

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## S.O. OPERE CIVILI

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

### LINEA POTENZA-METAPONTO INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA

OOCC

VIADOTTI FERROVIARI

VI12 – Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2

SCALA:

-


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

I A 9 5    1 3    R    0 9    C L    V I 1 2 0 0    0 0 1    B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	G. Grimaldi	Settembre 2021	A. Ferri	Settembre 2021	I. D'Amore	Settembre 2021	A. Vitozzi Dicembre 2021
B	Emissione esecutiva	M. Latini	Dicembre 2021	A. Ferri	Dicembre 2021	I. D'Amore	Dicembre 2021	 U.O. Opere e Manutenzione delle Ferrovie dello Stato Italiane Dist. Int. Alfa della Direzione Provinciale di Roma Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n° A20783


File: IA9513R09CLVI1200001B

n. Elab.:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA POTENZA-METAPONTO</b> <b>INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA</b> <b>INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2	COMMESSA <b>IA95</b>	LOTTO <b>13 R 09</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1200 001</b>	REV. <b>B</b>

## INDICE

1.	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	3
2.	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	6
2.1	Normative .....	6
2.2	Elaborati di riferimento.....	6
3.	MATERIALI.....	7
3.1	Calcestruzzo per fusto pila e pulvino.....	7
3.2	Calcestruzzo per plinto e pali.....	7
3.3	Acciaio per barre di armature .....	7
4.	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	8
5.	MODELLI DI ANALISI E VERIFICA.....	10
5.1	Sistemi di riferimento ed unità di misura.....	10
6.	ANALISI DEI CARICHI.....	11
6.1	Permanenti strutturali e non (G1 e G2).....	11
6.2	Carichi da traffico verticali (Q1).....	11
6.3	Effetti dinamici .....	13
6.4	Disposizione treni di carico .....	13
6.5	Carichi da traffico orizzontali .....	14
6.5.1	Forza centrifuga (Q4) .....	14
6.5.2	Serpeggio.....	15
6.5.3	Frenatura ed avviamento (Q3).....	15
6.5.4	Forza d'attrito (Q8) .....	15
6.6	Azione del Vento (Q5).....	16
6.7	Riepilogo dei carichi orizzontali elementari .....	16
6.8	Azione Sismica (E) .....	17
6.8.1	Inquadramento Sismico.....	17
6.8.2	Definizione della domanda sismica.....	17
6.8.3	Calcolo dell'azione Sismica.....	18
7.	COMBINAZIONI DI CARICO .....	19
7.1	Sollecitazione base pila.....	20
7.2	Sollecitazione intradosso fondazione.....	20
8.	VERIFICA ALLO SPICCATO DEL FUSTO .....	21
8.1	Verifica a presso flessione .....	21
9.	PALI DI FONDAZIONE .....	29

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA POTENZA–METAPONTO</b> <b>INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO–</b> <b>BERNALDA</b> <b>INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2	COMMESSA <b>IA95</b>	LOTTO <b>13 R 09</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1200 001</b>	REV. <b>B</b>

## 1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Oggetto della presente relazione è il predimensionamento delle pile del viadotto ferroviario, a singolo binario, *VII2*. In particolare, si analizza la pila *P01*.

Il *VII2* si sviluppa dal km 17+351,100 al km 18+204,100 della *Tratta Salandra – Ferrandina* per complessivi 853,00 m.

Il viadotto è costituito da:

- n° 1 campate isostatiche a singolo binario in carpenteria metallica di portata teorica pari a 53.20 m (interasse pile 55 m);
- n° 32 campate isostatiche a singolo binario in c.a.p. di portata teorica pari a 22.80 m (interasse pile 25 m).

L'impalcato in carpenteria metallica è costituito da una vasca portaballast in acciaio con nervature saldate a T e da traversi in composizione saldata di altezza pari a 0.80 m. Le nervature sono vincolate all'estradosso dei traversi tramite bullonature. La struttura reticolare ha un'altezza pari a 8.50 m ed un interasse delle pareti di 5.50 m.

L'impalcato in c.a.p. è costituito da n° 2 travi a cassoncino prefabbricate di altezza 2.10 m (precompressione a fili aderenti), solidarizzate da 4 traversi (2 sull'asse appoggi e 2 in campata) prefabbricati insieme alle travi (precompressione con trefoli post-tesi) e da una soletta in c.a. gettata in opera, di spessore variabile da un minimo di 31 cm ad un massimo di 37 cm in corrispondenza dell'asse viadotto.

La pila in esame, su cui poggia un impalcato in c.a.p. ed uno in carpenteria metallica, presenta un fusto a sezione cava in c.a., stonato alle estremità, di dimensioni esterne pari a 3.40 m x 8.60 m su cui grava un pulvino, di spessore pari a 2.00 m e dimensioni pari a quelle del fusto. La fondazione è costituita da una platea di spessore pari a 3.00 m, di dimensioni 11.50 m x 16.00 m, fondata su 12 pali  $\phi$  1500 ad interasse 4.50 m. L'altezza complessiva della pila, misurata da estradosso fondazione a estradosso pulvino, è pari a 4.50 m.

Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13 R 09	CL	VI1200 001	B	4 di 31

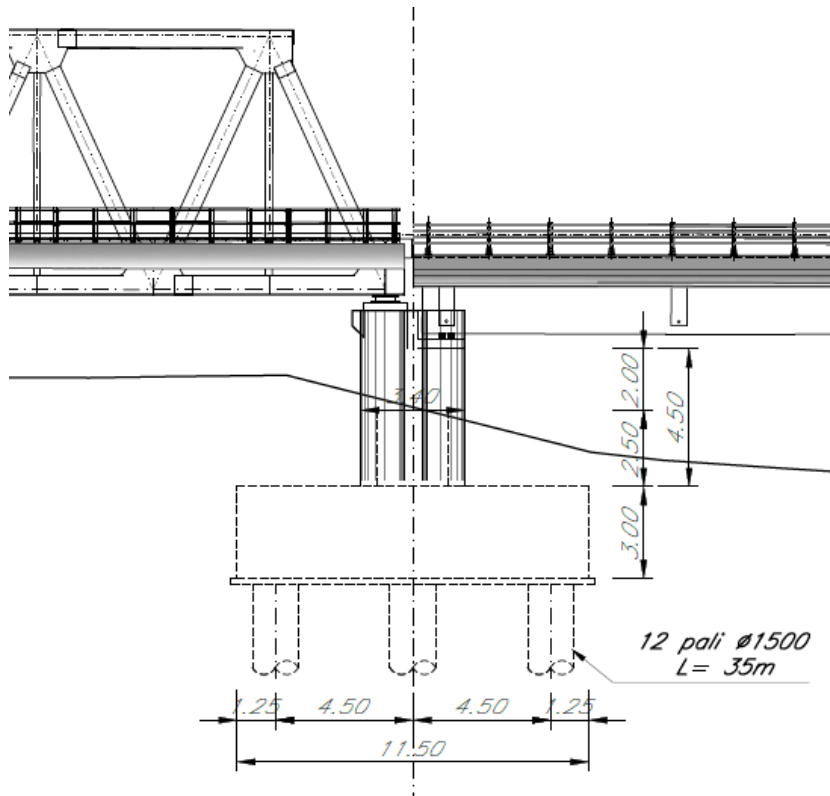


Figura 1 – Prospetto longitudinale pila

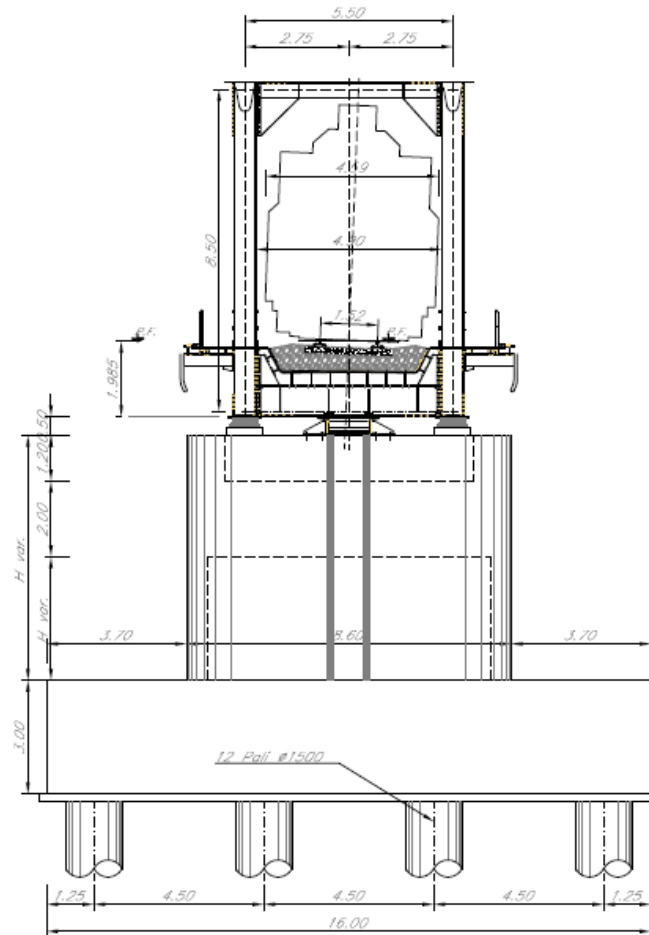


Figura 2 – Sezione trasversale pila H=4.50 m

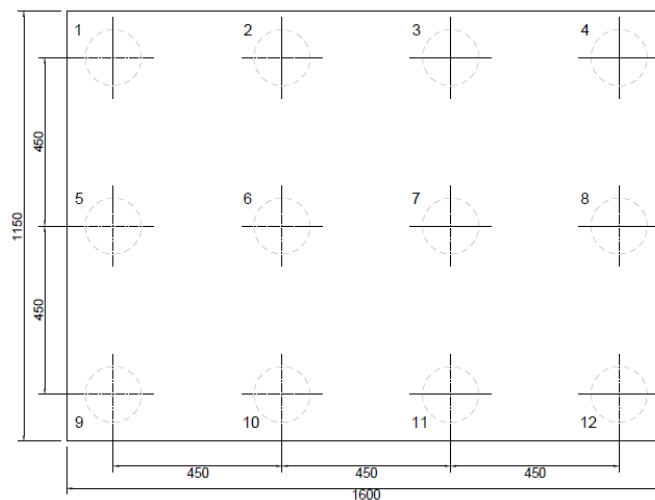


Figura 3 – Disposizione dei pali di fondazione

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA POTENZA–METAPONTO</b> <b>INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO–</b> <b>BERNALDA</b> <b>INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2	COMMESSA <b>IA95</b>	LOTTO <b>13 R 09</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1200 001</b>	REV. <b>B</b>

## 2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Normative

Sono state prese a riferimento le seguenti Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento:

- [1] *Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 Gennaio 2018 – Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;*
- [2] *Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018;*
- [3] *RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture (31 Dicembre 2020);*
- [4] *RFI DTC SI CS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale (31 Dicembre 2020);*
- [5] *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 Maggio 2019.*

### 2.2 Elaborati di riferimento

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza.

### 3. MATERIALI

#### 3.1 Calcestruzzo per fusto pila e pulvino

##### Classe C32/40

Rck =	40,00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
fck = 0,83 Rck =	32,00	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica


#### 3.2 Calcestruzzo per plinto e pali

##### Classe C25/30

Rck =	30,00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
fck = 0,83 Rck =	25,00	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica

#### 3.3 Acciaio per barre di armature

##### B450C

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA POTENZA–METAPONTO</b> <b>INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO–</b> <b>BERNALDA</b> <b>INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2	COMMESSA <b>IA95</b>	LOTTO <b>13 R 09</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1200 001</b>	REV. <b>B</b>

#### 4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Nel presente capitolo si riporta brevemente la caratterizzazione geotecnica generale del lotto in esame, valutata sulla base dell'interpretazione di tutte le indagini geotecniche svolte.

Gli elementi ricavati dai sondaggi attraverso le misure in situ, e le determinazioni di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e non, hanno consentito di definire l'assetto stratigrafico e le caratteristiche di resistenza e deformabilità da attribuire ai singoli strati.

Di seguito si elencano le unità geotecniche individuate lungo il tracciato:

- **Terreno di riporto – Unità h:** sono formati prevalentemente da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da angolose a sub-arrotondate, con locali frammenti di laterizi, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e nocciola, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie e sabbie limose grigie, marroni e giallastre, a struttura indistinta, con diffusi resti vegetali e abbondanti ghiaie poligeniche da sub-angolose a sub-arrotondate.
- **Depositi alluvionali recenti – Unità Ar:** questa unità si rinviene diffusamente in tutta l'area di studio, lungo tutta la piana alluvionale del Fiume Basento e, più limitatamente, lungo l'alveo di alcuni corsi d'acqua secondari. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine, conoide alluvionale, piana inondabile e lago di meandro, costituiti da tre differenti litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa (GS), sabbioso-limosa e argilloso-limosa (LS-LA). Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e sono caratterizzati da uno spessore massimo è di circa 20 m. Dal punto di vista cronostratigrafico, i depositi in questione sono ascrivibili all'Olocene.
- **Argille subappenniniche– Unità Sub:** La formazione in esame rappresenta il substrato e si rinviene in tutto l'area di studio, sia lungo i rilievi collinari che bordano la piana del Fiume Basento che al di sotto dei terreni di copertura più recenti. Si tratta di depositi marini di piattaforma e scarpata superiore, costituiti da due differenti litofacies a composizione argilloso-limosa e ghiaioso-conglomeratica. Poggiano in contatto stratigrafico discordante su unità non affioranti nell'area e presentano uno spessore massimo di circa 1000 m. Dal punto di vista cronologico, questi terreni sono riferibili all'intervallo Pleistocene inferiore – Pleistocene medio.

Di seguito si riportano gli spessori stratigrafici e i parametri di resistenza dei terreni, utilizzati nei predimensionamenti delle fondazioni del VII2 (avendo considerato valori caratteristici cautelativi,




compresi all'interno di un range tra minimo e medio), in base ai risultati delle indagini geognostiche eseguite e ricostruzioni geologiche/geotecniche generali.

Profondità (m da pc)		Unità geotecnica
da	a	
0	4	AR (LS-SL)
4	8	AR (GS)
>8		SUB (ASP)
Falda	a testa palo	

Unità geotecnica	$\gamma$	$\phi'_k$	$c'_k$	$c_{uk}$
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kPa]	[kPa]
<b>Ar(LS)</b>	(19) 19-20	(23) 22-28	(10) 10-20	(70) 70-110
<b>Ar(Gs)</b>	(20) 20-21	(38) 38-40	0	-
<b>Sub(ASP)</b>	(19) 19-21	(20) 20-25	(30) 20-50	(150) 130-250

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica e Sismica del progetto e ai Profili Geotecnici di linea del lotto.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA POTENZA-METAPONTO</b> <b>INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA</b> <b>INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>												
<p>Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA95</td> <td>13 R 09</td> <td>CL</td> <td>VI1200 001</td> <td>B</td> <td>10 di 31</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA95	13 R 09	CL	VI1200 001	B	10 di 31
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA95	13 R 09	CL	VI1200 001	B	10 di 31								


## 5. MODELLI DI ANALISI E VERIFICA

Le sollecitazioni di verifica della pila sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio, alle quali sono state combinate le azioni determinate dalle azioni indotte dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture.

Il modello a mensola della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali fusto pila e plinto.

### 5.1 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse trasversale dell'impalcato
- Asse Y parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale
  
- [Lunghezze] m
- [Forze] KN

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA POTENZA–METAPONTO</b> <b>INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO–BERNALDA</b> <b>INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2	COMMESSA <b>IA95</b>	LOTTO <b>13 R 09</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1200 001</b>	REV. <b>B</b>

## 6. ANALISI DEI CARICHI

### 6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2)

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m<sup>3</sup>.

Per il rinterro del plinto si è considerato invece un peso specifico di 19 kN/m<sup>3</sup>.

Le caratteristiche dell'impalcato ed i relativi carichi G1 e G2 sono invece riassunti nella tabella riportata di seguito.

IMPALCATO					
lunghezza travata	L	<b>55.00</b>	m	<b>25.00</b>	m
luce appoggi travata	L <sub>a</sub>	<b>53.20</b>	m	<b>22.80</b>	m
larghezza totale impalcato	B	<b>8.74</b>	m	<b>9.70</b>	m
peso permanente strutturale	G <sub>1</sub>	<b>7850</b>	kN	<b>4050</b>	kN
peso permanenti non strutturali	G <sub>2</sub>	<b>7450</b>	kN	<b>3084</b>	kN

Le azioni verticali trasmesse alla pila dal singolo impalcato, in corrispondenza dell'asse appoggi, sono quindi pari alla metà dei valori di G1 e G2 sopra riportati.

### 6.2 Carichi da traffico verticali (Q1)

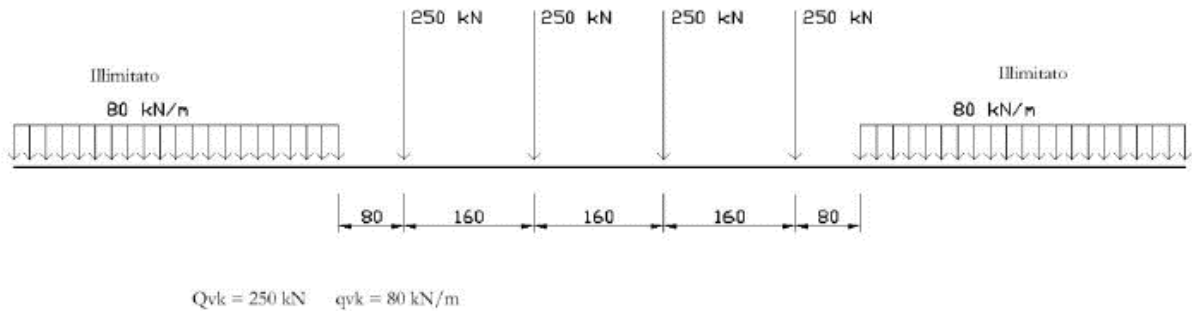
L'opera è stata progettata considerando le sollecitazioni dovute al carico da traffico ferroviario, considerando i modelli LM71 e/o SW/2. Si riportano di seguito le caratteristiche dei modelli di traffico presi in esame.

➤ *Modello di carico LM71*

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2018 (par. 5.2.2.2.1.1), definiscono questo modello di carico tramite carichi concentrati e carichi distribuiti, riferiti all'asse dei binari.

Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13 R 09	CL	VI1200 001	B	12 di 31



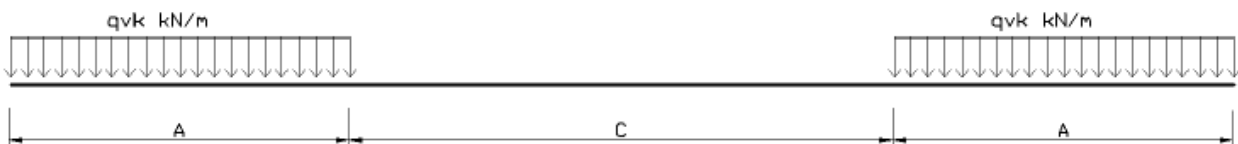
Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

Per questo modello di carico è prevista un'eccentricità del carico rispetto all'asse del binario.

➤ *Modello di carico SW/2*

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2018 (par. 5.2.2.2.1.2), definiscono questo modello di carico tramite solo carichi distribuiti.




**SW/0**

Carico distribuito	$Q_{vk}$	133	KN/m
Lunghezza	A	15	m
Lunghezza	C	5.3	m

**SW/2**

Carico distribuito	$Q_{vk}$	150	KN/m
Lunghezza	A	25	m
Lunghezza	C	7	m

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA POTENZA–METAPONTO</b> <b>INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO–</b> <b>BERNALDA</b> <b>INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2	COMMESSA <b>IA95</b>	LOTTO <b>13 R 09</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1200 001</b>	REV. <b>B</b>

In questo modello di carico non è prevista alcuna eccentricità del carico ferroviario. Le azioni di entrambi i modelli dovranno essere moltiplicate per un coefficiente di adattamento definito dalla seguente tabella (tab. 2.5.1.4.1.1 - RFI DTC SI PS MA IFS 001).

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE “ $\alpha$ ”
LM/71	1.10
SW/0	1.10
SW/2	1.00

### 6.3 Effetti dinamici

Per la definizione del coefficiente dinamico si segue quanto contenuto nel par.5.2.2.2.3 del DM 17.1.2018 che per l'opera in esame riporta:

$$\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_{\Phi} - 0.2}} + 0.73 \quad \text{con limitazione} \quad 1.00 \leq \Phi_3 \leq 2.00$$

### 6.4 Disposizione treni di carico

La disposizione dei treni di carico è stata individuata per ottenere le seguenti massime sollecitazioni:

- Sforzo Assiale: il convoglio è localizzato sostanzialmente al di sopra della pila in esame;
- Momento Longitudinale: il convoglio è localizzato sulla campata di luce maggiore, più o meno centrato a seconda dei rapporti di lunghezza del treno di carico e della campata;
- Momento Trasversale: è fornito dallo stesso schema di posizionamento del massimo sforzo assiale.

Noti questi schemi di base sono state ottenute le seguenti caratteristiche di sollecitazioni; tali valori, in particolare, sono esplicitati in termini di risultante globale in corrispondenza del baricentro estradosso pulvino.

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	<b>5142</b>	1730	514
COMBO ML	3915	<b>4306</b>	391
COMBO MT	5142	1730	<b>514</b>

## 6.5 Carichi da traffico orizzontali


### 6.5.1 Forza centrifuga (Q4)

L'azione centrifuga è schematizzata come una forza agente in direzione orizzontale perpendicolarmente al binario e verso l'esterno della curva, applicata ad 1,80 m al di sopra del p.f.. Il valore caratteristico della forza centrifuga si determina in accordo con la seguente espressione:

$$Q_{tk} = V^2 \cdot f \cdot (\alpha \cdot Q_{vk}) / (127 \cdot R)$$

- dove
- V velocità di progetto espressa in km/h
  - $Q_{vk}$  valore caratteristico dei carichi verticali
  - R raggio di curvatura in m
  - f fattore di riduzione (rif. §2.5.1.4.3.1 [3])

raggio di curvatura	R	5500	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea	Vmax	200	km/h
		<b>SX</b>	<b>DX</b>
lunghezza di influenza della parte curva del binario	Lf	53.2	22.8 m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V	f	0.64	0.70

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA POTENZA–METAPONTO</b> <b>INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO–</b> <b>BERNALDA</b> <b>INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2	COMMESSA <b>IA95</b>	LOTTO <b>13 R 09</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1200 001</b>	REV. <b>B</b>

### 6.5.2 Serpeggio

La forza laterale indotta dal serpeggio si schematizza come una forza concentrata agente orizzontalmente perpendicolarmente all'asse del binario. Il valore caratteristico di tale forza è assunto pari a 100 kN. Tale valore deve essere moltiplicato per  $\alpha$  ma non per il coefficiente di amplificazione dinamica. Essa si applicherà sia in rettilineo che in curva.

### 6.5.3 Frenatura ed avviamento (Q3)

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Dette forze sono da considerarsi uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato. I valori da considerare sono i seguenti:

- ✓ avviamento:  $Q_{la,k} = 33 \text{ kN/m} \cdot L \leq 1000 \text{ kN}$  per i modelli di carico LM71, SW/2
- ✓ frenatura:  $Q_{lb,k} = 20 \text{ kN/m} \cdot L \leq 6000 \text{ kN}$  per i modelli di carico LM71
- $Q_{lb,k} = 35 \text{ kN/m}$  per i modelli di carico SW/2


I valori caratteristici dell'azione di frenatura e di avviamento devono essere moltiplicati per  $\alpha$  e non devono essere moltiplicati per  $\Phi$ . Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento e l'altro in fase di frenatura.

### 6.5.4 Forza d'attrito (Q8)

Le forze parassitarie dei vincoli si esplicano in corrispondenza degli apparecchi d'appoggio mobili e, per equilibrio, sui corrispondenti fissi, per traslazione relativa impalcato-apparecchi d'appoggio. Essendo funzione del carico verticale, la sua definizione è associata ai coefficienti moltiplicativi delle combinazioni  $\gamma$  e  $\psi$  dei carichi da peso proprio strutturali e non, e dei carichi verticali da traffico.

Per la valutazione delle coazioni generate è stato considerato un coefficiente d'attrito  $f$  pari a 0,04. Con riferimento a quanto riportato nel §2.5.1.6.3 [3] la forza agente sulle pile per impalcato a travate isostatiche, facendo riferimento all'apparecchio d'appoggio maggiormente caricato tra quelli presenti sulla pila, si considera pari a:

$$F_a = f (0,2 \cdot V_G + V_Q)$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA POTENZA–METAPONTO</b> <b>INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO–</b> <b>BERNALDA</b> <b>INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2	COMMESSA <b>IA95</b>	LOTTO <b>13 R 09</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1200 001</b>	REV. <b>B</b>

dove  $V_G$  reazione verticale massima associata ai carichi permanenti

$V_Q$  reazione verticale massima associata ai carichi mobili dinamizzati

## 6.6 Azione del Vento (Q5)


L'azione del vento viene ricondotta ad un'azione statica equivalente costituita da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici. Ricadendo nella classificazione ordinaria di ponti l'azione del vento è valutata come agente su una superficie continua, convenzionalmente alta 4m dal piano del ferro rappresentante il convoglio. L'altezza effettiva è valutata sia in funzione della presenza o meno del convoglio sia in funzione dell'altezza delle barriere antirumore, convenzionalmente alte 5m.

## 6.7 Riepilogo dei carichi orizzontali elementari

Si riporta una tabella di sintesi dei carichi orizzontali descritti nei precedenti paragrafi. I valori sono esplicitati in termini di risultante globale in corrispondenza del baricentro estradosso pulvino.

	<b>Tlong</b> <b>[kN]</b>	<b>Ttrasv</b> <b>[kN]</b>	<b>Mlong</b> <b>[kNm]</b>	<b>Mtrasv</b> <b>[kNm]</b>
<b>Forza centrifuga</b>	-	72	-	400
<b>Serpeggio</b>	-	100	-	385
<b>Frenatura ed avviamento</b>	1750	-	875	-
<b>Forza d'attrito</b>	430	-	215	-
<b>Vento ponte scarico</b>	-	434	-	2575
<b>Vento ponte carico</b>	-	510	-	3028



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA POTENZA–METAPONTO</b> <b>INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO–</b> <b>BERNALDA</b> <b>INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2	COMMESSA <b>IA95</b>	LOTTO <b>13 R 09</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1200 001</b>	REV. <b>B</b>

## 6.8 Azione Sismica (E)

L'azione sismica di progetto è rappresentata da spettri di risposta definiti in base alla pericolosità sismica di base del sito ove sorge l'opera in oggetto, la vita di riferimento e le caratteristiche del sottosuolo.

Di seguito si riportano i parametri di input utilizzati per la definizione degli spettri di progetto orizzontali e verticali e i grafici degli stessi.

### 6.8.1 Inquadramento Sismico

La determinazione della pericolosità sismica di base è definita a partire dall'ubicazione dell'opera e dalle sue caratteristiche progettuali come la vita nominale  $V_N$  e la classe d'uso  $C_u$ . Sulla base del "Manuale di Progettazione delle Opere Civili". I parametri identificativi dell'opera sono:

Vita Nominale	Classe d'Uso	Coeff. D'uso
75	II	1.0

La geo-localizzazione permette di ottenere le coordinate geografiche delle singole opere e individuare puntualmente la domanda sismica secondo gli spettri normativi rappresentativi delle due componenti (orizzontale e verticale), ovvero determinare i singoli parametri indipendenti di riferimento.

In particolare, si è fatto riferimento alle seguenti coordinate:

Latitudine: 40.5931

Longitudine: 16.2414

### 6.8.2 Definizione della domanda sismica

Secondo le NTC2018 l'azione sismica viene considerata mediante spettri di risposta elastici in accelerazione. Sulla base dello studio geologico, i terreni in esame sono di tipo C, pianeggianti, tali da ricadere nella categoria topografica T1. Risulta quindi possibile tracciare lo spettro di riferimento normativo.

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV**

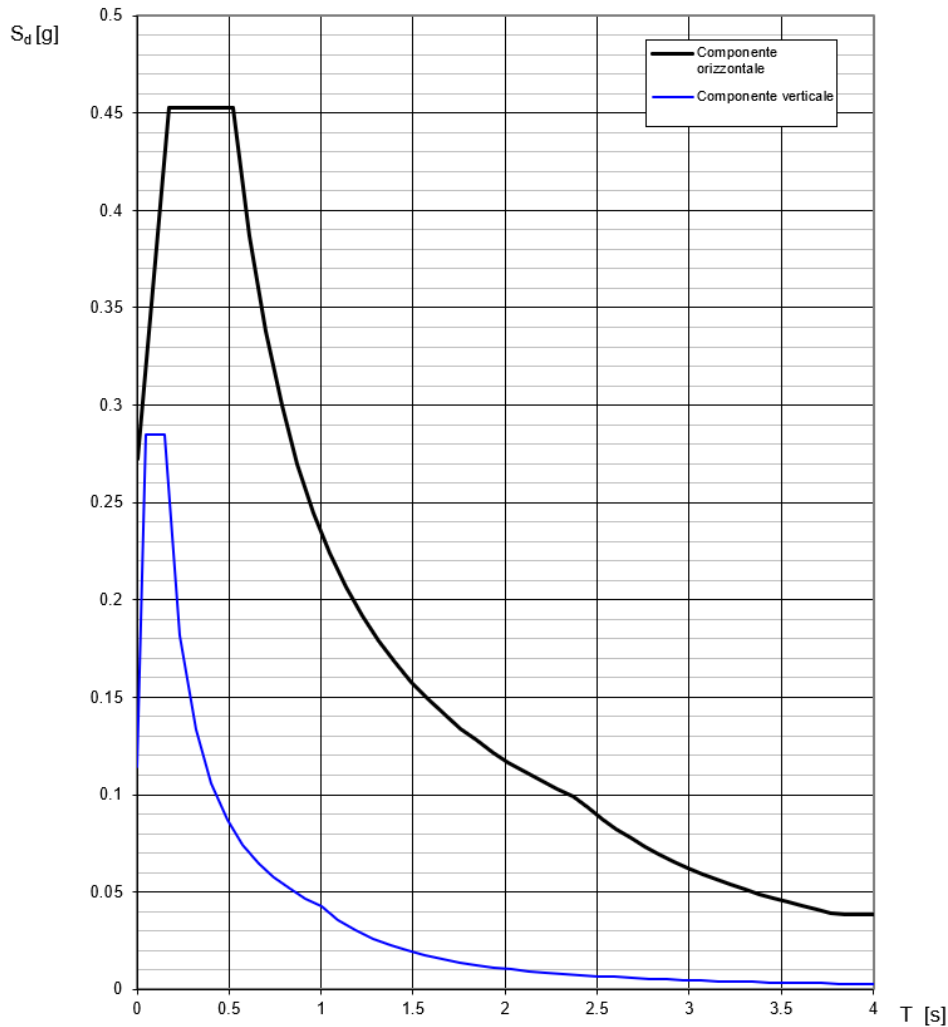


Figura 4 – Spettri di risposta per lo SLV

**6.8.3 Calcolo dell'azione Sismica**

Per il calcolo delle azioni sismiche si utilizza una Analisi Statica Lineare, come riportata nel cap. 7.9.4.1 delle NTC 2018.

Nei calcoli, per lo spettro orizzontale è stato applicato un fattore di struttura  $q=1.5$ .

L'accelerazione di progetto viene ricavata, a partire dallo spettro di risposta, in funzione dei periodi di vibrazione della pila nelle tre differenti direzioni (longitudinale, trasversale e verticale).

	T [s]	a [g]
<b>Direzione Longitudinale</b>	0.110	0.380
<b>Direzione Trasversale</b>	0.085	0.353
<b>Direzione Verticale</b>	0.033	0.225

## 7. COMBINAZIONI DI CARICO

Le sollecitazioni dovute ai carichi descritti nei paragrafi precedenti sono state combinate in ottemperanza alle NTC18, secondo quanto riportato nei paragrafi 2.5.3, 5.1.3.12.

Si riportano di seguito tutte le combinazioni considerate, ed i valori dei coefficienti assunti per le singole condizioni di carico elementari.

COMBO	G1	G2	Treno	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver
A1_SLU_gr1_Treno_	1.35	1.5	1.45	0.725	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0
A1_SLU_gr3_Fre/avv_	1.35	1.5	1.45	1.45	0.725	0.725	0.9	0	0	0	0
A1_SLU_gr1+vento_	1.35	1.5	1.45	0.725	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0
A1_SLU_gr2+vento_	1.35	1.5	0	0	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0
A1_SLU_gr3+vento_	1.35	1.5	1.45	1.45	0.725	0.725	0.9	0.9	0	0	0
A1_SLU_vento_gr1_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr2_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr3_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0
SLV_1	1	1	0.2	0	0	0	0.5	0	1	0.3	0.3
SLV_2	1	1	0.2	0	0	0	0.5	0	0.3	1	0.3
SLV_3	1	1	0.2	0	0	0	0.5	0	0.3	0.3	1

In particolar modo, sia in condizioni statiche (SLU) che in condizioni sismiche (SLV) sono state scelte 3 combinazioni di carico, in modo da massimizzare lo sforzo normale, il momento flettente in direzione longitudinale, e quello in direzione trasversale. Le sollecitazioni sono state calcolate alla base del fusto pila e all'intradosso della platea di fondazione. Queste ultime si ottengono sommando alle prime il peso e l'inerzia del plinto, ed il contributo dei momenti di trasporto.

### 7.1 Sollecitazione base pila

		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtrasv</b>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
SLU_1	A1_SLU_gr1+vento_5	27021	1708	731	18088	8172
SLU_2	A1_SLU_gr3+vento_63	25242	2912	606	28209	6826
SLU_3	A1_SLU_vento_gr1_9	19880	93	802	7093	8483

		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtrasv</b>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
	SLV_1	17740	2190	1484	16131	11771
	SLV_2	15287	7143	1484	42919	11746
	SLV_3	15533	2190	4946	16131	38996

### 7.2 Sollecitazione intradosso fondazione

		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtrasv</b>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
SLU_1	A1_SLU_gr1+vento_5	53679	1708	731	23211	10365
SLU_2	A1_SLU_gr3+vento_63	51901	2912	606	36946	8644
SLU_3	A1_SLU_vento_gr1_9	46539	93	802	7372	10890

		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtrasv</b>
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
	SLV_1	39744	3317	2610	24391	17912
	SLV_2	35711	10898	2610	69979	17887
	SLV_3	35957	3317	8701	24391	59467

## 8. VERIFICA ALLO SPICCATO DEL FUSTO

La verifica allo SLU flessionale della sezione in oggetto viene effettuata mediante l'ausilio del programma RC-SEC. Di seguito viene riportato l'output del programma per la sezione in oggetto e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

L'armatura longitudinale è costituita da 242  $\phi 20$ .

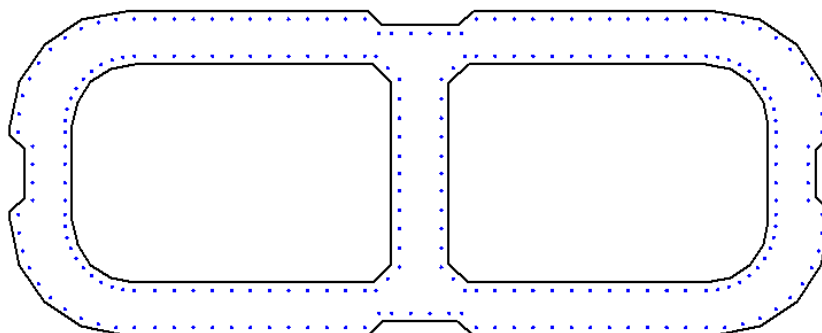


Figura 5 - Sezione implementata in RC-SEC

### 8.1 Verifica a presso flessione

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Pila\_3.4x8.6\_fi20\_VI12\_1

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

### CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

#### DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	356.0	160.9
2	394.9	134.9
3	420.9	95.9
4	430.0	50.0
5	430.0	40.0
6	415.0	25.0
7	415.0	-25.0
8	430.0	-40.0
9	430.0	-50.0
10	420.9	-95.9
11	394.9	-134.9
12	356.0	-160.9
13	310.0	-170.0
14	55.0	-170.0
15	40.0	-155.0
16	-40.0	-155.0
17	-55.0	-170.0
18	-310.0	-170.0
19	-356.0	-160.9
20	-394.9	-134.9
21	-420.9	-95.9
22	-430.0	-50.0
23	-430.0	-40.0
24	-415.0	-25.0
25	-415.0	25.0
26	-430.0	40.0
27	-430.0	50.0
28	-420.9	95.9
29	-394.9	134.9
30	-356.0	160.9
31	-310.0	170.0
32	-55.0	170.0
33	-40.0	155.0
34	40.0	155.0
35	55.0	170.0
36	310.0	170.0

#### DOMINIO N° 2

Forma del Dominio: Poligonale vuoto  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	324.8	110.1
2	345.9	96.0
3	360.0	74.9
4	365.0	50.0
5	365.0	-50.0
6	360.0	-74.9
7	345.9	-96.0
8	324.8	-110.1

Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13 R 09	CL	VI1200 001	B	23 di 31

9	300.0	-115.0
10	50.0	-115.0
11	30.0	-95.0
12	30.0	95.0
13	50.0	115.0
14	300.0	115.0

### DOMINIO N° 3

Forma del Dominio: Poligonale vuoto  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-30.0	95.0
2	-30.0	-95.0
3	-50.0	-115.0
4	-300.0	-115.0
5	-324.8	-110.1
6	-345.9	-96.0
7	-360.0	-74.9
8	-365.0	-50.0
9	-365.0	50.0
10	-360.0	74.9
11	-345.9	96.0
12	-324.8	110.1
13	-300.0	115.0
14	-50.0	115.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	43.3	147.0	20
2	58.3	162.0	20
3	78.3	162.0	20
4	98.3	162.0	20
5	118.3	162.0	20
6	138.3	162.0	20
7	158.3	162.0	20
8	178.3	162.0	20
9	198.3	162.0	20
10	218.3	162.0	20
11	238.3	162.0	20
12	258.3	162.0	20
13	278.3	162.0	20
14	58.3	123.0	20
15	78.3	123.0	20
16	98.3	123.0	20
17	118.3	123.0	20
18	138.3	123.0	20
19	158.3	123.0	20
20	178.3	123.0	20
21	198.3	123.0	20
22	218.3	123.0	20
23	238.3	123.0	20
24	258.3	123.0	20
25	278.3	123.0	20
26	300.0	123.0	20
27	300.0	162.0	20
28	373.0	10.0	20

Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13 R 09	CL	VI1200 001	B	24 di 31

29	407.0	28.3	20
30	407.0	10.0	20
31	319.2	161.6	20
32	338.2	158.4	20
33	356.3	152.0	20
34	373.1	142.6	20
35	388.0	130.4	20
36	400.6	115.8	20
37	410.6	99.4	20
38	417.5	81.4	20
39	421.3	62.6	20
40	422.0	43.3	20
41	373.0	28.3	20
42	373.0	43.3	20
43	372.8	55.4	20
44	370.9	67.4	20
45	367.0	78.9	20
46	361.3	89.6	20
47	353.9	99.2	20
48	345.0	107.4	20
49	334.9	114.1	20
50	323.8	119.0	20
51	312.0	122.0	20
52	46.7	123.0	20
53	22.0	98.3	20
54	34.3	110.7	20
55	10.0	147.0	20
56	30.0	147.0	20
57	22.0	78.3	20
58	22.0	58.3	20
59	22.0	38.3	20
60	22.0	18.3	20
61	22.0	0.0	20
62	43.3	-147.0	20
63	58.3	-162.0	20
64	78.3	-162.0	20
65	98.3	-162.0	20
66	118.3	-162.0	20
67	138.3	-162.0	20
68	158.3	-162.0	20
69	178.3	-162.0	20
70	198.3	-162.0	20
71	218.3	-162.0	20
72	238.3	-162.0	20
73	258.3	-162.0	20
74	278.3	-162.0	20
75	58.3	-123.0	20
76	78.3	-123.0	20
77	98.3	-123.0	20
78	118.3	-123.0	20
79	138.3	-123.0	20
80	158.3	-123.0	20
81	178.3	-123.0	20
82	198.3	-123.0	20
83	218.3	-123.0	20
84	238.3	-123.0	20
85	258.3	-123.0	20
86	278.3	-123.0	20
87	300.0	-123.0	20
88	300.0	-162.0	20



Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13 R 09	CL	VI1200 001	B	25 di 31

89	373.0	-10.0	20
90	407.0	-28.3	20
91	407.0	-10.0	20
92	319.2	-161.6	20
93	338.2	-158.4	20
94	356.3	-152.0	20
95	373.1	-142.6	20
96	388.0	-130.4	20
97	400.6	-115.8	20
98	410.6	-99.4	20
99	417.5	-81.4	20
100	421.3	-62.6	20
101	422.0	-43.3	20
102	373.0	-28.3	20
103	373.0	-43.3	20
104	372.8	-55.4	20
105	370.9	-67.4	20
106	367.0	-78.9	20
107	361.3	-89.6	20
108	353.9	-99.2	20
109	345.0	-107.4	20
110	334.9	-114.1	20
111	323.8	-119.0	20
112	312.0	-122.0	20
113	46.7	-123.0	20
114	22.0	-98.3	20
115	34.3	-110.7	20
116	10.0	-147.0	20
117	30.0	-147.0	20
118	22.0	-78.3	20
119	22.0	-58.3	20
120	22.0	-38.3	20
121	22.0	-18.3	20
122	-43.3	147.0	20
123	-58.3	162.0	20
124	-78.3	162.0	20
125	-98.3	162.0	20
126	-118.3	162.0	20
127	-138.3	162.0	20
128	-158.3	162.0	20
129	-178.3	162.0	20
130	-198.3	162.0	20
131	-218.3	162.0	20
132	-238.3	162.0	20
133	-258.3	162.0	20
134	-278.3	162.0	20
135	-58.3	123.0	20
136	-78.3	123.0	20
137	-98.3	123.0	20
138	-118.3	123.0	20
139	-138.3	123.0	20
140	-158.3	123.0	20
141	-178.3	123.0	20
142	-198.3	123.0	20
143	-218.3	123.0	20
144	-238.3	123.0	20
145	-258.3	123.0	20
146	-278.3	123.0	20
147	-300.0	123.0	20
148	-300.0	162.0	20

Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13 R 09	CL	VI1200 001	B	26 di 31

149	-373.0	10.0	20
150	-407.1	28.3	20
151	-407.1	10.0	20
152	-319.2	161.6	20
153	-338.2	158.4	20
154	-356.4	152.0	20
155	-373.1	142.6	20
156	-388.0	130.4	20
157	-400.7	115.8	20
158	-410.6	99.4	20
159	-417.6	81.4	20
160	-421.3	62.6	20
161	-422.1	43.3	20
162	-373.0	28.3	20
163	-373.0	43.3	20
164	-372.8	55.4	20
165	-370.9	67.4	20
166	-367.0	78.9	20
167	-361.3	89.6	20
168	-353.9	99.2	20
169	-345.0	107.4	20
170	-334.9	114.1	20
171	-323.8	119.0	20
172	-312.1	122.0	20
173	-46.7	123.0	20
174	-22.0	98.3	20
175	-34.4	110.7	20
176	-10.0	147.0	20
177	-30.0	147.0	20
178	-22.0	78.3	20
179	-22.0	58.3	20
180	-22.0	38.3	20
181	-22.0	18.3	20
182	-22.0	0.0	20
183	-43.3	-147.0	20
184	-58.3	-162.0	20
185	-78.3	-162.0	20
186	-98.3	-162.0	20
187	-118.3	-162.0	20
188	-138.3	-162.0	20
189	-158.3	-162.0	20
190	-178.3	-162.0	20
191	-198.3	-162.0	20
192	-218.3	-162.0	20
193	-238.3	-162.0	20
194	-258.3	-162.0	20
195	-278.3	-162.0	20
196	-58.3	-123.0	20
197	-78.3	-123.0	20
198	-98.3	-123.0	20
199	-118.3	-123.0	20
200	-138.3	-123.0	20
201	-158.3	-123.0	20
202	-178.3	-123.0	20
203	-198.3	-123.0	20
204	-218.3	-123.0	20
205	-238.3	-123.0	20
206	-258.3	-123.0	20
207	-278.3	-123.0	20
208	-300.0	-123.0	20

Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13 R 09	CL	VI1200 001	B	27 di 31

209	-300.0	-162.0	20
210	-373.0	-10.0	20
211	-407.1	-28.3	20
212	-407.1	-10.0	20
213	-319.2	-161.6	20
214	-338.2	-158.4	20
215	-356.4	-152.0	20
216	-373.1	-142.6	20
217	-388.0	-130.4	20
218	-400.7	-115.8	20
219	-410.6	-99.4	20
220	-417.6	-81.4	20
221	-421.3	-62.6	20
222	-422.1	-43.3	20
223	-373.0	-28.3	20
224	-373.0	-43.3	20
225	-372.8	-55.4	20
226	-370.9	-67.4	20
227	-367.0	-78.9	20
228	-361.3	-89.6	20
229	-353.9	-99.2	20
230	-345.0	-107.4	20
231	-334.9	-114.1	20
232	-323.8	-119.0	20
233	-312.1	-122.0	20
234	-46.7	-123.0	20
235	-22.0	-98.3	20
236	-34.4	-110.7	20
237	-10.0	-147.0	20
238	-30.0	-147.0	20
239	-22.0	-78.3	20
240	-22.0	-58.3	20
241	-22.0	-38.3	20
242	-22.0	-18.3	20

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	27021.00	18088.00	8172.00	0.00	0.00
2	25242.00	28209.00	6826.00	0.00	0.00
3	19880.00	7093.00	8483.00	0.00	0.00
4	17740.00	16131.00	11771.00	0.00	0.00
5	15287.00	42919.00	11746.00	0.00	0.00
6	15533.00	16131.00	38996.00	0.00	0.00

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13 R 09	CL	V11200 001	B	28 di 31

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	27021.00	18088.00	8172.00	27021.00	84045.88	38031.71	4.65760.3(374.4)	
2	S	25242.00	28209.00	6826.00	25241.80	82500.62	19615.15	2.92760.3(374.4)	
3	S	19880.00	7093.00	8483.00	19880.07	70692.95	84266.64	9.95760.3(374.4)	
4	S	17740.00	16131.00	11771.00	17739.82	70621.05	51985.87	4.39760.3(374.4)	
5	S	15287.00	42919.00	11746.00	15286.78	69004.20	19161.19	1.61760.3(374.4)	
6	S	15533.00	16131.00	38996.00	15533.09	54560.04	131077.09	3.36760.3(374.4)	

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Xc max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Yc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Xs min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Xs max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Ys max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	310.0	170.0	0.00302	319.2	161.6	-0.01792	-319.2	-161.6
2	0.00350	310.0	170.0	0.00293	319.2	161.6	-0.02081	-319.2	-161.6
3	0.00350	310.0	170.0	0.00317	319.2	161.6	-0.01475	-319.2	-161.6
4	0.00350	310.0	170.0	0.00303	319.2	161.6	-0.01868	-319.2	-161.6
5	0.00350	310.0	170.0	0.00283	319.2	161.6	-0.02475	-319.2	-161.6
6	0.00350	356.0	160.9	0.00328	356.3	152.0	-0.01220	-356.4	-152.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000002622	0.000059607	-0.007445974	----	----
2	0.000001595	0.000070268	-0.008939996	----	----
3	0.000005346	0.000044903	-0.005790895	----	----
4	0.000003792	0.000059681	-0.007821450	----	----
5	0.000001873	0.000081630	-0.010957724	----	----
6	0.000011004	0.000025125	-0.004458627	----	----

## 9. PALI DI FONDAZIONE

La progettazione del plinto di fondazione vede la determinazione dello stato sollecitativo in funzione dell'interazione tra pali e terreno di fondazione. È lecito ipotizzare la platea come infinitamente rigida e dedurre le sollecitazioni agenti in testa palo attraverso la relazione:

$$R(x, y) = \frac{N}{n} + \frac{M_l}{J_l} \cdot y + \frac{M_t}{J_t} \cdot x$$

dove  $N$ ,  $M_l$ ,  $M_t$  sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti nel baricentro della palificata,  $n$  è il numero di pali e  $J_l$ ,  $J_t$  sono le inerzie longitudinale e trasversale della palificata:

$$J_l = \sum y_i^2 \qquad J_t = \sum x_i^2$$

Per quanto riguarda le sollecitazioni orizzontali agenti in testa al palo, si assume che le azioni di taglio di ripartiscano uniformemente tra i pali, risultando:

$$T(x, y) = \frac{\sqrt{H_l^2 + H_t^2}}{n}$$

dove  $H_l$ ,  $H_t$  sono le azioni orizzontali nelle due direzioni principali del ponte.

Si riportano di seguito le coordinate dei pali rispetto al baricentro della platea di fondazione:

PALO	X (m)	Y (m)
1	-6.75	4.50
2	-2.25	4.50
3	2.25	4.50
4	6.75	4.50
5	-6.75	0.00
6	-2.25	0.00
7	2.25	0.00
8	6.75	0.00
9	-6.75	-4.50
10	-2.25	-4.50
11	2.25	-4.50
12	6.75	-4.50

Considerando le sollecitazioni riportate nel paragrafo 7.2 della presente relazione è possibile calcolare lo sforzo assiale massimo e minimo nei pali di fondazione per tutte le combinazioni analizzate. In particolare, nel calcolo di tali azioni, è stato utilizzato un coefficiente amplificativo nelle combinazioni SLV pari a 1.10, secondo quanto stabilito nel §7.2.5 delle NTC 2018 per le strutture in CD”B”.

Nella tabella seguente i riassumono di seguito i risultati ottenuti.

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>	<b>V</b>
	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>
<b>SLU_1</b>	5348	3598	155
<b>SLU_2</b>	5543	3107	248
<b>SLU_3</b>	4325	3431	67
<b>SLV_1</b>	4826	2460	387
<b>SLV_2</b>	5849	698	1027
<b>SLV_3</b>	5495	1097	854

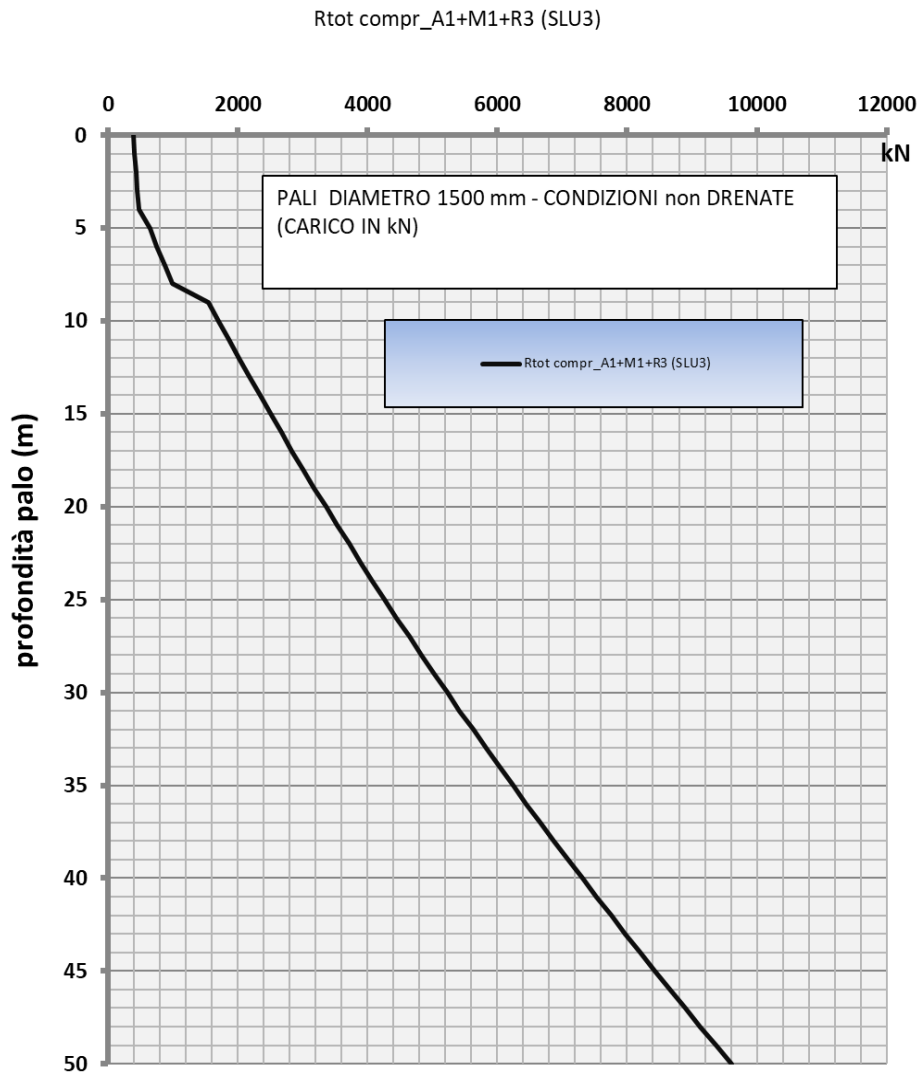
Si riporta di seguito la curva di portanza per pali  $\phi$  1500, calcolata considerando la stratigrafia del sito in esame, descritta nel § 4 della presente relazione.

Tale curva è stata ricavata considerando un sovraccarico dovuto alla profondità della testa palo da piano campagna assunta pari a 2.00 m. Nella successiva curva di portanza, come p.c. è indicata la quota di testa palo.

La lunghezza assunta per il palo, in base a tale curva, è pari a 35 m.

Pile: Relazione specialistica di predimensionamento 1/2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13 R 09	CL	VI1200 001	B	31 di 31



Rtot_slu3	Z
kN	m, da p.c.
396	0
409	1
426	2
449	3
476	4
643	5
752	6
869	7
993	8
1552	9
1705	10
1861	11
2018	12
2178	13
2340	14
2504	15
2670	16
2838	17
3009	18
3181	19
3356	20
3533	21
3713	22
3894	23
4077	24
4263	25
4451	26
4641	27
4833	28
5027	29
5224	30
5423	31
5624	32
5827	33
6032	34
6239	35
6449	36
6660	37
6874	38
7090	39
7309	40
7529	41
7751	42
7976	43
8203	44
8432	45
8663	46
8897	47
9132	48
9372	49
9617	50