

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J71H92000020011

S.O. OPERE CIVILI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA

**OPERE PRINCIPALI – PONTI E VIADOTTI
VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE**

Relazione specialistica di predimensionamento delle pile

SCALA:

-

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

I Q 0 1 0 1 R 0 9 RH V I 0 9 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato_Data
A	Emissione esecutiva	G. Grimaldi 	Sett. 2021	T. Alberini L. Utzeri 	Sett. 2021	M. Berlingeri 	Sett. 2021	Aut. n. 421/2021 Org. n. 421/2021 Dott. Ing. Angelo Vitozzi Ingegnere della Provincia di Roma N° 420783 ITALFERR S.p.A. Dip. Opere Civili e Gestione delle varianti


File: IQ0101R09RHVI0900001A

n. Elab.:

INDICE

1. DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1 Normative.....	5
2.2 Elaborati di riferimento	5
3. MATERIALI	6
3.1 Calcestruzzo per elevazione	6
3.2 Calcestruzzo per plinto e pali.....	6
3.3 Acciaio per barre di armature.....	6
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ED ASPETTI IDRAULICI	7
4.1 Caratterizzazione geotecnica.....	7
4.2 Aspetti idraulici	7
5. ANALISI E MODELLAZIONE	8
5.1 Sistemi di riferimento ed unità di misura	8
6. ANALISI DEI CARICHI	9
6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2)	9
6.2 Carichi da traffico verticali (Q1).....	9
6.3 Effetti dinamici	11
6.4 Disposizione modelli di carico.....	11
6.5 Carichi da traffico orizzontali	12
6.5.1 Forza centrifuga (Q4).....	12
6.5.2 Serpeggio.....	13
6.5.3 Frenatura ed avviamento (Q3).....	13
6.5.4 Forza d'attrito (Q8).....	13
6.6 Azione del vento (Q5).....	14
6.7 Azione sismica (E).....	15
6.7.1 Inquadramento sismico.....	15
6.7.2 Definizione della domanda sismica.....	15
6.7.3 Calcolo dell'azione sismica	16
7. COMBINAZIONI DI CARICO	17
7.1 Sollecitazioni alla base del fusto della pila.....	17
7.2 Sollecitazioni ad intradosso plinto di fondazione	17

8. VERIFICA A BASE FUSTO PILA	18
8.1 Verifica a presso flessione	18
9. PALI DI FONDAZIONE.....	28

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA					
	VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE					
<i>Relazione specialistica di predimensionamento delle pile</i>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 09	CODIFICA RH	DOCUMENTO VI0900 001	REV. A	FOGLIO 4 di 29

1. DESCRIZIONE DELL'OPERA


Nell'ambito della *Velocizzazione della Linea Milano – Genova* si inserisce il *Quadruplicamento della Tratta Tortona – Voghera* oggetto di progettazione di fattibilità tecnica ed economica.

Oggetto della presente relazione è il predimensionamento delle pile, con particolare riguardo alle fondazioni, del viadotto ferroviario *VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE* costituito da n°6 campate con impalcato isostatico a doppio binario di medesima luce (impalcato metallico reticolare a via inferiore con vasca portaballast di portata teorica pari a 68.25 m).

Ciascuna pila, in c.a., è costituita:

- ✓ in elevazione da un fusto rettangolare a sezione cava con estremità di forma semicircolare, di dimensioni esterne in pianta pari a 4.30 m x 15.80, su cui grava un pulvino, di analoga forma e leggermente aggettante, di spessore pari a 1.50m ed avente dimensioni esterne in pianta pari a 5.00 m x 16.50 m. Le altezze complessive delle pile, da estradosso platea di fondazione ad estradosso pulvino, sono pari a 8.80 m per le pile *P2* e *P3*, 4.50 m per la pila *P1*, 5.50 m per la pila *P4* e 6.00 m per la pila *P5*;
- ✓ in fondazione da una platea di spessore pari a 3.00 m e di pianta rettangolare, di dimensioni pari a 11.50 m x 16.00 m, per le pile *P1*, *P4* e *P5* e di pianta quadrata, di dimensioni pari a 16.00 m x 16.00 m, per le pile *P2* e *P3*. Per le pile *P1*, *P4* e *P5* sono previsti 12 pali ϕ 1500 ad interasse 4.50 m, mentre per le pile *P2* e *P3* sono previsti 16 pali ϕ 1500 ad interasse 4.50 m

Ai fini del predimensionamento anzidetto, si analizza la pila *P2* (analoga alla pila *P3*) estendendo e mutuando per le restanti pile i risultati ottenuti.

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA					
	VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE					
<i>Relazione specialistica di predimensionamento delle pile</i>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 09	CODIFICA RH	DOCUMENTO VI0900 001	REV. A	FOGLIO 5 di 29

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] *D.g.r. 30 Novembre 2011 - n. IX/2616 – Bollettino ufficiale della Regione Lombardia;*
- [4] *D.d.u.o. 21 Novembre 2003 - n. 19904 – Bollettino ufficiale della Regione Lombardia;*
- [5] *RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture (31 Dicembre 2020);*
- [6] *RFI DTC SI CS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale (31 Dicembre 2020);*
- [7] *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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA					
	<i>VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE</i>					
<i>Relazione specialistica di predimensionamento delle pile</i>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IQ01	01 R 09	RH	VI0900 001	A	6 di 29

3. MATERIALI

3.1 Calcestruzzo per elevazione

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA					
	VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE					
<i>Relazione specialistica di predimensionamento delle pile</i>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 09	CODIFICA RH	DOCUMENTO VI0900 001	REV. A	FOGLIO 7 di 29

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ED ASPETTI IDRAULICI

4.1 Caratterizzazione geotecnica

Le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione afferente al *VIADOTTO* in oggetto sono sintetizzate nella *Tabella* di seguito riportata e si rimanda agli elaborati specialistici di riferimento per tutte le considerazioni di interesse.

da 64+382 a 64+525		
Profondità (m da tp)		Unità geotecnica
da	a	
0	9	LAS
9	30	GLS
>30		LAS

da 64+525 a 64+665		
Profondità (m da tp)		Unità geotecnica
da	a	
0	30	GLS
>30		LAS

da 64+665 a 64+800		
Profondità (m da tp)		Unità geotecnica
da	a	
0	6	LAS
6	31	GLS
>31		LAS

4.2 Aspetti idraulici

Per gli aspetti idrologici ed idraulici di interesse si rimanda agli elaborati specialistici di riferimento.

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA					
	VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE					
<i>Relazione specialistica di predimensionamento delle pile</i>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 09	CODIFICA RH	DOCUMENTO VI0900 001	REV. A	FOGLIO 8 di 29

5. ANALISI E MODELLAZIONE

Le sollecitazioni di verifica della pila *P2* sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio. A tali azioni sono state combinate le azioni determinate dalle azioni indotte dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture.

Il modello della pila *P2* è stato implementato mediante un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura quali fusto pila e plinto, modellando la pila come mensola incastrata alla base.

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE					
	<i>Relazione specialistica di predimensionamento delle pile</i>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 09	CODIFICA RH	DOCUMENTO VI0900 001	REV. A

6. ANALISI DEI CARICHI

6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2)

I pesi degli elementi strutturali sono stati calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m^3 . Per il rinterro del plinto si è considerato, invece, un peso specifico di 19 kN/m^3 .

Le caratteristiche dell'impalcato ed i relativi carichi G1 e G2 adottati sono riassunti nella *Tabella* riportata di seguito. Tali carichi sono stati desunti da impalcato tipologici di caratteristiche analoghe a quelli impiegati per il *VIADOTTO* in oggetto.

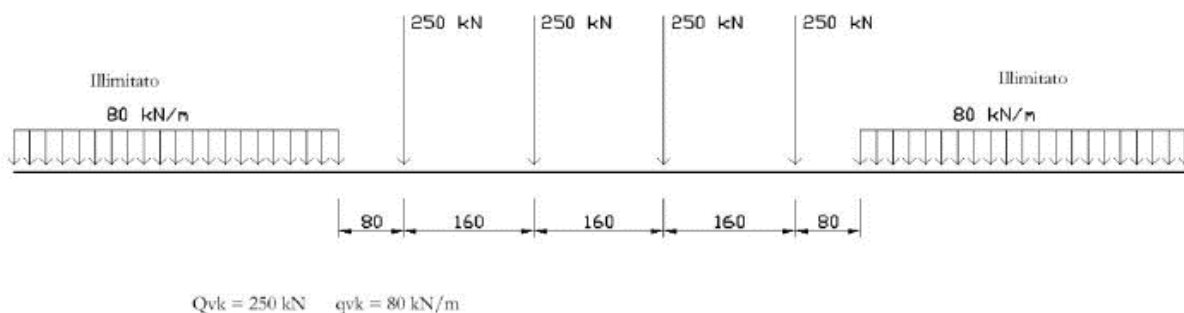
IMPALCATO					
lunghezza travata	L	70.00	m	70.00	m
luce appoggi travata	L_a	68.25	m	68.25	m
larghezza totale impalcato	B	13.70	m	13.70	m
peso permanente strutturale	G_1	10010	kN	10010	kN
peso permanenti non strutturali	G_2	11690	kN	11690	kN

6.2 Carichi da traffico verticali (Q1)

Il *VIADOTTO* in oggetto è stato progettato considerando le sollecitazioni dovute al carico da traffico ferroviario, considerando i *modelli di carico LM71* e/o *SW/2* di cui si riportano le caratteristiche:

✓ *Modello di carico LM71*

Sia il *Manuale di Progettazione RFI* che le *NTC 2018* definiscono il *modello di carico LM71* tramite carichi concentrati e carichi distribuiti, riferiti all'asse dei binari.



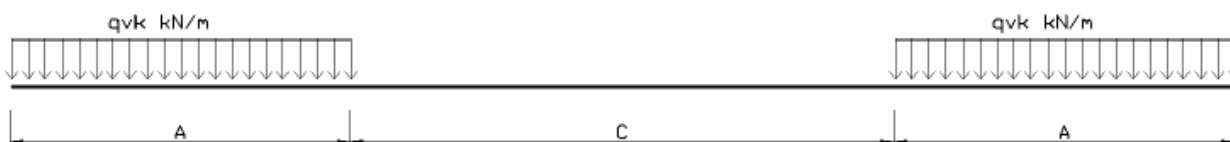
Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

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 il *Manuale di Progettazione RFI* che le *NTC 2018* definiscono il *modello di carico SW/2* unicamente tramite 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

In questo modello di carico non è prevista alcuna eccentricità del carico ferroviario.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE					
	<i>Relazione specialistica di predimensionamento delle pile</i>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 09	CODIFICA RH	DOCUMENTO VI0900 001	REV. A

Le azioni di entrambi i modelli sopra descritti dovranno essere moltiplicate per un coefficiente di adattamento definito dalla seguente *Tabella* (cfr. anche *Manuale di Progettazione RFI*):

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE “α”
LM/71	1.10
SW/0	1.10
SW/2	1.00

6.3 Effetti dinamici

Per la definizione del coefficiente dinamico, in accordo con le *NTC 2018*, si considera:


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

6.4 Disposizione modelli di carico

Al fine di massimizzare le sollecitazioni è stata individuata la seguente disposizione dei modelli di carico:

- ✓ 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 (nel caso in esame le campate hanno tutte la medesima luce), 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.

Queste disposizioni nel caso di doppio binario vengono accoppiate; pertanto, nel caso in esame sono state ottenute le seguenti caratteristiche di sollecitazioni:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA					
	VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE					
<i>Relazione specialistica di predimensionamento delle pile</i>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IQ01	01 R 09	RH	VI0900 001	A	12 di 29

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	12233	445	310
COMBO ML	7697	4919	2176
COMBO MT	6500	444	13650

6.5 Carichi da traffico orizzontali

6.5.1 Forza centrifuga (Q_4)

L'azione centrifuga viene 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 è stato determinato 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 (cfr. *Manuale di Progettazione RFI*)

raggio di curvatura	R	1700	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea	Vmax	200	km/h
		SX	DX
lunghezza di influenza della parte curva del binario	Lf	68.25	68.25 m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V	f	0.63	0.63

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA					
	VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE					
<i>Relazione specialistica di predimensionamento delle pile</i>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 09	CODIFICA RH	DOCUMENTO VI0900 001	REV. A	FOGLIO 13 di 29

6.5.2 Serpeggio

La forza laterale indotta dal serpeggio viene schematizzata come una forza concentrata agente orizzontalmente perpendicolarmente all'asse del binario. Il valore caratteristico di tale forza è stato assunto pari a 100 kN. Tale valore è stato poi moltiplicato per il coefficiente α , ma non per il coefficiente di amplificazione dinamica. La forza laterale indotta dal serpeggio viene applicata sia in rettifilo che in curva.

6.5.3 Frenatura ed avviamento (Q3)

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario in direzione longitudinale. Dette forze sono state considerate uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato. I valori considerati 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 sono stati moltiplicati per il coefficiente α , ma non per Φ . Nel caso di ponti a doppio binario vanno considerati due treni in transito in direzione opposta, 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 di appoggio. Essendo funzione del carico verticale, la loro definizione è associata ai coefficienti moltiplicativi delle combinazioni γ e ψ 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 *Manuale di Progettazione RFI* la forza agente sulle pile per

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA					
	VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE					
<i>Relazione specialistica di predimensionamento delle pile</i>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 09	CODIFICA RH	DOCUMENTO VI0900 001	REV. A	FOGLIO 14 di 29

impalcati a travate isostatiche, con riferimento all'apparecchio d'appoggio maggiormente caricato, si considera pari a:


$$F_a = f (V_G + V_Q)$$

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 sul piano ferro, rappresentante il convoglio ferroviario. In particolare, la pressione esercitata dal vento è stata assunta pari a 2.5 kN/m².

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE					
	<i>Relazione specialistica di predimensionamento delle pile</i>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 09	CODIFICA RH	DOCUMENTO VI0900 001	REV. A

6.7 Azione sismica (E)

L'azione sismica di progetto è rappresentata dalla massima accelerazione al suolo, definita in base alla pericolosità sismica di base del sito ove verrà realizzato il *VIADOTTO* in oggetto, dalla vita di riferimento e dalle caratteristiche del sottosuolo.

Di seguito si riportano i parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica.

6.7.1 Inquadramento sismico

La determinazione della pericolosità sismica di base è stata definita a partire dall'ubicazione del *VIADOTTO* e dalle sue caratteristiche progettuali come la vita nominale V_N e la classe d'uso C_u . In relazione a quanto stabilito dal *Manuale di Progettazione RFI* si identificano i seguenti parametri:

Vita Nominale	Classe d'Uso	Coeff. d'uso
75	III	1.5

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.

Per il *VIADOTTO* in oggetto le coordinate di riferimento sono:

Latitudine: 44.9667

Longitudine: 8.9330

6.7.2 Definizione della domanda sismica

Con riferimento alle *NTC2018* l'azione sismica viene valutata mediante spettri di risposta elastici in accelerazione. Dalle risultanze dello studio geologico i terreni in esame sono di tipo B, pianeggianti, tali da ricadere nella categoria topografica T1. Risulta, quindi, possibile tracciare lo spettro normativo di riferimento.

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

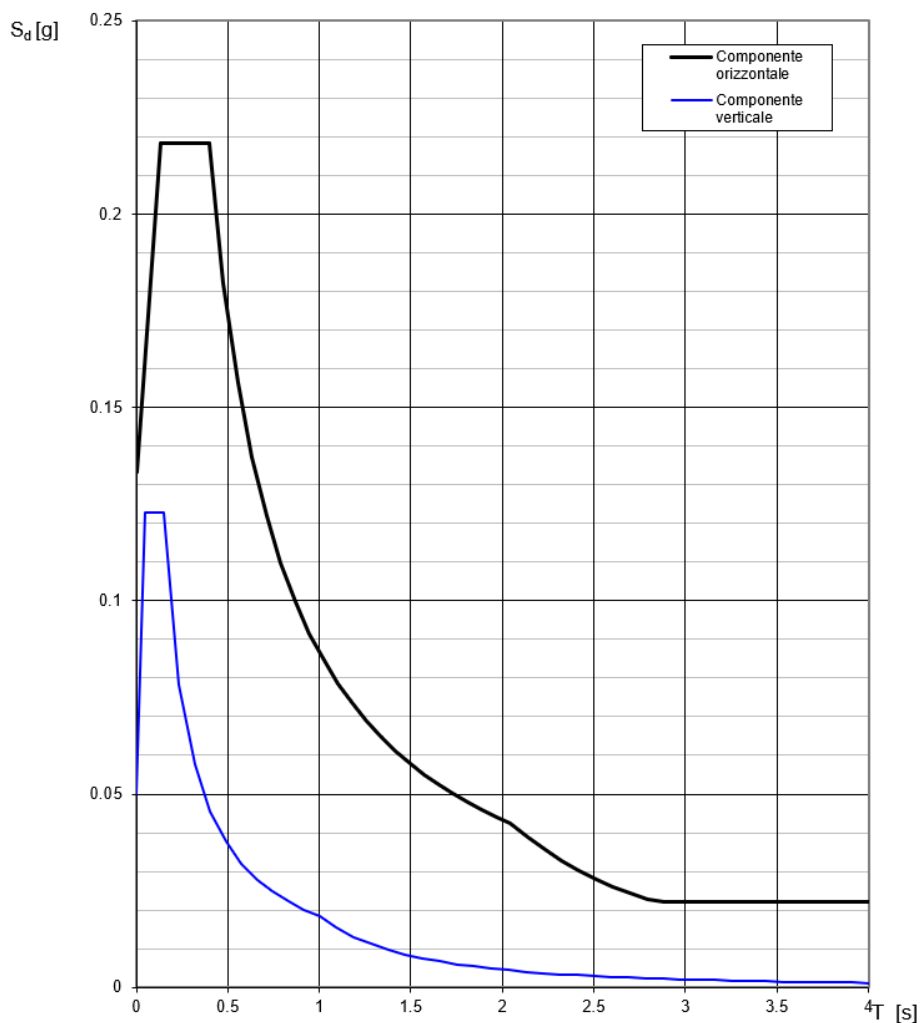



Figura 1 – Spettri di risposta per lo SLV

6.7.3 *Calcolo dell'azione sismica*

Per il calcolo delle azioni sismiche è stata adottata una analisi statica lineare e per lo spettro orizzontale è stato applicato un fattore di struttura $q=1.5$. L'accelerazione di progetto è stata 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]
Direzione Longitudinale	0.170	0.218
Direzione Trasversale	0.085	0.184
Direzione Verticale	0.038	0.105

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA					
	VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE					
<i>Relazione specialistica di predimensionamento delle pile</i>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IQ01	01 R 09	RH	VI0900 001	A	17 di 29

7. COMBINAZIONI DI CARICO

Le sollecitazioni dovute ai carichi descritti nei precedenti paragrafi sono state combinate in accordo con quanto previsto dalle *NTC 2018*.

Sono state considerate, sia in condizioni statiche (SLU) che in condizioni sismiche (SLV), n°3 combinazioni di carico in modo da massimizzare lo sforzo normale ed il momento flettente sia in direzione longitudinale che in direzione trasversale.

Le sollecitazioni sono state determinate alla base del fusto della pila ed all'intradosso del plinto di fondazione.

7.1 Sollecitazioni alla base del fusto della pila


	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
SLU_1	61770	3044	2533	30576	39214
SLU_2	55193	4801	1733	53930	30804
SLU_3	53457	2744	2533	27702	58557

	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
SLV_1	35858	2084	1610	18904	19573
SLV_2	32819	6613	1610	63432	19946
SLV_3	32579	2061	5366	18886	67766

7.2 Sollecitazioni ad intradosso plinto di fondazione

	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
SLU_1	117076	3044	2533	39706	46814
SLU_2	110498	4801	1733	68331	36004
SLU_3	108763	2744	2533	35935	66157

	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
SLV_1	78874	2852	2378	26309	25555
SLV_2	74401	9173	2378	87112	25928
SLV_3	74161	2829	7927	26222	87706

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA					
	VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE					
<i>Relazione specialistica di predimensionamento delle pile</i>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 09	CODIFICA RH	DOCUMENTO VI0900 001	REV. A	FOGLIO 18 di 29

8. VERIFICA A BASE FUSTO PILA

La verifica a SLU flessionale della sezione a base fusto pila viene effettuata mediante l'ausilio del software *RC-SEC*. Di seguito viene riportato l'output relativo per la sezione in oggetto e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

L'armatura longitudinale considerata è costituita da 392 ϕ 24.

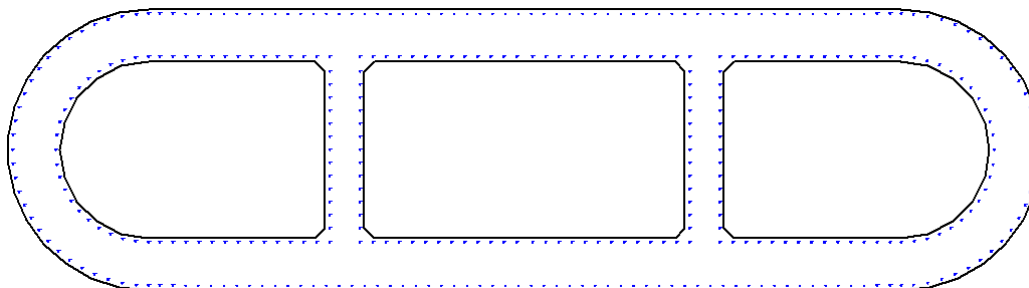


Figura 2 - Sezione implementata in RC-SEC

8.1 Verifica a presso flessione

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.
NOME FILE SEZIONE: Pila_4.3X15.8_fi24_VI09_2

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 ²
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	619.9	210.3
2	662.6	196.3
3	701.5	173.9
4	734.8	143.8
5	761.2	107.4
6	779.5	66.4
7	788.8	22.5
8	788.8	-22.5
9	779.5	-66.4
10	761.2	-107.4
11	734.8	-143.8
12	701.5	-173.9
13	662.6	-196.3
14	619.9	-210.3
15	575.0	-215.0
16	-575.0	-215.0
17	-619.9	-210.3
18	-662.6	-196.3
19	-701.5	-173.9
20	-734.8	-143.8
21	-761.2	-107.4
22	-779.5	-66.4
23	-788.8	-22.5
24	-788.8	22.5
25	-779.5	66.4
26	-761.2	107.4
27	-734.8	143.8
28	-701.5	173.9
29	-662.6	196.3
30	-619.9	210.3
31	-575.0	215.0
32	575.0	215.0

DOMINIO N° 2

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-305.0	120.0
2	-305.0	-120.0
3	-320.0	-135.0
4	-575.0	-135.0
5	-616.8	-128.4
6	-654.4	-109.2
7	-684.2	-79.3
8	-703.4	-41.7
9	-710.0	0.0
10	-703.4	41.7
11	-684.2	79.3
12	-654.4	109.2
13	-616.8	128.4

14	-575.0	135.0
15	-320.0	135.0

DOMINIO N° 3

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	230.0	135.0
2	245.0	120.0
3	245.0	-120.0
4	230.0	-135.0
5	-230.0	-135.0
6	-245.0	-120.0
7	-245.0	120.0
8	-230.0	135.0

DOMINIO N° 4

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	616.8	128.4
2	654.4	109.2
3	684.2	79.3
4	703.4	41.7
5	710.0	0.0
6	703.4	-41.7
7	684.2	-79.3
8	654.4	-109.2
9	616.8	-128.4
10	575.1	-135.0
11	320.0	-135.0
12	305.0	-120.0
13	305.0	120.0
14	320.0	135.0
15	575.0	135.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	717.0	0.0	24
2	710.5	42.4	24
3	693.4	78.4	24
4	666.9	108.2	24
5	633.2	129.5	24
6	594.9	140.6	24
7	575.0	142.0	24
8	614.5	136.4	24
9	650.8	120.1	24
10	681.2	94.2	24
11	703.2	61.0	24
12	715.1	23.0	24
13	783.0	0.0	24
14	781.8	22.0	24
15	778.4	43.7	24
16	772.6	64.9	24

17	764.7	85.4	24
18	754.6	104.9	24
19	742.5	123.3	24
20	728.5	140.3	24
21	712.9	155.7	24
22	695.7	169.4	24
23	677.1	181.2	24
24	657.4	191.0	24
25	636.8	198.6	24
26	615.5	204.0	24
27	593.7	207.2	24
28	575.0	208.0	24
29	710.5	-42.4	24
30	693.4	-78.4	24
31	666.9	-108.2	24
32	633.2	-129.5	24
33	594.9	-140.6	24
34	575.0	-142.0	24
35	614.5	-136.4	24
36	650.8	-120.1	24
37	681.2	-94.2	24
38	703.2	-61.0	24
39	715.1	-23.0	24
40	781.8	-22.0	24
41	778.4	-43.7	24
42	772.6	-64.9	24
43	764.7	-85.4	24
44	754.6	-104.9	24
45	742.5	-123.3	24
46	728.6	-140.3	24
47	712.9	-155.7	24
48	695.7	-169.4	24
49	677.1	-181.2	24
50	657.4	-191.0	24
51	636.8	-198.6	24
52	615.5	-204.0	24
53	593.7	-207.2	24
54	575.0	-208.0	24
55	298.0	0.0	24
56	252.0	0.0	24
57	298.0	-20.0	24
58	252.0	-20.0	24
59	298.0	-40.0	24
60	252.0	-40.0	24
61	298.0	-60.0	24
62	252.0	-60.0	24
63	298.0	-80.0	24
64	252.0	-80.0	24
65	298.0	-100.0	24
66	252.0	-100.0	24
67	298.0	-120.0	24
68	252.0	-120.0	24
69	298.0	-142.0	24
70	252.0	-142.0	24
71	318.0	-142.0	24
72	338.0	-142.0	24
73	358.0	-142.0	24
74	378.0	-142.0	24
75	398.0	-142.0	24
76	418.0	-142.0	24

77	438.0	-142.0	24
78	458.0	-142.0	24
79	478.0	-142.0	24
80	498.0	-142.0	24
81	518.0	-142.0	24
82	538.0	-142.0	24
83	558.0	-142.0	24
84	232.0	-142.0	24
85	212.0	-142.0	24
86	192.0	-142.0	24
87	172.0	-142.0	24
88	152.0	-142.0	24
89	132.0	-142.0	24
90	112.0	-142.0	24
91	92.0	-142.0	24
92	72.0	-142.0	24
93	52.0	-142.0	24
94	112.0	-142.0	24
95	32.0	-142.0	24
96	12.0	-142.0	24
97	298.0	0.0	24
98	252.0	0.0	24
99	298.0	20.0	24
100	252.0	20.0	24
101	298.0	40.0	24
102	252.0	40.0	24
103	298.0	60.0	24
104	252.0	60.0	24
105	298.0	80.0	24
106	252.0	80.0	24
107	298.0	100.0	24
108	252.0	100.0	24
109	298.0	120.0	24
110	252.0	120.0	24
111	298.0	142.0	24
112	252.0	142.0	24
113	318.0	142.0	24
114	338.0	142.0	24
115	358.0	142.0	24
116	378.0	142.0	24
117	398.0	142.0	24
118	418.0	142.0	24
119	438.0	142.0	24
120	458.0	142.0	24
121	478.0	142.0	24
122	498.0	142.0	24
123	518.0	142.0	24
124	538.0	142.0	24
125	558.0	142.0	24
126	232.0	142.0	24
127	212.0	142.0	24
128	192.0	142.0	24
129	172.0	142.0	24
130	152.0	142.0	24
131	132.0	142.0	24
132	112.0	142.0	24
133	92.0	142.0	24
134	72.0	142.0	24
135	52.0	142.0	24
136	112.0	142.0	24

137	32.0	142.0	24
138	12.0	142.0	24
139	558.0	-208.0	24
140	538.0	208.0	24
141	558.0	208.0	24
142	-717.0	0.0	24
143	-710.5	42.4	24
144	-693.4	78.4	24
145	-666.9	108.2	24
146	-633.2	129.5	24
147	-594.9	140.6	24
148	-575.0	142.0	24
149	-614.5	136.4	24
150	-650.8	120.1	24
151	-681.2	94.2	24
152	-703.2	61.0	24
153	-715.1	23.0	24
154	-783.0	0.0	24
155	-781.8	22.0	24
156	-778.4	43.7	24
157	-772.6	64.9	24
158	-764.7	85.4	24
159	-754.6	104.9	24
160	-742.5	123.3	24
161	-728.5	140.3	24
162	-712.9	155.7	24
163	-695.7	169.4	24
164	-677.1	181.2	24
165	-657.4	191.0	24
166	-636.8	198.6	24
167	-615.5	204.0	24
168	-593.7	207.2	24
169	-575.0	208.0	24
170	-710.5	-42.4	24
171	-693.4	-78.4	24
172	-666.9	-108.2	24
173	-633.2	-129.5	24
174	-594.9	-140.6	24
175	-575.0	-142.0	24
176	-614.5	-136.4	24
177	-650.8	-120.1	24
178	-681.2	-94.2	24
179	-703.2	-61.0	24
180	-715.1	-23.0	24
181	-781.8	-22.0	24
182	-778.4	-43.7	24
183	-772.6	-64.9	24
184	-764.7	-85.4	24
185	-754.6	-104.9	24
186	-742.5	-123.3	24
187	-728.5	-140.3	24
188	-712.9	-155.7	24
189	-695.7	-169.4	24
190	-677.1	-181.2	24
191	-657.4	-191.0	24
192	-636.8	-198.6	24
193	-615.5	-204.0	24
194	-593.7	-207.2	24
195	-575.0	-208.0	24
196	-298.0	0.0	24

197	-252.0	0.0	24
198	-298.0	-20.0	24
199	-252.0	-20.0	24
200	-298.0	-40.0	24
201	-252.0	-40.0	24
202	-298.0	-60.0	24
203	-252.0	-60.0	24
204	-298.0	-80.0	24
205	-252.0	-80.0	24
206	-298.0	-100.0	24
207	-252.0	-100.0	24
208	-298.0	-120.0	24
209	-252.0	-120.0	24
210	-298.0	-142.0	24
211	-252.0	-142.0	24
212	-318.0	-142.0	24
213	-338.0	-142.0	24
214	-358.0	-142.0	24
215	-378.0	-142.0	24
216	-398.0	-142.0	24
217	-418.0	-142.0	24
218	-438.0	-142.0	24
219	-458.0	-142.0	24
220	-478.0	-142.0	24
221	-498.0	-142.0	24
222	-518.0	-142.0	24
223	-538.0	-142.0	24
224	-558.0	-142.0	24
225	-232.0	-142.0	24
226	-212.0	-142.0	24
227	-192.0	-142.0	24
228	-172.0	-142.0	24
229	-152.0	-142.0	24
230	-132.0	-142.0	24
231	-112.0	-142.0	24
232	-92.0	-142.0	24
233	-72.0	-142.0	24
234	-52.0	-142.0	24
235	-112.0	-142.0	24
236	-32.0	-142.0	24
237	-12.0	-142.0	24
238	-298.0	0.0	24
239	-252.0	0.0	24
240	-298.0	20.0	24
241	-252.0	20.0	24
242	-298.0	40.0	24
243	-252.0	40.0	24
244	-298.0	60.0	24
245	-252.0	60.0	24
246	-298.0	80.0	24
247	-252.0	80.0	24
248	-298.0	100.0	24
249	-252.0	100.0	24
250	-298.0	120.0	24
251	-252.0	120.0	24
252	-298.0	142.0	24
253	-252.0	142.0	24
254	-318.0	142.0	24
255	-338.0	142.0	24
256	-358.0	142.0	24

257	-378.0	142.0	24
258	-398.0	142.0	24
259	-418.0	142.0	24
260	-438.0	142.0	24
261	-458.0	142.0	24
262	-478.0	142.0	24
263	-498.0	142.0	24
264	-518.0	142.0	24
265	-538.0	142.0	24
266	-558.0	142.0	24
267	-232.0	142.0	24
268	-212.0	142.0	24
269	-192.0	142.0	24
270	-172.0	142.0	24
271	-152.0	142.0	24
272	-132.0	142.0	24
273	-112.0	142.0	24
274	-92.0	142.0	24
275	-72.0	142.0	24
276	-52.0	142.0	24
277	-112.0	142.0	24
278	-32.0	142.0	24
279	-12.0	142.0	24
280	-538.0	-208.0	24
281	-558.0	-208.0	24
282	-538.0	208.0	24
283	-558.0	208.0	24
284	538.0	-208.0	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE


N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	282	140	54	24
2	280	284	54	24

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	61770.00	30576.00	39214.00	0.00	0.00
2	55193.00	53930.00	30804.00	0.00	0.00
3	53457.00	27702.00	58557.00	0.00	0.00
4	35858.00	18904.00	19573.00	0.00	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA					
	VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE					
<i>Relazione specialistica di predimensionamento delle pile</i>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IQ01	01 R 09	RH	VI0900 001	A	26 di 29

5	32819.00	63432.00	19946.00	0.00	0.00
6	32579.00	18886.00	67766.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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 [cm ²]. [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	61770.00	30576.00	39214.00	61770.21	240898.13	311567.23	7.921773.4(915.4)	
2	S	55193.00	53930.00	30804.00	55192.90	239554.78	135459.73	4.431773.4(915.4)	
3	S	53457.00	27702.00	58557.00	53456.92	213329.00	449466.89	7.681773.4(915.4)	
4	S	35858.00	18904.00	19573.00	35858.08	202296.16	211361.25	10.751773.4(915.4)	
5	S	32819.00	63432.00	19946.00	32818.79	203302.11	62861.64	3.201773.4(915.4)	
6	S	32579.00	18886.00	67766.00	32578.97	150528.05	547773.11	8.081773.4(915.4)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys 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	575.0	215.0	0.00326	593.7	207.2	-0.01468	-593.7	-207.2
2	0.00350	575.0	215.0	0.00314	575.0	208.0	-0.01981	-575.0	-208.0
3	0.00350	619.9	210.3	0.00332	593.7	207.2	-0.01225	-593.7	-207.2
4	0.00350	575.0	215.0	0.00316	593.7	207.2	-0.01962	-593.7	-207.2
5	0.00350	575.0	215.0	0.00301	575.0	208.0	-0.02699	-575.0	-208.0
6	0.00350	662.6	196.3	0.00337	657.4	191.0	-0.01249	-657.4	-191.0

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	0.000002502	0.000036132	-0.005707300	----	----

Relazione specialistica di predimensionamento delle pile

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01 R 09	RH	VI0900 001	A	27 di 29

2	0.000001438	0.000051195	-0.008333851	---	---
3	0.000003720	0.000026913	-0.004464869	---	---
4	0.000002272	0.000048479	-0.008229506	---	---
5	0.000001001	0.000069360	-0.011987837	---	---
6	0.000006776	0.000018194	-0.004561922	---	---

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA – VOGHERA					
	VI09 – VIADOTTO sul TORRENTE CURONE					
<i>Relazione specialistica di predimensionamento delle pile</i>	COMMESSA IQ01	LOTTO 01 R 09	CODIFICA RH	DOCUMENTO VI0900 001	REV. A	FOGLIO 28 di 29

9. PALI DI FONDAZIONE

Il plinto di fondazione delle pile vede la determinazione dello stato sollecitativo in funzione dell'interazione tra pali e terreno di fondazione. Si ritiene, pertanto, lecito ipotizzare il plinto di fondazione come infinitamente rigida e dedurre le sollecitazioni agenti in testa palo attraverso la relazione:

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

in cui N , M_l , M_t sono lo sforzo normale ed 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 si ripartiscano uniformemente tra i pali, risultando:

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

in cui H_l, H_t sono le azioni orizzontali nelle due direzioni principali.

Con riferimento alle sollecitazioni riportate nel precedente paragrafo 7.2 è possibile calcolare lo sforzo assiale massimo e minimo nei pali di fondazione per tutte le combinazioni analizzate. Nella *Tabella* seguente si riassumono i risultati ottenuti:

	Nmax	Nmin	V
	[kN]	[kN]	[kN]
SLU_1	8759	5875	247
SLU_2	8645	5167	319
SLU_3	8499	5096	233
SLV_1	5794	4065	232
SLV_2	6534	2766	592
SLV_3	6534	2736	526

Si riporta di seguito la *curva di portanza* per pali ϕ 1500 calcolata considerando la stratigrafia di riferimento di cui al precedente paragrafo 4.1. Sulla base di tale *curva* si assume per i pali di fondazione della pila P2 una lunghezza pari a 30 m.

