

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J64H17000140001

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

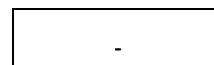
RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELLO

LOTTO 9: Opere Civili e Impianti Tecnologici di Piazzale per il completamento del raddoppio della linea Ponte SP – Bergamo e per lo spostamento provvisorio della linea Treviglio - Bergamo.

VI04 – VIADOTTO DI VIA DEI CANIANA

Relazione tecnica descrittiva

SCALA:



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

N B 1 R 0 9 D 2 6 R G V I 0 4 A 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESCUTIVA	G.Grimaldi 	Febbraio 2021	A. Maran 	Febbraio 2021	M. Berlingeri 	Febbraio 2021	

File: NB1R02D26RGVI04A0001A

n. Elab.:

PREMESSA	3
1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA	4
1.1 IMPALCATO METALLICO.....	5
1.2 SPALLE	7
1.3 PILA	12
1.4 FASI COSTRUTTIVE.....	14
RIFERIMENTI NORMATIVI.....	23
1.5 NORMATIVA E ISTRUZIONI	23
2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI	24
2.1 CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONE PILA E SPALLE	24
2.2 CALCESTRUZZO PER FONDAZIONI PILE E SPALLE.....	24
2.3 CALCESTRUZZO PER PALI, DIAFRAMMI DI FONDAZIONE, CORDOLI OPERE PROVVISORIE.....	25
2.3.1 Calcestruzzo magro per getti di livellamento.....	25
2.3.2 Calcestruzzo pali, diaframmi di fondazione, cordoli opere provvisionali.....	25
2.4 ACCIAIO.....	26
2.4.1 Acciaio per cemento armato.....	26
2.4.1 Acciaio da carpenteria metallica	26

PREMESSA

Nella presente relazione è descritto il progetto di adeguamento della nuova opera ferroviaria in corrispondenza dell'interferenza stradale di Via dei Caniana.

L'opera in esame, denominata VI04, ricade nel LOTTO 9 del progetto di raddoppio ferroviario San Pietro – Bergamo – Montello ed è ubicata alla progressiva 1+233 circa.

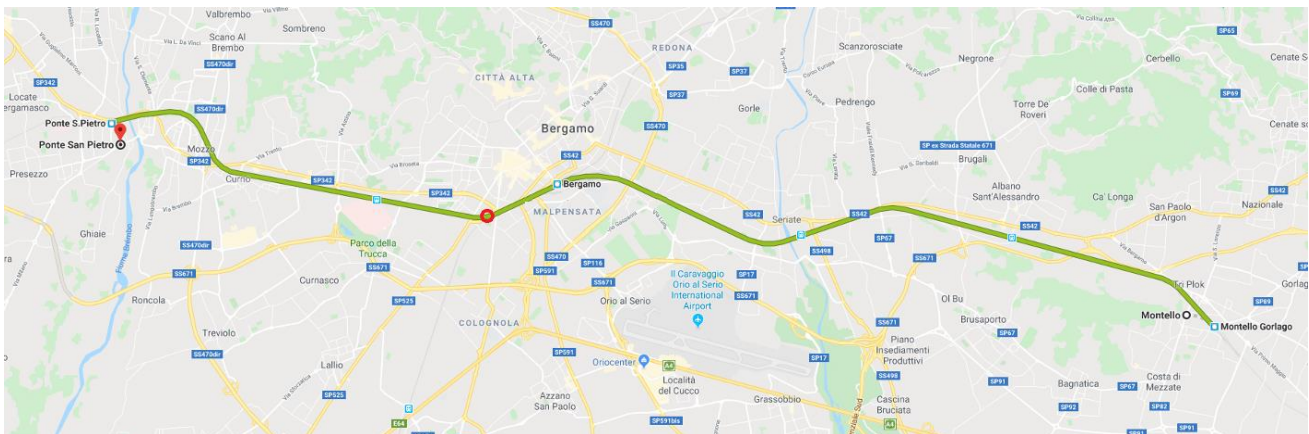


Figura 0-1 – Ubicazione del tracciato e dell'opera in progetto

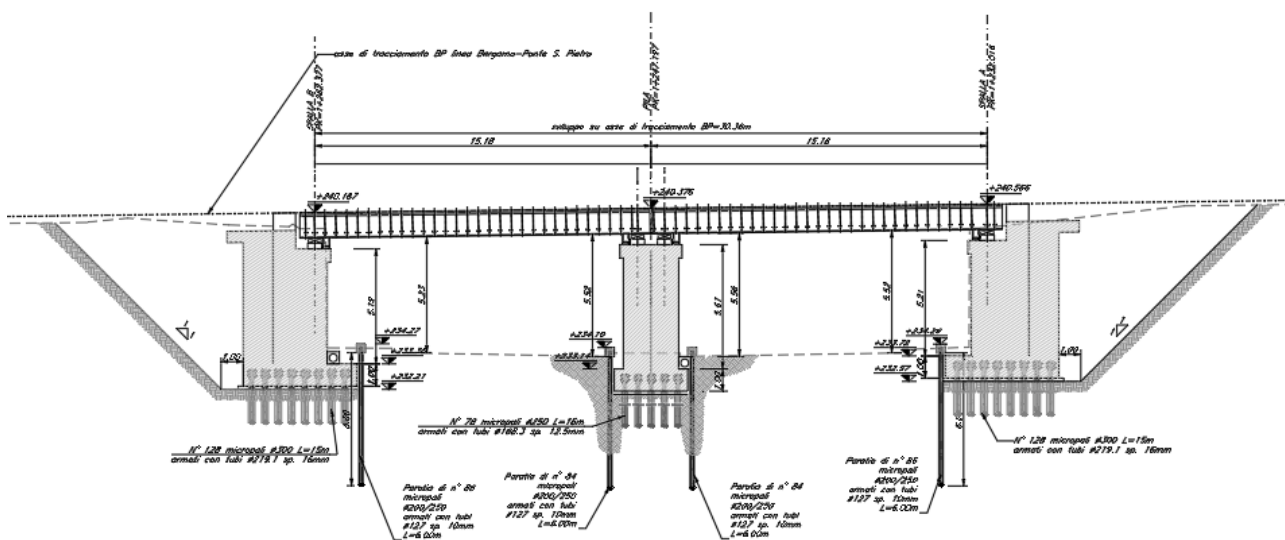


Figura 0-2 – Stralcio ortofoto di Bergamo con individuazione del sottovia di via Caniana

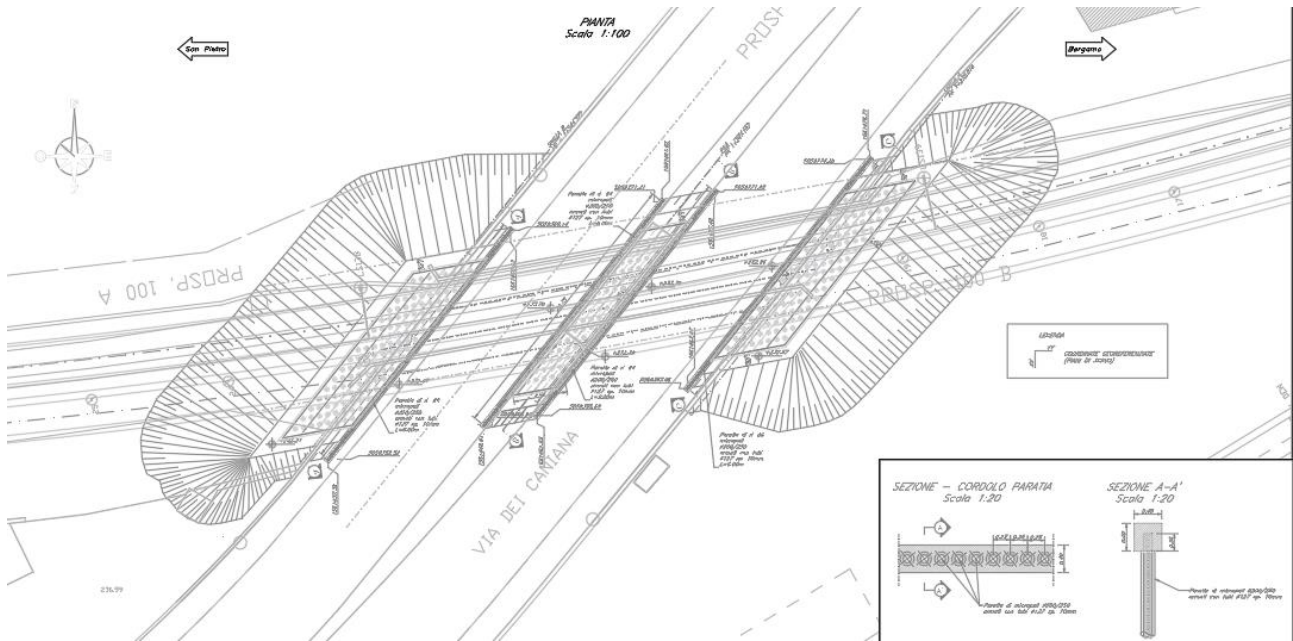
1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Il ponte è costituito da due campate di luce agli appoggi pari a 14.67 m. L'attraversamento è obliquo, con angolo di obliquità $\alpha = 41^\circ$ rispetto l'orizzontale, ed è in curva, con raggio di curvatura $R=575$ m (asse impalcato Nord). L'opera in oggetto è riportata nelle seguenti figure.

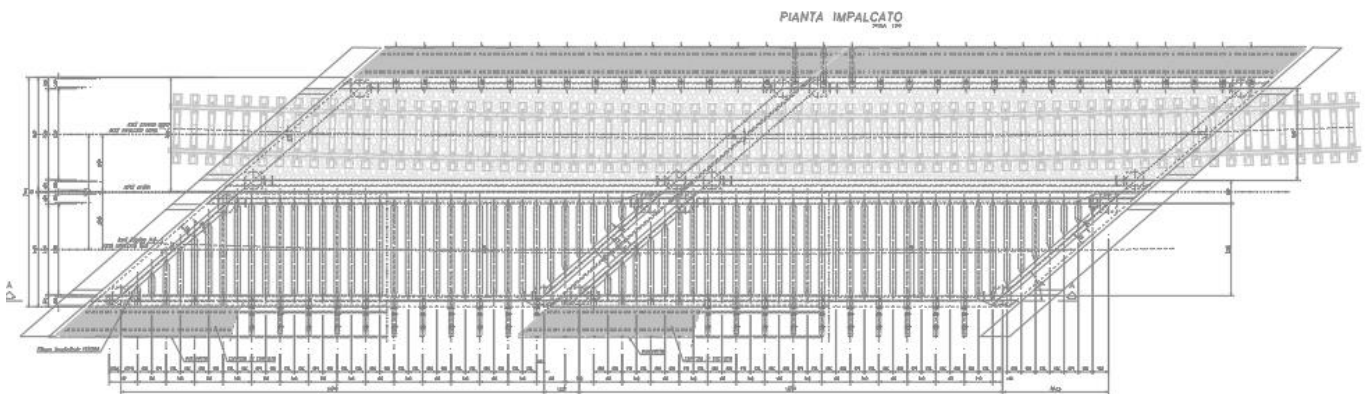
SEZIONE LONGITUDINALE ASSE DI TRACCIAMENTO BP LINEA
Bergamo-Ponte S. Pietro
Scala 1:100



Sezione longitudinale



Pianta delle fondazioni e delle opere provvisionali



Pianta impalcato

1.1 Impalcato metallico

Il nuovo impalcato è del tipo a cassone in acciaio con rivestimento interno in c.a. ed appartiene alla categoria degli impalcato a cassone a via inferiore con armamento su ballast. È quindi costituito da quattro vasche in acciaio, due per campata, all'interno delle quali trova sede il binario. L'altezza complessiva dell'impalcato è di 1.135m.

La tipologia dell'impalcato progettato consente il contenimento dell'altezza dell'impalcato, la manutenzione agevole del binario, la riduzione del livello di rumorosità e di vibrazione, la realizzazione in continuità del ballast in corrispondenza delle spalle.

La struttura del cassone è costituita da una vasca in acciaio, formata da una lamiera di fondo di larghezza pari a 3300 mm e spessore di 35 mm, alla quale vengono saldate due anime inclinate, e superiormente due piattebande per lato.

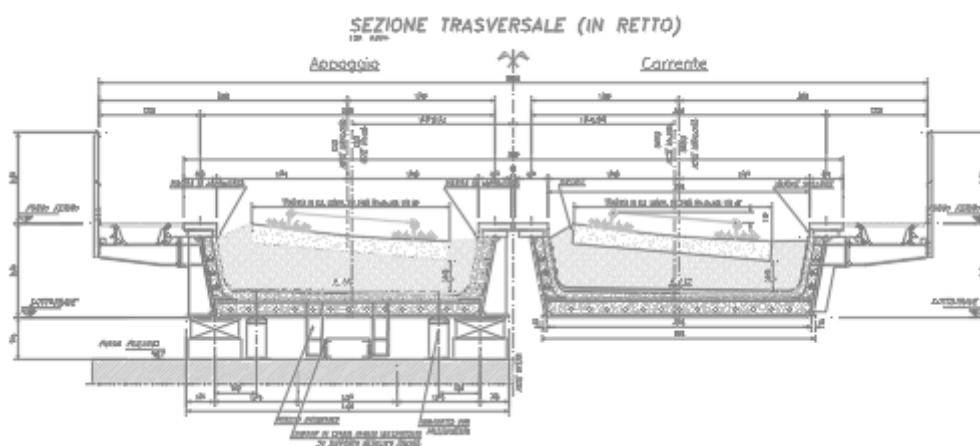
Le anime hanno un'altezza di 940 mm (misurata in verticale) e uno spessore di 35 mm. Su ogni anima sono saldate due piattebande che hanno dimensioni trasversali pari a 300x80 mm e 400x80 mm.

L'altezza complessiva dell'impalcato è pari a 1135 mm.

Inoltre, il fondo e le pareti laterali della struttura sono opportunamente irrigidite con costolature trasversali a passo costante pari a 0.495 m.

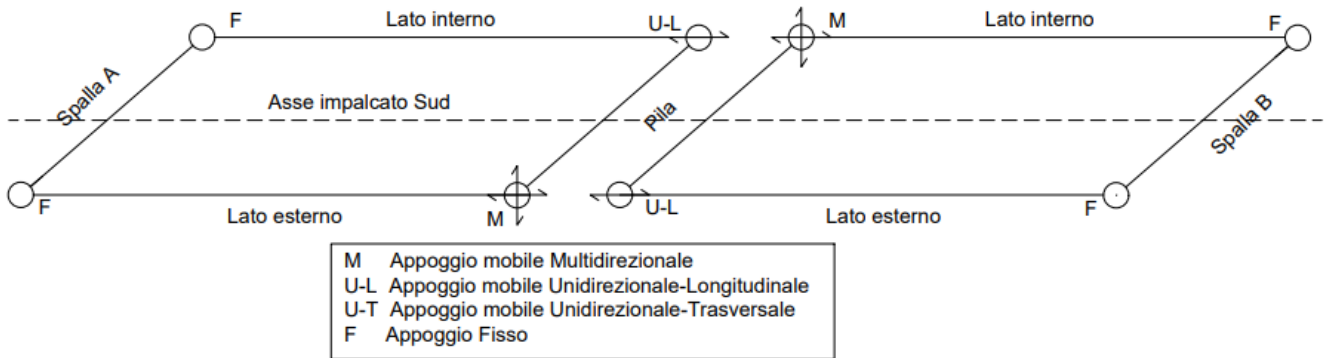
Su un lato di ciascun impalcato, con passo doppio rispetto alle costolature, è presente una mensola a sbalzo con la finalità di sorreggere un camminamento laterale di servizio, di larghezza pari a circa 1.5 m.

Il cassone metallico è internamente rivestito in calcestruzzo armato e poi protetto da una impermeabilizzazione poliuteranica ed in conglomerato bituminoso, di spessore minimo di 50 mm.



Sezione trasversale impalcato

La disposizione degli apparecchi d'appoggio è riportata nella figura che segue.



: Schema degli apparecchi d'appoggio

1.2 Spalle

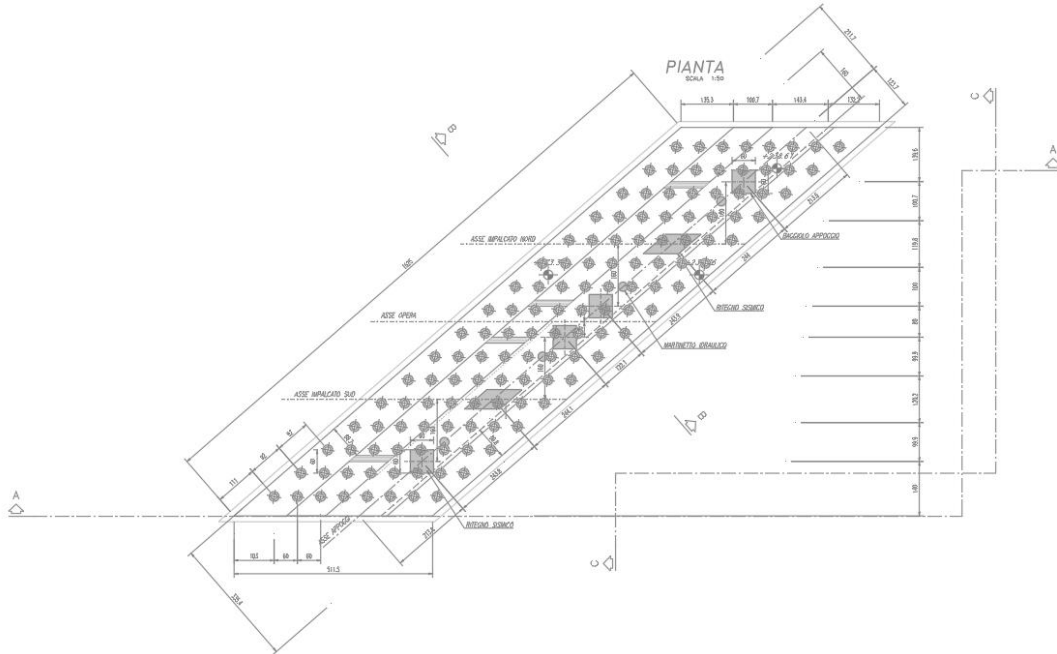
Le spalle sono in calcestruzzo armato.

Le fondazioni di ciascuna spalla sono di tipo profondo e sono costituite da n.128 micropali di diametro 300 mm e lunghezza 15m, armati con un tubolare metallico di diametro 219.1mm e spessore 16mm. Il plinto di fondazione presenta un'altezza di 1.0m, le dimensioni in pianta sono di 15.25m x 3.35m.

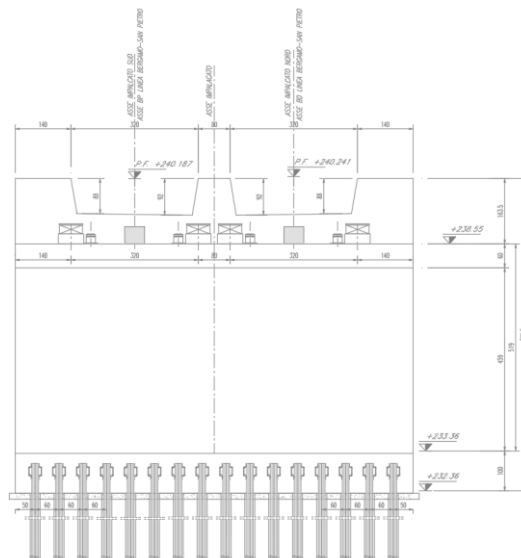
Il paramento della spalla A ha spessore di 1.60m ed altezza 5.25m dallo spiccatto del plinto, mentre il paraghiaia ha spessore 66cm e altezza massima pari a 1.64m circa. Il paramento della spalla B ha spessore di 1.70m ed altezza 5.25m dallo spiccatto del plinto, mentre il paraghiaia ha spessore 66cm e altezza massima pari a 1.64m circa.

L'opera di sostegno provvisoria per la spalla A è costituita da una paratia a sbalzo di micropali diametro $\varnothing 200$ mm disposti ad interasse 0.25 m, di lunghezza 6 m, collegati in testa da un cordolo in calcestruzzo di sezione 0.4x0.40 m. Lo sbalzo massimo è pari a circa 1.3m. L'opera avrà funzione di sostegno allo scavo in adiacenza al via dei Caniana.

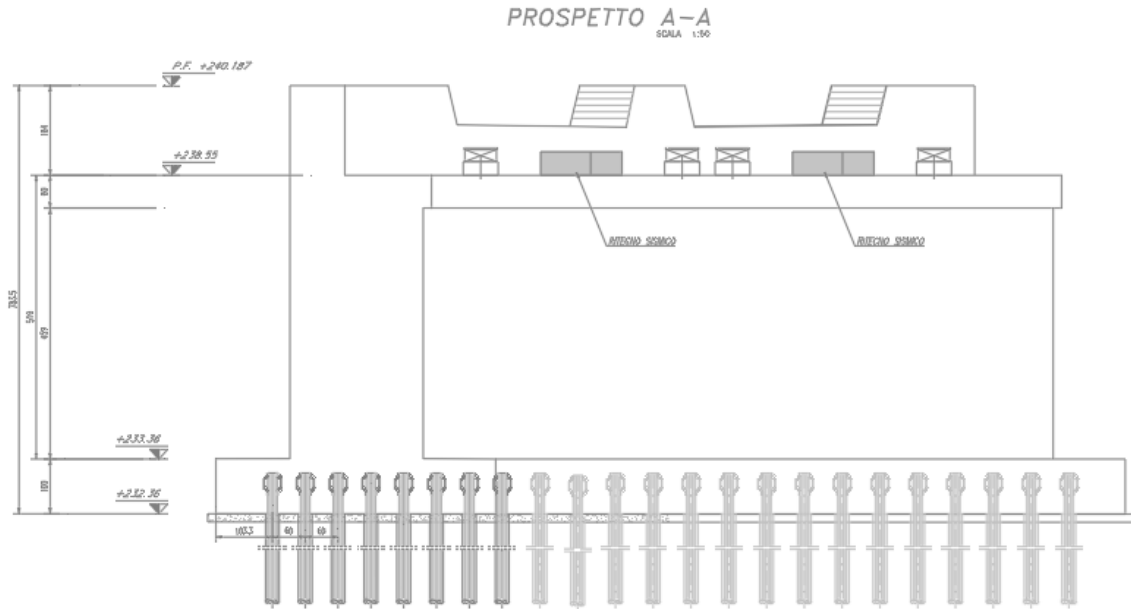
L'opera di sostegno provvisoria per la spalla B è costituita da una paratia a sbalzo di micropali diametro $\varnothing 200$ mm disposti ad interasse 0.25 m, di lunghezza 6 m, collegati in testa da un cordolo in calcestruzzo di sezione 0.4x0.40 m. Lo sbalzo massimo è pari a circa 1.7 m. L'opera avrà funzione di sostegno allo scavo in adiacenza al via dei Caniana.



Pianta fondazioni spalla A

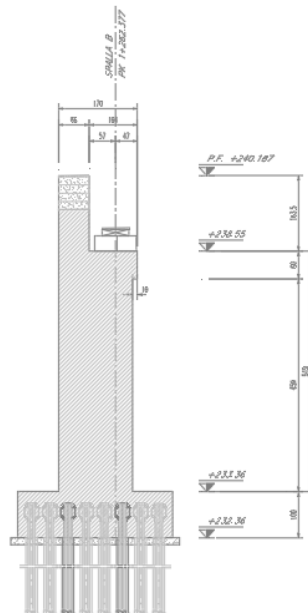


Spalla A – Prospetto C-C

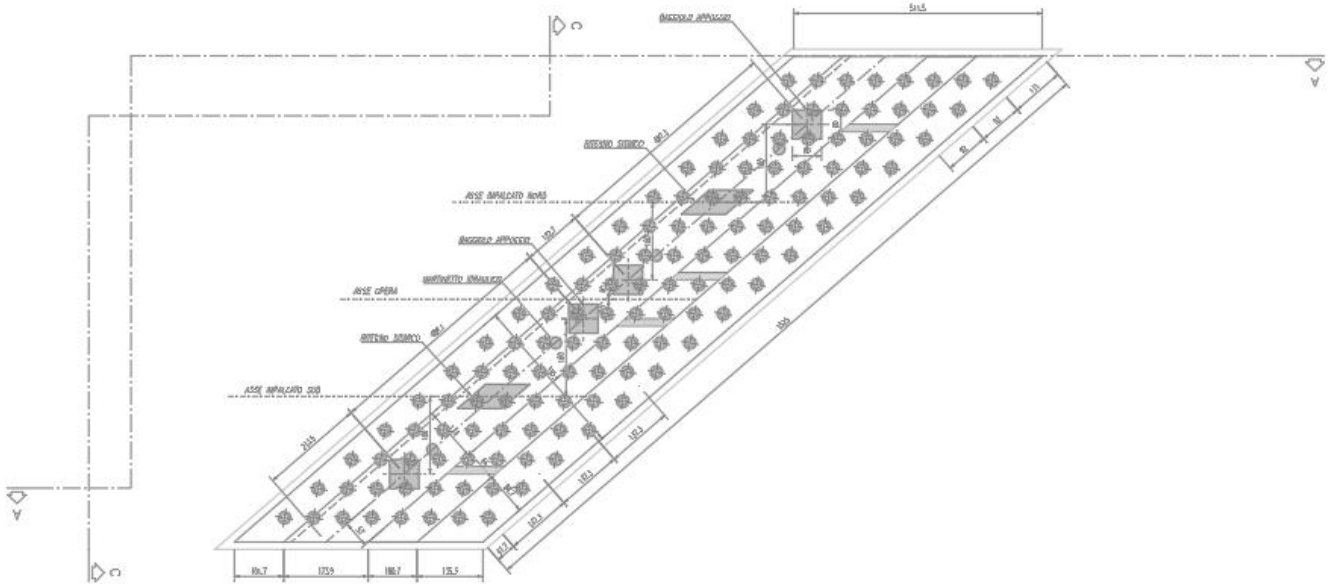


Spalla A – Prospetto A-A

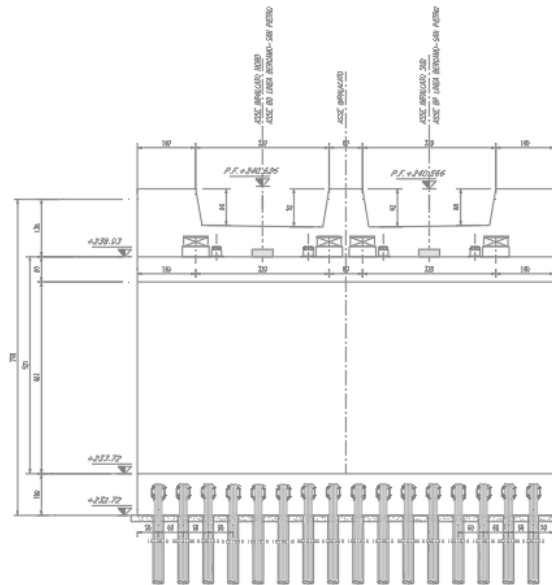
SEZIONE B-B
SCALA 1:50



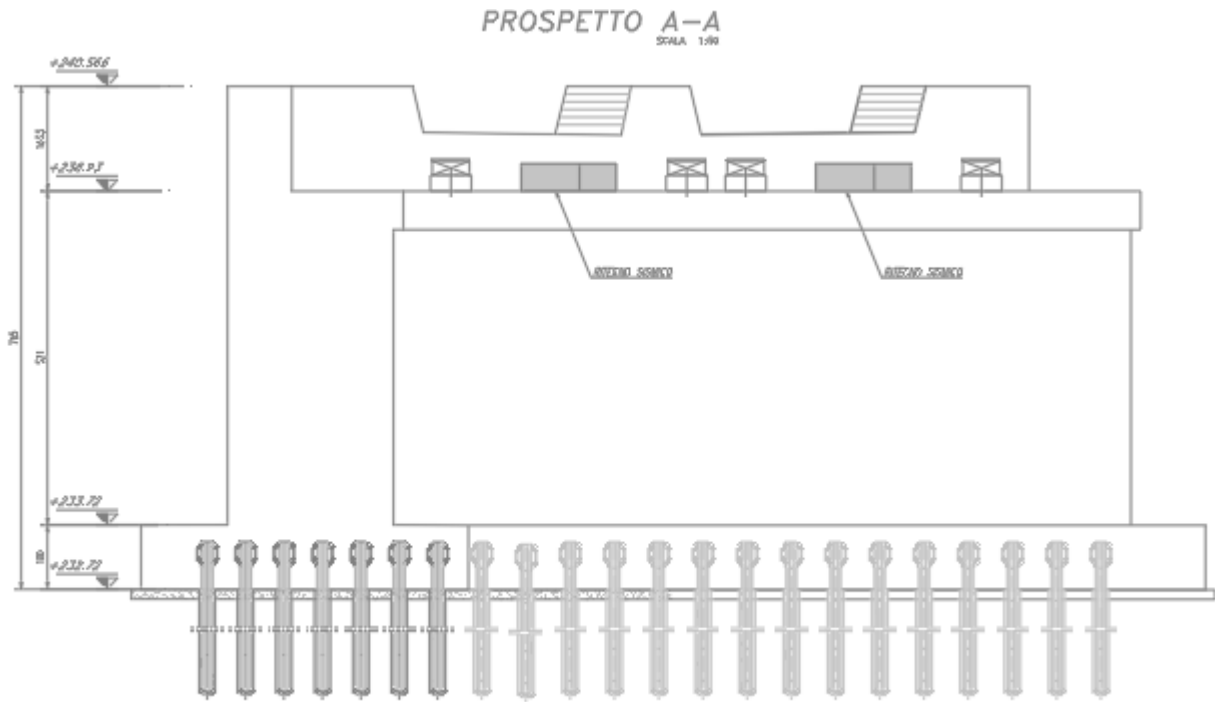
Spalla A – Sezione B-B



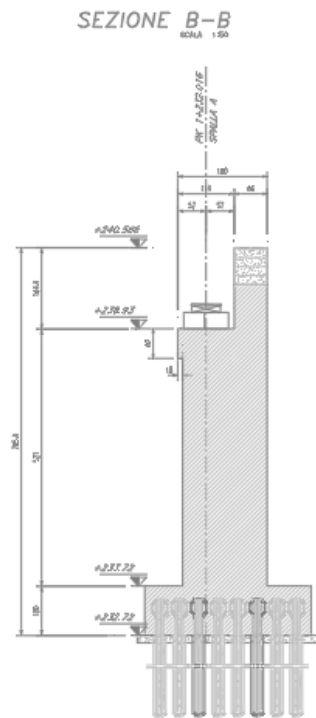
Pianta fondazioni spalla B



Spalla B – Prospetto C-C



Spalla B – Prospetto A-A



Spalla B – Sezione B-B

1.3 Pila

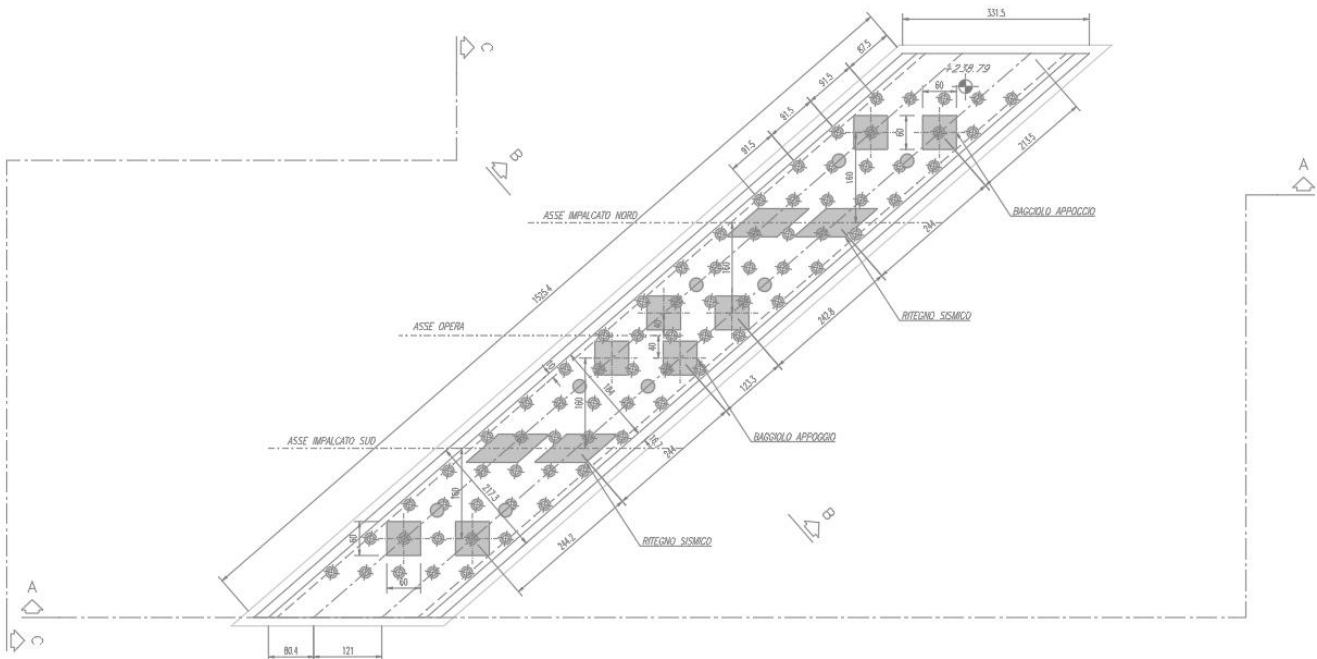
La pila è in calcestruzzo armato.

Le fondazioni della pila sono di tipo profondo e sono costituite da n.75 micropali di diametro 250 mm e lunghezza 16m, armati con un tubolare metallico di diametro 168.3mm e spessore 12.5mm.

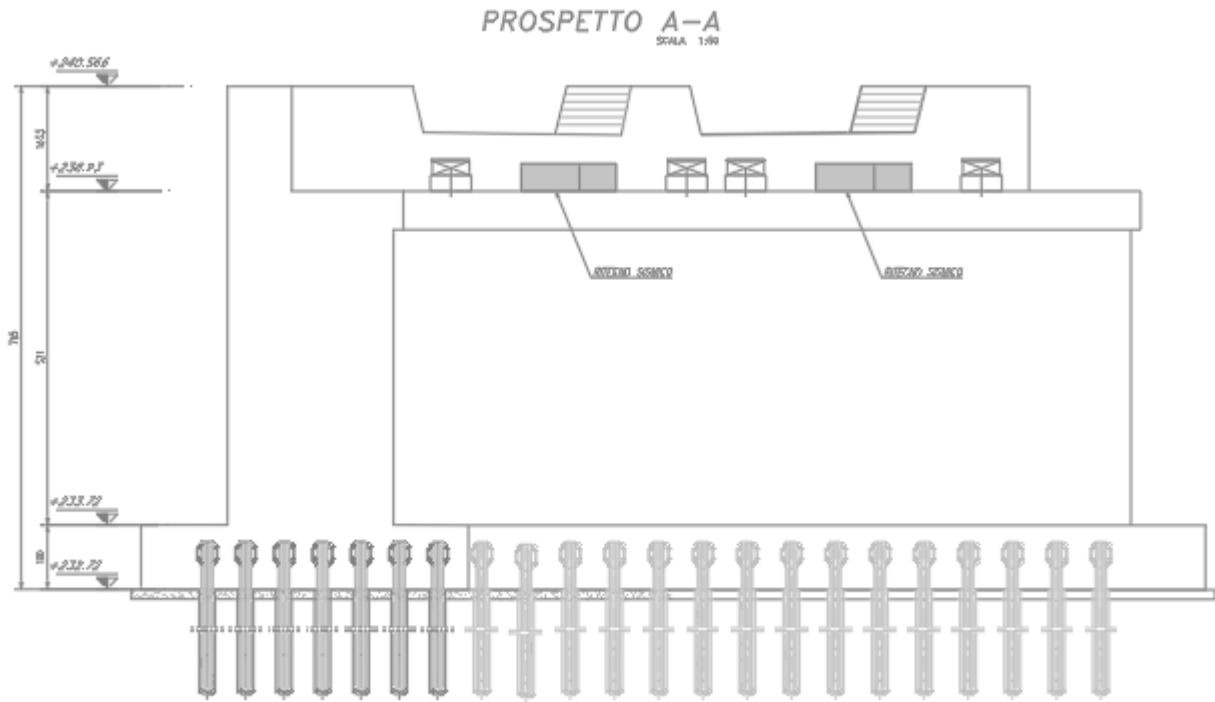
Il plinto di fondazione presenta un'altezza di 1.0m, le dimensioni in pianta sono di 15.25m x 2.20m.

Il fusto pila ha un'altezza di 5.6m dallo spiccato del plinto presentando negli ultimi 60cm un ringrosso di 10cm per lato.

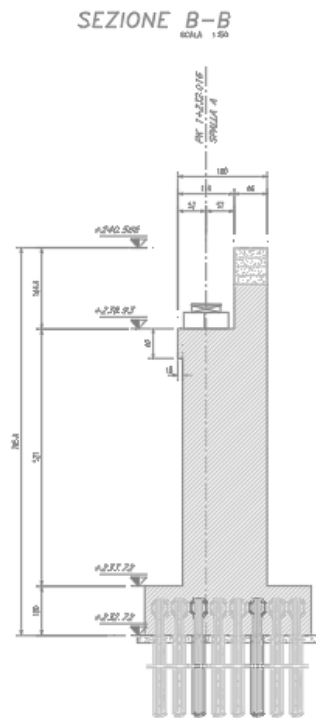
L'opera di sostegno provvisoria per la pila è costituita da due paratie a sbalzo di micropali diametro $\varnothing 200$ mm disposti ad interasse 0.25 m, di lunghezza 6 m, collegati in testa da un cordolo in calcestruzzo di sezione 0.4x0.40 m. Lo sbalzo massimo è pari a circa 1.7 m. L'opera avrà funzione di sostegno allo scavo in adiacenza al via dei Caniana.




Pianta fondazioni PILA



PILA – Sezione A-A



PILA – Sezione B-B

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 VI04 – VIADOTTO DI VIA DEI CANIANA					
	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 RG	DOCUMENTO VI 04 A0 001	REV. A

1.4 Fasi costruttive

La realizzazione dell'opera avverrà durante la sospensione dell'esercizio della linea Bergamo – Ponte San Pietro.

La viabilità lungo via dei Caniana sarà invece mantenuta in esercizio mediante riduzioni e scambi di carreggiata. A tal fine le fasi di esecuzione del Viadotto di Via dei Caniana saranno opportunamente coordinate con quelle di esecuzione delle opere relative alle vasche di laminazione ed al piazzale TE.

La descrizione della sequenza costruttiva dell'opera è riportata a seguire.

FASE 1

1a. Sospensione esercizio linea BG-Ponte S.Pietro.

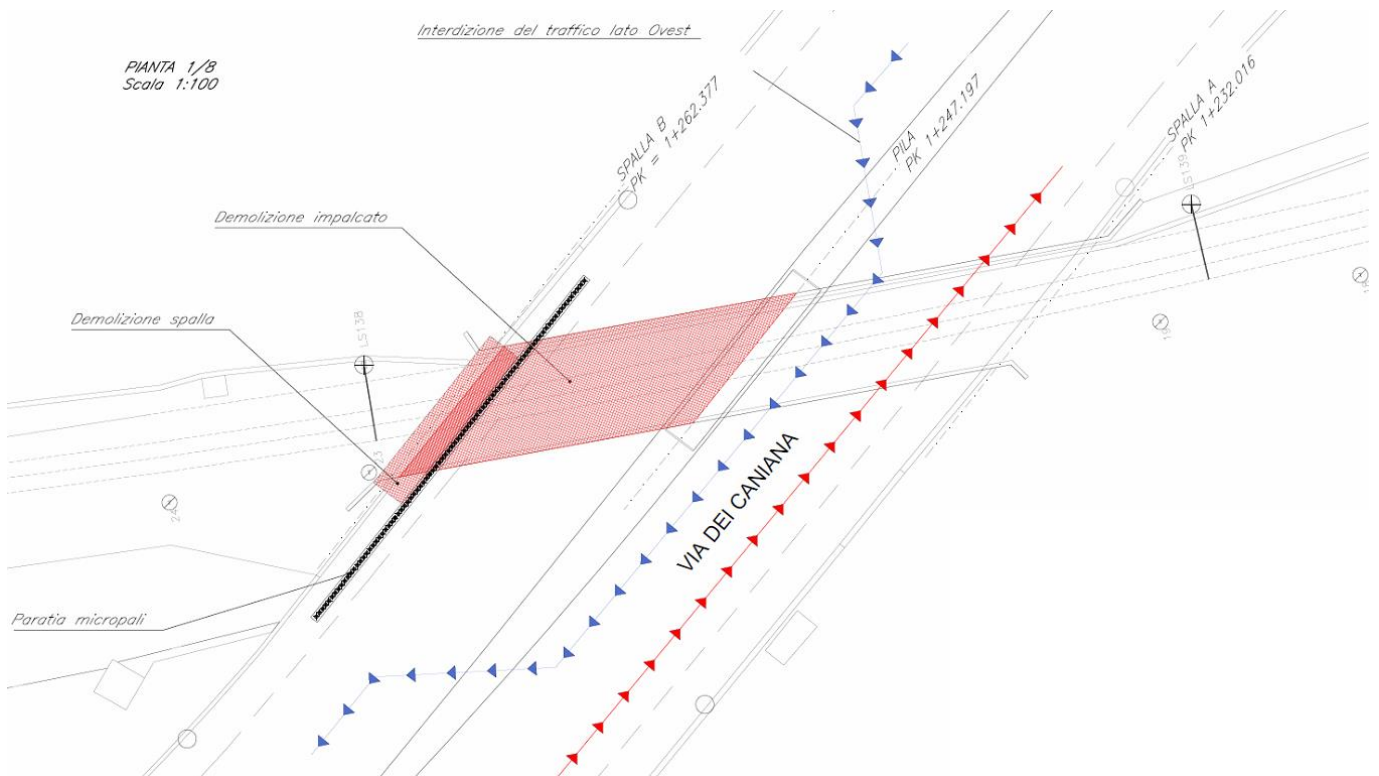
1b. Interdizione del traffico su mezza carreggiata lato ovest e spostamento del traffico veicolare nella carreggiata lato est con doppio senso di marcia.

1c. Demolizione impalcato lato ovest.

1d. Realizzazione paratia di micropali provvisori spalla lato ovest.

1e. Demolizione spalla lato ovest.

NOTA bene: In contemporanea alle fasi 1 e 2, realizzazione paratia est della vasca di laminazione acque di sede e relativi risvolti.



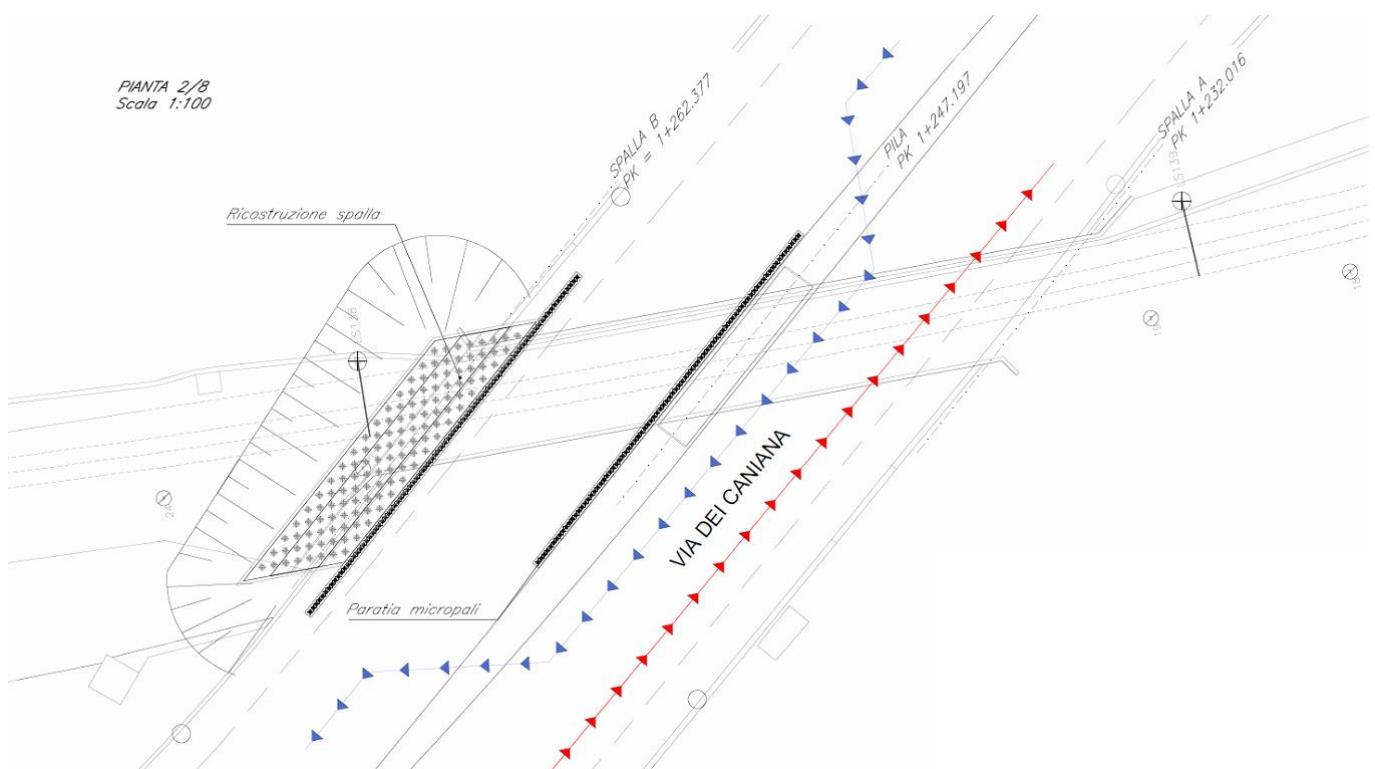
FASE 1

FASE 2

2a. Ricostruzione spalla lato ovest.

2b. Realizzazione micropali provvisori pila lato ovest.

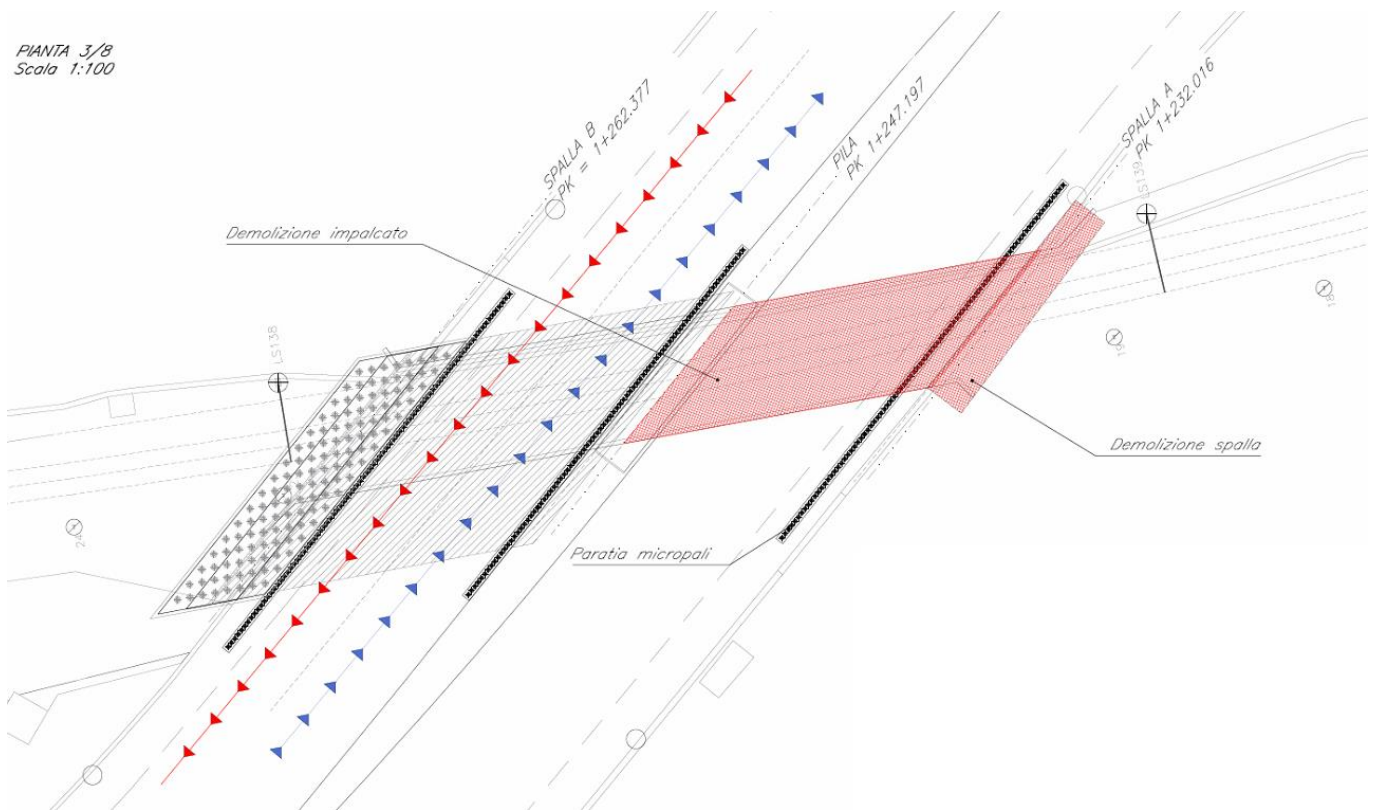
NOTA bene: In contemporanea alle fasi 1 e 2, realizzazione paratia est della vasca di laminazione acque di sede e relativi risvolti.



FASE 3

- 3a. Traffico veicolare sulla carreggiata Lato ovest.
- 3b. Demolizione impalcato lato est.
- 3c. Realizzazione paratia di micropali provvisori spalla lato est.
- 3e. Demolizione spalla lato est.

NOTA bene: In contemporanea alle fasi 3 e 4 realizzazione paratia ovest della vasca di laminazione acque stradali e relativi risvolti.



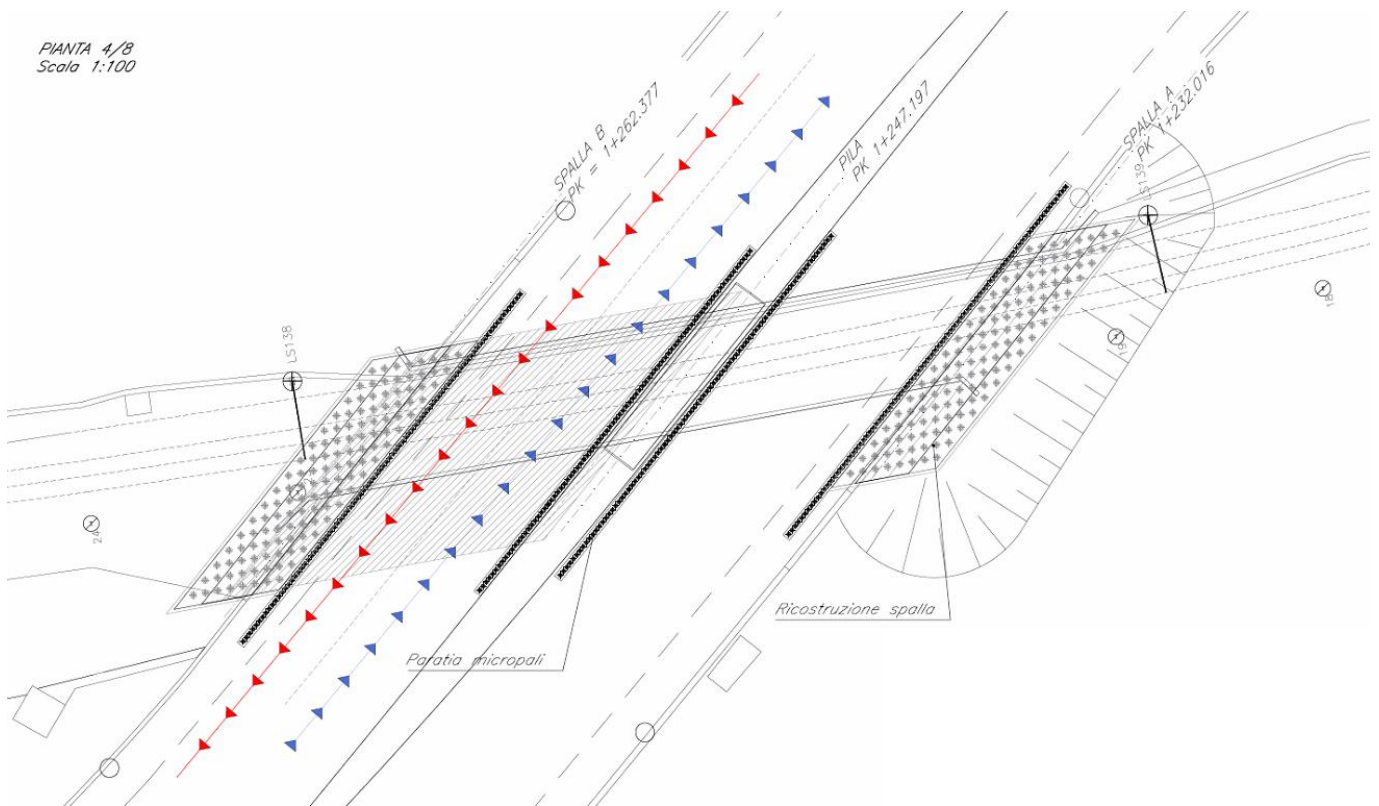
FASE 3

FASE 4

4a. Ricostruzione spalla lato est.

4b. Realizzazione micropali provvisori pila lato est.

NOTA bene: In contemporanea alle fasi 3 e 4 realizzazione paratia ovest della vasca di laminazione acque stradali e relativi risvolti.



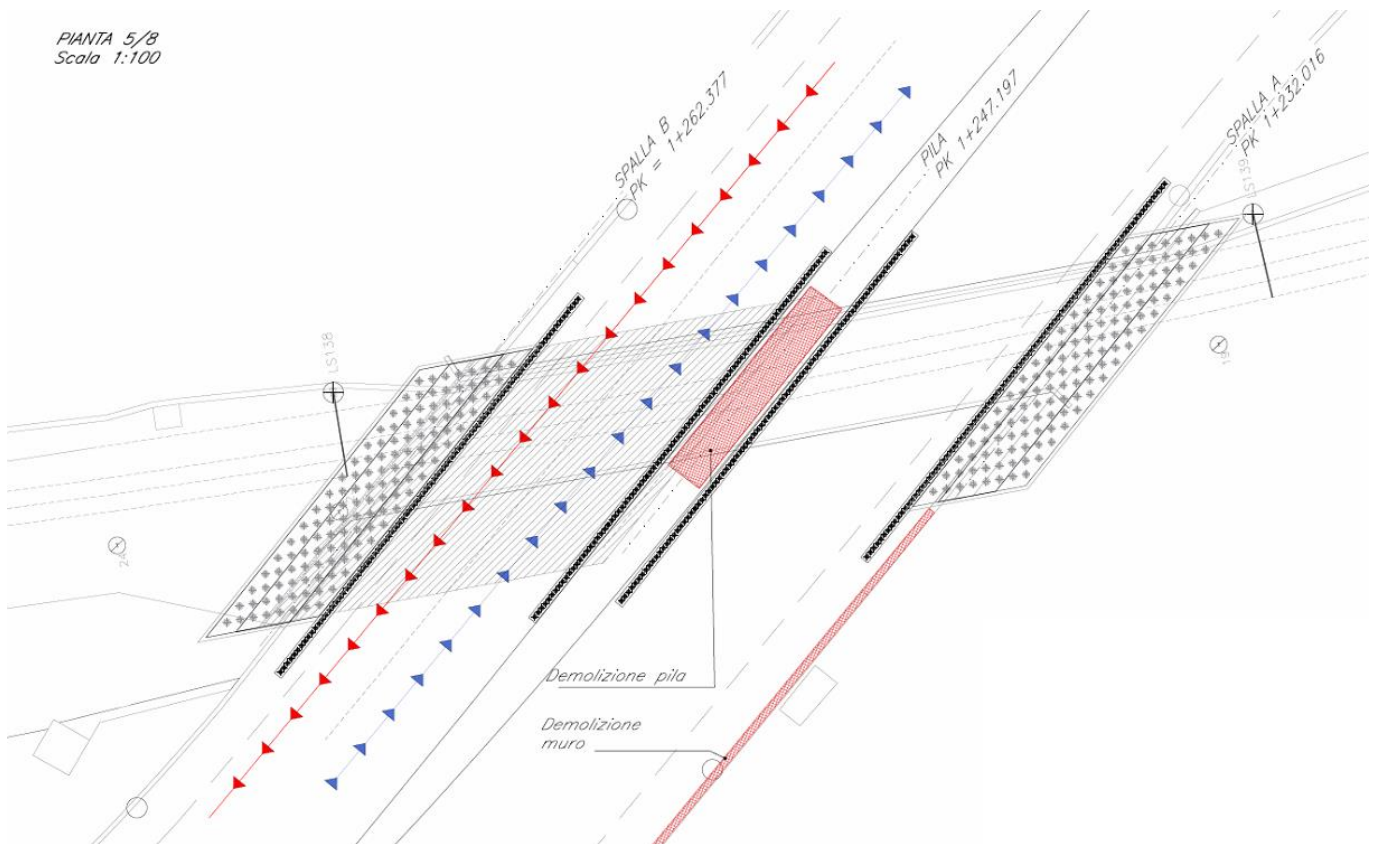
FASE 4

FASE 5

5a. Demolizione pila.

5b. Demolizione muro esistente via dei Caniana.

NOTA bene: In contemporanea alle fasi 5 e 6 realizzazione paratia centrale e muro sovrastante, scavo e getto vasca di laminazione acque di sede, scavo e getto vasca di laminazione acque stradali



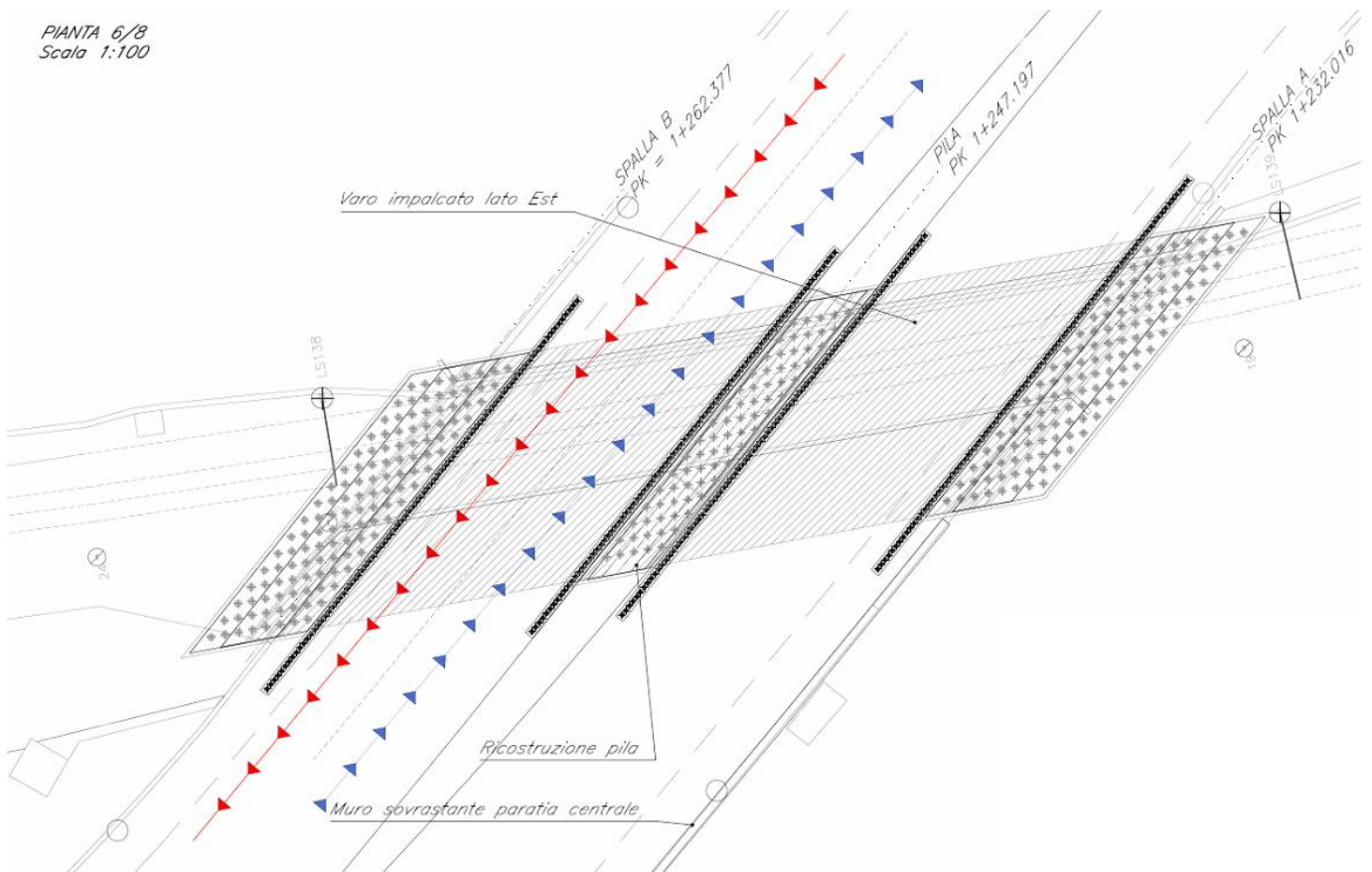
FASE 5

FASE 6

6a. Ricostruzione pila.

6b. Varo impalcato est.

NOTA bene: In contemporanea alle fasi 5 e 6 realizzazione paratia centrale e muro sovrastante, scavo e getto vasca di laminazione acque di sede, scavo e getto vasca di laminazione acque stradali

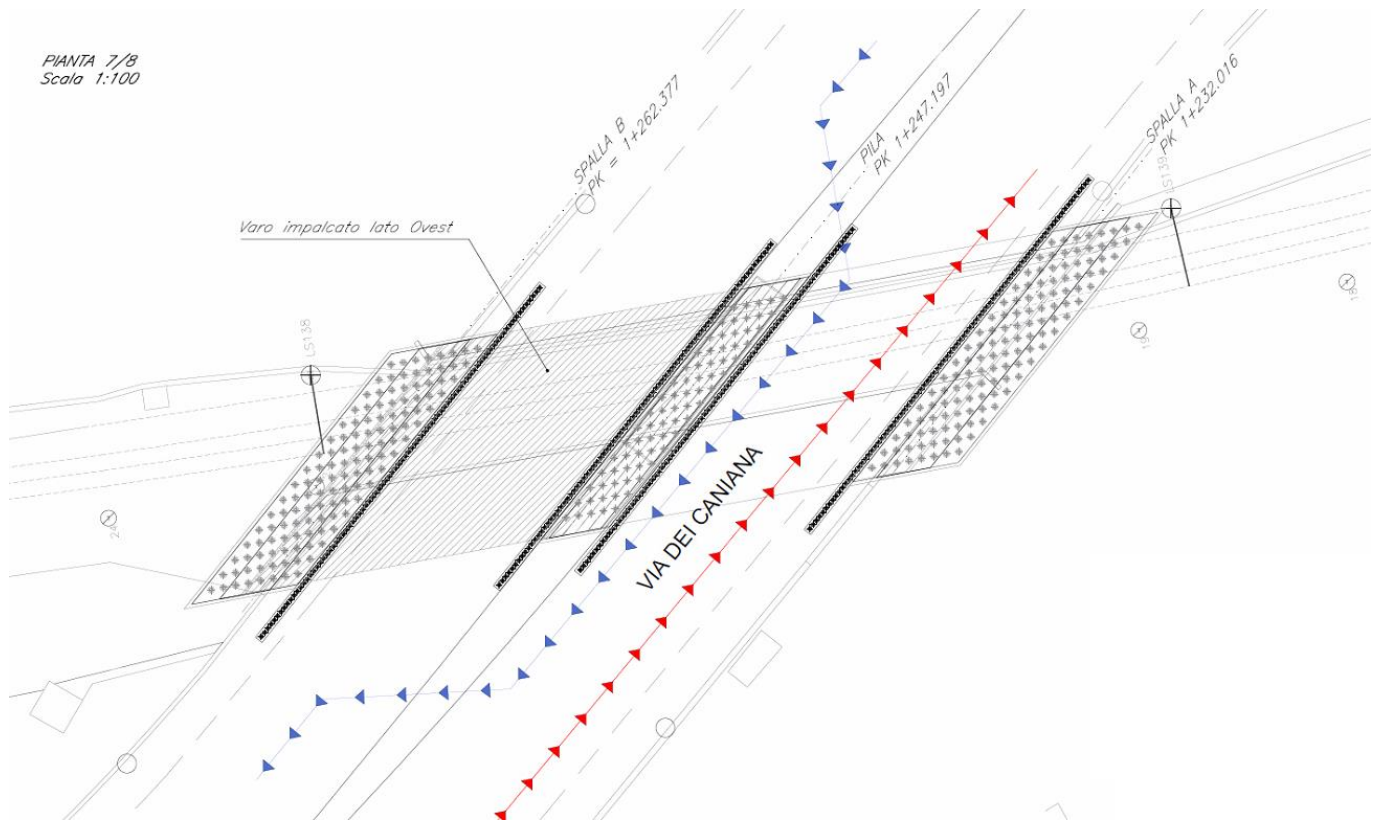


FASE 6

FASE 7

7a. Traffico veicolare sulla carreggiata Lato est.

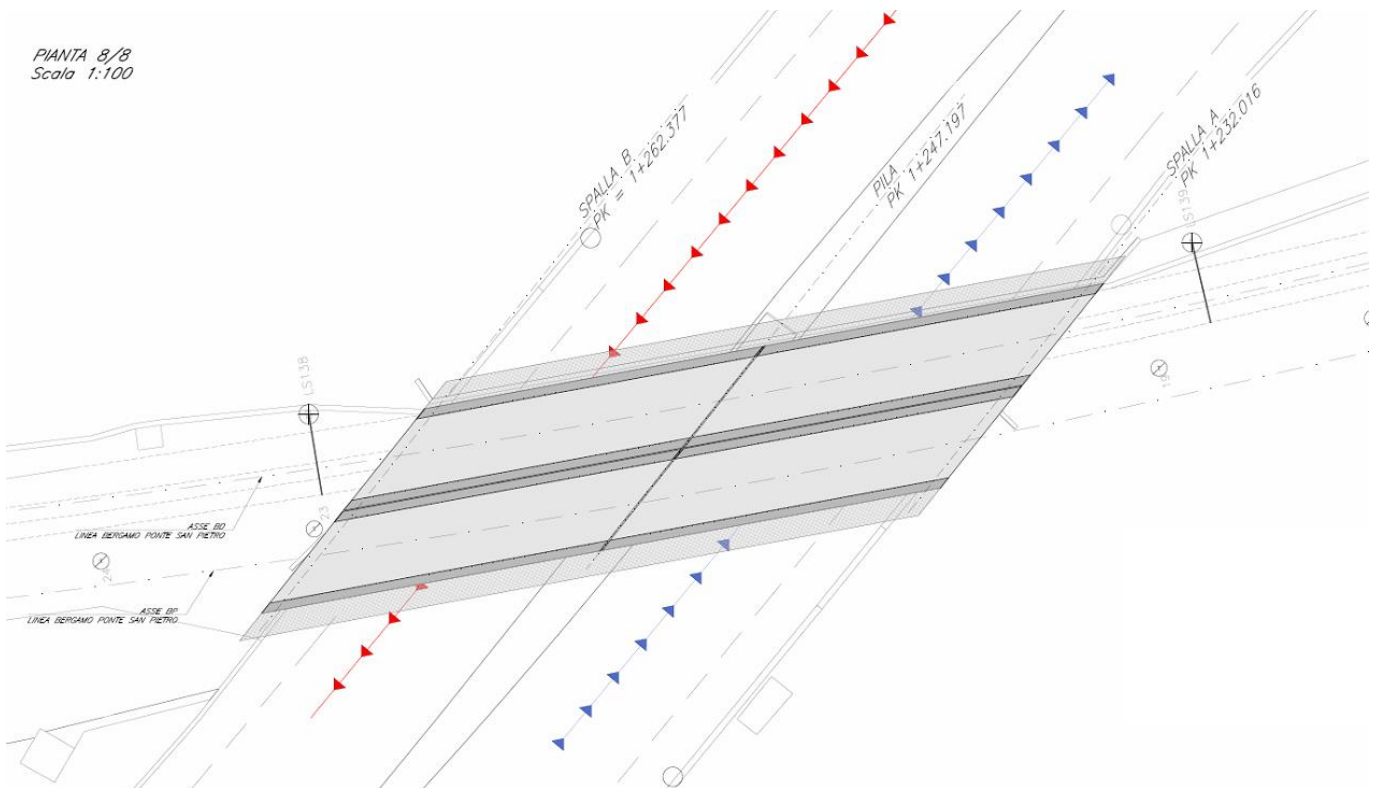
7b. Varo impalcato lato ovest.



FASE 7

FASE 8

- 8a. Ripristino traffico veicolare su via Caniana.
- 8b. Posa armamento
- 8c. Finiture
- 8d. Messa in esercizio linea ferroviaria.



FASE 8

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 VI04 – VIADOTTO DI VIA DEI CANIANA					
	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 RG	DOCUMENTO VI 04 A0 001	REV. A

RIFERIMENTI NORMATIVI

1.5 Normativa e istruzioni

La progettazione è conforme alle normative vigenti.

Le Ferrovie dello Stato hanno emanato nel tempo varie normative e linee guida riguardanti sia i sovraccarichi che le prescrizioni relative ai ponti ferroviari.

Le normative rilevanti per la redazione del progetto di ponti ferroviari, in particolare, sono elencate nel seguito.

- *Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17.01.2018 (NTC-2018);*
- *Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;*
- *RFI DTC SI PS MA IFS 001 D - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture (20 Dicembre 2019);*
- *RFI DTC SI CS MA IFS 001 D - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale (20 Dicembre 2019);*
- *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 Maggio 2019;*
- *D.g.r. 30 novembre 2011 - n. IX/2616 – Bollettino ufficiale della Regione Lombardia.*

2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

I materiali utilizzati nella realizzazione delle strutture in funzione della utilizzazione sono descritti in seguito.

2.1 Calcestruzzo per elevazione pila e spalle

Classe C32/40

$R_{ck} =$	40,00 MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	33,20 MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	41,20 MPa	Valore medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85	Coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,50 -	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M =$	18,81 MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	3,10 MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	3,72 MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	2,17 MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	18,26 MPa	Tensione limite in esercizio in comb. rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	13,28 MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0,3} =$	33643,00 MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,20	Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	14018,00 MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Debolmente aggressive	
Classe di esposizione =	XC4	
$c =$	4,00 cm	Copriferro minimo
$w =$	0,20 mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. rara (rif. §1.8.3.2.4 [3])

2.2 Calcestruzzo per fondazioni pile e spalle

Classe C30/37

$R_{ck} =$	37,00 MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	30,00 MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	38,00 MPa	Valore medio resistenza cilindrica

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 RG	VI 04 A0 001	A	25 di 27

$\alpha_{cc} =$	0,85	Coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,50 -	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M =$	17,00 MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	2,9 MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	3,48 MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	2,00 MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	16,50 MPa	Tensione limite in esercizio in comb. rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	12,00 MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)} =$	33000,00 MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,20	Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	13750,00 MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Ordinarie	
Classe di esposizione =	XC2	
$c =$	4,00 cm	Copriferro minimo
$w =$	0,20 mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. rara (rif. §1.8.3.2.4 [3])

2.3 Calcestruzzo per pali, diaframmi di fondazione, cordoli opere provvisorie

2.3.1 Calcestruzzo magro per getti di livellamento

- Classe di resistenza: C12/15
- Classe di esposizione: X0

2.3.2 Calcestruzzo pali, diaframmi di fondazione, cordoli opere provvisionali

- Classe di resistenza: C25/30
- classe di esposizione: XC2
- classe di consistenza: S4
- dimensione massima dell'inerte : $D_{max} = 32 \text{ mm}$
- copriferro minimo: $c_{f,min} \geq 40 \text{ mm}$

2.4 Acciaio

2.4.1 Acciaio per cemento armato

B450C

$f_{yk} \geq$	450,00 MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540,00 MPa	Tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_k \geq$	1,15	
$(f_t/f_y)_k <$	1,35	
$\gamma_s =$	1,15 -	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s =$	391,30 MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000,00 MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0,20 %	Deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50 %	Deformazione caratteristica ultima
$\sigma_s = 0,75 f_{yk} =$	337,50 MPa	Tensione in esercizio in comb. rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])

2.4.1 Acciaio da carpenteria metallica

Acciaio S355JO, secondo UNI EN 10025 per profilati e lamiere

Acciaio S355J2, secondo UNI EN 10025 per travi ed elementi saldati

Tensione di snervamento	$f_{yk} \leq 355 \text{ N/mm}^2$;
Tensione di rottura	$f_{tk} \leq 510 \text{ N/mm}^2$;
Modulo elastico	$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$;
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0,3$;
Modulo di elasticità trasversale	$G = E / [2 (1 + \nu)] = 80769.23 \text{ N/m}^2$;
Coefficiente di espansione termica lineare	$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$ (per T fino a 100 °C);
Densità	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 VI04 – VIADOTTO DI VIA DEI CANIANA					
RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 RG	DOCUMENTO VI 04 A0 001	REV. A	FOGLIO 27 di 27

Con riferimento al Manuale di Progettazione, la tensione massima, σ_s per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente: $\sigma_s < 200\text{N/mm}^2 \rightarrow$ tensione massima di esercizio per l'acciaio da carpenteria.