

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.

ELABORATI GENERALI

Relazione tecnica generale opere civili

SCALA:

-

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

N B 1 R 0 9 D 2 6 R G O C 0 0 0 0 0 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	G. Grimaldi	Febbraio 2021	A. Maran	Febbraio 2021	M. Berlingieri	Febbraio 2021	A. Perego Luglio 2021
B	REV. A SEGUITO NUOVE RICHIESTE RFI	A. Maran	Luglio 2021	A. Maran <i>AM</i>	Luglio 2021	M. Berlingieri <i>MB</i>	Luglio 2021	A. Perego Luglio 2021



File: NB1R09D26RGOC0000001B.DOCX

n. Elab.:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	PIANO DI COMMITTENZA E SUDDIVISIONE IN LOTTI.....	7
3.	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO.....	8
4.	NORMATIVE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	10
4.1.	NORMATIVA FERROVIARIA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	10
4.2.	NORMATIVA STRADALE DI RIFERIMENTO.....	10
4.3.	NORMATIVA STRUTTURALE DI RIFERIMENTO.....	11
4.4.	NORMATIVA IDRAULICA.....	13
5.	STATO DI FATTO	15
6.	RILIEVI E INDAGINI	16
6.1.	RILIEVI CELERIMETRICI	16
6.2.	INDAGINI GEOGNOSTICHE E INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	16
6.2.1.	<i>falda</i>	19
6.2.2.	<i>Permeabilità</i>	20
6.2.3.	<i>FENOMENO DEGLI Occhi pollini</i>	21
7.	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA PONTE S.PIETRO – BERGAMO E SPOSTAMENTO PROVVISORIO LINEA TREVIGLIO – BERGAMO.....	23
7.1.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	25

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

7.2.	SEZIONI TIPO DEL CORPO FERROVIARIO.....	26
7.2.1.	<i>Sezione tipo linea bergamo – ponte san pietro</i>	26
7.2.2.	<i>Sezione tipo deviata provvisoria</i>	29
	CARATTERISTICHE TECNICHE DEL TRACCIATO.....	31
7.2.3.	<i>Binario PARI DEVIATA PROVVISORIA</i>	31
8.	IDROLOGIA E IDRAULICA	32
8.1.	COMPATIBILITA' IDRAULICA	32
8.2.	IDROLOGIA E SOSTENIBILITA'	34
8.3.	SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE.....	35
8.3.1.	<i>Sezioni tipo idrauliche</i>	35
9.	BARRIERE ANTIRUMORE E MURI DI RECINZIONE	38
9.1.	BARRIERE ANTIRUMORE FONDATE SU MICROPALI	38
9.2.	BARRIERE ANTIRUMORE ANCORATE SU MURI DI RECINZIONE	40
9.3.	MURI DI RECINZIONE.....	40
9.4.	OPERE DI SCAVALCO.....	42
9.5.	BARRIERE ANTIRUMORE METALLICHE SU MURI DI SOSTEGNO ESISTENTI.....	45
10.	OPERE D'ARTE	48
10.1.	VI03 – VIADOTTO SU VIA DI SAN BERNARDINO;.....	48
10.2.	VI04 – VIADOTTO SU VIA DEI CANIANA.....	49
10.2.1.	<i>Descrizione generale dell'opera</i>	49
10.2.2.	<i>Impalcato metallico</i>	51

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

10.2.3. Spalle	54
10.2.4. Pila	57
10.2.5. Fasi costruttive	59
11. FABBRICATI TECNOLOGICI E PIAZZALI	68
11.1. FABBRICATO TECNOLOGICO FA06	68
11.2. PIAZZALE FABBRICATO TECNOLOGICO FA06	72
11.2.1. Opere di sostegno	75
11.2.2. Fasi costruttive	78
11.2.3. Finiture e sistemazioni esterne	82
1.1 VASCA DI LAMINAZIONE ACQUE DI SEDE	83
12. INTERVENTI SU VIA DEI CANIANA	85
12.1. SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA	85
12.2. VASCA DI LAMINAZIONE VIA DEI CANIANA	85
12.3. PAVIMENTAZIONI STRADALI	87

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

1. PREMESSA

Nel Programma Regionale Mobilità e Trasporti della Regione Lombardia è riportato il raddoppio della tratta Bergamo – Ponte San Pietro esteso fino a Terno d’Isola.

Nel documento “Intesa sulle strategie e sulle modalità per lo sviluppo del SFR passeggeri, del trasporto merci e degli standard qualitativi per l’interscambio modale”, tra RFI e Regione Lombardia è previsto il raddoppio della linea tra Montello-Bergamo-Ponte San Pietro, per potenziare i servizi attualmente esistenti tra Milano Porta Garibaldi e Bergamo.

RFI ha suddiviso gli interventi in diversi progetti, con diversi scenari temporali di realizzazione. Tra questi, i seguenti sono tra i più importanti:

1. la realizzazione dell’apparato centrale computerizzato di Bergamo su ferro attuale;
2. il raddoppio della tratta Curno – Bergamo e la realizzazione del PRG di Ponte San Pietro;
3. la realizzazione del PRG di Bergamo;
4. il raddoppio della tratta Bergamo - Montello.

Sono, altresì, attualmente in corso di studio alcuni interventi correlati al progetto di raddoppio della linea Ponte San Pietro – Bergamo – Montello, quali:

- potenziamento infrastrutturale dei bacini milanesi, che prevede interventi puntuali di velocizzazioni delle sedi di incrocio d’orario tramite modifiche impiantistiche per la contemporaneità dei movimenti, realizzazione dei sottopassi e incremento a 60k m/h delle velocità degli itinerari deviati;
- nuovo collegamento con l’aeroporto di Bergamo, che prevede una nuova linea a doppio binario diramata dall’attuale linea Bergamo – Brescia, opportunamente potenziata, con la realizzazione della nuova stazione Aeroporto.

Tra gli interventi sopra citati il progetto Definitivo di “Raddoppio della tratta Curno – Bergamo e la realizzazione del PRG di Ponte San Pietro” vedeva l’inizio dell’intervento, parte armamento, alla p.k. 1+016,472 della linea ferroviaria Lecco-Brescia e l’inizio delle opere civili alla p.k. 1+255,494, subito dopo il sottopasso esistente di Via dei Caniana. L’inizio del raddoppio risultava, pertanto, alla p.k. 1+659,97 in corrispondenza della fine del tronchino di raddoppio di progetto. La fine del raddoppio si trovava alla p.k. 5+002,613, in corrispondenza del termine del tronchino del binario Sud, mentre il termine delle opere civili era fissato alla p.k. 5+200,046 e la fine dell’intervento, cioè il punto in cui il binario si riconnetteva al binario esistente, era fissato alla p.k. 5+845,520.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

Successivamente alla consegna del progetto definitivo di Raddoppio sopra richiamato, la Direzione Commerciale di RFI, in sede di interlocuzioni per l'Assenso Funzionale di sua competenza, ha evidenziato la necessità di estendere il raddoppio verso Bergamo, al fine di sopperire a criticità legate alla gestione operativa dell'esercizio.

La Committenza ha valutato che l'assetto previsto dal PD, con raddoppio dalla p.k. 1+659,97, consente di perseguire i valori di capacità assoluta in accordo con quanto condiviso con Regione Lombardia per la stipula del nuovo Accordo Quadro del servizio del TPL, ma non riesce a garantire i livelli di qualità della circolazione richiesti.

Per quanto sopra, RFI ha chiesto il prolungamento del raddoppio della linea in ingresso a Bergamo (lato radice ovest), precisando che tale Progetto Definitivo dovrà essere organizzato in progettazioni multidisciplinari, coordinate ma indipendenti, così suddivise:

- Sottofase 1: OCCC Via dei Caniana e Via S. Bernardino + prolungamento del raddoppio fino alla p.k. 0+923 circa;
- Sottofase 2: OCCC Via Autostrada e Via S. Giovanni Bosco + Inserimento del raddoppio in Radice Ovest con completamento dello stesso.

La presente relazione ha lo scopo di fornire un inquadramento generale delle opere civili previste per il prolungamento del raddoppio di Sottofase 1.

Il progetto delle opere di prolungamento del Raddoppio oggetto della presente Relazione si basa sui seguenti assunti:

- l'esecuzione delle lavorazioni avverrà in interruzione totale dell'esercizio ferroviario da Ponte San Pietro a Bergamo;
- le lavorazioni per l'esecuzione degli interventi di Sottofase 1 saranno temporalmente sovrapposte sfruttando la stessa finestra di interruzione totale dell'esercizio tra Ponte San Pietro e Curno;
- la realizzazione dell'ACC di Bergamo su ferro attuale (oggetto di altro Appalto) avverrà prima della realizzazione delle opere di Raddoppio e prolungamento di Sottofase 1;
- la realizzazione della SSE di Ambivere Mapello avverrà prima dell'interruzione della linea nella tratta Ponte San Pietro - Bergamo.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLA LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B	FOGLIO 7 di 88

2. PIANO DI COMMITTENZA E SUDDIVISIONE IN LOTTI

La presente revisione progettuale si rende necessaria per una modifica al Piano di Committenza richiesta da RFI. In particolare per il progetto del completamento del raddoppio della linea da Bergamo a Ponte San Pietro, il piano di Committenza recentemente modificato ha previsto la suddivisione nei seguenti appalti:

- Appalto delle opere civili, dell'armamento e delle tecnologie per il completamento del raddoppio (Sottofase 1) della sede ferroviaria della linea Ponte San Pietro – Bergamo, dalla spalla ovest del ponte di Via dei Caniana a fine intervento; delle opere civili, dell'armamento e delle tecnologie di piazzale necessarie allo spostamento provvisorio della linea storica Treviglio – Bergamo.
- Appalti tecnologici per la riconfigurazione dell'ACC di Bergamo (che si ipotizza in esercizio quando inizieranno i lavori del raddoppio) degli impianti di sicurezza e segnalamento e SCCM.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

3. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

La figura che segue inquadra la configurazione delle opere civili previste nell'ambito dell'intervento:

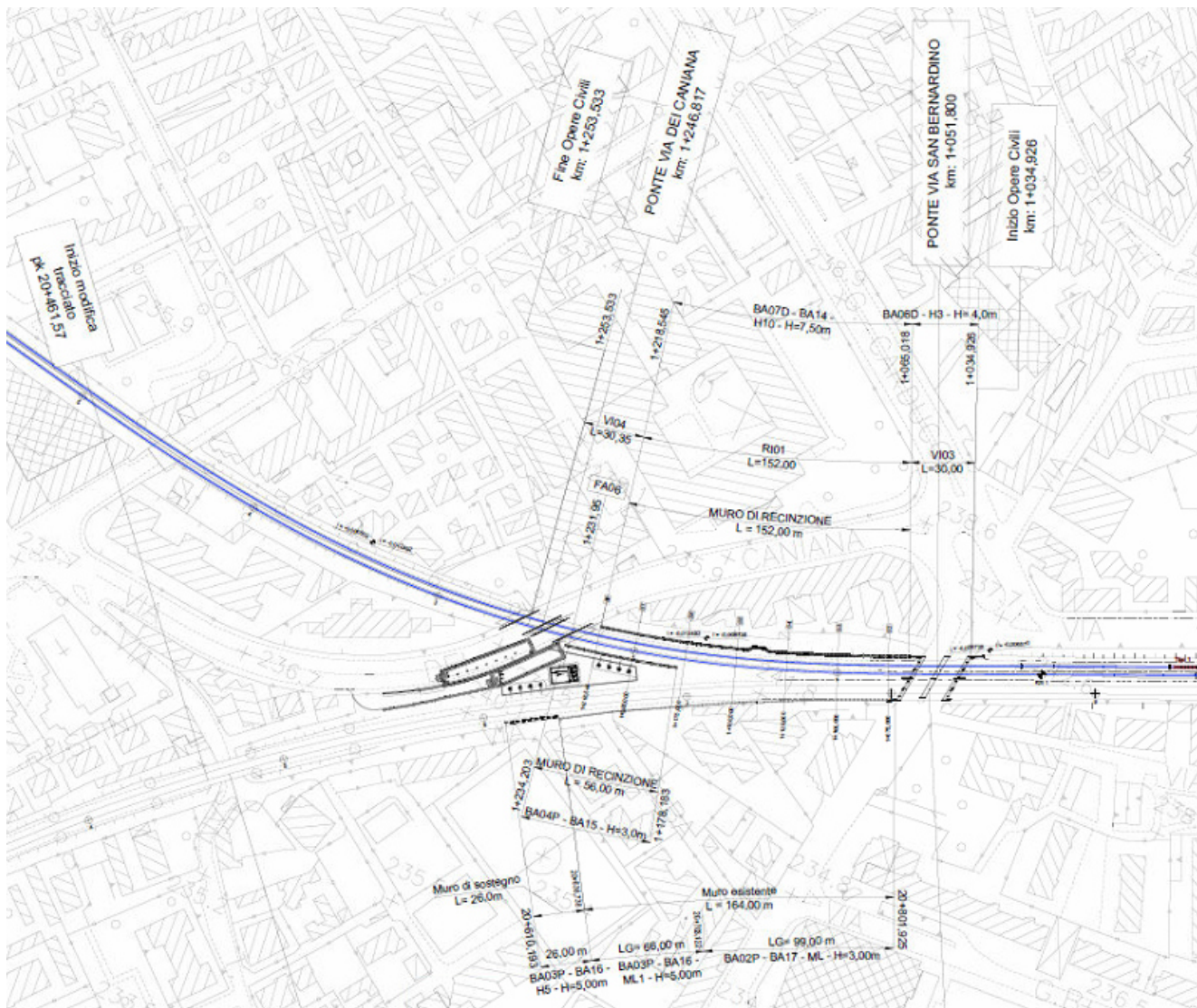


Figura 1 - Planimetria di progetto

Tutti gli interventi vedranno il loro sviluppo all'interno del Comune di Bergamo.

Le principali opere civili oggetto del presente progetto sono di seguito sinteticamente illustrate:

- corpo stradale ferroviario CS00 e relative opere di sostegno RI00, opere idrauliche di sede ID00;
- barriere antirumore e muri di recinzione RI00;

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

- Rilevato in affiancamento RI01 dal km 1+070 al km 1+232 (tratta Bergamo - P.S.Pietro linea Lecco-Brescia);
- Rilevato deviata provvisoria RI06 Linea Treviglio- BG dal km 20+480 al km 20+805;
- Viadotto su Via di San Bernardino VI03;
- Viadotto su Via dei Caniana VI04A;
- BA14A Presidio antirumore BA07D - BD-H10 su muro di recinzione - lato Nord da pk 1+065.018 a pk 1+218.545 (tratta Bergamo - P.S.Pietro linea Lecco-Brescia);
- BA15M Presidio antirumore BA04P - BP-H2 su muro di recinzione - lato Sud da pk 1+178.183 a pk 1+234.203 (tratta Bergamo - P.S.Pietro linea Lecco-Brescia);
- BA16M Presidio antirumore BA03P - Barriera BA03P H5 Linea BG-Treviglio da pk 20+610.193 a pk 20+636 e Barriera metallica - H. 5m da pk 20+636.738 a pk 20+703.122 Linea Treviglio- BG;
- BA17M Presidio antirumore BA02P - Barriera metallica H. 3m da pk 20+703.122 a pk 20+801.925 Linea Treviglio- BG;
- BA18 Presidio antirumore BA06D – BD-H3 su viadotto di Via San Bernardino da pk 1+034.926 a pk 1+065.018 (tratta Bergamo - P.S.Pietro linea Lecco-Brescia);
- FA06 Fabbricato tecnologico - Cabina TE BG - al km 1+210 (tratta Bergamo-Ponte S.Pietro) e piazzale a servizio;
- FA06B Vasca di laminazione sede e muro di contenimento lato Via Dei Caniana;
- VI04E Vasca di laminazione acque Via Dei Caniana e relativo sistema di smaltimento idraulico.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

4. NORMATIVE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1. NORMATIVA FERROVIARIA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- RFI DTC SI MA IFS 001 C: Manuale di progettazione delle opere civili;
- RFI DTC SI SP IFS 001 C – Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili – RFI;
- 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;
- Committenza RFI: lettera di Approvazione PFTE e osservazioni funzionali agli elaborati del lotto 1 e2 RFI-DCO.SCTNO\A0011\P\2019\0000476 del 12.03.2019; lettera Input funzionali per lo sviluppo del Progetto definitivo della Fase 1 RFI-DCO.SCTNO\A0011\P\2019\0000725 dell’11.04.2019;
- Rilievi celerimetrici eseguiti da Italferr nel 2019 (coordinate gaussiane);
- Progetto di base assoluta di RFI in formato dwg, georeferenziato nelle coordinate del rilievo celerimetrico Italferr;
- TabellinoApprovatoBG-Calolzio.pdf: tabelle del progetto di base assoluta RFI;
- Studio del PRG di Ponte S. Pietro fornito dalla Committenza (PONTE S P-NOVEMBRE 2017-28-11-17.dwg);
- FL 28 Lecco-Brescia (giugno 2015);
- “Progetto Definitivo di Raddoppio Ponte San Pietro – Bergamo – Montello – Appalto 2: PRG Ponte San Pietro e raddoppio della linea da Curno a Bergamo” (marzo 2020).

4.2. NORMATIVA STRADALE DI RIFERIMENTO

- D.M. 5 novembre 2001 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;
- D.M. 22 aprile 2004 Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285 Nuovo codice della strada e s.m.i.;
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;
- Decreto 19/04/2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

- D.M. Min. LL.PP. 18.02.92 n° 223 Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- D.M. 21/06/2004: “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”;
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21/07/2010: “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- Direttiva Ministero LL.PP. 24.10.2000: “Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione”;
- Bozza 21/03/2006 “Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti”;
- Regione Lombardia – L.R.6 del 1989, n.6;
- Decreto 30/11/1999 n. 557 “Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili”;
- CNR n° 178 15/09/1995: “Catalogo delle pavimentazioni stradali”.

4.3. NORMATIVA STRUTTURALE DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica;
- D.G.R. 30 novembre 2011 - n. IX/2616 – Bollettino ufficiale della Regione Lombardia.
- UNI EN 206:2016 – “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- UNI EN 11104:2016 – “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206;
- EN 1991-2:2003/AC:2010 “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”;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

- EN 1992-1 “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 2: ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi”;
- EN 1997-1 “Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica- Parte 1: Regole generali”;
- UNI EN 1998-1:2013 “Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1998-5:2005 “Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- Manuale di progettazione delle opere civili RFI parte II – sezione 2 – “Ponti e strutture” - RFI DTC SI PS MA IFS 001 C;
- Manuale di progettazione delle opere civili RFI parte II – sezione 3 – “Corpo stradale” - RFI DTC SI PS MA IFS 001 C.;
- RFI DTC SI SP IFS 001 C – “Capitolato Generale di Appalto delle Opere Civili”;
- UIC CODE 777-2R “Structures built over railway lines-Construction requirements in the track zone”;
- Norme STI:
 - 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; Legge. 2 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.;
 - Regolamento (UE) N. 1300/2014/UE Specifiche Tecniche di Interoperabilità per l’accessibilità del sistema ferroviario dell’Unione europea per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta del 18/11/2014, modificato con il Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/772 della Commissione del 16 maggio 2019;
 - Regolamento (UE) N° 1303/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la “sicurezza nelle gallerie ferroviarie” del sistema ferroviario dell’Unione europea, rettificato dal Regolamento (UE) 2016/912 del 9 giugno 2016 e modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
 - Regolamento UE N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2018/868 del 13 giugno

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

2018 e dal successivo Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

- Regolamento (UE) N. 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi "controllo-comando e segnalamento" del sistema ferroviario nell'Unione europea modificata con la Rettifica del 15 giugno 2016 e dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
- REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2019/772 DELLA COMMISSIONE del 16 maggio 2019 che modifica il regolamento (UE) n. 1300/2014 per quanto riguarda l'inventario delle attività al fine di individuare le barriere all'accessibilità, fornire informazioni agli utenti e monitorare e valutare i progressi compiuti in materia di accessibilità;
- REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2019/776 DELLA COMMISSIONE del 16 maggio 2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n. 1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabiliti nella decisione delegata (UE) 2017/1471 della Commissione.

4.4. NORMATIVA IDRAULICA

- Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE;
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE;
- D.Lgs. n. 152/2006 - T.U. Ambiente;
- R.D. 25/07/1904, N. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie";
- PAI - 1. Relazione Generale;
- PAI - 7. Norme di Attuazione - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica - Allegato 3 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense. Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni;
- PdG Po – Piano di Gestione del fiume Po approvato il 3/03/2016 (DPCM 27 ottobre 2016);
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto del Distretto Idrografico Padano (P.G.R.A. 03/03/2016);

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B	FOGLIO 14 di 88

- Norme tecniche di attuazione del Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA) della Regione Lombardia del 2016;
- L.R. 15 marzo 2016, n. 4; “Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d’acqua”;
- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n.2 - Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26;
- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n.4 “Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26;
- DGR 6738 del 19 giugno 2017. “Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del piano di gestione rischi alluvioni (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l’assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7/12/2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell’autorità di bacino del Fiume Po”;
- Regolamento Regionale 19 aprile 2019, n. 8. “Disposizioni sull’applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 “Legge per il governo del territorio”);
- “Linee Generali di Assetto Idraulico e idrogeologico e quadro degli interventi Bacino dell’Adda Sottolacuale” dell’Autorità di bacino del Fiume Po.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

5. STATO DI FATTO

Allo stato attuale la linea è a singolo binario elettrificata con una velocità massima di 105 km/h in rango B da Bergamo (km 0+000 LS) a fine intervento.

La linea storica è classificata come C3L (20.0 t/asse) e presenta attualmente delle limitazioni di velocità. L'attuale regime di circolazione è del tipo "blocco conta assi" con un modulo di linea pari a 235/380 m.

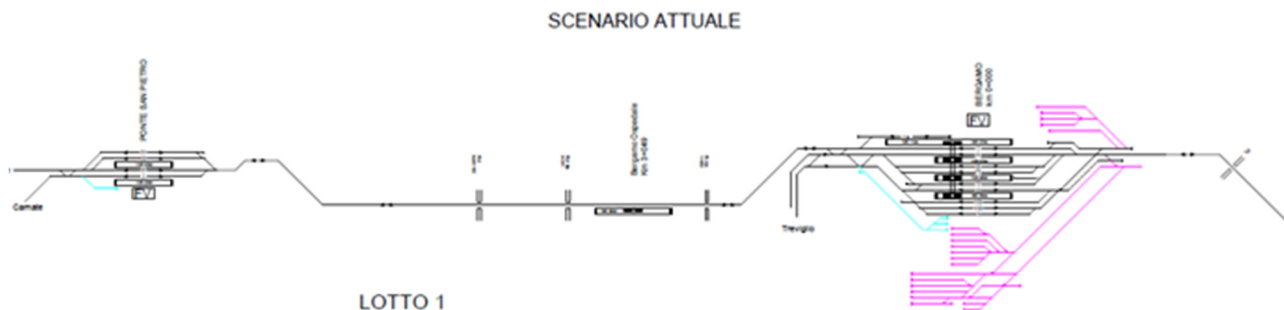


Figura 2 – Scenario attuale

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

6. RILIEVI E INDAGINI

6.1. RILIEVI CELERIMETRICI

Per lo sviluppo del Progetto Definitivo, visti i vincoli al contorno imposti dalla preesistenza, è stato necessario integrare i dati cartografici utilizzati per la redazione del PFTE con opportuni rilievi celerimetrici. Tali rilievi di dettaglio sono stati eseguiti nel maggio/agosto 2019 secondo le specifiche tecniche RFI.

6.2. INDAGINI GEOGNOSTICHE E INQUADRAMENTO GEOTECNICO

L'area oggetto del presente lavoro è stata investigata in prima fase dalla campagna di indagini geognostiche del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica eseguite alla fine del 2017 e successivamente dalla campagna di indagini per il Progetto Definitivo condotta alla fine del 2019. I risultati ottenuti dalle suddette hanno permesso di definire il modello geotecnico dell'area.

Occorre precisare che nella caratterizzazione geotecnica delle unità stratigrafiche vengono implementati anche gli esiti delle prove esterne all'appalto in esame perché comunque le unità intercettate sono parte di quelle intercettate nello sviluppo dell'intero progetto Ponte S. Pietro – Bergamo.

Per la campagna di indagini geognostiche del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica sono stati eseguiti complessivamente N°12 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con profondità comprese tra i 30 e i 50 metri dal piano campagna. Lungo ogni verticale indagata sono state eseguite delle prove in situ (SPT, Pocket Penetrometer e di permeabilità tipo Lefranc) e prelevati campioni di terreno indisturbati e rimaneggiati; successivamente sono stati installati i piezometri Casagrande in N°10 fori di sondaggio. N°2 sondaggi sono stati invece attrezzati con tubazioni in pvc per l'esecuzione di prove Down-hole.

Sempre nell'ambito della medesima indagine sono state eseguite anche N°3 prove MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e N°4 stendimenti geofisici di sismica a rifrazione.

Sui campioni indisturbati, di qualità idonea, sono state eseguite prove di classificazione (limiti di Atterberg e granulometria) e prove di taglio diretto.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

La campagna di indagini geognostiche del Progetto Definitivo ha compreso quanto segue:

Indagini in sito:

- N° 19 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino a profondità variabile tra i 30 e i 40 metri;
- N°33 prove di permeabilità di tipo Lefranc;
- installazione in N°12 fori di sondaggio di piezometri Casagrande;
- N°194 prove penetrometriche in foro tipo SPT nei 18 fori di sondaggio (punta aperta con prelievo di campioni rimaneggiati);
- N°3 prove penetrometriche sismiche con punta piezoconica (SCPTU) spinte sino a profondità massima di 6 m;
- prove con Pocket penetrometers e Torvane;
- N°15 Rilievi Tomografici Elettrici in acquisizione 3D, denominati con sigla E3D_xxxx;
- N°10 Rilievi Tomografici Elettrici in acquisizione 2D, denominati con sigla E2D_xxxx;
- N°16 stendimenti sismici con acquisizione prove di tipo Re.Mi. / MASW, denominate con sigla da M1 a M16 finalizzate alla determinazione del parametro V_s ;
- N°2 Prove Down-Hole in foro, denominate DH-1 e DH-2 per la definizione dei profili di velocità, eseguite nei rispettivi fori di sondaggio L1-S14 e L1-S16;
- N°2 prospezioni sismiche a rifrazione con registrazione in onde P e S.

Prove di laboratorio:

- prelievo di n. 9 campioni indisturbati durante la perforazione, con l'esecuzione di:
 - descrizione e prove di classificazione;
 - N°2 prove di taglio diretto (TD);
 - N°2 prove edometriche (EDO);
 - N°1 prova di compressione triassiale consolidata non drenata (TXCIU);
- prelievo di n. 114 campioni rimaneggiati da cassetta catalogatrice e da SPT con l'esecuzione di:
 - descrizione e prove di classificazione;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

Le indagini descritte hanno consentito di individuare nell'intero progetto Ponte S. Pietro – Bergamo le seguenti formazioni:

Ug1 – Sabbie ghiaiose e sabbie con ghiaia: sabbie medio-grosse e ghiaie eterometriche, talvolta limose; nella parte più superficiale si ha anche la presenza di resti vegetali, di colore marrone grigio, umide. Sono caratterizzate da resistenze medio – alte, con SPT mediamente tra 15 e 50 colpi/30 cm e Vs da prove MASW variabili tra 150 e 400 m/s.

Ug1a – Sabbie ghiaiose e sabbie con ghiaia: sabbie medio-grosse e ghiaie eterometriche, talvolta limose, da poco a mediamente addensate. Sono caratterizzate da resistenze medio - basse, con SPT mediamente tra 10 e 15 colpi/30 cm.

Ug2 – Sabbie limose e limi sabbiosi: sabbie limose e limi sabbiosi a tratti debolmente ghiaiose, anche in questo caso spesso con presenza di resti vegetali o di laterizi. Generalmente di colore marrone chiaro. Si tratta di sabbie e limi da debolmente a moderatamente addensati. Sono caratterizzati da resistenze medio - basse variabili a seconda della profondità del deposito, con SPT mediamente tra 10 e 15 colpi/30 cm e Vs da prove MASW nell'ordine dei 120 m/s.

Ug3a – Argille sabbiose e argille con sabbia: argille e limi a tratti con presenza di ghiaia, da poco consistenti a moderatamente consistenti, da debolmente umidi a bagnati, di colore nocciola. Sono caratterizzate da bassi valori di N_{spt} (generalmente tra 5 e 10).

Ug3b – Argille sabbiose e argille con sabbia: argille sabbiose e argille con sabbia, a volte limose, debolmente ghiaiose, di colore nocciola, da consistenti a molto consistenti. Sono caratterizzate da valori di N_{spt} medio alti (generalmente da 20 a 50), valori di pocket penetrometers da 1.0 a 2.5 kg/cm²) e Vs da prove MASW nell'ordine dei 300-400 m/s.

Ug4 – Sabbie ghiaiose e sabbie con ghiaia: tipicamente si tratta di conglomerato poligenico completamente alterato e molto fratturato. Ghiaia, sabbia ghiaiosa, ciottolosa e limosa, di colore nocciola e grigio. E' caratterizzato da resistenze alte, con valori di N_{spt} tipicamente a rifiuto.

Arenarie: Arenarie in ammasso roccioso da poco a mediamente alterato, mediamente fratturato, con locali zone decimetriche poco fratturate e molto fratturate. Sono caratterizzate da resistenze da elevate a molto elevate con SPT sistematicamente a rifiuto.

Arenarie/Marne: Alternanze da millimetriche a centimetriche di arenarie e marne a laminazione piano parallela, di colore da grigio chiaro a grigio scuro, umide. Ammasso roccioso da poco a mediamente alterato,

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

mediamente fratturato, con locali zone decimetriche poco fratturate e molto fratturate. Sono caratterizzate da resistenze da elevate a molto elevate con SPT sistematicamente a rifiuto.

Occorre precisare che tra le unità riscontrate nell'intero sviluppo del progetto Ponte S. Pietro – Bergamo quelle effettivamente presenti nel presente appalto sono UG1, UG2, UG3a, UG3b, UG4.

Le tipologie di materiali sopra definite sono state utilizzate per classificare i terreni incontrati lungo le verticali d'indagine e procedere poi alla definizione dei profili geotecnici di dettaglio.

Si riportano di seguito le principali caratteristiche geotecniche delle unità individuate:

UNITA'	MATERIALE	Parametri di resistenza					Parametri di deformabilità									
		γ_s	K_0	φ'	c'	c_u	G_0	E_0	E_{op1}	E_{op2}	ν'	k_v (*)	OCR	CR	RR	C_{ae}
		[kN/m ³]	[-]	[°]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]	[m/s]	[-]	[-]	[-]	[%]
Ug1a	S(G), S,G	20	0.42	35	0	-	40 ÷ 50	100 ÷ 125	8 ÷ 10	12 ÷ 15	0.25	1.00E-06	1.0	-	-	-
Ug1	S(G), S,G	20	0.42	35	0	-	50 ÷ 160	125 ÷ 400	10 ÷ 40	15 ÷ 60	0.25	1.00E-06	1.0	-	-	-
Ug2	S(L), L(S)	19	0.56	26	0	8 ÷ 30	8 ÷ 30	20 ÷ 75	2 ÷ 4	4 ÷ 7	0.25	1.00E-06	1.0	-	-	-
Ug3a	A(S), A,S	19	0.60	24	0	30 ÷ 40	30 ÷ 48	75 ÷ 120	4 ÷ 10	6.5 ÷ 15	0.25	1.00E-10	2	0.15	0.032	0.18
Ug3b	A(S), A,S	19	0.60	24	0	50 ÷ 200	60 ÷ 160	150 ÷ 400	15 ÷ 40	22 ÷ 60	0.25	1.00E-10	1.2	0.15	0.032	0.18
Ug4	S(G), S,G	20	0.38	38	0	-	220 ÷ 250	550 ÷ 625	60 ÷ 80	80 ÷ 100	0.25	1.00E-06	1.0	-	-	-
A_M	ARE,MAR	20	0.35	40	0	250	300	750	100	200	0.20	1.00E-09	1.0	-	-	-

6.2.1.FALDA

Il livello di falda assunto in progetto è stato definito principalmente sulla base delle letture piezometriche effettuate nel periodo compreso tra ottobre 2019 e gennaio 2020 nei sondaggi attrezzati con piezometri di Casagrande, eseguiti nell'ambito delle due campagne geognostiche del 2017 e del 2019.

Per la stima del livello di falda lungo l'intero sviluppo del progetto Ponte S. Pietro – Bergamo sono stati interpolati i valori massimi delle letture piezometriche disponibili nell'area di interesse. Da tali dati si evince

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

che il livello di falda si attesti ad una profondità che varia da un massimo di 35 m da p.c. ad un minimo di 5 m da p.c..

In particolare, sulla base delle letture piezometriche realizzate nei piezometri installati lungo l'intero sviluppo del progetto Ponte S. Pietro – Bergamo, la falda risulta avere un andamento piuttosto discontinuo, variabile a seconda dell'assetto stratigrafico. In generale si riscontra la presenza di una falda continua a profondità via via decrescenti a partire dal territorio orientale della città di Bergamo sino a Ponte San Pietro, ove essa si raccorda agli elementi idrografici presenti, mentre nella porzione più occidentale del tracciato essa risulta individuabile solo localmente ed a profondità elevate, probabilmente connessa alla circolazione idrica nei conglomerati. Si riscontra la presenza di acque sotterranee talvolta a pochi metri da p.c. (L1-S8, L1-S10), tuttavia si ritiene che tali evidenze siano legate ad accumuli idrici sospesi al di sopra di importanti livelli a bassa permeabilità.

Nella specifica tratta in esame, la profondità della falda è stata riscontrata tra 20 e 27 m dal piano campagna.

6.2.2.PERMEABILITÀ

I coefficienti di permeabilità k sono stati determinati sulla base dei risultati delle prove di permeabilità Lefranc in foro di sondaggio e sulla base delle prove di dissipazione, trascurando i risultati ottenuti dalle prove edometriche, poiché poco rappresentativi. In alternativa e per conferma, essi sono stati stimati sulla base della seguente Tabella:

Tabella: Stima dei coefficienti di permeabilità in base alla descrizione litologica

k (m/sec)	Grado di permeabilità	Tipo di terreno
$k > 1 \times 10^{-3}$	Alta	Ghiaie
$1 \times 10^{-3} > k > 1 \times 10^{-5}$	Media	Sabbie ghiaiose e Ghiaie sabbiose
$1 \times 10^{-5} > k > 1 \times 10^{-7}$	Bassa	Sabbie fini
$1 \times 10^{-7} > k > 1 \times 10^{-9}$	Molto bassa	Limi e sabbie argillose
$1 \times 10^{-9} > k$	Bassissima (impermeabile)	Argille

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

Nel seguito per i diversi materiali incontrati sono riportate le stime dei parametri di permeabilità da adottarsi poi ai fini geotecnici. A valle delle analisi e considerazioni fatte si sono definiti i seguenti intervalli di valori da adottare per i coefficienti di permeabilità:

Sabbie ghiaiose, Sabbie con ghiaie e Sabbie limose

La permeabilità della matrice sabbioso – ghiaiosa e sabbioso - limosa per la tratta in esame, è stata stimata sulla base delle prove Lefranc, sulla base delle prove di dissipazione e sulla base della granulometria dei campioni raccolti. I valori medi di permeabilità sono pari a $K = 1 \times 10^{-6}$ m/s.

Argille sabbiose, Argille con sabbia e Argille limose

La permeabilità della matrice argilloso – sabbiosa e argilloso - limosa per la tratta in esame, è stata stimata sulla base delle prove Lefranc, sulla base delle prove di dissipazione e sulla base della granulometria dei campioni raccolti. I valori medi di permeabilità sono pari a $K = 1 \times 10^{-10}$ m/s.

Sulla base degli intervalli sopra definiti e tenendo conto della stratificazione dei materiali si è valutato di assumere valori diversi di permeabilità nelle due direzioni orizzontale e verticale (in particolare ipotizzando $k_h = 2 \div 10$ kv) e di adottare conservativamente, all'interno dell'intervallo, valori più bassi di permeabilità per valutazioni di cedimenti e valori più elevati quando si eseguono valutazioni di elementi di stabilità.

6.2.3.FENOMENO DEGLI OCCHI POLLINI

Con il termine occhi pollini si intendono degli sprofondamenti del terreno, di estensione orizzontale e verticale variabile e che possono interferire con le attività antropiche, legati ad una serie di fenomeni che interessano i depositi sedimentari superficiali e strettamente correlati all'infiltrazione e alla circolazione di acqua nel sottosuolo e alla litologia dei terreni in cui si possono manifestare.

Il fenomeno è tipico del territorio dell'alta pianura, ed in particolare nella fascia lombarda tra Ticino e Adda, ed è associato allo sviluppo di cavità sia in depositi sedimentari cementati (ad esempio, il ceppo) sia in depositi sedimentari non cementati (ad esempio, ghiaie alterate e/o depositi a tessitura fine) per i quali la coesione permette il mantenimento di cavità al loro interno. Le cavità possono essere parzialmente o totalmente riempite di materiale di crollo e/o sedimenti derivanti dalla circolazione idrica sotterranea; la loro genesi avviene per il

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B	FOGLIO 22 di 88

processo noto come piping, che consiste nell'asportazione granulo a granulo di materiale da parte delle acque di infiltrazione diretta circolanti dalla superficie e verso la profondità, generalmente in situazioni in cui depositi meno permeabili sovrastano depositi con grado di permeabilità maggiore.

Dal punto di vista geologico sono stati considerati i dati stratigrafici e geotecnici a disposizione per verificare l'eventuale presenza di livelli di materiale geotecnicamente scadente, della presenza di eventuali cavità e dei fattori scatenanti noti per il fenomeno dei cosiddetti "occhi pollini".

Sulla base delle evidenze stratigrafiche, delle prove SPT eseguite sistematicamente e delle stese tomografie geoelettriche 3d elaborate, è possibile escludere particolari criticità di questo tipo.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

7. COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA PONTE S.PIETRO – BERGAMO E SPOSTAMENTO PROVVISORIO LINEA TREVIGLIO – BERGAMO.

I documenti di riferimento e di input per lo sviluppo del progetto definitivo sono stati:

- rilievi celerimetrici eseguiti da Italferr nel 2019 (coordinate gaussiane);
- progetto di base assoluta di RFI in formato dwg, georeferenziato nelle coordinate del rilievo celerimetrico Italferr;
- TabellinoApprovatoBG-Calolzio.pdf: tabelle del progetto di base assoluta RFI;
- FL 28 Lecco-Brescia (giugno 2015);
- FL 29 Milano-Brescia/Bergamo (giugno 2007).

Le specifiche funzionali richieste dalla Committenza sono:

- categoria di massa assiale D4 (senza limitazioni di velocità);
- ammissione dei ranghi di velocità A, B, C;
- PMO4 (esistente)/PMO5.

Alla luce dei documenti di riferimento sopra elencati, si specifica che lo stato attuale, rappresentato nelle planimetrie di linea e preso a riferimento nello sviluppo del progetto definitivo della Sottofase 1, consiste in:

- andamento planimetrico e altimetrico del binario esistente costituito dalla base assoluta ricevuta da RFI, georeferenziata nelle coordinate Gauss-Boaga;
- stato esistente e progetto definitivo sia di Raddoppio che della deviata provvisoria della Treviglio in coordinate Gauss-Boaga.

L'intervento in oggetto è il lotto 9, comprendente la realizzazione della sede che ospiterà il completamento del raddoppio della linea Bergamo - Ponte S.Pietro, la posa dell'armamento del binario dispari di raddoppio dalla p.k. 1+659,97 alla pk 0+923,097 e lo spostamento provvisorio della linea Treviglio-Bergamo sul nuovo sedime della linea Bergamo - Ponte S.Pietro.

Il prolungamento della sede del raddoppio sarà realizzato sempre con interruzione totale dell'esercizio ferroviario della linea Bergamo - Ponte S.Pietro e con le medesime caratteristiche del progetto di raddoppio (appalto 2) già redatto a marzo 2020.

Per il completamento dell'armamento del raddoppio saranno effettuati:

- la demolizione della comunicazione 60 UNI/400/0,074dx e del paraurti ad attrito Tipo 1 costituenti il passaggio doppio semplice sviluppato da altro appalto (pk 1+659,97);

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

- la posa del binario dispari della nuova linea per Ponte S.Pietro, dalla pk 1+659,97 alla pk 0+923,097, con riposizionamento della comunicazione 60 UNI/400/0,074dx per la chiusura doppio-singolo binario e posa di un paraurti ad attrito Tipo 1.

Il binario dispari del raddoppio risulta caratterizzato da una curva di raggio 575 m e raccordi di transizione asimmetrici (175 m lato Ponte S.Pietro e 107.701 m lato Bergamo) con sopraelevazione di 130 mm e velocità di tracciato di 100 km/h (in analogia al restante raddoppio).

Per la realizzazione del nuovo sottovia di via S.Bernardino, che dovrà avvenire per fasi, si propone una deviata provvisoria della linea Treviglio - Bergamo che vada ad occupare la sede del futuro raddoppio della linea Bergamo-Ponte San Pietro.

Tale deviata si richiude sui binari esistenti della linea per Treviglio-Bergamo (progetto di base assoluta RFI) senza interferire con le opere esistenti di sottoattraversamento di via Autostrada lato Bergamo e di via San Tommaso de' Calvi lato Treviglio.

La deviata provvisoria (binario pari) ha origine con una parziale modifica della curva policentrica esistente in ingresso: tale curva vede un tracciato planimetrico coerente con l'esistente dalla progressiva km 19+846.43 fino alla progressiva km 20+461.57, ma caratterizzato da una riduzione di velocità di tracciato da 140 km/h a 75 km/h e conseguente abbassamento della sopraelevazione da 140 mm a 30 mm. Tale intervento permette di "uscire" dalla transizione lato Bergamo di 20 m esistente con una velocità di 75 km/h e, tramite un rettifilo di circa 44 m, una curva di raggio 750 m e transizione 30 m, portarsi in corrispondenza del sedime della linea Bergamo-Ponte San Pietro.

A seguire si ha un tratto di rettifilo di circa 240 m che insiste sulla nuova parte nord (appena realizzata) dell'opera di via S.Bernardino (km 20+813.233); su tale rettifilo si ha la presenza di una comunicazione 60/400/0.074 sx ad interasse 4.00 m, che va funzionalmente a sostituire la comunicazione esistente sulla linea Treviglio, ora non più utilizzabile.

Dopo tale rettifilo, il tracciato si va a chiudere sul rettifilo esistente di base assoluta della linea Bergamo-Treviglio (prima dell'opera esistente di Via Autostrada) con un flesso a contatto, caratterizzato da velocità di tracciato di 75 km/h, transizioni 30 m e raggio 660 m/664 m (km 21+213.58).

Dal punto di vista altimetrico, la deviata provvisoria segue l'andamento delle livellette esistenti fino al sottopasso di via San Tommaso de' Calvi (che quindi non è interessato da modifiche planimetriche/altimetriche), per poi sposare l'andamento altimetrico del futuro raddoppio della linea Bergamo-

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

Ponte S.Pietro in corrispondenza del rettifilo su via S.Bernardino e poi riportarsi all'altimetria della linea Treviglio-Bergamo in corrispondenza dell'allaccio al binario esistente.

L'interasse risulta variabile, da 3.63 m sulla policentrica esistente fino a 4.00 m in corrispondenza della variante, per poi richiudersi a 4.00 m sull'esistente.

In corrispondenza del rettifilo sull'opera di via S.Bernardino è importante segnalare quanto segue:

- i binari della deviata provvisoria sono caratterizzati da un andamento altimetrico pari a quello dei binari di raddoppio; ciò comporta la realizzazione di un binario che verrà riutilizzato tal quale dal raddoppio;
- è presente un tratto di parallelismo plano-altimetrico fra i binari della deviata provvisoria/futuro raddoppio e binari linea Treviglio-Bergamo esistente, fondamentale per l'inserimento delle comunicazioni di cantiere;
- si determina un non perfetto parallelismo altimetrico sull'opera di via S.Bernardino fra la deviata provvisoria/futuro raddoppio e la linea Treviglio-Bergamo esistente, studiato appositamente per garantire una coerenza delle quote sulle spalle del nuovo ponte, che risulta obliquo.

La deviata provvisoria è l'itinerario della linea Treviglio-Bergamo durante la realizzazione della parte di opera sud del viadotto di via S.Bernardino, ultimata la quale la linea ritorna sul suo sedime originario, con le medesime caratteristiche plano altimetriche di base assoluta a meno degli accorgimenti su via S.Bernardino.

Nella prima fase, per garantire l'accesso dei mezzi di cantiere alla zona sotto intervento, è necessario collegare il binario dispari della deviata con il binario esistente della linea Bergamo – Ponte S.Pietro attraverso un flesso avente curve di raggio 30000 m e clotoidi da 20 m, alla curva esistente di raggio 20000 m.

La realizzazione della deviata è necessaria per la realizzazione di un tratto di muro e barriera fonoassorbente a sud della linea storica e per la realizzazione del nuovo viadotto su via San Bernardino, perché esiste l'esigenza, da parte di RFI, di mantenere attiva questa linea durante la realizzazione delle varie opere.

7.1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Come anticipato all'interno del precedente paragrafo, il tracciamento della deviata provvisoria, ha inizio alla progressiva 19+835,780 (mentre l'inizio intervento sull'armamento comincia poco dopo, al km 19+846,430) e per il primo tratta ricalca fedelmente, dal punto di vista plano-altimetrico, l'asse esistente della linea Treviglio –

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

Bergamo; alla progressiva 20+461,57 la deviata si stacca dalla linea storica e torna sulla linea esistente al km 21+213,582.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa delle principali opere ferroviarie di linea previste in progetto:

- Sulla linea Bergamo – Ponte San Pietro:

WBS	Tipologia di opera	Progressiva	
		da km	a km
VI03	Viadotto via San Bernardino	1+034.926	1+065.018
RI01	Rilevato ferroviario	1+065.018	1+218.545
VI04	Viadotto via dei Caniana	1+218.545	1+253.533

- Sulla linea Treviglio – Bergamo:

WBS	Tipologia di opera	Progressiva	
		da km	a km
RI06	Rilevato ferroviario	20+481.570	20+801.925

Il progetto nel suo complesso è composto da un tratto in rilevato sulla linea Bergamo - Ponte S.Pietro, tra i viadotti di via San Bernardino e di via dei Caniana, e dall'allargamento del rilevato esistente sulla Treviglio – Bergamo, per la realizzazione della deviata.

7.2. SEZIONI TIPO DEL CORPO FERROVIARIO

Nel seguito vengono descritte le sezioni tipologiche di intervento adottate per il progetto del corpo ferroviario.

7.2.1. SEZIONE TIPO LINEA BERGAMO – PONTE SAN PIETRO

Le tipologie di intervento adottate per il completamento del raddoppio tra i viadotti di via San Bernardino e di via dei Caniana sono le seguenti:

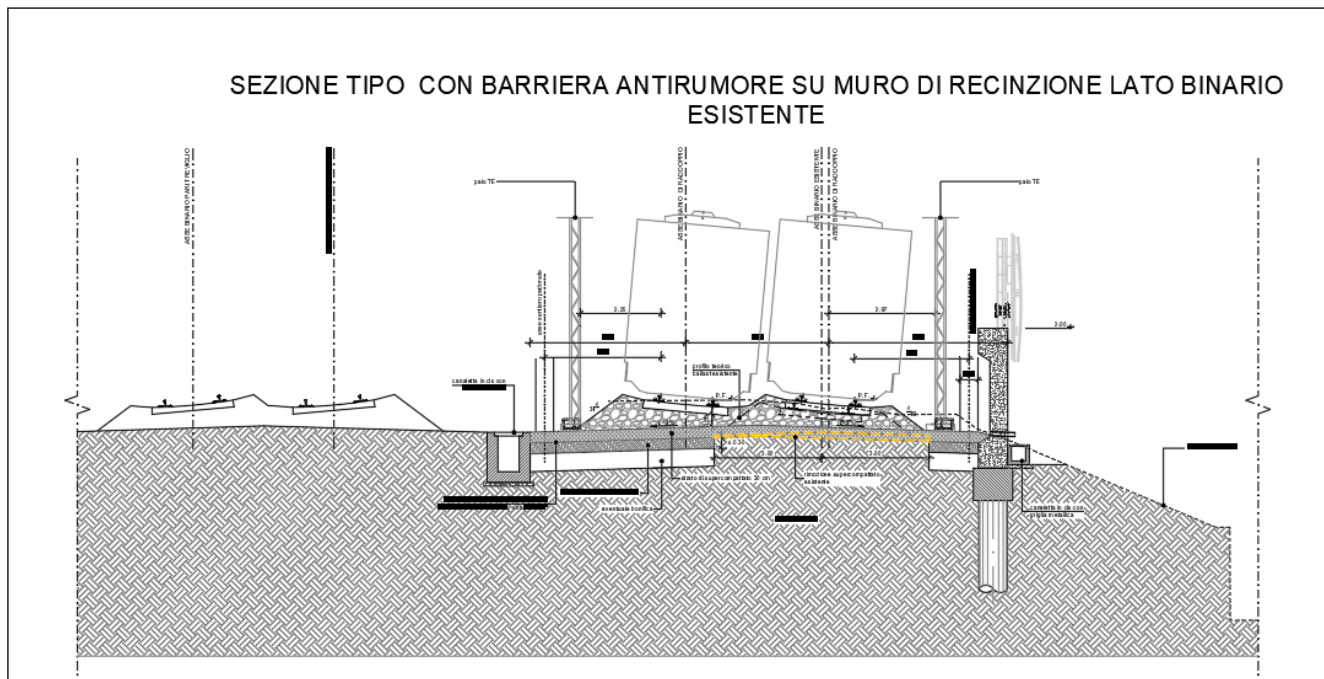


Figura 3 – Sezione tipo con barriera antirumore su muro di recinzione lato binario esistente.

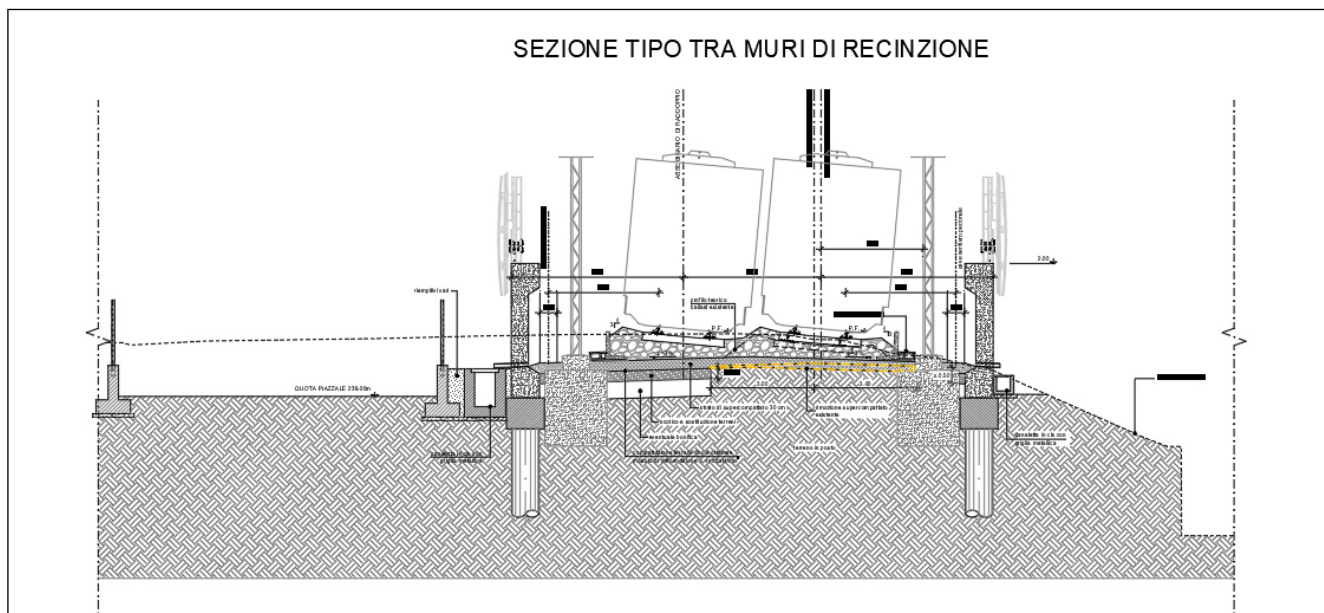


Figura 4 – Sezione tipo tra muri di recinzione

La sezioni tipo previste sono applicabili a linee ferroviarie con velocità massima non superiore a 200 km/h.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

Il raddoppio viene realizzato a 4,00 metri dalla nuova posizione del binario dispari della linea Bergamo - Ponte S.Pietro, che si discosta piano-altimetricamente in modo limitato ma non trascurabile (> 5 cm) dal binario esistente, per cui si prevede il rifacimento dello strato di supercompattato su tutta la larghezza della piattaforma ferroviaria.

La piattaforma ha come piano di scivolamento delle acque lo strato di supercompattato, dello spessore di 30 cm. La pendenza trasversale delle falde dello strato di supercompattato è pari a al 3%, permettendo così il deflusso delle acque.

L'organizzazione della piattaforma ferroviaria prevede sul lato esterno di ciascun binario un sentiero pedonale di larghezza minima pari a 0.50 m, per consentire al personale di servizio di spostarsi con la massima sicurezza rispetto alla circolazione dei rotabili; l'asse del sentiero pedonale è posto a 3.25 m dall'interno della rotaia. Il filo interno del palo TE è posto ad una distanza di 2.25 m dall'interno della rotaia più vicina. Sono inoltre presenti due canalette portacavi di larghezza pari a 0.50 m.

Fino a una distanza di 3.00 m dall'asse del binario esistente si assume che il rilevato in essere, attualmente impegnato dal traffico ferroviario, sia idoneo a sostenere i carichi derivanti dalla nuova configurazione dei binari, per cui lo scotico di 50 cm del piano campagna è previsto a partire da questa distanza; nel caso risultasse necessario prevedere un sottostante strato di bonifica, questo dovrà avere spessore di almeno 0.50 m.

La posa del nuovo supercompattato prevederà la rimozione di uno strato di spessore variabile del supercompattato esistente nell'intorno di 3.00 m dall'attuale posizione del binario, a causa dell'innalzamento della livelletta nel tratto oggetto d'intervento.

In entrambe le sezioni sono presenti muri di recinzione su cui vengono montate le barriere antirumore; la distanza tra asse binario di progetto e lato esterno del muro di recinzione è pari a 5.00 m, distanza che consente di evitare l'interferenza con i blocchi di fondazione dei pali TE di utilizzo più ricorrente, senza comportare l'allontanamento del piede del rilevato dall'asse binario.

Attraverso i barbacani situati sulla base del muro di recinzione l'acqua raccolta dalla piattaforma viene raccolta e allontanata da ambo i lati su canalette idrauliche rettangolari. Le canalette idrauliche sono realizzate in conglomerato cementizio e presentano generalmente una larghezza interna utile pari a 0.50 m.

7.2.2.SEZIONE TIPO DEVIATA PROVVISORIA

Le tipologie di intervento adottate per la realizzazione della deviata provvisoria sono le seguenti:

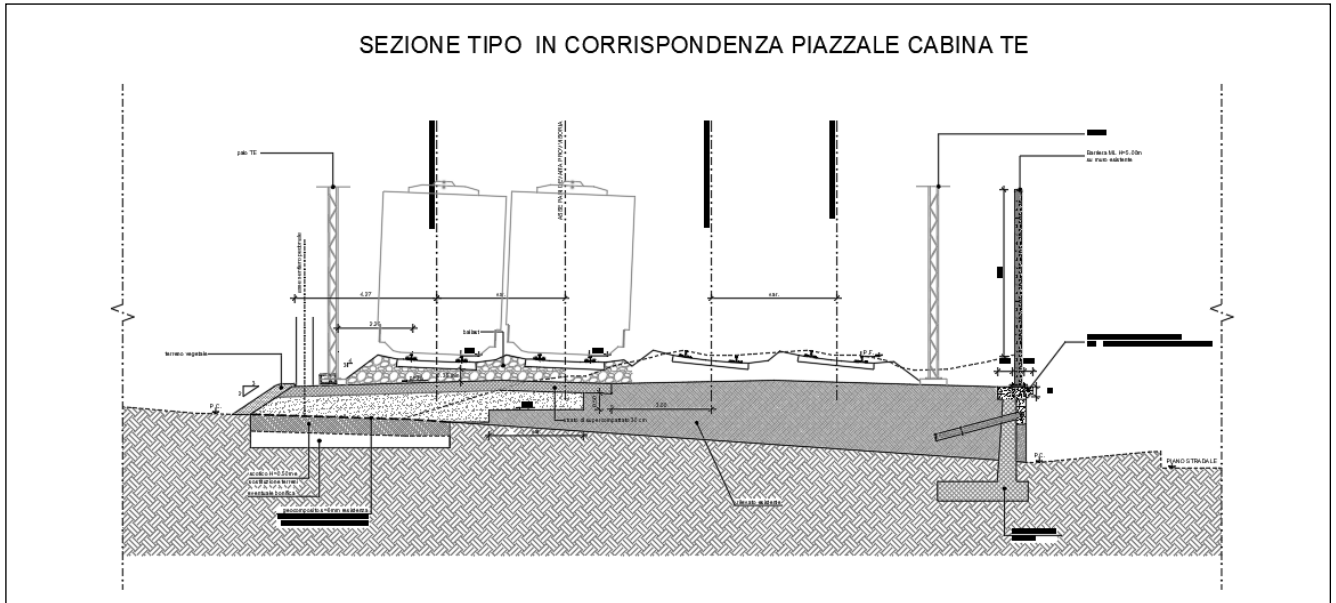


Figura 5 – Sezione tipo in corrispondenza del piazzale

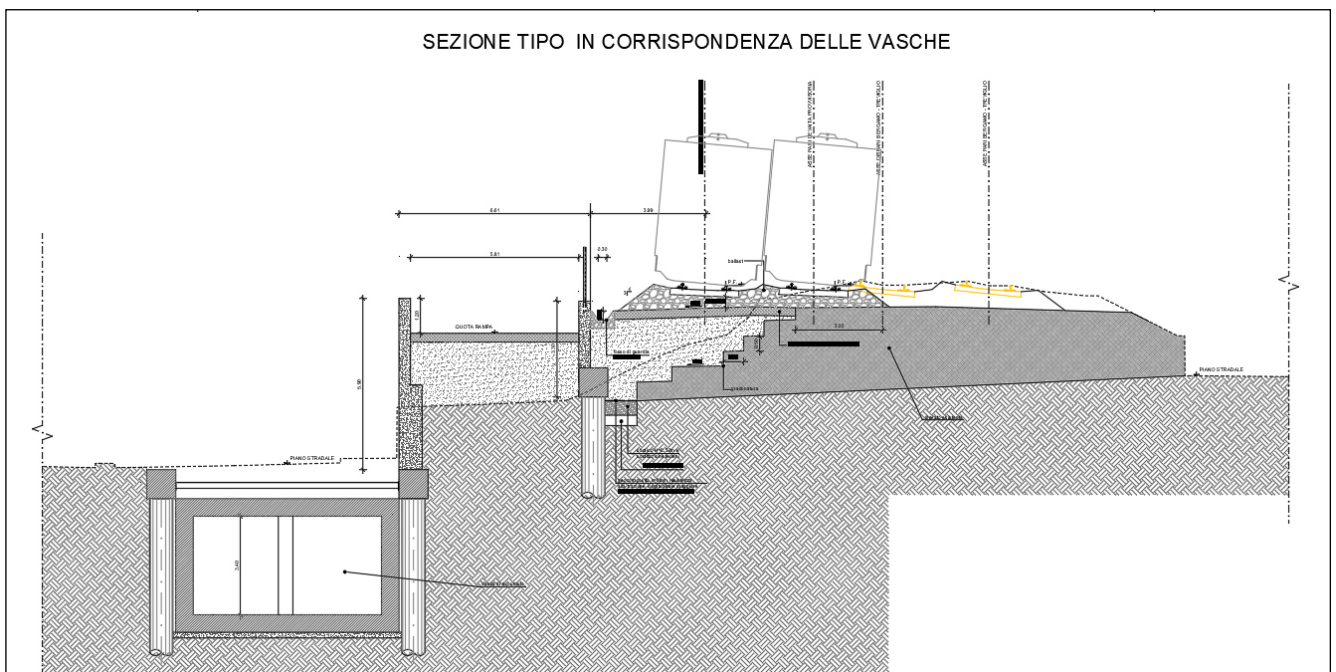


Figura 6 – Sezione tipo in corrispondenza delle vasche

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

L'allargamento del rilevato viene effettuato soltanto sul lato sinistro (direzione Bergamo) del binario dispari della linea Treviglio.

La piattaforma ferroviaria ha come piano di scivolamento delle acque lo strato di supercompattato, dello spessore di 30 cm. La pendenza trasversale della falda del supercompattato verso l'esterno della piattaforma è pari a al 3%, permettendo così il deflusso delle acque.

In corrispondenza delle vasche di drenaggio, lungo il muro (lato ferrovia) viene predisposto un fosso di guarda per la raccolta delle acque di piattaforma.

Fino a una distanza di 3.00 m dall'asse del binario dispari esistente si assume che il rilevato in essere, attualmente impegnato dal traffico ferroviario, sia idoneo a sostenere i carichi derivanti dalla nuova configurazione dei binari, per cui solo a partire da questa distanza saranno effettuati la posa del nuovo supercompattato, lo scavo a gradoni su cui ammorsare il nuovo rilevato e, per allargare l'impronta della massicciata esistente, lo scotico di 50 cm del piano campagna; nel caso risultasse necessario prevedere un sottostante strato di bonifica, questo dovrà avere spessore di almeno 0.50 m.

Il corpo del rilevato ferroviario e lo strato di fondazione verranno realizzati con terre provenienti da cava. Le scarpate del rilevato presentano una pendenza costante trasversale con rapporto 3 in orizzontale e 2 in verticale.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

CARATTERISTICHE TECNICHE DEL TRACCIATO

7.2.3.BINARIO PARI DEVIATA PROVVISORIA

Lunghezza intervento	1367.150 m
Velocità tracciato	75 km/h
Velocità in deviata apparecchi di binario	60 km/h
Raggio planimetrico minimo	660 m
Raccordo clotoidico minimo	20 m
Sopraelevazione massima	150 mm
Interasse binari	Da 4.00 m a 3.555 m
Pendenza massima	-9.196 ‰
Raggio raccordo verticale minimo	10000 m

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

8. IDROLOGIA E IDRAULICA

8.1. COMPATIBILITA' IDRAULICA

Dall'analisi della normativa vigente in materia di aree di esondazione si evidenzia che l'area interessata dalla realizzazione delle opere di progetto non ricade nelle fasce fluviali di esondazione ai sensi del PAI, mentre interessa in alcuni punti aree a pericolosità di alluvioni elevata, con tempo di ritorno dell'evento di precipitazione di 20/50 anni, in particolare:

- nel comune di Curno (km 5+169) la Roggia Curna attraversa la ferrovia nei pressi del passaggio a livello di via Roma; ad essa è associata un'area a pericolosità di alluvioni elevata (H), con tempo di ritorno dell'evento di precipitazione di 20/50 anni;
- nel comune di Bergamo (abitato Longuelo), km 3+260, la stessa area di pericolosità della Roggia Curna interseca la ferrovia verso est seguendo la Roggia Serio. Analizzando le recenti memorie dell'abitato di Longuelo, si evince che è una zona soggetta ad allagamenti, favoriti dalla pendenza del territorio e dalla crescente urbanizzazione che ha interessato l'area. Le aree allagabili ricadono nel reticolo secondario di pianura (RSP) nello scenario frequente (H), tempo di ritorno 20 – 50 anni.

Queste aree sono state adeguatamente studiate dagli enti locali e, attraverso la realizzazione di vasche di laminazione e risezionamenti ad opera di altri enti, sarà ripristinata la protezione dei centri urbani e quindi l'eliminazione della perimetrazione di tali aree come idraulicamente pericolose.

Gli interventi in progetto sono, inoltre, classificabili come interventi di interesse pubblico, si rimanda quindi alle indicazioni fornite dall'art. 38 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Po.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

Art. 38. Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico

1. Fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30, all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. A tal fine i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità, che documenti l'assenza dei suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche, da sottoporre all'Autorità competente, così come individuata dalla direttiva di cui la comma successivo, per l'espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino.
2. L'Autorità di bacino emana ed aggiorna direttive concernenti i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni tecniche relative alla predisposizione degli studi di compatibilità e alla individuazione degli interventi a maggiore criticità in termini d'impatto sull'assetto della rete idrografica. Per questi ultimi il parere di cui al comma 1 sarà espresso dalla stessa Autorità di bacino.

Rimandando alle relative relazioni specialistiche, si può affermare che l'intervento in oggetto non costituisce significativo ostacolo al deflusso, non comporta una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso e non concorre ad incrementare le condizioni di rischio, né in loco né in aree limitrofe. Inoltre, l'intervento in essere:

- ✓ non pregiudica la possibilità di sistemazione idraulica definitiva dell'area;
- ✓ non produce effetti negativi nei sistemi geologico ed idrogeologico, assicurando l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti;
- ✓ garantisce il mantenimento della funzionalità ed operatività proprie della struttura in casi di evento alluvionale;
- ✓ assicura il mantenimento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area e la sicurezza delle opere di difesa esistenti;
- ✓ non producendo effetti né in termini di modifica di deflussi idrici, né in termini di squilibrio degli attuali bilanci della risorsa idrica (prelievi e scarichi).

A valle dell'analisi riportata è possibile affermare che le nuove opere in progetto risultano idraulicamente compatibili con le norme che disciplinano gli interventi ricadenti in aree interessate da inondazioni secondo gli strumenti normativi.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

8.2. IDROLOGIA E SOSTENIBILITA'

Alla base dell'analisi idrologica applicata, in un'ottica di massimizzazione della sostenibilità ambientale e di resilienza ai cambiamenti climatici, si è applicato il confronto tra diverse curve di possibilità climatica tra i quali quelle implementate dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e quelle curve del progetto STRADA della Regione Lombardia. Una volta individuati questi strumenti di pianificazione sono state analizzate le celle sulle quali ricadono la linea e gli interventi di nuove viabilità.

Sono state confrontate le celle idrologicamente uniformi, trovando quelle massime per PAI e STRADA. Tali massimi sono stati paragonati ed è emerso che le curve del progetto STRADA sono idraulicamente le più gravose, per tutti I tempi di ritorno indagati.

Come ulteriore strumento di controllo, al fine di avvalorare la scelta, sono state recuperate le curve di possibilità climatica del PTCP della provincia di Bergamo, derivanti da un'elaborazione secondo Gumbel delle registrazioni al pluviometro di Bergamo.

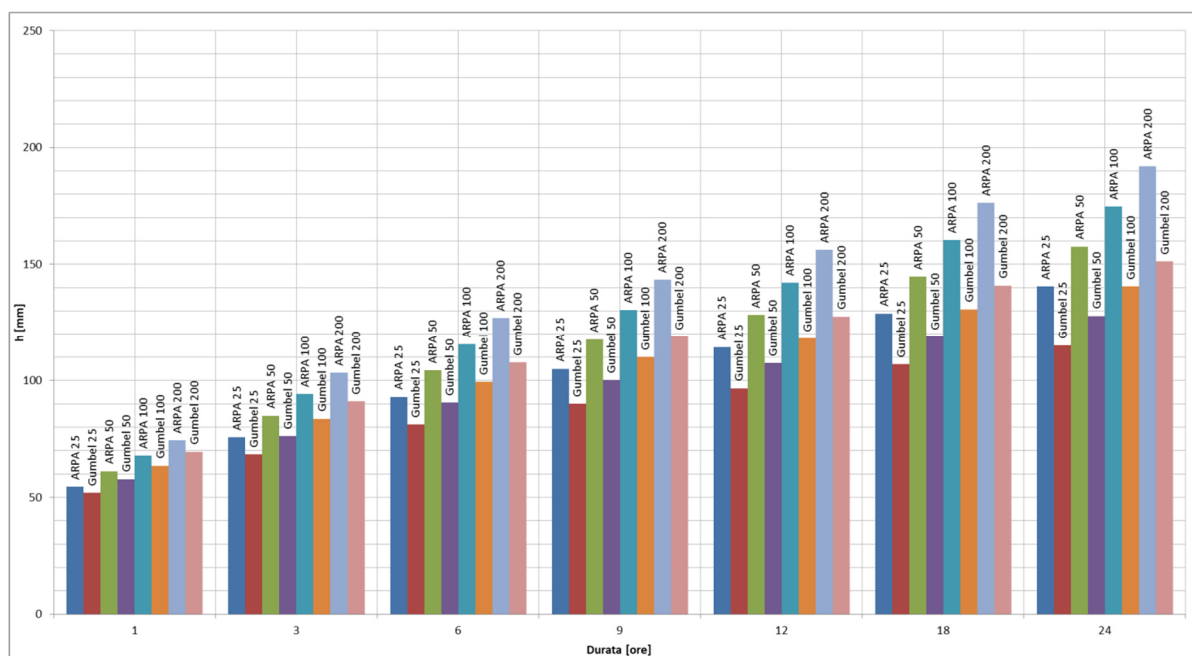


Figura 7 – Confronto curve massime Arpa e dati elaborati con Gumbel

Il raffronto, come da figura precedente, conferma la scelta effettuata e dimostra che per durate inferiori a circa 45 minuti le curve del progetto STRADA restituiscono altezze di pioggia maggiori per tutti i tempi di ritorno analizzati. Il progetto ha quindi fatto riferimento a questi parametri idrologici.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

8.3. SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Il progetto di smaltimento idraulico della linea ferroviaria prevede la raccolta, il collettamento, l'accumulo e il recapito delle acque meteoriche afferenti la piattaforma ferroviaria del tratto intercluso tra i due viadotti in progetto.

A seconda della sezione tipologica ferroviaria è previsto l'utilizzo di specifici elementi idraulici; si possono perciò individuare delle metodologie di drenaggio, ovvero canalette, collettori di attraversamento della sede ferroviaria, trincee drenanti e aree di laminazione.

Il regolamento regionale 23 novembre 2017 – n.7 “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12”, aggiornato con modifiche e integrazioni n.7/2018 e n.8/2019, limita la portata di acqua da poter scaricare all'interno dei ricettori finali; per far fronte a tale normativa nel progetto è previsto l'utilizzo di vari sistemi in funzione dello spazio e della permeabilità del suolo. In particolare, per rispettare i limiti imposti allo scarico dalle normative vigenti, in pubblica fognatura o su corpi idrici superficiali, visti le limitate aree a disposizione e la posizione strategica dell'intervento, ci si è avvalsi di una vasca di laminazione che consentisse uno portata scaricata limitata considerando che l'intero tratto e il piazzale devono essere dimensionati con tempo di ritorno pari a 100 anni (MdP RFI).

8.3.1. SEZIONI TIPO IDRAULICHE

Nel caso di barriera antirumore di progetto si prevede lo scarico puntuale delle acque meteoriche cadute sulla piattaforma ferroviaria attraverso dei fori di dimensioni 12x12 cm passo 3 m realizzati nella barriera, all'interno di una canaletta beolata in cls posizionata al di sopra del rilevato esistente.

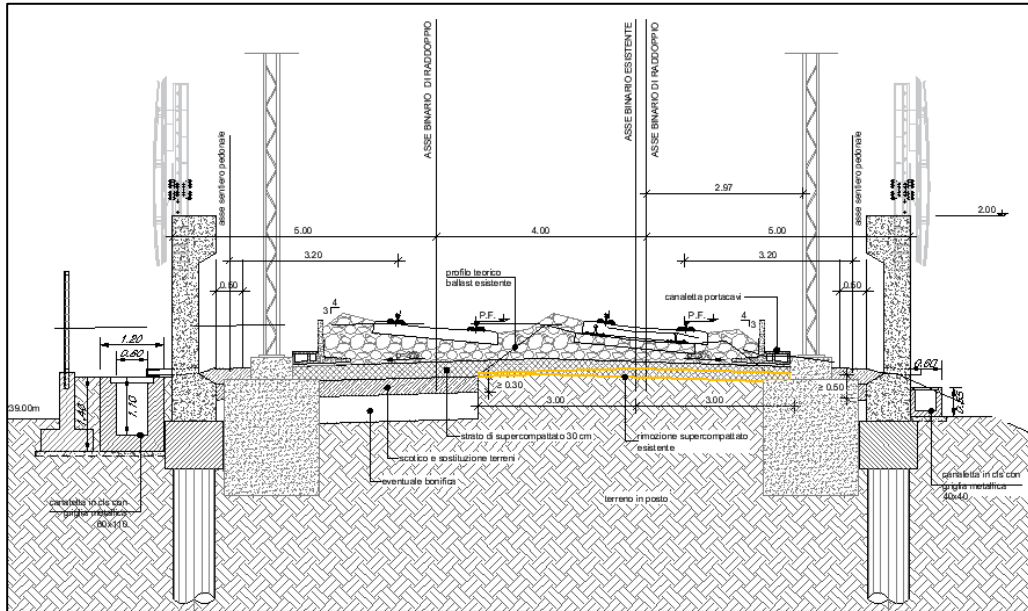


Figura 8 – Gestione delle acque in presenza dei muri di recinzione/barriere antirumore

Le canalette, in alcuni punti specifici, attraversano la piattaforma ferroviaria a mezzo di tubazioni in PVC.

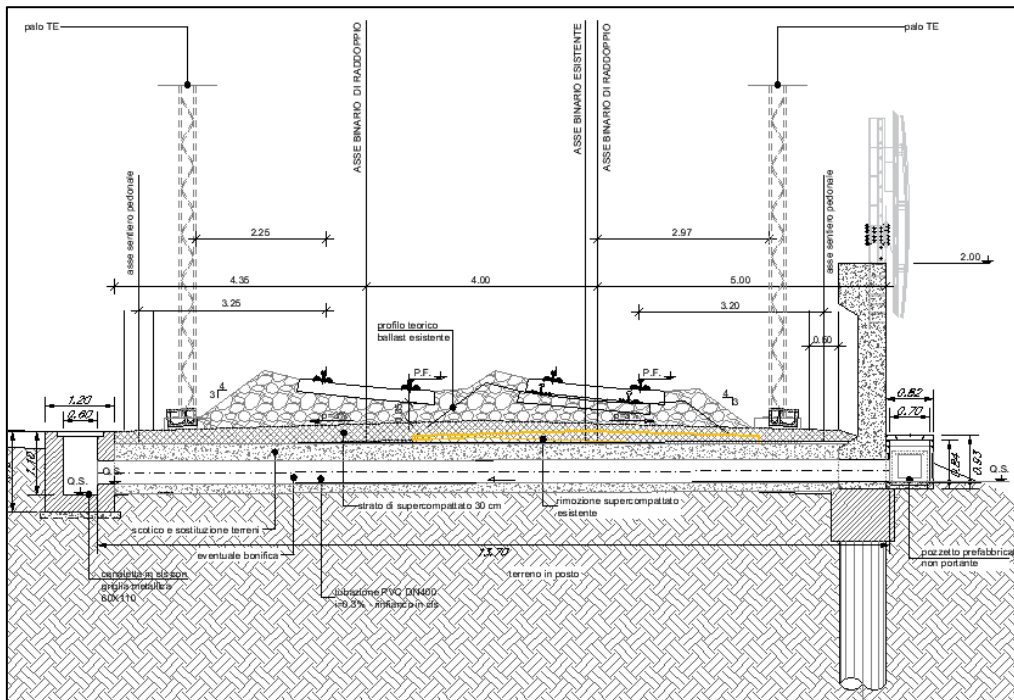


Figura 9 – Sistema di attraversamento

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

Per quanto riguarda il piazzale FA06 è stato previsto un sistema di raccolta delle acque meteoriche costituito da pozzetti e collettori che raccolgono anche una parte delle acque defluenti su metà della piattaforma ferroviaria della linea Bergamo – Treviglio.

Il recapito finale del sistema di raccolta delle acque meteoriche a servizio della piattaforma ferroviaria e del piazzale tecnologico è rappresentato da una vasca di laminazione (dimensioni interne 5.40 x 34.20 x 3.70 m), dimensionata con un tempo di ritorno di 100 anni, che garantisce il rispetto del principio di invarianza idraulica.

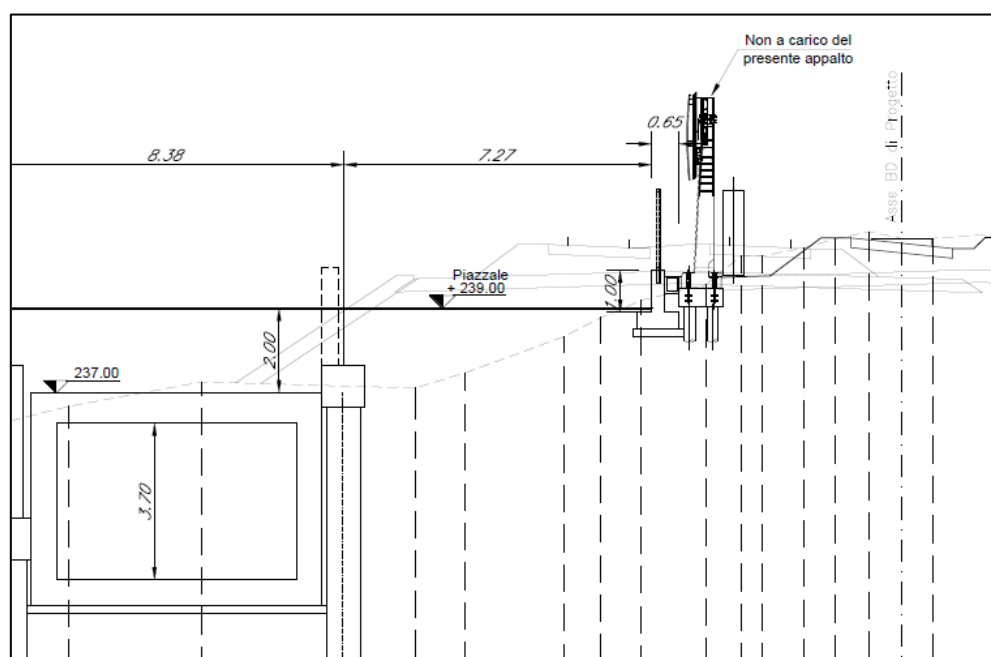


Figura 10 – Vasca di sollevamento ferrovia

La vasca è dotata di un impianto di sollevamento che, attraverso una condotta in pressione lunga circa 135.00 m, scarica, a sud, all'interno della roggia Oriolo Grasso esistente.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

9. BARRIERE ANTIRUMORE E MURI DI RECINZIONE

È prevista la realizzazione di barriere antirumore rettificata fondate su micropali o ancorate su muri di recinzione e di barriere metalliche su muri di sostegno esistenti, del seguente tipo:

- H2 (+3.0 m su P.F.)
- H3 (+4.0 m su P.F.)
- H5 (+5.0 m su P.F.)
- H10 (+7.5 m su P.F.)

9.1. BARRIERE ANTIRUMORE FONDATE SU MICROPALI

Sono previste le seguenti:

- H5 (+5.0 m su P.F.)
 - lato Sud Linea BG-Treviglio da pk 20+610 a pk 20+636 L= 26 m
 - Cordolo: bxh = 120x55 cm
 - Micropali: n.2/[0,70x1,50]m – L = 7,00 m

Le fondazioni saranno realizzate con micropali di diametro 250 mm dotati di armatura tubolare in acciaio di diametro 168.3 mm; sulla testa di tali micropali verrà poi realizzato un cordolo in conglomerato cementizio armato al quale vengono poi ancorate le basi delle barriere antirumore.

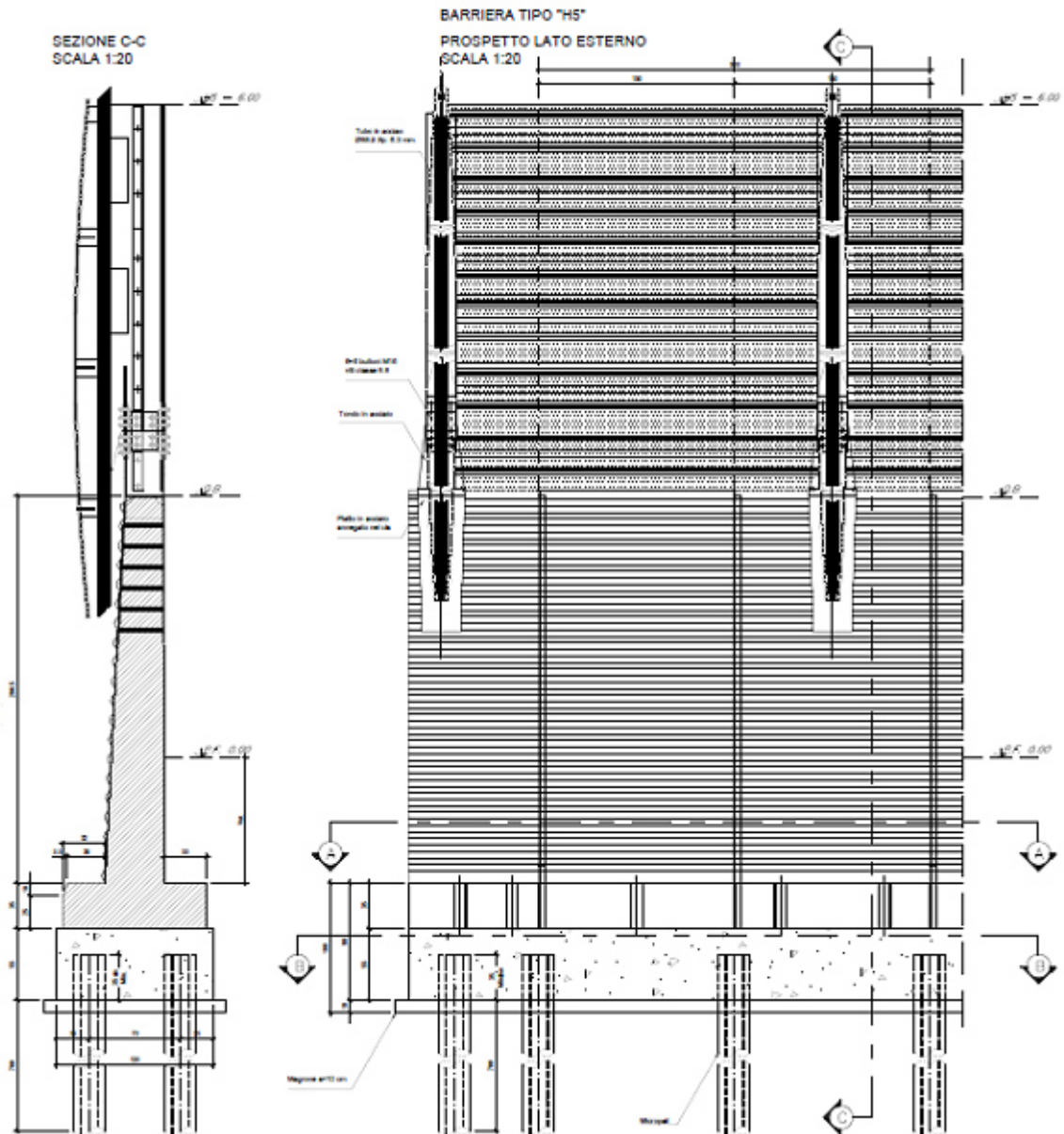


Figura 11 - Barriera tipo H5

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

9.2. BARRIERE ANTIRUMORE ANCORATE SU MURI DI RECINZIONE

Sono previste le seguenti:

- H2 (+3.0 m su P.F.)
 - Linea BG-Ponte S.Pietro lato Sud da pk 1+178.183 a pk 1+234.203 L = 56 m
- H10 (+7.5 m su P.F.)
 - Linea BG-Ponte S.Pietro lato Nord da pk 1+065.018 a pk 1+218.545 L = 152 m

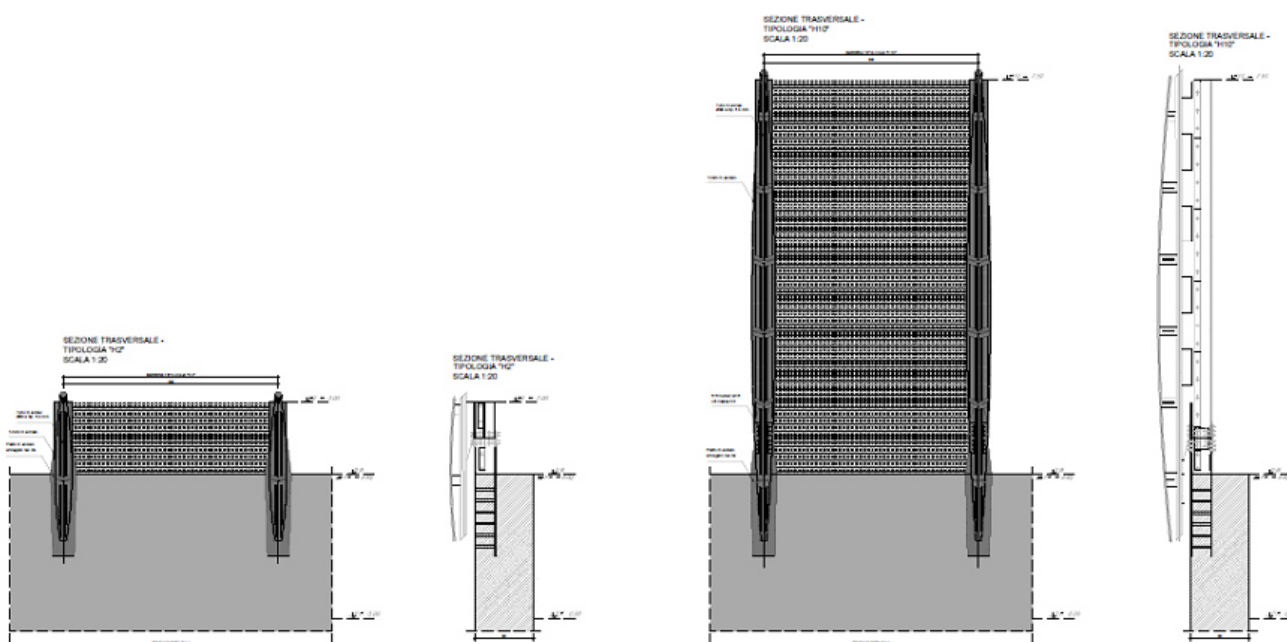



Figura 12 - Barriera tipo H2 e H10 su muri di recinzione

9.3. MURI DI RECINZIONE

I muri di recinzione sono previsti a protezione dei fabbricati limitrofi alla ferrovia contro un potenziale svio del convoglio. Le tratte protette sono le seguenti:

- Linea BG-Ponte S.Pietro lato Sud da pk 1+178.183 a pk 1+234.203 L = 56 m
- Linea BG-Ponte S.Pietro lato Nord da pk 1+065.018 a pk 1+218.545 L = 152 m

L'altezza del muro di recinzione sul P.F. è pari a 2,00 m. L'altezza totale del paramento, invece, è funzione della profondità di scavo rispetto al profilo del terreno, ovvero rispetto al profilo di sbancamento, eseguito preventivamente per la realizzazione del corpo stradale, in modo da limitare tale profondità di scavo ad $h \leq 1.10$

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

m, compatibile con uno scavo a sezione ristretta. Si prevede nel tratto in oggetto un'unica tipologia - Muro tipo 1 - $H = 3.90$ m.

Il muro è fondato su pali $\Phi 800$ di lunghezza $L = 8$ m, ad interasse di 1,80 m, collegati in testa da un cordolo di dimensioni $b \times h = 1.10 \times 0.90$ m.

La distanza del muro di recinzione dal binario (misurata tra spigolo esterno del muro ed asse binario) è stata scelta in base ai vincoli imposti dell'edificato adiacente alla ferrovia e/o in funzione di ostacoli presenti sulla sede ferroviaria stessa:

- In generale: $d = 5.00$ m
- In corrispondenza portale TE $d = 6.50$ m

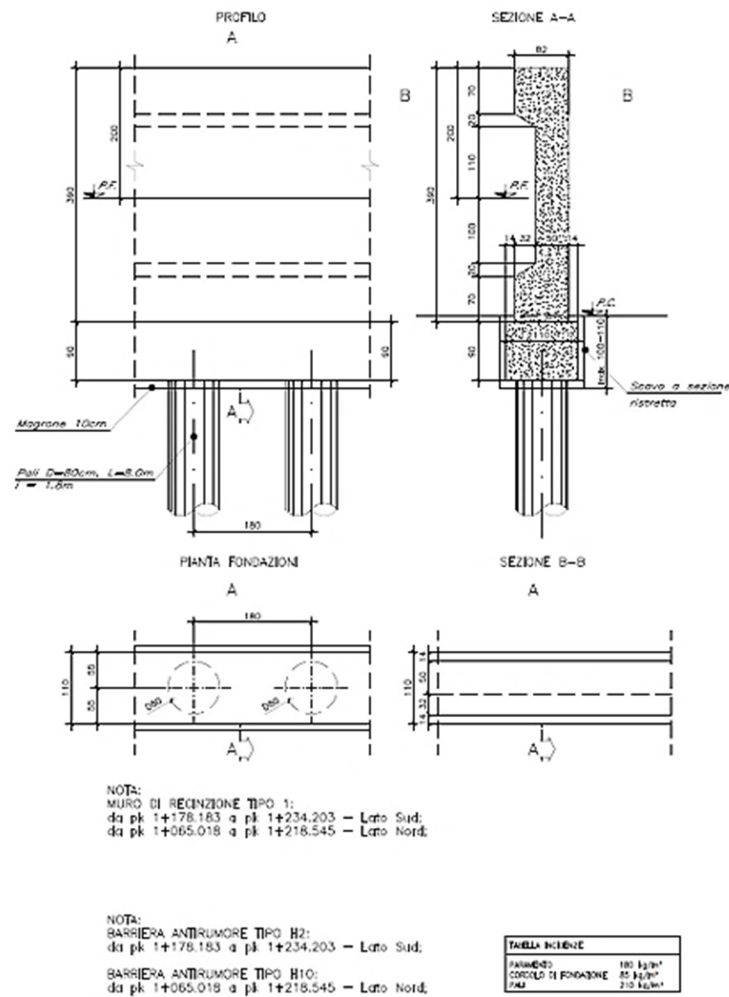


Figura 13 - Muri di recinzione - tipo 1

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B	FOGLIO 42 di 88

9.4. OPERE DI SCAVALCO

Nei tratti in cui le Barriere Antirumore o i Muri di recinzione incrociano un ostacolo (es. blocchi di fondazione sostegni TE), sono previste opere di scavalco per i Muri di recinzione:

- Scavalco singolo - Luce: $L = 2 \text{ m}$ → scavalco con una nicchia ricavata inferiormente, spalle fondate su 3 pali ravvicinati per lato;
- Scavalchi doppi in diverse tipologie con luci $L \leq 3 \text{ m}$ → scavalco con doppie nicchie ricavate inferiormente, spalle fondate su un numero di pali ravvicinati variabile tra un minimo di 9 e un massimo di 11 a seconda della lunghezza del modulo.

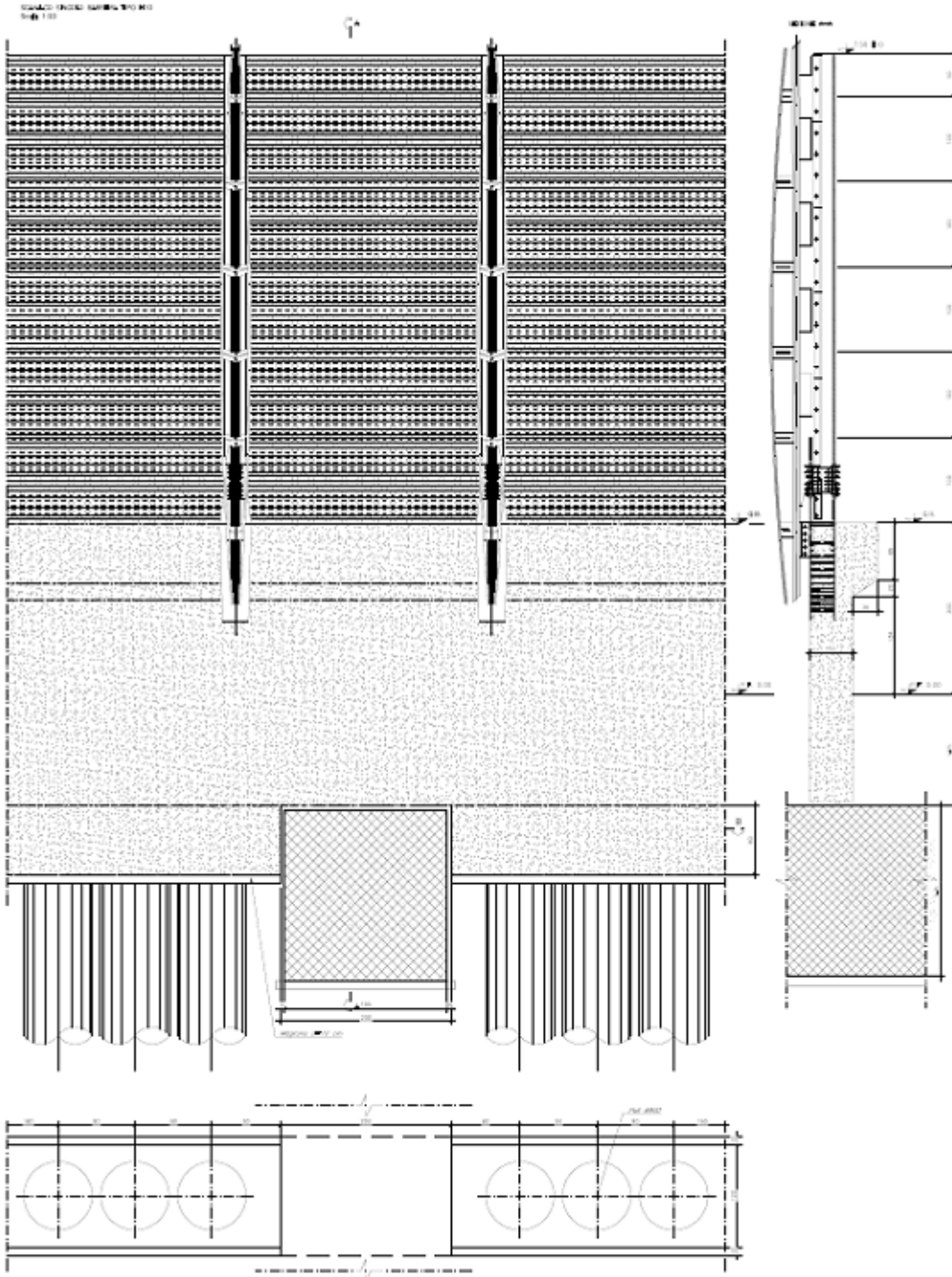


Figura 14 - Muro di Recinzione – scavalco singolo con L=2m

Relazione tecnica generale opere civili

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09 D 26	RG	OC0000 001	B	44 di 88

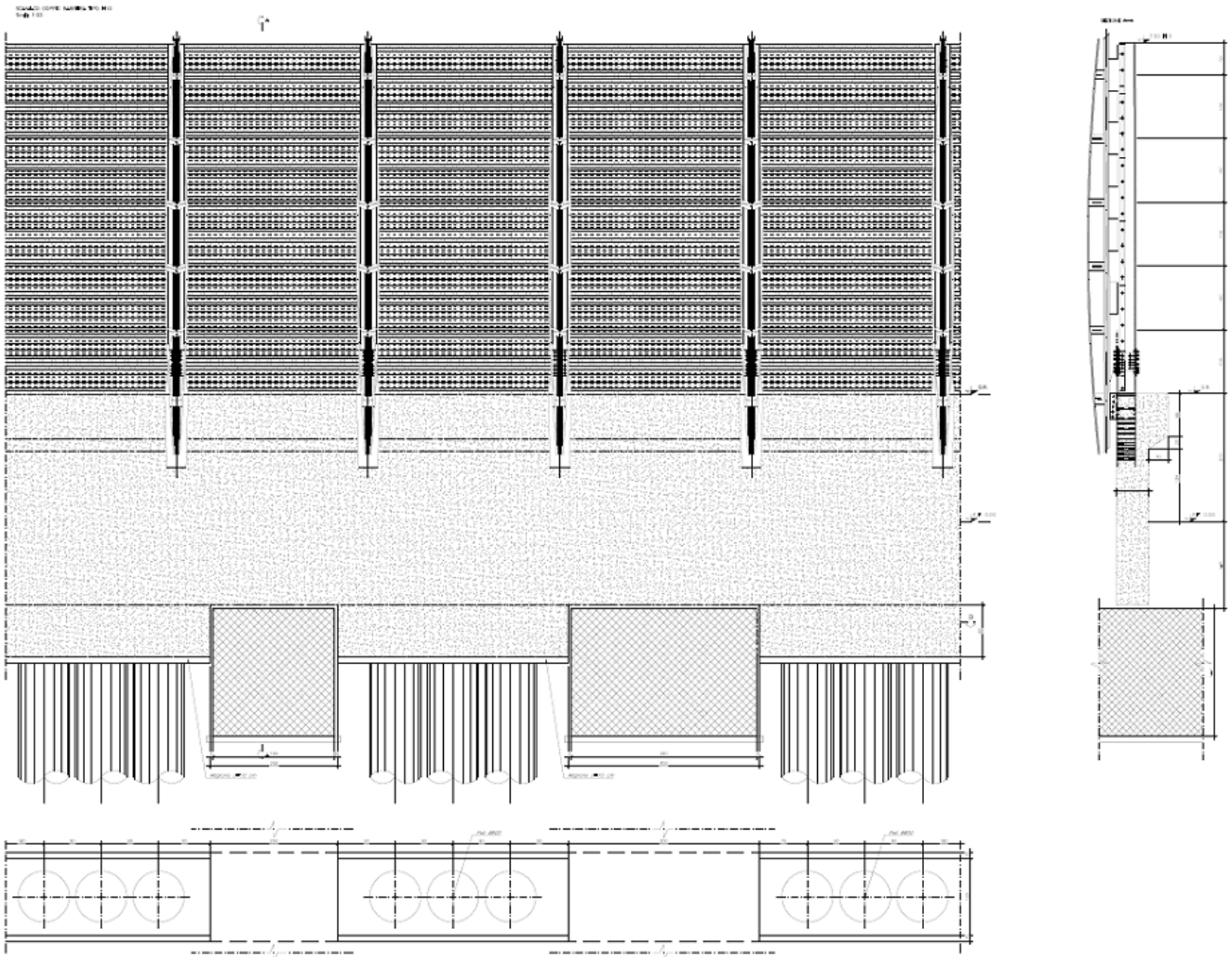


Figura 15 - Muro di Recinzione – scavalco doppio con L1=2m e L2=3m.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

9.5. BARRIERE ANTIRUMORE METALLICHE SU MURI DI SOSTEGNO ESISTENTI

Sono previste le seguenti:

- H3 (+3.0 m su P.F.)
 - Linea BG-Treviglio lato Sud da pk 20+703.122 a pk 20+801.925 L = 99 m
- H5 (+5 m su P.F.)
 - Linea BG-Treviglio lato Sud da pk 20+636.738 a pk 20+703.122 L = 66 m

Nel tratto in cui il piano di mitigazione acustica richiede un'altezza della barriera pari a 3.00 m da p.f., è stata prevista una struttura metallica leggera costituita da montanti HEB 200 con interasse 2 m e pannelli fonoassorbenti ancorati al cordolo di testa del muro esistente, come indicato in figura.

Per quanto riguarda la verifica dei muri di sostegno esistenti sono state considerate le sezioni denominate G ed N, come da elaborati di riferimento delle carpenterie ed armature del progetto esistente (progetto costruttivo RFI, 2004). In questo tratto non sono emerse carenze di resistenza dei muri esistenti e pertanto non sono stati previsti interventi di rinforzo degli stessi.

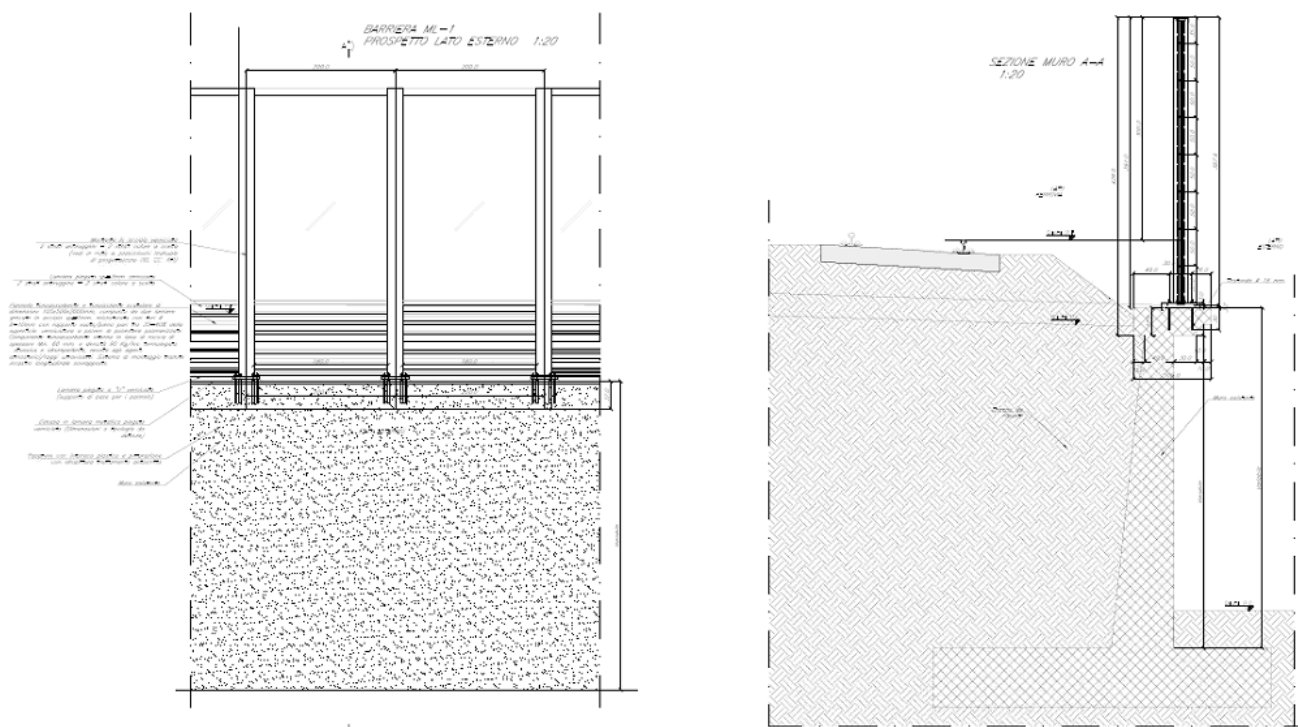


Figura 16 – Barriera ML H=3m su muro di sostegno esistente.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

Si prevedono delle nicchie per l'aggiramento dei sostegni della TE ancorati al paramento del muro esistente, come mostrato in figura.

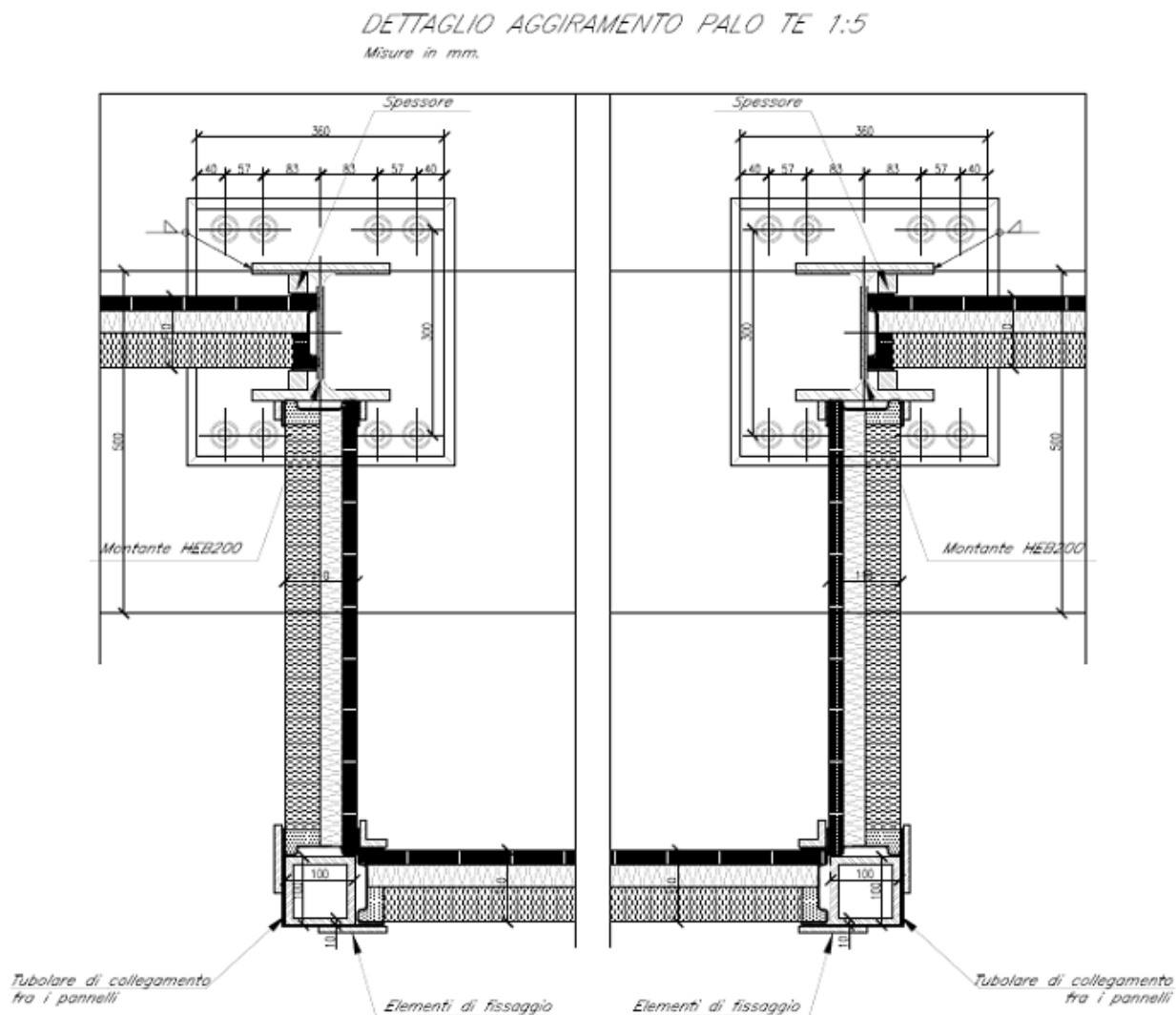



Figura 17 – Nicchia per aggiramento sostegni TE.

Nel tratto in cui il piano di mitigazione acustica richiede un'altezza della barriera pari a 5.00 m da p.f., è stata prevista una struttura metallica leggera costituita da montanti HEB 220 con interasse 2 m e pannelli fonoassorbenti ancorati al cordolo di testa del muro esistente, come indicato in figura.

Per quanto riguarda la verifica dei muri di sostegno esistenti è stata considerata la sezione denominata tipo C, come da elaborati di riferimento delle carpenterie ed armature del progetto esistente (progetto costruttivo RFI,

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

2004). In questo tratto, pur non essendo necessario in base agli esiti delle verifiche, alla luce di alcune incertezze sulle effettive sezioni dei muri esistenti, sono stati previsti interventi di rinforzo degli stessi mediante inserimento di micropali inclinati collegati al paramento del muro, al fine di assorbire le forze orizzontali. Si procede, inoltre, a un intervento di demolizione e ricostruzione dei cordoli previa ripresa dei ferri verticali del paramento, in quanto la resistenza dei cordoli esistenti non è sufficiente ai fini dell'installazione della barriera antirumore.

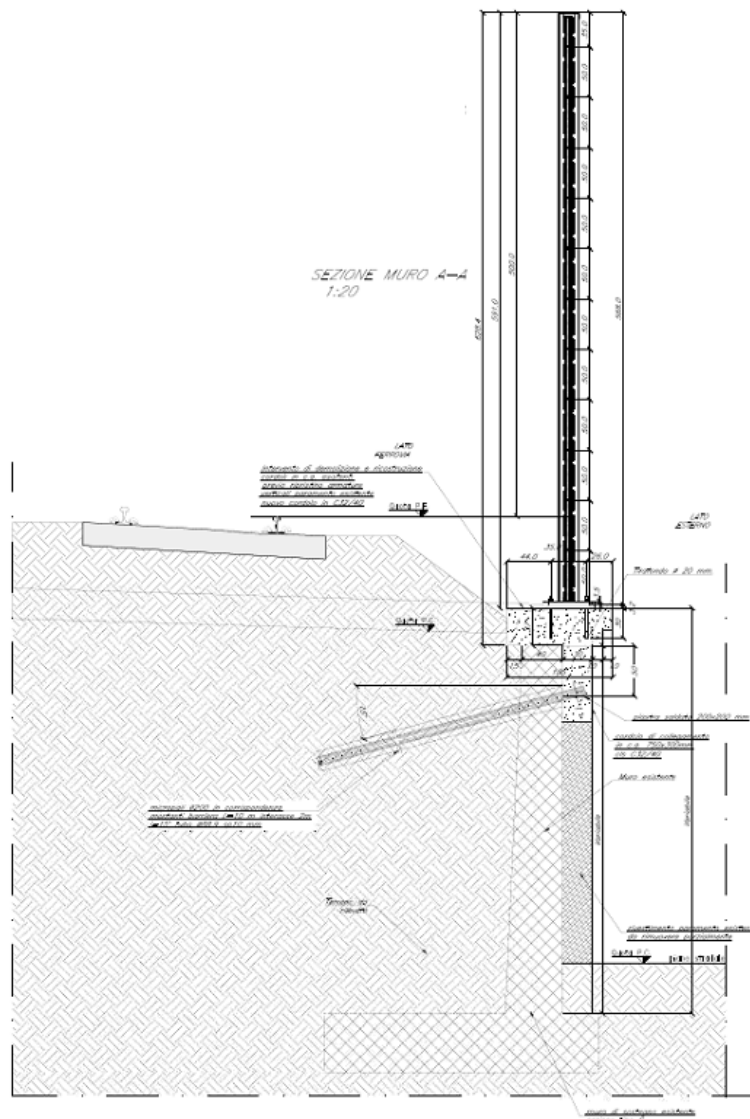



Figura 18 – Barriera ML H=5m su muro di sostegno esistente.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI</p>					
<p>Relazione tecnica generale opere civili</p>	<p>COMMESSA</p> <p>NB1R</p>	<p>LOTTO</p> <p>09 D 26</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RG</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>OC0000 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>48 di 88</p>

10. OPERE D'ARTE

10.1. VI03 – VIADOTTO SU VIA DI SAN BERNARDINO;

Per l'opera in esame è stata predisposta una relazione tecnica specifica, alla quale si rimanda.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

10.2. VI04 – VIADOTTO SU VIA DEI CANIANA

10.2.1. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

L'opera in esame, denominata VI04, è ubicata tra le progressive 1+232 e 1+262 circa.

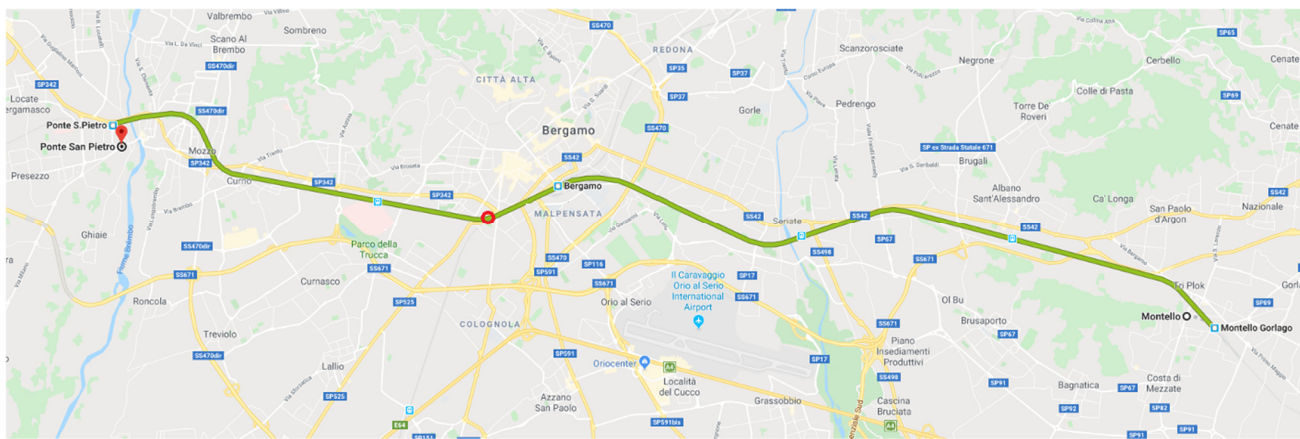


Figura 19 – Ubicazione del tracciato e dell'opera in progetto



Figura 20 – Stralcio ortofoto di Bergamo con individuazione del sottovia di via Caniana

In corrispondenza dell'interferenza con via dei Caniana si rende necessaria la sostituzione dell'attuale ponte a travi incorporate a singolo binario con una nuova opera a doppio binario. Non risulta possibile, infatti, conservare l'attuale viadotto realizzando un nuovo manufatto in affiancamento, in quanto i vincoli al contorno prima e dopo l'attraversamento non consentono di raddoppiare la linea mantenendo il binario esistente sul suo attuale tracciato, bensì impongono di collocare l'asse della nuova sede ferroviaria raddoppiata in posizione mediana all'interno del corridoio infrastrutturale esistente.

La realizzazione di una nuova struttura, d'altro canto, mediante l'adozione di una tipologia strutturale di spessore più ridotto rispetto all'attuale, consente di portare il franco interno verticale della viabilità dagli attuali 4.55 m circa ai 5.00 m richiesti dalla normativa vigente, senza necessità di innalzare il piano ferro della linea ferroviaria esistente e/o riprofilare la livelletta stradale dell'attraversamento.

La tipologia strutturale del nuovo è quella dell'impalcato in acciaio con vasca di contenimento del ballast.

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*

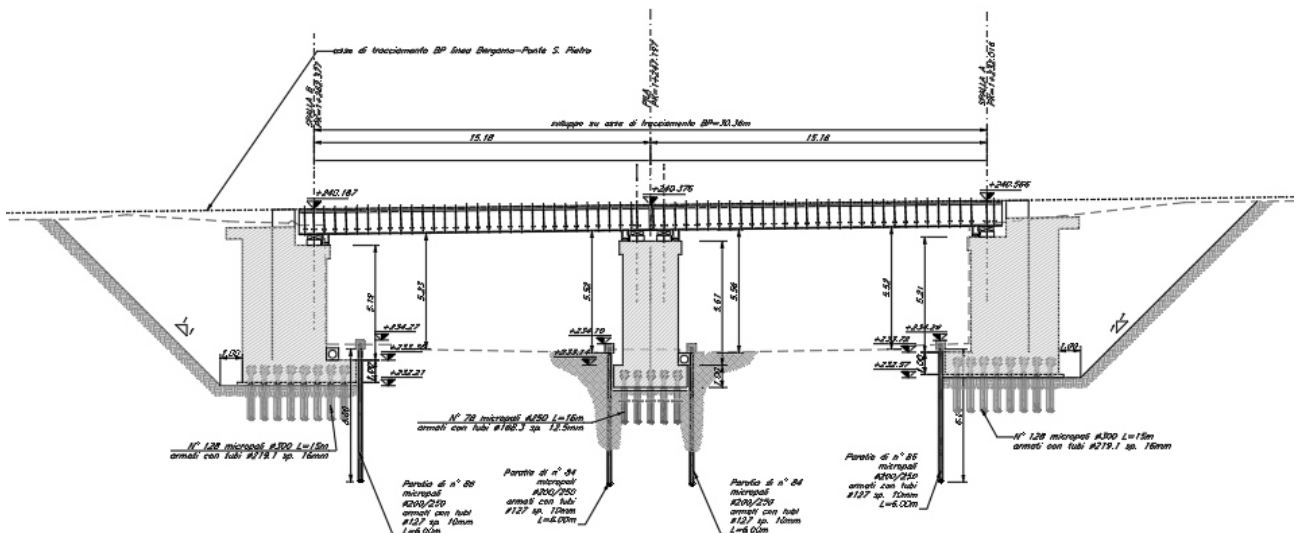


Figura 21 Sezione longitudinale

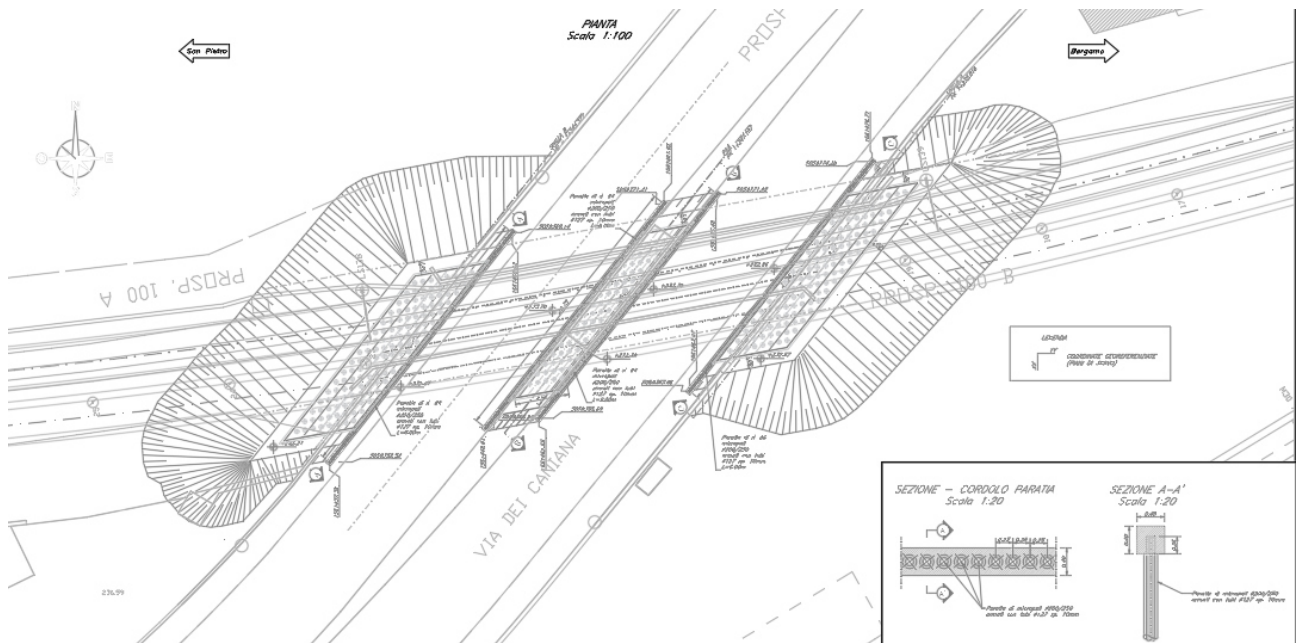


Figura 22 Pianta delle fondazioni e delle opere provvisionali

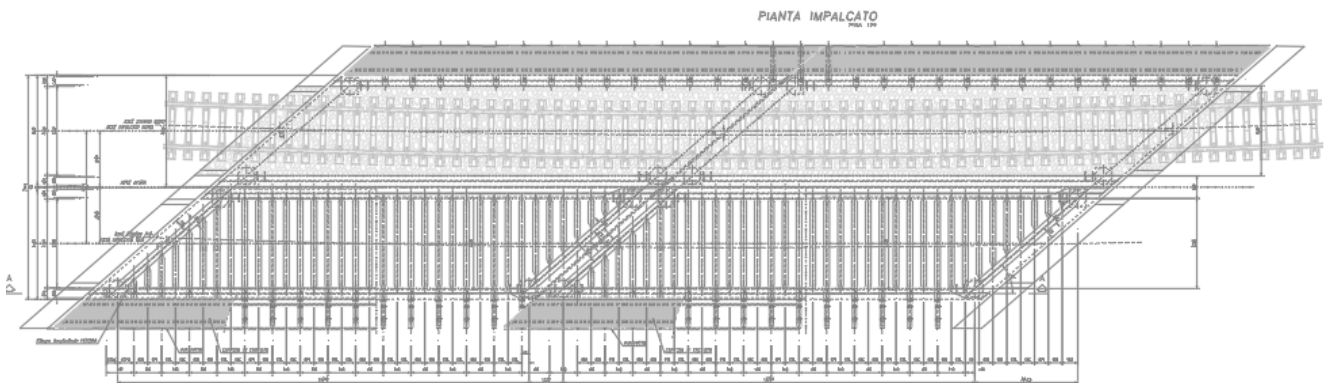


Figura 23 Pianta impalcato

10.2.2. 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.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

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.

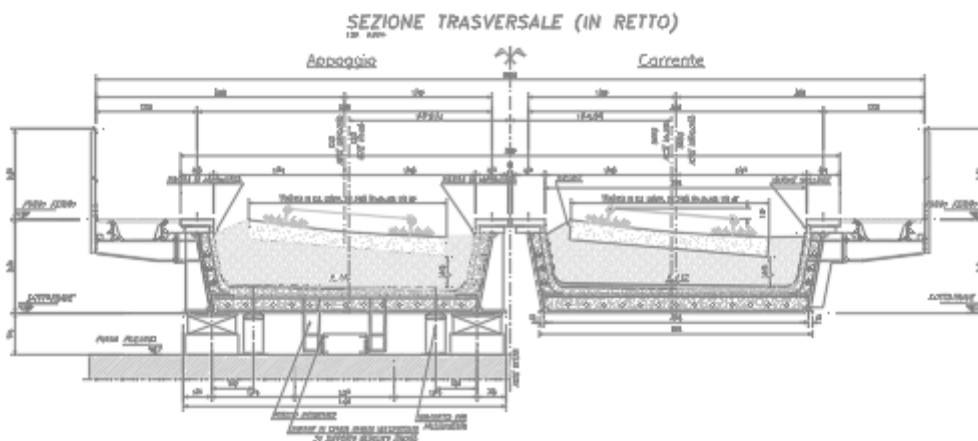


Figura 24 Sezione trasversale impalcato

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

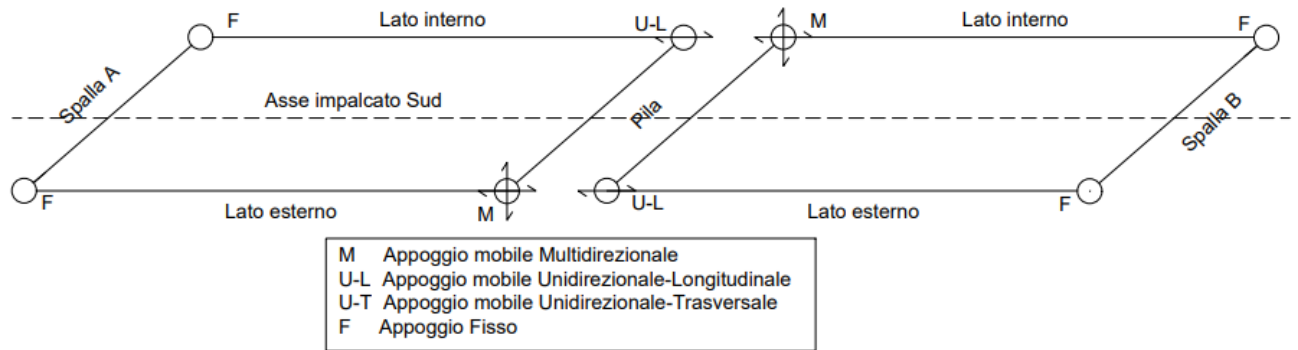


Figura 25 Schema degli apparecchi d'appoggio

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

10.2.3. 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 spiccato 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 spiccato 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.

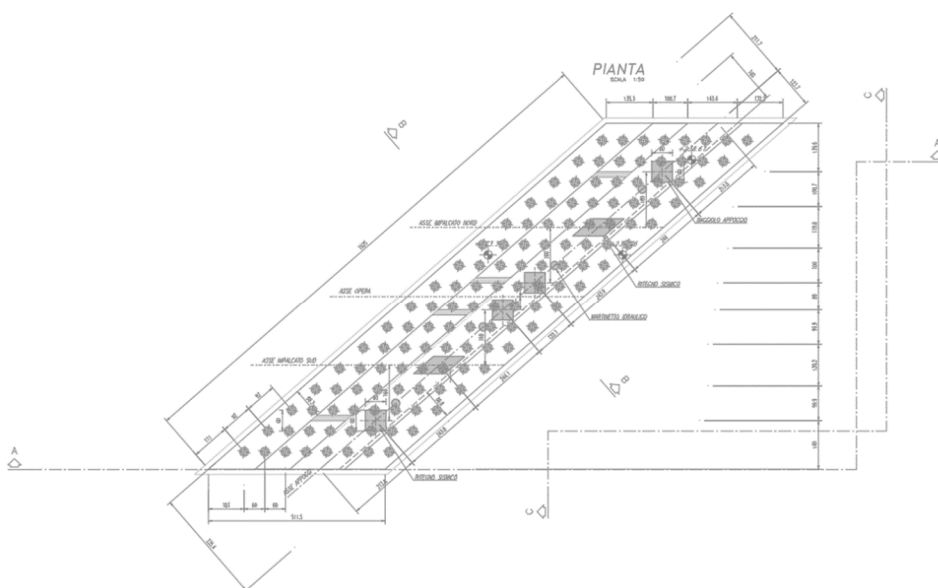


Figura 26 Pianta fondazioni spalla A

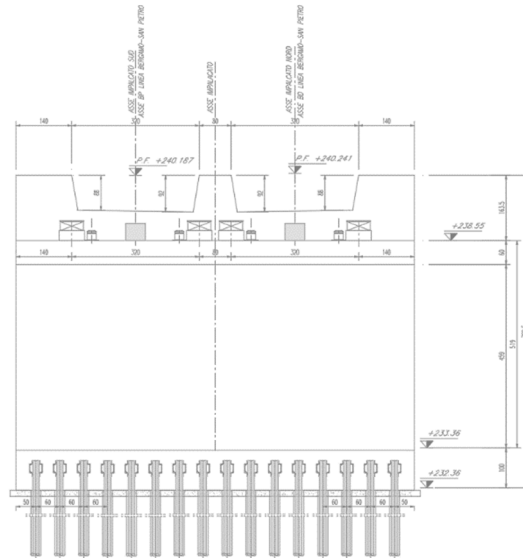


Figura 27 Spalla A – Prospetto C-C

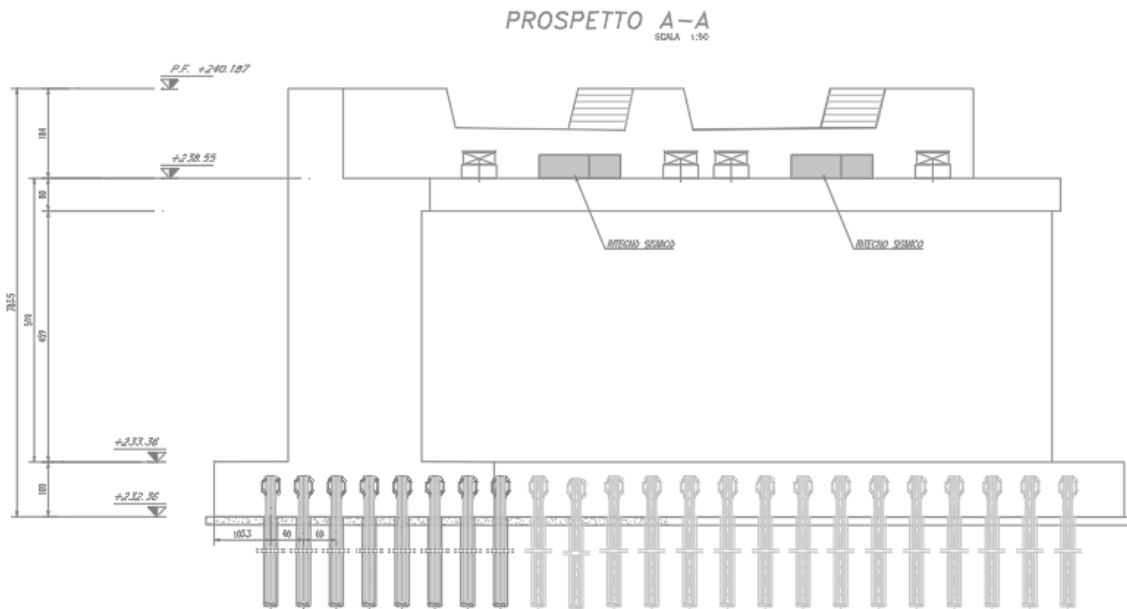


Figura 28 Spalla A – Prospetto A-A

SEZIONE B-B
SCALA 1:50

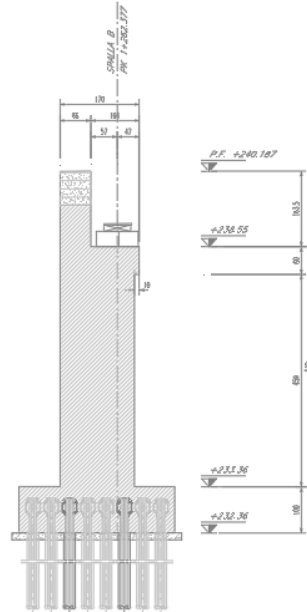


Figura 29 Spalla A – Sezione B-B

SEZIONE B-B
SCALA 1:50

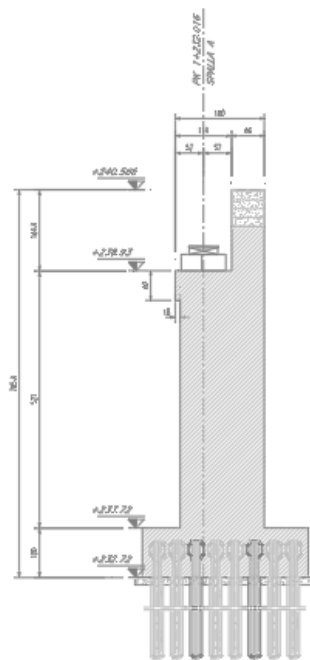



Figura 30 Spalla B – Sezione B-B

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

10.2.4. 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.

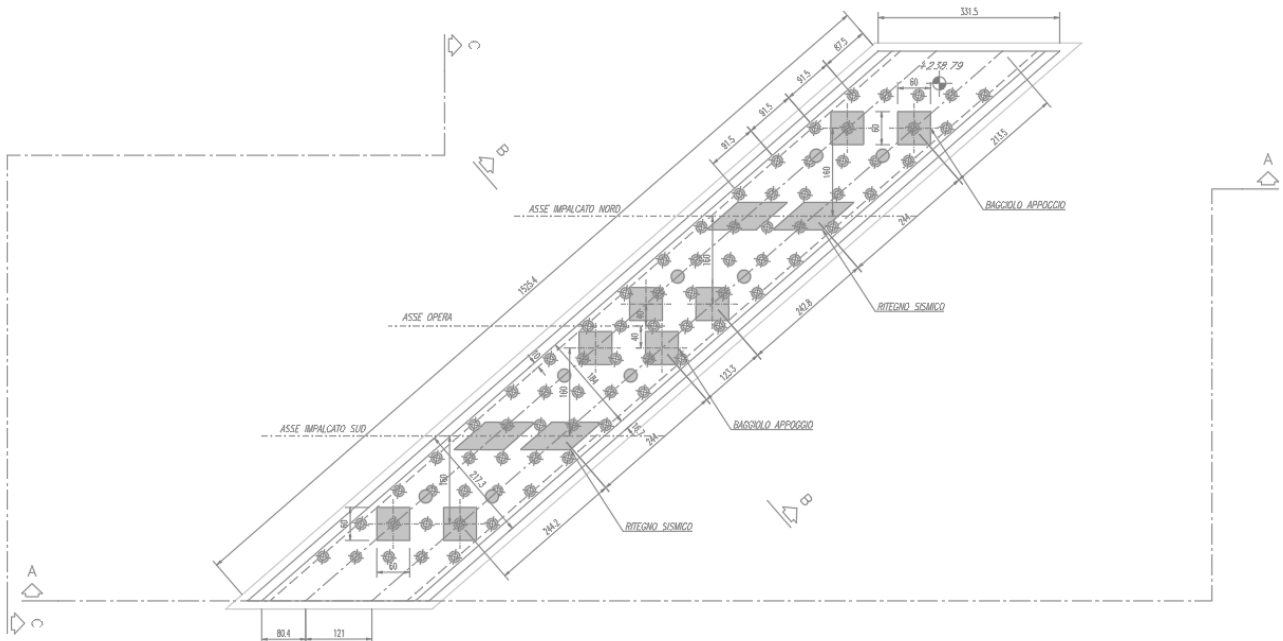


Figura 31 Pianta fondazioni PILA

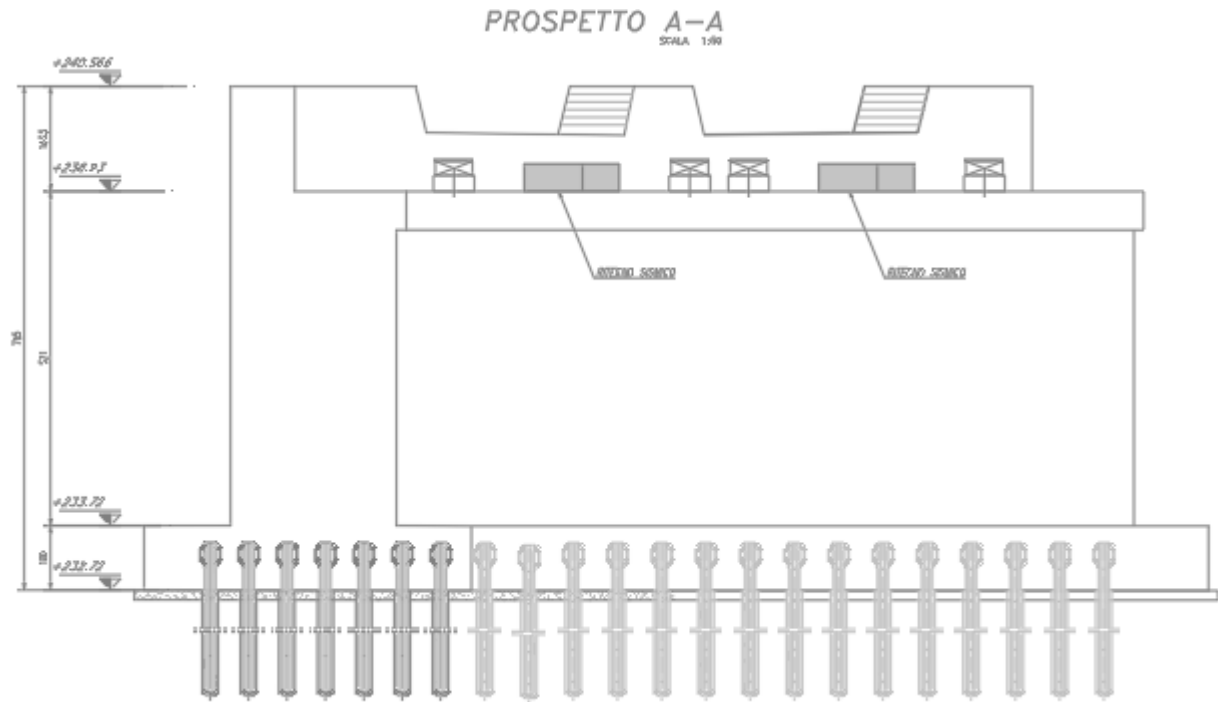


Figura 32 PILA – Sezione A-A

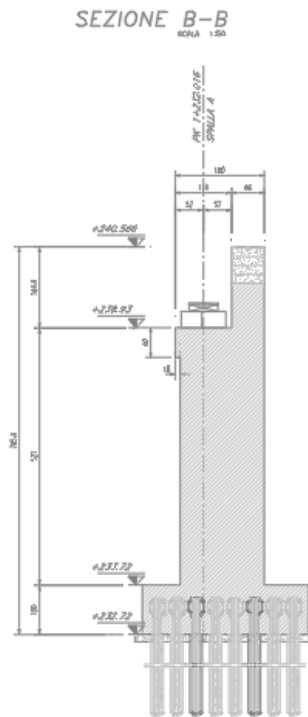


Figura 33 PILA – Sezione B-B

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI</p>												
<p>Relazione tecnica generale opere civili</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB1R</td> <td>09 D 26</td> <td>RG</td> <td>OC0000 001</td> <td>B</td> <td>59 di 88</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB1R	09 D 26	RG	OC0000 001	B	59 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB1R	09 D 26	RG	OC0000 001	B	59 di 88								

10.2.5. 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.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

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.

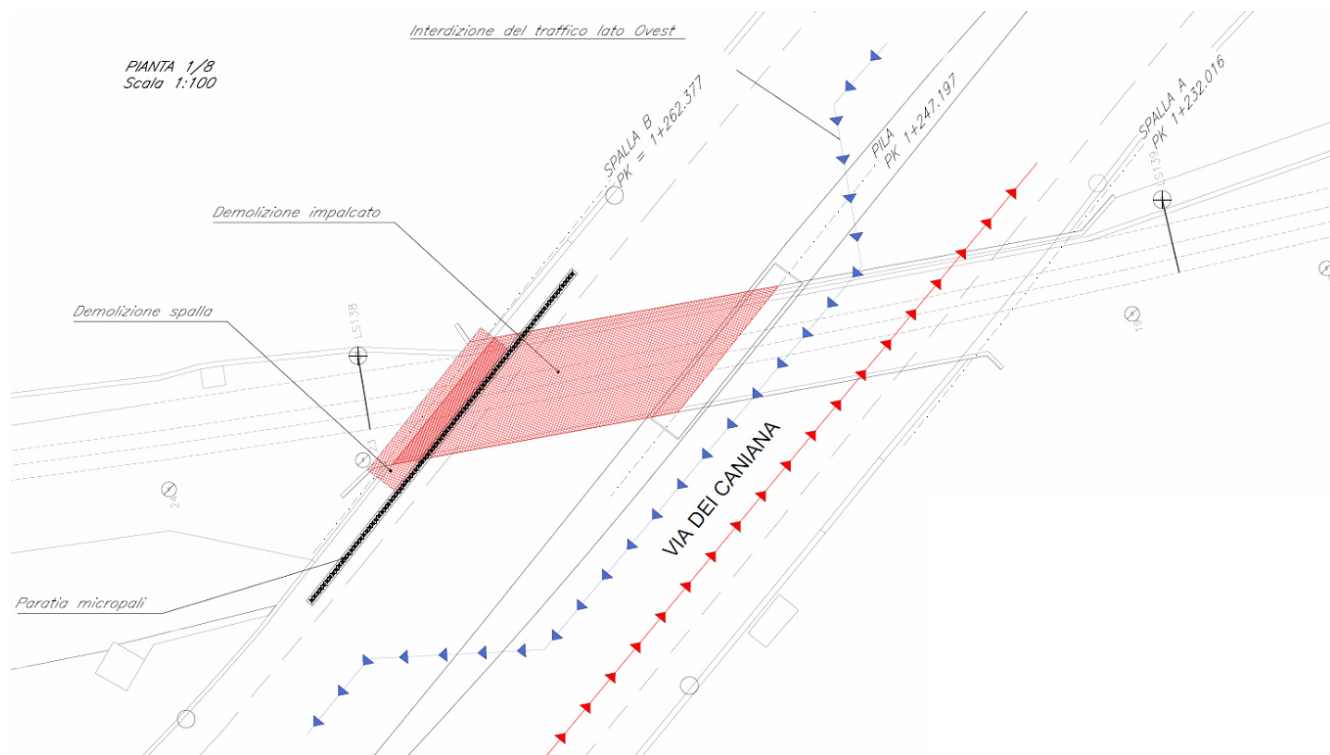


Figura 34 FASE 1

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.

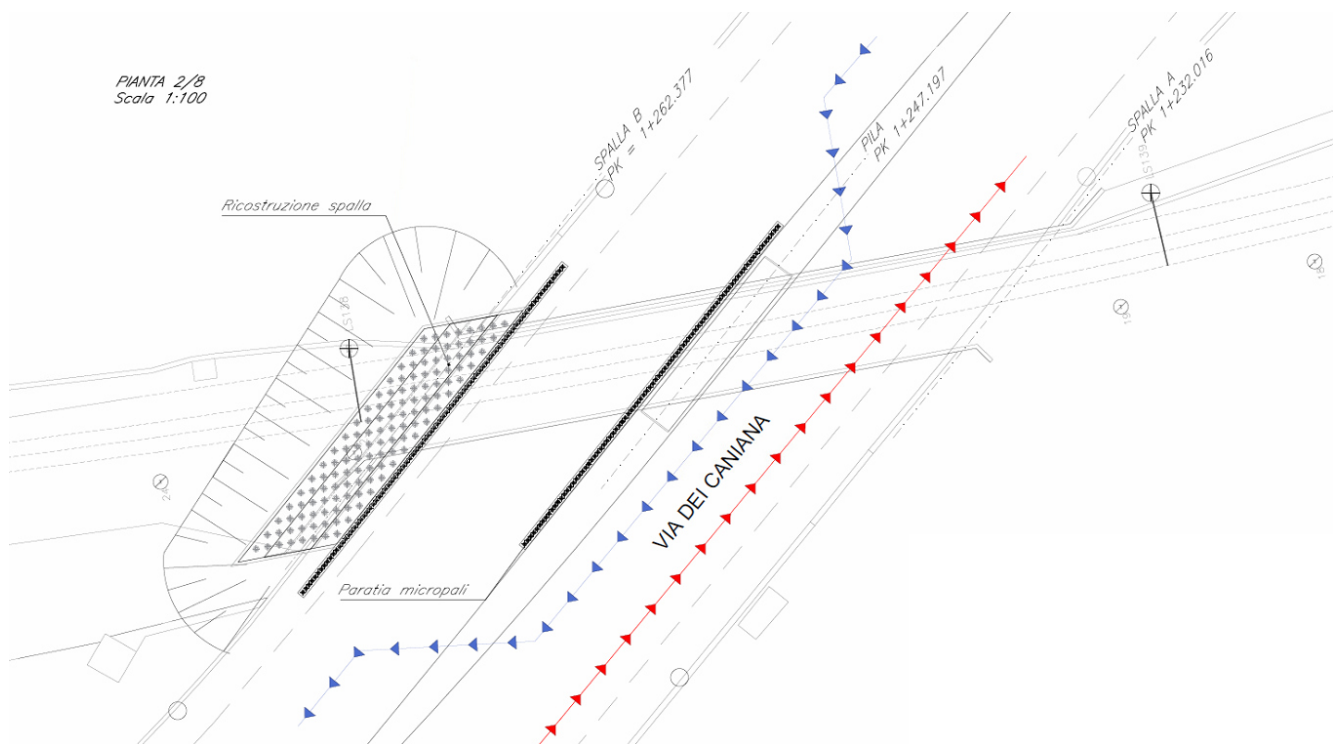



Figura 35 FASE 2

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

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.

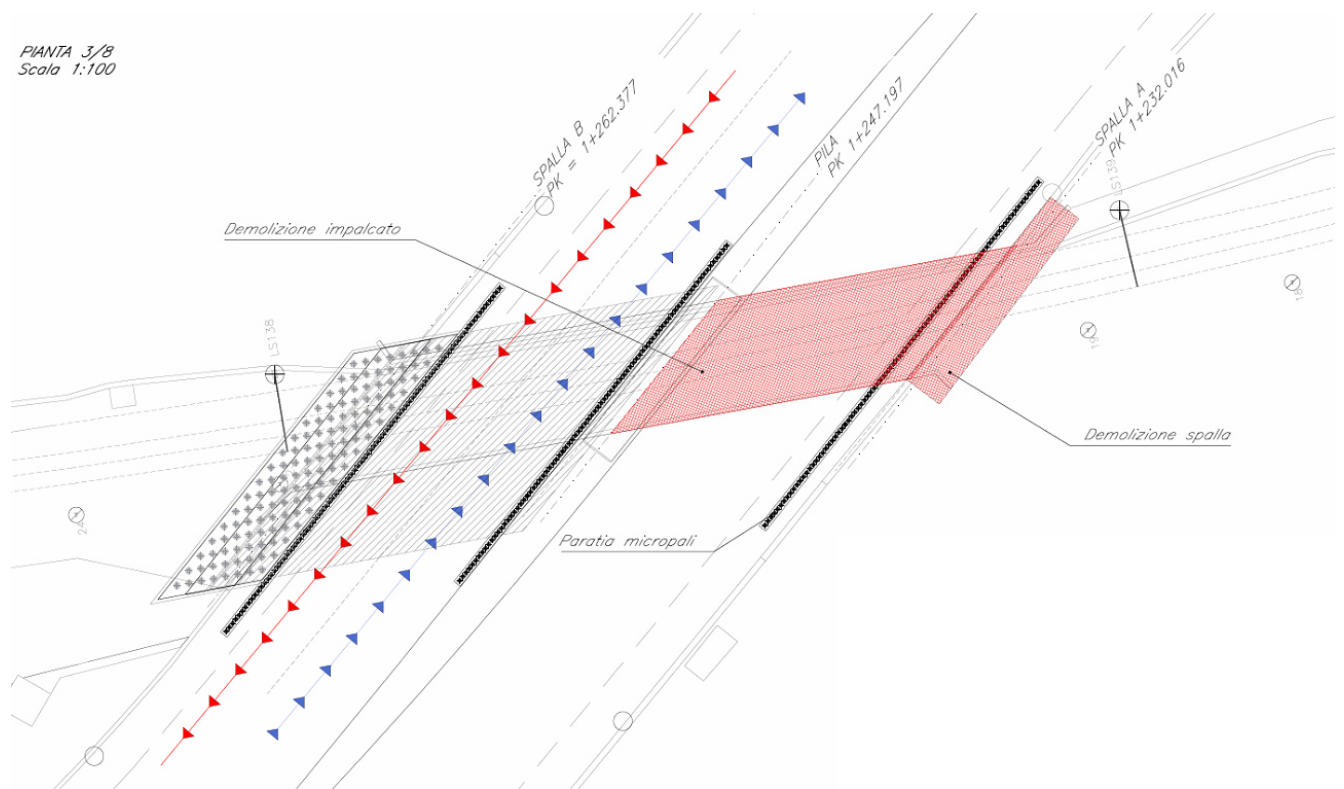


Figura 36 FASE 3

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.

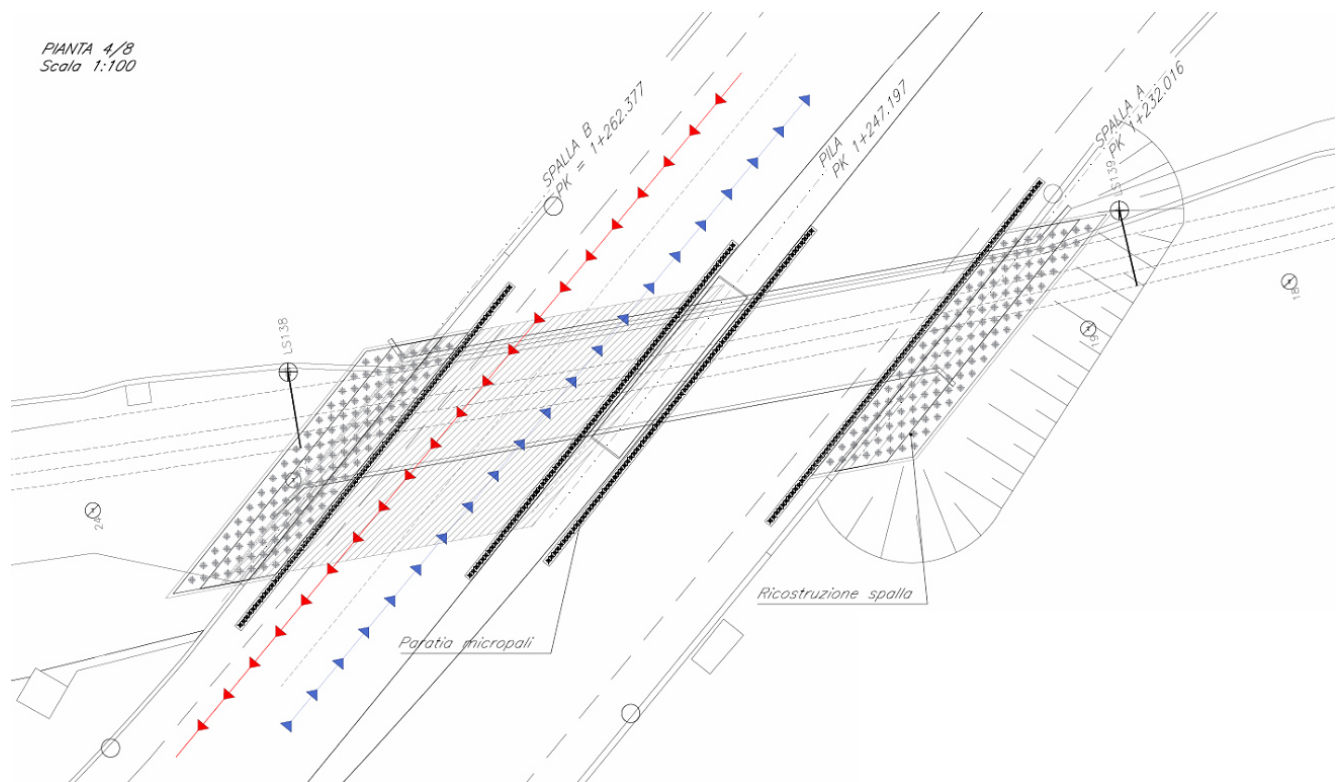


Figura 37 FASE 4

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

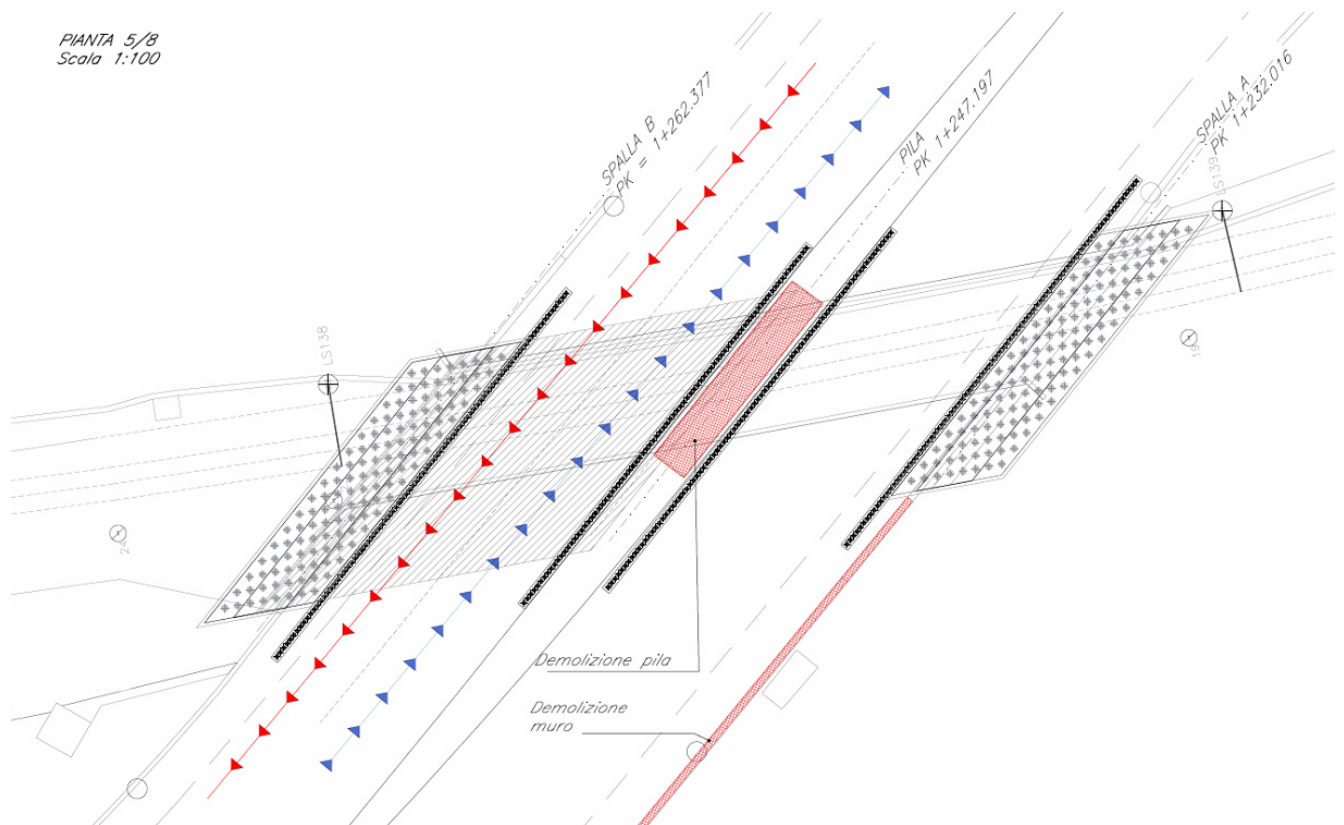


Figura 38 FASE 5

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

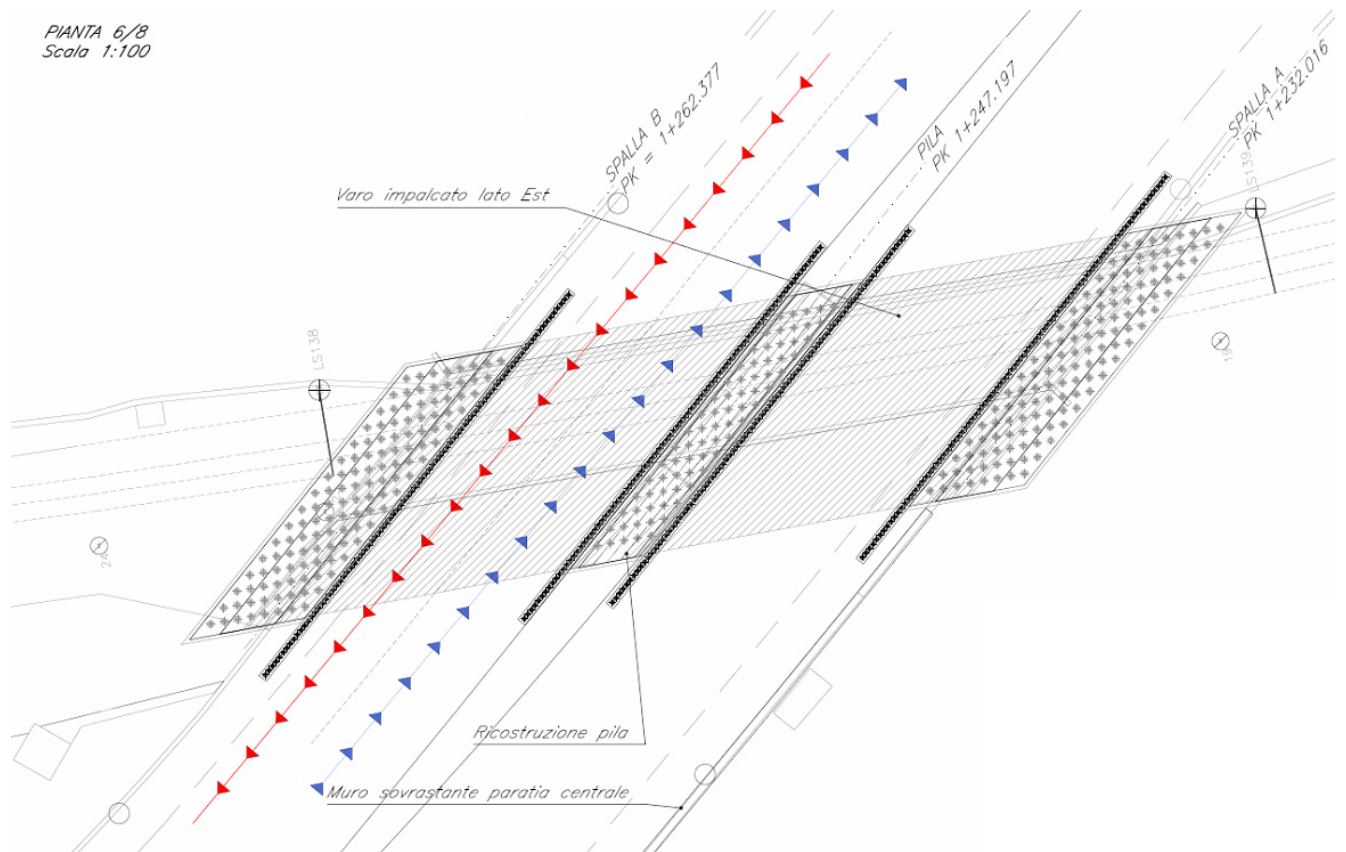


Figura 39 FASE 6

FASE 7

7a. Traffico veicolare sulla carreggiata Lato est.

7b. Varo impalcato lato ovest.

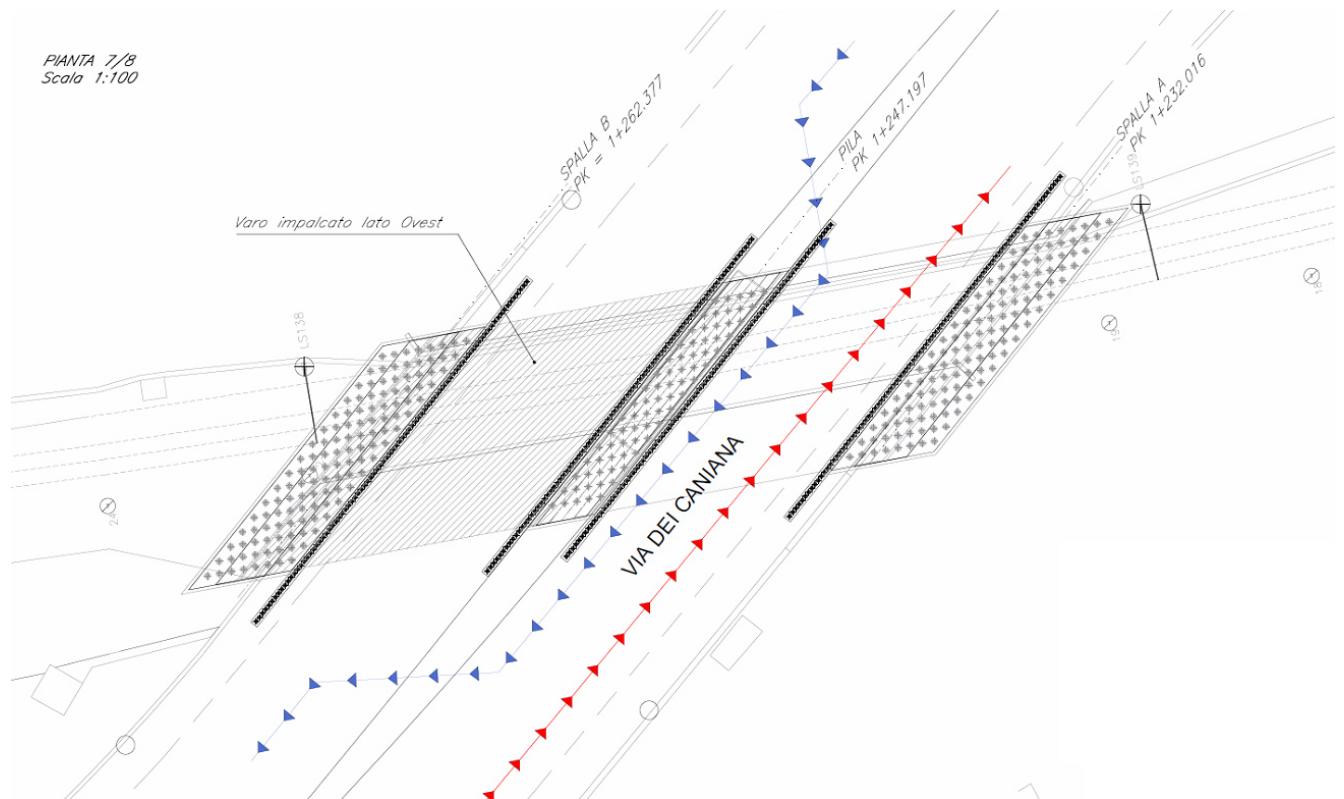


Figura 40 FASE 7

FASE 8

8a. Ripristino traffico veicolare su via Caniana.

8b. Posa armamento.

8c. Finiture.

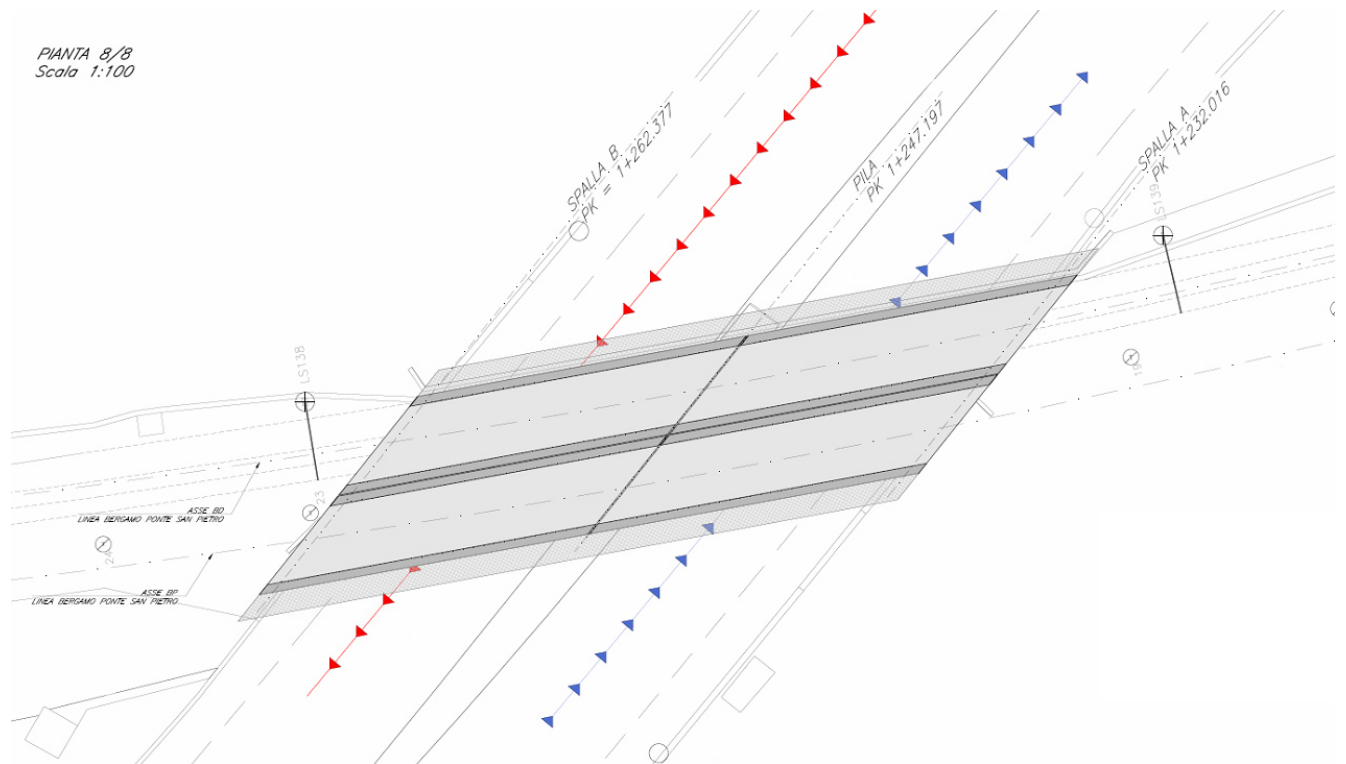


Figura 41 FASE 8

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

11. FABBRICATI TECNOLOGICI E PIAZZALI

11.1. FABBRICATO TECNOLOGICO FA06

L'edificio FA06 è una cabina TE compresa all'interno di un piazzale dedicato, in corrispondenza della progressiva 1+230 circa. Il nuovo fabbricato tecnologico, destinato ad accogliere gli impianti tecnologici ed elettromeccanici da interno, avrà pianta rettangolare e sarà realizzato con strutture portanti e tamponature perimetrali gettate in opera. Il fabbricato sarà suddiviso negli ambienti di seguito elencati:

- Sala quadri
- Sala Alimentatori;
- Locale Batterie
- locale servizi igienici

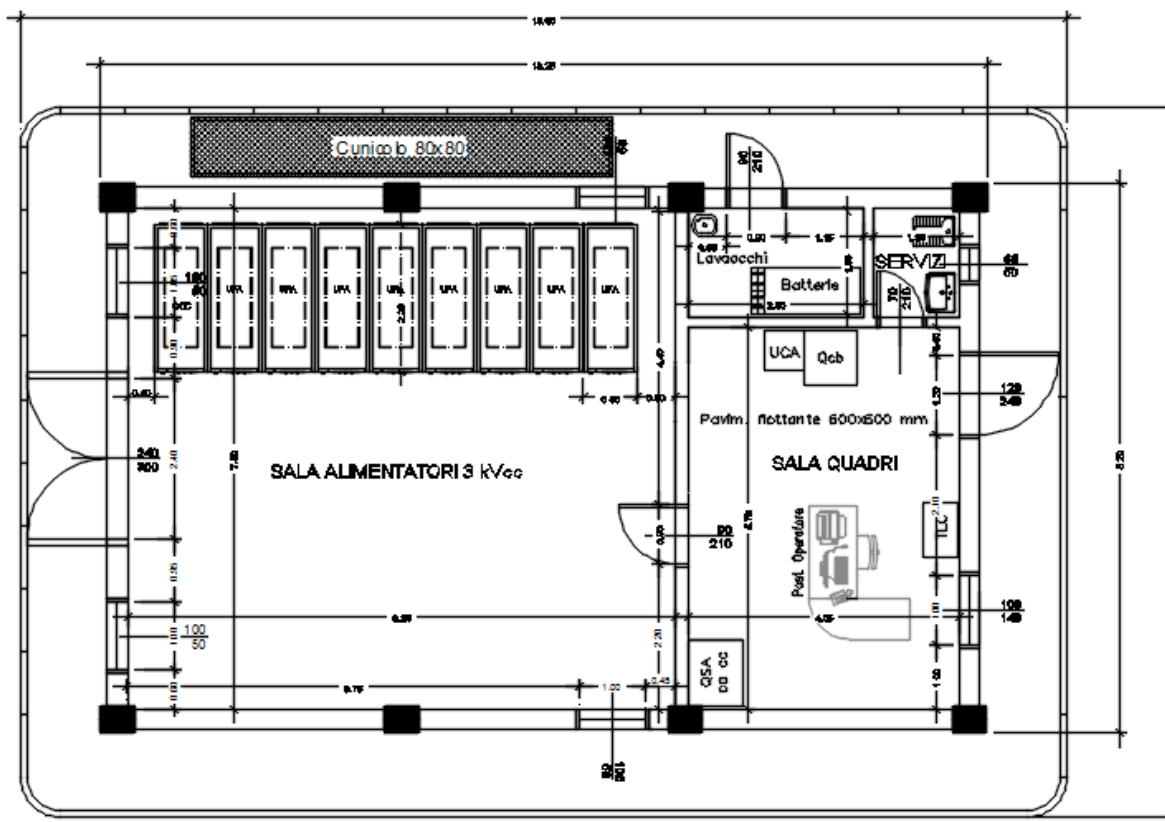


Figura 42: Pianta piano terra

Il fabbricato in oggetto è costituito da una struttura in c.a. su fondazione diretta a travi rovesce.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

La struttura ha pianta rettangolare di dimensioni $L \times B = 13.25 \times 8.2\text{m}$ ed è composta da un telaio spaziale monolivello con copertura piana, costituito da tre campate in direzione longitudinale di luce pari a 4.25 m ed una campata in direzione trasversale.

La parte in elevazione è costituita da travi e pilastri in c.a.. In particolare, i pilastri hanno dimensioni in pianta 0.40m x 0.50m, le travi perimetrali (trasversali e longitudinali) ed interne hanno dimensione 0.40m x 0.50m.

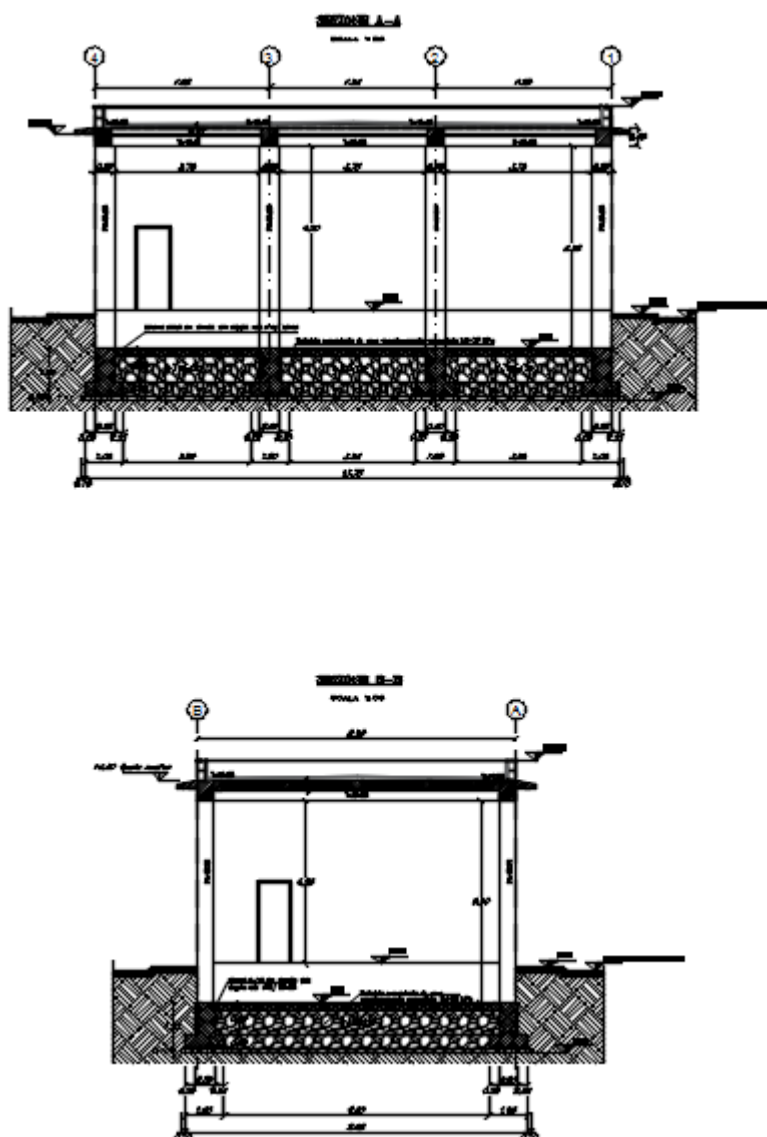


Figura 43: Sezioni Longitudinale e trasversale

Il solaio di copertura, ordito lungo la direzione longitudinale del fabbricato, è del tipo semiprefabbricato a prèdalles, con getto in opera dei travetti e della caldana superiore. Lo spessore totale del solaio di copertura è di

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

26 cm e comprende 4 cm di prèdalles, 18 cm di nervature e 4 cm di caldana superiore. Le lastre tipo prèdalles sono larghe 120 cm e presentano tre tralici di irrigidimento ed elementi di alleggerimento delimitanti le nervature intermedie.

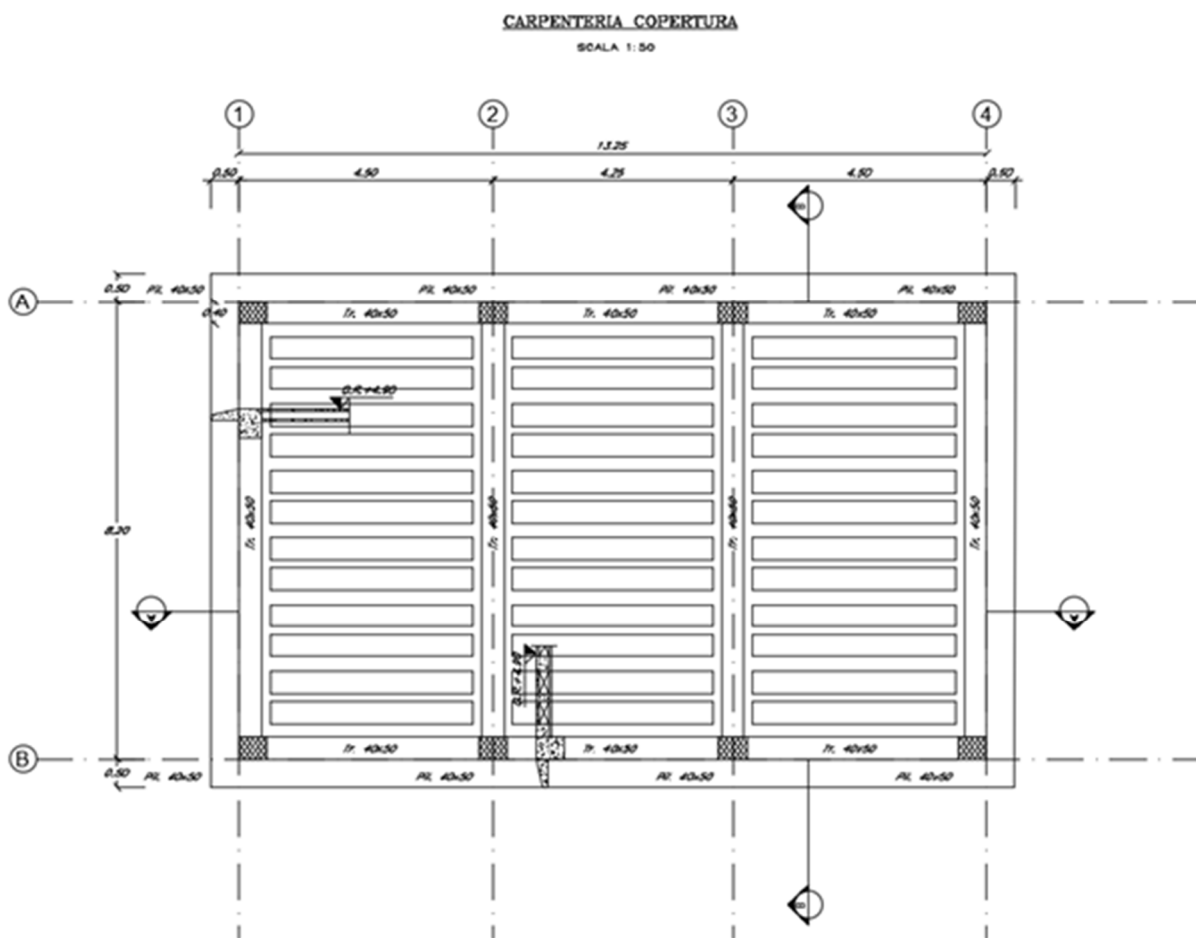


Figura 44 – Pianta Copertura

Le fondazioni del fabbricato saranno del tipo diretto, costituite da un reticolo di travi a T rovesce di altezza 1.20m con suola di base 1.00m e spessore 0.35m.

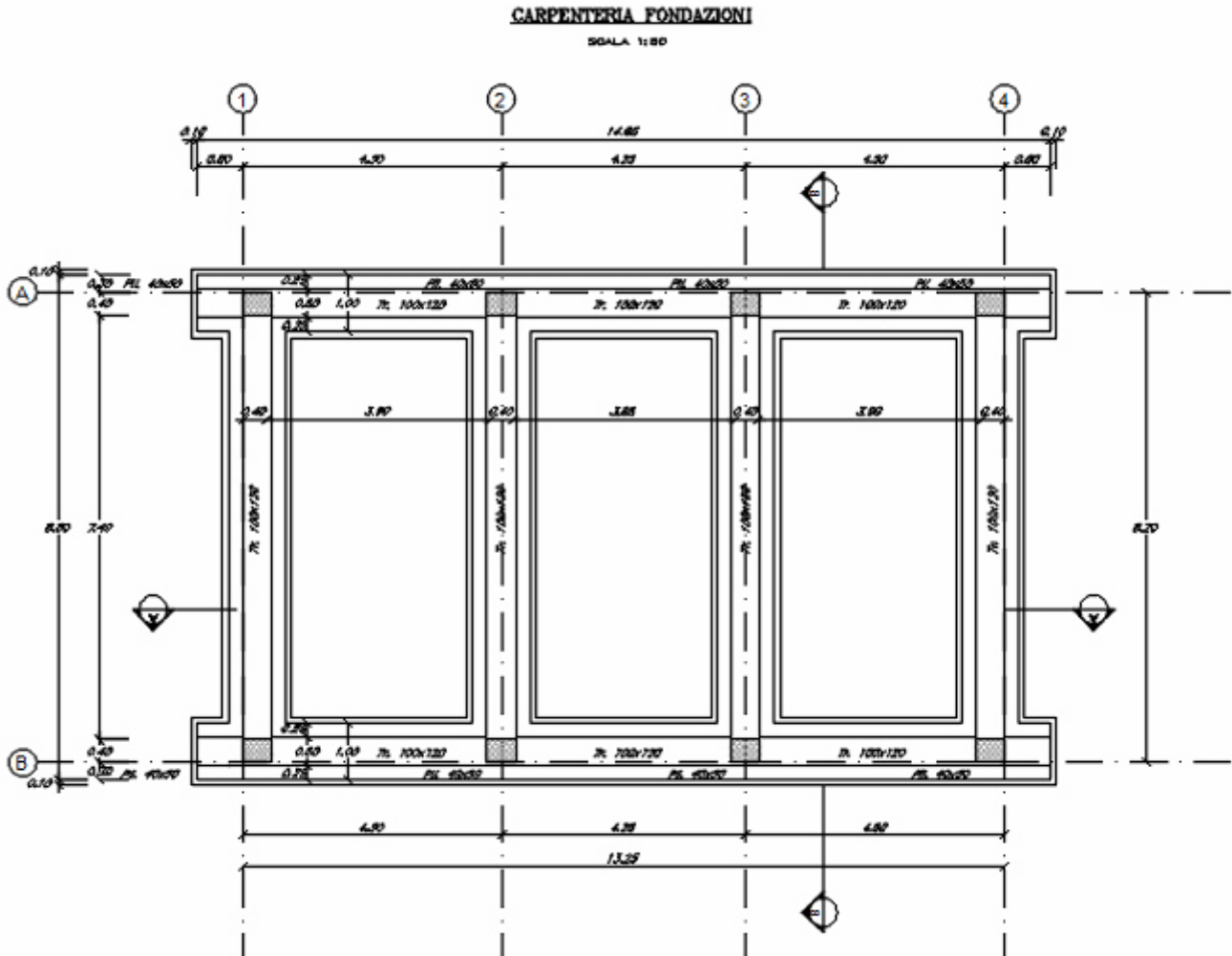



Figura 45 – Pianta Fondazioni

Le caratteristiche geometriche dell'edificio sono le seguenti:

- Lunghezza totale L = 13.25 m
- Larghezza totale B = 8.20 m
- Quota piano posa fondazioni (filo magrone): H1 = -2.1 m
- Quota piano campagna H2 = 0,00 m
- Quota piano terra: H3 = +0,20 m
- Quota copertura: H4 = +5.4 m

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

11.2. PIAZZALE FABBRICATO TECNOLOGICO FA06

Il fabbricato tecnologico FA06 sarà compreso all'interno di un piazzale dedicato ad accogliere gli impianti relativi alla Trazione Elettrica. Tale piazzale sarà realizzato in corrispondenza di un'area interclusa tra le ferrovie Bergamo-Ponte San Pietro e Bergamo Treviglio, rispettivamente a Nord e Sud, e via dei Caniana ad Ovest. L'accesso al piazzale avverrà a mezzo di una viabilità appositamente realizzata che si allaccia a via dei Caniana.

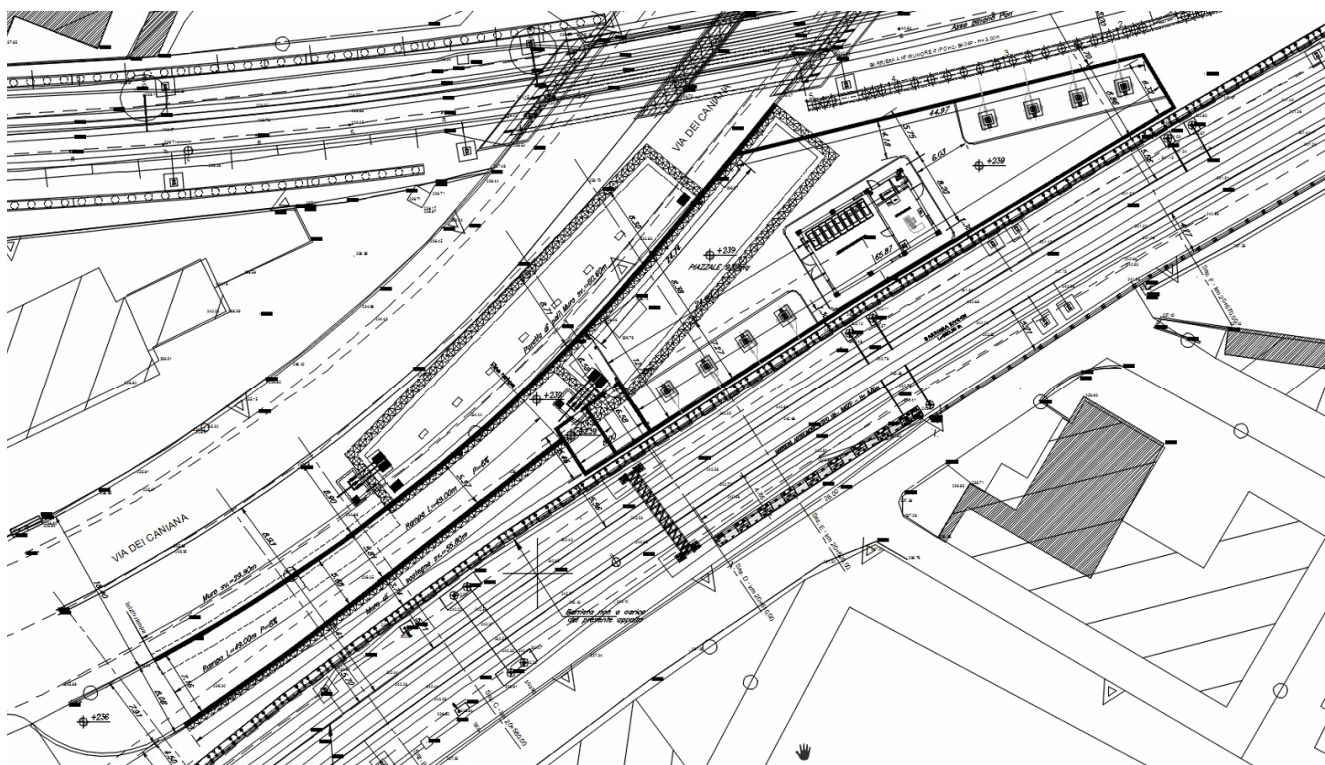


Figura 46: Planimetria Piazzale

Il piazzale sarà realizzato ad una quota di +239 m, con rinterro nella parte adiacente alla strada, previa demolizione dei muri di sostegno esistenti su via dei Caniana e ricostruzione di nuovi muri con una quota di sommità superiore a quella del piazzale. Nella parte Est il piazzale sarà realizzato sulla sede della deviata provvisoria, a valle della dismissione e demolizione della stessa.

Nella parte adiacente alla strada, al di sotto del piazzale, verrà realizzata la vasca di laminazione (descritta più avanti) destinata a ricevere le acque della sede ferroviaria e del piazzale stesso.

SEZIONE E-E
SCALA 1:100

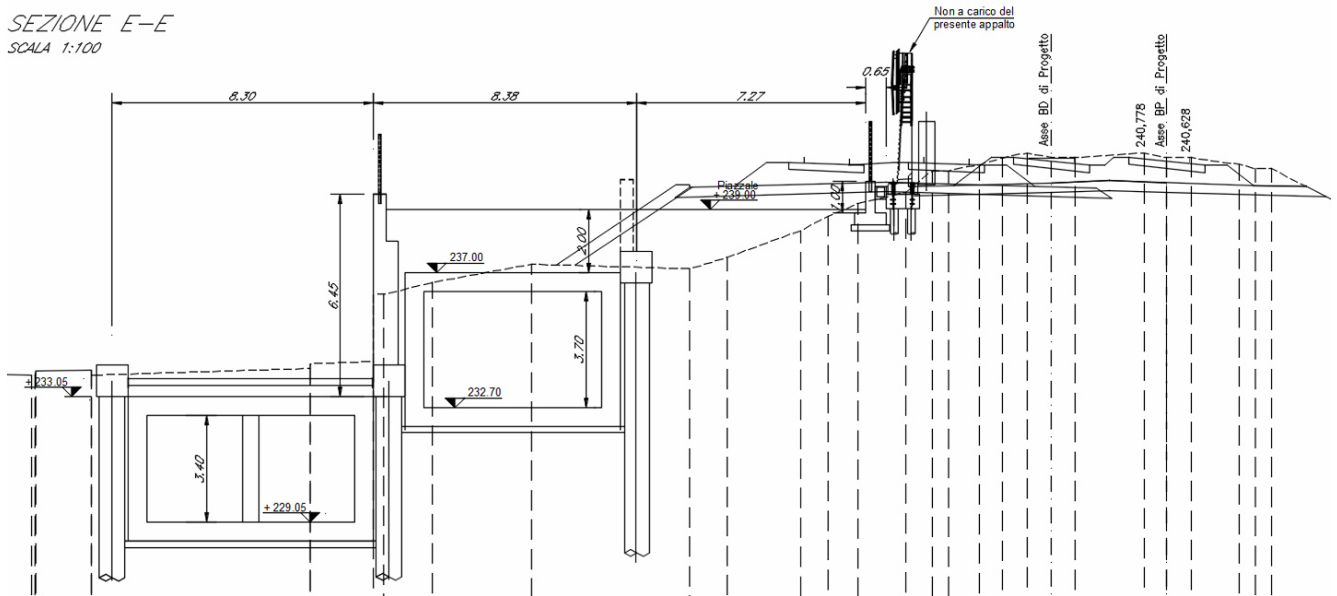


Figura 47: Sezione trasversale Piazzale e vasche di laminazione

SEZIONE F-F
SCALA 1:100

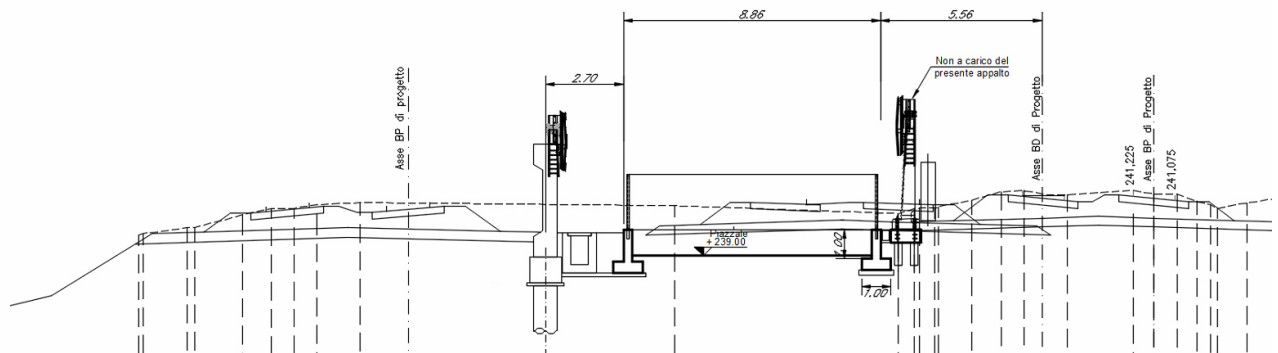



Figura 48: Sezione trasversale piazzale nell'area compresa tra linea BG-PSP e BG-Treviglio

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

La rampa di accesso si allaccia a via dei Caniana ad una quota di 236 m, pertanto presenta un dislivello di 3 m. Il suo sviluppo è pari a 49 m e la pendenza longitudinale è pari al 6%. La larghezza utile minima è pari a 5m. Trasversalmente la rampa è delimitata da una paratia a sostegno del rilevato ferroviario lato Est, mentre lato Ovest è sostenuta da un muro di sottoscarpa su via dei Caniana.

SEZIONE B-B
 SCALA 1:100

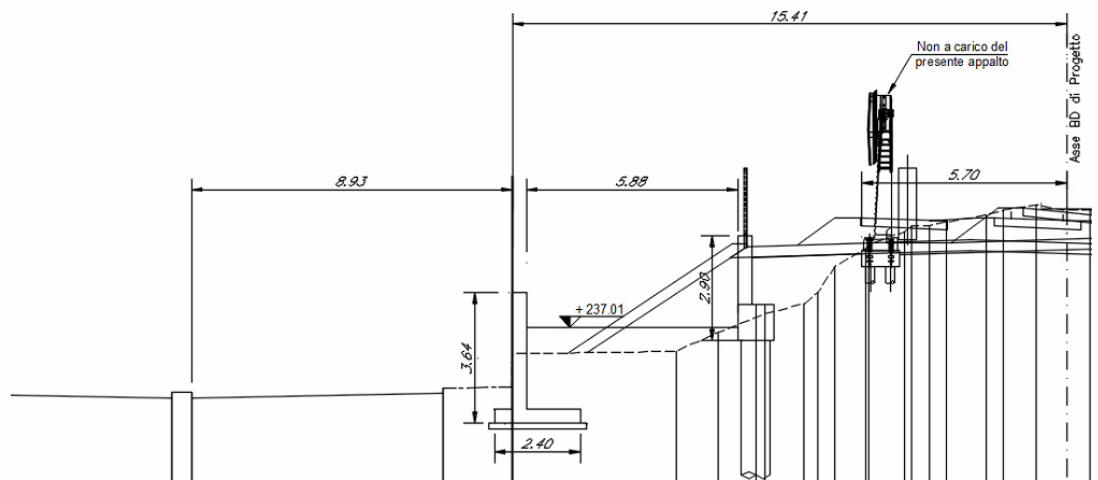


Figura 49: Sezione trasversale rampa

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

11.2.1. OPERE DI SOSTEGNO

Ai fini della realizzazione del piazzale si prevedono le seguenti opere di sostegno:

- Paratia di “monte”: paratia di pali $\phi 800$, $L=18\text{m}$, interasse 0.9 m , sviluppo $55.75\text{ m} + 4.10\text{ m} + 33.25\text{ m} + 8.90\text{ m} = 102\text{ m}$, con tiranti provvisori $\phi 200$, $L=20\text{ m}$, interasse 1.80 m , inclinazione 20° per realizzazione scavo vasca di laminazione e demolizione/ricostruzione muro su via dei Caniana. Tale paratia sarà prolungata con un muro in c.a. di altezza 2.30m e spessore 40 cm che spicca dal cordolo $1\text{ m} \times 1\text{ m}$. Il muro sostiene la deviated provvisoria e, in fase finale, la sede ferroviaria rispetto alla rampa.

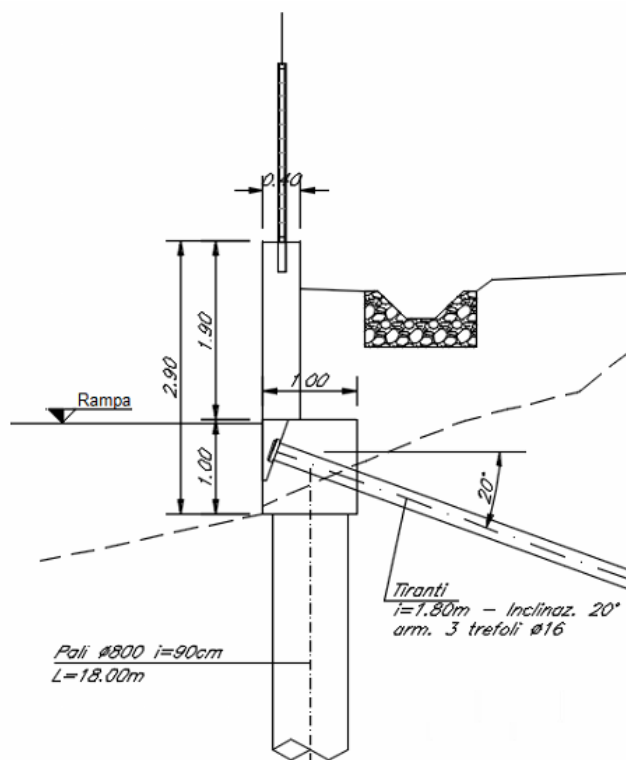


Figura 50: Sezione paratia di “monte”

- Paratia “intermedia”: paratia di pali $\phi 800$, $L=15\text{ m}$, interasse 0.9 m , sviluppo 60.6 m . Tale opera è necessaria per realizzare lo scavo della vasca di laminazione su via dei Caniana. Tale paratia sarà inoltre prolungata con un muro in c.a. di altezza max 5.45 m e spessore 80 cm che spicca dal cordolo $1\text{ m} \times 1\text{ m}$. Il muro sostiene, in fase finale, il sedime del piazzale rispetto alla via sottostante.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

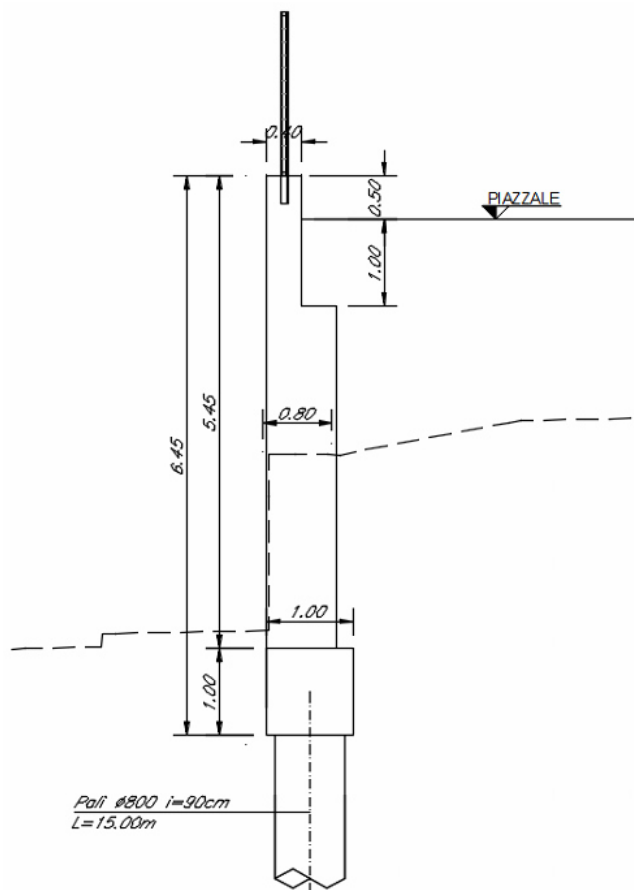


Figura 51: Sezione paratia “intermedia”

- Nuovo muro di sostegno su via dei Caniana, con funzione di muro di sottoscarpa per la rampa di accesso. Tale muro presenta due sezioni differenziate: tipo 1 con Hmax 3.73 m e sviluppo 17.90 m, tipo 2 con Hmax 5.35 m con sviluppo 12 m; le carpenterie hanno dimensioni diverse. In particolare la sezione tipo 1 presenta una fondazione con spessore di 0.40 m, larghezza pari a 2.40 m e paramento con spessore costante di 0.40 m. La sezione di tipo 2 ha una fondazione di larghezza 3.20 m, paramento con spessore di 0.40 m per circa 2.20 m dalla sommità e 0.80 m per la restante altezza fino all’estradosso fondazione. L’altezza dei muri risulta variabile, aumentando in funzione dello sviluppo planimetrico.

Relazione tecnica generale opere civili

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09 D 26	RG	OC0000 001	B	77 di 88

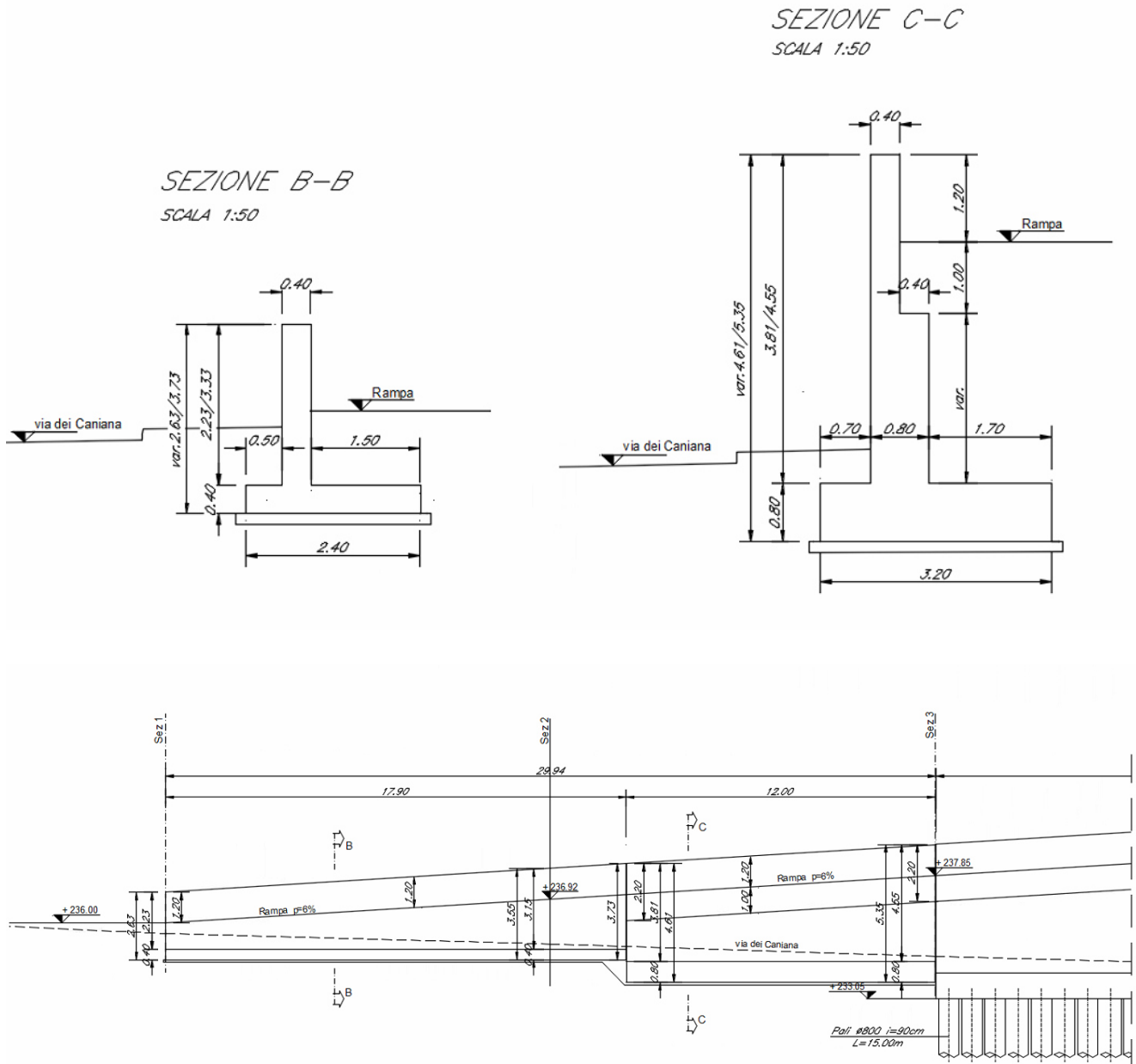


Figura 52: Sezioni e prospetto muro di sostegno

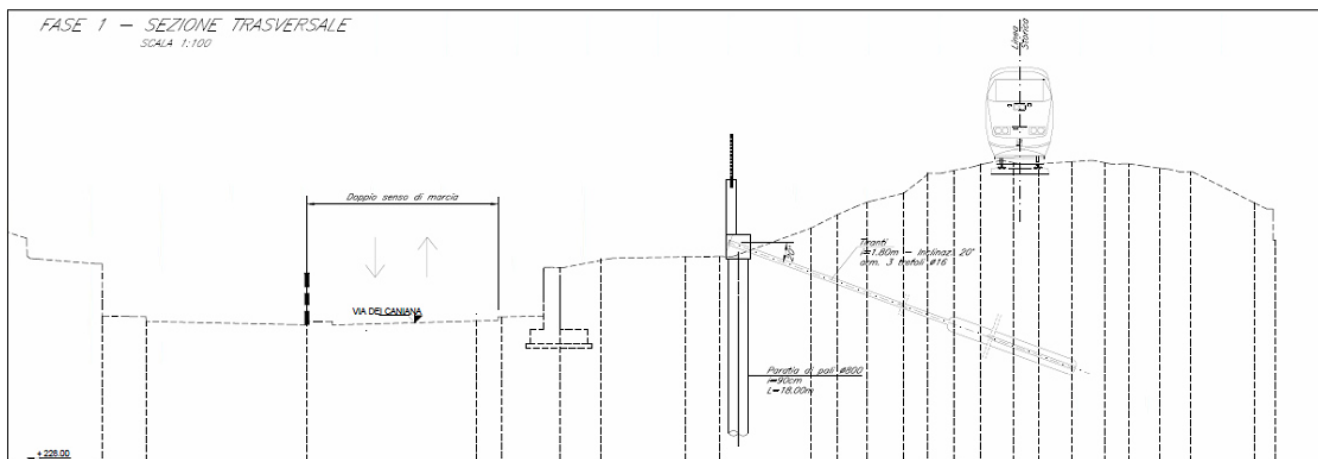
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

11.2.2. FASI COSTRUTTIVE

La realizzazione del piazzale, delle relative opere di sostegno e delle vasche di laminazione sarà articolata nelle fasi descritte di seguito. Tali fasi sono opportunamente coordinate con quelle di realizzazione del VI04 descritte in precedenza.

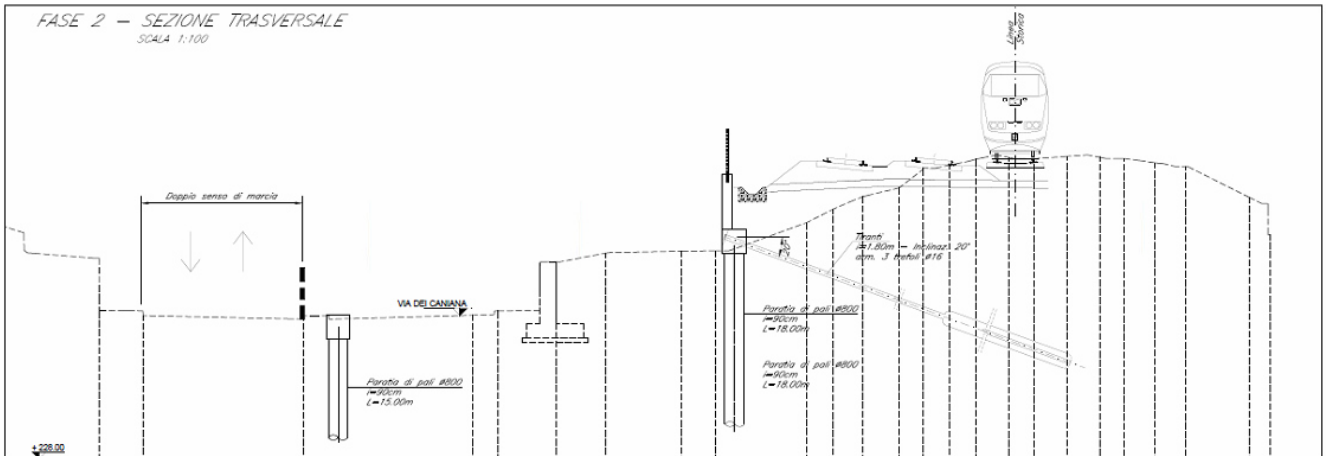
FASE 1

1. Spostamento traffico veicolare su carreggiata Est con doppio senso di marcia
2. Realizzazione paratia di pali Est (Paratia A) con tiranti provvisori e relativo muro in c.a.
3. In contemporanea, fasi di lavoro Viadotto VI04 - demolizione impalcato ovest, demolizione e ricostruzione spalla ovest, realizzazione opera provvisoria pila lato ovest



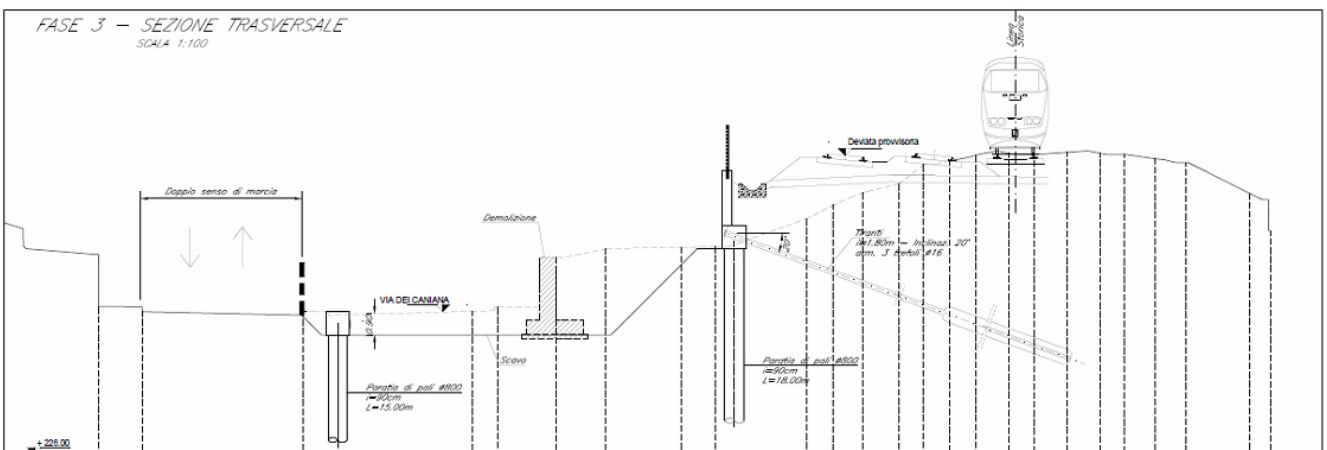
FASE 2

1. Spostamento traffico veicolare su carreggiata Ovest con doppio senso di marcia
2. Realizzazione paratia di pali Ovest (Paratia C) e relativi risvolti
3. Realizzazione rilevato Deviato Provvisoria senza attivazione della stessa
4. In contemporanea, fasi di lavoro Viadotto VI04: demolizione impalcato Est, demolizione e ricostruzione spalla Est, realizzazione opere provvisoria



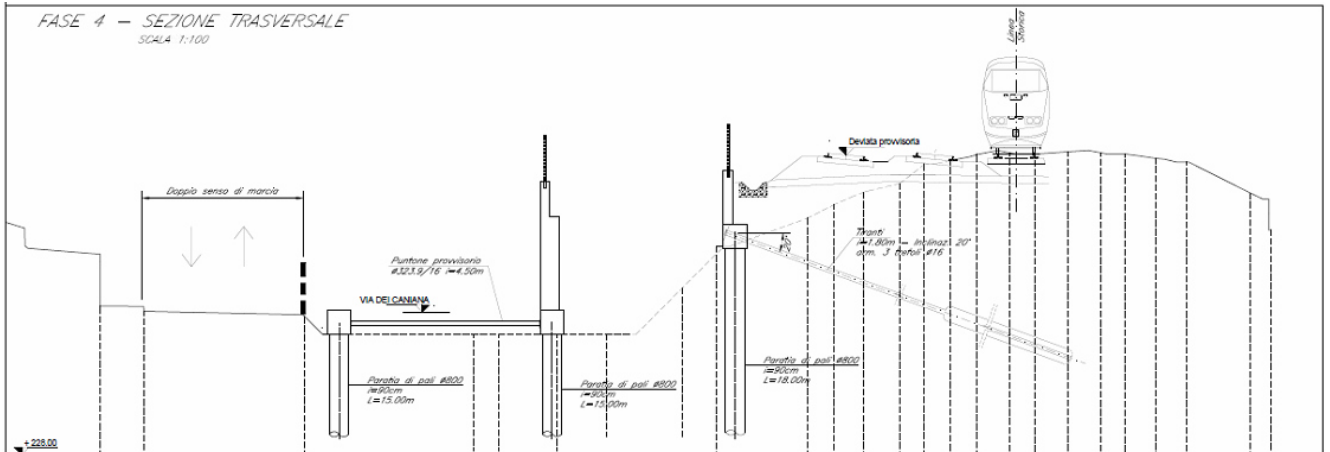
FASE 3

1. Scavo e demolizione muro di sostegno esistente lungo via dei Caniana
2. In contemporanea, fasi di lavoro Viadotto VI04: demolizione pila



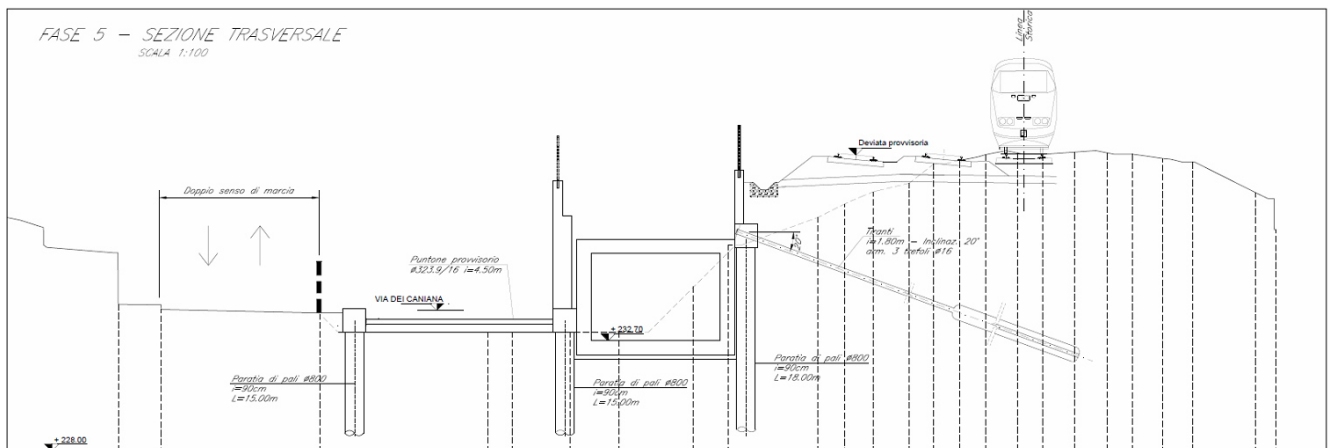
FASE 4

1. Realizzazione paratia di pali centrale (Paratia B) e relativo prolungamento con muro in c.a.
2. Inserimento puntoni provvisori tra paratie B e C
3. In contemporanea, fasi di lavoro Viadotto VI04: ricostruzione pila



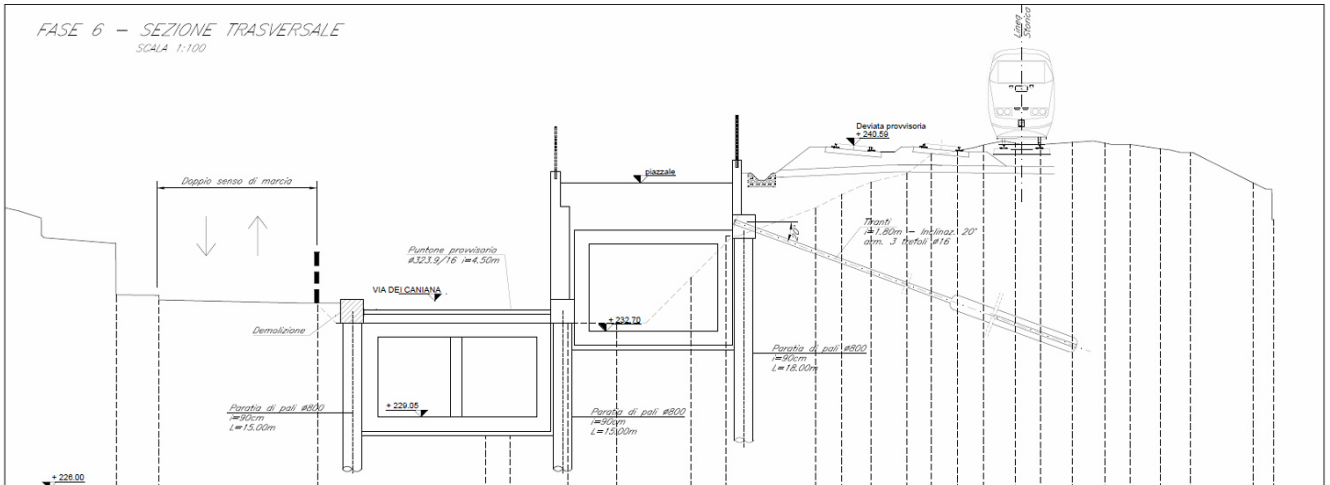
FASE 5

1. Scavo e getto vasca di laminazione acque di sede tra le paratie A e B
2. In contemporanea, fasi di lavoro Viadotto VI04: varo impalcato Est



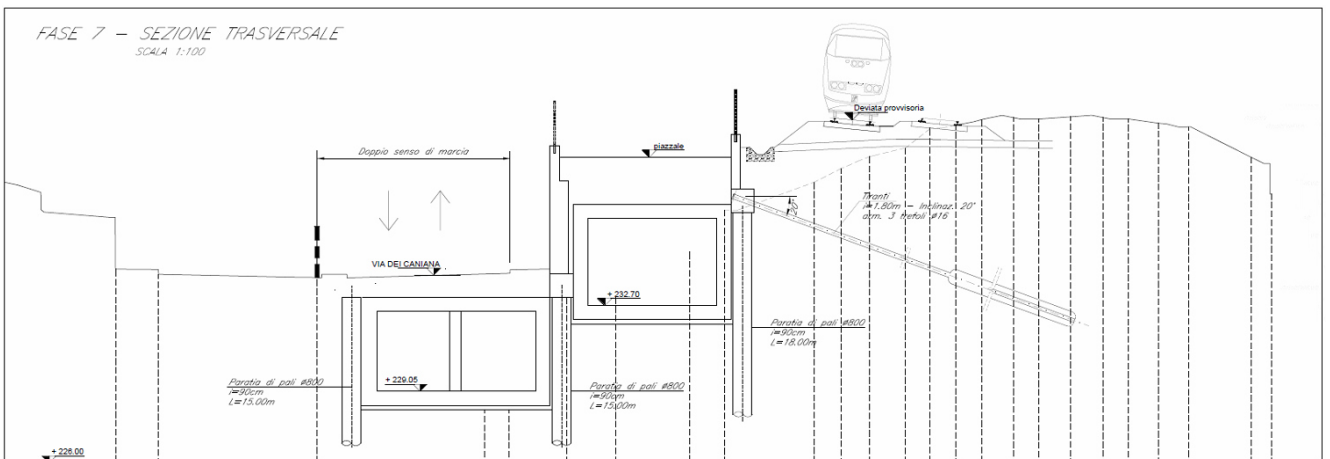
FASE 6

1. Scavo e getto vasca di laminazione acque viabilità stradale tra le paratie B e C
2. Rimozione puntone provvisorio
3. Demolizione cordolo di collegamento paratia C
4. Ripristino carreggiata Est via dei Caniana
5. Realizzazione riempimento al di sopra della vasca di laminazione acque di sede fino a quota piazzale



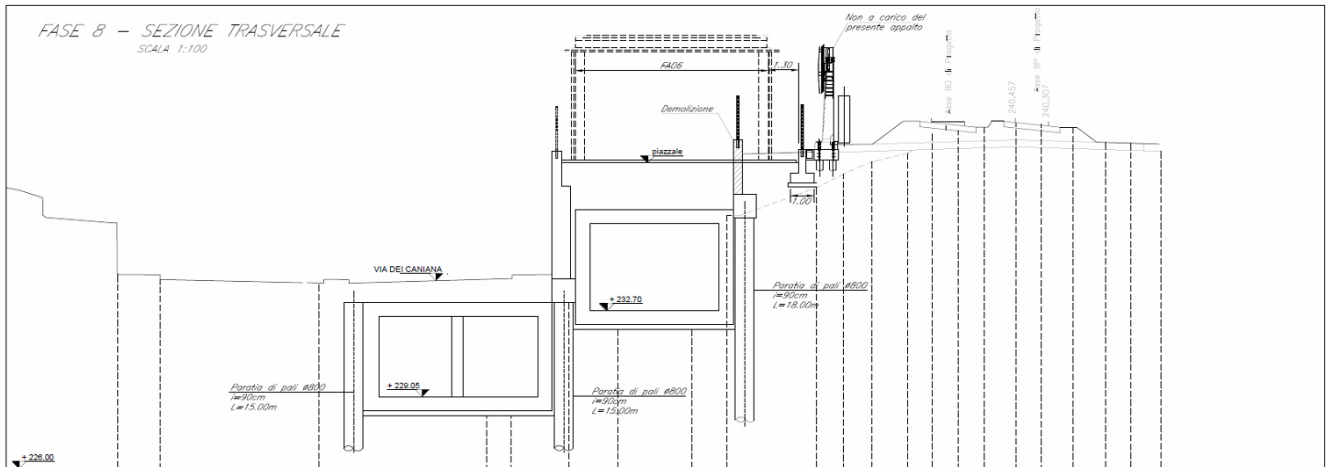
FASE 7

1. Spostamento traffico veicolare su carreggiata Est con doppio senso di marcia
2. Attivazione deviated provvisoria
3. In contemporanea, fasi di lavoro Viadotto VI04: varo impalcato Ovest



FASE 8

1. Ripristino traffico su intera carreggiata via dei Caniana
2. Dismissione e demolizione deviated provvisoria
3. Realizzazione piazzale e fabbricato TE
4. Futura realizzazione barriere antirumore linea BG-Treviglio non a carico del presente appalto



11.2.3. FINITURE E SISTEMAZIONI ESTERNE


La pavimentazione del nuovo piazzale di pertinenza del fabbricato TE sarà realizzata in conglomerato bituminoso. La pavimentazione sarà posta su di un sottofondo dimensionato per garantire un ottimo grado di portanza, adeguato alla movimentazione di mezzi e/o carichi importanti (ad esempio i trasformatori MT/BT) garantendone la stabilità e la forma.

La pavimentazione del marciapiede esterno al fabbricato, invece, sarà realizzata con piastrelle di cemento pressato.

Il piazzale esterno sarà attrezzato con tubazioni e caditoie idrauliche per la raccolta delle acque e tubazioni impiantistiche.

L'area del piazzale dedicata alla impiantistica TE sarà recintata e chiusa da un cancello carrabile sulla rampa di accesso.

All'esterno dell'area TE viene realizzata un'ulteriore area recintata dedicata al posizionamento dei gruppi elettrogeni a servizio delle due vasche di laminazione descritte nel seguito. Tale area, posizionata in sommità alla rampa di accesso, sarà a sua volta divisa in due settori, di pertinenza del Comune di Bergamo e di RFI rispettivamente.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

1.1 VASCA DI LAMINAZIONE ACQUE DI SEDE

Il recapito finale del sistema di raccolta delle acque meteoriche a servizio della piattaforma ferroviaria e del piazzale tecnologico è rappresentato da una vasca di laminazione con dimensioni interne 5.40 x 34.20 x 3.70 m. Tale vasca è costituita da un manufatto scatolare in c.a., le cui pareti e solette di fondo e copertura hanno uno spessore di 60 cm. La vasca è posizionata in adiacenza a via dei Caniana, al di sotto del piazzale. Al di sopra della vasca si prevede un ricoprimento pari a 2 m in modo da garantire il franco per l'impiantistica di piazzale e la maglia di terra. Lo scavo per la realizzazione della vasca viene realizzato tra le paratie descritte precedentemente.

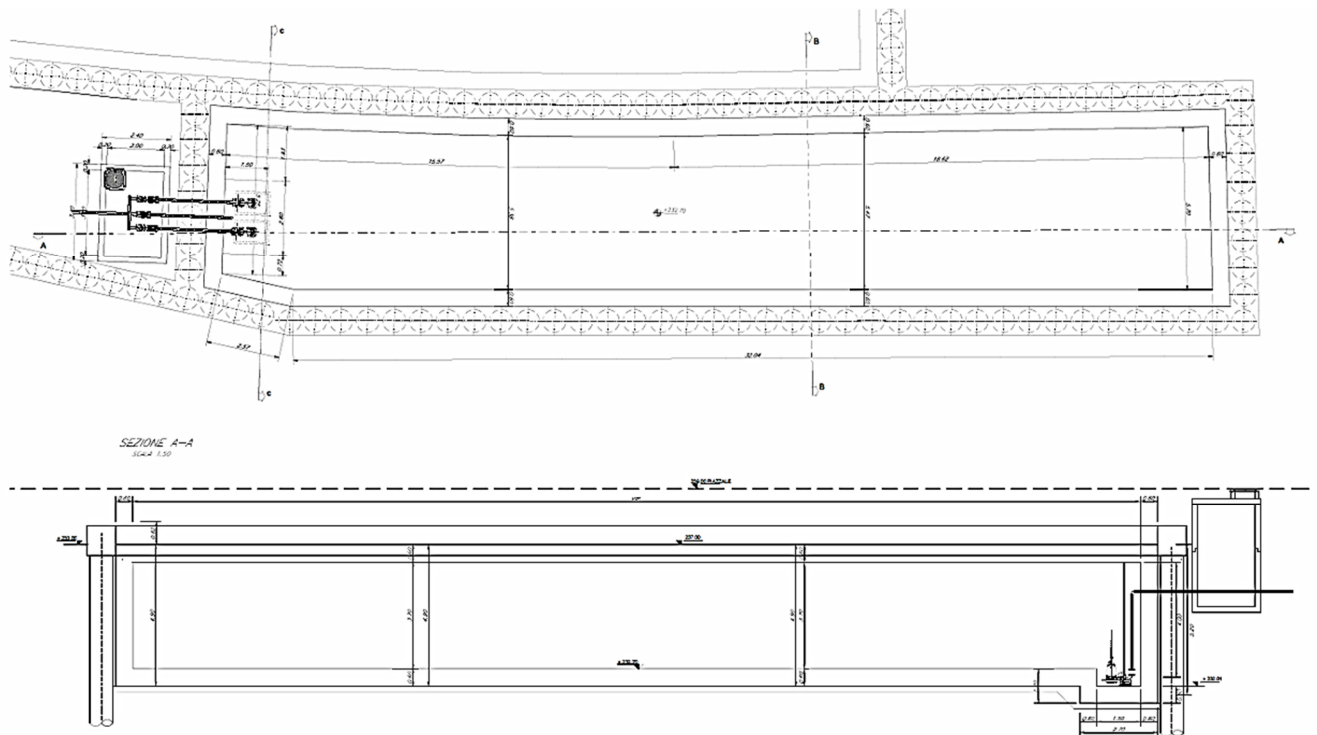


Figura 53: Vasca di laminazione acque di sede – pianta e sezione longitudinale

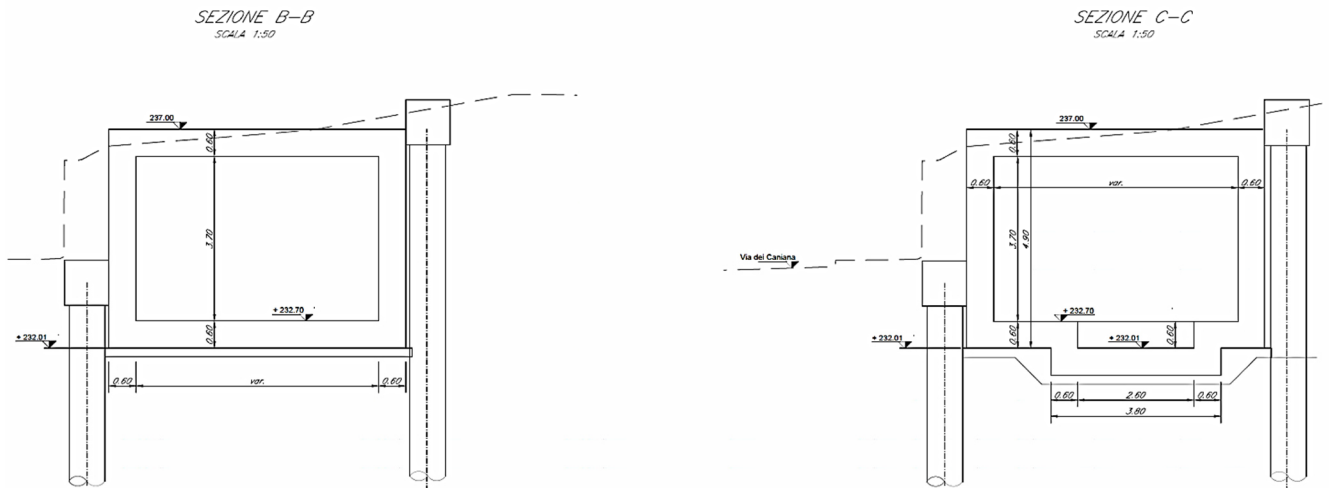


Figura 54: Vasca di laminazione acque di sede – sezioni trasversali

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B	FOGLIO 85 di 88

12. INTERVENTI SU VIA DEI CANIANA

In congruenza con gli input progettuali e nel rispetto delle indicazioni nonché esigenze emerse nel corso degli incontri effettuati con il Comune di Bergamo, si prevede l'adeguamento del sistema di smaltimento idraulico di via dei Caniana, interessata dal progetto del raddoppio ferroviario. Si prevede, pertanto, la realizzazione di una vasca di laminazione al di sotto del piano stradale.

La viabilità sarà mantenuta in esercizio mediante riduzioni e scambi di carreggiata per l'intera durata delle lavorazioni.

12.1. SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Le acque meteoriche defluenti dalla sede stradale verranno raccolte ai margini della piattaforma tramite dei pozzetti grigliati (classe di carico DN400) e, attraverso un collettore in PVC adeguatamente dimensionato, scaricate all'interno della vasca di laminazione prevista al di sotto della viabilità stessa.

La viabilità esistente presenta già un sistema di smaltimento delle acque meteoriche; il progetto in oggetto prevede il rifacimento dei soli tratti terminali influenzati dalle lavorazioni o dalla vasca di laminazione stessa e ciò consente di garantire la continuità tra i due sistemi.

Una volta raccolte dal sistema di pozzetti e collettori, le acque di piattaforma saranno portate alla vasca di laminazione, di dimensioni minime interne utili 6.50 x 43.30 x 2.80 m, e successivamente, attraverso un impianto di sollevamento posto in corrispondenza del punto più a sud della vasca, scaricate all'interno del recapito finale costituito dalla roggia Oriolo Grasso esistente.

12.2. VASCA DI LAMINAZIONE VIA DEI CANIANA

Si prevede la realizzazione di una vasca di laminazione posta al di sotto del piano stradale in corrispondenza della carreggiata Est di via dei Caniana. Tale vasca sarà costituita da un manufatto scatolare in c.a. con una lunghezza di 43.65 m, una larghezza variabile tra 5.10 m e 6.8 m ed un'altezza di 3.40 m (dimensioni interne). Le pareti e le solette di fondo e copertura avranno uno spessore di 60 cm. Si dispongono pilastri rettangolari 100x50 cm in posizione intermedia alle pareti longitudinali, con interasse pari a 5 m.

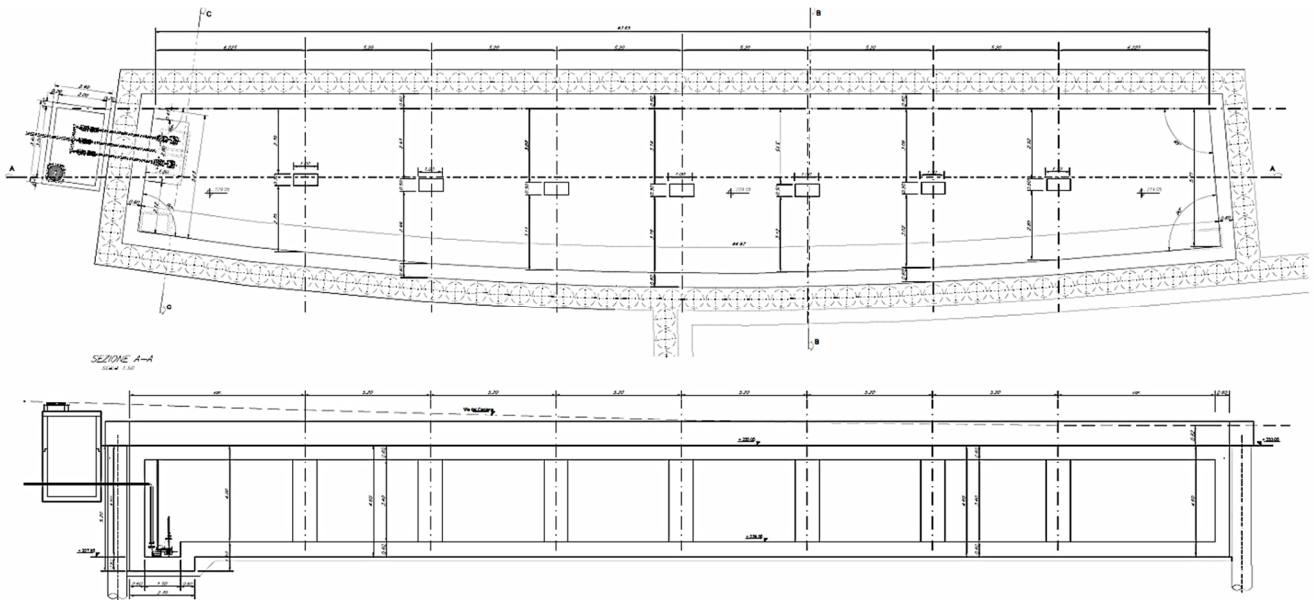


Figura 55: Pianta e sezione longitudinale

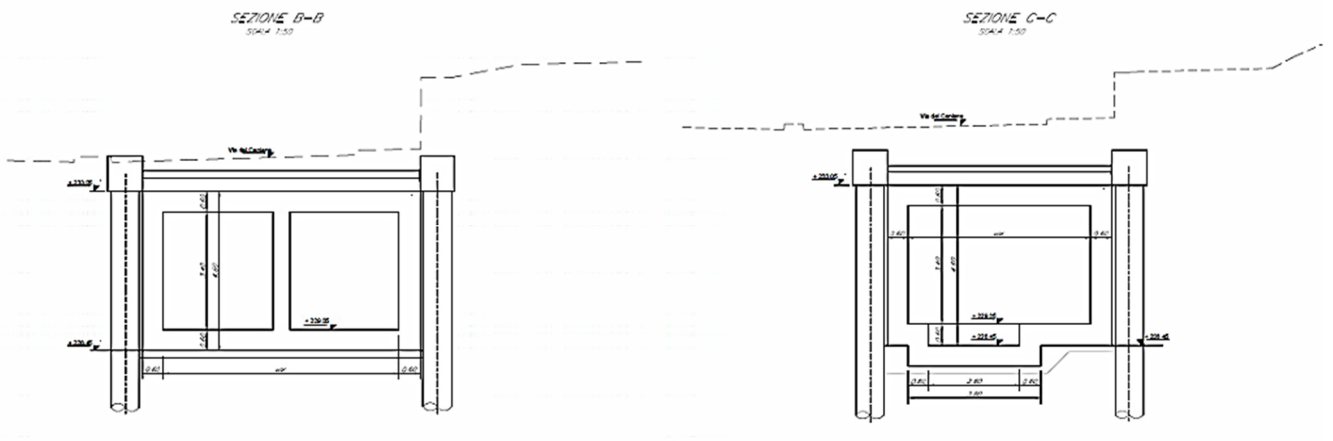


Figura 56: Sezioni trasversali

Tale vasca sarà realizzata in ombra alle fasi realizzative del viadotto VI04 e del piazzale, come descritto nei relativi capitoli. Al fine di minimizzare il disturbo alla viabilità e consentirne l'esercizio per tutta la durata delle lavorazioni, seppure con riduzioni e scambi di carreggiata, lo scavo per la realizzazione della vasca verrà eseguito all'interno di opere provvisorie costituite, sui tre lati Nord, Ovest e Sud, da paratie di pali $\phi 800$

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

realizzati a partire dal piano stradale. Sul lato Est rimanente lo scavo sarà contenuto da una paratia di pali $\phi 800$ che costituisce anche la fondazione del muro di sostegno del piazzale rispetto a via dei Caniana. Lo scavo sarà realizzato previo inserimento di puntoni provvisori in acciaio a collegamento delle paratie sui due lati lunghi.

SCALA 1:100

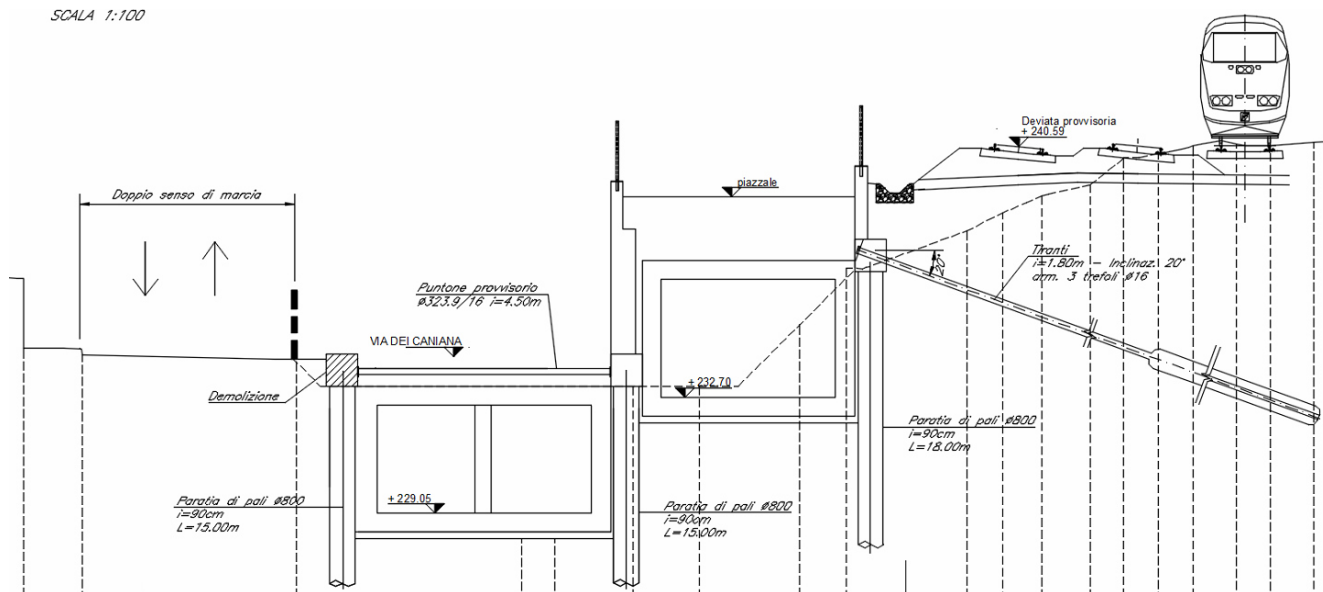


Figura 57: sezione trasversale con indicazione delle opere di sostegno

12.3. PAVIMENTAZIONI STRADALI

Il pacchetto di pavimentazione stradale adottato per le viabilità, visto l'ambito e l'uso che le caratterizzano ed in base alle caratteristiche del terreno, è composto da:

- Strato di usura in conglomerato bituminoso $sp = 4$ cm;
- Strato di binder in conglomerato bituminoso $sp = 5$ cm;
- Strato di base in conglomerato bituminoso $sp = 12$ cm;
- Strato di fondazione in misto granulometrico stabilizzato $sp = 15$ cm;
- Strato super-compattato $sp = 15$ cm

per uno spessore complessivo di 51 cm.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 ELABORATI GENERALI					
	Relazione tecnica generale opere civili	COMMESSA NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RG	DOCUMENTO OC0000 001	REV. B

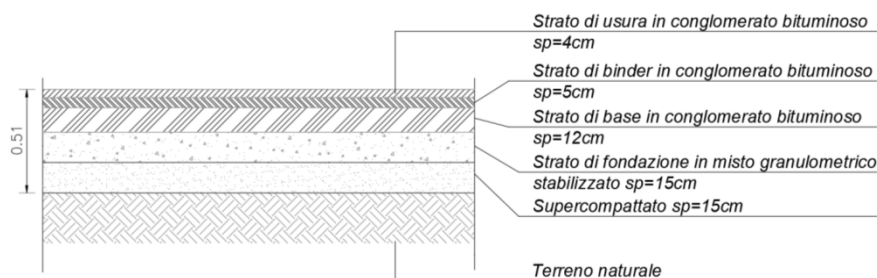


Figura 58 - Pacchetto pavimentazione stradale

Per il calcolo della pavimentazione flessibile si è preso in considerazione il modello dettato dal catalogo delle pavimentazioni stradali CNR n° 178/95 scegliendo come riferimento, sulla base di dati di input individuati (modulo resiliente, numero di passaggi di veicoli commerciali e tipologia stradale), una delle soluzioni riportate nella scheda n° 4F. La stratigrafia del pacchetto individuato è stata incrementata di 15 cm inserendo un ulteriore strato di Super-compattato rispettando così quanto imposto dal Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili 2019 -parte II Sez.5.

Il pacchetto di pavimentazione adottato per il marciapiede è invece composto da:

- Strato di usura in conglomerato bituminoso sp = 3 cm;
- Strato di massetto in cls armato C20/25– rete Ø6 10x10 cm sp = 10 cm;
- Strato di fondazione in misto granulometrico stabilizzato sp = 10 cm (minimo);

per uno spessore totale di 24 cm.

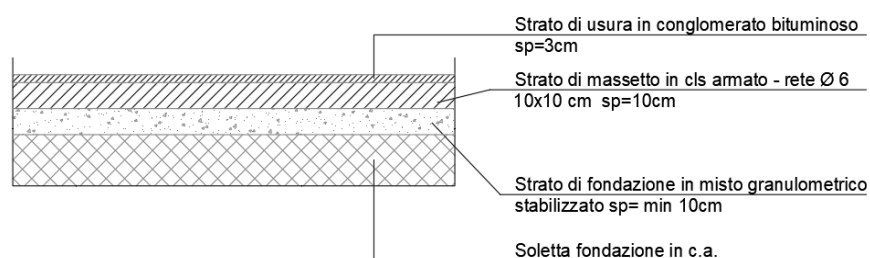


Figura 59 - Pacchetto pavimentazione del marciapiede