

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

Miglioramento sismico VI08 – Pile 21 e 22 - Elevazioni

SCALA:

-

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

I A 5 F 0 1 D 0 9 C L V I 0 8 0 0 0 0 5 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Definitiva	P.Tortolini	LUGLIO 2019	S.Di Spigno	LUGLIO 2019	F.Gernone	LUGLIO 2019	A.Vittozzi LUGLIO 2019

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

File: IA5F01D09CLVI0800005A_Miglioramento Gravina pile 21-22.docx

n. Elab.:

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 01D	CODIFICA 09CL	DOCUMENTO VI0800005	REV. A

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3. DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI RINFORZO DELLE PILE.....	5
5. MATERIALI	7
6. CRITERI DI VERIFICA.....	7
7. VERIFICA DEGLI INTERVENTI DELLE PILE.....	9
7.1 Pile 21-22.....	9
7.1.1 <i>Verifica a pressoflessione</i>	12
7.1.2 <i>Verifica a taglio</i>	14
8. VALUTAZIONE DELL'INDICE DI ADEGUAMENTO RAGGIUNTO	17
9. INCIDENZA ARMATURE.....	18

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 01D	CODIFICA 09CL	DOCUMENTO VI0800005	REV. A

1. INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la verifica degli interventi di adeguamento sismico delle pile del viadotto VI08 “Gravina”.

La presente relazione risulta intrinsecamente collegata al documento IA5F01D09CLVI0800001A relazione di calcolo – Vulnerabilità sismica del viadotto VI08 Gravina, e al documento IA5F01D09CLVI0800002A - Relazione di calcolo - Miglioramento Sismico VI08, redatti nell’ambito del medesimo progetto ed al quale si rimanda per eventuali ulteriori dettagli relativamente alle strutture esistenti ed alla definizione dei carichi e sollecitazioni agenti.



Figura 1 – Viadotto Gravina (VI08) della linea Ferrandina-Matera

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 01D	CODIFICA 09CL	DOCUMENTO VI0800005	REV. A

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.P.R. n. 380/2001 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”, G.U. n.8 del 20 febbraio 2018.
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell' «Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 A: “Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - sez.2: Ponti e strutture “ del 30/12/2016.
- RFI DTC SI CS MA IFS 001 A: Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - sez.3.: Corpo stradale” del 30/12/2016.
- Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea.
- EN 1991-2 “Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2 : carichi da traffico sui ponti”
- EN 1992-1 “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1 : Regole generali e regole per edifici”
- EN 1992-1 “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 2: ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi.”
- EN 1993-1 “Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1 : Regole generali e regole per edifici”
- EN 1993-1-8 “Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti”
- EN 1993-1-9 “Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Fatica”
- EN 1993-2 “Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 2 : Ponti di acciaio”
- EN 1994-2 “Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio- calcestruzzo - Parte 2 : Ponti”
- EN 1997-1 “Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica- Parte 1 : Regole generali.”
- UNI EN 1337 – Appoggi strutturali.

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il viadotto Gravina (VI08), compreso tra le progressive km 14+974 e km 15+ 865 della Nuova linea Ferrandina-Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale, sviluppa una lunghezza complessiva di 891 metri.

Il viadotto, a singolo binario, si compone di 28 campate: 27 sono impalcati in c.a.p. in semplice appoggio di luce pari a 30m; la campata di scavalco del fiume Gravina, invece, è un impalcato in acciaio (con struttura reticolare a via inferiore, ancora in semplice appoggio) di luce 81m.

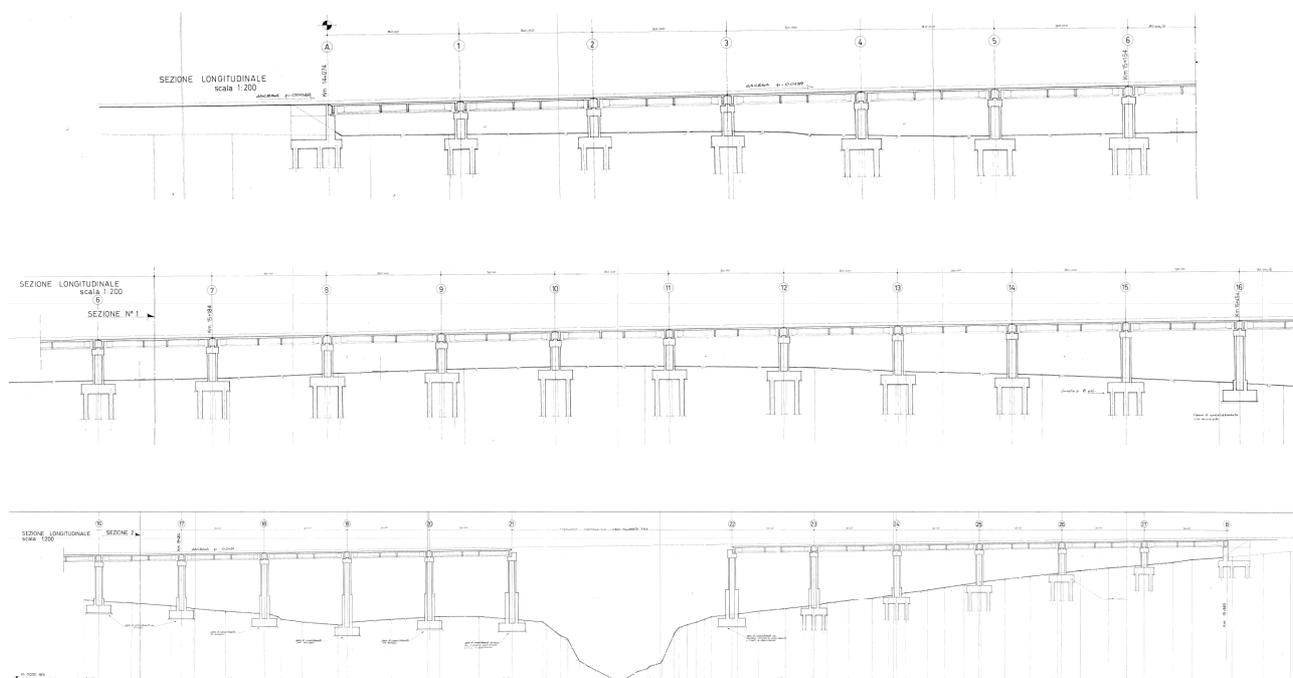


Figura 2: Sezione longitudinale viadotto (da elaborati originali di progetto)

Le pile hanno altezza variabile e sezione monocellulare in c.a.; per le pile più alte è previsto un cambio di sezione. Le fondazioni sono costituite da plinti, di dimensioni variabili, fondati su pali (D1200) o su micropali.

Le spalle sono costituite da strutture in c.a. (muro frontale di spessore 2.00m, muri andatori di spessore variabile tra 1.0m e 0.5 m, zattera di fondazione di spessore 2.00m) con fondazione su pali D1200.

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 01D	CODIFICA 09CL	DOCUMENTO VI0800005	REV. A

4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI RINFORZO DELLE PILE

L'intervento di rinforzo delle pile sarà realizzato mediante la tecnica dell'incamiciatura in c.a. Tale tipo di intervento consente in generale di conseguire tutti o parte dei seguenti obiettivi:

- aumento della capacità portante verticale;
- aumento della resistenza a flessione e/o taglio;
- aumento della capacità in termini di deformazione;
- miglioramento della efficienza delle giunzioni per sovrapposizione.

le pile soggette al presente tipo di intervento sono caratterizzate da un cambio sezione lungo l'altezza del fusto; si interviene mediante l'incamiciatura sia al piede della pila sia in corrispondenza del cambio di sezione. Il ringrosso prevede un allargamento medio di 50 cm al piede e 60 cm al cambio di sezione.

Le pile soggette all'intervento sono:

- Pila n.21-22

Maggiori informazioni circa i quantitativi armatura previsti saranno forniti nei paragrafi dedicati al dettaglio delle verifiche strutturali.

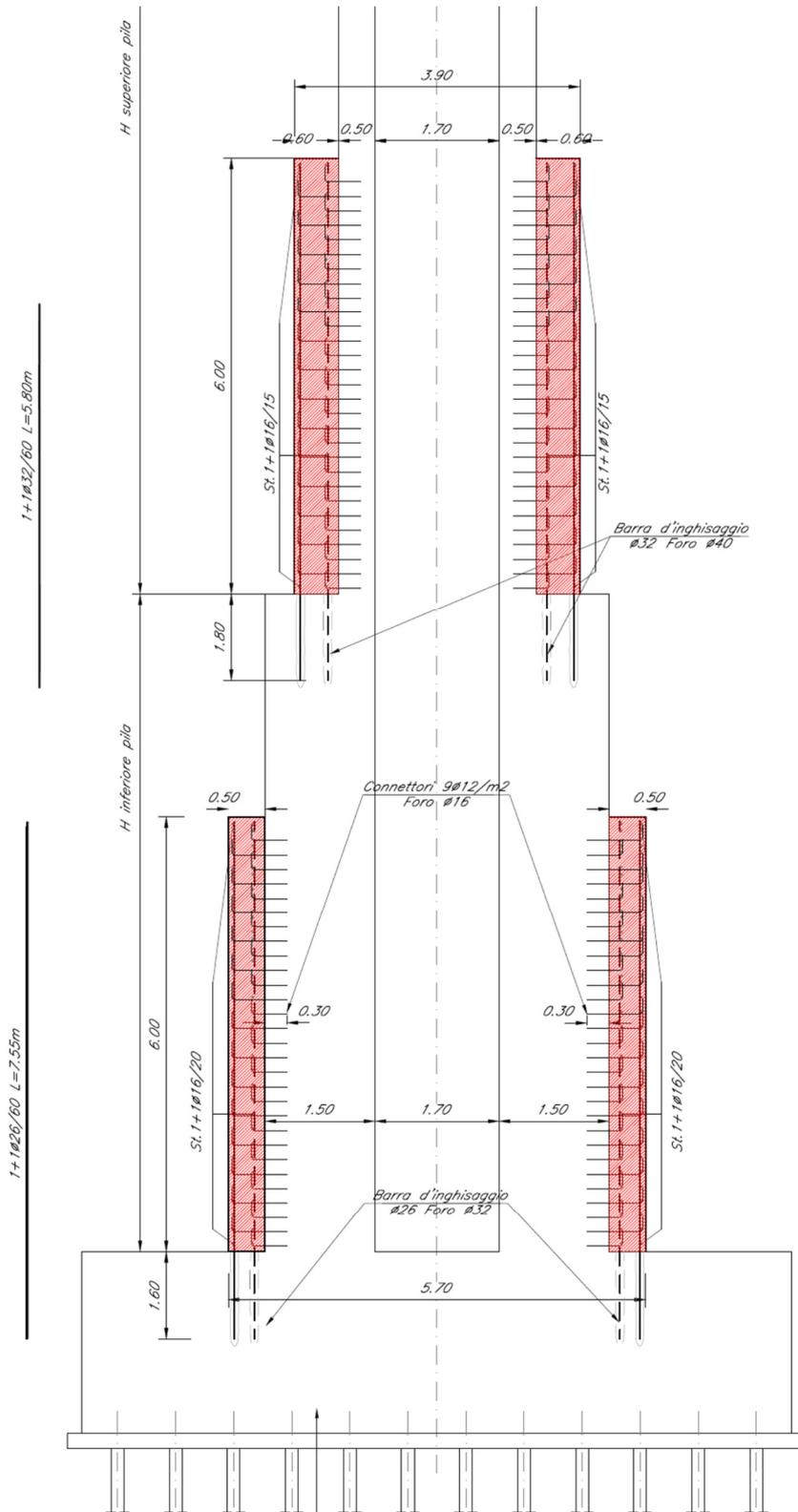


Figura 3: Intervento tipo di rinforzo dei fusti pila

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 01D	CODIFICA 09CL	DOCUMENTO VI0800005	REV. A

5. MATERIALI

Per quanto riguarda i materiali delle strutture esistenti si rimanda alla relazione IA5F01D09CLVI0800001A - Relazione di calcolo - Vulnerabilità VI08, mentre i materiali impiegati per l'allargamento della sezione resistente risultano i seguenti:

- Calcestruzzo C30/37
- Acciaio armature B450C

6. CRITERI DI VERIFICA

Gli interventi di rinforzo delle pile sono stati dimensionati in relazione ai seguenti meccanismi

- verifiche a pressoflessione
- verifiche a taglio

L'obiettivo dell'intervento proposto è il raggiungimento della resistenza almeno pari all'80% di quella richiesta ad una nuova struttura.

L'esito delle verifiche è riassunto dall'indice ρ che rappresenta il rapporto tra la sollecitazione e la resistenza della sezione verificata: $\rho = \text{Domanda/Capacità} = \frac{E_d}{R_d}$. In conseguenza di quanto indicato sopra la verifica di resistenza dell'elemento strutturale è considerata superata se $\rho < 1.25$.

Ai fini della valutazione della resistenza e della deformabilità di elementi incamiciati sono accettabili le seguenti ipotesi semplificative:

- l'elemento incamiciato si comporta monoliticamente, con piena aderenza tra il calcestruzzo vecchio e il nuovo;
- il carico assiale si considera applicato alla sola porzione preesistente dell'elemento per i soli carichi permanenti, all'intera sezione incamiciata per i carichi variabili e per le azioni sismiche;
- le proprietà meccaniche del calcestruzzo della camicia si considerano estese all'intera sezione se le differenze fra i due materiali non sono eccessive.

I valori della capacità da adottare nelle verifiche sono quelli calcolati con riferimento alla intera sezione incamiciata nelle ipotesi semplificative su indicate e ridotte al 90% in termini di resistenza complessiva a taglio e pressoflessione:

$$M_{Rd}^* = 0.9 M_{Rd}$$

$$V_{Rd}^* = 0.9 V_{Rd}$$

dove il valore asteriscato indica la resistenza ridotta della sezione incamiciata.

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 01D	CODIFICA 09CL	DOCUMENTO VI0800005	REV. A

7. VERIFICA DEGLI INTERVENTI DELLE PILE

7.1 Pile 21-22

L'intervento di allargamento della sezione al piede della pila e al cambio di sezione è rappresentato nelle figure seguenti:

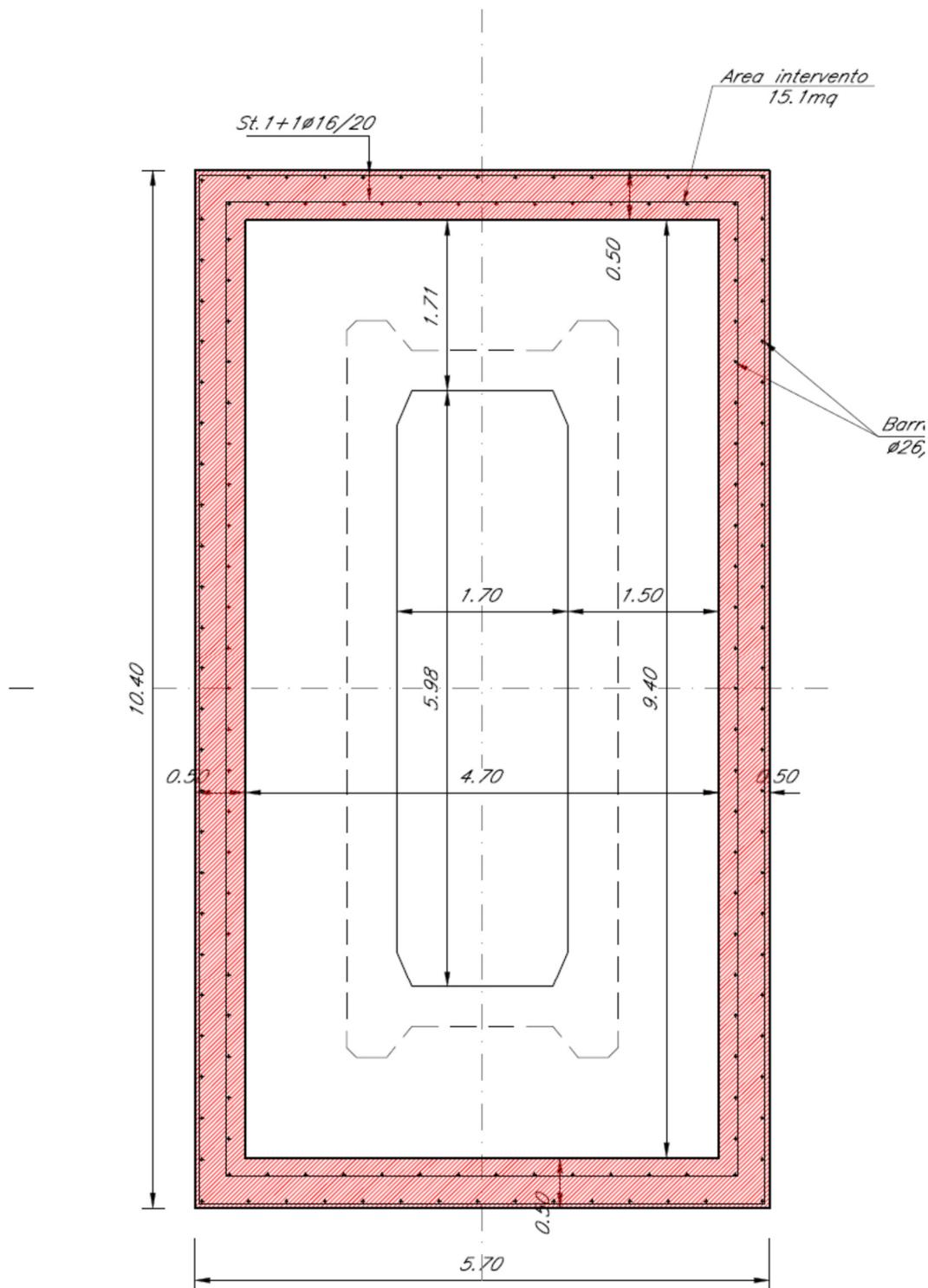


Figura 4: Intervento al piede pila

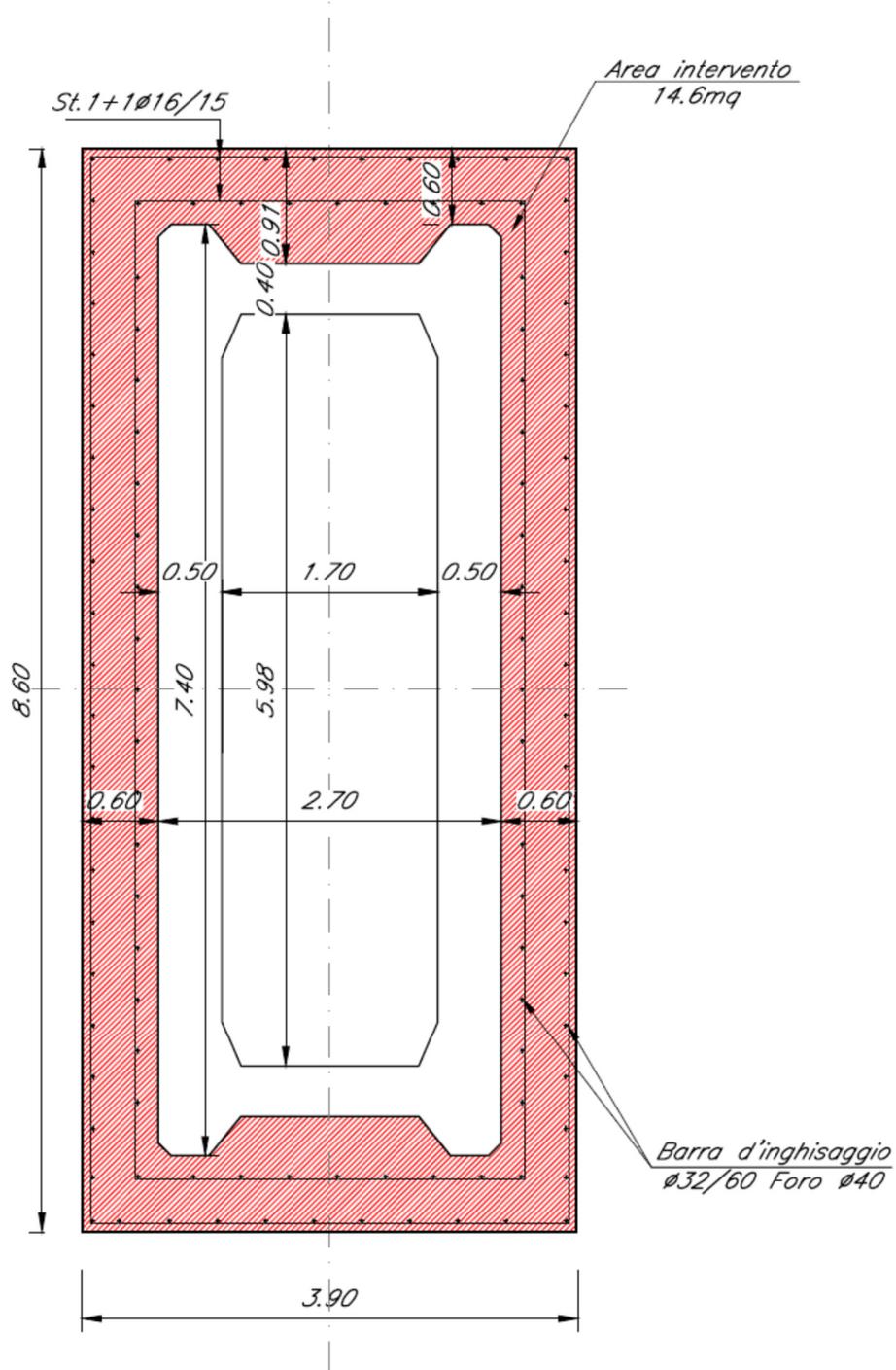


Figura 5: Intervento in corrispondenza del cambio sezione

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 01D	CODIFICA 09CL	DOCUMENTO VI0800005	REV. A

7.1.1 Verifica a pressoflessione

- Armature esistenti longitudinali:

Armatura sez. incastro (D)	Armatura sez. cambio sezione (E)
112 ϕ 26	2x140 ϕ 16

- Armature aggiuntive longitudinali:

Armatura sez. incastro (D)	Armatura cambio sezione (E)
2 strati ϕ 26/60	2 strati ϕ 32/60

Si riportano in sintesi i risultati ottenuti, in termini di coefficiente ρ (rapporto tra domanda e capacità) per ciascuna pila.

	tipo sez	comb.	Ned KN	Med x KNm	Med y KNm	Mrd x* kNm	Mrd y* kNm	ρ -	ρ max
PILA21_base - FRAME26	D	SLV1 MAX	-22832	163049	60962	195756	73191	0.83	0.84
		SLV2 MAX	-24967	-163541	-60962	-195780	-72980	0.84	
		SLV3 MAX	-22882	48747	203217	80115	333984	0.61	
		SLV4 MAX	-24917	-49239	-203217	-80792	-333441	0.61	
		SLV1 min	-22832	163049	60962	195756	73191	0.83	
		SLV2 min	-24967	-163541	-60962	-195780	-72980	0.84	
		SLV3 min	-22882	48747	203217	80115	333984	0.61	
		SLV4 min	-24917	-49239	-203217	-80792	-333441	0.61	
PILA22_base - FRAME28	D	SLV1 MAX	-22171	167537	60690	195998	71000	0.85	0.85
		SLV2 MAX	-24182	-167045	-60690	-195976	-71201	0.85	
		SLV3 MAX	-22196	50439	202311	82735	331851	0.61	
		SLV4 MAX	-24156	-49947	-202311	-82064	-332405	0.61	
		SLV1 min	-22171	167537	60690	195998	71000	0.85	
		SLV2 min	-24182	-167045	-60690	-195976	-71201	0.85	
		SLV3 min	-22196	50439	202311	82735	331851	0.61	
		SLV4 min	-24156	-49947	-202311	-82064	-332405	0.61	

	tipo sez	comb.	Ned KN	Med x KNm	Med y KNm	Mrd x* kNm	Mrd y* kNm	ρ -	ρ max
PILA21* - FRAME27	E	SLV1 MAX	-9883	74404	27129	92641	33778	0.80	0.81
		SLV2 MAX	-11482	-74896	-27129	-92659	-33563	0.81	
		SLV3 MAX	-9933	22157	90433	43654	178171	0.51	
		SLV4 MAX	-11433	-22649	-90433	-44409	-177314	0.51	
		SLV1 min	-9883	74404	27129	92641	33778	0.80	
		SLV2 min	-11482	-74896	-27129	-92659	-33563	0.81	
		SLV3 min	-9933	22157	90433	43654	178171	0.51	
		SLV4 min	-11433	-22649	-90433	-44409	-177314	0.51	
PILA22* - FRAME32	E	SLV1 MAX	-9924	79392	28030	92723	32737	0.86	0.86
		SLV2 MAX	-11441	-78900	-28030	-92708	-32936	0.85	
		SLV3 MAX	-9949	23998	93438	45281	176300	0.53	
		SLV4 MAX	-11416	-23506	-93438	-44563	-177137	0.53	
		SLV1 min	-9924	79392	28030	92723	32737	0.86	
		SLV2 min	-11441	-78900	-28030	-92708	-32936	0.85	
		SLV3 min	-9949	23998	93438	45281	176300	0.53	
		SLV4 min	-11416	-23506	-93438	-44563	-177137	0.53	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 01D	CODIFICA 09CL	DOCUMENTO VI0800005	REV. A

7.1.2 Verifica a taglio

Per il calcolo della capacità si fa riferimento a quanto prescritto al paragrafo C8.7.2.4.1 della Circolare esplicativa delle NTC18, “Incamicatura in c.a.”.

La capacità a taglio della sezione è stata valutata considerando in parallelo il meccanismo resistente dovuto alla sezione esistente con quello della sezione relativa al solo allargamento.

Calcolo resistenza a taglio			
	dir y (tra)	dir x (lon)	
bw	4000	4400	mm
H	10400	5700	mm
d	9360	5130	mm
Ac	3.74E+07	2.26E+07	mm ²
Armatura esistente			
φ staffe esist	14	14	mm
passo	200	200	mm
n° bracci	4	4	-
Asw/s	3.079	3.079	mm ² /mm
Armatura camicia			
φ staffe aggiunte	16	16	mm
passo	200	200	mm
n° bracci	4	4	-
Asw/s	4.021	4.021	mm ² /mm
fyd barre esistente	312	312	Mpa
fyd barre aggiuntive	391	391	Mpa
fy eq.	357	357	Mpa
cotg teta	1	1	-
Resistenza a taglio sezione			
Vrd	21337	11694	KN

Tabella: calcolo resistenza a taglio sezione alla base (D)

Calcolo resistenza a taglio			
	dir y (tra)	dir x (lon)	
bw	2200	2600	mm
H	8600	3900	mm
d	7740	3510	mm
Ac	1.70E+07	9.13E+06	mm ²
Armatura esistente			
φ staffe esist	14	14	mm
passo	200	200	mm
n° bracci	4	4	-
Asw/s	3.079	3.079	mm ² /mm
Armatura camicia			
φ staffe aggiunte	16	16	mm
passo	200	200	mm
n° bracci	4	4	-
Asw/s	4.021	4.021	mm ² /mm
fyd barre esistente	312	312	Mpa
fyd barre aggiuntive	391	391	Mpa
fy eq.	357	357	Mpa
cotg teta	1	1	-
Resistenza a taglio sezione			
Vrd	17644	8001	KN

Tabella: calcolo resistenza a taglio al cambio sezione (E)

Si riportano in sintesi i risultati ottenuti, in termini di coefficiente ρ (rapporto tra domanda e capacità) per ciascuna pila.

	tipo sez	comb.	Ned KN	Ved x KNm	Ved y KNm	Vrd x* kNm	Vrd y* kNm	ρ_x -	ρ_y -	ρ_{max}
PILA21_base - FRAME26	D	SLV1 MAX	-22832	2686	7215	10525	19203	0.26	0.38	0.85
		SLV2 MAX	-24967	-2686	-7215	10525	19203	0.26	0.38	
		SLV3 MAX	-22882	8954	2166	10525	19203	0.85	0.11	
		SLV4 MAX	-24917	-8954	-2166	10525	19203	0.85	0.11	
		SLV1 min	-22832	2686	7215	10525	19203	0.26	0.38	
		SLV2 min	-24967	-2686	-7215	10525	19203	0.26	0.38	
		SLV3 min	-22882	8954	2166	10525	19203	0.85	0.11	
		SLV4 min	-24917	-8954	-2166	10525	19203	0.85	0.11	
PILA22_base - FRAME28	D	SLV1 MAX	-22171	2736	7566	10525	19203	0.26	0.39	0.87
		SLV2 MAX	-24182	-2736	-7566	10525	19203	0.26	0.39	
		SLV3 MAX	-22196	9120	2271	10525	19203	0.87	0.12	
		SLV4 MAX	-24156	-9120	-2271	10525	19203	0.87	0.12	
		SLV1 min	-22171	2736	7566	10525	19203	0.26	0.39	
		SLV2 min	-24182	-2736	-7566	10525	19203	0.26	0.39	
		SLV3 min	-22196	9120	2271	10525	19203	0.87	0.12	
		SLV4 min	-24156	-9120	-2271	10525	19203	0.87	0.12	

	tipo sez	comb.	Ned KN	Ved x KNm	Ved y KNm	Vrd x* kNm	Vrd y* kNm	ρ_x -	ρ_y -	ρ_{max}
PILA21_* - FRAME27	E	SLV1 MAX	-9883	1904	5330	7201	15880	0.26	0.34	0.88
		SLV2 MAX	-11482	-1904	-5330	7201	15880	0.26	0.34	
		SLV3 MAX	-9933	6346	1600	7201	15880	0.88	0.10	
		SLV4 MAX	-11433	-6346	-1600	7201	15880	0.88	0.10	
		SLV1 min	-9883	1904	5330	7201	15880	0.26	0.34	
		SLV2 min	-11482	-1904	-5330	7201	15880	0.26	0.34	
		SLV3 min	-9933	6346	1600	7201	15880	0.88	0.10	
		SLV4 min	-11433	-6346	-1600	7201	15880	0.88	0.10	
PILA22_* - FRAME32	E	SLV1 MAX	-9924	1966	5808	7201	15880	0.27	0.37	0.91
		SLV2 MAX	-11441	-1966	-5808	7201	15880	0.27	0.37	
		SLV3 MAX	-9949	6555	1744	7201	15880	0.91	0.11	
		SLV4 MAX	-11416	-6555	-1744	7201	15880	0.91	0.11	
		SLV1 min	-9924	1966	5808	7201	15880	0.27	0.37	
		SLV2 min	-11441	-1966	-5808	7201	15880	0.27	0.37	
		SLV3 min	-9949	6555	1744	7201	15880	0.91	0.11	
		SLV4 min	-11416	-6555	-1744	7201	15880	0.91	0.11	

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 01D	CODIFICA 09CL	DOCUMENTO VI0800005	REV. A

8. VALUTAZIONE DELL'INDICE DI ADEGUAMENTO RAGGIUNTO

La seguente tabella riporta l'indice di adeguamento (ζ) raggiunto attraverso gli interventi progettati. Tale indice è stato calcolato come l'inverso del coefficiente di verifica p (domanda / capacità), dei vari meccanismi di crisi presi in esame.

Sezione	ζ FLESSIONE	ζ TAGLIO
D	>1	>1
E	>1	>1

E' pertanto possibile concludere che gli interventi progettati per le pile in esame permettono di conseguire il 100% dell'adeguamento sismico.



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

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo

COMMESSA
IA5F

LOTTO
01D

CODIFICA
09CL

DOCUMENTO
VI0800005

REV.
A

FOGLIO
18 di 19

9. INCIDENZA ARMATURE

Armature nuovi getti per allargamento del fusto

$i = 80\text{kg/m}^3$