

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

MIGLIORAMENTO SISMICO E OPERE DI COMPLETAMENTO DEI VIADOTTI ESISTENTI DELLA LINEA FERRANDINA MATERA

Relazione di calcolo

Vulnerabilità VI 11

SCALA:

-

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


I A 5 F 0 3 D 0 9 C L V I 1 1 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	G. Grimaldi	Mar. 2019	S. Di Spigno	Mar. 2019	F. Gernone	Mar. 2019	A. ttt	zi

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

File: IA5F03D09CLVI1100001A

n. Elab.:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. RIFERIMENTI.....	4
3. SOFTWARE.....	4
4. MATERIALI.....	5
5. DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	5
5.1 Descrizione delle carpenterie e delle armature.....	9
6. ANALISI DEI CARICHI.....	13
6.1 Carichi permanenti.....	13
6.2 Carico accidentale	14
7. AZIONE SISMICA.....	15
8. FATTORE DI COMPORTAMENTO	17
9. COMBINAZIONI	17
9.1 Combinazione delle azioni	17
10. METODO DI ANALISI.....	18
11. MODELLAZIONE.....	18
11.1 Modellazione degli elementi.....	18
11.2 Modellazione dei carichi.....	23
12. RISULTATI DELLE ANALISI.....	25
13. VERIFICHE	27
13.1 Verifiche svolte.....	27
13.2 Verifica a pressoflessione delle pile	27
13.3 Verifica a taglio delle pile	28
13.4 Indice di rischio in resistenza delle pile.....	34
13.5 Verifica delle strutture di fondazione.....	35
13.5.1 Verifica delle fondazioni su pali.....	35
13.5.2 Verifica a taglio dei pali di fondazione.....	38
13.5.3 Indice di rischio in resistenza dei pali	38
13.6 Verifiche degli appoggi.....	39

	<p>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A	FOGLIO 2 di 57

14. CONCLUSIONI.....	40
15. ALLEGATO A TABULATI DI CALCOLO.....	41

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

1. INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la definizione della vulnerabilità sismica del viadotto ferroviario “Mirogallo” appartenente alla linea Ferrandina Matera.



Vista di un viadotto tipo della linea Ferrandina-Matera

In particolare si valuta la vulnerabilità in termini di resistenza, relativamente alle Pile in c.a. ed alle strutture di fondazione e agli apparecchi di appoggio. Si determina quindi l'indice di rischio in resistenza I_R relativamente al meccanismo di crisi indagato, ottenuto confrontando l'accelerazione di picco al suolo che porta alla crisi dell'elemento: PGA di capacità, con l'accelerazione di picco al suolo attesa nel sito: PGA di domanda:

$$I_R = \frac{PGA_c}{PGA_d}$$


	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

2. RIFERIMENTI

- [1] D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42) - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».
- [2] RFI DTC SI PS MA IFS 001 C - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture
- [3] Circolare 21 Gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. n. 35 del 11 febbraio 2019) - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- [4] Progetto DOC-Reluis 2005-2008 – linea 3: Valutazione e riduzione del rischio sismico di ponti esistenti – “linee guida e manuale applicativo per la valutazione della sicurezza sismica e il consolidamento dei ponti esistenti in c.a.” marzo 2009
- [5] D.M. 9 gennaio 1996 «Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche».

3. SOFTWARE

- [1] CSPFEA, “Midas Civil v. 2018”
- [2] GEOSTRU 2011, RC-SEC
- [3] MICROSOFT, Excel 2010

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

4. MATERIALI

Per le caratteristiche meccaniche dei materiali si demanda alla: Relazione IA5F03D09ROVI0000001.

Riassumendo:

Resistenza del CLS pile $f_{cd} = 17.3 \text{ N/mm}^2$

Tensione di snervamento dell'Acciaio $f_{yd} = 313 \text{ N/mm}^2$

Tensione ultima dell'Acciaio $f_u = 313 \text{ N/mm}^2$

Coefficienti di sicurezza per meccanismi duttili:

coeff parziale del calcestruzzo $\gamma_c = 1$

coeff parziale dell'acciaio $\gamma_s = 1$

Coefficienti di sicurezza per meccanismi fragili:

coeff parziale del calcestruzzo $\gamma_c = 1.5$

coeff parziale dell'acciaio $\gamma_s = 1.15$

Per la determinazione delle caratteristiche di rigidità del calcestruzzo si fa riferimento al DM96 §2.1.3, da cui risulta: $E_c = 5700 * \sqrt{R_{ck}}$

	RbK [Kg/cm2]	EC_{DM96} [KN/m2]
Trave cap	500	40305086.53
Trasverso	500	40305086.53
Soletta	300	31220185.78
Pulvino	300	31220185.78
Pila	250	28500000

5. DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera oggetto delle analisi è un viadotto ferroviario appartenente alla line Ferrandina-Matera con collegamento a binario singolo. Il viadotto è costituito da impalcati in c.a.p. in semplice appoggio di lunghezza pari a 30 [m], con pile ad altezza variabile e sezione monocellulare in c.a.; le fondazioni sono costituite da plinti su pali, di dimensioni variabili in relazione al numero degli stessi. Le spalle sono costituite da strutture in c.a. (muro frontale di spessore 2.00 [m], muri andatori di spessore

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

variabile 1/0.5 [m], zattera di fondazione di spessore 2.00 [m]) con fondazione su pali di diametro $\phi = 1.2$ [m].

Di seguito delle tabelle riassuntive dei dati del viadotto in esame:

Viadotto "Mirogallo"					
n° Pila	H Pila [m]	Fondazione	Dimensioni plinto	n° pali	L viadotto [m]
1	7.4	su pali	10.2 x 7.4 X 2.5	6	90
2	7.9	su pali	10.2 x 7.4 X 2.5	6	

VIADOTTO		SPALLA A												
		Terreno	Campate	H _{min}	H _{max}	Fondazione	T _{fond}	T _{pulv}	F	H	Dimensioni	ϕ	Pali	
VI11	Mirogallo	E	3	7.4	7.9	P	176.76	181.16	4.4	7	11	8	1200	7
		SPALLA B												
		Fondazione	T _{fond}	T _{pulv}	F	H	Dimensioni	ϕ	Pali					
		P	178.02	182.42	4.4	7	11	8	1200	7				

Gli appoggi prevedono uno schema di tipo fisso-mobile, in particolare con la configurazione di 3 appoggi fissi (cerniera) e 3 appoggi mobili unidirezionali (carrello) del tipo come mostrato nelle figg. seguenti:

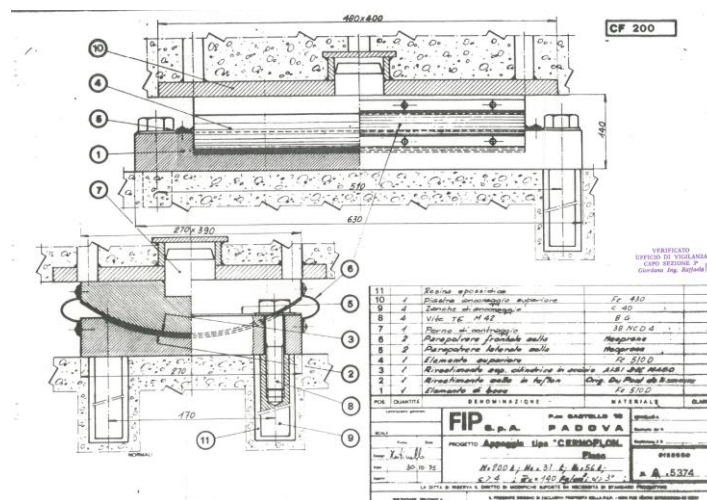


Figura 1 – Apparecchio di appoggio di tipo "fisso"

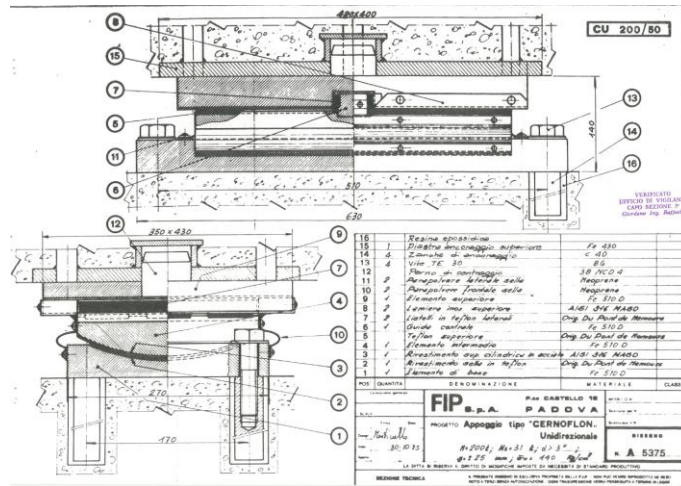


Figura 2 – Apparecchio di appoggio di tipo “mobile”

Nelle figure seguenti alcuni estratti degli elaborati di progetto originali:

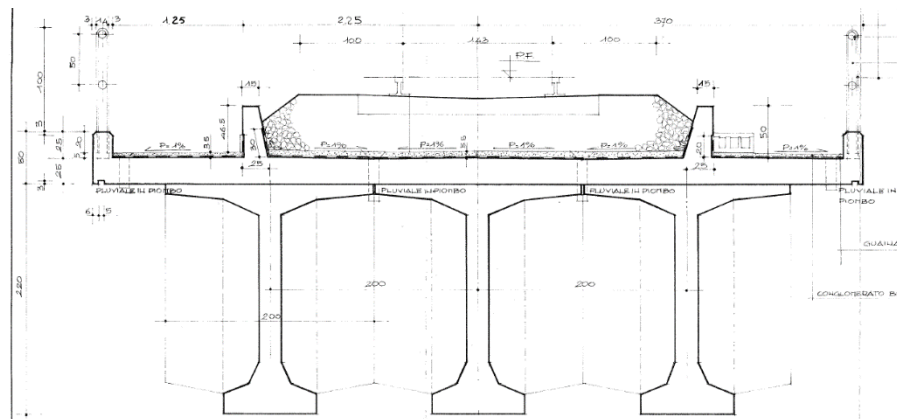


Figura 3 - Sezione trasversale impalcato

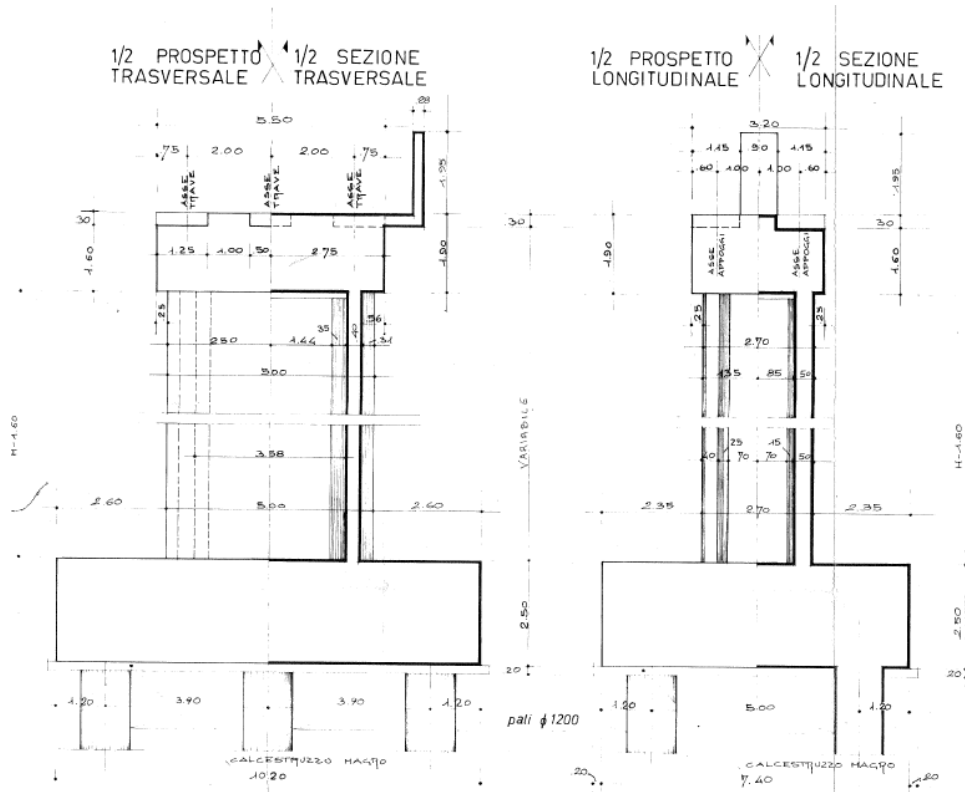


Figura 4 – Prospetto Longitudinale e Trasversale Pila

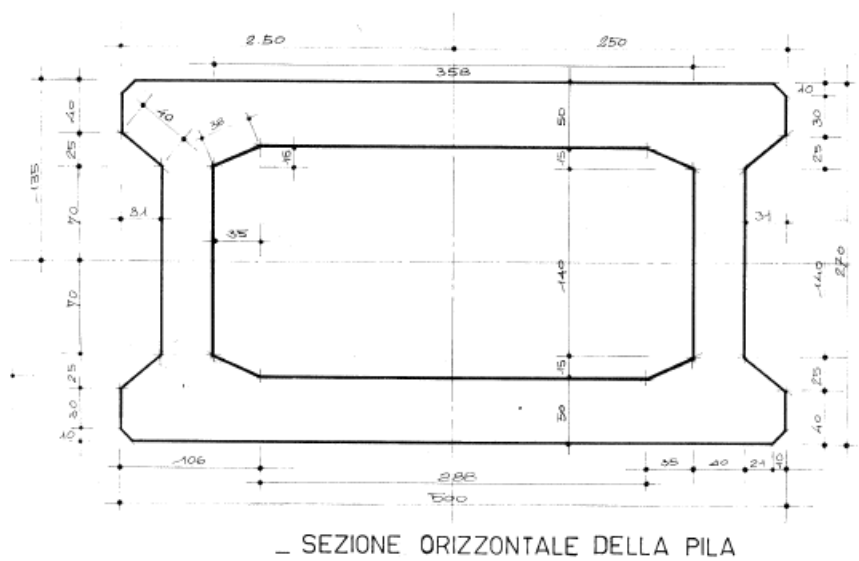



Figura 5 – Sezione della Pila

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

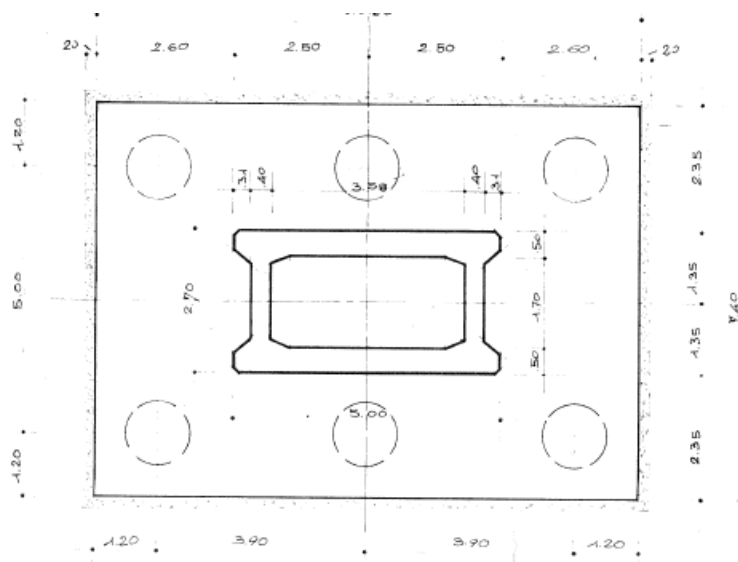


Figura 6 – Pianta della fondazione con indicazione dei pali, 6 pali

5.1 Descrizione delle carpenterie e delle armature

Dagli elaborati del progetto originale si evince la configurazione delle carpenterie e delle armature relative ai vari elementi strutturali; confermate dalle indagini realizzate sull'opera di cui alla relazione IA5F03D09ROVI0000001. In particolare, per le analisi di interesse della presente relazione, si riporta il dettaglio delle armature delle pile, suddivise in due famiglie a seconda dell'altezza H delle stesse:

<i>Pile</i> (quote da testa pulvino)	<i>Armatura sezione di base</i>	<i>Armatura sezione $H > 13$ [m]</i>
Pile con $H < 13$ [m]	116 ϕ 16	-

<i>Armatura</i>	<i>Armatura sezione di base</i>	<i>Armatura sezione $b > 1$ [m]</i> (b = quota da spiccato fondazione)
Armatura a taglio	ϕ 14/125	ϕ 14/250

Di seguito il dettaglio delle tavole di progetto:

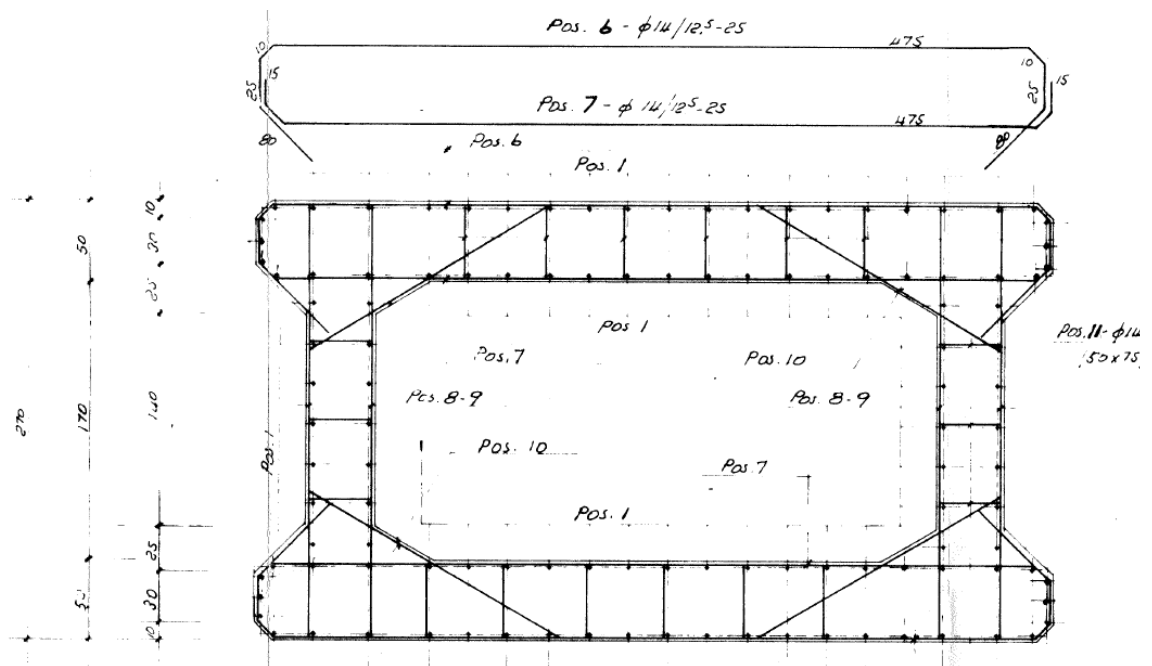


Figura 7 – Sezione della pila - 116fi16

I pali di fondazione, in numero di 6, hanno diametro $d=1.2$ [m] e armatura costituita da: 18 ϕ 20 e spirale ϕ 8/125, per le gabbie superiori; 18 ϕ 18 e spirale ϕ 8/250 per le gabbie inferiori:

ARMATURA PALI ϕ 1,20 m

1:50

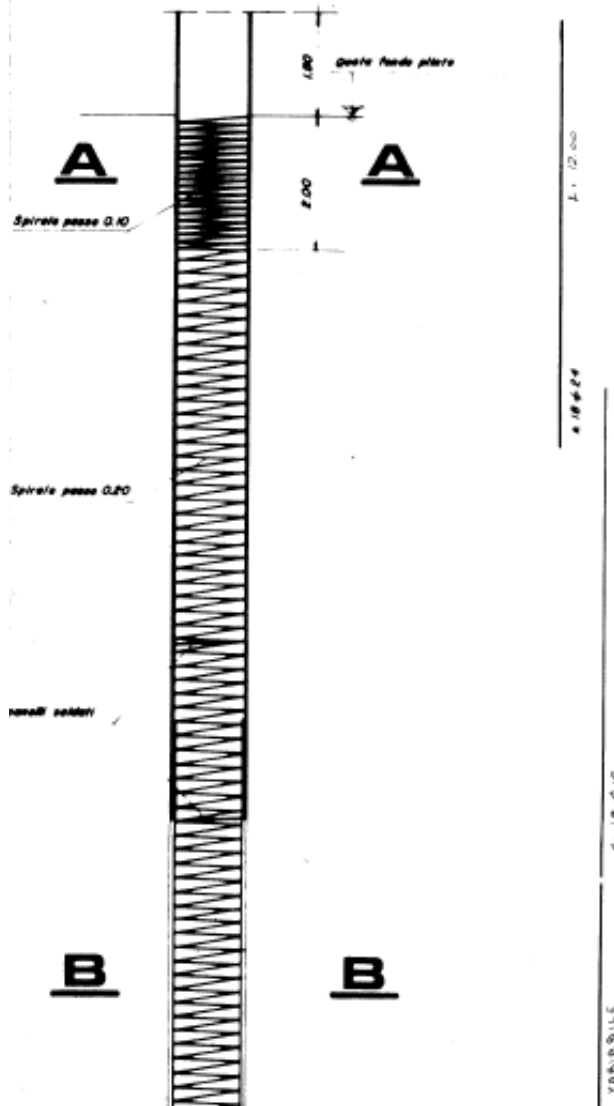
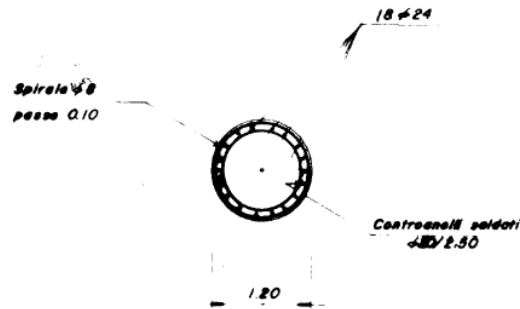


Figura 8 – Armatura del palo di fondazione

SEZIONE A-A 1:50

GABBIA SUPERIORE



SEZIONE B-B 1:50

GABBIE INFERIORI

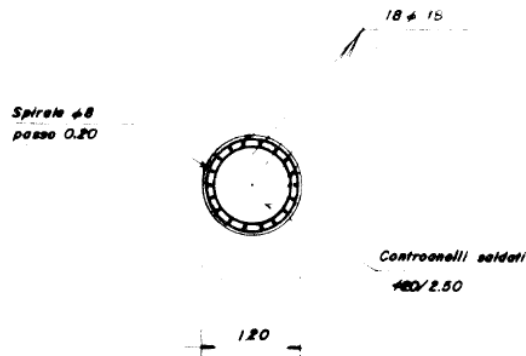


Figura 9 – Sezione del palo di fondazione

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

6. ANALISI DEI CARICHI

6.1 Carichi permanenti

Impalcato

Area di una trave = 1.03 m²

Peso travi	1x29x3x25	2175 kN
Ringrosso in corrispondenza dei traversi	1.5x0.9x1.80x2x3x25	364 kN
Traversi di testata	1.80x5.40x0.40x2x25	194 kN
Traversi di campate	1.80x5.40x0.30x2x25	146 kN
Soletta	7.40x0.25x30x25	1388 kN
Cordoli	2x(0.20x0.25)x30x25	75 kN
Para-Ballast	2x(0.20x0.50)x30x25	150 kN
Ballast	4x0.70x30x18	1512 kN
Impermeabilizzante	7.4x30x30	666 kN
Corrimano e canalette	4x30	120 kN
Per un peso complessivo		G1+G2 ~ 6800 kN

Pulvino

Altezza netta del pulvino

Peso pulvino	1.60x3.20x5.50x25	704 kN
Ritegni	(0.9x5.5+4x1x1.15)x0.3x25	71.6KN
Per un peso complessivo		G1 ~ 775 kN

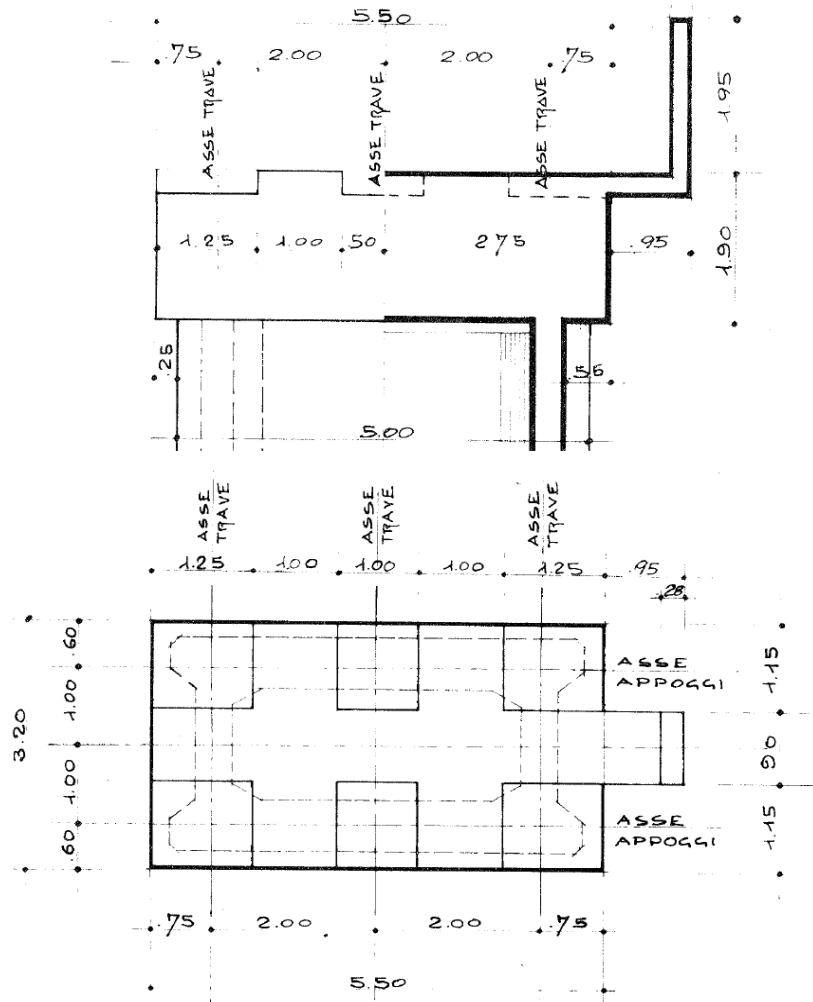


Figura 10 - Pianta e prospetto pulvino

6.2 Carico accidentale

Il carico accidentale da traffico ferroviario è stato considerato in accordo al progetto di origine, nella fattispecie il treno di carico "A", definito nel Manuale di Progettazione R.F.I. parte II sez. II 2.11.2.5:

Treno di tipo A

132 x 2 x 12.20+80.0 x (30-12.20 x 2)

3668 KN

Si riporta in *Figura 10* la determinazione dello spettro elastico allo SLV per il caso del viadotto in esame.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate: LONGITUDINE 16.55000, LATITUDINE 40.58700

Ricerca per comune: REGIONE Piemonte, PROVINCIA Torino, COMUNE Agliè

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito: km 7.5, -7.5

Reticolo di riferimento: Controllo sul reticolo (Sito esterno al reticolo, Interpolazione su 3 nodi, Interpolazione corretta), Interpolazione superficie rigata

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 casi individuati e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 50

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U : 1

Valori di progetto: Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R : 50

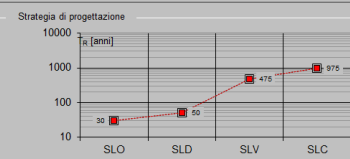
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE: SLO - $P_{VR} = 81\%$ (30), SLD - $P_{VR} = 63\%$ (50)

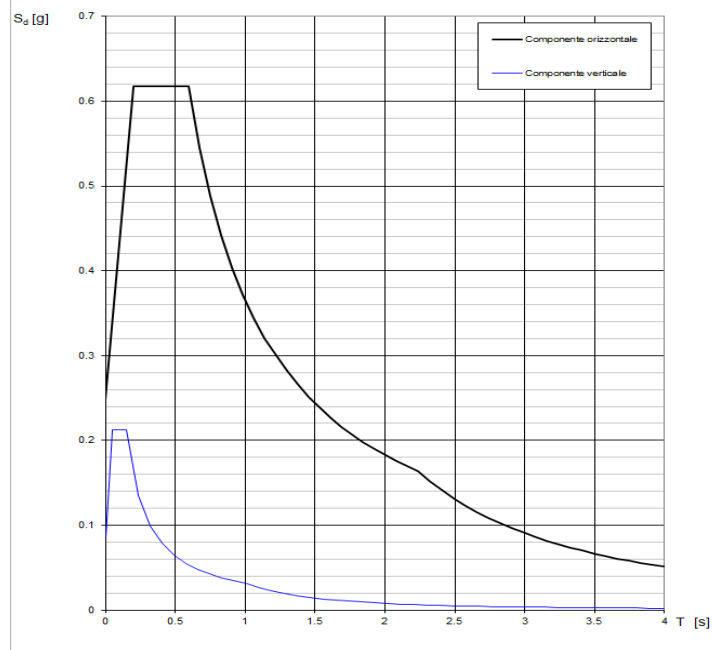
Stati limite ultimi - SLU: SLV - $P_{VR} = 10\%$ (475), SLC - $P_{VR} = 5\%$ (975)

Strategia di progettazione: Grafici parametri azione, Grafici spettri di risposta, Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO: ---□--- Strategia per costruzioni ordinarie, ---■--- Strategia scelta



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



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.040	2.458	0.289
SLD	50	0.055	2.496	0.303
SLV	475	0.159	2.477	0.331
SLC	975	0.205	2.497	0.334

Figura 12- Spettro elastico SLV

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

8. FATTORE DI COMPORTAMENTO

Il fattore di struttura viene utilizzato, ove non si eseguano delle analisi dinamiche in campo non lineare, secondo quanto indicato al par. 3.2.3.5 delle NTC18, quale fattore riduttivo delle forze corrispondenti allo spettro elastico che “... tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovrarisonanza, dell’incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni ...”. Per la struttura in esame viene scelto un fattore di struttura minimo pari ad 1.5, in accordo con la tab. 7.3.II delle NTC18.

9. COMBINAZIONI

9.1 Combinazione delle azioni

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento alla combinazione sismica:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$


Gli effetti dell’azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali:

$$G_K + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Le NTC 2018 prevedono l’applicazione di un’aliquota del 20% del carico ferroviario in presenza dell’azione sismica di progetto allo SLU, sia per il nuovo che per l’esistente, quindi con il relativo valore di ψ_2 pari a 0.20.

Si riassumono di seguito le combinazioni di calcolo utilizzate:

	E_x	E_y	E_z	$G1+G2$	Treno “A”
SLV_1	1	0.3	0.3	1	0.2
SLV_2	1	0.3	-0.3	1	0.2
SLV_3	1	-0.3	0.3	1	0.2
SLV_4	1	-0.3	-0.3	1	0.2
SLV_5	-1	0.3	0.3	1	0.2
SLV_6	-1	0.3	-0.3	1	0.2
SLV_7	-1	-0.3	0.3	1	0.2
SLV_8	-1	-0.3	-0.3	1	0.2
SLV_9	0.3	1	0.3	1	0.2
SLV_10	0.3	1	-0.3	1	0.2
SLV_11	0.3	-1	0.3	1	0.2
SLV_12	0.3	-1	-0.3	1	0.2

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

SLV_13	-0.3	1	0.3	1	0.2
SLV_14	-0.3	1	-0.3	1	0.2
SLV_15	-0.3	-1	0.3	1	0.2
SLV_16	-0.3	-1	-0.3	1	0.2
SLV_17	0.3	0.3	1	1	0.2
SLV_18	0.3	0.3	-1	1	0.2
SLV_19	0.3	-0.3	1	1	0.2
SLV_20	0.3	-0.3	-1	1	0.2
SLV_21	-0.3	0.3	1	1	0.2
SLV_22	-0.3	0.3	-1	1	0.2
SLV_23	-0.3	-0.3	1	1	0.2
SLV_24	-0.3	-0.3	-1	1	0.2

Per l'analisi sismica viene considerata una aliquota della massa da traffico ferroviario pari al 20%, considerando il treno di carico tipo A, definito in precedenza, insistente sull'intero il viadotto.

10. METODO DI ANALISI

Come anticipato, viene condotta una analisi dinamica lineare con spettro di risposta, il quale è opportunamente ridotto quindi, attraverso il fattore di comportamento specificato.

In prima battuta viene impiegato lo spettro di domanda (sisma atteso nel sito) definito dalla Norma per effettuare le verifiche (in resistenza delle pile e delle strutture di fondazione); successivamente viene implementata una analisi iterativa impiegando spettri via via crescenti (variando il valore del tempo di ritorno T_r) per determinare la accelerazione di picco al suolo che porta al raggiungimento della resistenza limite, per ogni meccanismo di rottura indagato.

Si è in grado quindi di esplicitare il fattore di rischio I_R come definito in precedenza.

La determinazione del fattore di rischio in termini di capacità delle pile è dettagliatamente illustrata nella relazione specifica IA5F03D09CLVI0000001.

11. MODELLAZIONE

11.1 Modellazione degli elementi

Per l'opera in esame è prevista l'adozione del software per analisi ad elementi finiti "Midas Civil v. 2018", con il quale si conduce una modellazione ad elementi di tipo *frame*.

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

In particolare si modellano tutti gli elementi costituenti il viadotto: impalcato a graticcio, pulvini e pile. Per tener conto della deformabilità delle strutture di fondazione non modellate, si considera una lunghezza incrementata dei *frame* rappresentanti le pile, in misura pari ad 1/3 dell'altezza del plinto, quindi: $h_{agg} = 1/3 * 2.5 [m] = 0.8 [m]$

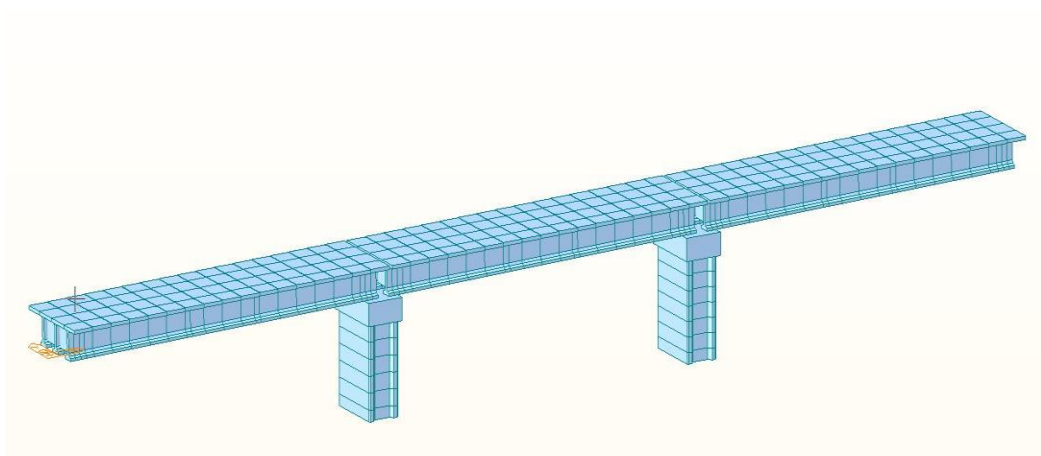



Figura 13 – Modello di calcolo- vista generale

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

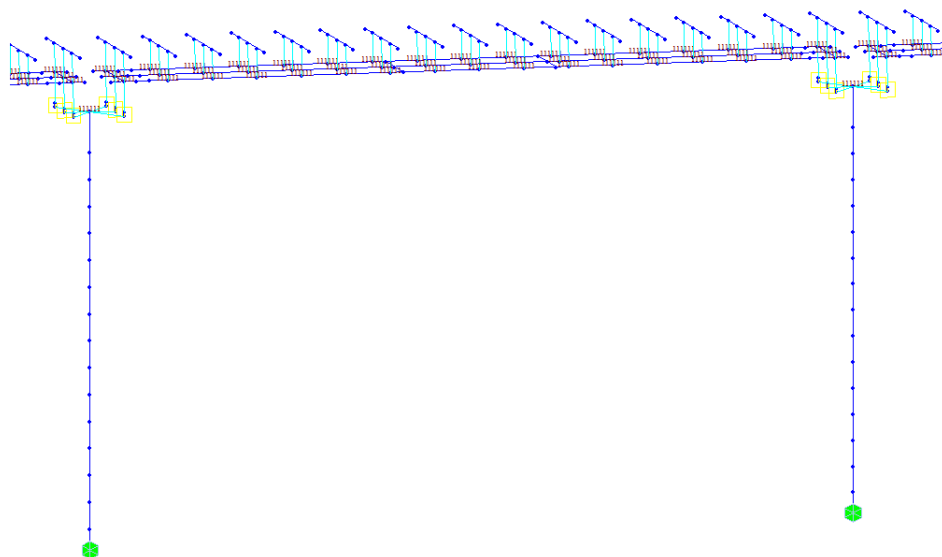
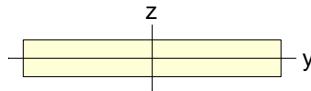


Figura 14– Modello di calcolo-particolare: elementi frame e vincoli

Sono modellati gli elementi costituenti l’impalcato: travi con sezione ad I, traversi di testata e di campata, soletta discretizzata in elementi frame collegati alle travi principali tramite vincoli cinematici. Per tenere conto della corretta rigidezza flessionale dell’impalcato, vista la non collaborazione nella direzione longitudinale degli elementi *soletta*, l’inerzia degli elementi frame rappresentanti le travi viene modificata attribuendogli il valore dell’inerzia dell’impalcato.

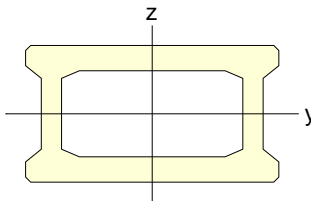
I vincoli del tipo cerniera/carrello tra l’impalcato e le pile, sono modellati con elementi link che vincolano opportunamente i g.d.l. secondo lo schema di progetto; il quale prevede tre appoggi fissi e tre appoggi mobili per singolo impalcato.

Di seguito si riporta il dettaglio degli elementi modellati con le relative proprietà geometriche:



A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.438	0.365	0.365	0.125	0.125
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
0.008	0.002	0.112	0.875	0.875

Figura 15– Soletta - frame



A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
6.476	4.189	1.743	1.350	1.350
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
13.231	6.531	16.127	2.500	2.500

Figura 16– Pila - frame

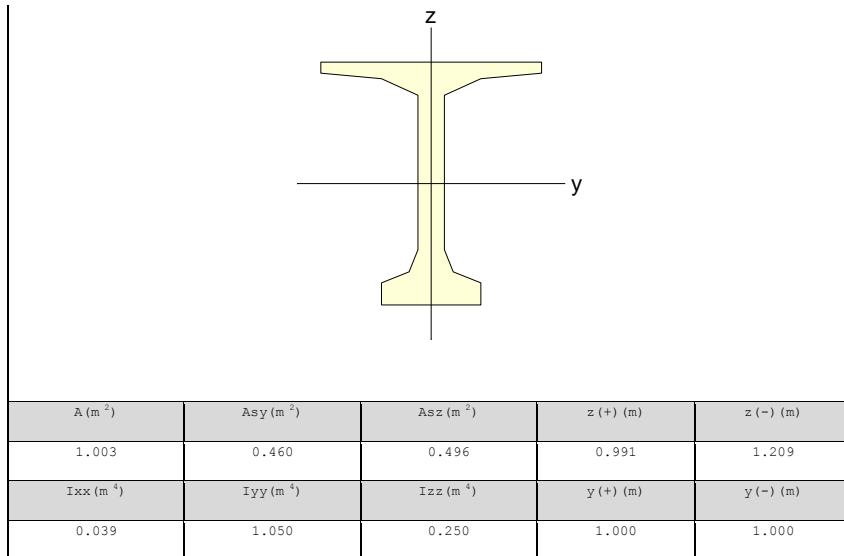


Figura 17 – Trave - frame

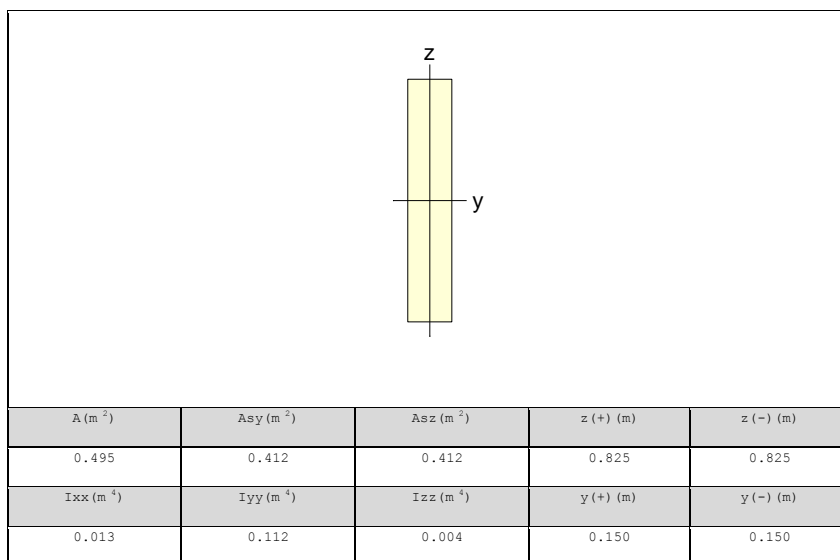


Figura 18– Traverso di campata - frame

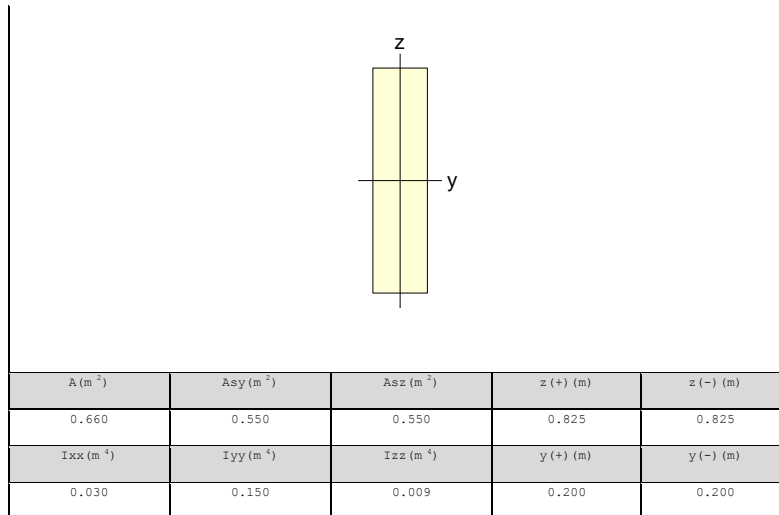


Figura 19– Traverso di testata - frame

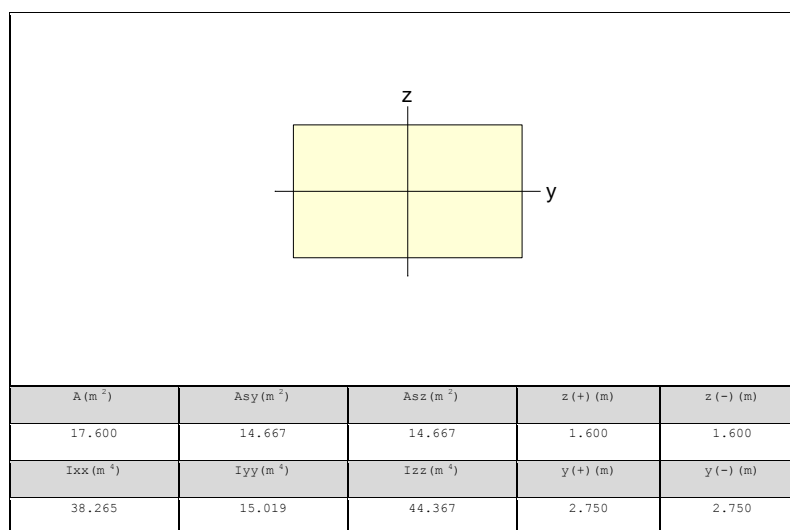


Figura 20– Pulvino - frame

11.2 Modellazione dei carichi

I carichi permanenti sono modellati come carichi statici applicati ai relativi elementi, tenendo conto anche dei ringrossi di travi e traversi non modellati direttamente.

Il carico relativo al traffico ferroviario viene considerato quando sfavorevole, in particolare nella

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

condizione di massima reazione all'appoggio sulla pila di interesse, pari a 1900 KN:



Dalla quale deriva anche il momento a base pila, considerando un braccio pari alla distanza dell'appoggio dall'asse della pila di 1 [m], pari a: $1900 \text{ [KN]} * 1 \text{ [m]} = 1900 \text{ [KNm]}$

Dettaglio dei carichi assegnati:

Carico	tipo	H [m]	B [m]	L [m]	p [KN/m]	P [KN]
Cordolo di bordo	G1	0.25	0.2	1.75		2.19
Paraballast	G1	0.5	0.2	1.75		4.38
Ringrosso testa trave	G1				27.86	
Ringrosso variabile trave	G1				27.80	
Ringrosso trasverso testata	G1				3.20	
Ringrosso trasverso testata	G1					13.80
Ringrosso trasverso campata	G1				7.65	
Ringrosso trasverso campata	G1					19.36
Baggioli	G1					71.63

Impermeabilizzazione (massetto etc)	G2			1.75	3.50	
Corrimano e canalette	G2			1.75		7.00
Ballast	G2	0.7	4	29	50.40	

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

12. RISULTATI DELLE ANALISI

- Principali modi di vibrare

EIGENVALUE ANALYSIS				
Mode No	Frequency		Period	
	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)	
1	23.86486	3.79821	0.263282	
2	24.4968	3.898787	0.25649	
3	24.65819	3.924472	0.254811	
4	25.20498	4.011498	0.249283	
5	25.41301	4.044606	0.247243	
6	25.78193	4.103322	0.243705	
7	30.51932	4.857301	0.205876	
8	32.13955	5.115167	0.195497	
9	32.21345	5.12693	0.195049	
10	36.48078	5.806097	0.172233	

- Sollecitazioni

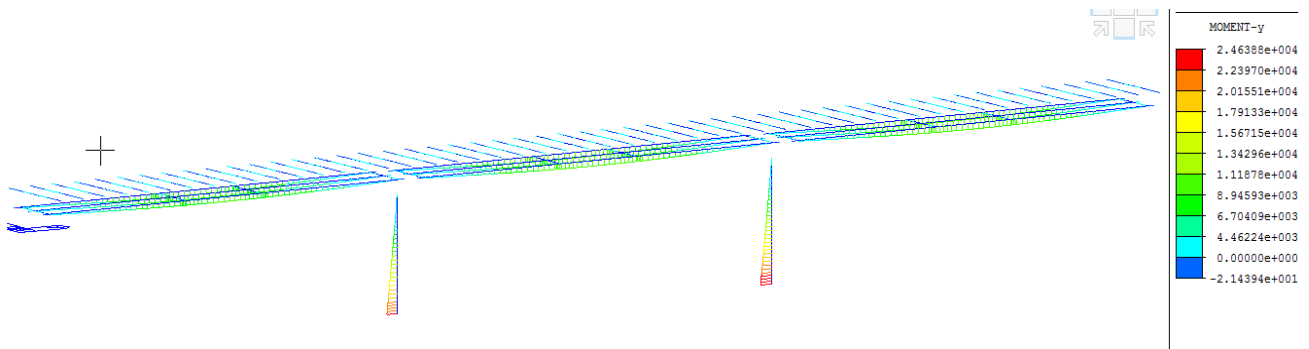


Figura 21 – Momenti flettenti attorno all'asse trasversale comb.SLV_1

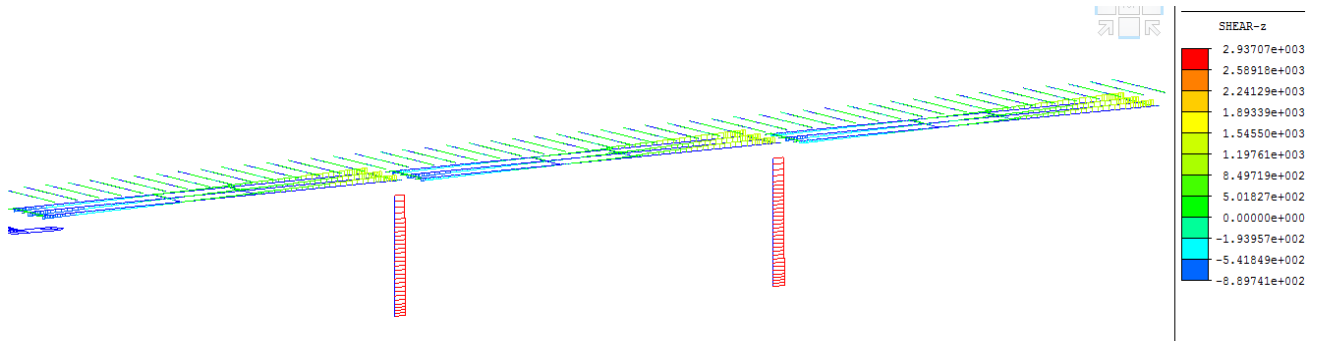


Figura 22 – Tagli F_z comb.SLV_1

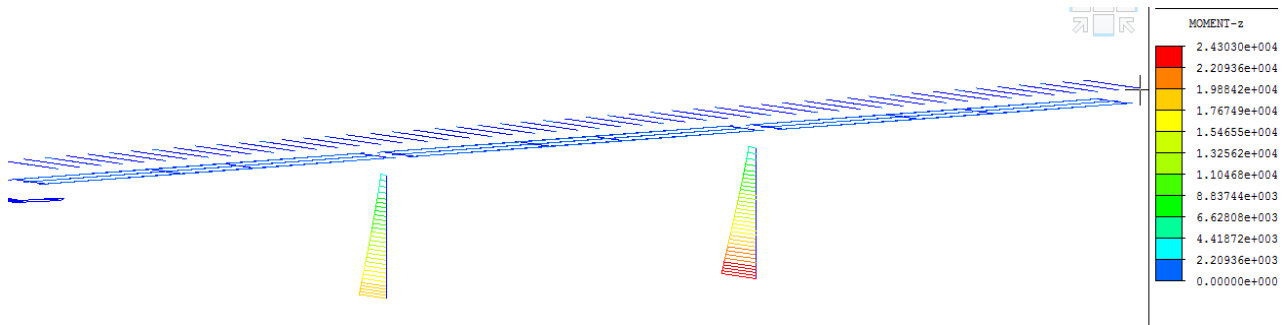



Figura 23 – Momenti flettenti attorno all'asse longitudinale comb.SLV_9

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

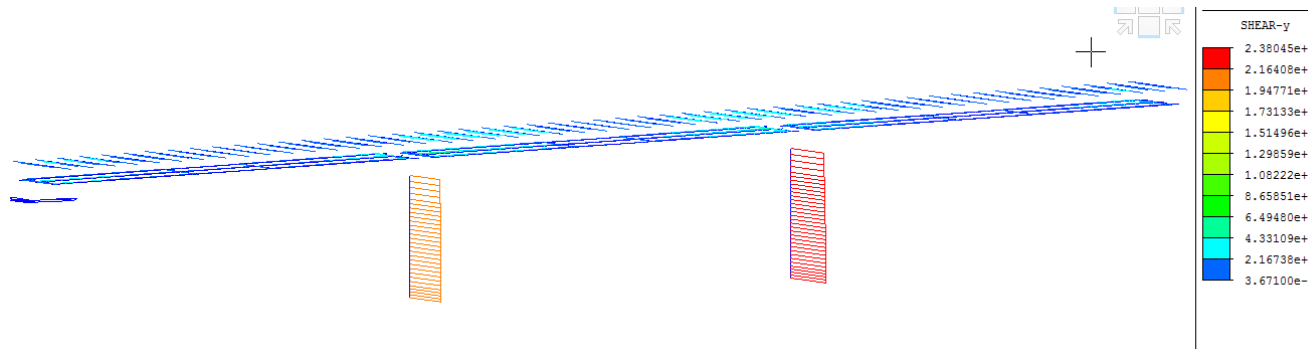


Figura 24 – Tagli trasversali Fy comb.SLV_9

13. VERIFICHE


13.1 Verifiche svolte

Si riportano le verifiche delle analisi effettuate, in particolare:

- verifiche a pressoflessione delle pile
- verifiche a taglio delle pile
- verifiche strutturali dei pali di fondazione: pressoflessione e taglio
- verifiche delle sollecitazioni sugli appoggi

13.2 Verifica a pressoflessione delle pile

Le verifiche sono svolte per la sezione di base armata con 116 ϕ 16. Si riportano in sintesi i risultati ottenuti, in termini di coefficiente F_s minimo per ciascuna pila. Per i risultati in dettaglio si rimanda all'Allegato A dei tabulati di calcolo.

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

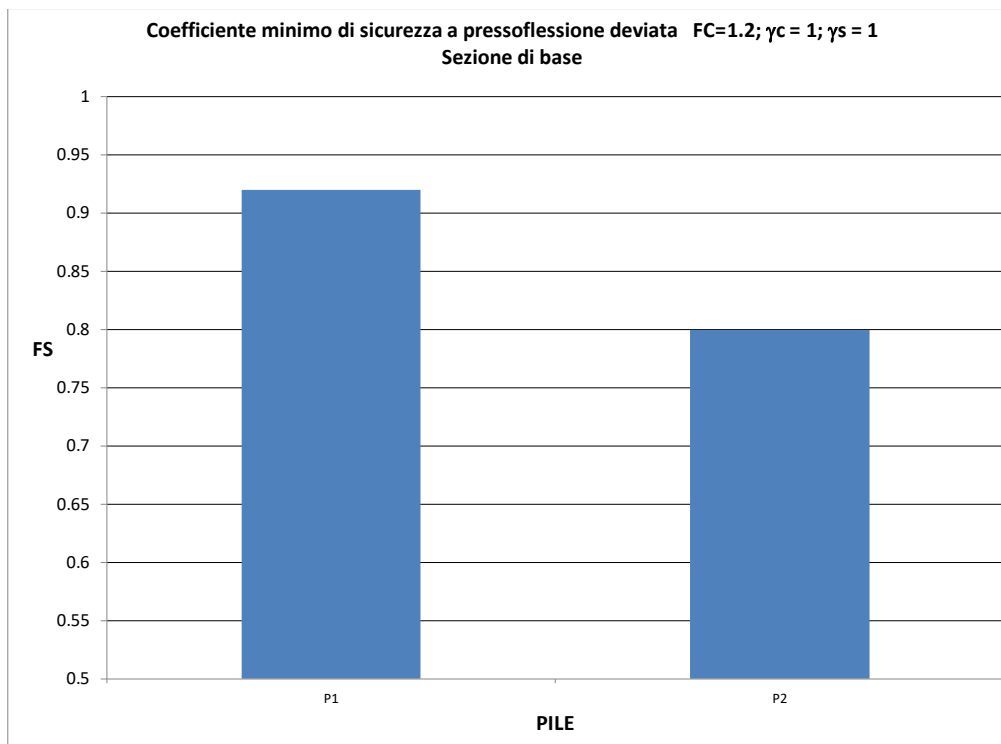


Figura 25– Verifica a pressoflessione per ciascuna pila

13.3 Verifica a taglio delle pile

La verifica è svolta in accordo con il § 4.1.2.3.5.2 delle NTC18, in cui si individua la resistenza a taglio, degli elementi dotati di armature trasversali resistenti, come la minima tra: la resistenza a “taglio trazione” V_{rsd} dovuta alle armature e la resistenza a “taglio compressione” V_{rcd} dovuta al calcestruzzo d’anima.

(Per la verifica in oggetto si è ottenuto l’angolo θ di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo, imponendo l’uguaglianza dei termini V_{rsd} e V_{rcd} e quindi la rottura simultanea lato armature e lato calcestruzzo; con la limitazione per il valore dell’angolo θ tra 22° e 45°)

I risultati sono relativi alla sezione di base della pila ed alla sezione in cui si colloca il cambiamento del passo delle staffe (ca. 1 [m] dallo spiccato di fondazione) in termini del coefficiente F_s :

– *Sezione di base, taglio longitudinale*

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

	Shear-z (kN)
P1	2898.78
P2	2935.26

Figura 26 – Sollecitazioni taglianti massime, SLV

Rbk	25	N/mm ²	bw	800	mm
fck	20.75	N/mm ²	d	2650	mm
fcd	11.53	N/mm ²	A	2120000	mm ²
Fe38K	372	N/mm ²	φ st	14	mm
fyd	269.57	N/mm ²	s	125	mm
Fc	1.2		n bracci	4	
γ c	1.5		Asw	615.75	mm ²
γ s	1.15		Vrsd	4979.88	[KN]
α	90		Vrcd	4979.88	[KN]
θ	32.4547	Angolo theta			
	OK				
ctg α	6E-17				0.00
ctg θ	1.57242754				

Figura 27– Taglio resistente della sezione

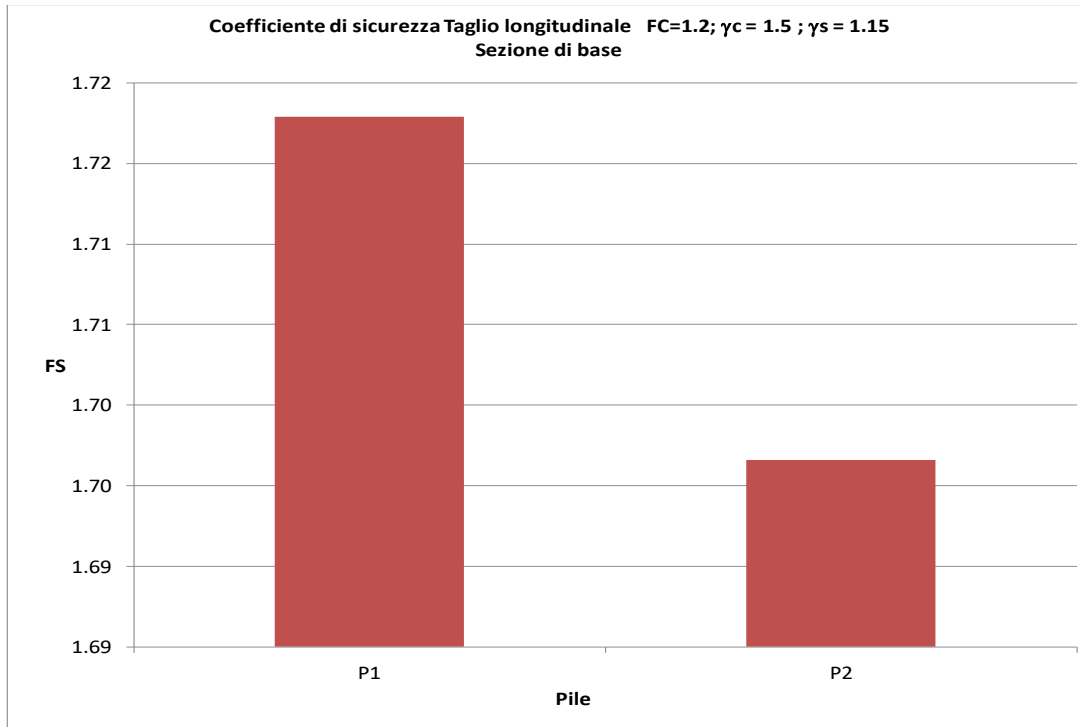


Figura 28– Verifica a taglio delle pile

– Sezione ad 1 [m] dallo spiccato di fondazione, taglio longitudinale

Rbk	25	N/mm ²
fck	20.75	N/mm ²
fcd	11.53	N/mm ²
Fe38K	372	N/mm ²
fyd	269.57	N/mm ²

Fc	1.2
γ_c	1.5
γ_s	1.15

α	90
θ	22.3000
	OK

Angolo theta

ctg α	6E-17
ctg θ	2.43824876

bw	800	mm
d	2650	mm

A	2120000	mm ²
---	---------	-----------------

ϕ_{st}	14	mm
s	250	mm

n bracci	4	
Asw	615.75	mm ²

Vrsd	3860.97	[KN]
Vrcd	3860.97	[KN]

0.00

Figura 29 – Taglio resistente della sezione

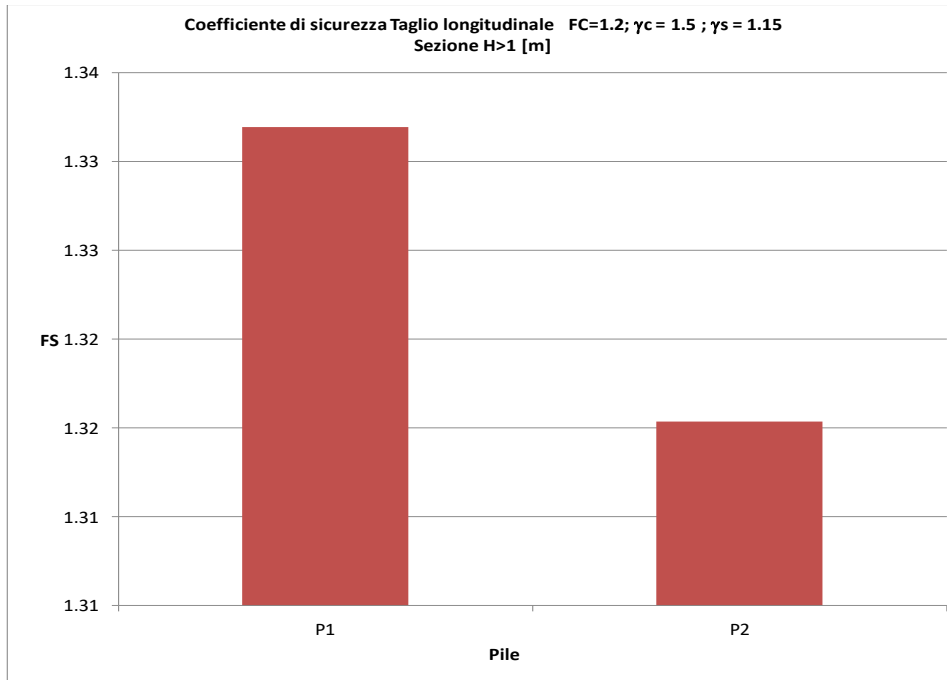


Figura 30– Verifica a taglio delle pile

– Sezione di base, taglio trasversale

	Shear-y (kN)
P1	2084.49
P2	2379.7

Figura 31– Sollecitazioni taglianti massime, SLV

Relazione di calcolo	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A	FOGLIO 32 di 57
----------------------	------------------	-------------	----------------	------------------------	-----------	--------------------

Rbk	25	N/mm ²
fck	20.75	N/mm ²
fcd	11.53	N/mm ²
Fe38K	372	N/mm ²
fyd	269.57	N/mm ²

Fc	1.2
γ_c	1.5
γ_s	1.15

α	90
θ	28.6840
	OK

Angolo theta

ctg α	6E-17
ctg θ	1.82774738

bw	1000	mm
d	4350	mm

A	4350000	mm ²
---	---------	-----------------

ϕ_{st}	14	mm
s	125	mm

n bracci	4	
Asw	615.75	mm ²

Vr _{sd}	9501.84	[KN]
Vr _{cd}	9501.84	[KN]

0.00

Figura 32– Taglio resistente della sezione

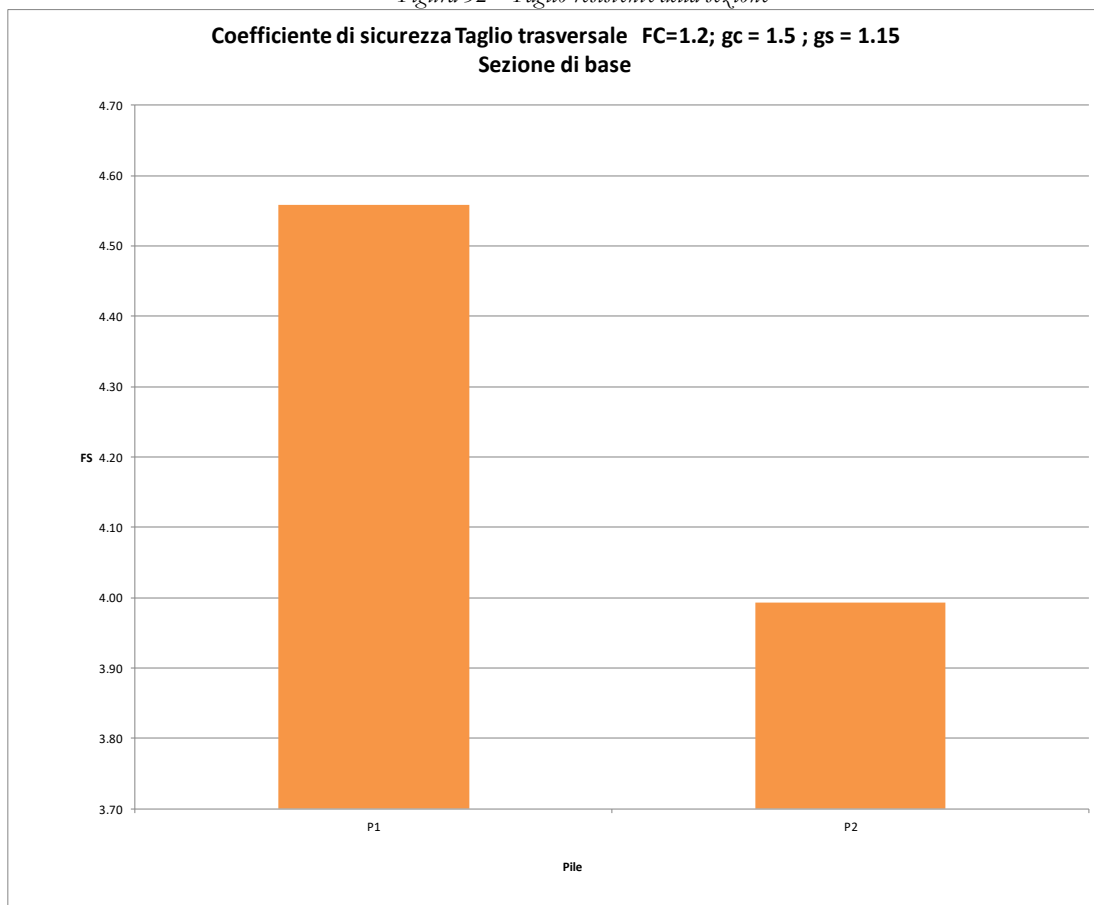


Figura 33– Verifica a taglio delle pile

Relazione di calcolo	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A	FOGLIO 33 di 57
----------------------	------------------	-------------	----------------	------------------------	-----------	--------------------

– Sezione ad 1 [m] dallo spiccato di fondazione, taglio trasversale

Rbk	25	N/mm ²
fck	20.75	N/mm ²
fcd	11.53	N/mm ²
Fe38K	372	N/mm ²
fyd	269.57	N/mm ²

Fc	1.2
γ_c	1.5
γ_s	1.15

α	90
θ	22.0010
	OK

Angolo theta

ctg α	6E-17
ctg θ	2.47496249

bw	1000	mm
d	4350	mm

A	4350000	mm ²
---	---------	-----------------


ϕ_{st}	14	mm
s	250	mm

n bracci	4	
Asw	615.75	mm ²

Vrsd	6433.25	[KN]
Vrcd	7837.98	[KN]

-1404.74

Figura 34– Taglio resistente della sezione

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

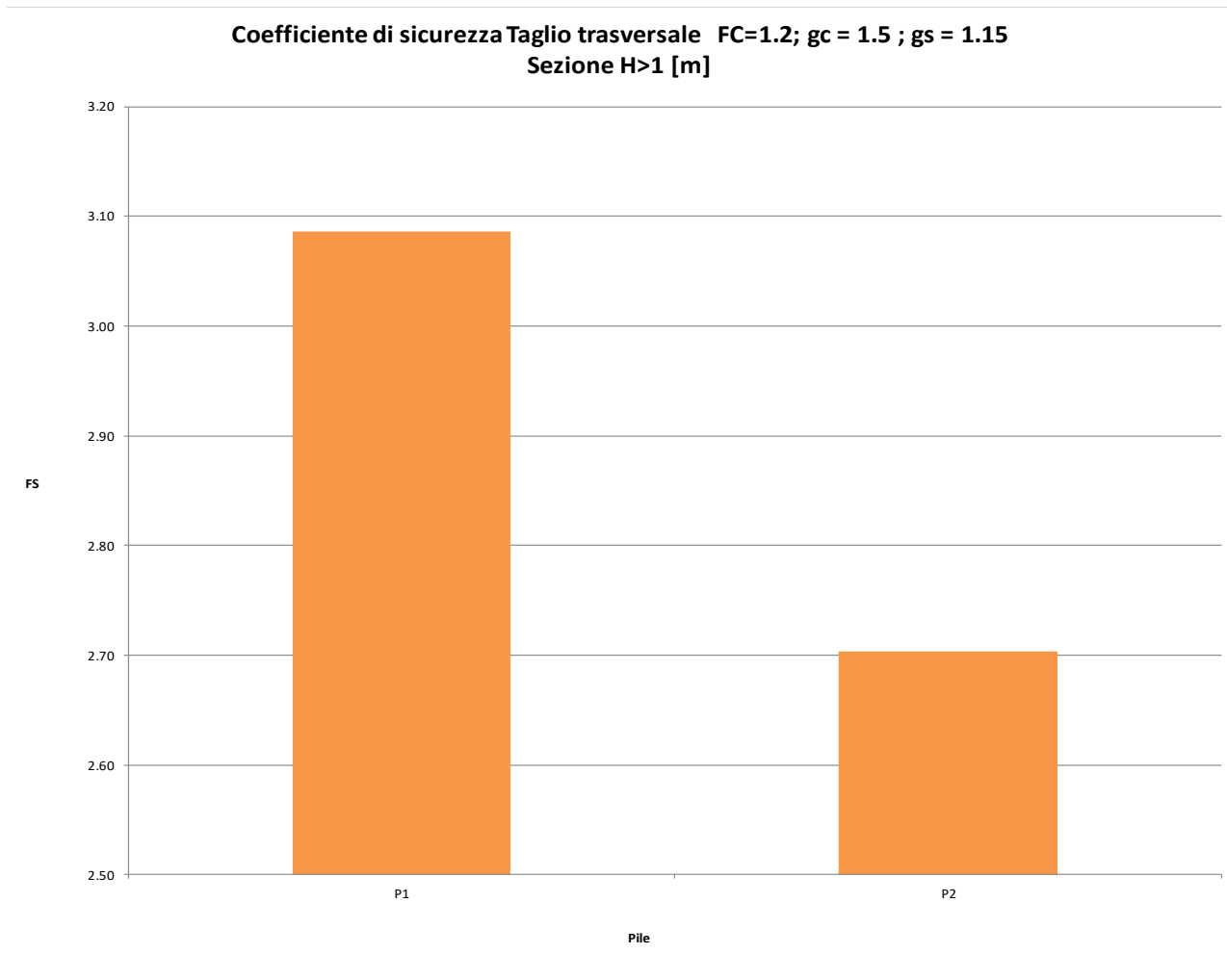


Figura 35– Verifica a taglio delle pile

13.4 Indice di rischio in resistenza delle pile

Si determina quindi l'indice di rischio in resistenza I_R delle pile relativamente al meccanismo della pressoflessione, ottenuto confrontando l'accelerazione di picco al suolo che porta alla rottura dell'elemento: PGA di capacità, con l'accelerazione di picco al suolo attesa nel sito: PGA di domanda:

$$I_R = \frac{PGA_c}{PGA_d}$$

Capacità	Domanda	I_R
PGA = 0.195 (g)	PGA = 0.25 (g)	0.78
Tr = 270 (anni)	Tr = 475 (anni)	

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

13.5 Verifica delle strutture di fondazione

Le verifiche delle fondazioni si distinguono in due tipologie a seconda del tipo di fondazione in esame: fondazioni superficiali e fondazioni su pali.

13.5.1 Verifica delle fondazioni su pali

Per i plinti fondati su pali si individuano, per ogni combinazione di carico SLV, le azioni di compressione e taglio derivanti dalle sovrastrutture, calcolate secondo lo schema di redistribuzione rigida delle azioni:

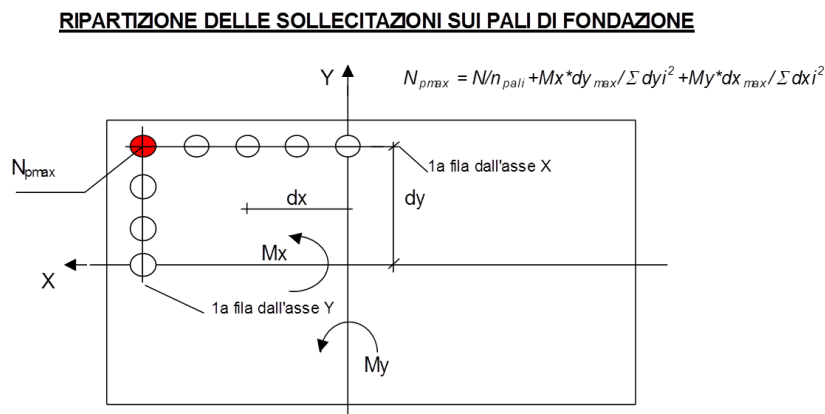


Figura 36– Metodo di calcolo delle azioni sulla palificata

Infine si effettua la verifica a pressoflessione del palo considerando le combinazioni delle azioni di verifica corrispondenti rispettivamente allo sforzo assiale massimo, minimo, taglio massimo. Il momento massimo agente sul palo viene valutato considerando la lunghezza elastica del palo

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

$L_0 = (4E_p J / E_s)^{1/4}$ dove:

E_p = Modulo elastico del palo
 E_s = Modulo elastico del terreno
 J = Momento di inerzia della sezione del palo

Da cui: $M_{max} = \frac{HL_0}{2}$

Per il viadotto in esame viene determinato un coefficiente $L_0 = 4.8$ [m]

-PILA 1

Load	Solllecitazioni pali [KN]		
	Nmax [KN]	Nmin [KN]	V ris [KN]
SLV_1	4600.30	-49.43	494.24
SLV_2	4467.25	209.81	444.33
SLV_3	4600.30	-49.43	494.24
SLV_4	4467.25	209.81	444.33
SLV_5	4698.97	441.90	444.33
SLV_6	4958.20	308.85	494.24
SLV_7	4698.97	441.90	444.33
SLV_8	4958.20	308.85	494.24
SLV_9	4521.70	235.67	383.69
SLV_10	4388.64	494.91	364.92
SLV_11	4521.70	235.67	383.69
SLV_12	4388.64	494.91	364.92
SLV_13	4413.86	520.51	364.92
SLV_14	4673.10	387.45	383.69
SLV_15	4413.86	520.51	364.92
SLV_16	4673.10	387.45	383.69
SLV_17	3631.46	978.70	245.78
SLV_18	3187.95	1842.81	116.45
SLV_19	3631.46	978.70	245.78
SLV_20	3187.95	1842.81	116.45
SLV_21	3065.96	1721.20	116.45
SLV_22	3930.07	1277.69	245.78
SLV_23	3065.96	1721.20	116.45
SLV_24	3930.07	1277.69	245.78

-PILA 2

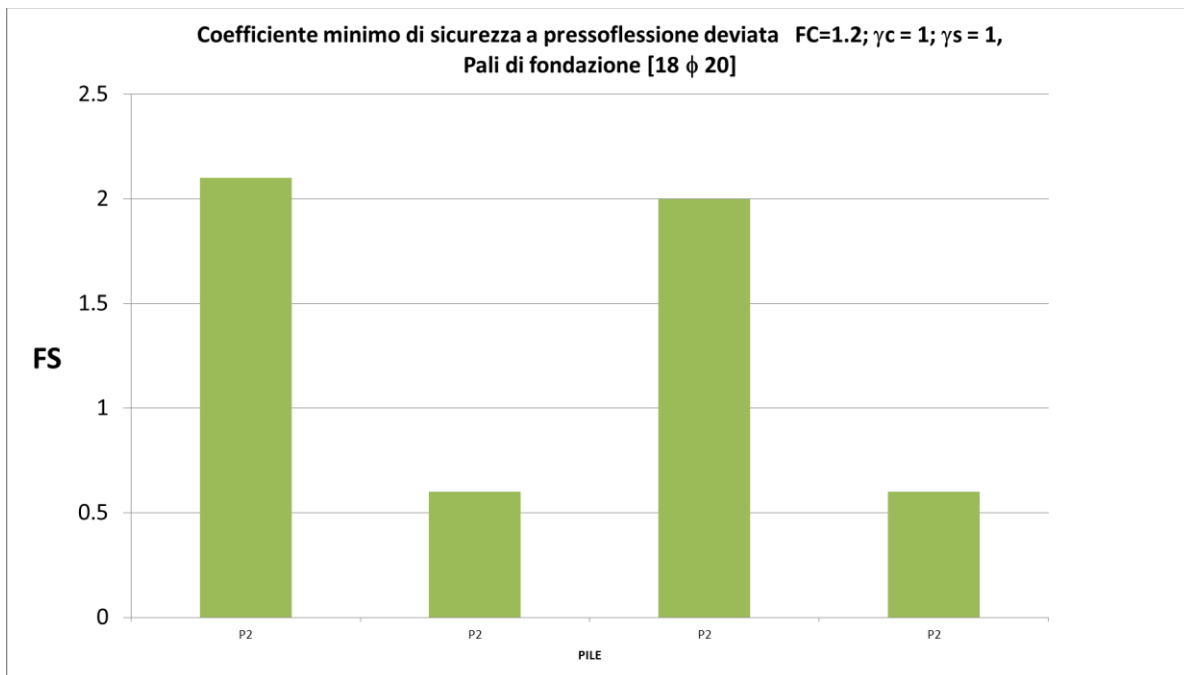
Load

SLV_1
SLV_2
SLV_3
SLV_4
SLV_5
SLV_6
SLV_7
SLV_8

SLV_9
SLV_10
SLV_11
SLV_12
SLV_13
SLV_14
SLV_15
SLV_16
SLV_17
SLV_18
SLV_19
SLV_20
SLV_21
SLV_22
SLV_23
SLV_24

Sollecitazioni pali [KN]		
Nmax	Nmin	V ris
[KN]	[KN]	[KN]
4717.93	-374.26	503.47
4563.60	-105.50	452.37
4717.93	-374.26	503.47
4563.60	-105.50	452.37
5037.91	375.65	451.61
5306.66	221.32	502.71
5037.91	375.65	451.61
5306.66	221.32	502.71
4870.73	-152.59	429.76
4716.39	116.17	412.33
4870.73	-152.59	429.76
4716.39	116.17	412.33
4816.24	222.86	412.11
5085.00	68.53	429.46
4816.24	222.86	412.11
5085.00	68.53	429.46
3777.82	806.83	256.35
3263.37	1702.68	129.53
3777.82	806.83	256.35
3263.37	1702.68	129.53
3229.73	1675.88	129.22
4125.58	1161.44	255.66
3229.73	1675.88	129.22
4125.58	1161.44	255.66

Si riportano quindi le verifiche per le condizioni più gravose:



	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

13.5.2 Verifica a taglio dei pali di fondazione

Si esegue la verifica a taglio secondo quanto indicato nel § 4.1.2.3.5.2 delle NTC18:

Rbk	25	N/mm ²
fck	20.75	N/mm ²
fcd	11.53	N/mm ²
Fe38K	372	N/mm ²
fyd	269.57	N/mm ²

Fc	1.2
γ c	1.5
γ s	1.15

α	90	Angolo theta
θ	22.0010	
	OK	

ctg α	6E-17
ctg θ	2.474962486

bw	1010.970	mm
d	931.210	mm

A	941425.61	mm ²
---	-----------	-----------------

φ st	8	mm
s	100	mm

n bracci	2	
Asw	100.53	mm ²

Vrsd	562.11	[KN]
Vrcd	1696.29	[KN]

-1134.18

Vsd [KN]	N min [KN]	Vrd [KN]	Fs
503.47	-374.26	562.11	1.12

13.5.3 Indice di rischio in resistenza dei pali

Si determina quindi l'indice di rischio in resistenza I_R relativamente alla rottura dei pali, ottenuto confrontando l'accelerazione di picco al suolo che porta alla rottura l'apparecchio d'appoggio: PGA di capacità, con l'accelerazione di picco al suolo attesa nel sito: PGA di domanda:

$$I_R = \frac{PGA_c}{PGA_d}$$

Capacità	Domanda	I_R
PGA = 0.195 (g)	PGA = 0.25 (g)	0.78
Tr = 270 (anni)	Tr = 475 (anni)	

13.6 Verifiche degli appoggi

Si riportano le reazioni massime sugli appoggi:

N max (compressione)	Vy	Vz
[KN]	[KN]	[KN]
-2493.11	-556.82	-1458.39
[t]	[t]	[t]
-249.311	-55.682	-145.839

N min (trazione)	Vy	Vz
[KN]	[KN]	[KN]
276.29	566.89	1558.35
[t]	[t]	[t]
27.629	56.689	155.835

V max Y
[KN]
761.40
[t]
76.14
V min Y
[KN]
-761.40


N
[KN]
-1043.96
[t]
-104.396
N
[KN]
-1043.96

V max Z
[KN]
1626.43
[t]
162.643
V min Z
[KN]
-1526.47

N
[KN]
-335.72
[t]
-33.572
N
[KN]
-1881.09

In cui:

V_y	Taglio in direzione trasversale
V_z	Taglio in direzione longitudinale
N	Azione verticale

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

La resistenza di progetto degli appoggi risulta:

<i>Resistenza di progetto appoggio fisso</i>			
Carico verticale massimo	<i>N</i>	2000	[KN]
Carico trasversale massimo	<i>Ht</i>	310	[KN]
Carico longitudinale massimo	<i>Hl</i>	560	[KN]

Si determina quindi l'indice di rischio in resistenza I_R relativamente alla rottura degli appoggi, ottenuto confrontando l'accelerazione di picco al suolo che porta alla rottura l'apparecchio d'appoggio: PGA di capacità, con l'accelerazione di picco al suolo attesa nel sito: PGA di domanda:


$$I_R = \frac{PGA_c}{PGA_d}$$

<i>Capacità</i>	<i>Domanda</i>	I_R
PGA = 0.077 (g)	PGA = 0.25 (g)	0.31
Tr = 40 (anni)	Tr = 475 (anni)	

14. CONCLUSIONI

Come risultato dell'analisi di vulnerabilità del viadotto in oggetto, si riportano gli indici di rischio I_R per i meccanismi indagati, quindi l'indice di rischio dell'opera (I_R minimo):

<i>Elemento</i>	<i>Meccanismo</i>	<i>PGA CAPACITÀ [g]</i>	<i>PGA DOMANDA [g]</i>	I_R
Pile	pressoflessione	0.195	0.25	0.78
Pali	pressoflessione	0.195	0.25	0.78
Appoggi	taglio	0.077	0.25	0.31
<i>OPERA</i>				<i>0.31</i>

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione di calcolo	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A	FOGLIO 41 di 57

15. ALLEGATO A TABULATI DI CALCOLO

NOME SEZIONE: P1

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Molto aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C20/25
 Resis. compr. di calcolo f_{cd} : 173.00 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta f_{cd}' : 86.50 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec_2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale E_c : 286000 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione f_{ctm} : 20.00 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 86.50 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm

ACCIAIO - Tipo: Fe38K (barre lisce)
 Resist. caratt. snervam. f_{yk} : 3130.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura f_{tk} : 3750.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo f_{yd} : 3130.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo f_{td} : 3130.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo E_{pu} : 0.068
 Modulo Elastico E_f : 200000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 2504.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C20/25

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-240.00	-135.00
2	-250.00	-125.00
3	-250.00	-95.00
4	-219.00	-70.00
5	-219.00	70.00
6	-250.00	95.00
7	-250.00	125.00
8	-240.00	135.00
9	240.00	135.00



Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

PROGETTO DEFINITIVO

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A	FOGLIO 42 di 57
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

10	250.00	125.00
11	250.00	95.00
12	219.00	70.00
13	219.00	-70.00
14	250.00	-95.00
15	250.00	-125.00
16	240.00	-135.00

DOMINIO N° 2

Forma del Dominio: Poligonale vuoto

Classe Conglomerato: C20/25

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-144.00	-85.00
2	-179.00	-70.00
3	-179.00	70.00
4	-144.00	85.00
5	144.00	85.00
6	179.00	70.00
7	179.00	-70.00
8	144.00	-85.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	239.40	-90.00	16
2	245.00	-98.60	16
3	245.00	-110.00	16
4	245.00	-123.60	16
5	239.40	-130.00	16
6	214.00	-130.00	16
7	184.00	-130.00	16
8	155.60	-130.00	16
9	128.60	-130.00	16
10	101.60	-130.00	16
11	74.60	-130.00	16
12	47.60	-130.00	16
13	20.60	-130.00	16
14	5.40	-130.00	16
15	-21.60	-130.00	16
16	-48.60	-130.00	16
17	-75.60	-130.00	16
18	-102.60	-130.00	16
19	-129.60	-130.00	16
20	-156.60	-130.00	16
21	-184.00	-130.00	16
22	-214.00	-130.00	16
23	-239.40	-130.00	16
24	-245.00	-123.60	16
25	-245.00	-110.00	16
26	-245.00	-98.60	16
27	-239.40	-90.00	16
28	-214.00	-90.00	16
29	-214.00	-73.70	16
30	-214.00	-50.70	16



Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

PROGETTO DEFINITIVO

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A	FOGLIO 43 di 57
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

31	-214.00	-27.80	16
32	-214.00	0.00	16
33	-214.00	27.80	16
34	-214.00	50.70	16
35	-214.00	73.70	16
36	-214.00	90.00	16
37	-239.40	90.00	16
38	-245.00	98.60	16
39	-245.00	110.00	16
40	-245.00	123.60	16
41	-239.40	130.00	16
42	-214.00	130.00	16
43	-184.00	130.00	16
44	-156.60	130.00	16
45	-129.60	130.00	16
46	-102.60	130.00	16
47	-75.60	130.00	16
48	-48.60	130.00	16
49	-21.60	130.00	16
50	5.40	130.00	16
51	20.60	130.00	16
52	47.60	130.00	16
53	74.60	130.00	16
54	101.60	130.00	16
55	128.60	130.00	16
56	155.60	130.00	16
57	184.00	130.00	16
58	214.00	130.00	16
59	239.40	130.00	16
60	245.00	123.60	16
61	245.00	110.00	16
62	245.00	98.60	16
63	239.40	90.00	16
64	214.00	90.00	16
65	214.00	73.70	16
66	214.00	50.70	16
67	214.00	27.80	16
68	214.00	0.00	16
69	214.00	-27.80	16
70	214.00	-50.70	16
71	214.00	-73.70	16
72	214.00	-90.00	16
73	184.00	-90.00	16
74	155.60	-90.00	16
75	128.60	-90.00	16
76	101.60	-90.00	16
77	74.60	-90.00	16
78	47.60	-90.00	16
79	20.60	-90.00	16
80	5.40	-90.00	16
81	-21.60	-90.00	16
82	-48.60	-90.00	16
83	-75.60	-90.00	16
84	-102.60	-90.00	16
85	-129.60	-90.00	16
86	-156.60	-90.00	16
87	-184.00	-90.00	16
88	-184.00	-73.70	16
89	-184.00	-50.70	16
90	-184.00	-27.80	16
91	-184.00	0.00	16

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A	FOGLIO 44 di 57
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

92	-184.00	27.80	16
93	-184.00	50.70	16
94	-184.00	73.70	16
95	-184.00	90.00	16
96	-156.60	90.00	16
97	-129.60	90.00	16
98	-102.60	90.00	16
99	-75.60	90.00	16
100	-48.60	90.00	16
101	-21.60	90.00	16
102	5.40	90.00	16
103	20.60	90.00	16
104	47.60	90.00	16
105	74.60	90.00	16
106	101.60	90.00	16
107	128.60	90.00	16
108	155.60	90.00	16
109	184.00	90.00	16
110	184.00	73.70	16
111	184.00	50.70	16
112	184.00	27.80	16
113	184.00	0.00	16
114	184.00	-27.80	16
115	184.00	-50.70	16
116	184.00	-73.70	16

ST.LIM. ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N. Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	780976	2090516	542630	10	0
2	818831	1873097	542630	10	0
3	780976	2090516	-542630	10	0
4	818831	1873097	-542630	10	0
5	957974	-1872814	542630	10	0
6	995828	-2090233	542630	10	0
7	957974	-1872814	-542630	10	0
8	995828	-2090233	-542630	10	0
9	842925	729951	1808767	10	0
10	880780	512532	1808767	10	0
11	842925	729951	-1808767	10	0
12	880780	512532	-1808767	10	0
13	896025	-512248	1808767	10	0
14	933879	-729667	1808767	10	0
15	896025	-512248	-1808767	10	0
16	933879	-729667	-1808767	10	0
17	798762	983606	542630	10	0
18	924943	258876	542630	10	0
19	798762	983606	-542630	10	0
20	924943	258876	-542630	10	0
21	851861	-258593	542630	10	0
22	978043	-983323	542630	10	0
23	851861	-258593	-542630	10	0
24	978043	-983323	-542630	10	0



Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA5F	03	CL	VI1100001	A	45 di 57

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	0	85

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 1.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	N	780976	2090516	542630	780975	1920837	501536	0.919
2	S	818831	1873097	542630	818815	1963433	571227	1.049
3	N	780976	2090516	-542630	780998	1920873	-501179	0.919
4	S	818831	1873097	-542630	818811	1963439	-570817	1.049
5	S	957974	-1872814	542630	957964	-2126322	616114	1.135
6	S	995828	-2090233	542630	995805	-2172538	570674	1.040
7	S	957974	-1872814	-542630	957997	-2126373	-615690	1.135
8	S	995828	-2090233	-542630	995809	-2172552	-570286	1.040
9	S	842925	729951	1808767	842921	1285426	3160932	1.749
10	S	880780	512532	1808767	880768	959109	3360733	1.859
11	S	842925	729951	-1808767	842913	1285966	-3160560	1.749
12	S	880780	512532	-1808767	880795	959818	-3360317	1.859
13	S	896025	-512248	1808767	896052	-959861	3390764	1.875
14	S	933879	-729667	1808767	933852	-1346969	3313358	1.834
15	S	896025	-512248	-1808767	896033	-960564	-3390264	1.874
16	S	933879	-729667	-1808767	933891	-1347560	-3313048	1.834
17	S	798762	983606	542630	798733	1915049	1056074	1.947
18	S	924943	258876	542630	924950	1522319	3191487	5.881
19	S	798762	983606	-542630	798759	1915106	-1055454	1.947
20	S	924943	258876	-542630	924954	1522813	-3191195	5.881
21	S	851861	-258593	542630	851834	-1460712	3081007	5.672
22	S	978043	-983323	542630	978073	-2118530	1165803	2.153
23	S	851861	-258593	-542630	851848	-1461170	-3080761	5.673
24	S	978043	-983323	-542630	978047	-2118517	-1165225	2.153

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace



Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

PROGETTO DEFINITIVO

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A	FOGLIO 46 di 57
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

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.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb. ec max ec 3/7 Xc max Yc max ef min Xf min Yf min ef max Xf max Yf max

130.0	1	0.00350	-0.01298	240.0	135.0	0.00282	239.4	130.0	-0.03428	-239.4	-
130.0	2	0.00350	-0.01213	240.0	135.0	0.00286	239.4	130.0	-0.03234	-239.4	-
130.0	3	0.00350	-0.01298	-240.0	135.0	0.00282	-239.4	130.0	-0.03428	239.4	-
130.0	4	0.00350	-0.01214	-240.0	135.0	0.00286	-239.4	130.0	-0.03234	239.4	-
130.0	5	0.00350	-0.01081	240.0	-135.0	0.00291	239.4	-130.0	-0.02931	-239.4	-
130.0	6	0.00350	-0.01083	240.0	-135.0	0.00291	239.4	-130.0	-0.02935	-239.4	-
130.0	7	0.00350	-0.01081	-240.0	-135.0	0.00291	-239.4	-130.0	-0.02931	239.4	-
130.0	8	0.00350	-0.01083	-240.0	-135.0	0.00291	-239.4	-130.0	-0.02935	239.4	-
123.6	9	0.00350	-0.00385	250.0	125.0	0.00334	245.0	123.6	-0.01350	-245.0	-
123.6	10	0.00350	-0.00466	250.0	125.0	0.00332	245.0	123.6	-0.01536	-245.0	-
123.6	11	0.00350	-0.00386	-250.0	125.0	0.00334	-245.0	123.6	-0.01351	245.0	-
123.6	12	0.00350	-0.00466	-250.0	125.0	0.00332	-245.0	123.6	-0.01536	245.0	-
123.6	13	0.00350	-0.00462	250.0	-125.0	0.00332	245.0	-123.6	-0.01528	-245.0	-
123.6	14	0.00350	-0.00356	250.0	-125.0	0.00335	245.0	-123.6	-0.01283	-245.0	-
123.6	15	0.00350	-0.00463	-250.0	-125.0	0.00332	-245.0	-123.6	-0.01528	245.0	-
123.6	16	0.00350	-0.00357	-250.0	-125.0	0.00335	-245.0	-123.6	-0.01284	245.0	-
130.0	17	0.00350	-0.00939	240.0	135.0	0.00299	239.4	130.0	-0.02607	-239.4	-
123.6	18	0.00350	-0.00327	250.0	125.0	0.00336	245.0	123.6	-0.01216	-245.0	-
130.0	19	0.00350	-0.00939	-240.0	135.0	0.00299	-239.4	130.0	-0.02608	239.4	-
123.6	20	0.00350	-0.00327	-250.0	125.0	0.00336	-245.0	123.6	-0.01217	245.0	-
123.6	21	0.00350	-0.00349	250.0	-125.0	0.00336	245.0	-123.6	-0.01267	-245.0	-
130.0	22	0.00350	-0.00820	240.0	-135.0	0.00304	239.4	-130.0	-0.02333	-239.4	-
123.6	23	0.00350	-0.00349	-250.0	-125.0	0.00336	-245.0	-123.6	-0.01267	245.0	-
130.0	24	0.00350	-0.00820	-240.0	-135.0	0.00304	-239.4	-130.0	-0.02334	239.4	-



Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA5F	03	CL	VI1100001	A	47 di 57

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X, Y, 0 gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X, Y, 0 gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X, Y, 0 gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue


N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000003503	0.000136216	-0.015729911		
2	0.000003749	0.000128446	-0.014740039		
3	-0.000003502	0.000136229	-0.015731490		
4	-0.000003749	0.000128463	-0.014742143		
5	0.000003710	-0.000117091	-0.013197815		
6	0.000003464	-0.000117692	-0.013219799		
7	-0.000003710	-0.000117105	-0.013199395		
8	-0.000003463	-0.000117705	-0.013221379		
9	0.000026938	0.000014764	-0.005079972		
10	0.000032584	0.000010987	-0.006019460		
11	-0.000026945	0.000014769	-0.005082311		
12	-0.000032590	0.000010989	-0.006021150		
13	0.000032447	-0.000010935	-0.005978764		
14	0.000025614	-0.000014695	-0.004740348		
15	-0.000032454	-0.000010938	-0.005980584		
16	-0.000025621	-0.000014700	-0.004742688		
17	0.000005586	0.000101488	-0.011541507		
18	0.000022231	0.000018740	-0.004400162		
19	-0.000005585	0.000101506	-0.011543873		
20	-0.000022238	0.000018746	-0.004402890		
21	0.000023224	-0.000018793	-0.004655215		
22	0.000005488	-0.000091330	-0.010146712		
23	-0.000023231	-0.000018800	-0.004657813		
24	-0.000005488	-0.000091351	-0.010149340		

NOME SEZIONE: P2

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Molto aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C20/25
 Resis. compr. di calcolo fcd : 173.00 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 86.50 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 28600 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 20.00 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A

Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):

Sc Limite : 86.50 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm

ACCIAIO - Tipo: Fe38K (barre lisce)

Resist. caratt. snervam. fyk:	3130.0 daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:	3750.0 daN/cm ²
Resist. snerv. di calcolo fyd:	3130.0 daN/cm ²
Resist. ultima di calcolo ftd:	3130.0 daN/cm ²
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. β1*β2 :	1.00 daN/cm ²
Coeff. Aderenza diff. β1*β2 :	0.50 daN/cm ²
Comb.Rare Sf Limite :	2504.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C20/25

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-240.00	-135.00
2	-250.00	-125.00
3	-250.00	-95.00
4	-219.00	-70.00
5	-219.00	70.00
6	-250.00	95.00
7	-250.00	125.00
8	-240.00	135.00
9	240.00	135.00
10	250.00	125.00
11	250.00	95.00
12	219.00	70.00
13	219.00	-70.00
14	250.00	-95.00
15	250.00	-125.00
16	240.00	-135.00

DOMINIO N° 2

Forma del Dominio: Poligonale vuoto
 Classe Conglomerato: C20/25

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-144.00	-85.00
2	-179.00	-70.00
3	-179.00	70.00
4	-144.00	85.00
5	144.00	85.00
6	179.00	70.00
7	179.00	-70.00
8	144.00	-85.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O



Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

PROGETTO DEFINITIVO

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A	FOGLIO 49 di 57
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø, mm
1	239.40	-90.00	16
2	245.00	-98.60	16
3	245.00	-110.00	16
4	245.00	-123.60	16
5	239.40	-130.00	16
6	214.00	-130.00	16
7	184.00	-130.00	16
8	155.60	-130.00	16
9	128.60	-130.00	16
10	101.60	-130.00	16
11	74.60	-130.00	16
12	47.60	-130.00	16
13	20.60	-130.00	16
14	5.40	-130.00	16
15	-21.60	-130.00	16
16	-48.60	-130.00	16
17	-75.60	-130.00	16
18	-102.60	-130.00	16
19	-129.60	-130.00	16
20	-156.60	-130.00	16
21	-184.00	-130.00	16
22	-214.00	-130.00	16
23	-239.40	-130.00	16
24	-245.00	-123.60	16
25	-245.00	-110.00	16
26	-245.00	-98.60	16
27	-239.40	-90.00	16
28	-214.00	-90.00	16
29	-214.00	-73.70	16
30	-214.00	-50.70	16
31	-214.00	-27.80	16
32	-214.00	0.00	16
33	-214.00	27.80	16
34	-214.00	50.70	16
35	-214.00	73.70	16
36	-214.00	90.00	16
37	-239.40	90.00	16
38	-245.00	98.60	16
39	-245.00	110.00	16
40	-245.00	123.60	16
41	-239.40	130.00	16
42	-214.00	130.00	16
43	-184.00	130.00	16
44	-156.60	130.00	16
45	-129.60	130.00	16
46	-102.60	130.00	16
47	-75.60	130.00	16
48	-48.60	130.00	16
49	-21.60	130.00	16
50	5.40	130.00	16
51	20.60	130.00	16
52	47.60	130.00	16
53	74.60	130.00	16
54	101.60	130.00	16
55	128.60	130.00	16
56	155.60	130.00	16
57	184.00	130.00	16



Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

PROGETTO DEFINITIVO

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A	FOGLIO 50 di 57
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

58	214.00	130.00	16
59	239.40	130.00	16
60	245.00	123.60	16
61	245.00	110.00	16
62	245.00	98.60	16
63	239.40	90.00	16
64	214.00	90.00	16
65	214.00	73.70	16
66	214.00	50.70	16
67	214.00	27.80	16
68	214.00	0.00	16
69	214.00	-27.80	16
70	214.00	-50.70	16
71	214.00	-73.70	16
72	214.00	-90.00	16
73	184.00	-90.00	16
74	155.60	-90.00	16
75	128.60	-90.00	16
76	101.60	-90.00	16
77	74.60	-90.00	16
78	47.60	-90.00	16
79	20.60	-90.00	16
80	5.40	-90.00	16
81	-21.60	-90.00	16
82	-48.60	-90.00	16
83	-75.60	-90.00	16
84	-102.60	-90.00	16
85	-129.60	-90.00	16
86	-156.60	-90.00	16
87	-184.00	-90.00	16
88	-184.00	-73.70	16
89	-184.00	-50.70	16
90	-184.00	-27.80	16
91	-184.00	0.00	16
92	-184.00	27.80	16
93	-184.00	50.70	16
94	-184.00	73.70	16
95	-184.00	90.00	16
96	-156.60	90.00	16
97	-129.60	90.00	16
98	-102.60	90.00	16
99	-75.60	90.00	16
100	-48.60	90.00	16
101	-21.60	90.00	16
102	5.40	90.00	16
103	20.60	90.00	16
104	47.60	90.00	16
105	74.60	90.00	16
106	101.60	90.00	16
107	128.60	90.00	16
108	155.60	90.00	16
109	184.00	90.00	16
110	184.00	73.70	16
111	184.00	50.70	16
112	184.00	27.80	16
113	184.00	0.00	16
114	184.00	-27.80	16
115	184.00	-50.70	16
116	184.00	-73.70	16

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A	FOGLIO 51 di 57
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N. Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	718816	2266988	672593	10	0
2	753143	2028820	672593	10	0
3	718816	2266988	-672593	10	0
4	753143	2028820	-672593	10	0
5	1039782	-2024868	672593	10	0
6	1074109	-2263036	672593	10	0
7	1039782	-2024868	-672593	10	0
8	1074109	-2263036	-672593	10	0
9	831155	791438	2241976	10	0
10	865481	553270	2241976	10	0
11	831155	791438	-2241976	10	0
12	865481	553270	-2241976	10	0
13	927444	-549319	2241976	10	0
14	961771	-787487	2241976	10	0
15	927444	-549319	-2241976	10	0
16	961771	-787487	-2241976	10	0
17	791107	1069301	672593	10	0
18	905529	275408	672593	10	0
19	791107	1069301	-672593	10	0
20	905529	275408	-672593	10	0
21	887397	-271456	672593	10	0
22	1001819	-1065349	672593	10	0
23	887397	-271456	-672593	10	0
24	1001819	-1065349	-672593	10	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N. Comb.	N	Mx	My
1	0	0	85

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 1.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia



Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA5F	03	CL	VI1100001	A	52 di 57

My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	N	718816	2266988	672593	718838	1844441	552697	0.814
2	N	753143	2028820	672593	753125	1882871	622389	0.928
3	N	718816	2266988	-672593	718814	1844424	-552295	0.814
4	N	753143	2028820	-672593	753118	1882875	-621981	0.928
5	S	1039782	-2024868	672593	1039752	-2217095	726271	1.093
6	N	1074109	-2263036	672593	1074102	-2259311	678341	0.999
7	S	1039782	-2024868	-672593	1039777	-2217142	-725815	1.093
8	N	1074109	-2263036	-672593	1074125	-2259352	-677921	0.999
9	S	831155	791438	2241976	831165	1117543	3207668	1.429
10	S	865481	553270	2241976	865507	843895	3365095	1.502
11	S	831155	791438	-2241976	831157	1118203	-3207189	1.429
12	S	865481	553270	-2241976	865489	844492	-3364633	1.502
13	S	927444	-549319	2241976	927460	-841800	3488527	1.555
14	S	961771	-787487	2241976	961793	-1217702	3426671	1.530
15	S	927444	-549319	-2241976	927446	-842570	-3487966	1.555
16	S	961771	-787487	-2241976	961792	-1218432	-3426219	1.530
17	S	791107	1069301	672593	791098	1896446	1196081	1.775
18	S	905529	275408	672593	905548	1341444	3259677	4.850
19	S	791107	1069301	-672593	791105	1896460	-1195532	1.775
20	S	905529	275408	-672593	905503	1341988	-3259214	4.850
21	S	887397	-271456	672593	887400	-1303510	3241613	4.817
22	S	1001819	-1065349	672593	1001846	-2133230	1337983	1.999
23	S	887397	-271456	-672593	887423	-1304087	-3241312	4.817
24	S	1001819	-1065349	-672593	1001811	-2133202	-1337494	1.998

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 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.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.01311	240.0	135.0	0.00281	239.4	130.0	-0.03456	-239.4	-130.0
2	0.00350	-0.01228	240.0	135.0	0.00285	239.4	130.0	-0.03267	-239.4	-130.0
3	0.00350	-0.01311	-240.0	135.0	0.00281	-239.4	130.0	-0.03456	239.4	-130.0
4	0.00350	-0.01228	-240.0	135.0	0.00285	-239.4	130.0	-0.03267	239.4	-130.0
5	0.00350	-0.00972	240.0	-135.0	0.00296	239.4	-130.0	-0.02681	-239.4	130.0
6	0.00350	-0.00976	240.0	-135.0	0.00296	239.4	-130.0	-0.02690	-239.4	130.0
7	0.00350	-0.00972	-240.0	-135.0	0.00296	-239.4	-130.0	-0.02681	239.4	130.0



Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

PROGETTO DEFINITIVO

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A	FOGLIO 53 di 57
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

8	0.00350	-0.00976	-240.0	-135.0	0.00296	-239.4	-130.0	-0.02691	239.4	
130.0										
9	0.00350	-0.00431	250.0	125.0	0.00333	245.0	123.6	-0.01456	-245.0	-
123.6										
10	0.00350	-0.00505	250.0	125.0	0.00331	245.0	123.6	-0.01626	-245.0	-
123.6										
11	0.00350	-0.00431	-250.0	125.0	0.00333	-245.0	123.6	-0.01456	245.0	-
123.6										
12	0.00350	-0.00505	-250.0	125.0	0.00331	-245.0	123.6	-0.01626	245.0	-
123.6										
13	0.00350	-0.00491	250.0	-125.0	0.00331	245.0	-123.6	-0.01594	-245.0	
123.6										
14	0.00350	-0.00381	250.0	-125.0	0.00334	245.0	-123.6	-0.01341	-245.0	
123.6										
15	0.00350	-0.00491	-250.0	-125.0	0.00331	-245.0	-123.6	-0.01594	245.0	
123.6										
16	0.00350	-0.00382	-250.0	-125.0	0.00334	-245.0	-123.6	-0.01341	245.0	
123.6										
17	0.00350	-0.00880	240.0	135.0	0.00302	239.4	130.0	-0.02473	-239.4	-
130.0										
18	0.00350	-0.00362	250.0	125.0	0.00335	245.0	123.6	-0.01297	-245.0	-
123.6										
19	0.00350	-0.00880	-240.0	135.0	0.00302	-239.4	130.0	-0.02473	239.4	-
130.0										
20	0.00350	-0.00362	-250.0	125.0	0.00335	-245.0	123.6	-0.01297	245.0	-
123.6										
21	0.00350	-0.00374	250.0	-125.0	0.00335	245.0	-123.6	-0.01323	-245.0	
123.6										
22	0.00350	-0.00752	240.0	-135.0	0.00307	239.4	-130.0	-0.02179	-239.4	
130.0										
23	0.00350	-0.00374	-250.0	-125.0	0.00335	-245.0	-123.6	-0.01324	245.0	
123.6										
24	0.00350	-0.00753	-240.0	-135.0	0.00307	-239.4	-130.0	-0.02180	239.4	
130.0										

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

- a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
- b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
- c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
- x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
- C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000003862	0.000136637	-0.015872883		
2	0.000004097	0.000129081	-0.014909318		
3	-0.000003862	0.000136653	-0.015874985		
4	-0.000004097	0.000129097	-0.014911421		
5	0.000003990	-0.000107144	-0.011922185		
6	0.000003765	-0.000107923	-0.011973222		
7	-0.000003990	-0.000107156	-0.011923501		
8	-0.000003764	-0.000107934	-0.011974539		
9	0.000030119	0.000012672	-0.005613673		
10	0.000034858	0.000010069	-0.006473295		
11	-0.000030125	0.000012675	-0.005615753		
12	-0.000034864	0.000010071	-0.006474986		
13	0.000034326	-0.000009854	-0.006313115		
14	0.000027684	-0.000012897	-0.005033097		
15	-0.000034332	-0.000009856	-0.006315066		
16	-0.000027691	-0.000012900	-0.005035177		



Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A	FOGLIO 54 di 57
----------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

17	0.000006052	0.000095565	-0.010853651
18	0.000025753	0.000014954	-0.004807613
19	-0.000006051	0.000095577	-0.010855228
20	-0.000025761	0.000014959	-0.004810213
21	0.000026510	-0.000014531	-0.004943879
22	0.000005926	-0.000084727	-0.009360308
23	-0.000026516	-0.000014535	-0.004945958
24	-0.000005925	-0.000084745	-0.009362671

NOME SEZIONE: Palo_18 fi 20

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Molto aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C20/25
 Resis. compr. di calcolo fcd : 173.00 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 86.50 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 286000 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 20.00 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 86.50 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm

ACCIAIO - Tipo: Fe38K (barre lisce)
 Resist. caratt. snervam. fyk: 3130.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 3750.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3130.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3130.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. β1*β2 : 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. β1*β2 : 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 2504.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C20/25

Raggio circonferenza: 60.00 cm
 Ascissa X centro circ.: 0.00 cm
 Ordinata Y centro circ.: 0.00 cm



Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA5F	03	CL	VI1100001	A	55 di 57

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N.Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre gen.
Ycentro	Ordinata del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre gen.
Raggio	Raggio in cm della circonferenza lungo cui sono disposte le barre gen.
N.Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonfer.
Diam.	Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	Xcentro,cm	Ycentro,cm	Raggio,cm	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	0.00	0.00	52.00	18	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	530666	120649	0	10	0
2	-37426	120833	0	10	0
3	471793	120833	0	10	0
4	-37426	120833	0	10	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	0	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 16.1 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 6.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	530666	120649	0	530672	257388	0	2.133



Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

PROGETTO DEFINITIVO

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI1100001	REV. A	FOGLIO 56 di 57
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

2	N	-37426	120833	0	-37411	72726	0	0.602
3	S	471793	120833	0	471806	245679	0	2.033
4	N	-37426	120833	0	-37411	72726	0	0.602

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00022	0.0	60.0	0.00292	0.0	52.0	-0.00460	0.0	-
2	0.00350	-0.00958	0.0	60.0	0.00147	0.0	52.0	-0.02498	0.0	-
3	0.00350	-0.00049	0.0	60.0	0.00288	0.0	52.0	-0.00520	0.0	-
4	0.00350	-0.00958	0.0	60.0	0.00147	0.0	52.0	-0.02498	0.0	-

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000072289	-0.000837328		
2	0.000000000	0.000254254	-0.011755266		
3	0.000000000	0.000077659	-0.001159568		
4	0.000000000	0.000254254	-0.011755266		