi di combinazione che tendono rispettivamente i lembi inferiore e superiore del plinto:

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	148 di 225

1) DIREZIONE LONGITUDINALE: Lembo inferiore teso

$$M_{\max} = 3500 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.54 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	6.67 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	20.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	61.50 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	128.61 cm
asse neutro x	$y_n =$	61.50 cm
braccio coppia interna	$z =$	224.50 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	47057876 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	151437245 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	382952 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	319127 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	223389 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	22.75 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2275 cm ²

Verifica: combinazione rara

	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	12.61 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\epsilon_{sm} =$	0.00058
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.07 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1adm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.12 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{adm}$

2) DIREZIONE LONGITUDINALE: Lembo superiore teso

$$M_{\max} = 700 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	20.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.54 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	6.67 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	29.90 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	121.39 cm
asse neutro x	$y_n =$	29.90 cm
braccio coppia interna	$z =$	235.03 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	17285217 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	151437245 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	361465 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	301221 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	210855 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	21.80 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2180 cm ²

Verifica: combinazione rara

	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	23.17 cm

Deformazione media nel c.l.s	$\epsilon_{sm} =$	0.00025
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.06 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1adm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.10 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{adm}$

3)DIREZIONE TRASVERSALE: Lembo inferiore teso

$$M_{\max} = 2100 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	10.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	20.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	48.65 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	126.56 cm
asse neutro x	$y_n =$	48.65 cm
braccio coppia interna	$z =$	228.78 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	30632735 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	144858317 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	360250 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	300208 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	210146 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	21.80 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2180 cm ²

Verifica: combinazione rara

	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{\text{rm}} =$	15.39 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\varepsilon_{\text{sm}} =$	0.00039
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.06 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1\text{adm}} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.103 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{\text{adm}}$

4) DIREZIONE TRASVERSALE: Lembo superiore teso

$$M_{\max} = 750 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	20.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	10.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	32.64 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	123.44 cm
asse neutro x	$y_n =$	32.64 cm
braccio coppia interna	$z =$	234.12 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	16970493 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	144858317 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	351346 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	292788 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	204952 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	21.80 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2180 cm ²
<u>Verifica: combinazione rara</u>		
	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	23.17 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\varepsilon_{sm} =$	0.00027
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.06 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1adm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.11 mm

8.3 Verifica del plinto P20

Successivamente si riporta la disposizione dei pali e la relativa numerazione

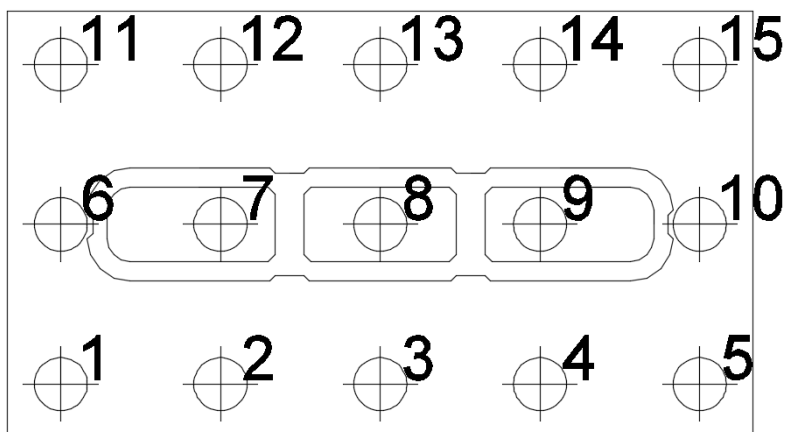


Figura 34 - Disposizione dei pali di fondazione

Si riportano anche alcune caratteristiche geometriche del plinto e dei pali di fondazione.

Dimensioni del plinto

Lx	21	m
Ly	12	m
Lz	2.5	m
n	15	numero pali

Coordinate pali

palo	x [m]	y [m]	x ²	y ²	Wx[m]	Wy[m]
1	-9.00	-4.5	81	20.25	-67.5	-45
2	-4.50	-4.5	20.25	20.25	-135	-45
3	0	-4.5	1E-14	20.25	6E+09	-45
4	4.50	-4.5	20.25	20.25	135	-45
5	9.00	-4.5	81	20.25	67.5	-45
6	-9.00	0	81	1E-14	-67.5	2E+09
7	-4.50	0	20.25	1E-14	-135	2E+09
8	0	0	1E-14	1E-14	6E+09	2E+09
9	4.50	0	20.25	1E-14	135	2E+09
10	9.00	0	81	1E-14	67.5	2E+09
11	-9.00	4.5	81	20.25	-67.5	45
12	-4.50	4.5	20.25	20.25	-135	45
13	0	4.5	1E-14	20.25	6E+09	45
14	4.50	4.5	20.25	20.25	135	45
15	9.00	4.5	81	20.25	67.5	45

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	153 di 225

Si riportano le sollecitazioni massime alla base del plinto e i carichi agenti sui singoli pali.

COMBINAZIONE A1-STR

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	60775	7167	16328.02	-3166	-703
N_{max}	40609	6997	46836.89	3098	-711
$V2_{min}$	48450	27507	14791.06	-104	-1583
$V2_{max}$	53823	29786	15803.3	-118	1009
$V3_{min}$	59358	5549	18108.37	-3308	-709
$V3_{max}$	40612	6999	46861.45	3100	-711
T_{min}	52438	26490	16110.38	-198	805
T_{max}	46363	21597	13906.74	-180	-1142
$M2_{min}$	40969	6995	27158.22	-3242	-711
$M2_{max}$	56649	11893	58189.11	3019	374
$M3_{min}$	46946	29029	12618.92	-106	-1547
$M3_{max}$	53021	30642	14822.75	-124	973

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	4973	4914	4856	4798	4739	4574	4515	4457	4398	4340	4175	4116	4058	3999	3941	238
N_{max}	4237	4180	4123	4066	4009	3092	3035	2978	2921	2864	1947	1890	1833	1776	1719	233
$V2_{min}$	4363	4139	3915	3690	3466	4001	3777	3553	3329	3105	3640	3416	3191	2967	2743	116
$V2_{max}$	4819	4576	4333	4091	3848	4432	4190	3947	3704	3462	4046	3803	3561	3318	3075	74
$V3_{min}$	4886	4841	4796	4750	4705	4443	4398	4353	4308	4262	4001	3955	3910	3865	3820	248
$V3_{max}$	4238	4181	4124	4067	4010	3092	3035	2978	2921	2864	1947	1890	1833	1776	1719	233
T_{min}	4671	4455	4239	4023	3808	4277	4061	3845	3630	3414	3883	3667	3452	3236	3020	61
T_{max}	4092	3916	3740	3564	3388	3752	3576	3400	3224	3048	3412	3236	3060	2884	2708	85
$M2_{min}$	3782	3725	3668	3611	3554	3118	3061	3004	2947	2890	2455	2398	2341	2284	2227	243
$M2_{max}$	5770	5674	5577	5480	5383	4348	4251	4154	4057	3960	2926	2829	2732	2635	2538	223
$M3_{min}$	4224	3988	3751	3515	3278	3916	3679	3443	3206	2970	3607	3371	3134	2898	2661	114
$M3_{max}$	4750	4500	4251	4001	3751	4388	4138	3888	3639	3389	4025	3776	3526	3276	3027	72

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	154 di 225

COMBINAZIONE SISMICA

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	M_{ytot}	M_{xtot}	V_{ytot}	V_{xtot}
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	47069	33542	138358.8	-13376	-2725
N_{max}	35969	41693	158997.8	13231	2743
$V2_{min}$	43573	107846	46841.24	-5206	-8275
$V2_{max}$	39316	116221	67287.2	5041	8292
$V3_{min}$	46873	33319	138604.4	-13396	-2726
$V3_{max}$	35970	41693	159001.2	13232	2743
T_{min}	43469	103471	46778.37	-5217	-8148
T_{max}	39213	111845	67349.5	5029	8165
$M2_{min}$	45611	33317	139348.4	-13391	-2726
$M2_{max}$	36907	41691	160059.4	13225	2743
$M3_{min}$	43707	107994	46884.72	-5208	-8268
$M3_{max}$	39451	116368	67243.43	5039	8285

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	7380	7107	6834	6561	6287	3998	3725	3452	3178	2905	616	343	70	-204	-477	1001
N_{max}	7204	6864	6524	6185	5845	3317	2977	2638	2298	1958	-569	-909	-1249	-1589	-1928	991
$V2_{min}$	6098	5219	4340	3462	2583	4953	4074	3195	2317	1438	3808	2929	2050	1172	293	717
$V2_{max}$	6422	5475	4528	3581	2634	4777	3830	2883	1936	989	3132	2185	1238	291	-656	712
$V3_{min}$	7368	7097	6825	6554	6282	3980	3709	3437	3166	2894	592	321	49	-222	-494	1003
$V3_{max}$	7204	6864	6524	6185	5845	3317	2978	2638	2298	1958	-569	-909	-1249	-1589	-1928	991
T_{min}	6017	5174	4331	3488	2645	4874	4031	3188	2345	1502	3730	2887	2044	1201	358	710
T_{max}	6345	5433	4522	3611	2699	4698	3787	2876	1964	1053	3052	2141	1229	318	-593	703
$M2_{min}$	7294	7023	6751	6480	6208	3888	3616	3345	3073	2802	481	210	-61	-333	-604	1002
$M2_{max}$	7298	6959	6619	6279	5940	3386	3046	2707	2367	2027	-527	-866	-1206	-1546	-1885	990
$M3_{min}$	6111	5231	4351	3471	2591	4965	4085	3205	2325	1445	3819	2939	2059	1179	299	717
$M3_{max}$	6433	5485	4537	3589	2640	4789	3841	2893	1945	997	3146	2198	1249	301	-647	711

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	155 di 225

COMBINAZIONE RARA

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	M_{ytot}	M_{xtot}	V_{ytot}	V_{xtot}
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N _{min}	48201	4396	10733.65	-2188	-468
N _{max}	40666	3269	35349.62	2112	-471
V2 _{min}	44060	15090	11824.32	-87	-809
V2 _{max}	44061	20174	11826.71	-87	588
V3 _{min}	47224	3280	11961.47	-2286	-472
V3 _{max}	40667	3270	35366.56	2113	-471
T _{min}	43542	18412	12138.83	-145	548
T _{max}	43542	13335	12138	-145	-769
M2 _{min}	40914	3267	15681.49	-2261	-471
M2 _{max}	45356	8348	40657.47	2078	250
M3 _{min}	44733	15830	11606.88	-97	-778
M3 _{max}	44733	20908	11607.87	-97	557

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	H _i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N _{min}	3869	3833	3797	3761	3725	3606	3571	3535	3499	3463	3344	3308	3272	3237	3201	164
N _{max}	3900	3873	3846	3820	3793	3035	3009	2982	2956	2929	2171	2145	2118	2091	2065	159
V2 _{min}	3766	3643	3520	3397	3274	3477	3354	3231	3108	2985	3188	3065	2942	2819	2696	60
V2 _{max}	3849	3685	3520	3356	3191	3560	3396	3231	3067	2902	3271	3106	2942	2778	2613	44
V3 _{min}	3809	3782	3755	3729	3702	3517	3490	3463	3436	3410	3224	3197	3171	3144	3117	171
V3 _{max}	3900	3873	3847	3820	3793	3036	3009	2982	2956	2929	2171	2144	2118	2091	2064	159
T _{min}	3790	3640	3490	3340	3190	3493	3343	3193	3043	2893	3196	3046	2896	2746	2596	42
T _{max}	3707	3598	3490	3381	3272	3410	3302	3193	3084	2976	3114	3005	2896	2788	2679	57
M2 _{min}	3437	3410	3384	3357	3330	3054	3027	3000	2974	2947	2670	2644	2617	2590	2564	169
M2 _{max}	4456	4388	4320	4252	4184	3462	3394	3326	3258	3190	2468	2400	2332	2264	2196	153
M3 _{min}	3822	3693	3564	3435	3306	3538	3409	3280	3151	3022	3255	3126	2997	2868	2739	57
M3 _{max}	3905	3735	3564	3394	3223	3621	3451	3280	3110	2940	3337	3167	2997	2826	2656	41

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	156 di 225

COMBINAZIONE FREQUENTE

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	M_{ytot}	M_{xtot}	V_{ytot}	V_{xtot}
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	45238	3509	2510.12	-1345	10
N_{max}	40714	4188	25137.7	1235	8
$V2_{min}$	42752	3462	11023.61	-85	-235
$V2_{max}$	42753	11834	11024.93	-85	251
$V3_{min}$	44651	4182	3247.86	-1404	8
$V3_{max}$	40717	4187	25148.95	1235	8
T_{min}	42946	10905	21158.06	678	160
T_{max}	42946	2541	21157.55	678	-144
$M2_{min}$	40864	4189	5554.08	-1389	9
$M2_{max}$	43530	4181	28397.6	1214	8
$M3_{min}$	43938	4490	11134.52	-104	-148
$M3_{max}$	43938	12856	11135.15	-104	165

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	3436	3407	3379	3350	3322	3375	3346	3317	3289	3260	3313	3285	3256	3228	3199	99
N_{max}	3668	3634	3600	3566	3532	3054	3020	2986	2952	2917	2439	2405	2371	2337	2303	91
$V2_{min}$	3461	3433	3405	3376	3348	3192	3163	3135	3107	3079	2922	2894	2866	2837	2809	18
$V2_{max}$	3598	3501	3405	3308	3212	3328	3232	3135	3039	2942	3059	2962	2866	2769	2673	19
$V3_{min}$	3422	3388	3354	3320	3286	3343	3308	3274	3240	3206	3263	3229	3195	3161	3127	103
$V3_{max}$	3669	3635	3601	3567	3532	3054	3020	2986	2952	2918	2439	2405	2371	2337	2303	91
T_{min}	3844	3755	3667	3578	3489	3327	3238	3149	3061	2972	2810	2721	2632	2543	2454	51
T_{max}	3708	3687	3667	3646	3625	3191	3170	3149	3129	3108	2674	2653	2632	2611	2591	51
$M2_{min}$	3201	3167	3132	3098	3064	3065	3031	2997	2963	2928	2929	2895	2861	2827	2793	102
$M2_{max}$	3954	3920	3886	3852	3818	3260	3226	3192	3158	3124	2566	2532	2498	2464	2430	89
$M3_{min}$	3567	3531	3494	3458	3421	3295	3259	3222	3186	3149	3023	2987	2950	2913	2877	13
$M3_{max}$	3704	3599	3494	3390	3285	3432	3327	3222	3117	3013	3159	3055	2950	2845	2740	14

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	157 di 225

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	40791	4188	9822.34	-81	9

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	3300	3266	3231	3197	3163	3060	3025	2991	2957	2923	2819	2785	2751	2717	2683	6

Successivamente si riportano le verifiche a flessione del plinto di fondazione nelle quali si sono assunti come momenti di progetto i valori massimi ottenuti da modello mediante l'involuppo delle combinazioni A1-STR e SISMICA riportate precedentemente.

8.3.1 Verifica a flessione

In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo: Ferri longitudinali_M22min

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	250	1	26.55	5
			2	45.24	240
			3	45.24	245

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	6600	0	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

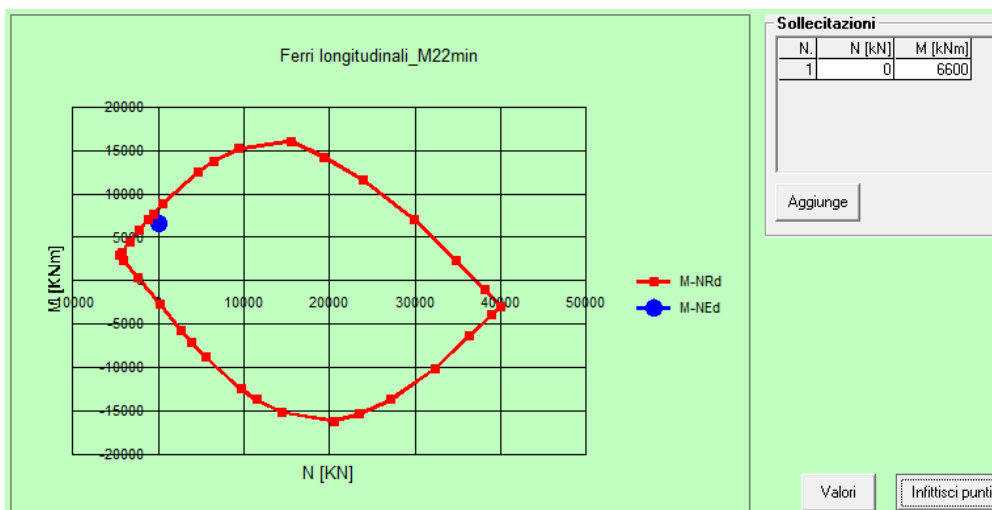
Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 394.7 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ε_{syd} 1.974 ‰ σ_{c,adm} 9.75
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

M_{xRd} 8'376 kNm
 σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 394.7 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 35.56 ‰
 d 245 cm
 x 21.95 x/d 0.0896
 δ 0.7



$M_{Ed} = 6600 \text{ kNm} < M_{Rd} = 8376 \text{ kNm} \rightarrow \text{VERIFICATO}$

Titolo : Ferri longitudinali_M22max

N° figure elementari Zoom

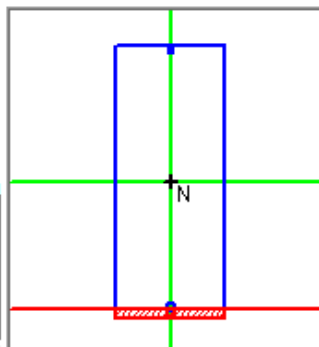
N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	26.55	5
2	45.24	240
3	45.24	245

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="-2100"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

- Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd

Dominio M-N

L₀ cm

Col. modello

Materiali

B450C		C25/30	
ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="14.17"/> ‰
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="9.75"/> ‰
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_c ‰

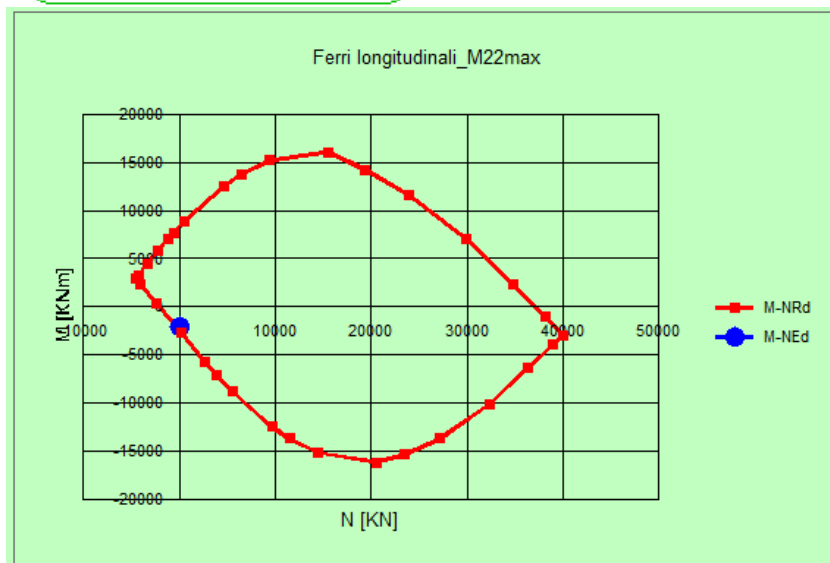
ε_s ‰

d cm

x x/d

δ

Precompresso



Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	-2100

Aggiunge

Valori

Infittisci punti

M_{Ed} = 2100 kNm < M_{Rd} = 2556 kNm

➔ VERIFICATO

In direzione trasversale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo: Ferri trasversali_M11min

N° figure elementari: Zoom N° strati barre: Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	45.24	245

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="3300"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN

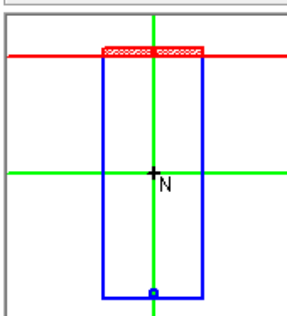
Materiali
B450C C25/30

ϵ_{su}	<input type="text" value="67.5"/> %	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/> %
f_{yd}	<input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3.5"/> %
E_s	<input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f_{cd}	<input type="text" value="14.17"/>
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1.974"/> %	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="9.75"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ_{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c %
 ϵ_s %
d cm
x x/d
 δ

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N
L₀ cm Col. modello

Precompresso

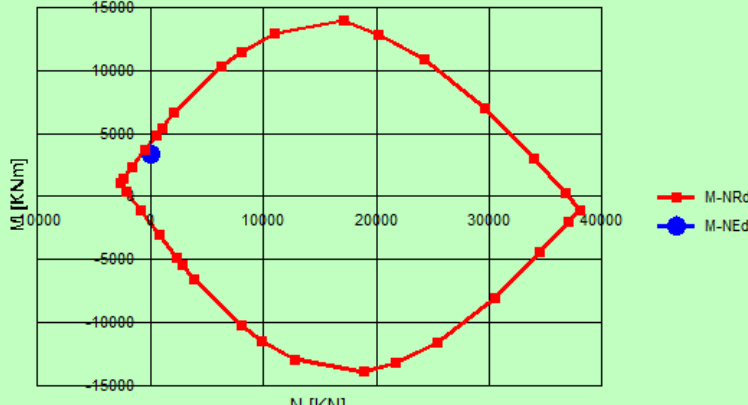
Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	3300

Aggiunge

Valori Infittisci punti

Ferri trasversali_M11min



$M_{Ed} = 3300 \text{ kNm} < M_{Rd} = 4295 \text{ kNm}$ ➔ VERIFICATO

Titolo : Ferri trasversali_M11max

N° figure elementari Zoom

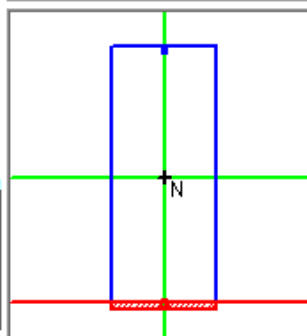
N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	45.24	245

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="-1700"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

- Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

- Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd

Dominio M-N

L₀ cm

Col. modello

Materiali

B450C		C25/30	
ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="14.17"/> ‰
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="9.75"/> ‰
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_c ‰

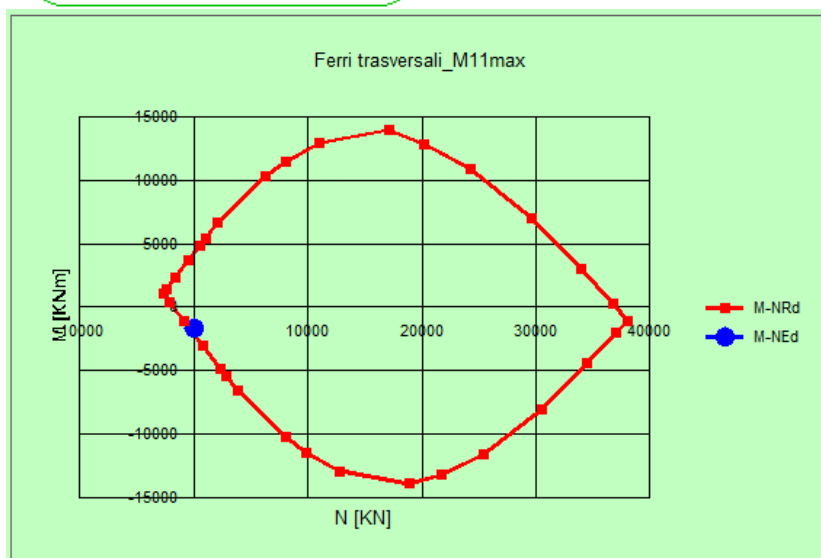
ε_s ‰

d cm

x x/d

δ

Precompresso



Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	-1700

Aggiunge

Valori

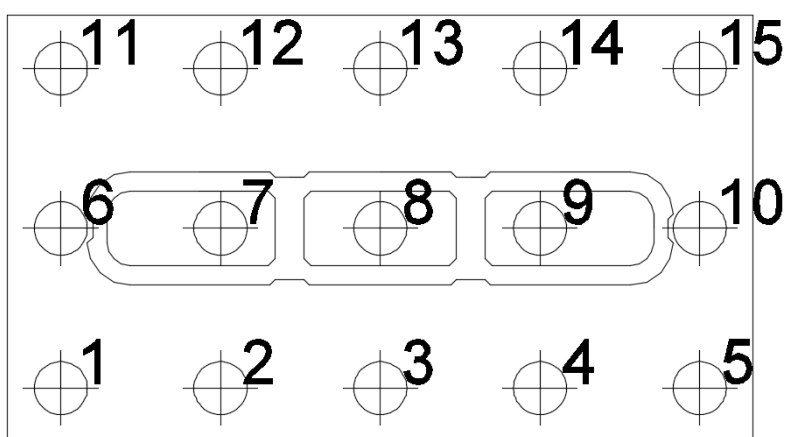
Infitisci punti

M_{Ed}=1700 kNm < M_{Rd}=2157 kNm

➔ VERIFICATO

8.3.2 Verifica a taglio

Il dimensionamento viene effettuato considerando come azione di progetto il valore massimo che si ottiene ripartendo lo sforzo normale agente sul generico palo di fondazione per la sua lunghezza di influenza.



Le zone verificate sono 2:

- 1- Zona longitudinale: Dimensionamento effettuato considerando il carico massimo del palo nr.2 e il 50% del carico massimo del palo nr.1
- 2- Zona trasversale: Dimensionamento effettuato considerando il carico massimo del palo nr.6 e il 50% dei carichi massimi dei pali nr.1e nr.11.

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	163 di 225

Zona longitudinale

$P_{max} = 11877 \text{ kN}$

al ml: $P_{max} = 11877 / 3,25 = 3655 \text{ kN/m}$

Verifica a Taglio soletta con armature aggiuntive secondo DM 14.01.2008

$R_{ck} =$	30 N/mm ²	
$f_{cd} =$	17 N/mm ²	
$f'_{cd} =$	8 N/mm ²	resistenza a compressione ridotta
$\alpha_c =$	1	coefficiente = 1 in quanto sforzo normale assente
$f_{yd} =$	391.3 N/mm ²	resistenza armatura aggiuntiva a taglio
$h =$	250.0 cm	altezza della trave
$c =$	5.0 cm	copriferro armatura superiore
$d =$	245 cm	altezza utile delle sezione
$b_w =$	100 cm	
$\phi =$	14 mm	diametro dell'armatura aggiuntiva
n braccia =	4	ferri a pettine passo 25 cm
$A_{sw} =$	6.16 cm ² /m	area delle armature trasversali a ml di soletta
$s =$	25 cm	interasse meccanismo resistente del traliccio
$\alpha =$	90 °	inclinazione armatura aggiuntiva: 90° ferri pettine, 45° piegati
$\alpha =$	1.57 rad	

Il valore di θ che uguaglia i due contributi di resistenza a taglio trazione V_{sd} e a taglio compressione V_{cd} è

$\theta = 19.92 \text{ °}$ inclinazione dei puntoni d'anima

$V_{rsd} = 5863 \text{ kN}$ taglio trazione

$V_{rcd} = 5863 \text{ kN}$ taglio compressione

$\text{ctg } \theta = 2.76 \Rightarrow \text{si assume } \text{ctg } \theta = 2.5$

$V_{rsd} = 5313 \text{ kN}$

$V_{rcd} = 6311 \text{ kN}$

$V_{rd} = \min[V_{rsd}; V_{rdc}] = 5313 \text{ kN}$ tenuto conto delle armature aggiuntive

$V_{ed} = 3655.0 \text{ kN}$ $V_{rd} > V_{ed} \Rightarrow \text{verifica soddisfatta}$

Zona trasversale

$P_{max} = 11621 \text{ kN}$

al ml: $P_{max} = 11621 / 3.2 = 3632 \text{ kN/m}$

Verifica a Taglio soletta con armature aggiuntive secondo DM 14.01.2008

$R_{ck} =$	30 N/mm ²	
$f_{cd} =$	17 N/mm ²	
$f'_{cd} =$	8 N/mm ²	resistenza a compressione ridotta
$\alpha_c =$	1	coefficiente = 1 in quanto sforzo normale assente
$f_{yd} =$	391.3 N/mm ²	resistenza armatura aggiuntiva a taglio
$h =$	250.0 cm	altezza della trave
$c =$	5.0 cm	copriferro armatura superiore
$d =$	245 cm	altezza utile delle sezione
$b_w =$	100 cm	
$\phi =$	14 mm	diametro dell'armatura aggiuntiva
n braccia =	4.0	ferri a pettine passo 25 cm
$A_{sw} =$	6.16 cm ² /m	area delle armature trasversali a ml di soletta
$s =$	25 cm	interasse meccanismo resistente del traliccio
$\alpha =$	90 °	inclinazione armatura aggiuntiva: 90° ferri pettine, 45° piegati
$\alpha =$	1.57 rad	

Il valore di θ che uguaglia i due contributi di resistenza a taglio trazione V_{sd} e a taglio compressione V_{cd} è

$\theta = 19.92 \text{ °}$ inclinazione dei puntoni d'anima

$V_{rsd} =$	5863 kN	taglio trazione
$V_{rcd} =$	5863 kN	taglio compressione
$\text{ctg } \theta =$	2.76	=> si assume $\text{ctg } \theta = 2.5$

$V_{rsd} =$	5313 kN
$V_{rcd} =$	6311 kN

$V_{rd} = \min[V_{rsd}; V_{rdc}] = 5313 \text{ kN}$ tenuto conto delle armature aggiuntive

$V_{ed} = 3632.0 \text{ kN}$ **$V_{rd} > V_{ed} \Rightarrow$ verifica soddisfatta**

Le verifiche a taglio risultano soddisfatte.

Si riassumono le caratteristiche del plinto di fondazione:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Lunghezza = 21.0 m

Largezza = 12.0 m

Altezza = 2.5 m

ARMATURA LONGITUDINALE

Lembo superiore : 1 ϕ 26/200

Lembo inferiore : 2 ϕ 24/100

ARMATURA TRASVERSALE

Lembo superiore : 1 ϕ 24/200

Lembo inferiore : 1 ϕ 24/100

ARMATURA A TAGLIO

Maglia ϕ 14/250x250

8.3.3 Verifiche agli SLE

8.3.3.1 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione RARA

In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo : Verifica tensioni esercizio_Comb. Rara M22

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	26.55	5
2	45.24	240
3	45.24	245

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="3500"/>	<input type="text" value="3500"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C25/30
ε _{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd} <input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu} <input type="text" value="3.5"/>
E _s <input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f _{cd} <input type="text" value="14.17"/>
E _s /E _c <input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd} <input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm} <input type="text" value="9.75"/>
σ _{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co} <input type="text" value="0.6"/>
	τ _{c1} <input type="text" value="1.829"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

$$\sigma_c = 4.3 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 24.9 = 13.7 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

$$\sigma_s = 176.4 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo : Verifica tensioni esercizio_Comb. Rara M11

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	45.24	245

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="1800"/>	<input type="text" value="1800"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C25/30
ε _{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd} <input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu} <input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s <input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f _{cd} <input type="text" value="14.17"/>
E _s /E _c <input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd} <input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm} <input type="text" value="9.75"/>
σ _{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co} <input type="text" value="0.6"/>
	τ _{c1} <input type="text" value="1.829"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

$$\sigma_c = 2.9 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 24.9 = 13.7 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

$$\sigma_s = 173.0 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

8.3.3.2 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione QUASI PERMANENTE

In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo: Verifica tensioni esercizio_Comb. Q. Permanente M22

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	26.55	5
2	45.24	240
3	45.24	245

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni:
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed}: 0 0 kN
 M_{xEd}: 2600 2600 kNm
 M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali:
 B450C C25/30
 ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 394.7 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
 E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 14.17
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 ε_{syd}: 1.974 ‰ σ_{c,adm}: 9.75
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6
 τ_{c1}: 1.829

σ_c: -3.201 N/mm²
 σ_s: 131.1 N/mm²
 ε_s: 0.6553 ‰
 d: 245 cm
 x: 65.69 x/d: 0.2681
 δ: 0.7752

Verifica
 N° iterazioni: 4
 Precompresso

$$\sigma_c = 3.20 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 24.9 = 10.0 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

$$\sigma_s = 131.1 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

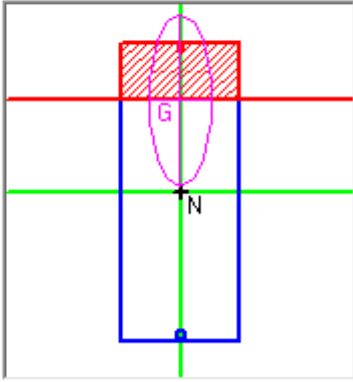
Titolo : Verifica tensioni esercizio_Comb. Q. Permanente M11

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	45.24	245

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="1400"/>	<input type="text" value="1400"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C		C25/30	
ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/>
E _s	<input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="14.17"/>
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="9.75"/>
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 2.22 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 24.9 = 10.0 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

$$\sigma_s = 134.5 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

8.3.3.3 Verifica a fessurazione

Le verifiche a fessurazioni vengono svolte considerando una condizione ambientale aggressiva e un'armatura poco sensibile agli effetti della corrosione; conseguentemente i limiti di apertura delle fessure risultano essere:

Comb. RARA < 0.2 mm

Comb. FREQUANTE < 0.3 mm

Comb. QUASI PERMANENTE < 0.2mm

La verifica secondo combinazione rara è la più severa poiché ad essa corrispondono valori di sollecitazione più elevati e un limite di apertura di fessure minore, al pari della combinazione quasi permanente. Per questo motivo la verifica a fessurazione viene svolta solo per la combinazione rara. I casi analizzati sono quattro, due per ogni direzione principale considerando i momenti massimi di combinazione che tendono rispettivamente i lembi inferiore e superiore del plinto:

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	171 di 225

1) DIREZIONE LONGITUDINALE: Lembo inferiore teso

$$M_{\max} = 3500 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	5.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.60 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	20.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	66.09 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	129.30 cm
asse neutro x	$y_n =$	66.09 cm
braccio coppia interna	$z =$	222.97 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	54527051 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	155472773 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	395408 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	329507 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	230655 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	21.80 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2180 cm ²

Verifica: combinazione rara

	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	11.49 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\epsilon_{sm} =$	0.00047
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.05 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1adm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.09 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{adm}$

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	172 di 225

2) DIREZIONE LONGITUDINALE: Lembo superiore teso

$$M_{\max} = 700 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.60 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	20.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	5.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	31.38 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	120.70 cm
asse neutro x	$y_n =$	31.38 cm
braccio coppia interna	$z =$	234.54 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	20135888 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	155472773 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	369115 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	307595 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	215317 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	23.20 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2320 cm ²

Verifica: combinazione rara

	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	22.77 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\epsilon_{sm} =$	0.00022
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.05 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1adm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.08 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{adm}$

3)DIREZIONE TRASVERSALE: Lembo inferiore teso

$$M_{\max} = 1800 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	10.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	20.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	48.65 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	126.56 cm
asse neutro x	$y_n =$	48.65 cm
braccio coppia interna	$z =$	228.78 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	30632735 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	144858317 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	360250 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	300208 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	210146 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	21.80 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2180 cm ²

Verifica: combinazione rara

	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	15.39 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\epsilon_{sm} =$	0.00034
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.05 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1adm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.09 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{adm}$

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	174 di 225

4)DIREZIONE TRASVERSALE: Lembo superiore teso

$$M_{\max} = 600 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	20.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	10.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	32.64 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	123.44 cm
asse neutro x	$y_n =$	32.64 cm
braccio coppia interna	$z =$	234.12 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	16970493 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	144858317 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	351346 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	292788 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	204952 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	21.80 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2180 cm ²

Verifica: combinazione rara

	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	23.17 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\epsilon_{sm} =$	0.00022
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.05 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1adm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.09 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{adm}$

8.4 Verifica del plinto P21

Successivamente si riporta la disposizione dei pali e la relativa numerazione

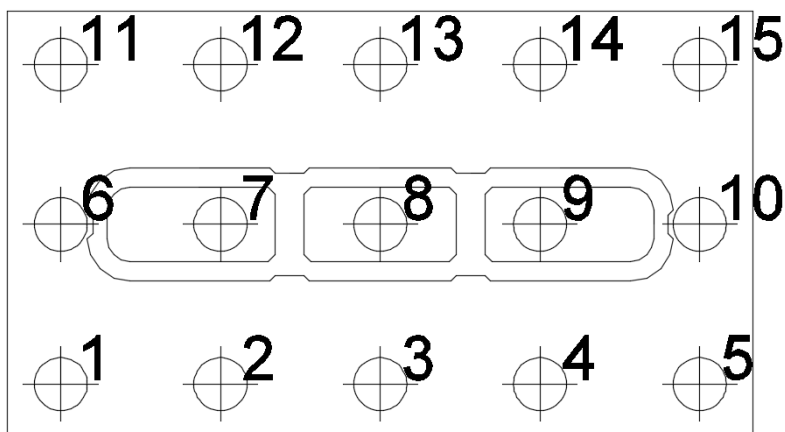


Figura 35 - Disposizione dei pali di fondazione

Si riportano anche alcune caratteristiche geometriche del plinto e dei pali di fondazione.

Dimensioni del plinto

Lx	21	m
Ly	12	m
Lz	2.5	m
n	15	numero pali

Coordinate pali

palo	x [m]	y [m]	x ²	y ²	Wx[m]	Wy[m]
1	-9.00	-4.5	81	20.25	-67.5	-45
2	-4.50	-4.5	20.25	20.25	-135	-45
3	0	-4.5	1E-14	20.25	6E+09	-45
4	4.50	-4.5	20.25	20.25	135	-45
5	9.00	-4.5	81	20.25	67.5	-45
6	-9.00	0	81	1E-14	-67.5	2E+09
7	-4.50	0	20.25	1E-14	-135	2E+09
8	0	0	1E-14	1E-14	6E+09	2E+09
9	4.50	0	20.25	1E-14	135	2E+09
10	9.00	0	81	1E-14	67.5	2E+09
11	-9.00	4.5	81	20.25	-67.5	45
12	-4.50	4.5	20.25	20.25	-135	45
13	0	4.5	1E-14	20.25	6E+09	45
14	4.50	4.5	20.25	20.25	135	45
15	9.00	4.5	81	20.25	67.5	45

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	176 di 225

Si riportano le sollecitazioni massime alla base del plinto e i carichi agenti sui singoli pali.

COMBINAZIONE A1-STR

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	74943	6337	2733.48	124	-1054
N_{max}	48744	7640	636.66	78	-1019
$V2_{min}$	67314	21924	1399.13	172	-2125
$V2_{max}$	61456	42134	1260.5	159	2124
$V3_{min}$	55404	7621	25164.83	-3114	-1017
$V3_{max}$	73582	4819	33348.52	3296	-1020
T_{min}	58733	5435	511.64	97	-797
T_{max}	66685	24339	685.12	113	796
$M2_{min}$	59482	20494	35934.54	-2907	1098
$M2_{max}$	68506	4801	41827.84	3243	-1018
$M3_{min}$	54771	34018	8686.98	720	-2032
$M3_{max}$	67028	52920	3601.29	-463	2031

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	5666	5614	5563	5511	5459	5599	5547	5496	5444	5393	5532	5481	5429	5377	5326	78
N_{max}	3715	3652	3590	3528	3466	3699	3637	3575	3512	3450	3684	3621	3559	3497	3434	75
$V2_{min}$	5328	5149	4971	4792	4613	5294	5115	4936	4758	4579	5259	5081	4902	4724	4545	156
$V2_{max}$	5224	4881	4538	4194	3851	5193	4850	4507	4163	3820	5163	4819	4476	4133	3789	156
$V3_{min}$	4802	4740	4678	4616	4554	4187	4125	4063	4001	3939	3572	3510	3448	3386	3324	240
$V3_{max}$	6290	6250	6211	6172	6133	5475	5435	5396	5357	5317	4659	4620	4581	4542	4502	253
T_{min}	4408	4364	4320	4275	4231	4396	4351	4307	4263	4219	4383	4339	4295	4250	4206	59
T_{max}	5304	5105	4907	4709	4510	5287	5089	4890	4692	4494	5270	5072	4873	4675	4477	59
$M2_{min}$	5574	5407	5240	5073	4906	4696	4529	4362	4195	4028	3818	3651	3484	3317	3150	228
$M2_{max}$	6124	6085	6046	6007	5968	5102	5063	5024	4985	4946	4080	4040	4001	3962	3923	249
$M3_{min}$	4783	4506	4229	3952	3675	4571	4294	4017	3739	3462	4359	4081	3804	3527	3250	158
$M3_{max}$	5866	5435	5003	4572	4141	5778	5347	4915	4484	4053	5690	5259	4827	4396	3965	153

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	177 di 225

COMBINAZIONE SISMICA

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	M_{ytot}	M_{xtot}	V_{ytot}	V_{xtot}
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	55281	37168	114603.7	-11378	-3606
N_{max}	44444	53051	116346.2	11529	3601
$V2_{min}$	52268	137540	40269.66	-4008	-11770
$V2_{max}$	47699	153632	41918.15	4179	11770
$V3_{min}$	45187	27777	113542.5	-13394	-3184
$V3_{max}$	33362	35588	132803.8	13101	3160
T_{min}	52157	126310	41821.56	-4135	-10868
T_{max}	47808	142403	43264.25	4287	10868
$M2_{min}$	54778	35861	121048.1	-11904	-3436
$M2_{max}$	45541	51511	123138.6	12072	3447
$M3_{min}$	52219	139139	38964.24	-3909	-11754
$M3_{max}$	47649	155232	41056.26	4070	11754

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	7461	7158	6855	6553	6250	4660	4357	4054	3751	3448	1858	1555	1253	950	647	875
N_{max}	6968	6536	6103	5671	5239	4124	3691	3259	2827	2395	1280	847	415	-17	-449	886
$V2_{min}$	7059	5938	4817	3697	2576	6074	4954	3833	2712	1592	5090	3969	2849	1728	607	912
$V2_{max}$	7026	5774	4523	3271	2019	6002	4750	3498	2246	994	4977	3725	2473	1221	-30	916
$V3_{min}$	6542	6316	6089	5863	5637	3766	3540	3314	3087	2861	991	765	538	312	86	1010
$V3_{max}$	6273	5983	5693	5403	5113	3026	2737	2447	2157	1867	-220	-510	-800	-1090	-1380	988
T_{min}	6906	5876	4847	3818	2789	5883	4854	3825	2796	1766	4861	3832	2803	1773	744	853
T_{max}	6884	5724	4563	3403	2243	5827	4666	3506	2346	1185	4769	3609	2448	1288	128	857
$M2_{min}$	7560	7268	6976	6684	6392	4601	4309	4017	3725	3433	1643	1350	1058	766	474	909
$M2_{max}$	7189	6769	6350	5930	5510	4179	3759	3340	2920	2500	1169	749	330	-90	-510	921
$M3_{min}$	7049	5916	4782	3648	2514	6097	4963	3829	2696	1562	5144	4011	2877	1743	609	908
$M3_{max}$	7028	5763	4498	3233	1968	6024	4759	3494	2229	965	5020	3756	2491	1226	-39	912

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	178 di 225

COMBINAZIONE RARA

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	M_{ytot}	M_{xtot}	V_{ytot}	V_{xtot}
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	58415	3455	1926.6	90	-703
N_{max}	48801	2411	676.09	76	-679
$V2_{min}$	54211	8140	1066.94	135	-1047
$V2_{max}$	54211	24229	1065.84	135	1047
$V3_{min}$	53394	2398	17118.05	-2125	-678
$V3_{max}$	57477	2408	23040.42	2277	-679
T_{min}	54205	891	552.46	86	-526
T_{max}	54205	16980	551.35	86	526
$M2_{min}$	56206	16271	24545.43	-1982	734
$M2_{max}$	53976	2396	28888.23	2241	-678
$M3_{min}$	53964	16137	7594.03	631	-968
$M3_{max}$	53965	32228	3243.61	-412	968

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	4387	4359	4331	4303	4275	4340	4312	4284	4256	4227	4293	4265	4237	4209	4180	52
N_{max}	3635	3615	3595	3576	3556	3618	3598	3579	3559	3539	3602	3582	3562	3543	3523	50
$V2_{min}$	4134	4068	4002	3935	3869	4108	4042	3975	3909	3843	4082	4016	3949	3883	3817	77
$V2_{max}$	4396	4199	4002	3804	3607	4370	4173	3975	3778	3581	4344	4147	3949	3752	3555	77
$V3_{min}$	4373	4354	4334	4314	4295	3955	3935	3916	3896	3876	3536	3517	3497	3478	3458	164
$V3_{max}$	4817	4798	4778	4759	4739	4254	4235	4215	4195	4176	3691	3671	3652	3632	3613	174
T_{min}	4003	3996	3989	3981	3974	3990	3982	3975	3968	3961	3976	3969	3962	3954	3947	39
T_{max}	4265	4127	3989	3850	3712	4252	4113	3975	3837	3698	4238	4100	3962	3823	3685	39
$M2_{min}$	4987	4854	4722	4589	4457	4387	4254	4122	3989	3857	3787	3654	3522	3389	3257	155
$M2_{max}$	4703	4684	4664	4645	4625	3997	3978	3958	3939	3919	3291	3272	3252	3233	3213	172
$M3_{min}$	4406	4274	4143	4012	3880	4220	4089	3957	3826	3694	4035	3903	3772	3640	3509	85
$M3_{max}$	4562	4299	4037	3774	3512	4483	4220	3957	3695	3432	4403	4141	3878	3616	3353	77

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	179 di 225

COMBINAZIONE FREQUENTE

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	M_{ytot}	M_{xtot}	V_{ytot}	V_{xtot}
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	54621	7416	1460.05	83	-14
N_{max}	48850	8046	712.51	75	0
$V2_{min}$	52099	4197	1256.41	140	-254
$V2_{max}$	52099	11896	1255.82	140	254
$V3_{min}$	51607	8053	9965.39	-1246	0
$V3_{max}$	54057	8048	14129.69	1396	0
T_{min}	51225	4530	1518.12	88	75
T_{max}	51225	11555	1518.71	88	-76
$M2_{min}$	53293	6749	14471.21	-1160	36
$M2_{max}$	51957	8055	17690.21	1374	1
$M3_{min}$	52841	1597	1592.91	85	-128
$M3_{max}$	52841	17689	6664.29	-710	128

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	4162	4102	4041	3981	3920	4126	4066	4006	3945	3885	4091	4030	3970	3909	3849	6
N_{max}	3731	3665	3600	3534	3469	3713	3648	3582	3517	3451	3696	3630	3565	3499	3434	6
$V2_{min}$	3920	3886	3851	3817	3783	3889	3855	3821	3786	3752	3858	3824	3790	3756	3721	21
$V2_{max}$	4045	3948	3851	3754	3657	4014	3918	3821	3724	3627	3984	3887	3790	3693	3596	21
$V3_{min}$	4159	4094	4028	3962	3897	3916	3850	3785	3719	3653	3672	3607	3541	3475	3410	91
$V3_{max}$	4441	4375	4310	4244	4178	4095	4030	3964	3899	3833	3750	3684	3619	3553	3488	102
T_{min}	3867	3831	3794	3757	3720	3830	3793	3756	3720	3683	3793	3756	3719	3682	3646	8
T_{max}	3982	3888	3794	3699	3605	3945	3851	3756	3662	3568	3908	3814	3719	3625	3531	9
$M2_{min}$	4372	4317	4262	4207	4152	4018	3963	3908	3853	3798	3664	3609	3554	3499	3444	85
$M2_{max}$	4374	4308	4243	4177	4111	3941	3876	3810	3745	3679	3509	3443	3378	3312	3246	101
$M3_{min}$	3940	3927	3914	3901	3888	3901	3888	3875	3862	3849	3862	3849	3836	3823	3810	11
$M3_{max}$	4326	4182	4038	3894	3750	4163	4019	3875	3731	3587	4000	3856	3712	3568	3424	53

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	180 di 225

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	48926	8046	763.71	73	0

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	3738	3672	3607	3541	3475	3719	3653	3588	3522	3457	3700	3635	3569	3504	3438	5

Successivamente si riportano le verifiche a flessione del plinto di fondazione nelle quali si sono assunti come momenti di progetto i valori massimi ottenuti da modello mediante l'involuppo delle combinazioni A1-STR e SISMICA riportate precedentemente.

8.4.1 Verifica a flessione

In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo: Ferri longitudinali_M22min

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	250	1	22.62	5
			2	26.55	240
			3	53.09	245

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	6000	0	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali
 B450C C25/30
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 394.7 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ϵ_{syd} 1.974 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6 τ_{c1} 1.829

M_{xRd} 7'420 kN m
 σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 394.7 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 40.33 ‰
 d 245 cm
 x 19.56 x/d 0.07985
 δ 0.7

Calcola MRd **Dominio M-N**
 L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	6000

Aggiunge

Valori Infitisci punti

$M_{Ed} = 6000 \text{ kNm} < M_{Rd} = 7420 \text{ kNm} \rightarrow \text{VERIFICATO}$

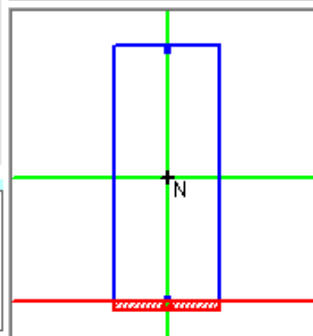
Titolo : Ferri longitudinali_M22max

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	26.55	240
3	53.09	245

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

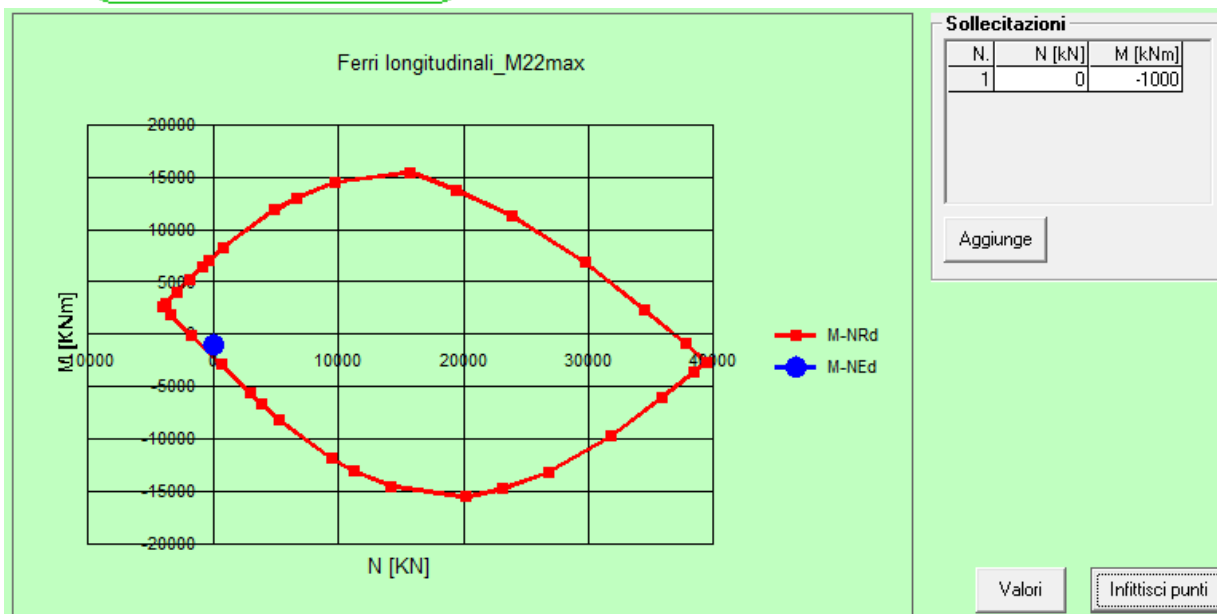
L₀ cm

Precompresso

Materiali

B450C	C25/30
ε _{su} 67.5 ‰	ε _{c2} 2 ‰
f _{yd} 394.7 N/mm²	ε _{cu} 3.5 ‰
E _s 200'000 N/mm²	f _{cd} 14.17
E _s /E _c 15	f _{cc} /f _{cd} 0.8
ε _{syd} 1.974 ‰	σ _{c,adm} 9.75
σ _{s,adm} 255 N/mm²	τ _{co} 0.6
	τ _{c1} 1.829

M_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c 2.021 ‰
 ε_s 67.5 ‰
 d 245 cm
 x 7.124 x/d 0.02908
 δ 0.7



M_{Ed}= 1000 kNm < M_{Rd}=2180 kNm → VERIFICATO

In direzione trasversale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

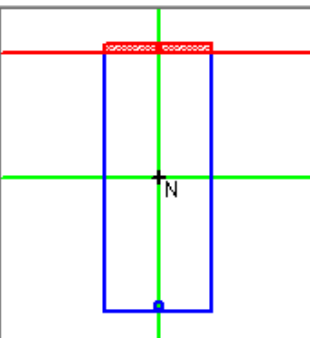
Titolo: Ferri trasversali_M11min

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	45.24	245

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni:
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	3000	0	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura:
 Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione:
 Retta Deviata

Materiali:
 B450C C25/30

ϵ_{su}	67.5	%	ϵ_{c2}	2	%
f_{yd}	394.7	N/mm²	ϵ_{cu}	3.5	
E_s	200'000	N/mm²	f_{cd}	14.17	
E_s/E_c	15		f_{cc}/f_{cd}	0.8	?
ϵ_{syd}	1.974	%	$\sigma_{c,adm}$	9.75	
$\sigma_{s,adm}$	255	N/mm²	τ_{co}	0.6	
			τ_{c1}	1.829	

M_{xRd} 4'295 kN m

σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 394.7 N/mm²
 ϵ_c 2.912 ‰
 ϵ_s 67.5 ‰
 d 245 cm
 x 10.13 x/d 0.04136
 δ 0.7

Calcola MRd **Dominio M-N**
 L₀ 0 cm Col. modello

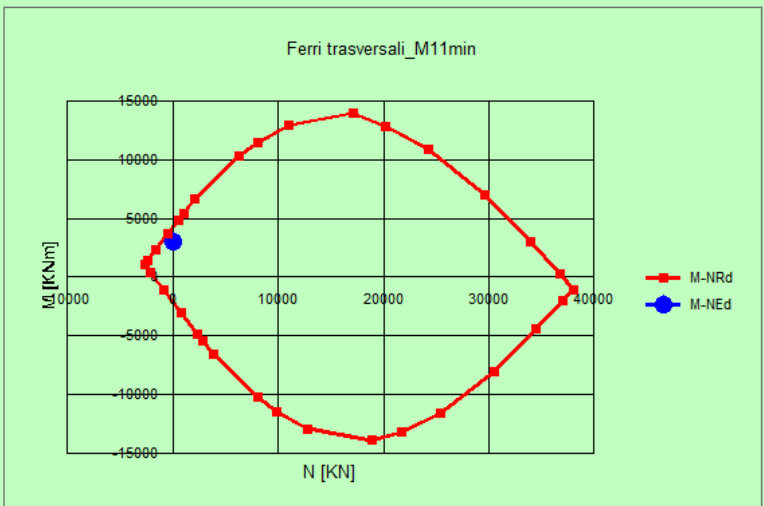
Precompresso

Sollecitazioni:

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	3000

Aggiunge

Valori Infiltrisci punti



$M_{Ed} = 3000 \text{ kNm} < M_{Rd} = 4295 \text{ kNm}$

➔ VERIFICATO

Titolo : **Ferri trasversali_M11max**

N° figure elementari Zoom

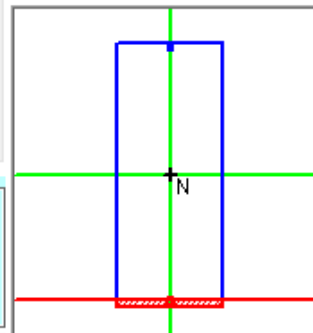
N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	45.24	245

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="-1000"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

- Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

xN

yN

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

- Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd

Dominio M-N

L₀ cm

Col. modello

Materiali

ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="14.17"/> ‰
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="9.75"/>
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_c ‰

ε_s ‰

d cm

x x/d

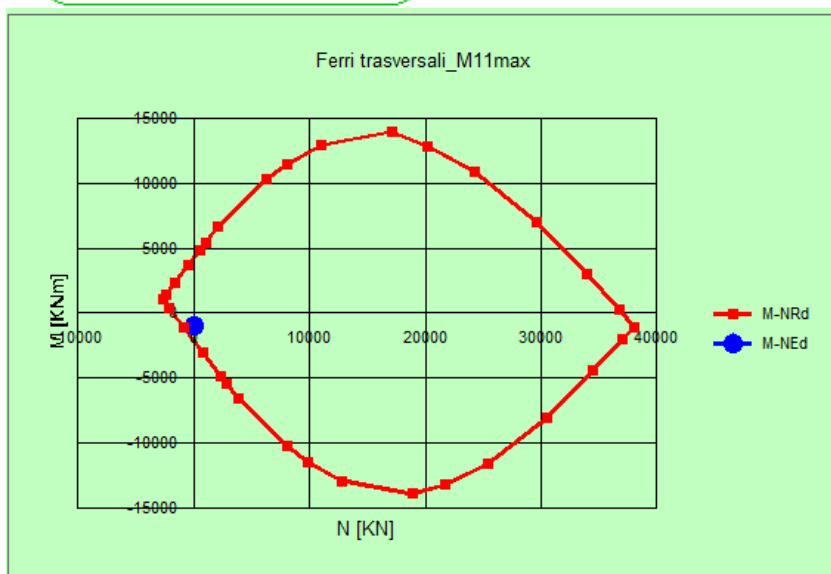
δ

Precompresso

Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="-1000"/>

Aggiunge



Valori

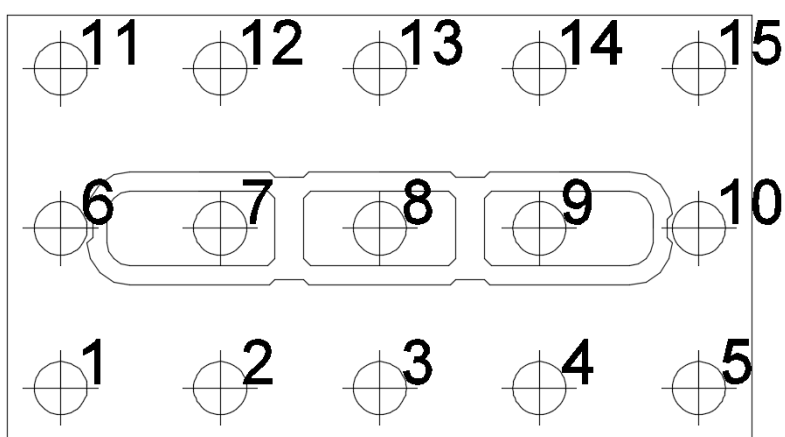
Infitisci punti

$M_{Ed}=1000 \text{ kNm} < M_{Rd}=2157 \text{ kNm}$

➔ VERIFICATO

8.4.2 Verifica a taglio

Il dimensionamento viene effettuato considerando come azione di progetto il valore massimo che si ottiene ripartendo lo sforzo normale agente sul generico palo di fondazione per la sua lunghezza di influenza.



Le zone verificate sono 2:

- 3- Zona longitudinale: Dimensionamento effettuato considerando il carico massimo del palo nr.2 e il 50% del carico massimo del palo nr.1
- 4- Zona trasversale: Dimensionamento effettuato considerando il carico massimo del palo nr.6 e il 50% dei carichi massimi dei pali nr.1e nr.11.

Zona longitudinale

$P_{max} = 12153 \text{ kN}$

al ml: $P_{max} = 12153 / 3,25 = 3740 \text{ kN/m}$

Verifica a Taglio soletta con armature aggiuntive secondo DM 14.01.2008

$R_{ck} =$	30 N/mm ²	
$f_{cd} =$	17 N/mm ²	
$f_{cd} =$	8 N/mm ²	resistenza a compressione ridotta
$\alpha_c =$	1	coefficiente = 1 in quanto sforzo normale assente
$f_{yd} =$	391.3 N/mm ²	resistenza armatura aggiuntiva a taglio
$h =$	250.0 cm	altezza della trave
$c =$	5.0 cm	copriferro armatura superiore
$d =$	245 cm	altezza utile delle sezione
$b_w =$	100 cm	
$\phi =$	14 mm	diametro dell'armatura aggiuntiva
n braccia =	4	ferri a pettine passo 25 cm
$A_{sw} =$	6.16 cm ² /m	area delle armature trasversali a ml di soletta
$s =$	25 cm	interasse meccanismo resistente del traliccio
$\alpha =$	90 °	inclinazione armatura aggiuntiva: 90° ferri pettine, 45° piegati
$\alpha =$	1.57 rad	

Il valore di θ che uguaglia i due contributi di resistenza a taglio trazione V_{sd} e a taglio compressione V_{cd} è

$\theta = 19.92 \text{ °}$ inclinazione dei puntoni d'anima

$V_{rsd} =$	5863 kN	taglio trazione
$V_{rcd} =$	5863 kN	taglio compressione
$\text{ctg } \theta =$	2.76	=> si assume $\text{ctg } \theta = 2.5$

$V_{rsd} =$	5313 kN
$V_{rcd} =$	6311 kN

$V_{rd} = \min[V_{rsd}; V_{rcd}] = 5313 \text{ kN}$ tenuto conto delle armature aggiuntive

$V_{ed} = 3740.0 \text{ kN}$ $V_{rd} > V_{ed} \Rightarrow$ verifica soddisfatta

Zona trasversale

$P_{max} = 13694 \text{ kN}$

al ml: $P_{max} = 13694 / 3.2 = 4280 \text{ kN/m}$

Verifica a Taglio soletta con armature aggiuntive secondo DM 14.01.2008

$R_{ck} =$	30 N/mm ²	
$f_{cd} =$	17 N/mm ²	
$f'_{cd} =$	8 N/mm ²	resistenza a compressione ridotta
$\alpha_c =$	1	coefficiente = 1 in quanto sforzo normale assente
$f_{yd} =$	391.3 N/mm ²	resistenza armatura aggiuntiva a taglio
$h =$	250.0 cm	altezza della trave
$c =$	5.0 cm	copriferro armatura superiore
$d =$	245 cm	altezza utile delle sezione
$b_w =$	100 cm	
$\phi =$	14 mm	diametro dell'armatura aggiuntiva
n braccia =	4.0	ferri a pettine passo 25 cm
$A_{sw} =$	6.16 cm ² /m	area delle armature trasversali a ml di soletta
$s =$	25 cm	interasse meccanismo resistente del traliccio
$\alpha =$	90 °	inclinazione armatura aggiuntiva: 90° ferri pettine, 45° piegati
$\alpha =$	1.57 rad	

Il valore di θ che uguaglia i due contributi di resistenza a taglio trazione V_{sd} e a taglio compressione V_{cd} è

$\theta = 19.92^\circ$ inclinazione dei puntoni d'anima

$V_{rsd} =$	5863 kN	taglio trazione
$V_{rcd} =$	5863 kN	taglio compressione
$ctg \theta =$	2.76	=> si assume $ctg \theta = 2.5$
$V_{rsd} =$	5313 kN	
$V_{rcd} =$	6311 kN	

$V_{rd} = \min[V_{rsd}; V_{rdc}]$ **5313 kN** tenuto conto delle armature aggiuntive

V_{ed} **4280.0 kN** $V_{rd} > V_{ed} \Rightarrow$ **verifica soddisfatta**

Le verifiche a taglio risultano soddisfatte.

Si riassumono le caratteristiche del plinto di fondazione:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Lunghezza = 21.0 m

Largezza = 12.0 m

Altezza = 2.5 m

ARMATURA LONGITUDINALE

Lembo superiore : 1 ϕ 24/200

Lembo inferiore : 1 ϕ 26/100 + 1 ϕ 26/200

ARMATURA TRASVERSALE

Lembo superiore : 1 ϕ 24/200

Lembo inferiore : 1 ϕ 24/100

ARMATURA A TAGLIO

Maglia ϕ 14/250x250

8.4.3 Verifiche agli SLE

8.4.3.1 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione RARA

In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

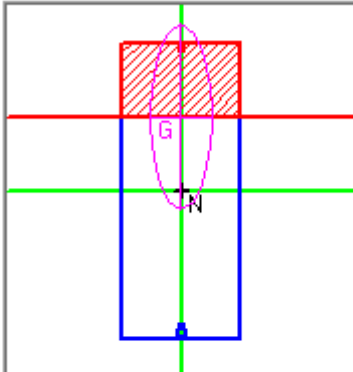
Titolo : Verifica tensioni esercizio_Comb. Rara M22

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	26.55	240
3	53.09	245

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	4000	4000	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C25/30
ε _{su} 67.5 ‰	ε _{c2} 2 ‰
f _{yd} 394.7 N/mm ²	ε _{cu} 3.5
E _s 200'000 N/mm ²	f _{cd} 14.17
E _s /E _c 15	f _{cc} /f _{cd} 0.8 ?
ε _{syd} 1.974 ‰	σ _{c,adm} 9.75
σ _{s,adm} 255 N/mm ²	τ _{co} 0.6
	τ _{c1} 1.829

σ _c	-5.185	N/mm ²
σ _s	226.4	N/mm ²
ε _s	1.132	‰
d	245	cm
x	62.65	x/d 0.2557
		δ 0.7597

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

$$\sigma_c = 5.18 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 24.9 = 13.7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 226.4 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO
 → VERIFICATO

In direzione trasversale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo : Verifica tensioni esercizio_Comb. Rara M11

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	45.24	245

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="2100"/>	<input type="text" value="2100"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C25/30
ε _{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd} <input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu} <input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s <input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f _{cd} <input type="text" value="14.17"/>
E _s /E _c <input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd} <input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm} <input type="text" value="9.75"/>
σ _{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co} <input type="text" value="0.6"/>
	τ _{c1} <input type="text" value="1.829"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²

ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 3.3 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 24.9 = 13.7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 201.8 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO
 → VERIFICATO

8.4.3.2 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione QUASI PERMANENTE

In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

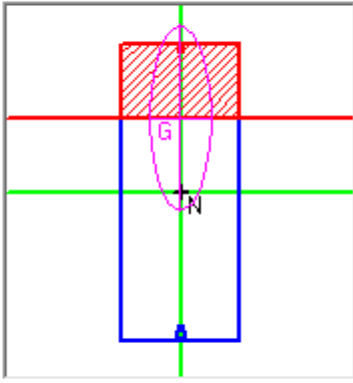
Titolo : Verifica tensioni esercizio_Comb. Q. Permanente M22

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	26.55	240
3	53.09	245

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni
 S.L.U. **Metodo n**

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M _{xEd}	<input type="text" value="3100"/>	<input type="text" value="3100"/>	kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C25/30
ε _{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd} <input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu} <input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s <input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f _{cd} <input type="text" value="14.17"/>
E _s /E _c <input type="text" value="15"/>	f _{cc} / f _{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd} <input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm} <input type="text" value="9.75"/>
σ _{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co} <input type="text" value="0.6"/>
	τ _{c1} <input type="text" value="1.829"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 4.02 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 24.9 = 10.0 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

$$\sigma_s = 175.4 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo : Verifica tensioni esercizio_Comb. Q. Permanente M11

N° figure elementari Zoom

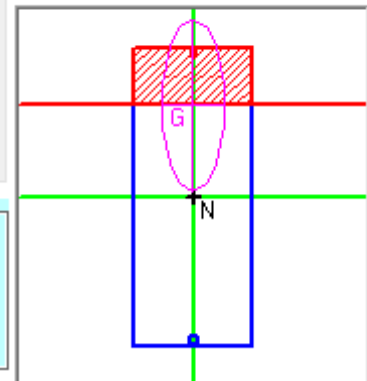
N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	45.24	245

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="1550"/>	<input type="text" value="1550"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

- Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C		C25/30	
ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="394.7"/> N/mm ²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/>
E _s	<input type="text" value="200'000"/> N/mm ²	f _{cd}	<input type="text" value="14.17"/>
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="9.75"/>
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_s ‰

d cm

x x/d

δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 2.46 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 24.9 = 10.0 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

$$\sigma_s = 148.9 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

8.4.3.3 Verifica a fessurazione

Le verifiche a fessurazioni vengono svolte considerando una condizione ambientale aggressiva e un'armatura poco sensibile agli effetti della corrosione; conseguentemente i limiti di apertura delle fessure risultano essere:

Comb. RARA < 0.2 mm

Comb. FREQUANTE < 0.3 mm

Comb. QUASI PERMANENTE < 0.2mm

La verifica secondo combinazione rara è la più severa poiché ad essa corrispondono valori di sollecitazione più elevati e un limite di apertura di fessure minore, al pari della combinazione quasi permanente. Per questo motivo la verifica a fessurazione viene svolta solo per la combinazione rara. I casi analizzati sono quattro, due per ogni direzione principale considerando i momenti massimi di combinazione che tendono rispettivamente i lembi inferiore e superiore del plinto:

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	194 di 225

1) DIREZIONE LONGITUDINALE: Lembo inferiore teso

$$M_{\max} = 4000 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.60 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	6.67 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_c =$	2.40 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	20.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	62.90 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	128.87 cm
asse neutro x	$y_n =$	62.90 cm
braccio coppia interna	$z =$	224.03 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	49025174 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	152285045 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	385917 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	321598 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	225118 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	23.20 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2320 cm ²

Verifica: combinazione rara

	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	12.52 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\varepsilon_{sm} =$	0.00073
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.09 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1adm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.16 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{adm}$

2)DIREZIONE LONGITUDINALE: Lembo superiore teso

$$M_{\max} = 600 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	20.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.60 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	6.67 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	29.57 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	121.13 cm
asse neutro x	$y_n =$	29.57 cm
braccio coppia interna	$z =$	235.14 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	17321231 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	152285045 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	362761 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	302300 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	211610 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	21.80 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2180 cm ²

Verifica: combinazione rara

	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{\text{rm}} =$	23.17 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\varepsilon_{\text{sm}} =$	0.00022
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.05 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1\text{adm}} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.09 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{\text{adm}}$

3)DIREZIONE TRASVERSALE: Lembo inferiore teso

$$M_{\max} = 2100 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	10.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	20.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	48.65 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	126.56 cm
asse neutro x	$y_n =$	48.65 cm
braccio coppia interna	$z =$	228.78 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	30632735 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	144858317 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	360250 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	300208 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	210146 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	21.80 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2180 cm ²

Verifica: combinazione rara

	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	15.39 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\epsilon_{sm} =$	0.00039
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.06 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1adm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.10 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{adm}$

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	197 di 225

4)DIREZIONE TRASVERSALE: Lembo superiore teso

$$M_{\max} = 800 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	20.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	10.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	32.64 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	123.44 cm
asse neutro x	$y_n =$	32.64 cm
braccio coppia interna	$z =$	234.12 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	16970493 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	144858317 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	351346 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	292788 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	204952 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	21.80 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2180 cm ²

Verifica: combinazione rara

	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	23.17 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\varepsilon_{sm} =$	0.00029
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.07 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1adm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.11 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{adm}$

9 VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE – P19

9.1 Riepilogo carichi sui pali

	N_{min} (kN)	N_{max} (kN)	H_{max} (kN)
SLE Q.P.	2349	2621	6
SLE FREQUENTE	1875	3524	128
SLE RARA	1395	4288	213
SLU STR	957	5701	309
SLV ($q = 1.5 - \gamma_{Rd} = 1.1$)	-1591	7020	834

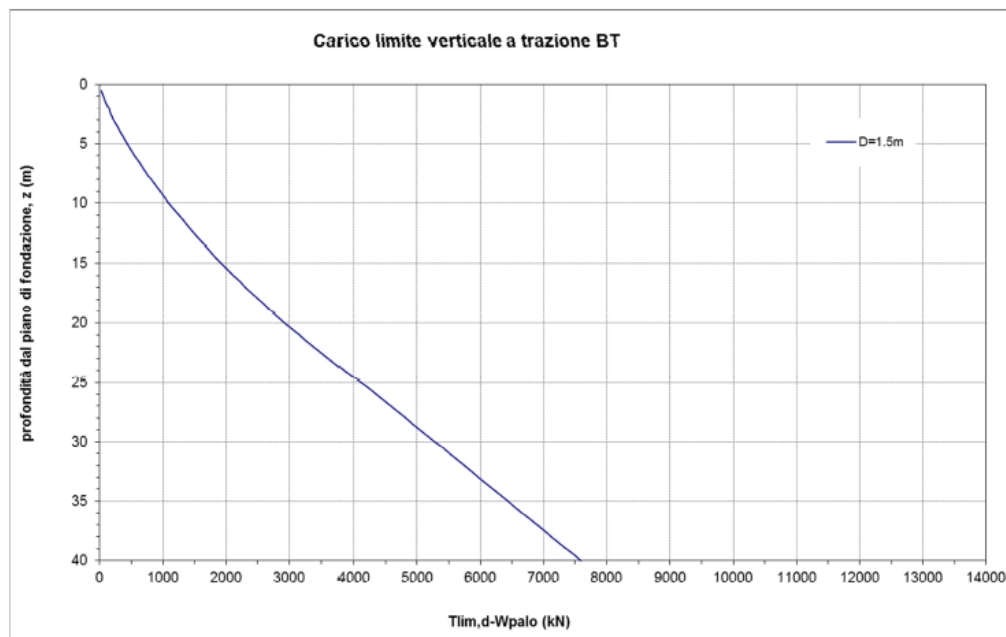
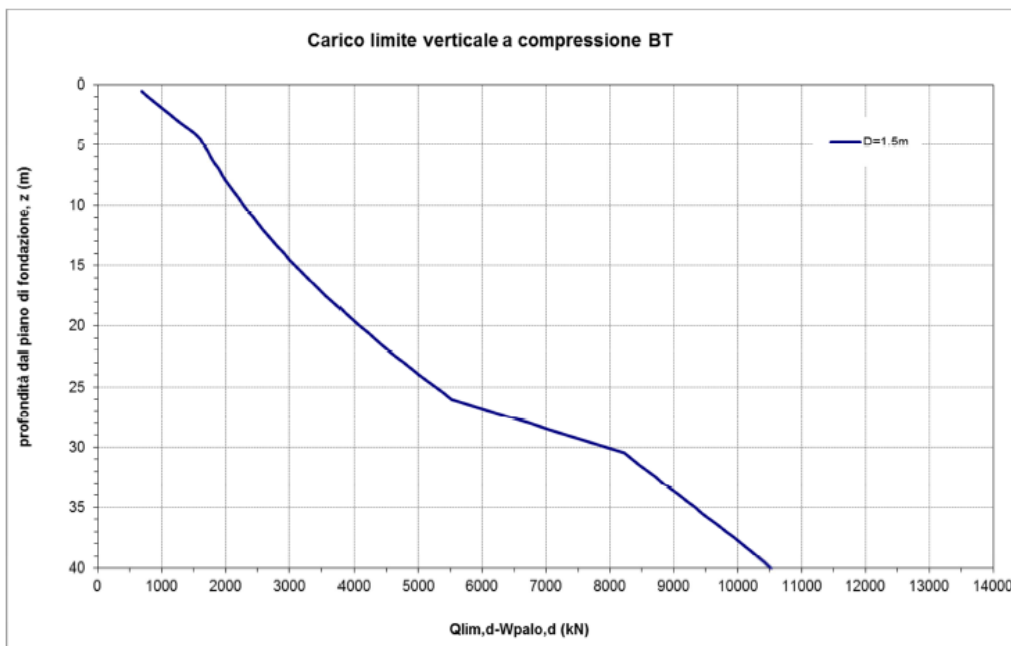
9.2 Verifica capacità portante verticale palo

Il carico totale viene confrontato con la curva di capacità portante. Le curve comprendono già il peso proprio del palo e partono dalla quota testa palo. Per le verifiche seguenti si useranno le sollecitazioni massime tra le combinazioni SLU e SLV (fattore di struttura 1.5 e coefficiente di sovreresistenza 1.1).

Opera	Binario	Pila	N_{min} (kN)	N_{max} (kN)	Lpalo (m)
VI02	Entrambi	P19	-1591	7020	40

VI02

Da P18 a SpB



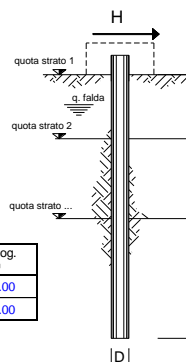
9.3 Verifica palo per forze orizzontali

Viadotto	Binario	Opera	Pila/Spalla	γ_t	φ'	c_u	n°vert	q.ta falda	Hsd	My	Hrd	c.r.
-	-	-	-	kN/m	°	kPa	-	m	kN	kNm	kN	-
VI02		Pile	Pila 19	20.5	32	-	2	0	834	5265	1000	0.83

9.3.1 Capacità portante orizzontale (Broms)

coefficienti parziali		Metodo di calcolo		A		M		R
		permanenti	variabili	γ_{ef}	γ_{cu}	γ_r		
$\frac{1}{\gamma}$	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30	
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	20.5	10.5	32	3.69		32	3.69	
strato 2						1.00			1.00	
strato 3						1.00			1.00	
strato 4						1.00			1.00	
strato 5						1.00			1.00	
strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 100.00 (m)
 Diametro del palo D 1.50 (m)
 Lunghezza del palo L 30.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo My 5'265.95 (kNm)
 Step di calcolo 0.01 (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(cfr+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	2'681 (kN)		2'681 (kN)	
Palo intermedio	18'236 (kN)		18'236 (kN)	
Palo corto	69'201 (kN)		69'201 (kN)	
H_{med}	2'681 (kN)	Palo lungo	H_{min}	2'681 (kN) Palo lungo
$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{med}/\xi_4)$			1'625	(kN)
Coefficiente di gruppo palificata:	$k =$		0.8	(-)
$H_d = (H_k \cdot \gamma_r) \cdot k$			1'000	(kN)
Carico Assiale Permanente (G):	$G =$	834	(kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	$Q =$	0	(kN)	
$F_d = G \cdot \gamma_0 + Q \cdot \gamma_0 =$		834	(kN)	
c.s. = Hd / Fd =		1.20	(-)	

9.4 Resistenza strutturale

Per le verifiche seguenti si useranno le sollecitazioni massime tra le combinazioni SLU e SLV (fattore di struttura 1.5 e coefficiente di sovraresistenza 1.1).

Verifica Strutturale palo

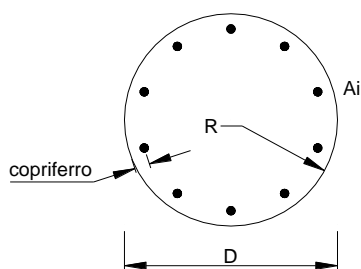
	Mp-testa	Hp max	Hp max/k	Mp max	Mrd	c.s.(>1)
SLU	0	309	386.25	1193.513	5265	4.4
SLV	0	834	1042.5	3221.325	5265	1.6

Costante elastica - Matlock Reese $\alpha = M_p / H_p$ 3.09

Coefficiente di gruppo k 0.8

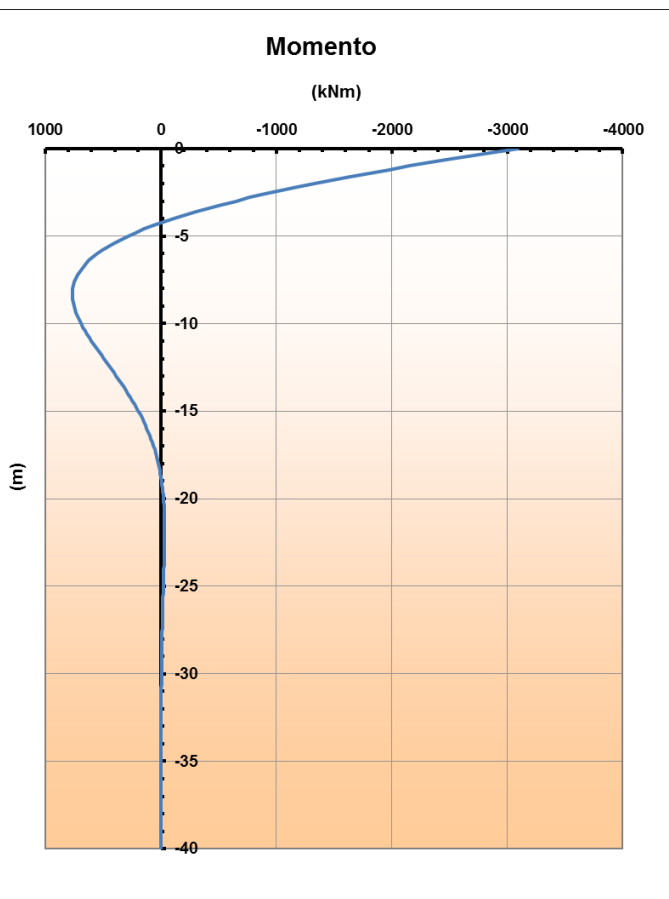
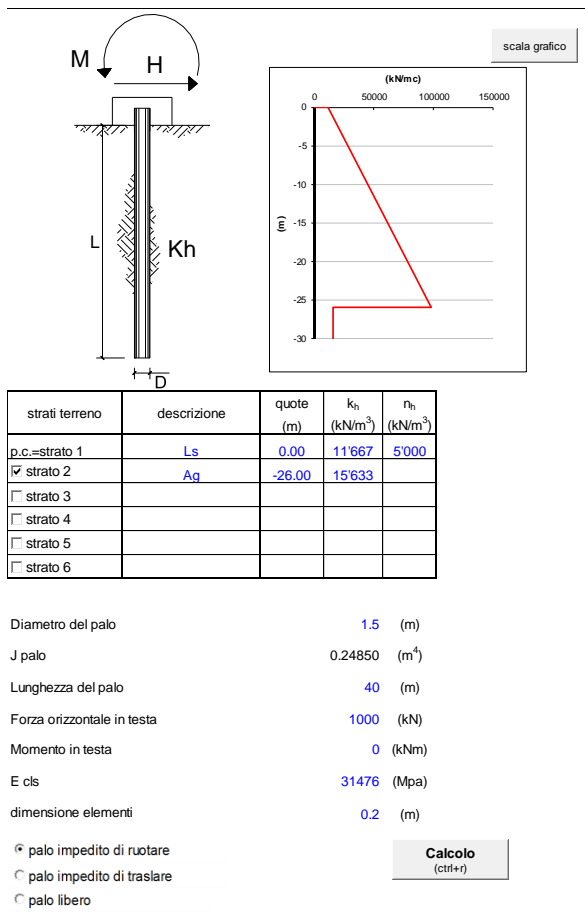
Taglio massimo palo (con coeff di gruppo) $H_p \max / k$

Momento elastico sul palo (con coeff di g $M_p \max = (H_p \max / k) * \alpha$



Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
33	ϕ 30	23326.33	50



9.4.1 Taglio strutturale

Verifica a taglio elemento palo

$d_{palo} = 150$ cm
 $f_{yd} = 39.13$ kN/cm²
 $R_{ck} = 30$ N/mm²
 $f_{ck} = 25$ N/mm²
 $f_{cd} = 14.2$ N/mm² 1.42 kN/cm²
 $\alpha_c = 0.85$
 $\gamma = 1$

	cotθ	d [cm]	Armatura a taglio	(A _{sw} /s)	V _{Rsd}	V _{Rcd}	V _{Rd}	SLU	SLV	c.s.	V _{Rd} /T _{max}
				[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	T _{max}	T _{max}		
VI02 - Spalla A	1	117	Φ 16 / s= 15 cm	2.68	1106	4763	1106	386	1043	0.94	1.06

OK

9.5 Verifiche SLE

Verifiche SLE palo

	Mp-testa	Hp max	Hp max/k	Mp max
SLE_qp	0	6	8	23
SLE_frequente	0	128	160	494
SLE_rara	0	213	266	823

Costante elastica - Matlock Reese $\alpha = M_p / H_p$ 3.09
 Coefficiente di gruppo k 0.8
 Taglio massimo palo (con coeff di gruppo) Hp max /k
 Momento elastico sul palo (con coeff di g Mp max = (Hp max /k) * α)

Per le verifiche a SLE oltre alle verifiche a fessurazione, si eseguono le verifiche sulle tensioni del calcestruzzo e acciaio, seguendo quanto indicato dalle istruzioni RFI e NTC. Si riporta il riferimento normativo e successivamente le verifiche.

2.5.1.8.3.2.1 Valori limite delle tensioni

Strutture in C.A.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- Per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- Per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

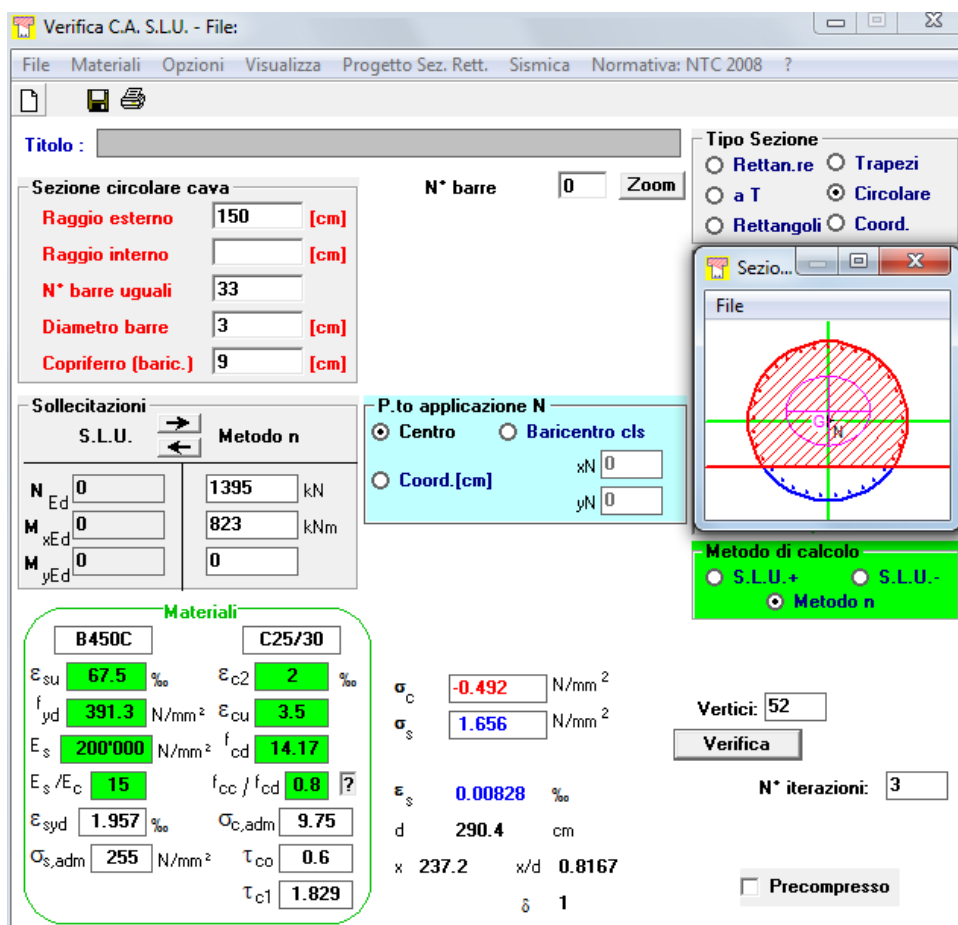
Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

SLE rara:

Si riporta di seguito la verifica eseguita per la combinazione agli stati limite di esercizio rara, quindi verificando sia le massime tensioni di compressione del calcestruzzo e di trazione dell'acciaio.

Minimo Sforzo normale e Massimo Momento



Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 150 [cm]
Raggio interno: _____ [cm]
N° barre uguali: 33
Diametro barre: 3 [cm]
Copriferro (baric.): 9 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sezio...

File

Sezione

Selecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 1395 kN
M_{xEd}: 0 823 kNm
M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

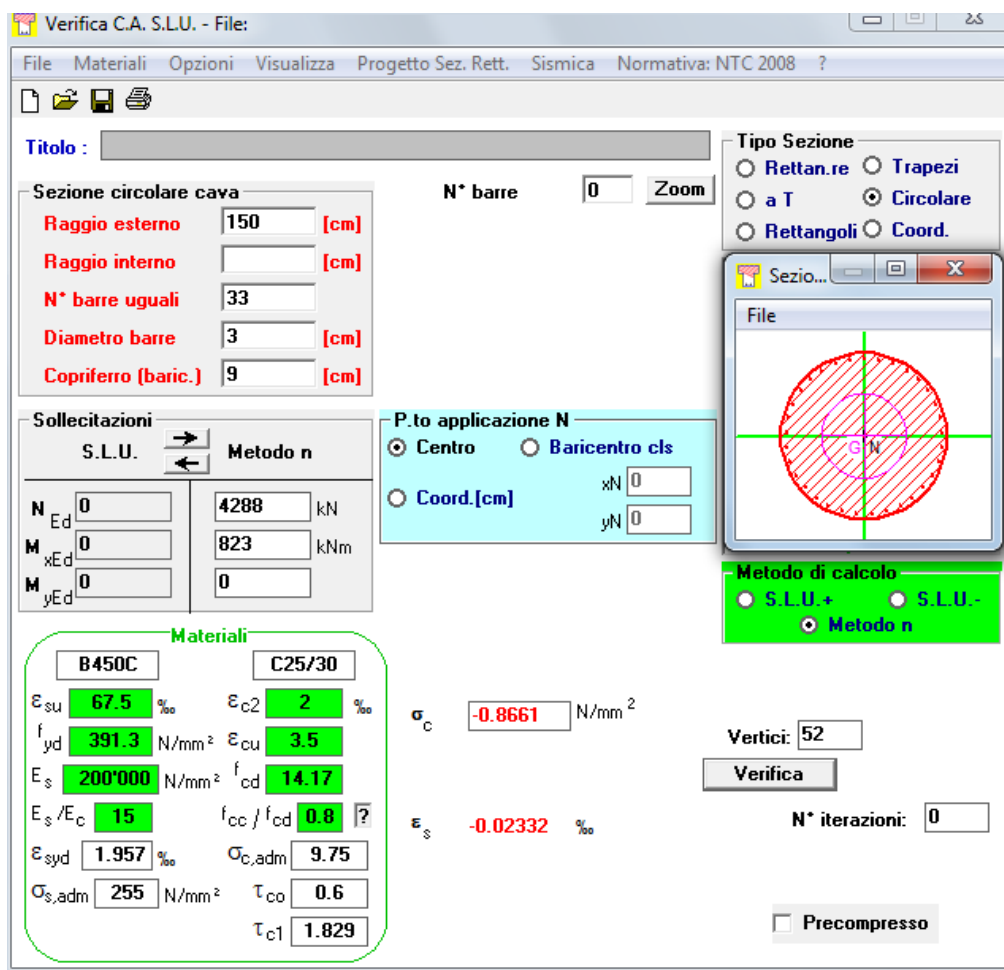
B450C		C25/30	
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm ²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200'000 N/mm ²	f_{cd}	14.17
E_s / E_c	15	f_{cc} / f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm ²	τ_{co}	0.6
		τ_{c1}	1.829

σ_c : -0.492 N/mm²
 σ_s : 1.656 N/mm²

ϵ_s : 0.00828 ‰
d: 290.4 cm
x: 237.2 x/d: 0.8167
 δ : 1

Vertici: 52
Verifica
N° iterazioni: 3
 Precompresso

Massimo Sforzo normale e Massimo Momento



Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 150 [cm]
Raggio interno: _____ [cm]
N° barre uguali: 33
Diametro barre: 3 [cm]
Copriferro (baric.): 9 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sez. ...

File

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 4288 kN
M_{xEd}: 0 823 kNm
M_{yEd}: 0 0

Materiali

B450C C25/30

ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 14.17
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8 ?
ε_{syd}: 1.957 ‰ σ_{c,adm}: 9.75
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6
τ_{c1}: 1.829

σ_c: -0.8661 N/mm²
ε_s: -0.02332 ‰

Vertici: 52
N° iterazioni: 0

Precompresso

Verifiche:

$$\sigma_c = 0.86 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 25 = 13.75 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 1.65 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO
→ VERIFICATO

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	206 di 225

Di seguito si riporta la verifica a fessurazione per la combinazione rara, considerando il caso di condizioni ambientali aggressive/molto aggressive ($w_{lim}=0.2\text{mm}$).

Section characteristic

Deck slab height	h=	150 cm
Cover from bars in tension	c=	9 cm
Effective height	d=	141 cm
Width	b=	150 cm
Cover from bars in compression	c'=	9 cm

Calculation of crack widths

The calculation of the crack width w_k , is calculated from expression 7.8 according to EN1992-1-1 §7.3.4

$$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

where:

$s_{r,max}$	is the maximum crack spacing
ϵ_{sm}	is the mean strain in the reinforcement under the relevant combination of loads, including effect of imposed deformations and taking into account the effects of tension stiffening. Only the additional tensile strain beyond the state of zero strain of the concrete at the same level is considered
ϵ_{cm}	is the mean strain in the concrete between cracks

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \left(1 + \alpha_e \rho_{p,eff} \right)}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

where:

stress in the tension reinforcements assuming a cracked section	$\sigma_s =$	1.65 N/mm ²	(SLS combination - cautelatively value)
Ratio E_s/E_{cm}	$\alpha_e =$	6.67	
Effective height of the concrete	$h_{c,eff} =$	22.50 cm	
Effective area of concrete in tension surrounding the reinforcements	$A_{c,eff} =$	3375 cm ²	
Factor dependent on the duration of the load	$k_t =$	0.4	
	$\rho_{p,eff} =$	0.01398	
	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} =$	-0.00037	< 0.00000
		→	0.00000

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff}$$

where:

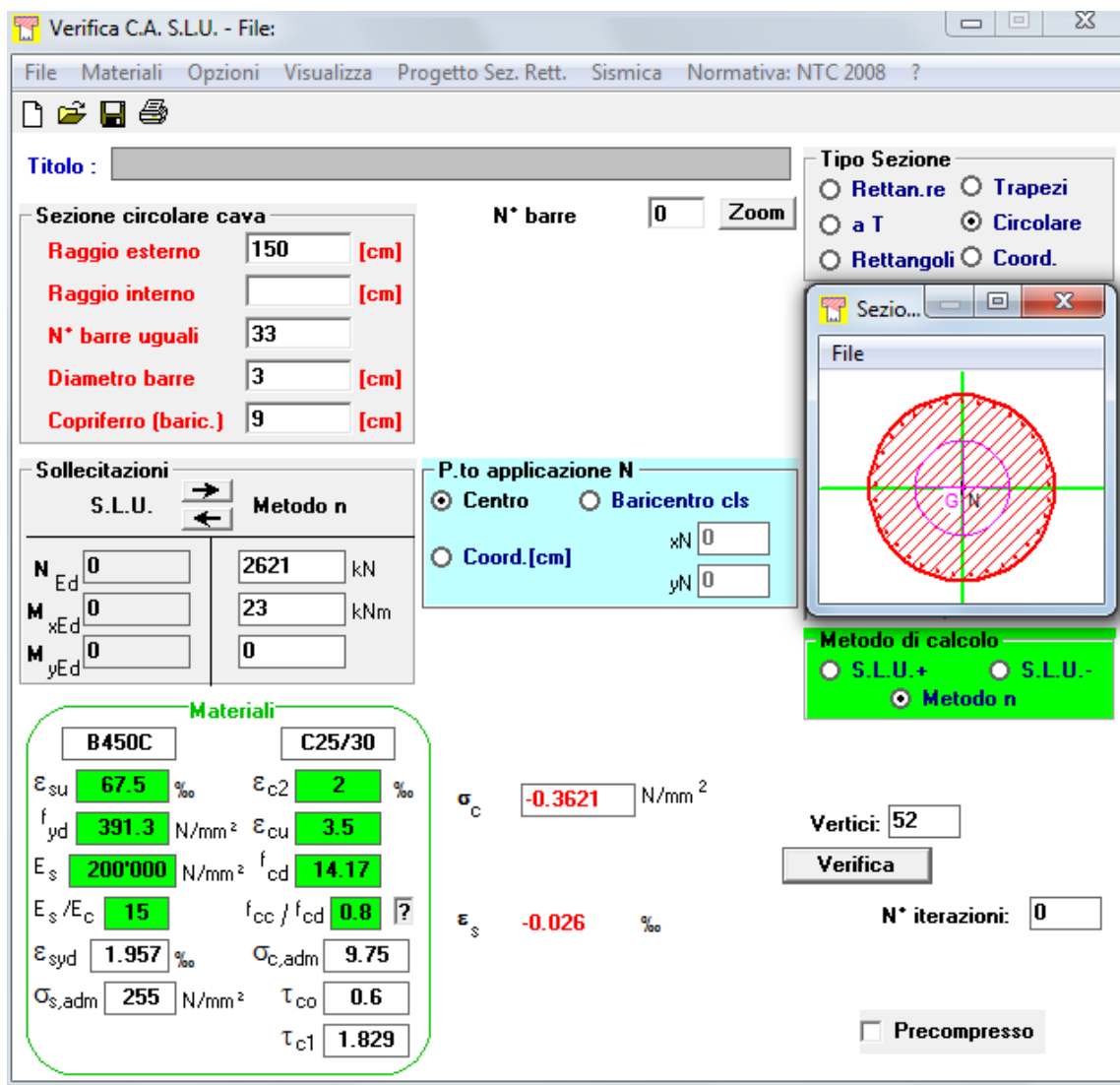
Bar diameter	$\Phi_{eq} =$	30 mm
	$K_1 =$	0.8
	$K_2 =$	0.5
	$K_3 =$	3.400 (BS NA EN 1992-1-1)
	$K_4 =$	0.425 (BS NA EN 1992-1-1)
	$s_{r,max} =$	619.76 mm

Crack width

$w_k =$	0.003 mm	
$w_{k,lim} =$	0.20 mm	OK!

SLE quasi permanente:

Si riporta di seguito la verifica per la combinazione agli stati limite di esercizio quasi permanente, quindi verificando solo le massime tensioni di compressione sul calcestruzzo.



Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Tipo Sezione

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

Sezione circolare cava

- Raggio esterno: 150 [cm]
- Raggio interno: [] [cm]
- N* barre uguali: 33
- Diametro barre: 3 [cm]
- Copriferro (baric.): 9 [cm]

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	2621	kN
M _{xEd}	0	23	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm] xN: 0, yN: 0

Metodo di calcolo

- S.L.U. +
- S.L.U. -
- Metodo n

Materiali

B450C		C25/30	
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm ²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200'000 N/mm ²	f_{cd}	14.17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm ²	τ_{co}	0.6
		τ_{c1}	1.829

σ_c -0.3621 N/mm²

ϵ_s -0.026 ‰

Vertici: 52

Verifica

N* iterazioni: 0

Precompresso

$$\sigma_c = 0.362 \text{ N/mm}^2 < 0.40 f_{ck} = 0.40 \times 25 = 10 \text{ N/mm}^2$$

➔ VERIFICATO

10 VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE – P20

10.1 Riepilogo carichi sui pali

	N_{min} (kN)	N_{max} (kN)	H_{max} (kN)
SLE Q.P.	2637	3195	11
SLE FREQUENTE	2372	3748	71
SLE RARA	2196	4185	117
SLU STR	1934	5414	170
SLV ($q = 1.5 - \gamma_{Rd} = 1.1$)	-2731	8074	1028

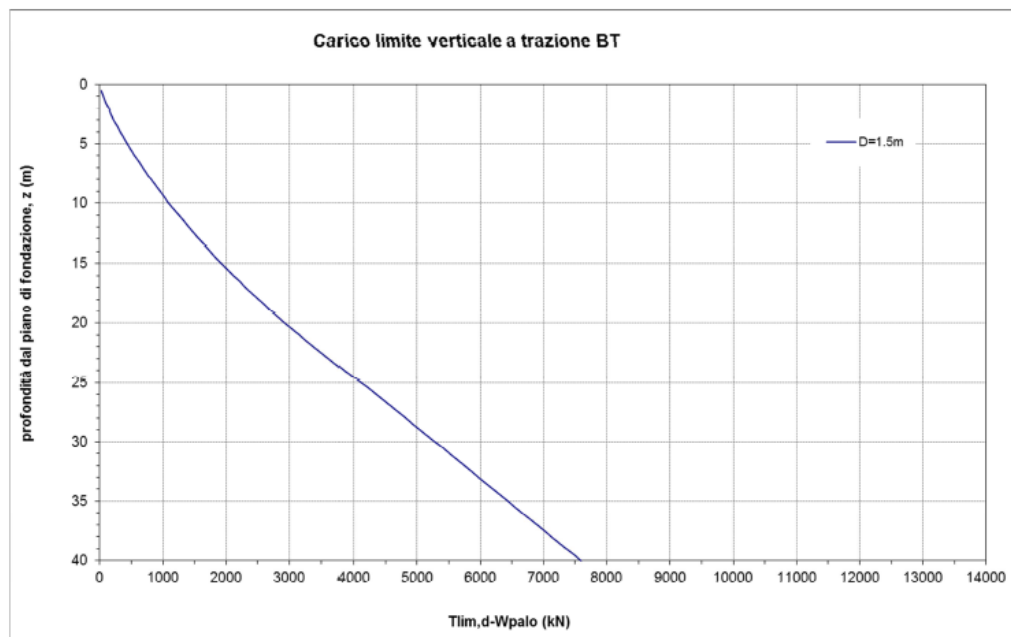
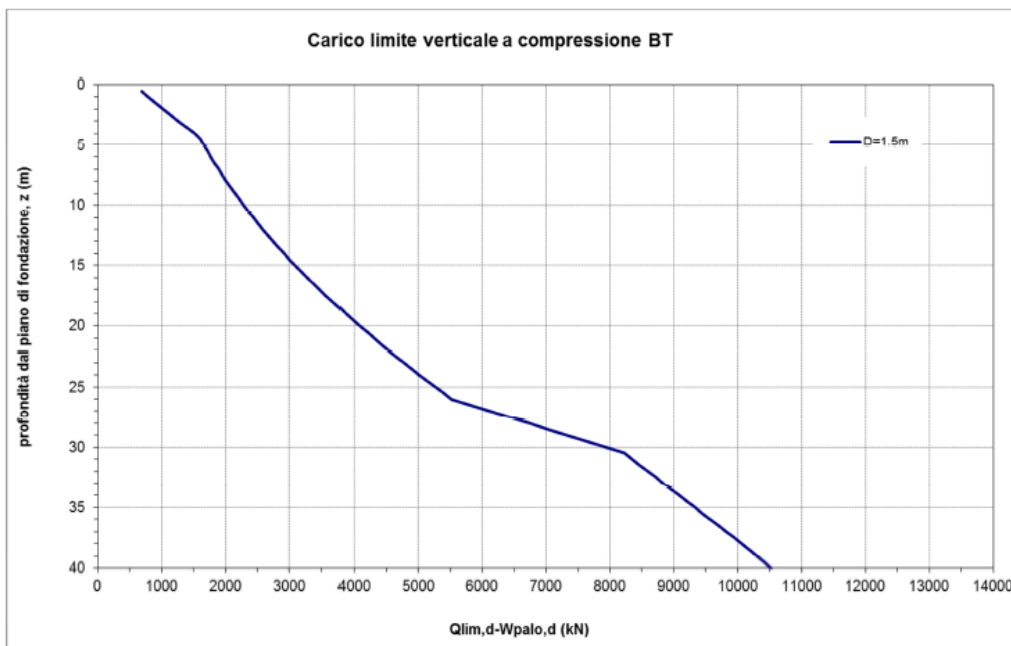
10.2 Verifica capacità portante verticale palo

Il carico totale viene confrontato con la curva di capacità portante. Le curve comprendono già il peso proprio del palo e partono dalla quota testa palo. Per le verifiche seguenti si useranno le sollecitazioni massime tra le combinazioni SLU e SLV (fattore di struttura 1.5 e coefficiente di sovraresistenza 1.1).

Opera	Binario	Pila	N_{min} (kN)	N_{max} (kN)	Lpalo (m)
VI02	Entrambi	P20	-2731	8074	40

VI02

Da P18 a SpB



RELAZIONE DI CALCOLO PILE

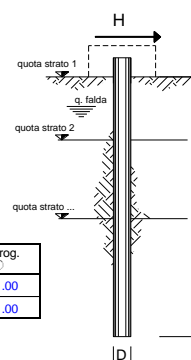
COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS2S 01 D 09 CL VI 02 05 002 A 210 di 225

10.3 Verifica palo per forze orizzontali

Viadotto	Binario	Opera	Pila/Spalla	γ_t	φ'	cu	n°vert	q.ta falda	Hsd	My	Hrd	c.r.
-	-	-	-	kN/m	°	kPa	-	m	kN	kNm	kN	-
VI02		Pile	Pila 20	20.5	32	-	2	0	1028	6253	1118	0.92

10.3.1 Capacità portante orizzontale (Broms)

coefficienti parziali		A		M		R
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ_f	γ_{cu}	γ_r
		γ_s	γ_d			
S1U	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	Parametri medi k_p (kPa)	c_u (kPa)	Parametri minimi φ (°)	k_p (kPa)	c_u (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	20.5	10.5	32	3.69		32	3.69	
□ strato 2						1.00			1.00	
□ strato 3						1.00			1.00	
□ strato 4						1.00			1.00	
□ strato 5						1.00			1.00	
□ strato 6						1.00			1.00	

Quota falda: 100.00 (m)
 Diametro del palo D: 1.50 (m)
 Lunghezza del palo L: 30.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo My: 6'253.24 (kNm)
 Step di calcolo: 0.01 (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio	H minimo
Palo lungo	2'999 (kN)	2'999 (kN)
Palo intermedio	18'236 (kN)	18'236 (kN)
Palo corto	69'201 (kN)	69'201 (kN)
H_{med}	2'999 (kN)	H_{min} 2'999 (kN)
$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{med}/\xi_4)$		1'817 (kN)
Coefficiente di gruppo palificata: $k =$		0.8 (-)
$H_d = (H_k/\gamma_r) \cdot k$		1'118 (kN)
Carico Assiale Permanente (G):	G =	1'028 (kN)
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0 (kN)
$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		1'028 (kN)
c.s. = $H_d / F_d =$		1.09 (-)
c.r. = $F_d / H_d =$		0.92 (-)

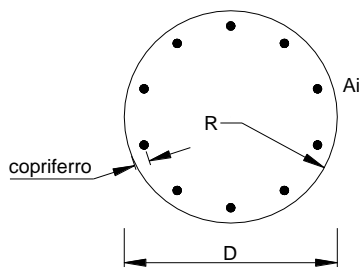
10.4 Resistenza strutturale

Per le verifiche seguenti si useranno le sollecitazioni massime tra le combinazioni SLU e SLV (fattore di struttura 1.5 e coefficiente di sovraresistenza 1.1).

Verifica Strutturale palo

	Mp-testa	Hp max	Hp max/k	Mp max	Mrd	c.s.(>1)
SLU	0	170	212.5	656.625	6253	9.5
SLV	0	1028	1285	3970.65	6253	1.6

Costante elastica - Matlock Reese $\alpha = M_p / H_p$ 3.09
 Coefficiente di gruppo k 0.8
 Taglio massimo palo (con coeff di gruppo) $H_p \max / k$
 Momento elastico sul palo (con coeff di g $M_p \max = (H_p \max / k) * \alpha$

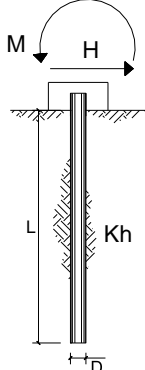


Armature

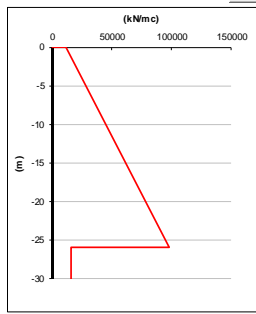
numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copri ferro (mm)
40	ϕ 30	28274.33	50

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	212 di 225



scala grafico



strati terreno	descrizione	quote (m)	k_h (kN/m ³)	n_h (kN/m ³)
p.c.=strato 1	Ls	0.00	11'667	5'000
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	Ag	-26.00	15'633	
<input type="checkbox"/> strato 3				
<input type="checkbox"/> strato 4				
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

Diametro del palo: 1.5 (m)

J palo: 0.24850 (m⁴)

Lunghezza del palo: 40 (m)

Forza orizzontale in testa: 1000 (kN)

Momento in testa: 0 (kNm)

E cls: 31476 (Mpa)

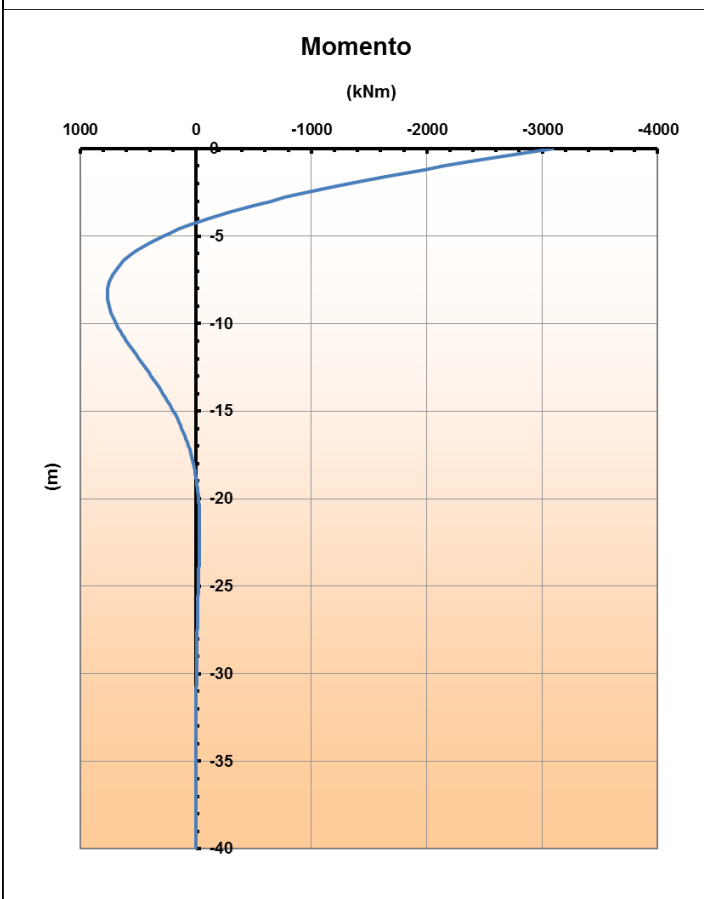
dimensione elementi: 0.2 (m)

palo impedito di ruotare

palo impedito di traslare

palo libero

Calcolo
(ctrl+v)



10.4.1 Taglio strutturale

Verifica a taglio elemento palo

d_{palo} =	150 cm	
f_{yd} =	39.13 kN/cm ²	
R_{ck} =	30 N/mm ²	
f_{ck} =	25 N/mm ²	
f_{cd} =	14.2 N/mm ²	1.42 kN/cm ²
α_c =	0.85	
γ =	1	

	cotθ	d [cm]	Armatura a taglio	(A_{sw}/s)	V_{Rsd}	V_{Rcd}	V_{Rd}	SLU	SLV	c.s.	V_{Rd}/T_{max}
				[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	T_{max} [kN]	T_{max} [kN]		
VI02 - Spalla A	1	117	Φ 16 / s= 10 cm	4.02	1660	4763	1660	213	1285	0.77	1.29

OK

10.5 Verifiche SLE

Verifiche SLE palo

	Mp-testa	Hp max	Hp max/k	Mp max
SLE_qp	0	11	14	42
SLE_frequente	0	71	89	274
SLE_rara	0	117	146	452

Costante elastica - Matlock Reese $\alpha = M_p / H_p$ 3.09
 Coefficiente di gruppo k 0.8
 Taglio massimo palo (con coeff di gruppo: Hp max /k
 Momento elastico sul palo (con coeff di g Mp max=(Hp max /k)* α

Per le verifiche a SLE oltre alle verifiche a fessurazione, si eseguono le verifiche sulle tensioni del calcestruzzo e acciaio, seguendo quanto indicato dalle istruzioni RFI e NTC. Si riporta il riferimento normativo e successivamente le verifiche.

2.5.1.8.3.2.1 Valori limite delle tensioni

Strutture in C.A.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- Per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- Per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

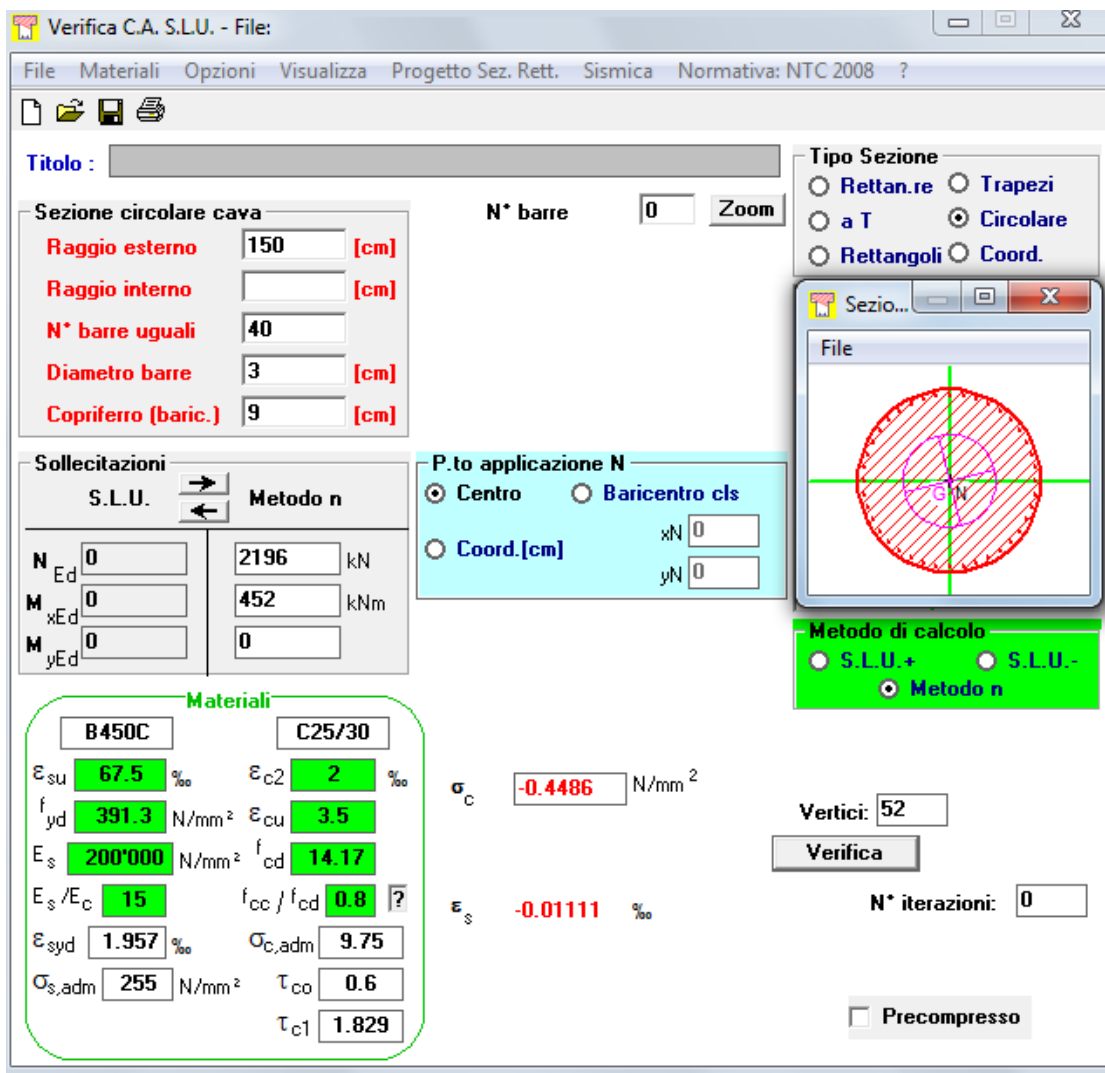
Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

SLE rara:

Si riporta di seguito la verifica eseguita per la combinazione agli stati limite di esercizio rara, quindi verificando sia le massime tensioni di compressione del calcestruzzo e di trazione dell'acciaio.

Minimo Sforzo normale e Massimo Momento



Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sezione circolare cava
 Raggio esterno: 150 [cm]
 Raggio interno: [] [cm]
 N° barre uguali: 40
 Diametro barre: 3 [cm]
 Copriferro (baric.): 9 [cm]

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed}: 0 2196 kN
 M_{xEd}: 0 452 kNm
 M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

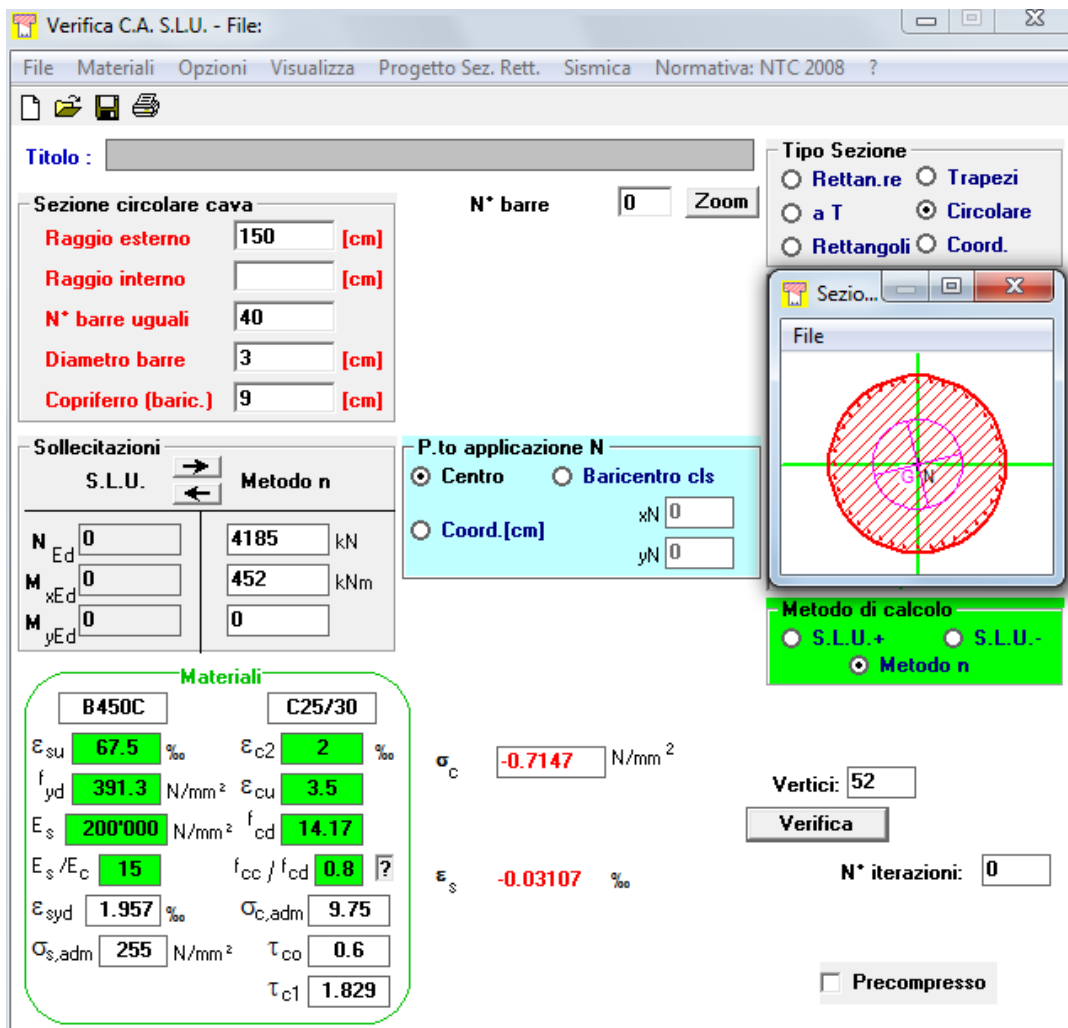
Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
 E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 14.17
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8 ?
 ε_{syd}: 1.957 ‰ σ_{c,adm}: 9.75
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6
 τ_{c1}: 1.829

σ_c: -0.4486 N/mm²
 ε_s: -0.01111 ‰

Vertici: 52
 Verifica
 N° iterazioni: 0
 Precompresso

Massimo Sforzo normale e Massimo Momento



Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 150 [cm]
Raggio interno: _____ [cm]
N° barre uguali: 40
Diametro barre: 3 [cm]
Copriferro [baric.]: 9 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sez. ...

File

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 4185 kN
M_{xEd} 0 452 kNm
M_{yEd} 0 0

Materiali

B450C C25/30

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 9.75
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
τ_{c1} 1.829

σ_c -0.7147 N/mm²
ε_s -0.03107 ‰

Vertici: 52
Verifica
N° iterazioni: 0
 Precompresso

Verifiche:

$$\sigma_c = 0.715 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 25 = 13.75 \text{ N/mm}^2$$

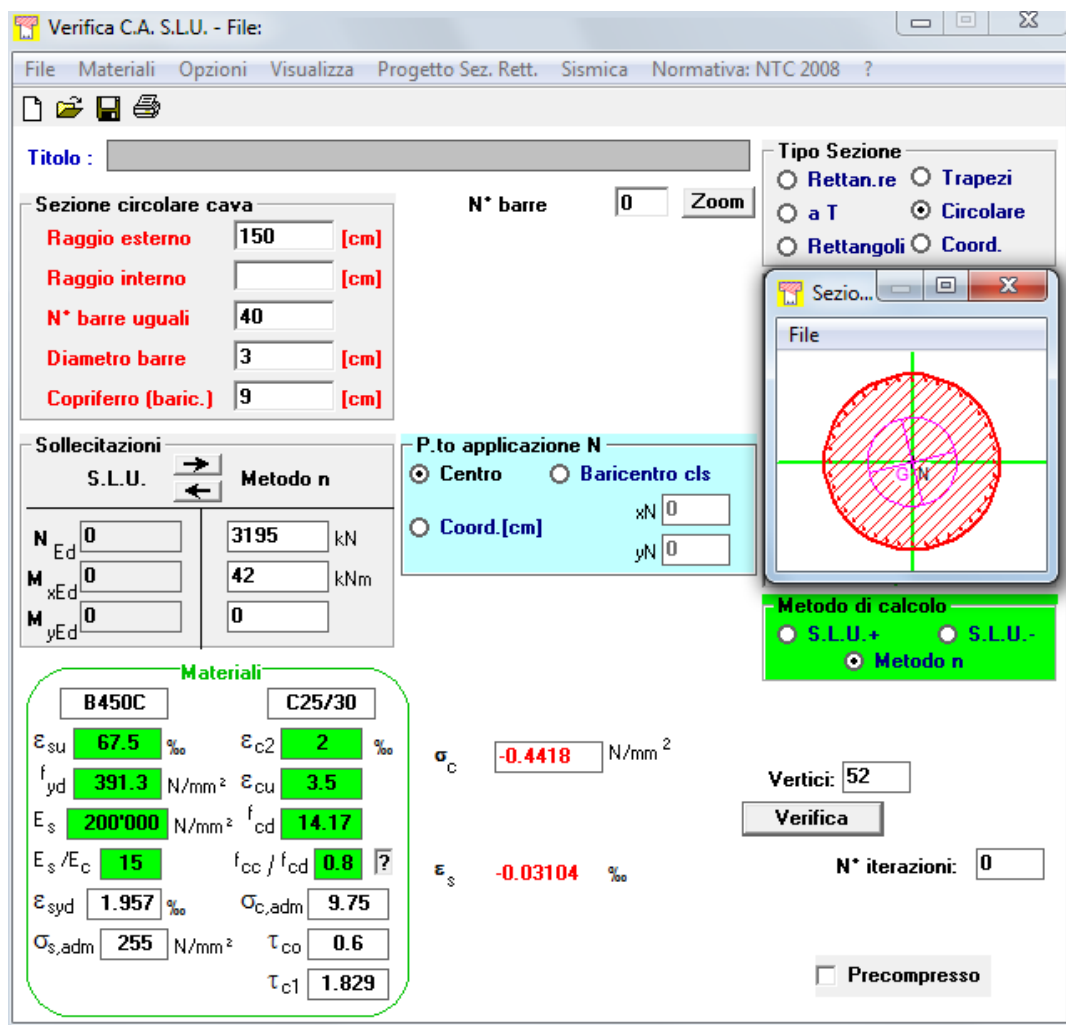
$$\sigma_s = 0 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO
→ VERIFICATO

Essendo la sezione interamente compressa in queste condizioni di carico non è necessario verificare l'apertura delle fessure.

SLE quasi permanente:

Si riporta di seguito la verifica per la combinazione agli stati limite di esercizio quasi permanente, quindi verificando solo le massime tensioni di compressione sul calcestruzzo.



Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 150 [cm]
Raggio interno: _____ [cm]
N° barre uguali: 40
Diametro barre: 3 [cm]
Copriferro (baric.): 9 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 3195 kN
M_{xEd}: 0 42 kNm
M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C25/30
ε _{su} : 67.5 ‰	ε _{c2} : 2 ‰
f _{yd} : 391.3 N/mm ²	ε _{cu} : 3.5 ‰
E _s : 200'000 N/mm ²	f _{cd} : 14.17
E _s /E _c : 15	f _{cc} /f _{cd} : 0.8
ε _{syd} : 1.957 ‰	σ _{c,adm} : 9.75
σ _{s,adm} : 255 N/mm ²	τ _{co} : 0.6
	τ _{c1} : 1.829

σ_c: -0.4418 N/mm²
ε_s: -0.03104 ‰

Vertici: 52
Verifica
N° iterazioni: 0
 Precompresso

$$\sigma_c = 0.442 \text{ N/mm}^2 < 0.40 f_{ck} = 0.40 \times 25 = 10 \text{ N/mm}^2$$

➔ VERIFICATO

11 VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE – P21

11.1 Riepilogo carichi sui pali

	N_{min} (kN)	N_{max} (kN)	H_{max} (kN)
SLE Q.P.	3438	3738	5
SLE FREQUENTE	3246	4441	102
SLE RARA	3213	4987	174
SLU STR	3150	6290	253
SLV ($q = 1.5 - \gamma_{Rd} = 1.1$)	-1380	7560	1010

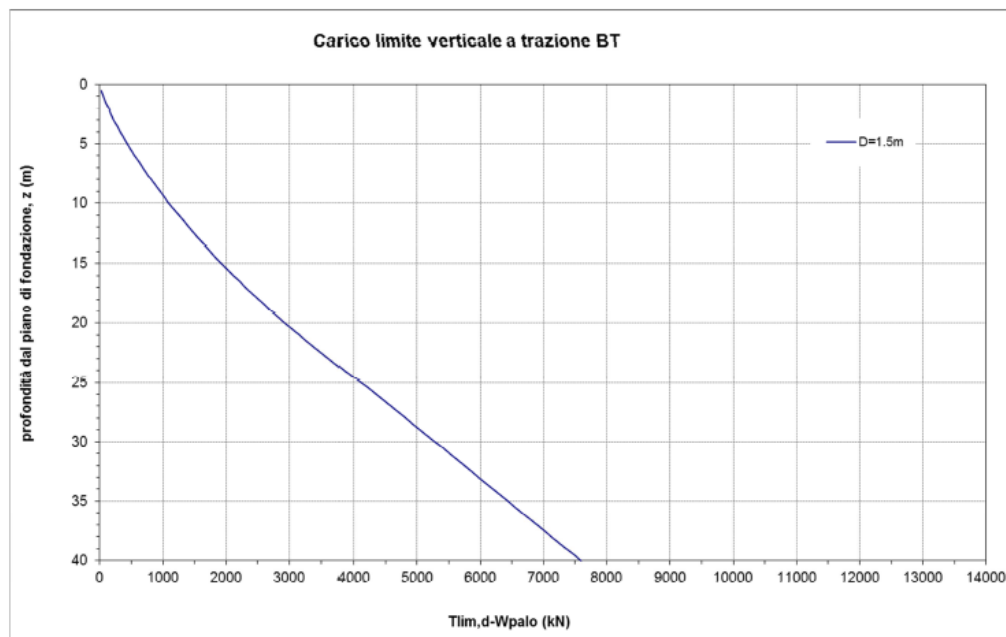
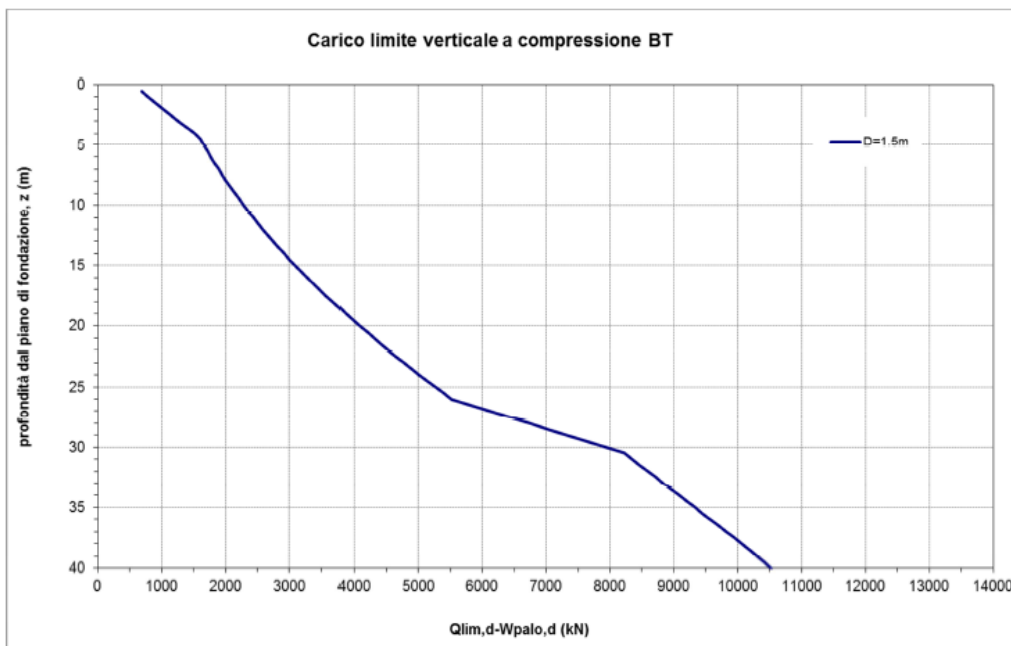
11.2 Verifica capacità portante verticale palo

Il carico totale viene confrontato con la curva di capacità portante. Le curve comprendono già il peso proprio del palo e partono dalla quota testa palo. Per le verifiche seguenti si useranno le sollecitazioni massime tra le combinazioni SLU e SLV (fattore di struttura 1.5 e coefficiente di sovraresistenza 1.1).

Opera	Binario	Pila	N_{min} (kN)	N_{max} (kN)	Lpalo (m)
VI02	Entrambi	P21	-1380	7560	40

VI02

Da P18 a SpB



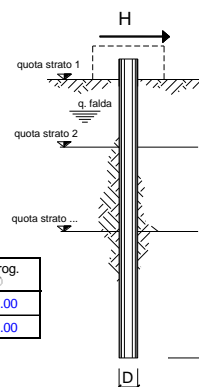
11.3 Verifica palo per forze orizzontali

Viadotto	Binario	Opera	Pila/Spalla	γ_t	φ'	cu	n°vert	q.ta falda	Hsd	My	Hrd	c.r.
-	-	-	-	kN/m	°	kPa	-	m	kN	kNm	kN	-
VI02		Pile	Pila 21	20.5	32	-	2	0	1010	6253	1118	0.90

11.3.1 Capacità portante orizzontale (Broms)

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_{φ}	γ_{cu}	γ_T
			γ_G	γ_Q			
S.U.	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	●	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		○	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		○	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	Parametri medi		Parametri minimi	
						k_p	c_u (kPa)	φ (°)	k_p
p.c.=strato 1		100.00	20.5	10.5	32	3.69		32	3.69
strato 2						1.00			1.00
strato 3						1.00			1.00
strato 4						1.00			1.00
strato 5						1.00			1.00
strato 6						1.00			1.00

Quota falda 100.00 (m)
 Diametro del palo D 1.50 (m)
 Lunghezza del palo L 30.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo My 6'253.24 (kNm)
 Step di calcolo 0.01 (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctr+tr)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	2'999 (kN)		2'999 (kN)	
Palo intermedio	18'236 (kN)		18'236 (kN)	
Palo corto	69'201 (kN)		69'201 (kN)	
	H_{med} 2'999 (kN)	Palo lungo	H_{min} 2'999 (kN)	Palo lungo
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$		1'817 (kN)	
	Coefficiente di gruppo palificata:	k =	0.8 (-)	
	$H_d = (H_k/\gamma_T) \cdot k$		1'118 (kN)	
	Carico Assiale Permanente (G):	G =	1'010 (kN)	
	Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0 (kN)	
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		1'010 (kN)	
	c.s. = $H_d / F_d =$		1.11 (-)	

11.4 Resistenza strutturale

Per le verifiche seguenti si useranno le sollecitazioni massime tra le combinazioni SLU e SLV (fattore di struttura 1.5 e coefficiente di sovraresistenza 1.1).

Verifica Strutturale palo

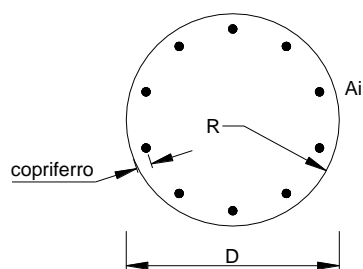
	Mp-testa	Hp max	Hp max/k	Mp max	Mrd	c.s.(>1)
SLU	0	253	316.25	977.2125	6253	6.4
SLV	0	1010	1262.5	3901.125	6253	1.6

Costante elastica - Matlock Reese $\alpha = M_p / H_p$ 3.09

Coefficiente di gruppo k 0.8

Taglio massimo palo (con coeff di gruppo) $H_p \max / k$

Momento elastico sul palo (con coeff di g $M_p \max = (H_p \max / k) * \alpha$

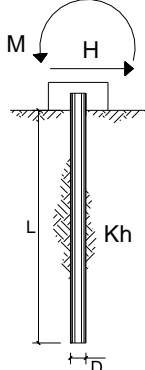


Armature

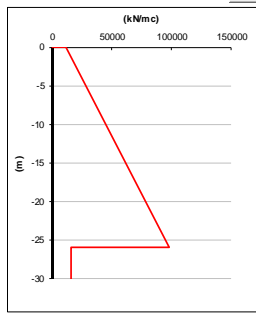
numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
40	ϕ 30	28274.33	50

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 09 CL	VI 02 05 002	A	221 di 225



scala grafico



strati terreno	descrizione	quote (m)	k_h (kN/m ³)	n_h (kN/m ³)
p.c.=strato 1	LS	0.00	11'667	5'000
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	Ag	-26.00	15'633	
<input type="checkbox"/> strato 3				
<input type="checkbox"/> strato 4				
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

Diametro del palo: 1.5 (m)

J palo: 0.24850 (m⁴)

Lunghezza del palo: 40 (m)

Forza orizzontale in testa: 1000 (kN)

Momento in testa: 0 (kNm)

E cls: 31476 (Mpa)

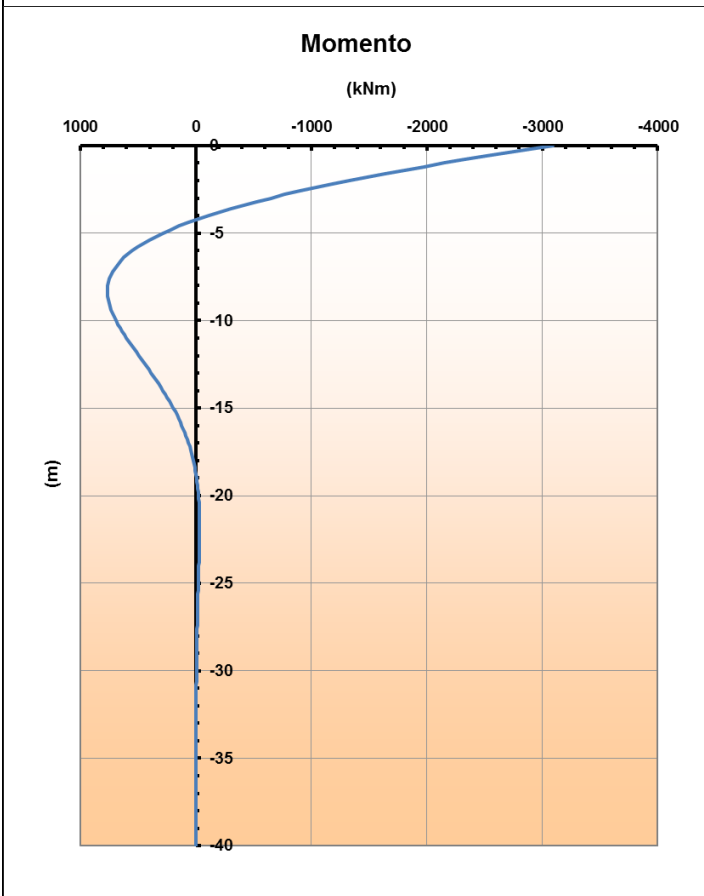
dimensione elementi: 0.2 (m)

palo impedito di ruotare

palo impedito di traslare

palo libero

Calcolo
(ctrl+v)



11.4.1 Taglio strutturale

Verifica a taglio elemento palo

d_{palo} =	150 cm	
f_{yd} =	39.13 kN/cm ²	
R_{ck} =	30 N/mm ²	
f_{ck} =	25 N/mm ²	
f_{cd} =	14.2 N/mm ²	1.42 kN/cm ²
α_c =	0.85	
γ =	1	

	cotθ	d [cm]	Armatura a taglio	(A_{sw}/s)	V_{Rsd}	V_{Rcd}	V_{Rd}	SLU	SLV	c.s.	V_{Rd}/T_{max}
				[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	T_{max}	T_{max}		
VI02 - Spalla A	1	117	Φ 16 / s= 10 cm	4.02	1660	4763	1660	316	1263	0.76	1.31

OK

11.5 Verifiche SLE

Verifiche SLE palo

	Mp-testa	Hp max	Hp max/k	Mp max
SLE_qp	0	5	6	19
SLE_frequente	0	102	128	394
SLE_rara	0	174	218	672

Costante elastica - Matlock Reese $\alpha = M_p / H_p$ 3.09
 Coefficiente di gruppo k 0.8
 Taglio massimo palo (con coeff di gruppo) Hp max /k
 Momento elastico sul palo (con coeff di g Mp max = (Hp max /k) * α)

Per le verifiche a SLE oltre alle verifiche a fessurazione, si eseguono le verifiche sulle tensioni del calcestruzzo e acciaio, seguendo quanto indicato dalle istruzioni RFI e NTC. Si riporta il riferimento normativo e successivamente le verifiche.

2.5.1.8.3.2.1 Valori limite delle tensioni

Strutture in C.A.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- Per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- Per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

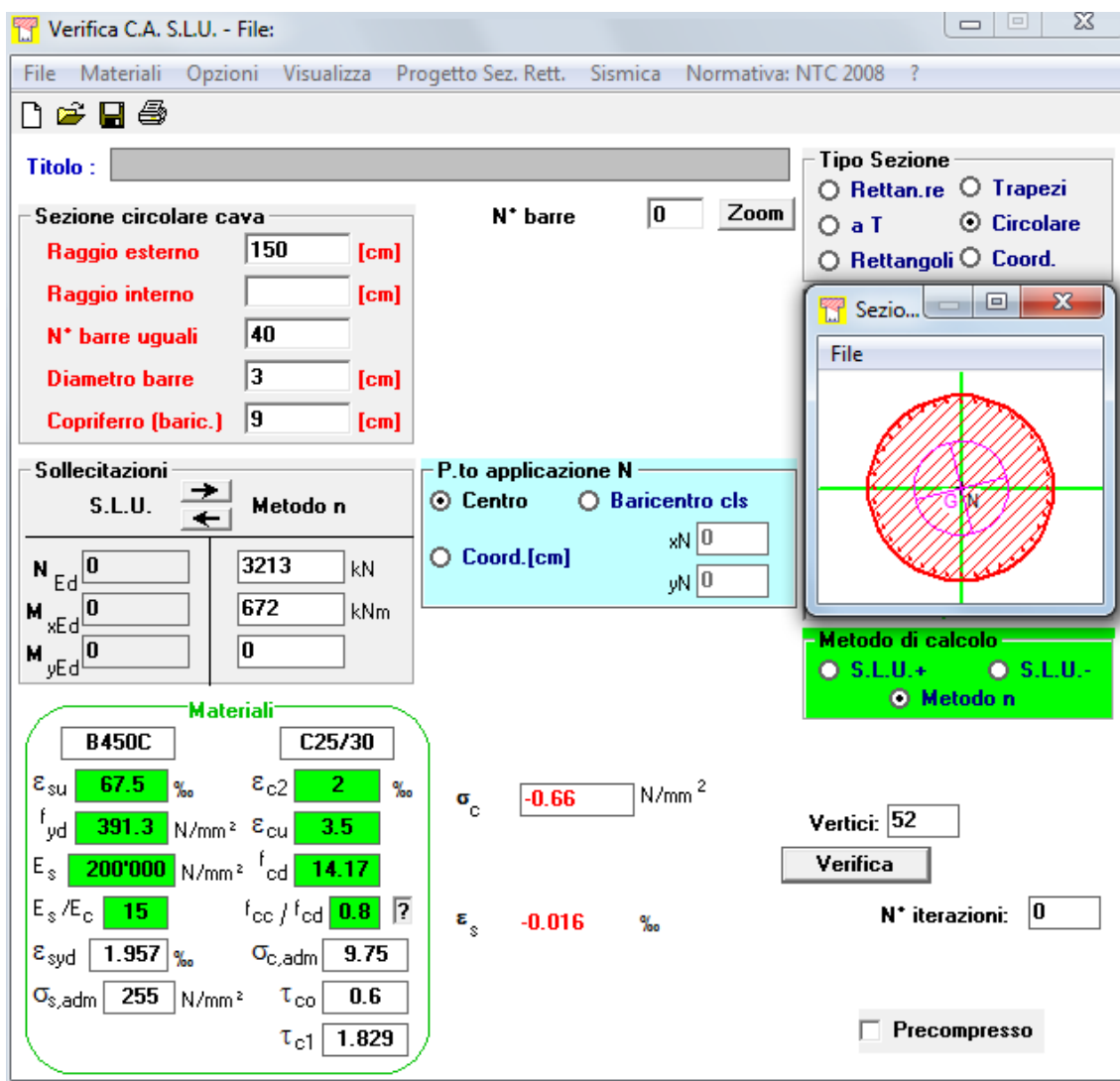
Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

SLE rara:

Si riporta di seguito la verifica eseguita per la combinazione agli stati limite di esercizio rara, quindi verificando sia le massime tensioni di compressione del calcestruzzo e di trazione dell'acciaio.

Minimo Sforzo normale e Massimo Momento



Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Tipo Sezione

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 150 [cm]
Raggio interno: [] [cm]
N° barre uguali: 40
Diametro barre: 3 [cm]
Copriferro (baric.): 9 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 3213 kN
M_{xEd}: 0 672 kNm
M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

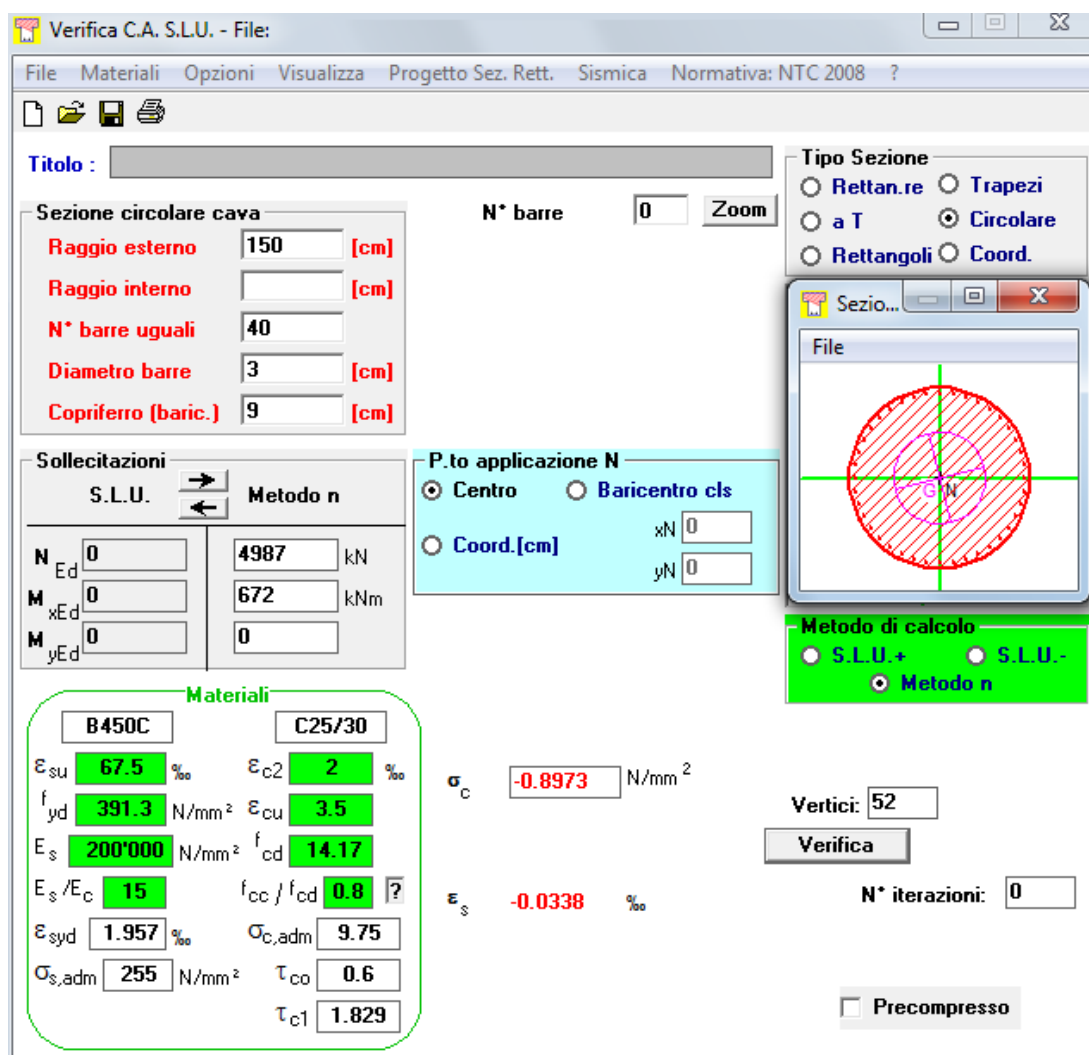
Materiali

B450C		C25/30	
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm ²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200'000 N/mm ²	f_{cd}	14.17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8 ?
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm ²	τ_{co}	0.6
		τ_{c1}	1.829

σ_c : -0.66 N/mm²
 ϵ_s : -0.016 ‰

Vertici: 52
Verifica
N° iterazioni: 0
 Precompresso

Massimo Sforzo normale e Massimo Momento



The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. Key parameters and results are as follows:

- Sezione circolare cava:** Raggio esterno: 150 [cm], Raggio interno: [] [cm], N° barre uguali: 40, Diametro barre: 3 [cm], Copriferro (baric.): 9 [cm].
- Tipologia:** Tipo Sezione: Circolare (selected).
- Carichi:** Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n. N_{Ed}: 0, M_{xEd}: 0, M_{yEd}: 0. Applied loads: 4987 kN, 672 kNm, 0.
- Materiali:** B450C, C25/30. Properties: ϵ_{su} : 67.5 ‰, f_{yd} : 391.3 N/mm², E_s : 200'000 N/mm², E_s/E_c : 15, ϵ_{syd} : 1.957 ‰, $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm², ϵ_{c2} : 2 ‰, ϵ_{cu} : 3.5 ‰, f_{cd} : 14.17, f_{cc}/f_{cd} : 0.8, $\sigma_{c,adm}$: 9.75, τ_{co} : 0.6, τ_{c1} : 1.829.
- Calcolo:** Metodo di calcolo: Metodo n. σ_c : -0.8973 N/mm², ϵ_s : -0.0338 ‰.
- Altri:** Vertici: 52, N° iterazioni: 0, Precompresso: [] (unchecked).

Verifiche:

$$\sigma_c = 0.897 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 25 = 13.75 \text{ N/mm}^2$$

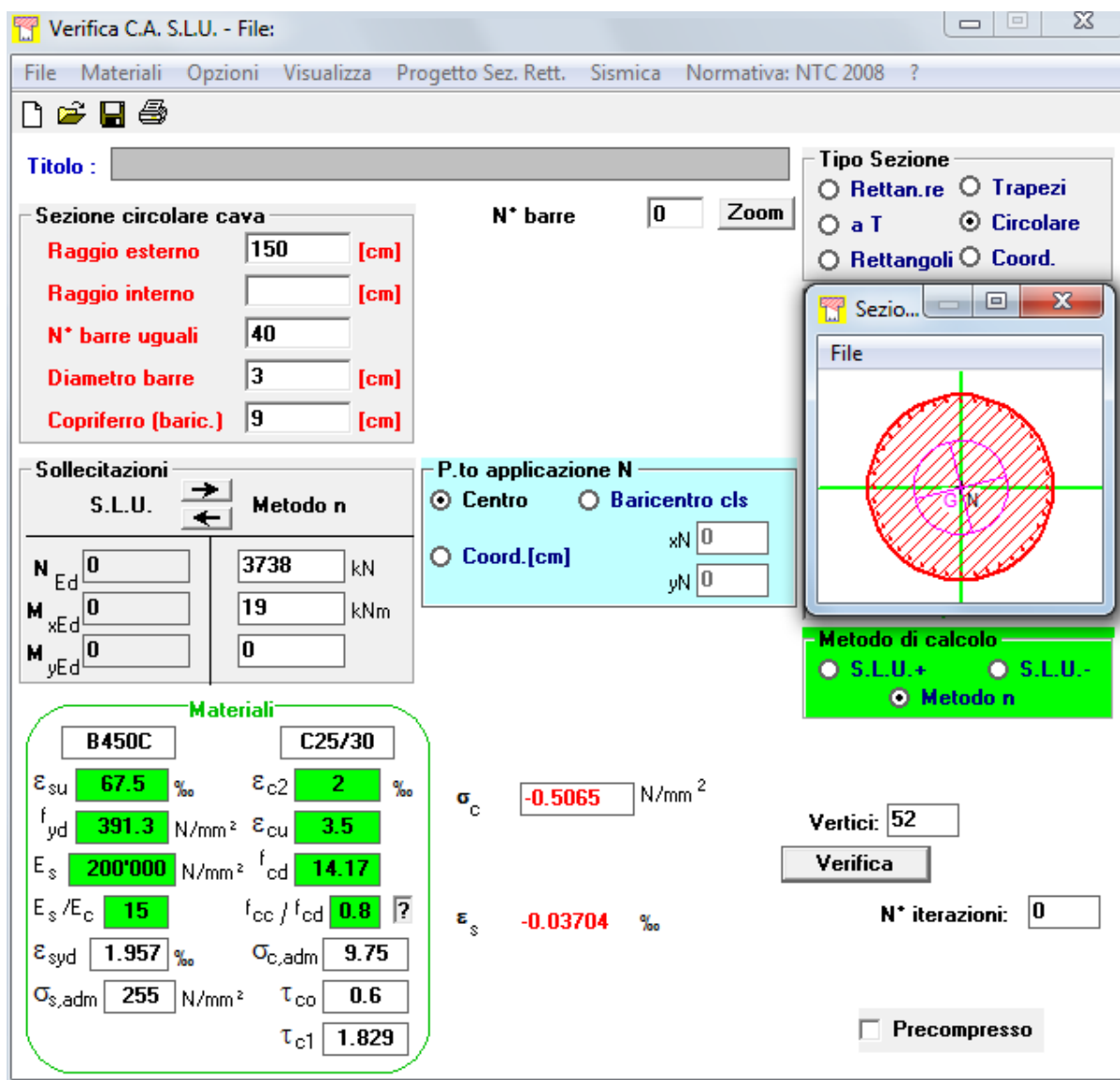
$$\sigma_s = 0 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO
→ VERIFICATO

Essendo la sezione interamente compressa in queste condizioni di carico non è necessario verificare l'apertura delle fessure.

SLE quasi permanente:

Si riporta di seguito la verifica per la combinazione agli stati limite di esercizio quasi permanente, quindi verificando solo le massime tensioni di compressione sul calcestruzzo.



The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface with the following data and settings:

- Sezione circolare cava:** Raggio esterno: 150 [cm], Raggio interno: [] [cm], N° barre uguali: 40, Diametro barre: 3 [cm], Copriferro (baric.): 9 [cm].
- Sollecitazioni:** Metodo n, N_{Ed}: 0, M_{xEd}: 0, M_{yEd}: 0, 3738 kN, 19 kNm, 0.
- Materiali:** B450C, C25/30. ε_{su}: 67.5 ‰, f_{yd}: 391.3 N/mm², E_s: 200'000 N/mm², E_s/E_c: 15, ε_{syd}: 1.957 ‰, σ_{s,adm}: 255 N/mm². ε_{c2}: 2 ‰, ε_{cu}: 3.5 ‰, f_{cd}: 14.17, f_{cc}/f_{cd}: 0.8, σ_{c,adm}: 9.75, τ_{co}: 0.6, τ_{c1}: 1.829.
- P.to applicazione N:** Centro (selected), Baricentro cls, Coord.[cm].
- Metodo di calcolo:** S.L.U.+ (selected), S.L.U.-, Metodo n.
- Results:** σ_c: -0.5065 N/mm², ε_s: -0.03704 ‰.
- Other settings:** Vertici: 52, N° iterazioni: 0, Precompresso: [].

$$\sigma_c = 0.442 \text{ N/mm}^2 < 0.40 f_{ck} = 0.40 \times 25 = 10 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO