

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA**  
**U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI**

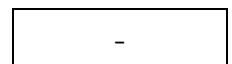
**PROGETTO DEFINITIVO**

**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 06*

SCALA:




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

I A 5 F 0 3 D 0 9 C L V I 0 6 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. Vitozzi	

ITALFERR S.p.A.  
U.O. Opere Civili - Gestione delle varianti  
Dott. Ing. Riccardo Vitozzi  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
N° 420785

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>

## INDICE

1.	INTRODUZIONE .....	2
2.	RIFERIMENTI.....	3
3.	SOFTWARE.....	3
4.	MATERIALI.....	4
5.	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	4
5.1	Descrizione delle carpenterie e delle armature.....	8
6.	ANALISI DEI CARICHI.....	9
6.1	Carichi permanenti.....	9
6.2	Carico accidentale .....	10
7.	AZIONE SISMICA.....	11
8.	FATTORE DI COMPORTAMENTO .....	13
9.	COMBINAZIONI .....	13
9.1	Combinazione delle azioni .....	13
10.	METODO DI ANALISI.....	14
11.	MODELLAZIONE.....	14
11.1	Modellazione degli elementi.....	14
11.2	Modellazione dei carichi.....	19
12.	RISULTATI DELLE ANALISI.....	20
13.	VERIFICHE .....	23
13.1	Verifiche svolte.....	23
13.2	Verifica a pressoflessione delle pile .....	23
13.3	Verifica a taglio delle pile .....	24
13.4	Verifica delle strutture di fondazione.....	29
13.4.1	<i>Fondazioni superficiali.....</i>	<i>29</i>
13.5	Verifiche degli appoggi.....	35
14.	CONCLUSIONI.....	36
15.	ALLEGATO A – TABULATI DI CALCOLO.....	37

	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>

## 1. INTRODUZIONE


Oggetto della presente relazione è la definizione della vulnerabilità sismica del viadotto ferroviario “Dragone” 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:  $PGA_c$  di capacità, con l'accelerazione di picco al suolo attesa nel sito:  $PGA_d$  di domanda:

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


	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>

## 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

	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>

#### 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 rigidezza del calcestruzzo si fa riferimento al DM96 §2.1.3, da cui risulta:  $E_c = 5700 * \sqrt{R_{ck}}$

	<b>RbK [Kg/cm2]</b>	<b>Ec<sub>DM96</sub> [KN/m2]</b>
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 superficiali aventi dimensioni costanti. Inoltre sono infissi nel terreno di fondazione anche dei micropali in numero di 58 con diametro 230mm. Le spalle sono costituite da strutture in c.a. (muro

frontale di spessore 2.00 [m], muri andatori di spessore variabile 1/0.5 [m], zattera di fondazione di spessore 2.00 [m] con fondazione su pali di diametro  $f = 1.2$  [m] (Spalla B) e dirette (Spalla A).

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

Viadotto "Dragone"					
n° Pila	H Pila [m]	Fondazione	Dimensioni plinto	n° pali	L viadotto [m]
1	6	superficiali	11 x 7.5 x 2.5	-	
2	7	superficiali	11 x 7.5 x 2.5	-	
3	7.5	superficiali	11 x 7.5 x 2.5	-	
4	6.7	superficiali	11 x 7.5 x 2.5	-	
5	6	superficiali	11 x 7.5 x 2.5	-	
					180

VIADOTTO						SPALLA A								
		Terreno	Campate	H <sub>min</sub>	H <sub>max</sub>	Fondazione	T <sub>fond</sub>	T <sub>pulv</sub>	F	H	Dimensioni	φ	Pali	
VI06	Dragone	B	6	6	7.5	D cons	123.11	128.01	4.9	7.5	12	8	1200	-
						SPALLA B								
						Fondazione	T <sub>fond</sub>	T <sub>pulv</sub>	F	H	Dimensioni	φ	Pali	
						P	125.63	130.53	4.9	7.5	11.5	9.2	1200	9

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:

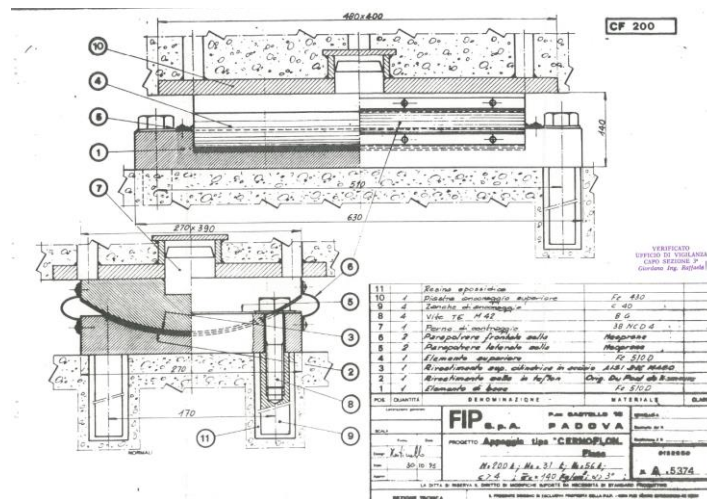


Figura 1 – Apparecchio di appoggio di tipo "fisso"

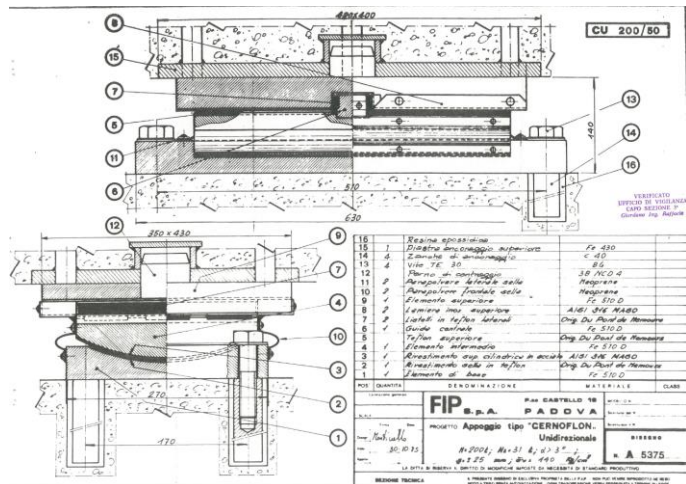


Figura 2 – Apparecchio di appoggio di tipo “mobile”

Nelle figure seguenti alcuni estratti degli elaborati di progetto originali:

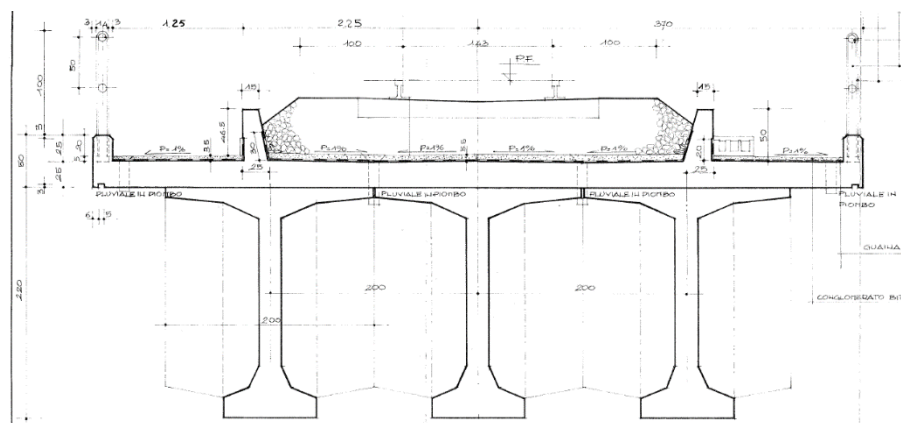


Figura 3 - Sezione trasversale impalcato

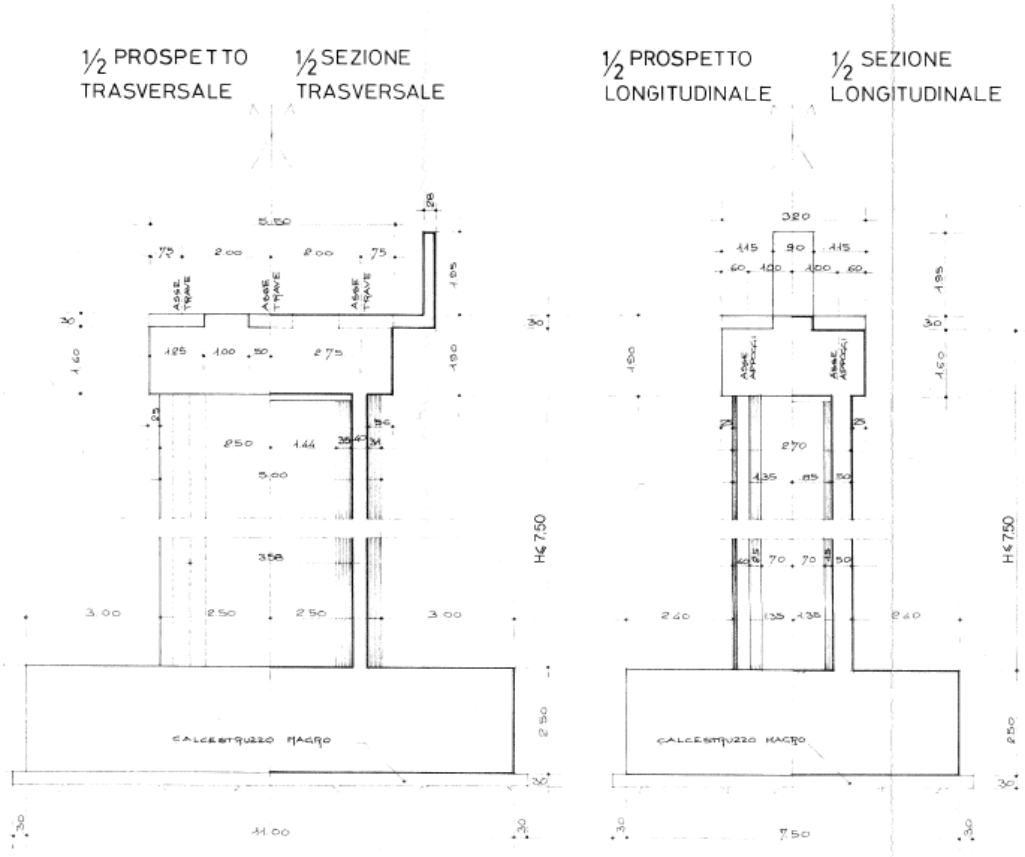


Figura 4 – Prospetto Longitudinale e Trasversale Pila

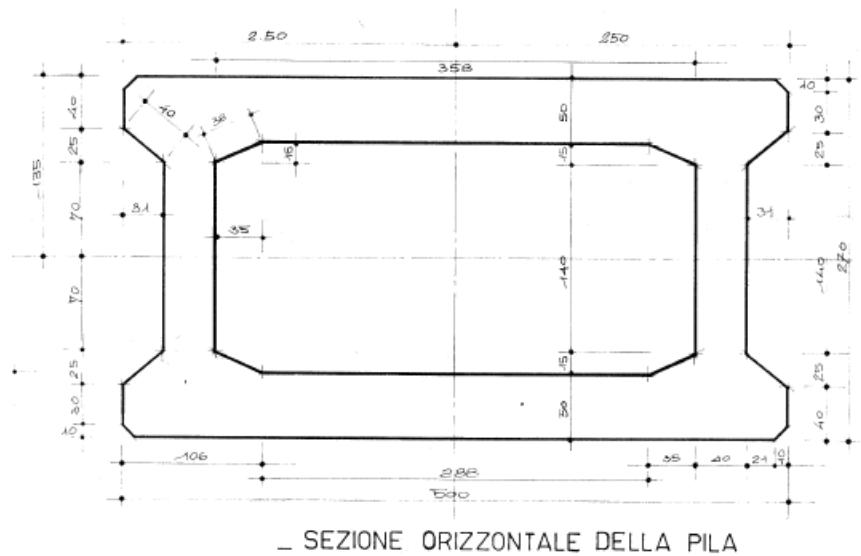


Figura 5 – Sezione della Pila



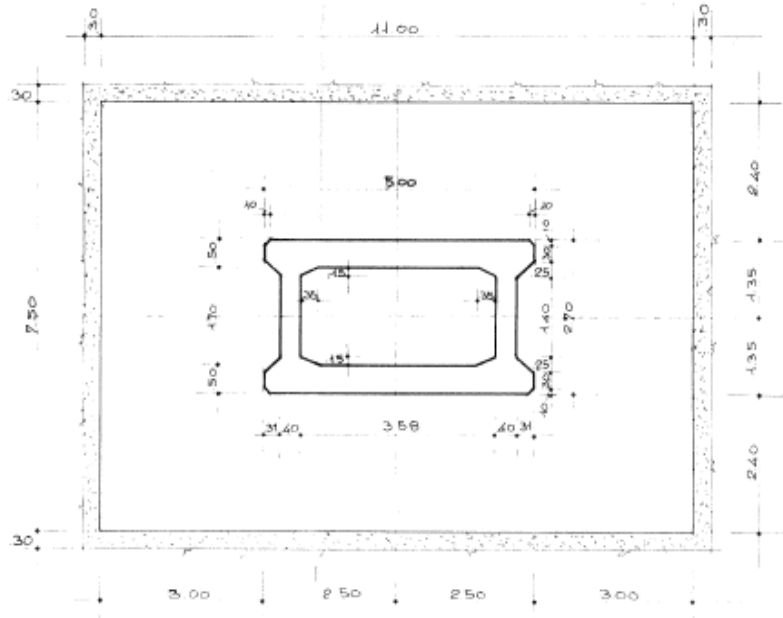


Figura 6 – Pianta della fondazione superficiale

## 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:

<i>Pile</i> (quote da testa/pulvino)	<i>Armatura sezione di base</i>	<i>Armatura sezione <math>H &gt; 13</math> [m]</i>
Pile con $H < 13$ [m]	116 $\phi$ 16	-

<i>Armatura</i>	<i>Armatura sezione di base</i>	<i>Armatura sezione <math>b &gt; 1</math> [m]</i> ( $b$ = quota da spiccato fondazione)
Armatura a taglio	$\phi$ 14/125	$\phi$ 14/250

Di seguito il dettaglio delle tavole di progetto:

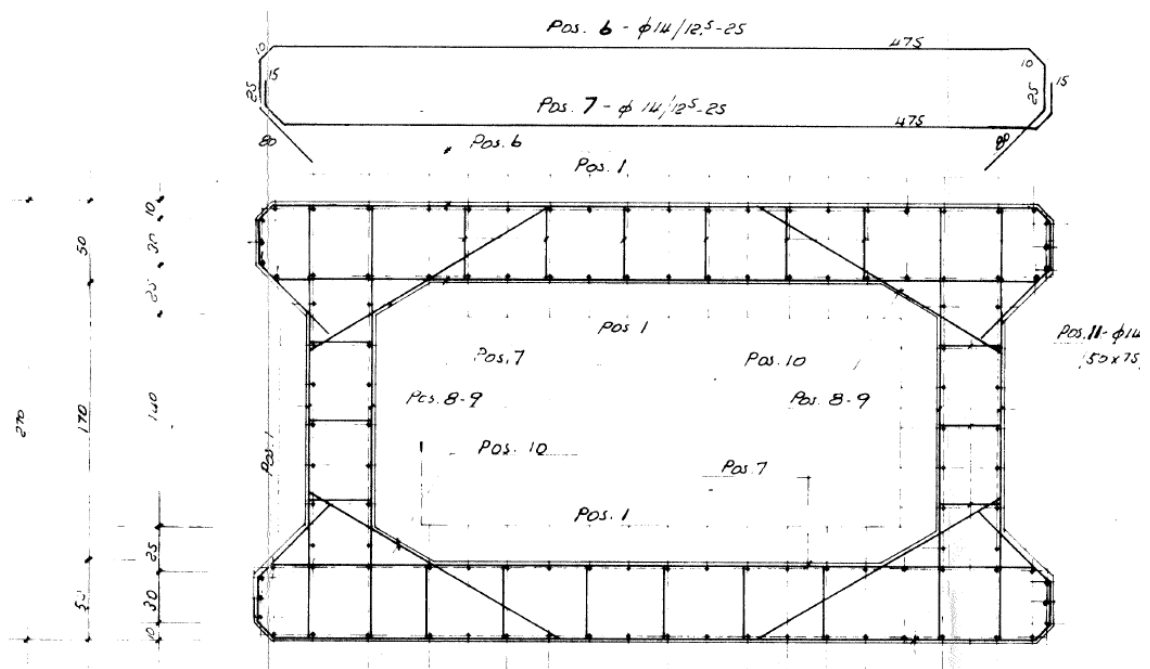


Figura 7– Sezione della pila - 116fi16

## 6. ANALISI DEI CARICHI

### 6.1 Carichi permanenti

#### Impalcato

Area di una trave = 1.03 m<sup>2</sup>

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

$G1+G2 \sim 6800 \text{ kN}$

**Pulvino**

Altezza netta del pulvino

Peso pulvino

$1.60 \times 3.20 \times 5.50 \times 25$

704 kN

Ritegni

$(0.9 \times 5.5 + 4 \times 1 \times 1.15) \times 0.3 \times 25$

71.6 kN

Per un peso complessivo

$G1 \sim 775 \text{ kN}$

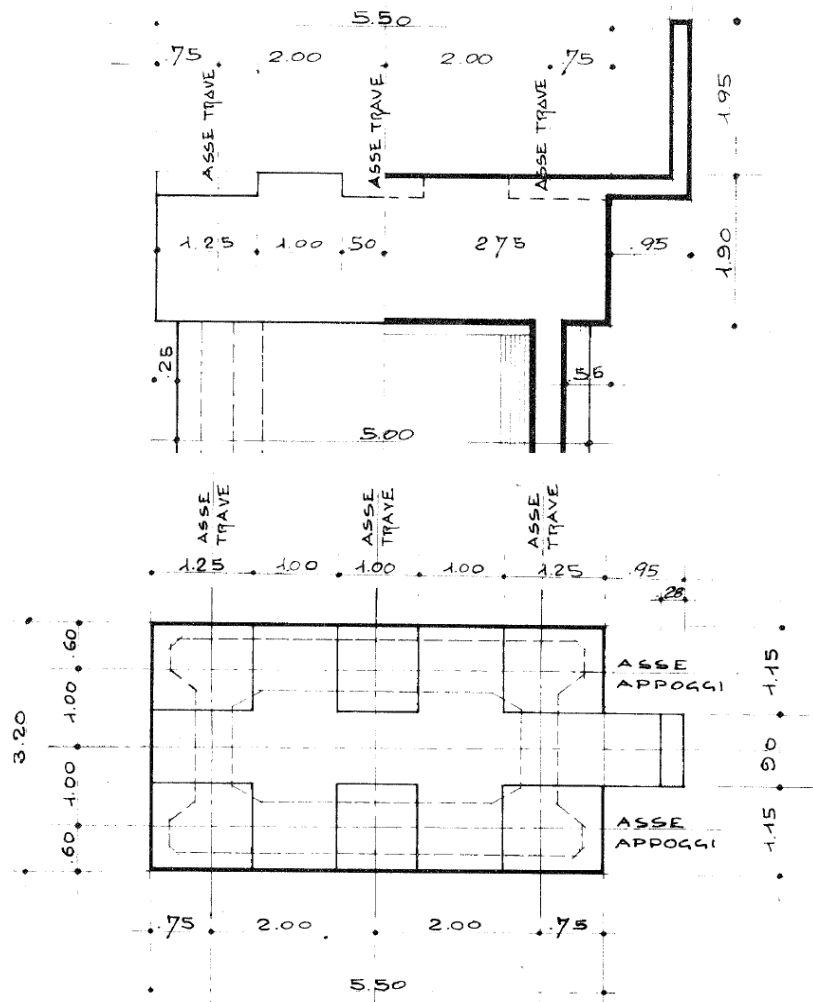



Figura 8 - Pianta e prospetto pulvino

## 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 :

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>

Treno di tipo A                      132 x 2 x 12.20+80.0 x (30-12.20 x 2)                      3668 KN



Figura 9 - Schema treno "A"


## 7. AZIONE SISMICA

Lo spettro di progetto è stato identificato nel rispetto del §2.4 e del §3.2, cioè delle norme NTC 2018.

Si definiscono quindi i parametri per individuare lo spettro da utilizzare nelle analisi:

$V_N$	=	50 [anni]
Classe d'uso		II
$C_u$	=	1
$V_R$	=	$50 \times 1 = 50$ [anni]
Categoria di sottosuolo	=	B

L'azione sismica viene determinata a partire dalla definizione della pericolosità sismica di base del sito in cui ricade l'opera, definita mediante spettro di risposta elastico in accelerazione in accordo a quanto prescritto al § 3.2 NTC2018, espresso da uno spettro normalizzato riferito ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicato per il valore dell'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale. Per la sua determinazione si è fatto uso del software free *SPETTRI-NTC ver. 1.0.3* fornito dal MIT, del quale si riportano i passaggi essenziali, con simboli come dal punto citato delle NTC 2018 e riferimento al sito in cui è ubicata l'opera. Per la determinazione della categoria di sottosuolo si fa riferimento alla relazione IA5F03D09GEVI1000001.

	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>12 di 70</b>

Si riporta in *Figura* 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  


Reticolo di riferimento  
 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 così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$ : 50 info  
 Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_u$ : 1 info

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

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
- SLV -  $P_{VR} = 10\%$ : 475

Stati limite ultimi - SLL:
 

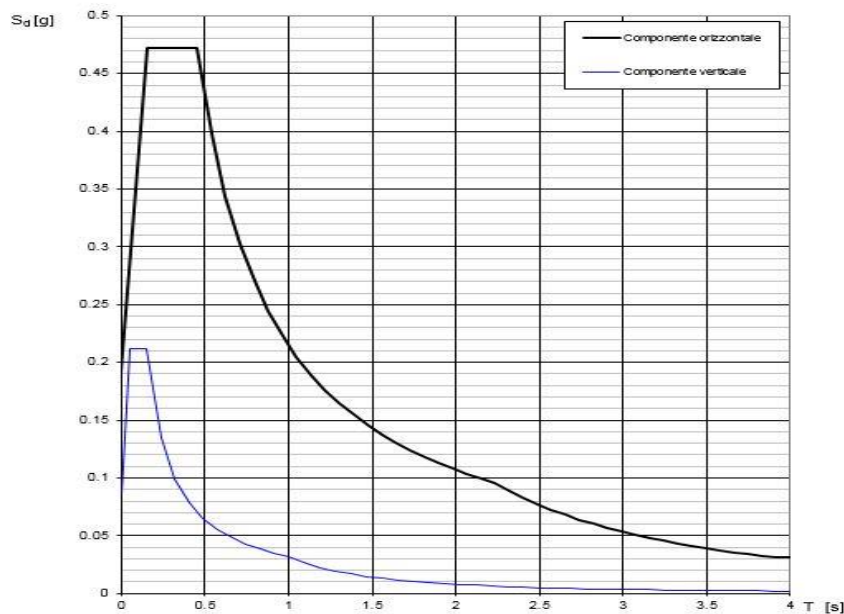
- SLC -  $P_{VR} = 5\%$ : 975

Strategie di progettazione  


Elaborazioni:  
 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 SLV**



La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

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 10 - Spettro elastico SLV

	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
Relazione di calcolo	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0600001	REV. A	FOGLIO 13 di 70

## 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 sovrarresistenza, 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  $\psi_2$  pari a 0.20.

Si riassumono di seguito le combinazioni di calcolo utilizzate:

	Ex	Ey	Ez	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
SLV_13	-0.3	1	0.3	1	0.2

	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>

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*.

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:  $h_{agg} = 1/3 * 2.5 \text{ [m]} = 0.8 \text{ [m]}$

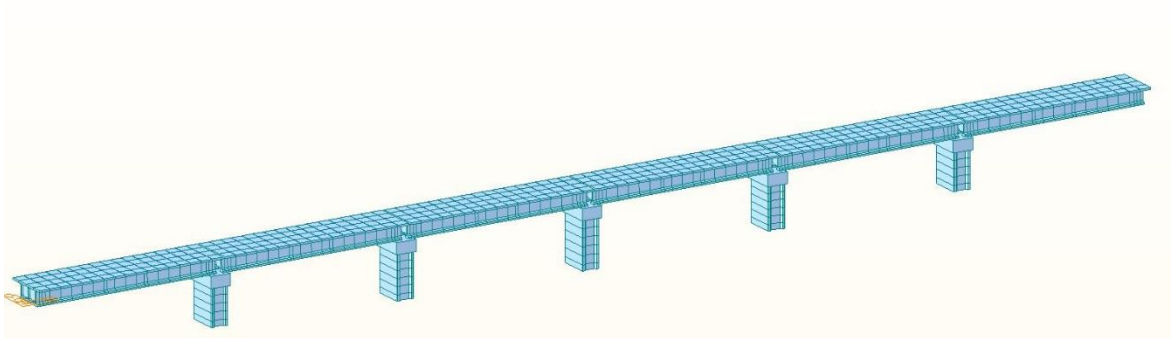


Figura 11 – Modello di calcolo- vista generale

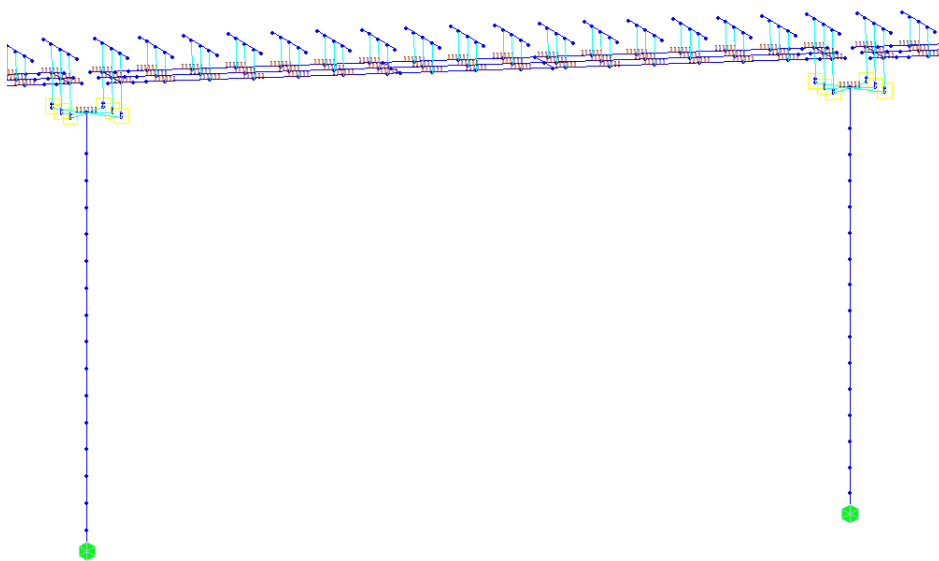



Figura 12 – Modello di calcolo- particolare: elementi frame e vincoli



	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>

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:

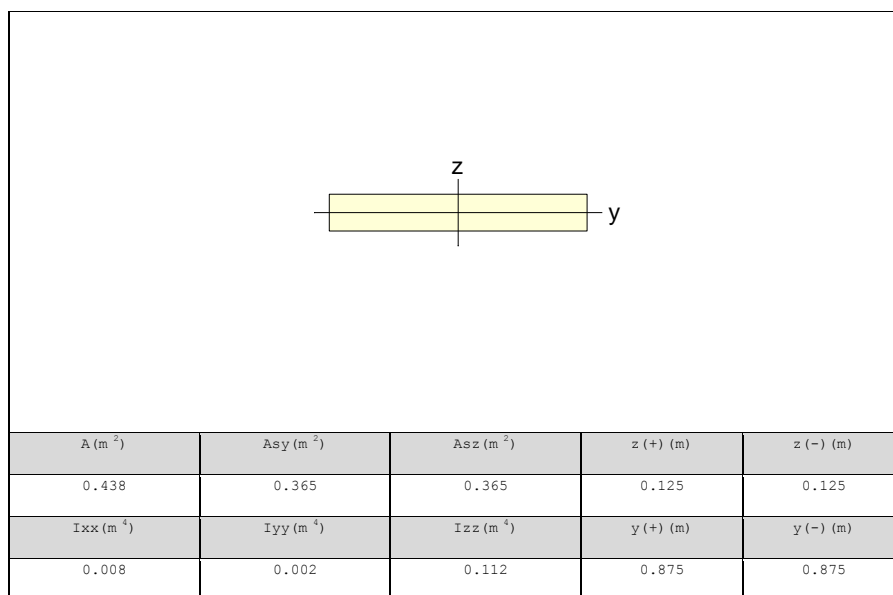
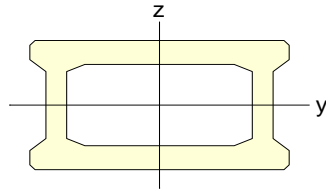
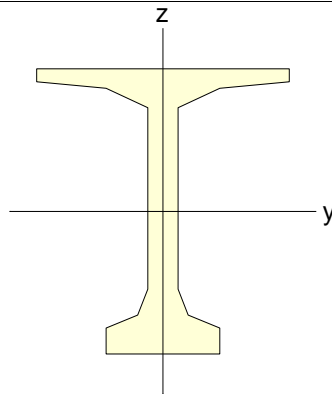


Figura 13 – Soletta-frame



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

Figura 14– Pila - frame



A (m <sup>2</sup> )	Asy (m <sup>2</sup> )	Asz (m <sup>2</sup> )	z (+) (m)	z (-) (m)
1.003	0.460	0.496	0.991	1.209
Ixx (m <sup>4</sup> )	Iyy (m <sup>4</sup> )	Izz (m <sup>4</sup> )	y (+) (m)	y (-) (m)
0.039	1.050	0.250	1.000	1.000

Figura 15– Trave - frame

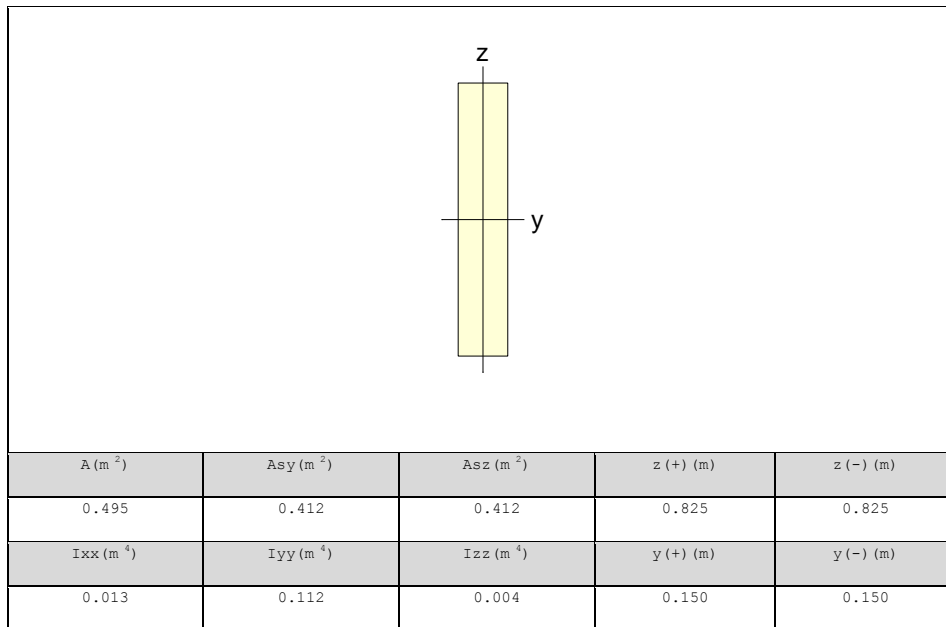


Figura 16– Traverso di campata - frame

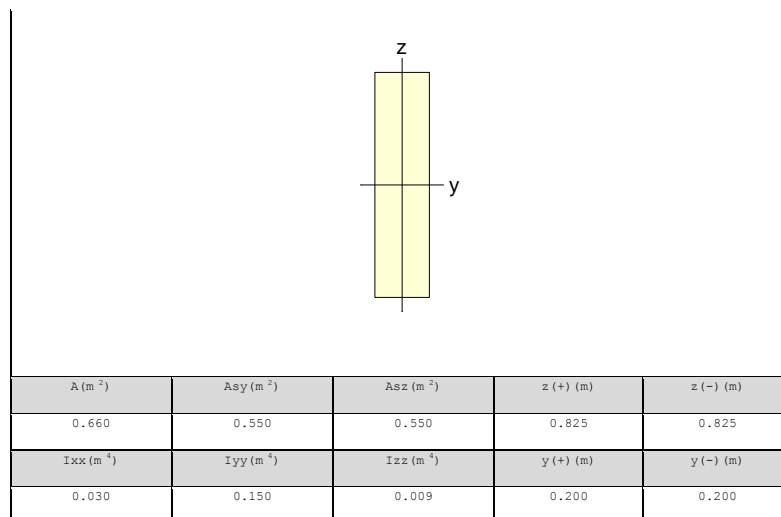


Figura 17 – Traverso di testata - frame

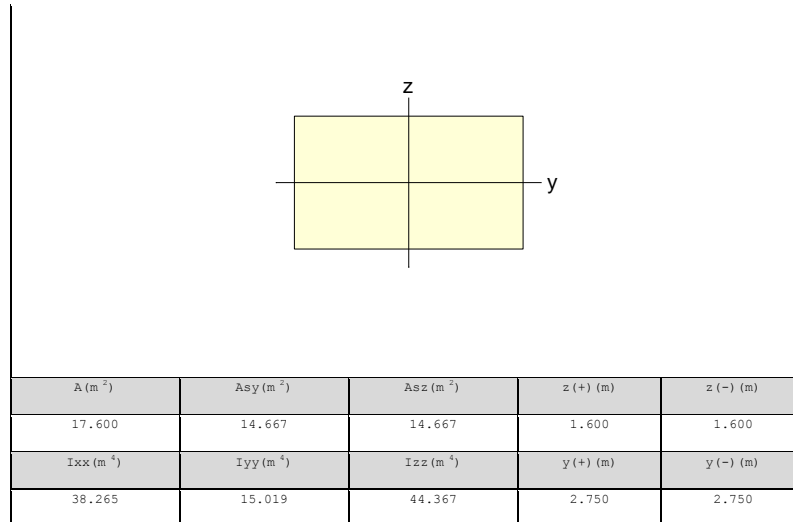
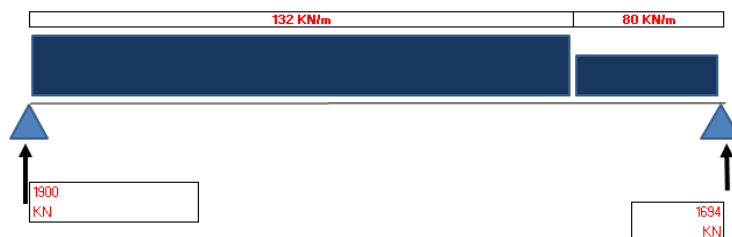


Figura 18– Pulvino - frame

## 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 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 [KN] \* 1 [m] = 1900 [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	

## 12. RISULTATI DELLE ANALISI

Si riportano in sintesi i risultati dell'analisi dinamica lineare ottenuti:

- Principali modi di vibrare

Mode No	EIGENVALUE ANALYSIS		
	Frequency (rad/sec)	(cycle/sec)	Period (sec)
1	24.26956	3.862621	0.258892
2	24.77665	3.943327	0.253593
3	24.81332	3.949162	0.253218
4	24.96683	3.973595	0.251661
5	25.10027	3.994832	0.250323
6	25.27225	4.022203	0.24862

7	25.27777	4.023081	0.248566
8	25.33842	4.032734	0.247971
9	25.44922	4.050369	0.246891
10	25.568	4.069274	0.245744

- Sollecitazioni

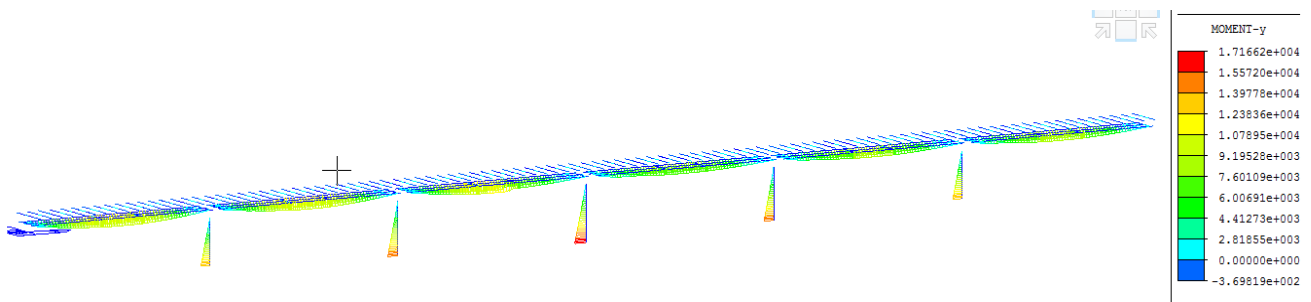


Figura 19 – Momenti flettenti attorno all'asse trasversale comb.SLV\_1

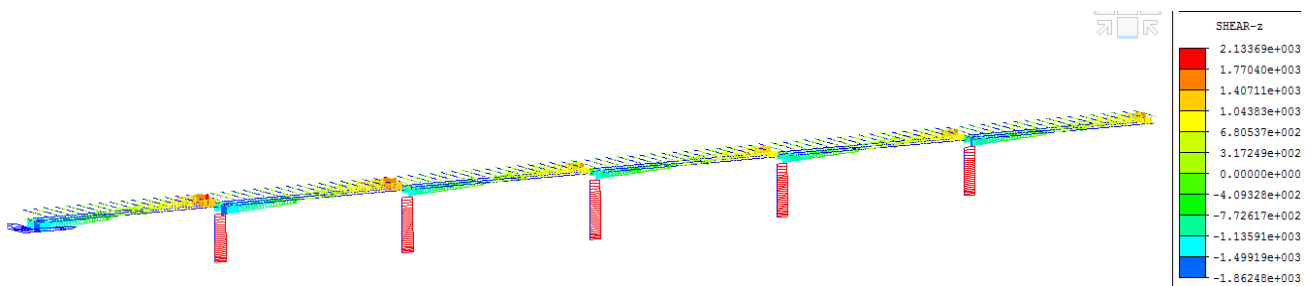


Figura 20 – Tagli  $F_x$  comb.SLV\_1

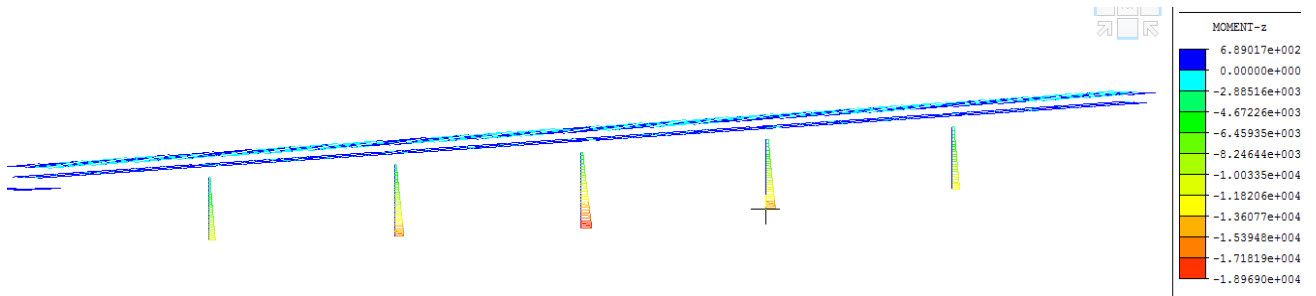


Figura 21 – Momenti flettenti attorno all'asse longitudinale comb.SLV\_9

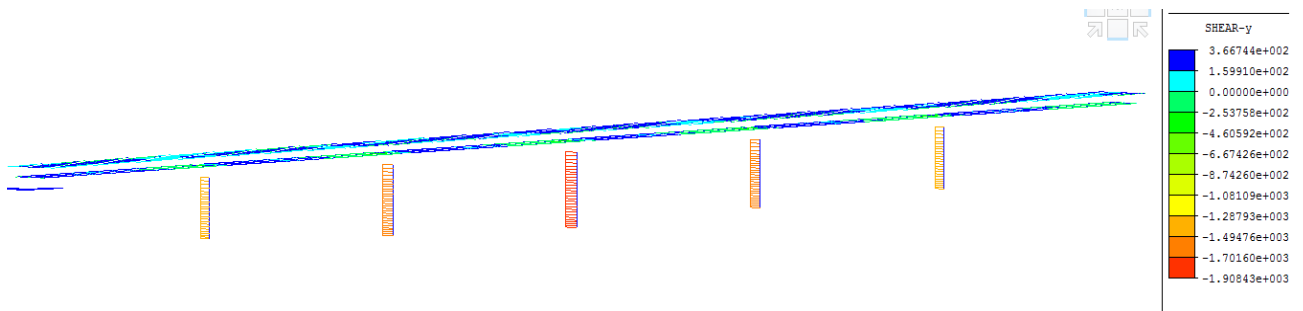



Figura 22 – Tagli trasversali Fy comb.SLV\_9

	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>

## 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 delle fondazioni superficiali
- verifiche delle sollecitazioni sugli appoggi

### 13.2 Verifica a pressoflessione delle pile

Le verifiche sono svolte per la sezione di base (armata con 116  $\phi$  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.

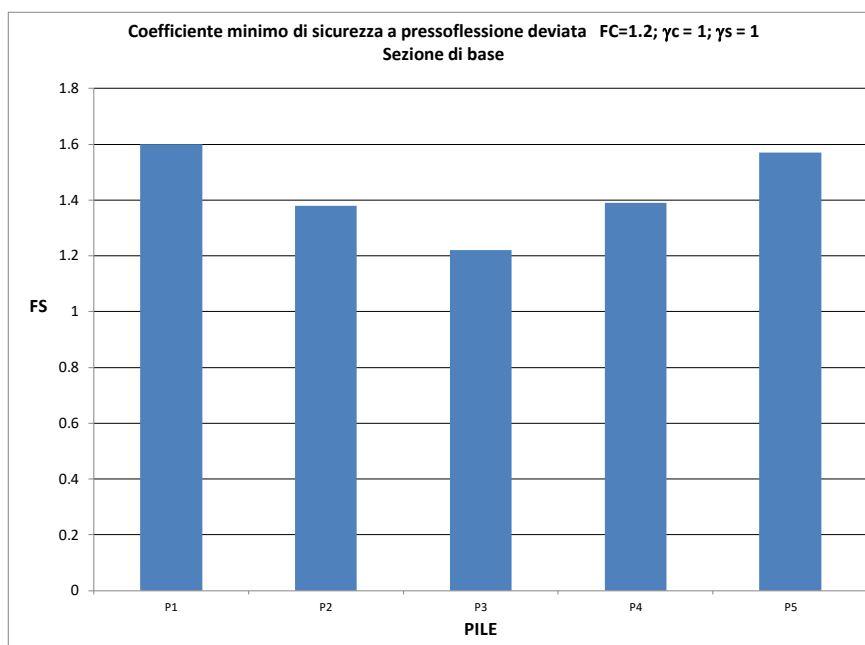



Figura 23– Verifica a pressoflessione per ciascuna pila



	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>

### 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  $\theta$  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  $\theta$  tra  $22^\circ$  e  $45^\circ$ )

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

	<b>Shear-z (kN)</b>
P1	2382.11
P2	2365.17
P3	2469.34
P4	2380.35
P5	2359.77

Figura 24– Sollecitazioni taglianti massime, SLV

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

Fc	1.2
$\gamma_c$	1.5
$\gamma_s$	1.15

$\alpha$	90	
$\theta$	32.4547	Angolo theta
	OK	

ctg $\alpha$	6E-17
ctg $\theta$	1.57242754

bw	800	mm
d	2650	mm

A	2120000	mm <sup>2</sup>
---	---------	-----------------

$\phi_{st}$	14	mm
s	125	mm

n bracci	4	
Asw	615.75	mm <sup>2</sup>

Vrsd	4979.88	[KN]
Vrcd	4979.88	[KN]

0.00

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>

Figura 25– Taglio resistente della sezione

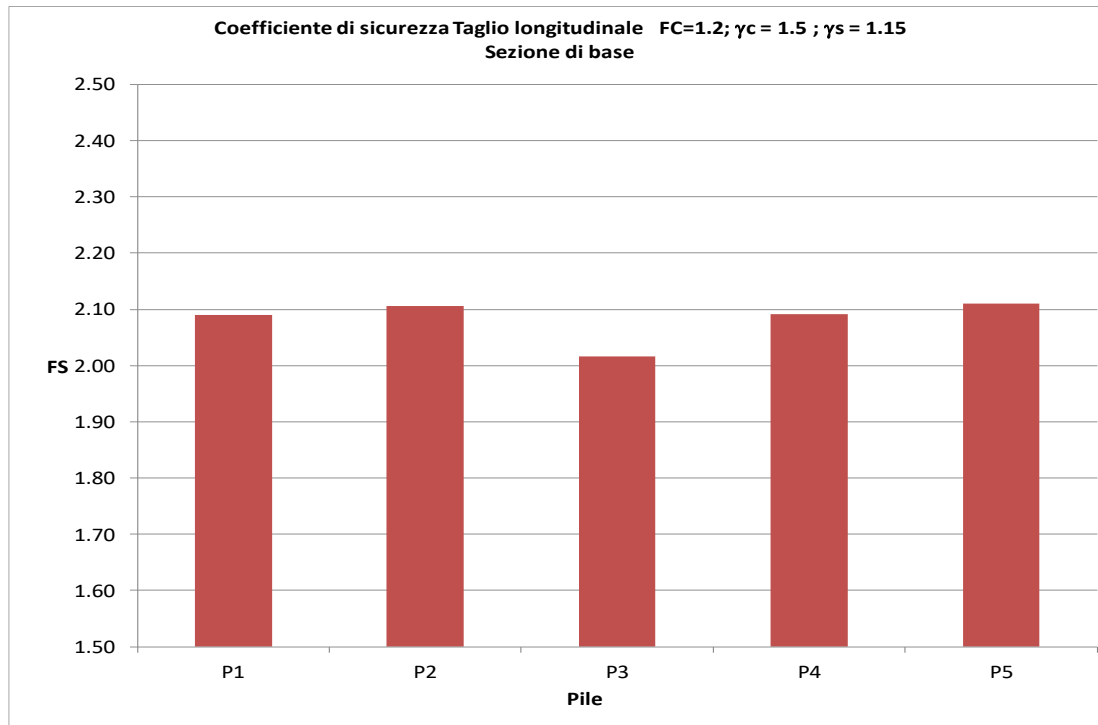


Figura 26– Verifica a taglio delle pile

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

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

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 <sup>2</sup>
---	---------	-----------------

φ st	14	mm
s	250	mm

n bracci	4	
Asw	615.75	mm <sup>2</sup>

Vrsd	3860.97	[KN]
Vrcd	3860.97	[KN]

0.00

Figura 27– Taglio resistente della sezione

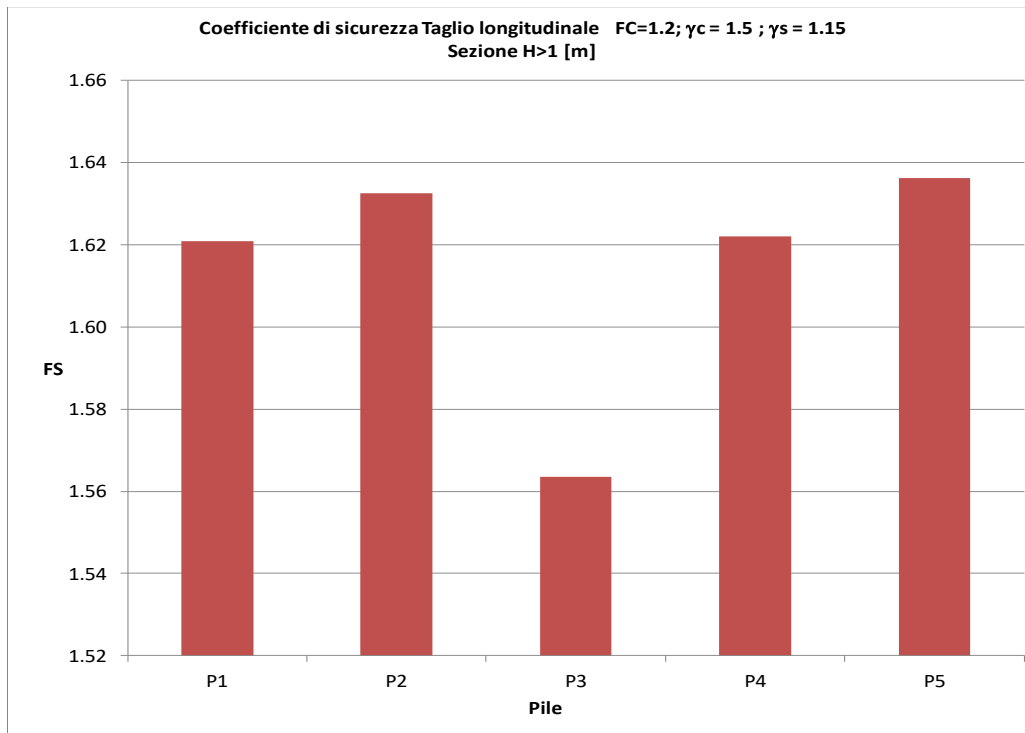


Figura 28 – Verifica a taglio delle pile

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>

– *Sezione di base, taglio trasversale*

	<b>Shear-y (kN)</b>
P1	1395.12
P2	1697.97
P3	1907.76
P4	1660.26
P5	1482.24

Figura 29– Sollecitazioni taglianti massime,SLV

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

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 <sup>2</sup>
---	---------	-----------------

φ st	14	mm
s	125	mm

n bracci	4	
Asw	615.75	mm <sup>2</sup>

Vr <sub>sd</sub>	9501.84	[kN]
Vr <sub>cd</sub>	9501.84	[kN]

0.00

Figura 30– Taglio resistente della sezione

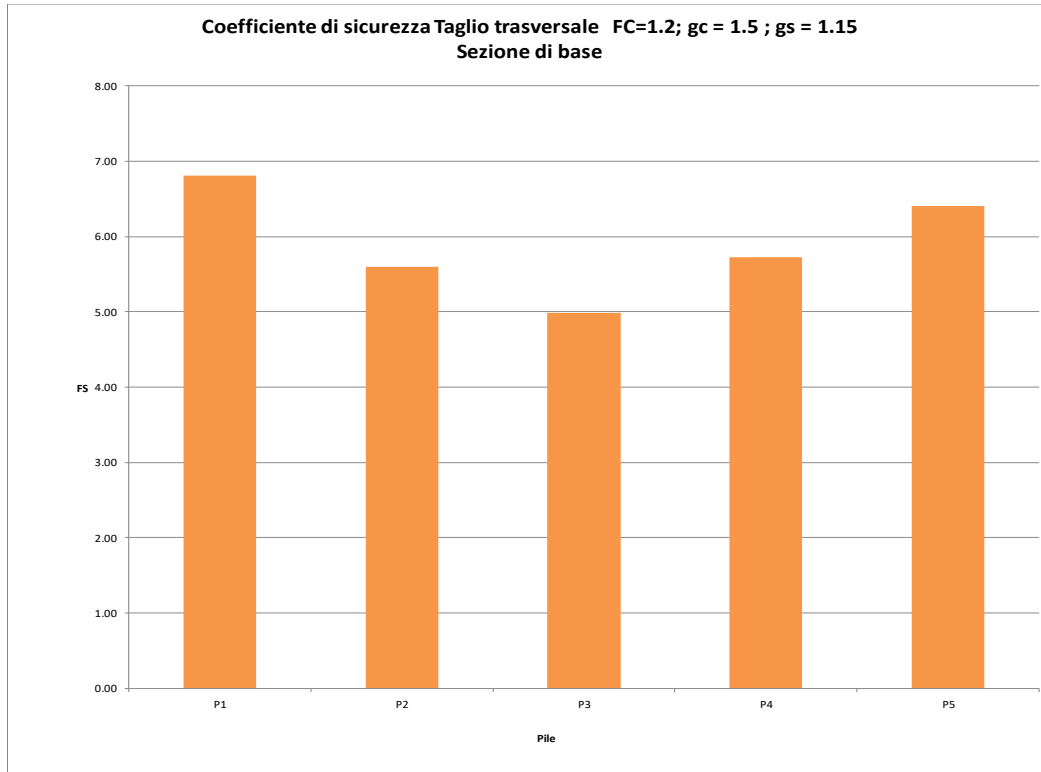


Figura 31– Verifica a taglio delle pile

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

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

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 <sup>2</sup>
---	---------	-----------------

φ st	14	mm
s	250	mm

n bracci	4	
Asw	615.75	mm <sup>2</sup>

Vrsd	6433.25	[KN]
Vrcd	7837.98	[KN]

-1404.74

Figura 32– Taglio resistente della sezione

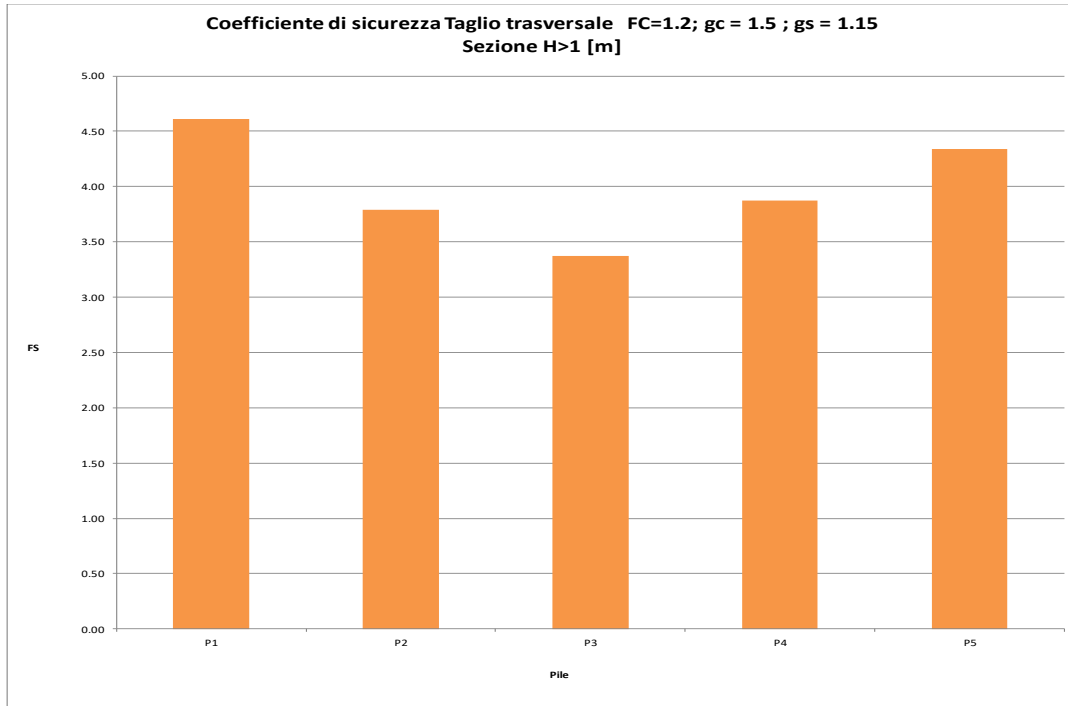


Figura 33– Verifica a taglio delle pile

### 13.4 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.

#### 13.4.1 Fondazioni superficiali

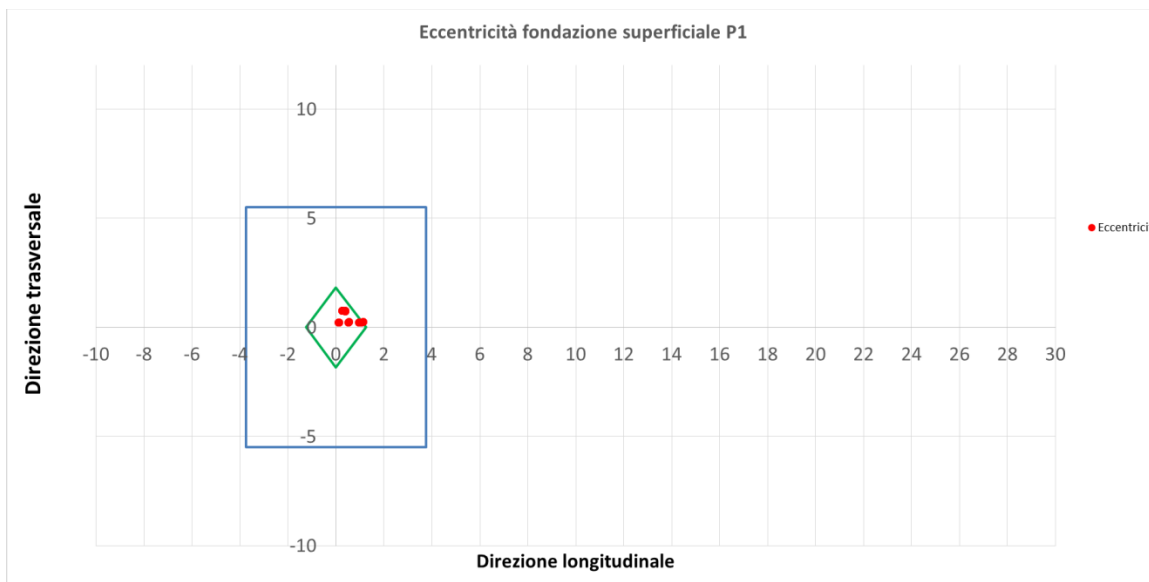
Tutte le pile hanno fondazioni superficiali, per cui si riportano le eccentricità all'intradosso delle stesse per le combinazioni di carico considerate:

– PILA 1

Load	$e_z$ [m]	$e_y$ [m]
SLV_1	0.96	0.22
SLV_2	1.06	0.22
SLV_3	0.96	0.22
SLV_4	1.06	0.22
SLV_5	1.14	0.24
SLV_6	0.99	0.23
SLV_7	1.14	0.24
SLV_8	0.99	0.23
SLV_9	0.27	0.75
SLV_10	0.39	0.74
SLV_11	0.27	0.75
SLV_12	0.39	0.74
SLV_13	0.39	0.77
SLV_14	0.26	0.75
SLV_15	0.39	0.77
SLV_16	0.26	0.75
SLV_17	0.13	0.23
SLV_18	0.51	0.22
SLV_19	0.13	0.23
SLV_20	0.51	0.22
SLV_21	0.55	0.24
SLV_22	0.11	0.22
SLV_23	0.55	0.24
SLV_24	0.11	0.22

L1 z [m]	7.5
L2 y [m]	11
H plinto [m]	2.5
P plinto [KN]	5156.25

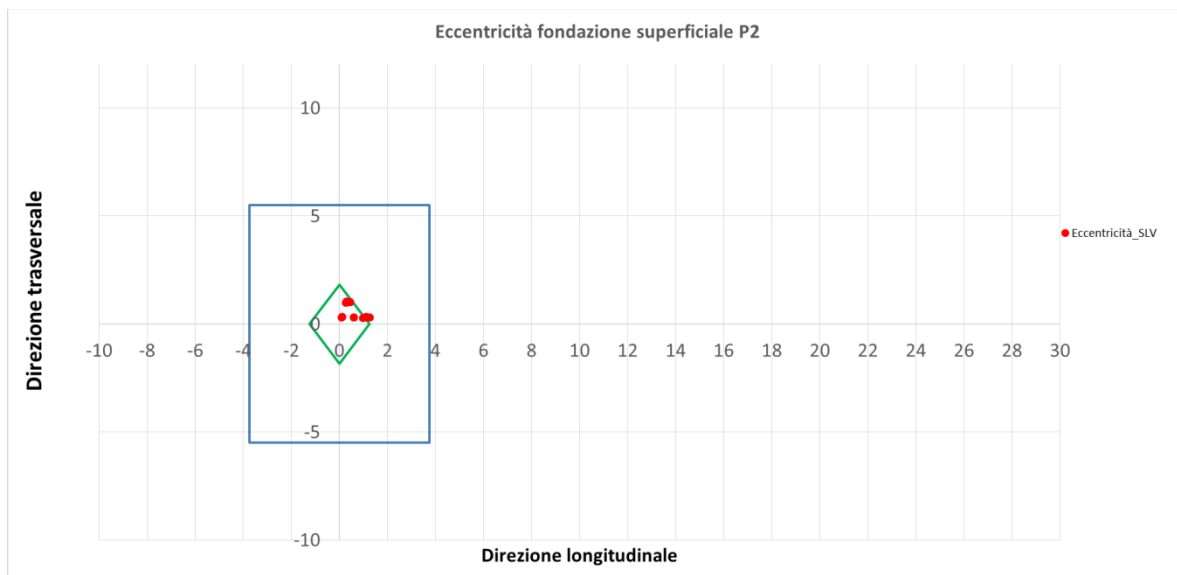


-PILA 2

Load	$e_z$ [m]	$e_y$ [m]
SLV_1	1.12	0.32
SLV_2	1.26	0.32
SLV_3	1.12	0.32
SLV_4	1.26	0.32
SLV_5	1.15	0.29
SLV_6	0.99	0.29
SLV_7	1.15	0.29
SLV_8	0.99	0.29
SLV_9	0.29	1.04
SLV_10	0.44	1.02
SLV_11	0.29	1.04
SLV_12	0.44	1.02
SLV_13	0.42	1.02
SLV_14	0.26	1.00
SLV_15	0.42	1.02
SLV_16	0.26	1.00
SLV_17	0.11	0.32
SLV_18	0.61	0.30
SLV_19	0.11	0.32
SLV_20	0.61	0.30
SLV_21	0.61	0.31
SLV_22	0.08	0.29
SLV_23	0.61	0.31
SLV_24	0.08	0.29

L1 z [m]	7.5
L2 y [m]	11
H plinto [m]	2.5
P plinto [KN]	5156.25





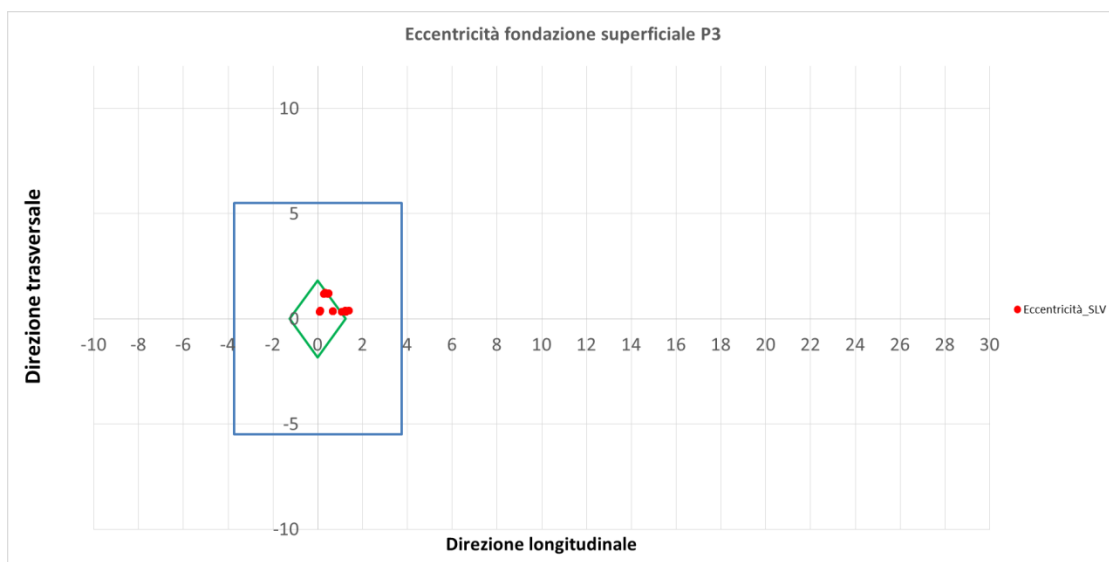
-PILA 3

Load	e <sub>x</sub> [m]	e <sub>y</sub> [m]
SLV_1	1.23	0.39
SLV_2	1.40	0.38
SLV_3	1.23	0.39
SLV_4	1.40	0.38
SLV_5	1.24	0.34
SLV_6	1.06	0.34
SLV_7	1.24	0.34
SLV_8	1.06	0.34
SLV_9	0.31	1.24
SLV_10	0.48	1.22
SLV_11	0.31	1.24
SLV_12	0.48	1.22
SLV_13	0.46	1.19
SLV_14	0.28	1.17
SLV_15	0.46	1.19
SLV_16	0.28	1.17
SLV_17	0.10	0.38
SLV_18	0.68	0.36
SLV_19	0.10	0.38
SLV_20	0.68	0.36
SLV_21	0.68	0.37
SLV_22	0.08	0.34
SLV_23	0.68	0.37
SLV_24	0.08	0.34

L1 z [m]	7.5
L2 y [m]	11

H plinto [m]	2.5
--------------	-----

P plinto [KN]	5156.25
---------------	---------



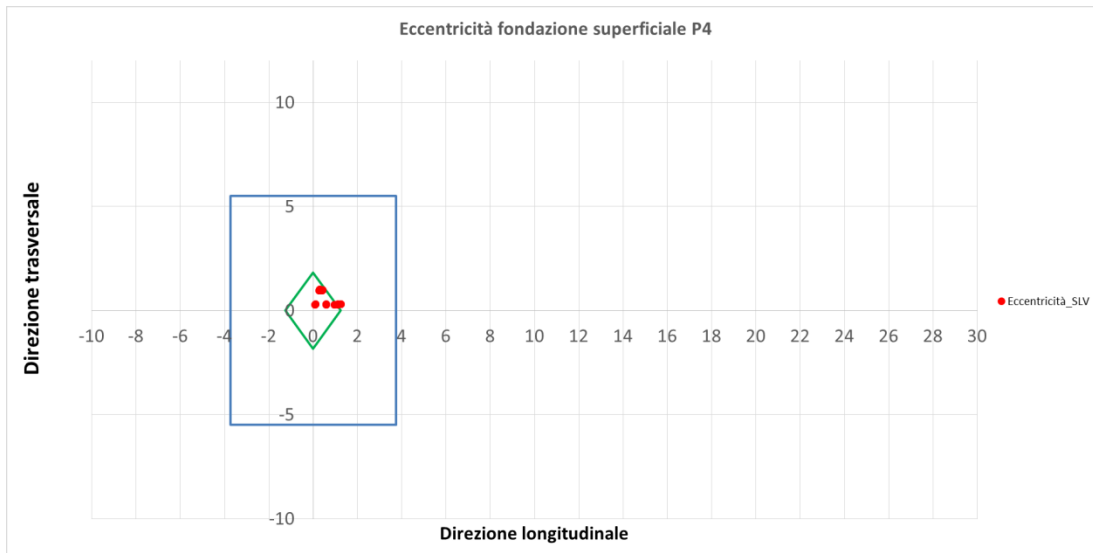
- PILA 4

Load	e <sub>x</sub> [m]	e <sub>y</sub> [m]
SLV_1	1.13	0.31
SLV_2	1.26	0.31
SLV_3	1.13	0.31
SLV_4	1.26	0.31
SLV_5	1.12	0.28
SLV_6	0.96	0.27
SLV_7	1.12	0.28
SLV_8	0.96	0.27
SLV_9	0.29	1.00
SLV_10	0.43	0.98
SLV_11	0.29	1.00
SLV_12	0.43	0.98
SLV_13	0.41	0.97
SLV_14	0.26	0.95
SLV_15	0.41	0.97
SLV_16	0.26	0.95
SLV_17	0.12	0.31
SLV_18	0.59	0.29
SLV_19	0.12	0.31
SLV_20	0.59	0.29
SLV_21	0.59	0.30
SLV_22	0.09	0.28
SLV_23	0.59	0.30
SLV_24	0.09	0.28

L1 z [m]	7.5
L2 y [m]	11

H plinto [m]	2.5
--------------	-----

P plinto [KN]	5156.25
---------------	---------



- PILA 5

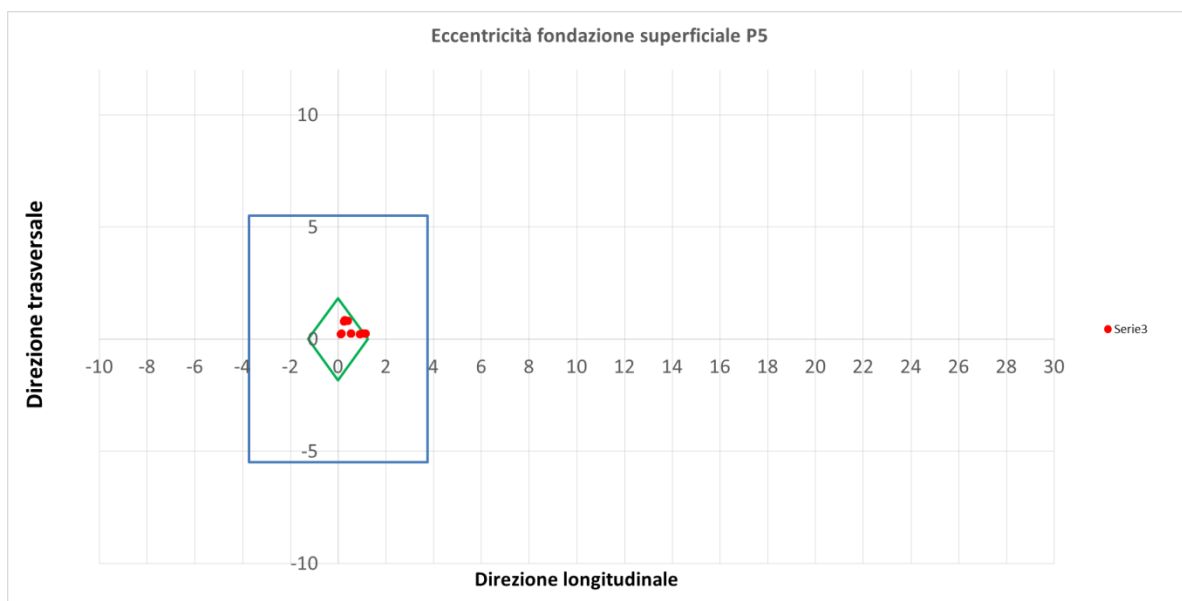
Load
SLV_1
SLV_2
SLV_3
SLV_4
SLV_5
SLV_6
SLV_7
SLV_8
SLV_9
SLV_10
SLV_11
SLV_12
SLV_13
SLV_14
SLV_15
SLV_16
SLV_17
SLV_18
SLV_19
SLV_20
SLV_21
SLV_22
SLV_23
SLV_24


e <sub>x</sub> [m]	e <sub>y</sub> [m]
1.05	0.26
1.15	0.26
1.05	0.26
1.15	0.26
1.04	0.24
0.91	0.23
1.04	0.24
0.91	0.23
0.28	0.84
0.40	0.83
0.28	0.84
0.40	0.83
0.37	0.82
0.25	0.80
0.37	0.82
0.25	0.80
0.14	0.26
0.53	0.24
0.14	0.26
0.53	0.24
0.53	0.25
0.11	0.23
0.53	0.25
0.11	0.23

L1 z [m]	7.5
L2 y [m]	11

H plinto [m]	2.5
--------------	-----

P plinto [KN]	5156.25
---------------	---------



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>

### 13.5 Verifiche degli appoggi


Si riportano le reazioni massime sugli appoggi per il sisma di sito, con il fattore  $q=1$  :

<b>N max (compressione)</b>	<b>Vy</b>	<b>Vz</b>
[KN]	[KN]	[KN]
<b>-2485.39</b>	<b>-449.14</b>	<b>-507.16</b>
[t]	[t]	[t]
-248.539	-44.914	-50.716

<b>N min (trazione)</b>	<b>Vy</b>	<b>Vz</b>
[KN]	[KN]	[KN]
<b>-422.14</b>	<b>-391.39</b>	<b>773.06</b>
[t]	[t]	[t]
-42.214	-39.139	77.306

<b>V max Y</b>	<b>N</b>
[KN]	[KN]
<b>574.63</b>	<b>-1626.39</b>
[t]	[t]
130.139	-113.492
<b>V min Y</b>	<b>N</b>
[KN]	[KN]
<b>-574.63</b>	<b>-1626.39</b>

<b>V max Z</b>	<b>N</b>
[KN]	[KN]
<b>1271.63</b>	<b>-947.73</b>
[t]	[t]
199.268	-72.546
<b>V min Z</b>	<b>N</b>
[KN]	[KN]
<b>-1005.73</b>	<b>-1959.80</b>

	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>

In cui:

$V_y$	<i>Taglio in direzione trasversale</i>
$V_z$	<i>Taglio in direzione longitudinale</i>
$N$	<i>Azione verticale</i>

La resistenza di progetto degli appoggi risulta:

<i>Resistenza di progetto appoggio fisso</i>			
Carico verticale massimo	$N$	2000	[KN]
Carico trasversale massimo	$H_t$	310	[KN]
Carico longitudinale massimo	$H_l$	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>	$I_R$
$PGA = 0.066$ (g)	$PGA = 0.191$ (g)	0.35
$Tr = 50$ (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>	$I_R$
Appoggi	taglio	0.066	0.191	0.35
<b>OPERA</b>				<b>0.35</b>

	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
Relazione di calcolo	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0600001	REV. A	FOGLIO 37 di 70

## 15. ALLEGATO A – TABULATI DI CALCOLO

Si riportano i tabulati di calcolo del software RC-SEC per le verifiche a pressoflessione delle pile e dei pali di fondazione

### 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 fcd : 173.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resis. compr. ridotta fcd' : 86.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020  
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale Ec : 286000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. di Poisson : 0.20  
 Resis. media a trazione fctm : 20.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
 Sc Limite : 86.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Apert.Fess.Limite : 9999.000 mm

ACCIAIO - Tipo: Fe38K (barre lisce)  
 Resist. caratt. snervam. fyk : 3130.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk : 3750.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3130.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3130.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068  
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza ist. β1\*β2 : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Aderenza diff. β1\*β2 : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Comb.Rare Sf Limite : 2504.0 daN/cm<sup>2</sup>

### 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



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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	<b>IA5F</b>	<b>03</b>	<b>CL</b>	<b>VI0600001</b>	<b>A</b>	<b>38 di 70</b>

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  
 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



**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  
**VI0600001**

REV.  
**A**

FOGLIO  
**39 di 70**

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
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





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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>40 di 70</b>
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

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

**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	1163343	1261850	-306690	10	0
2	1202012	1417629	-306690	10	0
3	1163343	1261850	306690	10	0
4	1202012	1417629	306690	10	0
5	1034351	-1387135	-306690	10	0
6	1073019	-1231355	-306690	10	0
7	1034351	-1387135	306690	10	0
8	1073019	-1231355	306690	10	0
9	1118196	361305	-1022300	10	0
10	1156864	517085	-1022300	10	0
11	1118196	361305	1022300	10	0
12	1156864	517085	1022300	10	0
13	1079498	-486590	-1022300	10	0
14	1118167	-330810	-1022300	10	0
15	1079498	-486590	1022300	10	0
16	1118167	-330810	1022300	10	0
17	1073082	179562	-306690	10	0
18	1201978	698828	-306690	10	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 <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>41 di 70</b>
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

19	1073082	179562	306690	10	0
20	1201978	698828	306690	10	0
21	1034385	-668333	-306690	10	0
22	1163280	-149067	-306690	10	0
23	1034385	-668333	306690	10	0
24	1163280	-149067	306690	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  
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  $\geq 1.000$

N. Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	1163343	1261850	-306690	1163352	2366914	-576028	1.876
2	S	1202012	1417629	-306690	1202015	2413938	-510889	1.701
3	S	1163343	1261850	306690	1163338	2366883	576586	1.876
4	S	1202012	1417629	306690	1202009	2413911	511495	1.701
5	S	1034351	-1387135	-306690	1034376	-2220868	-480860	1.600
6	S	1073019	-1231355	-306690	1073018	-2262815	-567029	1.838
7	S	1034351	-1387135	306690	1034379	-2220858	481374	1.600
8	S	1073019	-1231355	306690	1072991	-2262767	567584	1.838
9	S	1118196	361305	-1022300	1118197	1288496	-3700789	3.614
10	S	1156864	517085	-1022300	1156875	1761185	-3482782	3.407
11	S	1118196	361305	1022300	1118225	1287687	3701283	3.614
12	S	1156864	517085	1022300	1156890	1761306	3481949	3.406
13	S	1079498	-486590	-1022300	1079521	-1632230	-3429757	3.355
14	S	1118167	-330810	-1022300	1118166	-1208000	-3734805	3.653
15	S	1079498	-486590	1022300	1079499	-1632048	3429330	3.354
16	S	1118167	-330810	1022300	1118168	-1207197	3735218	3.653
17	S	1073082	179562	-306690	1073056	1844792	-3186929	10.362
18	S	1201978	698828	-306690	1201980	2384769	-1046276	3.412
19	S	1073082	179562	306690	1073081	1844898	3186024	10.359
20	S	1201978	698828	306690	1201978	2384739	1047045	3.413
21	S	1034385	-668333	-306690	1034398	-2195132	-1001303	3.281
22	S	1163280	-149067	-306690	1163298	-1729964	-3523774	11.512
23	S	1034385	-668333	306690	1034384	-2195081	1002077	3.281





**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	VI0600001	A	43 di 70

23	0.00350	-0.00858	240.0	-135.0	0.00302	239.4	-130.0	-0.02420	-239.4
130.0									
24	0.00350	-0.00265	250.0	-125.0	0.00339	239.4	-130.0	-0.01074	-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	-0.000003246	0.000108908	-0.011981568		
2	-0.000002927	0.000110367	-0.012102033		
3	0.000003247	0.000108888	-0.011979198		
4	0.000002929	0.000110346	-0.012099663		
5	-0.000003016	-0.000121029	-0.013562933		
6	-0.000003337	-0.000113727	-0.012653927		
7	0.000003018	-0.000121007	-0.013560301		
8	0.000003339	-0.000113706	-0.012651557		
9	-0.000025785	0.000012696	-0.004533257		
10	-0.000018861	0.000019501	-0.003659101		
11	0.000025779	0.000012693	-0.004531307		
12	0.000018860	0.000019500	-0.003658841		
13	-0.000020695	-0.000018119	-0.003938525		
14	-0.000026912	-0.000012049	-0.004734281		
15	0.000020691	-0.000018116	-0.003937357		
16	0.000026907	-0.000012047	-0.004732591		
17	-0.000016359	0.000025531	-0.003872862		
18	-0.000004705	0.000089127	-0.009661399		
19	0.000016361	0.000025531	-0.003873250		
20	0.000004707	0.000089099	-0.009657980		
21	-0.000004886	-0.000095719	-0.010594851		
22	-0.000019367	-0.000018652	-0.003673278		
23	0.000004888	-0.000095693	-0.010591693		
24	0.000019368	-0.000018652	-0.003673542		

**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'inertza  
 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/cm<sup>2</sup>  
 Resis. compr. ridotta fcd': 86.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020  
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo



**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	VI0600001	A	44 di 70

Modulo Elastico Normale  $E_c$  : 286000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. di Poisson : 0.20  
 Resist. media a trazione  $f_{ctm}$ : 20.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
     Sc Limite : 86.50 daN/cm<sup>2</sup>  
     Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm

ACCIAIO - Tipo: Fe38K (barre lisce)  
 Resist. caratt. snervam.  $f_{yk}$ : 3130.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura  $f_{tk}$ : 3750.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di calcolo  $f_{yd}$ : 3130.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di calcolo  $f_{td}$ : 3130.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di calcolo  $E_{pu}$ : 0.068  
 Modulo Elastico  $E_f$  : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Comb.Rare Sf Limite : 2504.0 daN/cm<sup>2</sup>

**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**



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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	<b>IA5F</b>	<b>03</b>	<b>CL</b>	<b>VI0600001</b>	<b>A</b>	<b>45 di 70</b>

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
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



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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>46 di 70</b>
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

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
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

Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>47 di 70</b>
----------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

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	1030778	1429493	-434579	10	0
2	1067068	1636040	-434579	10	0
3	1030778	1429493	434579	10	0
4	1067068	1636040	434579	10	0
5	1201674	-1605545	-434579	10	0
6	1237964	-1398999	-434579	10	0
7	1201674	-1605545	434579	10	0
8	1237964	-1398999	434579	10	0
9	1090592	393830	-1448595	10	0
10	1126882	600377	-1448595	10	0
11	1090592	393830	1448595	10	0
12	1126882	600377	1448595	10	0
13	1141860	-569882	-1448595	10	0
14	1178151	-363335	-1448595	10	0
15	1141860	-569882	1448595	10	0
16	1178151	-363335	1448595	10	0
17	1048253	152859	-434579	10	0
18	1169221	841348	-434579	10	0
19	1048253	152859	434579	10	0
20	1169221	841348	434579	10	0
21	1099522	-810853	-434579	10	0
22	1220490	-122364	-434579	10	0
23	1099522	-810853	434579	10	0
24	1220490	-122364	434579	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





**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	VI0600001	A	48 di 70

My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inertia  
 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'inertia  
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inertia  
 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	1030778	1429493	-434579	1030774	2208855	-679608	1.547
2	S	1067068	1636040	-434579	1067072	2254268	-607477	1.379
3	S	1030778	1429493	434579	1030799	2208862	680173	1.547
4	S	1067068	1636040	434579	1067040	2254216	607960	1.379
5	S	1201674	-1605545	-434579	1201699	-2407195	-657211	1.500
6	S	1237964	-1398999	-434579	1237976	-2443266	-760634	1.747
7	S	1201674	-1605545	434579	1201648	-2407126	657674	1.500
8	S	1237964	-1398999	434579	1237984	-2443268	761095	1.747
9	S	1090592	393830	-1448595	1090590	1018942	-3752282	2.590
10	S	1126882	600377	-1448595	1126864	1489223	-3617594	2.495
11	S	1090592	393830	1448595	1090564	1018155	3752691	2.590
12	S	1126882	600377	1448595	1126894	1488616	3617909	2.495
13	S	1141860	-569882	-1448595	1141861	-1436419	-3675250	2.535
14	S	1178151	-363335	-1448595	1178125	-968210	-3938314	2.716
15	S	1141860	-569882	1448595	1141867	-1435696	3675616	2.535
16	S	1178151	-363335	1448595	1178145	-967502	3938852	2.716
17	S	1048253	152859	-434579	1048268	1274185	-3571868	8.232
18	S	1169221	841348	-434579	1169198	2335161	-1218704	2.782
19	S	1048253	152859	434579	1048241	1273395	3572257	8.232
20	S	1169221	841348	434579	1169240	2335153	1219327	2.782
21	S	1099522	-810853	-434579	1099494	-2255030	-1221752	2.788
22	S	1220490	-122364	-434579	1220506	-1120360	-3965169	9.127
23	S	1099522	-810853	434579	1099546	-2255066	1222385	2.788
24	S	1220490	-122364	434579	1220477	-1119557	3965604	9.127

**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	-0.01000	-240.0	135.0	0.00295	-239.4	130.0	-0.02745	239.4	-
2	0.00350	-0.01016	-240.0	135.0	0.00294	-239.4	130.0	-0.02782	239.4	-
3	0.00350	-0.01000	240.0	135.0	0.00295	239.4	130.0	-0.02744	-239.4	-
4	0.00350	-0.01016	240.0	135.0	0.00294	239.4	130.0	-0.02782	-239.4	-
5	0.00350	-0.00921	-240.0	-135.0	0.00298	-239.4	-130.0	-0.02563	239.4	-
6	0.00350	-0.00863	-240.0	-135.0	0.00301	-239.4	-130.0	-0.02431	239.4	-



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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>49 di 70</b>
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

7	0.00350	-0.00921	240.0	-135.0	0.00298	239.4	-130.0	-0.02563	-239.4
130.0									
8	0.00350	-0.00863	240.0	-135.0	0.00301	239.4	-130.0	-0.02430	-239.4
130.0									
9	0.00350	-0.00406	-250.0	125.0	0.00334	-245.0	123.6	-0.01398	245.0 -
123.6									
10	0.00350	-0.00299	-250.0	125.0	0.00336	-245.0	123.6	-0.01152	245.0 -
123.6									
11	0.00350	-0.00406	250.0	125.0	0.00334	245.0	123.6	-0.01398	-245.0 -
123.6									
12	0.00350	-0.00299	250.0	125.0	0.00336	245.0	123.6	-0.01151	-245.0 -
123.6									
13	0.00350	-0.00306	-250.0	-125.0	0.00336	-245.0	-123.6	-0.01168	245.0
123.6									
14	0.00350	-0.00401	-250.0	-125.0	0.00334	-245.0	-123.6	-0.01387	245.0
123.6									
15	0.00350	-0.00306	250.0	-125.0	0.00336	245.0	-123.6	-0.01167	-245.0
123.6									
16	0.00350	-0.00401	250.0	-125.0	0.00334	245.0	-123.6	-0.01386	-245.0
123.6									
17	0.00350	-0.00354	-250.0	125.0	0.00335	-245.0	123.6	-0.01277	245.0 -
123.6									
18	0.00350	-0.00735	-240.0	135.0	0.00307	-239.4	130.0	-0.02140	239.4 -
130.0									
19	0.00350	-0.00353	250.0	125.0	0.00335	245.0	123.6	-0.01276	-245.0 -
123.6									
20	0.00350	-0.00735	240.0	135.0	0.00307	239.4	130.0	-0.02139	-239.4 -
130.0									
21	0.00350	-0.00757	-240.0	-135.0	0.00307	-239.4	-130.0	-0.02190	239.4
130.0									
22	0.00350	-0.00357	-250.0	-125.0	0.00335	-245.0	-123.6	-0.01283	245.0
123.6									
23	0.00350	-0.00757	240.0	-135.0	0.00307	239.4	-130.0	-0.02190	-239.4
130.0									
24	0.00350	-0.00356	250.0	-125.0	0.00335	245.0	-123.6	-0.01283	-245.0
123.6									

**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	-0.000003841	0.000109832	-0.012249146		
2	-0.000003509	0.000111836	-0.012440034		
3	0.000003842	0.000109812	-0.012246779		
4	0.000003511	0.000111820	-0.012438191		
5	-0.000003485	-0.000103615	-0.011324461		
6	-0.000003784	-0.000098090	-0.010650335		
7	0.000003486	-0.000103601	-0.011322880		
8	0.000003785	-0.000098072	-0.010648229		
9	-0.000029927	0.000010721	-0.005322007		
10	-0.000022952	0.000014699	-0.004075494		
11	0.000029922	0.000010719	-0.005320317		
12	0.000022946	0.000014695	-0.004073285		
13	-0.000023663	-0.000013925	-0.004156493		
14	-0.000030018	-0.000010091	-0.005265970		



**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	VI0600001	A	50 di 70

15	0.000023657	-0.000013921	-0.004154413
16	0.000030011	-0.000010088	-0.005263890
17	-0.000026368	0.000012934	-0.004708766
18	-0.000005242	0.000084465	-0.009160775
19	0.000026362	0.000012931	-0.004706947
20	0.000005243	0.000084445	-0.009158408
21	-0.000005386	-0.000086110	-0.009417508
22	-0.000027450	-0.000011043	-0.004742939
23	0.000005387	-0.000086087	-0.009414617
24	0.000027445	-0.000011040	-0.004741119

**NOME SEZIONE: P3**

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'inertzia  
 Riferimento alla sismicit : 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/cm<sup>2</sup>  
 Resis. compr. ridotta fcd' : 86.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020  
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale Ec : 286000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. di Poisson : 0.20  
 Resis. media a trazione fctm: 20.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
 Sc Limite : 86.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm

ACCIAIO - Tipo: Fe38K (barre lisce)  
 Resist. caratt. snervam. fyk: 3130.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk: 3750.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3130.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3130.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068  
 Modulo Elastico Ef : 200000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza ist. β1\*β2 : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Aderenza diff. β1\*β2 : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Comb.Rare Sf Limite : 2504.0 daN/cm<sup>2</sup>

**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



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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	<b>IA5F</b>	<b>03</b>	<b>CL</b>	<b>VI0600001</b>	<b>A</b>	<b>51 di 70</b>

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  
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



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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>52 di 70</b>
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

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
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

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>53 di 70</b>
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

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

**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	1012270	1583971	-523867	10	0
2	1046710	1825446	-523867	10	0
3	1012270	1583971	523867	10	0
4	1046710	1825446	523867	10	0
5	1238222	-1794951	-523867	10	0
6	1272663	-1553476	-523867	10	0
7	1238222	-1794951	523867	10	0
8	1272663	-1553476	523867	10	0
9	1091353	427948	-1746223	10	0
10	1125794	669423	-1746223	10	0
11	1091353	427948	1746223	10	0
12	1125794	669423	1746223	10	0
13	1159139	-638928	-1746223	10	0
14	1193580	-397453	-1746223	10	0
15	1159139	-638928	1746223	10	0
16	1193580	-397453	1746223	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	VI0600001	A	54 di 70

17	1051172	146227	-523867	10	0
18	1165975	951144	-523867	10	0
19	1051172	146227	523867	10	0
20	1165975	951144	523867	10	0
21	1118958	-920649	-523867	10	0
22	1233761	-115733	-523867	10	0
23	1118958	-920649	523867	10	0
24	1233761	-115733	523867	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  
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	1012270	1583971	-523867	1012260	2185152	-723914	1.380
2	S	1046710	1825446	-523867	1046715	2229417	-635851	1.221
3	S	1012270	1583971	523867	1012277	2185153	724433	1.380
4	S	1046710	1825446	523867	1046705	2229391	636318	1.221
5	S	1238222	-1794951	-523867	1238235	-2446227	-709523	1.362
6	S	1272663	-1553476	-523867	1272646	-2478659	-829693	1.594
7	S	1238222	-1794951	523867	1238214	-2446199	709909	1.362
8	S	1272663	-1553476	523867	1272668	-2478676	830125	1.594
9	S	1091353	427948	-1746223	1091329	926740	-3784002	2.167
10	S	1125794	669423	-1746223	1125795	1416978	-3654212	2.096
11	S	1091353	427948	1746223	1091352	925908	3784573	2.167
12	S	1125794	669423	1746223	1125781	1416235	3654573	2.096
13	S	1159139	-638928	-1746223	1159164	-1358659	-3747042	2.144
14	S	1193580	-397453	-1746223	1193563	-908193	-3987220	2.283
15	S	1159139	-638928	1746223	1159118	-1357801	3747427	2.144
16	S	1193580	-397453	1746223	1193562	-907465	3987748	2.284
17	S	1051172	146227	-523867	1051150	1034658	-3670276	7.011
18	S	1165975	951144	-523867	1165996	2326923	-1278843	2.445
19	S	1051172	146227	523867	1051159	1033862	3670760	7.011
20	S	1165975	951144	523867	1165955	2326803	1279359	2.445
21	S	1118958	-920649	-523867	1118980	-2272909	-1281161	2.463







**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	VI0600001	A	56 di 70

123.6	22	0.00350	-0.00410	-250.0	-125.0	0.00333	-245.0	-123.6	-0.01407	245.0
130.0	23	0.00350	-0.00732	240.0	-135.0	0.00308	239.4	-130.0	-0.02133	-239.4
123.6	24	0.00350	-0.00410	250.0	-125.0	0.00333	245.0	-123.6	-0.01407	-245.0

**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	-0.000004032	0.000108489	-0.012113697		
2	-0.000003652	0.000111296	-0.012401398		
3	0.000004033	0.000108472	-0.012111593		
4	0.000003653	0.000111281	-0.012399556		
5	-0.000003612	-0.000100108	-0.010881535		
6	-0.000003946	-0.000094450	-0.010197836		
7	0.000003613	-0.000100094	-0.010879955		
8	0.000003947	-0.000094432	-0.010195732		
9	-0.000031406	0.000010028	-0.005605033		
10	-0.000023990	0.000013836	-0.004226908		
11	0.000031400	0.000010025	-0.005603083		
12	0.000023983	0.000013832	-0.004224828		
13	-0.000024627	-0.000013079	-0.004291772		
14	-0.000030834	-0.000009617	-0.005410730		
15	0.000024621	-0.000013076	-0.004289822		
16	0.000030827	-0.000009615	-0.005408650		
17	-0.000029984	0.000010970	-0.005367293		
18	-0.000005410	0.000082706	-0.008963757		
19	0.000029978	0.000010968	-0.005365603		
20	0.000005411	0.000082694	-0.008962440		
21	-0.000005510	-0.000083736	-0.009126931		
22	-0.000030780	-0.000009386	-0.005368296		
23	0.000005511	-0.000083719	-0.009124828		
24	0.000030774	-0.000009383	-0.005366346		

**NOME SEZIONE: P4**

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'inertza  
 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/cm<sup>2</sup>  
 Resis. compr. ridotta fcd': 86.50 daN/cm<sup>2</sup>



**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	VI0600001	A	57 di 70

Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020  
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale Ec : 286000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. di Poisson : 0.20  
 Resis. media a trazione fctm: 20.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
 Sc Limite : 86.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Apert.Fess.Limite : 9999.000 mm

ACCIAIO - Tipo: Fe38K (barre lisce)  
 Resist. caratt. snervam. fyk: 3130.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk: 3750.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3130.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3130.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068  
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza ist.  $\beta 1 * \beta 2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Aderenza diff.  $\beta 1 * \beta 2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Comb.Rare Sf Limite : 2504.0 daN/cm<sup>2</sup>

**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



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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>58 di 70</b>
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

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
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



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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>59 di 70</b>
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

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
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



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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	<b>IA5F</b>	<b>03</b>	<b>CL</b>	<b>VI0600001</b>	<b>A</b>	<b>60 di 70</b>

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'inertza con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inertza con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inertza y
Vx	Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inertza x

N. Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	1000425	1397000	-412106	10	0
2	1034383	1590165	-412106	10	0
3	1000425	1397000	412106	10	0
4	1034383	1590165	412106	10	0
5	1224646	-1559670	-412106	10	0
6	1258603	-1366506	-412106	10	0
7	1224646	-1559670	412106	10	0
8	1258603	-1366506	412106	10	0
9	1078903	388766	-1373686	10	0
10	1112860	581930	-1373686	10	0
11	1078903	388766	1373686	10	0
12	1112860	581930	1373686	10	0
13	1146169	-551436	-1373686	10	0
14	1180126	-358271	-1373686	10	0
15	1146169	-551436	1373686	10	0
16	1180126	-358271	1373686	10	0
17	1039286	163407	-412106	10	0
18	1152477	807289	-412106	10	0
19	1039286	163407	412106	10	0
20	1152477	807289	412106	10	0
21	1106552	-776794	-412106	10	0
22	1219743	-132912	-412106	10	0
23	1106552	-776794	412106	10	0
24	1219743	-132912	412106	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'inertza con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inertza 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**



**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	VI0600001	A	61 di 70

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	1000425	1397000	-412106	1000413	2175287	-637034	1.556
2	S	1034383	1590165	-412106	1034398	2217247	-583853	1.396
3	S	1000425	1397000	412106	1000447	2175307	637585	1.556
4	S	1034383	1590165	412106	1034392	2217230	584288	1.396
5	S	1224646	-1559670	-412106	1224661	-2434551	-634199	1.560
6	S	1258603	-1366506	-412106	1258602	-2467582	-743839	1.806
7	S	1224646	-1559670	412106	1224618	-2434485	634738	1.560
8	S	1258603	-1366506	412106	1258581	-2467545	744358	1.806
9	S	1078903	388766	-1373686	1078915	1044765	-3720767	2.707
10	S	1112860	581930	-1373686	1112853	1518600	-3573348	2.603
11	S	1078903	388766	1373686	1078915	1043994	3721209	2.707
12	S	1112860	581930	1373686	1112850	1518039	3573548	2.603
13	S	1146169	-551436	-1373686	1146175	-1480196	-3660136	2.667
14	S	1180126	-358271	-1373686	1180152	-1019002	-3924982	2.856
15	S	1146169	-551436	1373686	1146158	-1479528	3660385	2.667
16	S	1180126	-358271	1373686	1180111	-1018209	3925456	2.857
17	S	1039286	163407	-412106	1039285	1377701	-3505855	8.497
18	S	1152477	807289	-412106	1152477	2319316	-1174278	2.868
19	S	1039286	163407	412106	1039286	1376951	3506331	8.497
20	S	1152477	807289	412106	1152450	2319263	1174945	2.868
21	S	1106552	-776794	-412106	1106565	-2265456	-1190033	2.910
22	S	1219743	-132912	-412106	1219747	-1259506	-3907431	9.481
23	S	1106552	-776794	412106	1106566	-2265430	1190692	2.910
24	S	1219743	-132912	412106	1219726	-1258707	3907863	9.481

**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	-0.01041	-240.0	135.0	0.00293	-239.4	130.0	-0.02838	239.4	-
2	0.00350	-0.01049	-240.0	135.0	0.00292	-239.4	130.0	-0.02856	239.4	-
3	0.00350	-0.01041	240.0	135.0	0.00293	239.4	130.0	-0.02838	-239.4	-
4	0.00350	-0.01049	240.0	135.0	0.00292	239.4	130.0	-0.02856	-239.4	-
5	0.00350	-0.00919	-240.0	-135.0	0.00298	-239.4	-130.0	-0.02559	239.4	-



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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>62 di 70</b>
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

130.0	6	0.00350	-0.00861	-240.0	-135.0	0.00301	-239.4	-130.0	-0.02425	239.4
130.0	7	0.00350	-0.00919	240.0	-135.0	0.00298	239.4	-130.0	-0.02559	-239.4
130.0	8	0.00350	-0.00860	240.0	-135.0	0.00301	239.4	-130.0	-0.02425	-239.4
123.6	9	0.00350	-0.00402	-250.0	125.0	0.00334	-245.0	123.6	-0.01388	245.0 -
123.6	10	0.00350	-0.00297	-250.0	125.0	0.00337	-245.0	123.6	-0.01145	245.0 -
123.6	11	0.00350	-0.00402	250.0	125.0	0.00334	245.0	123.6	-0.01388	-245.0 -
123.6	12	0.00350	-0.00296	250.0	125.0	0.00337	245.0	123.6	-0.01145	-245.0 -
123.6	13	0.00350	-0.00298	-250.0	-125.0	0.00336	-245.0	-123.6	-0.01148	245.0
123.6	14	0.00350	-0.00388	-250.0	-125.0	0.00334	-245.0	-123.6	-0.01356	245.0
123.6	15	0.00350	-0.00298	250.0	-125.0	0.00336	245.0	-123.6	-0.01148	-245.0
123.6	16	0.00350	-0.00388	250.0	-125.0	0.00334	245.0	-123.6	-0.01356	-245.0
123.6	17	0.00350	-0.00333	-250.0	125.0	0.00336	-245.0	123.6	-0.01230	245.0 -
130.0	18	0.00350	-0.00754	-240.0	135.0	0.00307	-239.4	130.0	-0.02183	239.4 -
123.6	19	0.00350	-0.00333	250.0	125.0	0.00336	245.0	123.6	-0.01230	-245.0 -
130.0	20	0.00350	-0.00754	240.0	135.0	0.00307	239.4	130.0	-0.02183	-239.4 -
130.0	21	0.00350	-0.00765	-240.0	-135.0	0.00306	-239.4	-130.0	-0.02209	239.4
123.6	22	0.00350	-0.00327	-250.0	-125.0	0.00336	-245.0	-123.6	-0.01215	245.0
130.0	23	0.00350	-0.00765	240.0	-135.0	0.00306	239.4	-130.0	-0.02208	-239.4
123.6	24	0.00350	-0.00327	250.0	-125.0	0.00336	245.0	-123.6	-0.01215	-245.0

**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	-0.000003729	0.000113572	-0.012727209		
2	-0.000003469	0.000114724	-0.012820141		
3	0.000003730	0.000113551	-0.012724578		
4	0.000003470	0.000114706	-0.012818035		
5	-0.000003372	-0.000103685	-0.011306785		
6	-0.000003692	-0.000098048	-0.010622598		
7	0.000003374	-0.000103669	-0.011304941		
8	0.000003693	-0.000098030	-0.010620492		
9	-0.000029611	0.000010955	-0.005271941		
10	-0.000022521	0.000015310	-0.004044001		
11	0.000029605	0.000010952	-0.005270251		
12	0.000022515	0.000015306	-0.004041922		



**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	VI0600001	A	63 di 70

13	-0.000023039	-0.000014395	-0.004058981
14	-0.000029218	-0.000010450	-0.005110858
15	0.000023033	-0.000014391	-0.004057031
16	0.000029212	-0.000010448	-0.005108908
17	-0.000024862	0.000014069	-0.004474091
18	-0.000005152	0.000086274	-0.009383487
19	0.000024855	0.000014064	-0.004471752
20	0.000005153	0.000086250	-0.009380595
21	-0.000005286	-0.000086985	-0.009511619
22	-0.000025579	-0.000012030	-0.004398529
23	0.000005287	-0.000086962	-0.009508727
24	0.000025573	-0.000012027	-0.004396709

**NOME SEZIONE: P5**

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/cm<sup>2</sup>  
 Resis. compr. ridotta fcd': 86.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020  
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale Ec : 286000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. di Poisson : 0.20  
 Resis. media a trazione fctm: 20.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
 Sc Limite : 86.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm

ACCIAIO - Tipo: Fe38K (barre lisce)  
 Resist. caratt. snervam. fyk: 3130.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk: 3750.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3130.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3130.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068  
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza ist. β1\*β2 : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Aderenza diff. β1\*β2 : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Comb.Rare Sf Limite : 2504.0 daN/cm<sup>2</sup>

**CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO**

**DOMINIO N° 1**

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C20/25

N.vertice Ascissa X, cm Ordinata Y, cm





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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	<b>IA5F</b>	<b>03</b>	<b>CL</b>	<b>VI0600001</b>	<b>A</b>	<b>64 di 70</b>

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  
 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



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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>65 di 70</b>
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

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
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



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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>66 di 70</b>
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

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

**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	1002884	1262366	-337663	10	0
2	1038616	1418180	-337663	10	0
3	1002884	1262366	337663	10	0
4	1038616	1418180	337663	10	0
5	1197747	-1387685	-337663	10	0
6	1233479	-1231871	-337663	10	0
7	1197747	-1387685	337663	10	0
8	1233479	-1231871	337663	10	0
9	1071086	361448	-1125545	10	0
10	1106818	517262	-1125545	10	0
11	1071086	361448	1125545	10	0
12	1106818	517262	1125545	10	0
13	1129545	-486767	-1125545	10	0
14	1165277	-330954	-1125545	10	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 <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>67 di 70</b>
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

15	1129545	-486767	1125545	10	0
16	1165277	-330954	1125545	10	0
17	1029399	179666	-337663	10	0
18	1148505	699044	-337663	10	0
19	1029399	179666	337663	10	0
20	1148505	699044	337663	10	0
21	1087858	-668549	-337663	10	0
22	1206964	-149171	-337663	10	0
23	1087858	-668549	337663	10	0
24	1206964	-149171	337663	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'inertza con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inertza 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'inertza  
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inertza  
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'inertza  
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inertza  
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	1002884	1262366	-337663	1002909	2179957	-593914	1.729
2	S	1038616	1418180	-337663	1038611	2224019	-532545	1.569
3	S	1002884	1262366	337663	1002885	2179909	594496	1.729
4	S	1038616	1418180	337663	1038589	2223982	533015	1.569
5	S	1197747	-1387685	-337663	1197757	-2406178	-582163	1.733
6	S	1233479	-1231871	-337663	1233456	-2442708	-672911	1.984
7	S	1197747	-1387685	337663	1197768	-2406176	582686	1.733
8	S	1233479	-1231871	337663	1233477	-2442724	673434	1.984
9	S	1071086	361448	-1125545	1071064	1176057	-3656463	3.249
10	S	1106818	517262	-1125545	1106836	1594003	-3512767	3.114
11	S	1071086	361448	1125545	1071112	1175242	3657014	3.249
12	S	1106818	517262	1125545	1106831	1593492	3513032	3.114
13	S	1129545	-486767	-1125545	1129551	-1535380	-3595798	3.188
14	S	1165277	-330954	-1125545	1165283	-1123130	-3858587	3.425
15	S	1129545	-486767	1125545	1129560	-1534733	3596215	3.188
16	S	1165277	-330954	1125545	1165276	-1122362	3859075	3.426
17	S	1029399	179666	-337663	1029396	1735783	-3227603	9.582
18	S	1148505	699044	-337663	1148520	2317984	-1129166	3.321
19	S	1029399	179666	337663	1029397	1735895	3226810	9.579



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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>68 di 70</b>
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

20	S	1148505	699044	337663	1148526	2317965	1129877	3.322
21	S	1087858	-668549	-337663	1087856	-2247876	-1134764	3.362
22	S	1206964	-149171	-337663	1206963	-1627955	-3687095	10.919
23	S	1087858	-668549	337663	1087862	-2247849	1135553	3.362
24	S	1206964	-149171	337663	1206982	-1627561	3687076	10.918

**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

130.0	1	0.00350	-0.01064	-240.0	135.0	0.00292	-239.4	130.0	-0.02892	239.4	-
130.0	2	0.00350	-0.01077	-240.0	135.0	0.00291	-239.4	130.0	-0.02921	239.4	-
130.0	3	0.00350	-0.01064	240.0	135.0	0.00292	239.4	130.0	-0.02892	-239.4	-
130.0	4	0.00350	-0.01077	240.0	135.0	0.00291	239.4	130.0	-0.02921	-239.4	-
130.0	5	0.00350	-0.00955	-240.0	-135.0	0.00296	-239.4	-130.0	-0.02642	239.4	-
130.0	6	0.00350	-0.00899	-240.0	-135.0	0.00299	-239.4	-130.0	-0.02513	239.4	-
130.0	7	0.00350	-0.00955	240.0	-135.0	0.00296	239.4	-130.0	-0.02642	-239.4	-
130.0	8	0.00350	-0.00899	240.0	-135.0	0.00299	239.4	-130.0	-0.02513	-239.4	-
123.6	9	0.00350	-0.00372	-250.0	125.0	0.00334	-245.0	123.6	-0.01318	245.0	-
123.6	10	0.00350	-0.00287	-250.0	125.0	0.00337	-245.0	123.6	-0.01124	245.0	-
123.6	11	0.00350	-0.00371	250.0	125.0	0.00334	245.0	123.6	-0.01318	-245.0	-
123.6	12	0.00350	-0.00287	250.0	125.0	0.00337	245.0	123.6	-0.01123	-245.0	-
123.6	13	0.00350	-0.00292	-250.0	-125.0	0.00337	-245.0	-123.6	-0.01134	245.0	-
123.6	14	0.00350	-0.00366	-250.0	-125.0	0.00335	-245.0	-123.6	-0.01306	245.0	-
123.6	15	0.00350	-0.00291	250.0	-125.0	0.00337	245.0	-123.6	-0.01133	-245.0	-
123.6	16	0.00350	-0.00366	250.0	-125.0	0.00335	245.0	-123.6	-0.01305	-245.0	-
130.0	17	0.00350	-0.00289	-240.0	135.0	0.00338	-239.4	130.0	-0.01128	239.4	-
130.0	18	0.00350	-0.00770	-240.0	135.0	0.00306	-239.4	130.0	-0.02220	239.4	-
130.0	19	0.00350	-0.00289	240.0	135.0	0.00338	239.4	130.0	-0.01128	-239.4	-
130.0	20	0.00350	-0.00770	240.0	135.0	0.00306	239.4	130.0	-0.02219	-239.4	-



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

**PROGETTO DEFINITIVO**

<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0600001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>69 di 70</b>
-----------------------------	-------------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

21	0.00350	-0.00790	-240.0	-135.0	0.00305	-239.4	-130.0	-0.02265	239.4
130.0									
22	0.00350	-0.00267	-250.0	-125.0	0.00337	-245.0	-123.6	-0.01078	245.0
123.6									
23	0.00350	-0.00790	240.0	-135.0	0.00305	239.4	-130.0	-0.02265	-239.4
130.0									
24	0.00350	-0.00267	250.0	-125.0	0.00337	245.0	-123.6	-0.01077	-245.0
123.6									

**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	-0.000003553	0.000115916	-0.013001507		
2	-0.000003242	0.000117576	-0.013150836		
3	0.000003555	0.000115894	-0.012998875		
4	0.000003244	0.000117557	-0.013148729		
5	-0.000003220	-0.000107082	-0.011728811		
6	-0.000003496	-0.000101720	-0.011071299		
7	0.000003221	-0.000107064	-0.011726704		
8	0.000003498	-0.000101698	-0.011068667		
9	-0.000027680	0.000011995	-0.004919425		
10	-0.000021345	0.000016786	-0.003934597		
11	0.000027674	0.000011992	-0.004917475		
12	0.000021339	0.000016781	-0.003932388		
13	-0.000022254	-0.000015374	-0.003985308		
14	-0.000027807	-0.000011241	-0.004856809		
15	0.000022247	-0.000015368	-0.003982709		
16	0.000027800	-0.000011238	-0.004854859		
17	-0.000018456	0.000022403	-0.003953913		
18	-0.000005037	0.000087852	-0.009568760		
19	0.000018456	0.000022402	-0.003953652		
20	0.000005038	0.000087826	-0.009565604		
21	-0.000005169	-0.000089337	-0.009801124		
22	-0.000020853	-0.000015906	-0.003701636		
23	0.000005171	-0.000089309	-0.009797706		
24	0.000020849	-0.000015902	-0.003699948		