

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA  
NODO DI BRESCIA  
POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA

Relazione Tecnica Generale delle Opere Civili

SCALA:

-

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

I N 1 M 1 0 D 2 6 R G O C 0 0 0 0 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva		Novembre 2021	N.Carella	Novembre 2021	L.Barchi	Novembre 2021	A.Perego Novembre 2022
B	Emissione a seguito parere MITE assoggettabilità a VIA		Gennaio 2022	N.Carella	Gennaio 2022	L.Barchi	Gennaio 2022	

## Sommario

1	PREMESSA .....	4
2	QUADRO PROGRAMMATICO DELL'INTERVENTO .....	5
3	INQUADRAMENTO.....	6
3.1	CONFIGURAZIONE DI PROGETTO .....	7
4	ASPETTI INFRASTRUTTURALI .....	8
4.1	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	8
4.2	SEZIONI TIPO FERROVIARIE .....	9
5	IDROLOGIA E IDRAULICA.....	17
5.1	IDROLOGIA .....	17
5.2	COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	18
5.3	INVARIANZA IDRAULICA.....	21
5.4	IDRAULICA DI PIATTAFORMA.....	22
5.5	RISOLUZIONE INTERFERENZE CON LA FOGNATURA E IL RETICOLO IDRICO MINORE.....	25
6	GEOTECNICA.....	27
6.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....	27
6.2	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO .....	27
6.3	CAMPAGNE INDAGINI .....	28
6.4	MODELLO GEOTECNICO.....	29
7	BONIFICA SISTEMATICA TERRESTRE.....	32
8	DEMOLIZIONI.....	32
9	SOTTOVIA .....	33
9.1	SL01.....	33
9.2	SL02.....	35
10	OPERE DI SOSTEGNO DELLA SEDE FERROVIARIA.....	37

Relazione Tecnica Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	10	D 26 RG	OC 00 0 0 001	B	3 DI 57

10.1.1	Asta L=750M.....	37
10.1.2	Asta L=350M.....	42
11	VIABILITÀ.....	46
11.1	NV01 .....	46
11.1.1	Sezione trasversale .....	47
11.1.2	Pavimentazione .....	47
11.1.3	Barriere di sicurezza .....	48
11.2	NV02 .....	48
11.2.1	Sezione trasversale .....	48
11.2.2	Pavimentazione .....	49
11.2.3	Barriere di sicurezza .....	49
11.3	PISTA CICLOPEDONALE .....	49
12	FABBRICATI .....	53
13	ACCESSI E RECINZIONI .....	54
13.1.1	Recinzioni.....	55
13.1.2	Cancelli .....	55
13.1.3	Accesso carrabile .....	55

## 1 PREMESSA

L'attivazione della tratta AV/AC Milano – Brescia del 2016 ha consentito di liberare la capacità sulla linea storica Milano-Venezia anche per traffici merci da/per Milano. L'incremento di traffico futuro sull'asse ferroviario Torino-Venezia, richiede, tra gli altri, l'intervento di potenziamento dello Scalo di Brescia.



**Figura 1 - Inquadramento area progetto - Brescia Scalo**

In tale scenario si inserisce il progetto in parola che deve compatibilizzare l'impianto attuale di Brescia (attivazione di fase 4) alle esigenze del futuro terminal intermodale di competenza di TerAlp, il quale sarà realizzato a sud dello scalo e comunicherà con il fascio merci dello scalo di Brescia.

Il Terminal intermodale di TerAlp non è oggetto del presente progetto.

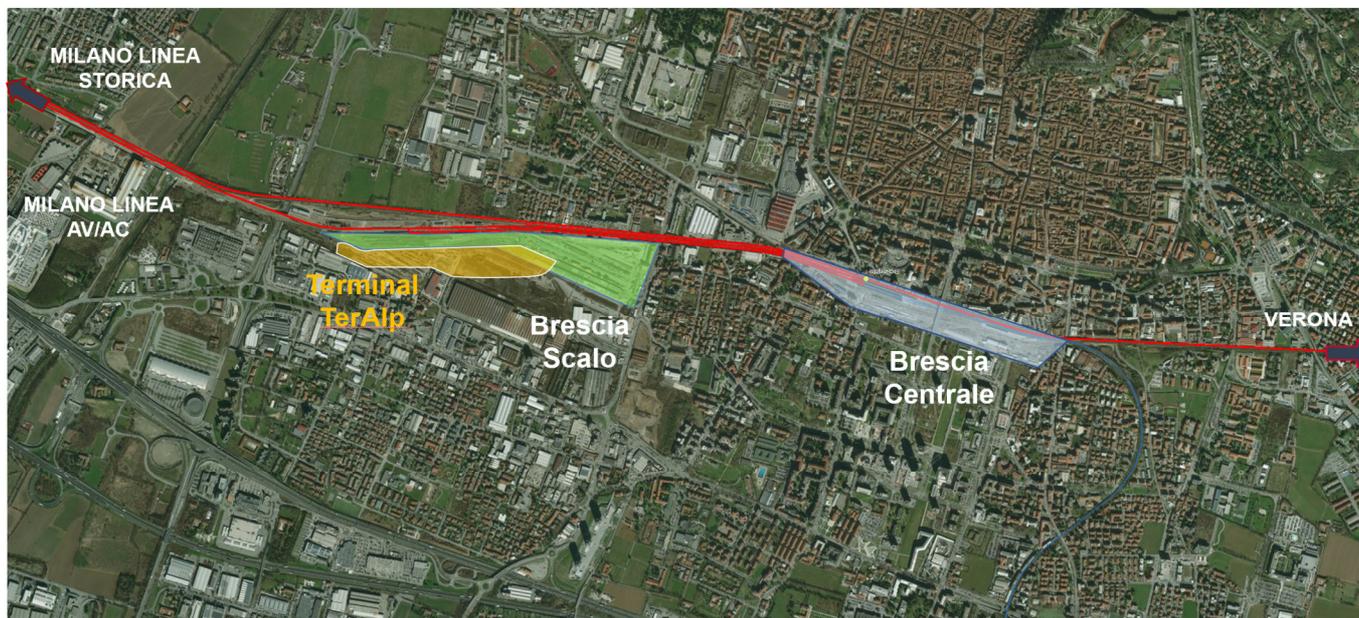


Figura 2 - Inquadramento area progetto e terminal TerAlp - Brescia Scalo

## 2 QUADRO PROGRAMMATICO DELL'INTERVENTO

L'incarico riguarda il Progetto Definitivo del nuovo PRG dello Scalo di Brescia che prevede la realizzazione di un nuovo fascio arrivi/partenze di modulo 750 metri con asta di manovra di 750 metri. Nel maggio 2012 è stato sottoscritto tra il Gruppo FS ed Hupac un "Memorandum of Understanding" con cui si è condiviso l'intento di sviluppare infrastrutture ed attività terminalistiche nel Nord Italia (Programma "Nuovi Terminal Nord Italia" – NTNI).

Nell'ambito del Contratto di Programma Parte Investimenti 2017 - 2021, l'investimento è ricompreso all'interno della Tabella A "Portafoglio Investimenti in corso e programmatici – Classe A – Programmi pluriennali di intervento – Programma Porti ed Interporti - Ultimo/penultimo miglio ferroviario e connessioni alla rete" - riga P060 – "Infrastrutturazione Porti e Terminali".

Le opere relative al progetto in parola rientrano tra quelle previste al DL 6/5/2021 n.59 che approva il Piano Nazionale per gli investimenti Complementari (PNC) finalizzato ad integrare con risorse nazionali gli interventi del Piano nazionale di ripresa e resilienza.

### 3 INQUADRAMENTO

Il presente documento ha lo scopo di illustrare il Progetto di Definitivo del Potenziamento Infrastrutturale dello Scalo di Brescia, che riguarda la realizzazione del nuovo PRG di scalo per adeguarlo alle nuove esigenze di traffico merci e dotarlo di un'asta di manovra da 750 m lato Milano, che permetterà l'instradamento dei treni verso Verona.

In tale scenario si inserisce il progetto in parola che deve compatibilizzare l'impianto attuale di Brescia (attivazione di fase 4) con le esigenze di TerAlp e gli interventi nel loro ambito.

L'opera relativa al Potenziamento Infrastrutturale dello Scalo di Brescia prevede i seguenti interventi:

- prolungamento a modulo 750 m dei binari I e II FM in aree ferroviarie;
- realizzazione dell'accesso al terminale Teralp, in aree ferroviarie;
- realizzazione di un'asta di manovra di lunghezza 750 m lato Milano, in aree non di proprietà delle ferrovie;
- sistemazione a PRG dei binari da III a X FM che avranno modulo compreso tra 465 m e 600 m, in aree ferroviarie;
- realizzazione di 3 nuovi binari di modulo superiore a 750 m (binari XI, XII e XIII FM), in aree ferroviarie.

Sono inclusi nel presente progetto anche i seguenti ulteriori interventi, i quali non sono localizzati nell'area del PRG di Brescia Scalo:

- realizzazione dell'indipendenza tra il binario pari LS e il binario di accumulo a servizio del fascio di manutenzione (cd. FSA),
- realizzazione dell'adeguamento dell'intero ACC (Fascio Viaggiatori e Fascio Merci) con centralizzazione e attrezzaggio con segnali alti di fasci attualmente non attrezzati in Brescia Centrale (ved. Relazione Generale Segnalamento per dettagli fasci attrezzati)

I binari I e II costituiscono la Linea Storica Milano – Venezia; i binari III e IV sono adibiti al traffico AC/AV. L’impianto merci vero e proprio ad oggi è costituito dai binari I÷XIII Fascio Merci (FM) e da vari fasci di binari tronchi (in parte dismessi). I binari I FM ÷VII FM, di modulo compreso tra 540 e 610 metri, sono centralizzati e svolgono la funzione di arrivo/partenza per i treni merci. I binari VIII FM÷XIII FM, di modulo compreso tra 290 e 440 metri, non sono centralizzati e vengono utilizzati per smistamento in piano, sosta e manovra dei carri; i restanti binari tronchi, anch’essi non centralizzati vengono utilizzati per attività di handling. Sono altresì presenti tre aste di manovra elettrificate, due sul lato Milano di modulo 375 e 400 metri ed una sul lato Venezia di modulo 475 metri. Al fascio è infine allacciato a sud il raccordo FS Logistica (De Aloe).

Le linee afferenti sono la Linea Storica e la linea AC/AV (denominate rispettivamente Venezia Lenta e Venezia AV/AC) sul lato Milano, entrambe a doppio binario, mentre sul lato Brescia insistono la Linea Storica (a doppio binario) e un binario unico di collegamento tra il Fascio Merci ed il Piazzale Sud di Brescia Est.

Le velocità di percorrenza della Linea Storica sono 123, 135 e 145 km/h rispettivamente per il rango A, B e C; le velocità per la linea AC/AV sono 100, 105 e 110 km/h rispettivamente per il rango A, B e C. La minore velocità per la linea AC/AV è dovuta a vincoli dettati dalle curve nell’attraversamento dell’impianto. Gli itinerari da/verso il Fascio Merci sono a 30 km/h.

L’impianto è gestito dall’ACC di Brescia Est.

### 3.1 Configurazione di progetto

Al termine degli interventi il Fascio Merci di Brescia è composto da 17 binari di circolazione, di cui:

- i binari I÷IV rimangono i binari di corsa delle Linee Venezia LL e AV/AC;
- i binari I FM÷X FM sono binari elettrificati di A/P con modulo compreso tra 480 e 625 metri, alcuni dei quali potranno essere specializzati per la manovra e lo smistamento in piano di carri;
- I binari XI FM÷XIII FM sono binari elettrificati di A/P di modulo pari a 750 metri, ad uso esclusivo del terminal TerAlp.

Le attività che attualmente vengono svolte sulla porzione di piazzale non interessata dai lavori di potenziamento continuano secondo l’attuale modello di esercizio. Le operazioni di movimentazione che vengono svolte sugli attuali binari secondari VIII FM÷XIII FM, che sono demoliti, sono effettuate sui futuri nuovi binari di circolazione appositamente realizzati. La creazione di ulteriori tre nuovi binari di A/P di modulo pari a 750 metri è funzionale ai

traffici indotti dal nuovo terminale TerAlp. Questi nuovi tre binari possono essere utilizzati anche dalle imprese che attualmente operano in impianto, qualora manifestassero l'esigenza di effettuare treni di lunghezza maggiore rispetto agli attuali.

A sud dei 17 binari è posizionato il terminale TerAlp, non oggetto della presente progettazione.

Le velocità di percorrenza sulle linee Storica AC/AV non subiscono modifiche; la velocità di percorrenza degli itinerari in ingresso/uscita dal Fascio Merci lato Milano sono velocizzati a 60 km/h per i binari XI FM, XII FM e XIII FM (rimane a 30 km/h la velocità per gli itinerari sugli altri binari ed in uscita/ingresso lato Brescia, nonché per gli itinerari da/verso i binari del terminal TerAlp).

L'impianto è gestito dall'ACC esteso di Brescia.

## 4 ASPETTI INFRASTRUTTURALI

### 4.1 Descrizione degli interventi

Gli interventi descritti in questo Progetto Definitivo inizieranno a seguito del completamento della Fase 4 del PRG di Brescia (attivazione dell'ACC per l'intera stazione di Brescia, compreso lo scalo), in modo da non interferire con la penetrazione urbana della Linea AV/AC Milano-Venezia. Gli interventi saranno divisi in quattro fasi e anche le OCCC seguiranno tali fasi:

1. Fase 1: prolungamento a modulo 750 dei binari I-II FM-Tronchino di indipendenza binario accumulo FSA:
  - a. BST;
  - b. Demolizioni relative al tronchino (demolizione attraversamento  $\Phi 300$  in PEAD esistente e demolizione canaletta esistente per consentire l'alloggiamento del tronchino stesso);
  - c. sede per il tronchino;
  - d. Fabbricati FA01 e FA02;
  - e. Demolizioni torri piezometriche all'interno dello scalo.

in questa fase è previsto l'inizio dei lavori di realizzazione dell'asta di manovra 750 m lato Milano che sarà poi completata e pronta per l'attivazione nella fase 2

2. Fase 2: realizzazione aste 350 lato Milano e completamento asta 750:

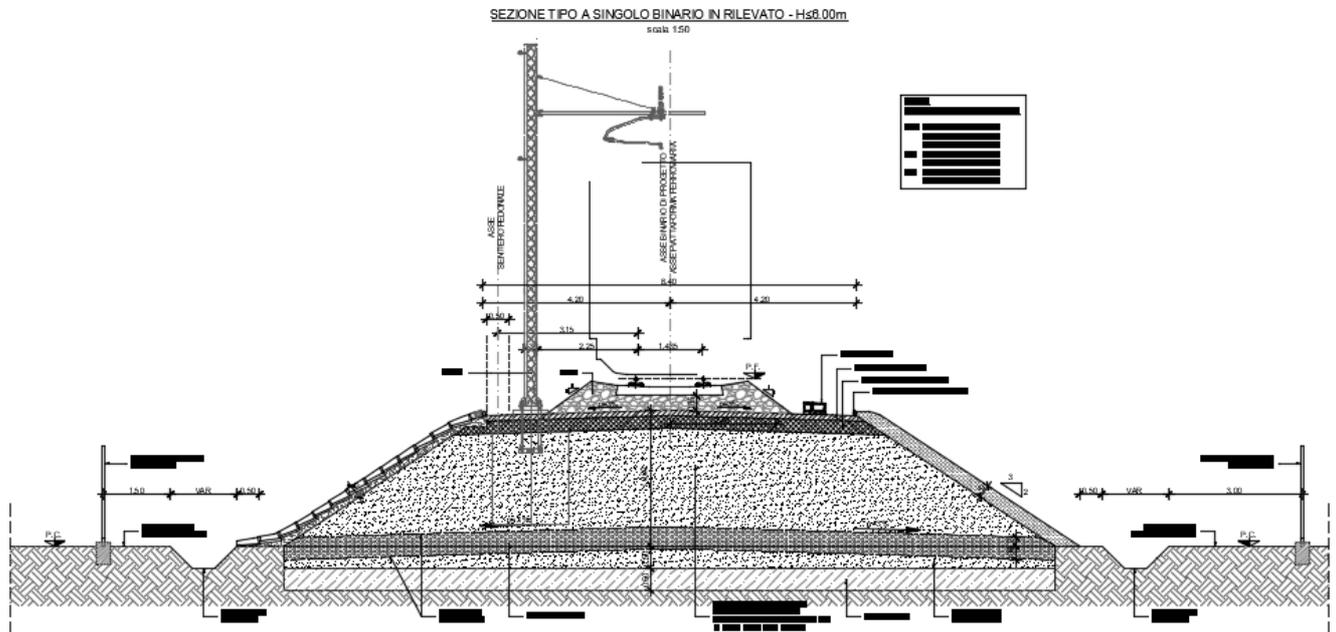
- a. Demolizione fabbricati e porzione di muro zona a sud asta 750;
  - b. BST;
  - c. SL01, SL02 con relative viabilità NV01 e NV02;
  - d. Pista ciclopedonale con relativa opera di sostegno;
  - e. Tombini IN01A e IN01B;
  - f. Sede per asta 750 e 350 con relative opere di sostegno;
  - g. Recinzione al confine con Teralp.
3. Fase 3: realizzazione binari VI FM -X FM:
- a. Demolizioni (cabina elettrica, fabbricato pesa, basamento)
4. Fase 4: realizzazione binari XI -XIII FM.
- a. BST;
  - b. Adeguamento accesso VVFF e vasca a servizio del binario XIII FM, che è un binario merci pericolose;
  - c. Camminamento VVFF a servizio del binario XIII FM (merci pericolose).

Per le fasi di esercizio e armamento si rimanda a specifica documentazione.

## 4.2 SEZIONI TIPO FERROVIARIE

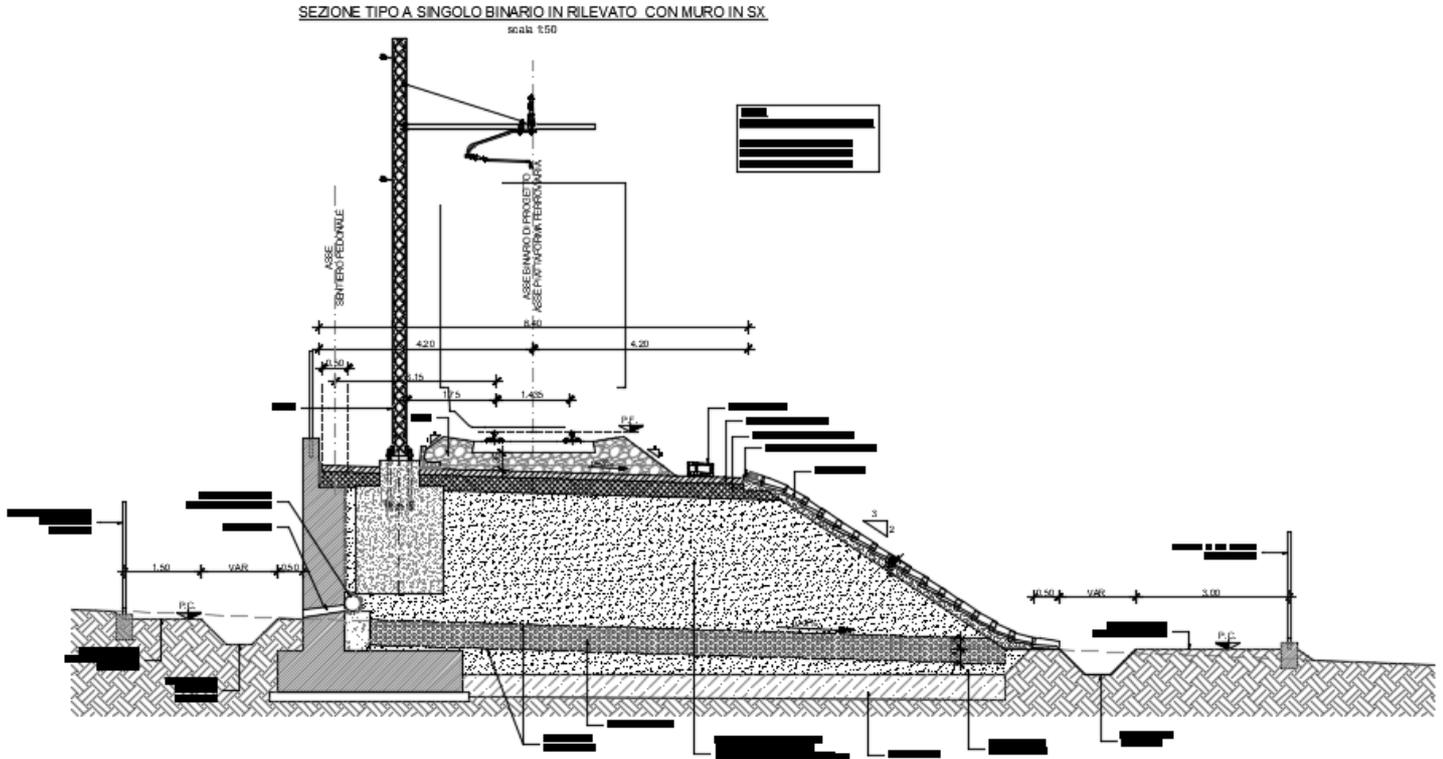
Il progetto prevede la realizzazione di sezioni tipo a singolo e a doppio binario, come da manuale di progettazione RFIDTCSIMAIIFS001E del 31.12.2020 per velocità  $V \leq 200$  km/h; in particolare si prevederà:

- a) Asta di manovra da 750 m:
  - a. una sezione tipo in rilevato a singolo binario, di altezza inferiore a 6m, con piattaforma costituita da uno strato di supercompattato di spessore 30cm e uno strato di subballast di spessore 12cm, a doppia falda con pendenze del 3% e una altezza minima di ballast sotto traversa pari a 35cm:



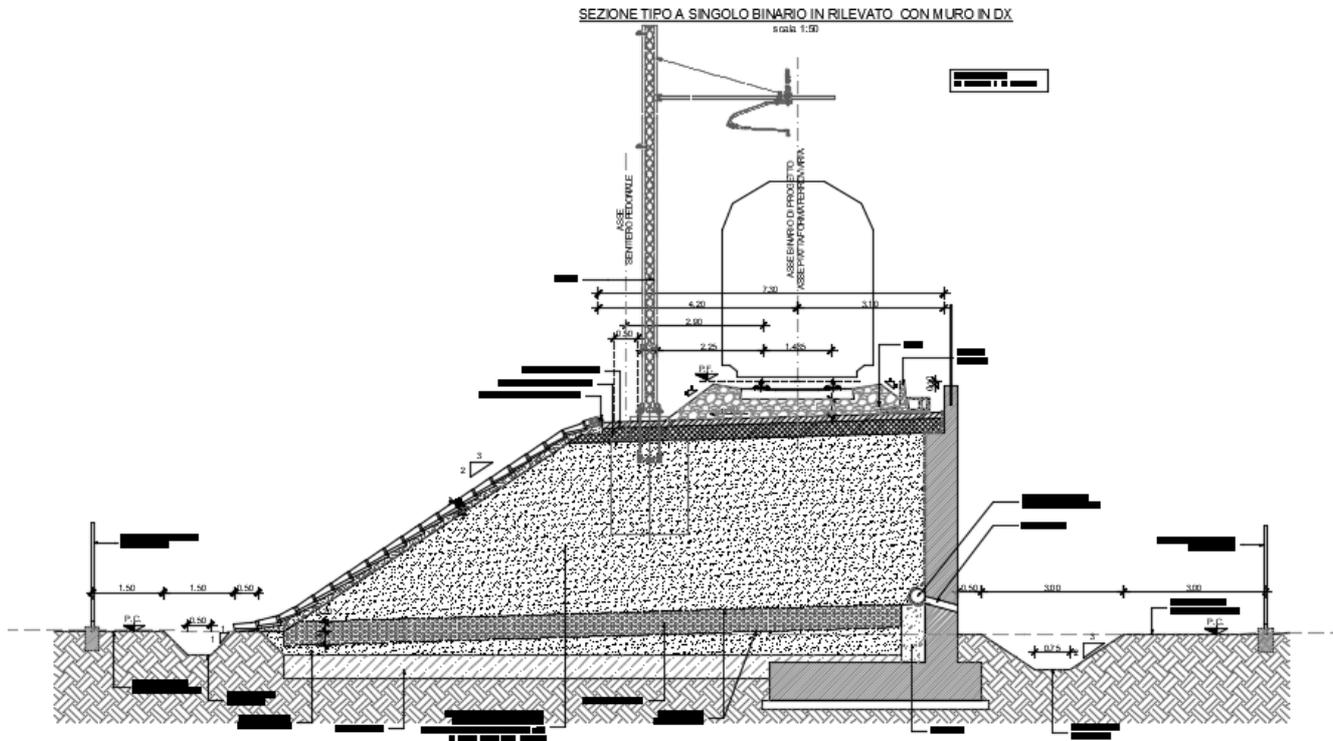
**Figura 3 - Sezione tipo SB in rilevato - asta L=750m**

- b. una sezione tipo in rilevato a singolo binario, di altezza inferiore a 6m, con un muro di sostegno in sinistra, piattaforma costituita da uno strato di supercompattato di spessore 30cm e uno strato di subballast di spessore 12cm, monofalda con pendenza del 3%, una altezza minima di ballast sotto traversa pari a 35cm e una DR ridotta a una distanza non inferiore a 1.75 m:



**Figura 4 - Sezione tipo SB in rilevato con muro in sinistra - asta L=750m**

- c. una sezione tipo in rilevato a singolo binario, di altezza inferiore a 6m, con un muro di sostegno in destra, piattaforma costituita da uno strato di supercompattato di spessore 30cm e uno strato di subballast di spessore 12cm, monofalda con pendenza del 3%, una altezza minima di ballast sotto traversa pari a 35cm:

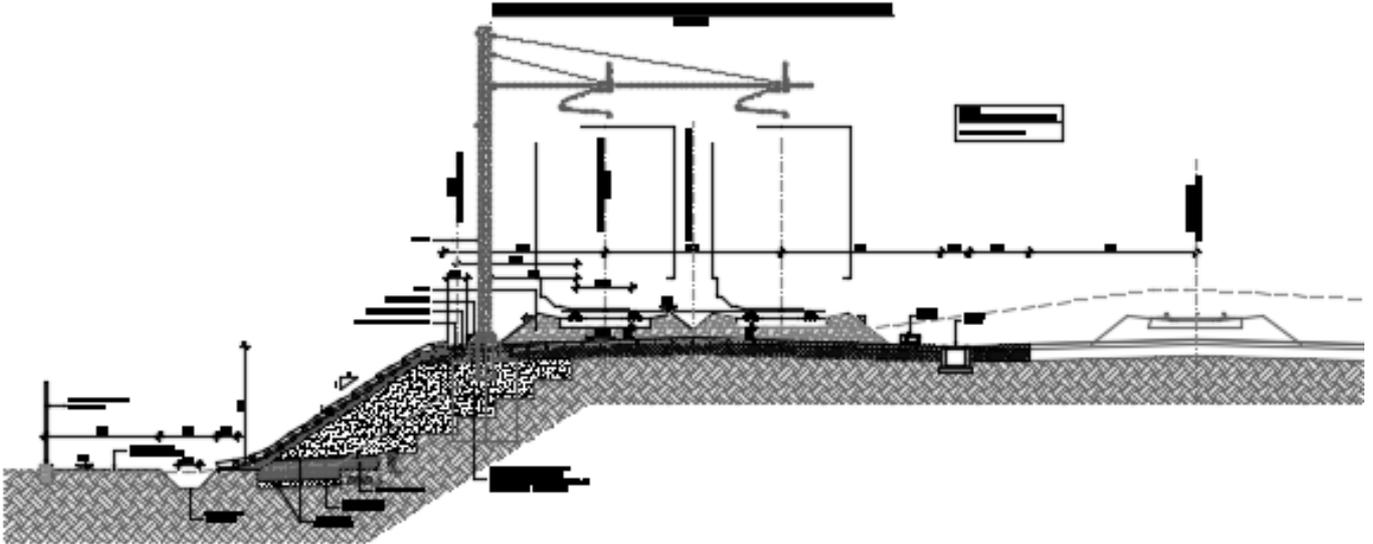


**Figura 5 - Sezione tipo SB in rilevato con muro in destra - asta L=750m**

La transizione tra piattaforma monofalda e schiena d'asino è eseguita nei tratti esterni alle opere di sostegno eseguendo la classica rotazione del ciglio.

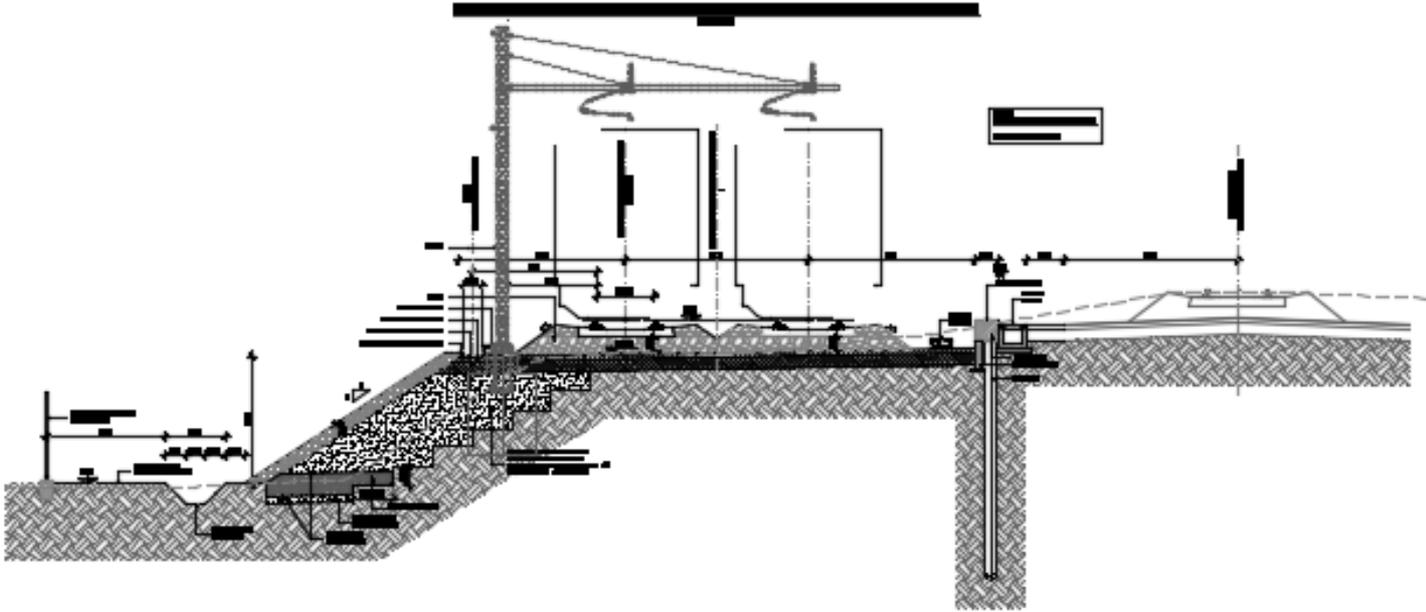
b) Aste L= 350 m

- a. una sezione tipo in rilevato a doppio binario in affiancamento alla linea AV/AC, di altezza inferiore a 6m, con piattaforma costituita da uno strato di supercompattato di spessore 30cm e uno strato di subballast di spessore 12cm, doppia falda con pendenze del 3% e una altezza minima di ballast sotto traversa pari a 35cm:



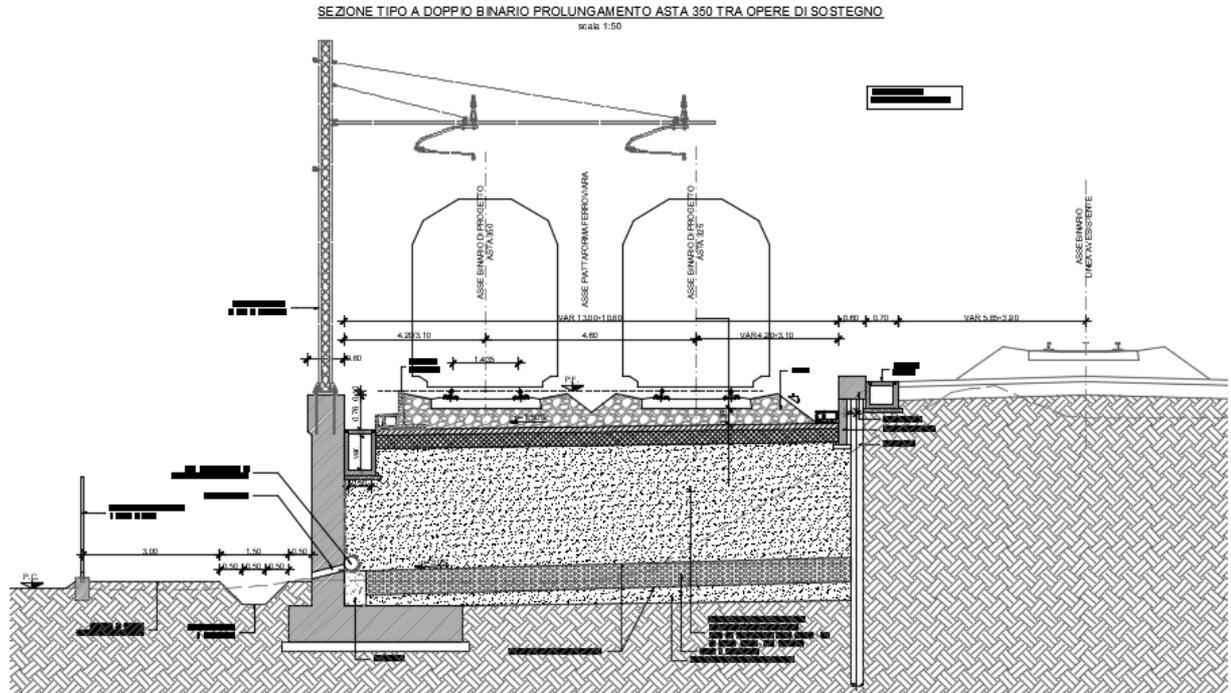
**Figura 6 - Sezione tipo DB in rilevato in affiancamento alla linea AV/AC esistente- aste L=350m**

- b. una sezione tipo in rilevato a doppio binario in affiancamento alla linea AV/AC, di altezza inferiore a 6m, con una paratia di micropali tra la linea esistente AV/AC necessaria per la modesta differenza di quota, mentre sull'altro lato la sezione è in rilevato, con piattaforma costituita da uno strato di supercompattato di spessore 30cm e uno strato di subballast di spessore 12cm, monofalda con pendenza del 3% e una altezza minima di ballast sotto traversa pari a 35cm:



**Figura 7 - Sezione tipo DB in rilevato in affiancamento alla linea AV/AC esistente con paratia di micropali lato linea AV/AC - aste L=350m**

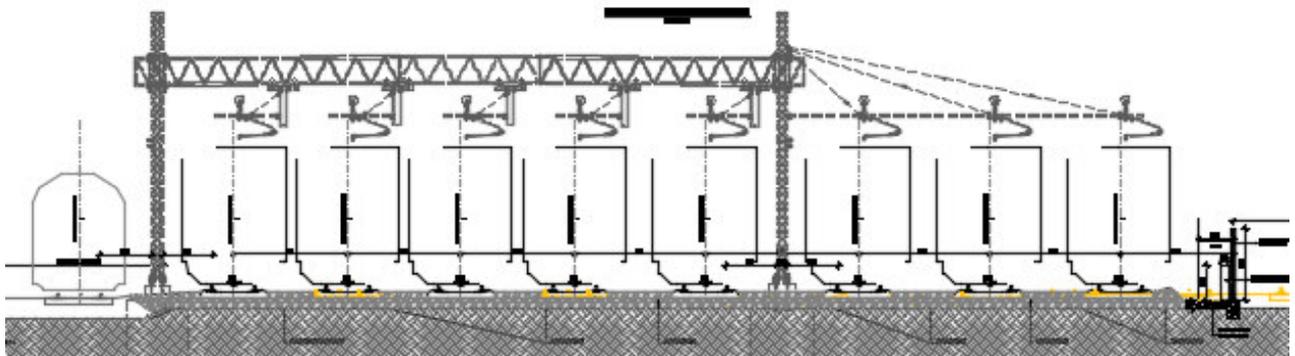
- c. una sezione tipo in rilevato a doppio binario in affiancamento alla linea AV/AC, di altezza inferiore a 6m, con una paratia di micropali tra la linea esistente AV/AC necessaria per la modesta differenza di quota, e un muro di sostegno dal lato opposto, con piattaforma costituita da uno strato di supercompattato di spessore 30cm e uno strato di subballast di spessore 12cm, monofalda con pendenza del 3% e una altezza minima di ballast sotto traversa pari a 35cm:



**Figura 8 - Sezione tipo DB in rilevato in affiancamento alla linea AV/AC esistente con paratia di micropali lato linea AV/AC e muro di sostegno- aste L=350m**

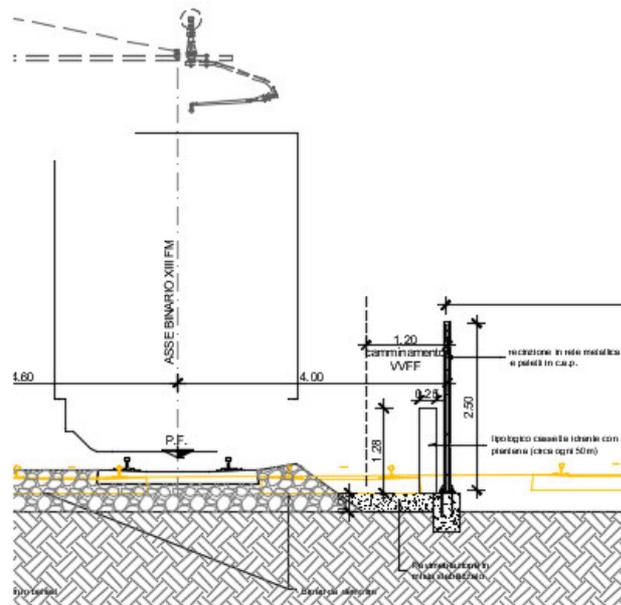
c) Binari scalo merci

La sezione tipo nello scalo vede i binari dal VI FM al XIII FM che vengono demoliti e riposizionati. L'intervento non prevede il rifacimento di sede, per cui non sarà realizzato supercompattato né subballast.



**Figura 9 - Sezione tipo binari scalo**

Lungo il binario XIII FM, in quanto binario merci pericolose, e in adiacenza con la recinzione con lo scalo Teralp viene realizzato un camminamento a servizio dei vigili del fuoco:



**Figura 10 – Particolare camminamento VVFF**

Tale camminamento ha una larghezza pari a 1.20 m ed è realizzato in misto stabilizzato. Lungo esso saranno posizionate, ogni 50 m, le cassette idranti.

Lungo la recinzione tra lo scalo ferroviario di Brescia e lo scalo Teralp saranno presenti anche le torri faro necessarie all'illuminazione: in corrispondenza di esse, il camminamento aggirerà le torri faro correndo parallelo alle nicchie che la recinzione formerà dietro le torri stesse:

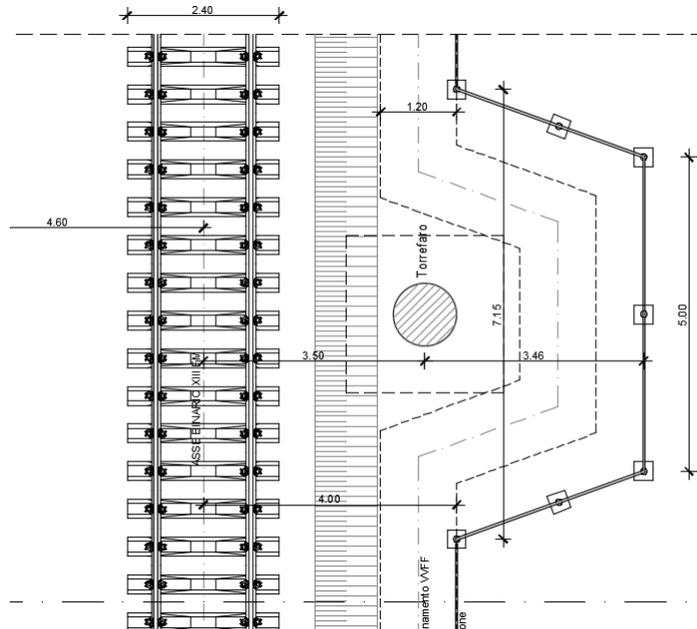


Figura 11 – Particolare camminamento VVFF in corrispondenza delle torri faro

## 5 IDROLOGIA E IDRAULICA

### 5.1 Idrologia

La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle varie tipologie di opere è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione ferroviaria RFI e dall'Aggiornamento delle Norme tecniche delle Costruzioni (D.M. 17 Gennaio 2018) e Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

La tabella seguente sintetizza la scelta del tempo di ritorno per tipologia di opere indicata nel Manuale di Progettazione cod. RFIDTCSICSMAIFS001E:

- Drenaggio della piattaforma (cunetta, tubazioni..):

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

- Fossi di guardia:

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

	LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	10	D 26 RG	OC 00 0 0 001	A	18 DI 57

In accordo con la tabella sopraportata, il dimensionamento delle reti di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche è stato effettuato considerando i seguenti tempi di ritorno:

- Per il drenaggio della piattaforma ferroviaria: Tr 100 anni.
- Per il drenaggio della piattaforma stradale e della pista ciclopedonale: Tr 25 anni.
- Per il drenaggio dei piazzali e dei nuovi fabbricati: Tr 25 anni.
- Per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica è stato considerato un tempo di ritorno di 100anni quando queste sono a servizio dell'infrastruttura ferroviaria. Per gli altri casi tali opere sono state dimensionate con un tempo di ritorno di 50anni ed è stata effettuata una verifica con un tempo di ritorno di 100 anni, in ottemperanza della RR 7/2017. Si rimanda al paragrafo 8 per maggiori approfondimenti.
- Per il dimensionamento degli attraversamenti idraulici: Tr 200anni.

Di seguito si riepilogano i parametri delle curve di possibilità pluviometrica di progetto per eventi meteorici con durate inferiori e superiori all'ora, estratti dalla relazione idrologica IN1M11D26RHID0001001B.

CELLA 1 (Fonte ARPA)					CELLA 1 (Fonte ARPA)				
t ≤ 1 ora					t > 1 ora				
Tr (anni)	25	50	100	200	Tr (anni)	25	50	100	200
a <sub>1</sub>	28.15				a <sub>1</sub>	28.15			
n	0.464				n	0.2778			
w <sub>T</sub>	1.7684	1.9848	2.2033	2.4247	w <sub>T</sub>	1.7684	1.9848	2.2033	2.4247

Figura 12 – Curve di possibilità pluviometriche di progetto

## 5.2 Compatibilità idraulica

Gli interventi previsti, come qualunque infrastruttura di carattere estensivo, devono inserirsi in un quadro di strumenti legislativi e di pianificazione territoriale sia esistenti che in via d'adozione. Gli strumenti normativi presi a riferimento nella valutazione della compatibilità idraulica delle opere di progetto e le aree di allagamento considerate sono:

- PAI dell'Autorità di Bacino del fiume Po (approvato maggio 2001);
- Piano di Gestione Rischio Alluvione – Regione Lombardia (PGRA revisione 2020).

Dall'analisi della normativa vigente in materia di aree di esondazione, emerge che le aree di intervento, ad esclusione della zona est del fascio binari, ricadono nella fascia C delimitata dal PAI e nella zona con probabilità di

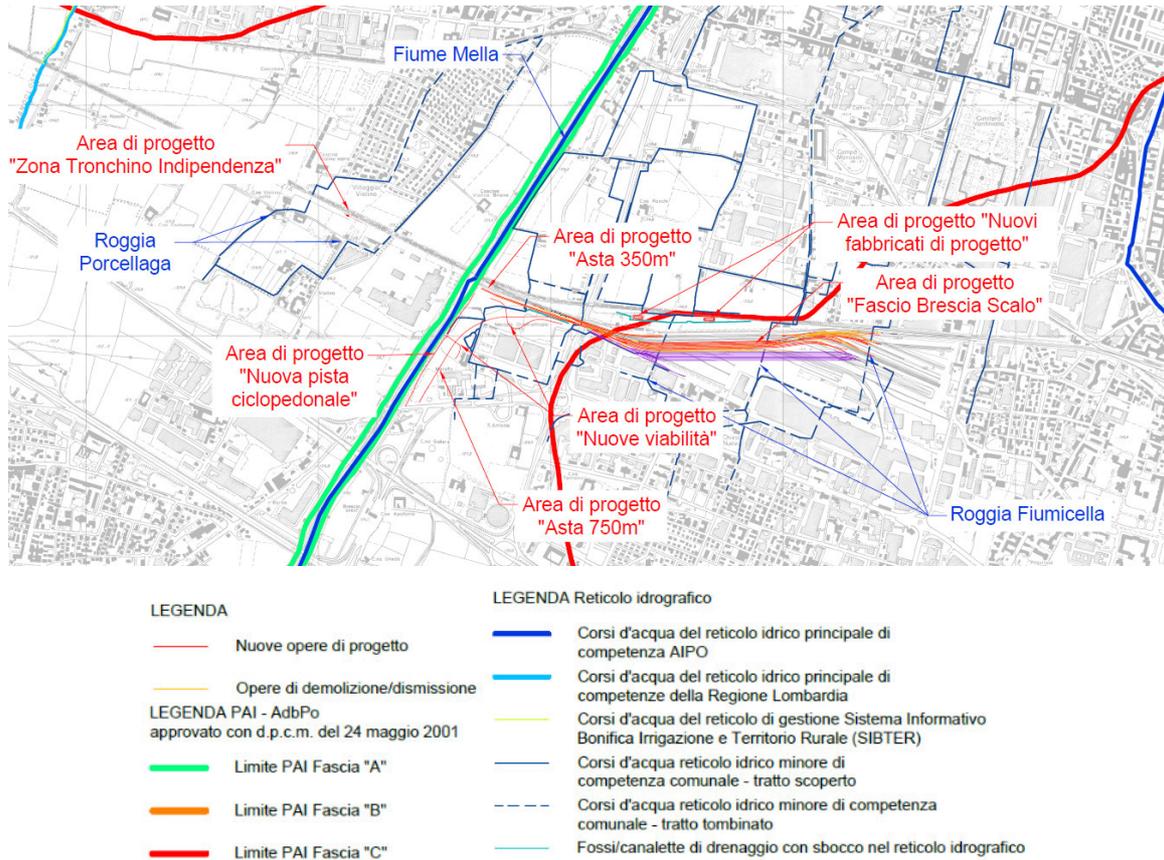
**PROGETTO DEFINITIVO  
POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA**

Relazione Tecnica Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IN1M	10	D 26 RG	OC 00 0 0 001	A	19 DI 57

alluvione scarsa (P1) del reticolo principale (RP) per quanto riguarda la perimetrazione delle aree a rischio di esondazione del PGRA.

Di seguito si riportano gli estratti dei Piani citati relativi alle aree di interesse.

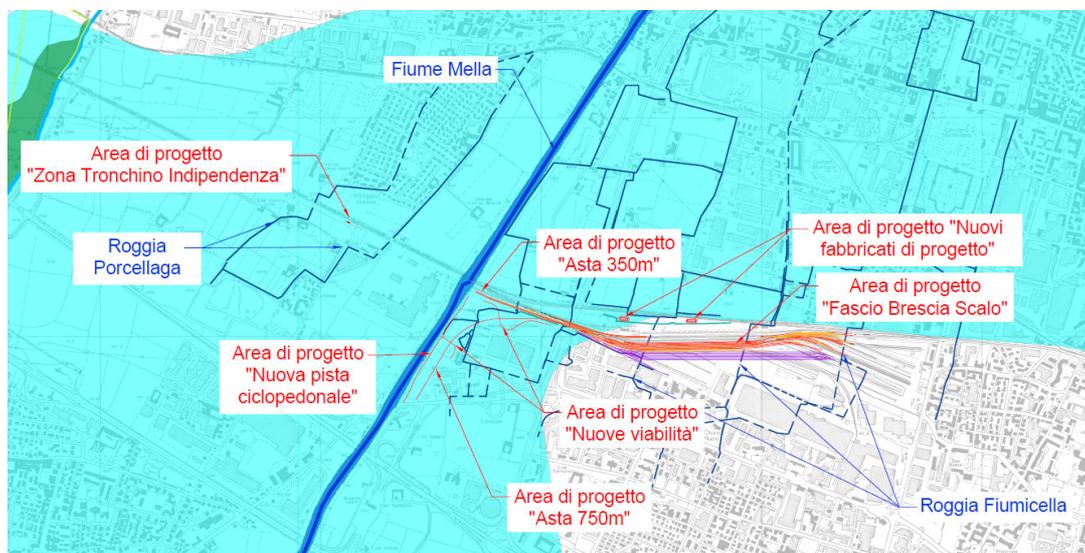


**Figura 13 – Inquadramento area intervento – PAI AdbPo**

**PROGETTO DEFINITIVO  
POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA**

Relazione Tecnica Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IN1M	10	D 26 RG	OC 00 0 0 001	A	20 DI 57



LEGENDA PGRA - Regione Lombardia  
approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016 - Revisione 2020

<b>Ambito territoriale "RP":</b> Reticolo idrografico principale interessato dalla fasce fluviali PAI Soggetto realizzatore delle aree allagabili: AdB/Po	
	Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H)
	Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M)
	Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (aree P1/L)
<b>Ambito territoriale RSCM</b> (Reticolo idrografico secondario collinare e montano e reticolo idrografico secondario non interessato dalla fasce fluviali PAI) Soggetto realizzatore delle aree allagabili Regione Lombardia	
	Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H)
	Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M)
	Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (aree P1/L)

LEGENDA

	Nuove opere di progetto
	Opere di demolizione/dismissione

LEGENDA Reticolo idrografico

	Corsi d'acqua del reticolo idrico principale di competenza AIFO
	Corsi d'acqua del reticolo idrico principale di competenze della Regione Lombardia
	Corsi d'acqua del reticolo di gestione Sistema Informativo Bonifica Irrigazione e Territorio Rurale (SIBTER)
	Corsi d'acqua reticolo idrico minore di competenza comunale - tratto scoperto
	Corsi d'acqua reticolo idrico minore di competenza comunale - tratto tombinato
	Fossi/canalette di drenaggio con sbocco nel reticolo idrografico

**Figura 14 – Inquadramento area intervento – PGRA Regione Lombardia - aree censite nelle mappe di pericolosità e rischio idraulico del PGRA del bacino padano, approvato nella seduta del comitato istituzionale permanente dell’Autorità di Bacino distrettuale del Po del 20 dicembre 2019**

Sulla base della verifica di compatibilità effettuata, sono state previste le seguenti misure di mitigazione:

- I fabbricati di progetto saranno rialzati di 80cm rispetto al pc;
- I sottovia non saranno “a corda molle”, non saranno previsti punti di minimo all’interno dei sottovia stessi.

A valle delle indicazioni da normativa riportate si può affermare che gli interventi in oggetto:

- Non costituiscono significativo ostacolo al deflusso;
- Non pregiudicano la possibilità di sistemazione idraulica definitiva dell’area.

	LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	10	D 26 RG	OC 00 0 0 001	A	21 DI 57

È possibile affermare che le opere in progetto risultano compatibili con le norme che disciplinano gli interventi ricadenti in aree interessate da inondazioni secondo gli strumenti normativi.

### 5.3 Invarianza idraulica

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, tratta il tema dell’invarianza idraulica e idrologica all’interno della Regione Lombardia.

Il regolamento all’art.3 individua una serie di interventi tenuti al rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica di cui all’articolo 58 bis, comma 2, della L.R. 12/2005.

Le attività di progetto sono quindi soggette al rispetto del RR 7/2017, in quanto prevedono nuove costruzioni, nello specifico saranno analizzati gli interventi inerenti le realizzazioni:

- Dell’asta di 750m e 350m, per le quali è previsto l’utilizzo di sub-ballast;
- Delle due viabilità;
- Della pista ciclopedonale;
- Dei due fabbricati.

Per quanto riguarda la zona tronchino e il fascio dei binari nella zona Brescia scalo non sono previste impermeabilizzazioni rispetto allo stato attuale. Infatti, il marciapiede realizzato lungo il binario merci pericolose, a servizio dei vigili del fuoco, sarà composto da materiale stabilizzato granulare sp.20 cm.

All’art.9 il regolamento classifica gli interventi in funzione del grado di impermeabilizzazione e per le varie classi ne definisce le modalità di calcolo da adoperare per lo studio idraulico.

Le attività di progetto rientrano nella classe di intervento “impermeabilizzazione potenziale alta”, considerando una superficie complessivamente interessata dagli interventi sopra elencati di circa 3.33ha e un coefficiente di deflusso superiore di 0.4. Ai sensi dell’art.9 del R.R. 7/2017 la modalità di calcolo prevista corrisponde a quella di dettaglio, descritta nell’articolo 11 allagato G del medesimo regolamento.

Nella tabella seguente si riportano la portata di picco sulla base delle considerazioni sopra riportate, la portata in uscita, il volume minimo di invaso imposto dal RR 7/2017, il volume di invaso ottenuto sia dai calcoli effettuati con la procedura di dettaglio sia con il metodo delle sole piogge e in fine, il volume di invaso disponibile dalle varie opere idrauliche.

	Bacino scolante sulle infrastrutture ferroviarie e stradali	Bacino scolante sulla nuova pista ciclopedonale	Bacino scolante sul singolo fabbricato
Portata in uscita (l/s)	176.55	22.38	0.67
Portata di picco Tr50a (l/s)	1346.55	175.88	38.04
Portata di picco Tr100a (l/s)	1494.80	195.56	42.23
Volume minimo di invaso da RR 7/2017 (mc)	1516.11	198.54	42.75
Volume di invaso ottenuto con la procedura di dettaglio con Tr100anni (mc)	904.81	119.56	55.00
Volume di invaso ottenuto con la procedura di dettaglio con Tr50anni (mc)	785.48	103.80	47.70
Volume di invaso ottenuto con il metodo delle sole piogge con Tr100anni (mc)	894.88	118.65	54.64
Volume di invaso ottenuto con il metodo delle sole piogge con Tr50anni (mc)	774.39	102.68	47.29
Volume di invaso disponibile (mc)	2166.00	274.86	75
Sistema di laminazione	Fossi di detenzione e infiltrazione	Trincea disperdente e fossi di detenzione e infiltrazione	Vasca di laminazione in cls con scarico nel canale limitrofo tramite stazione di sollevamento atta a regolare la portata massima smaltibile

#### 5.4 Idraulica di piattaforma

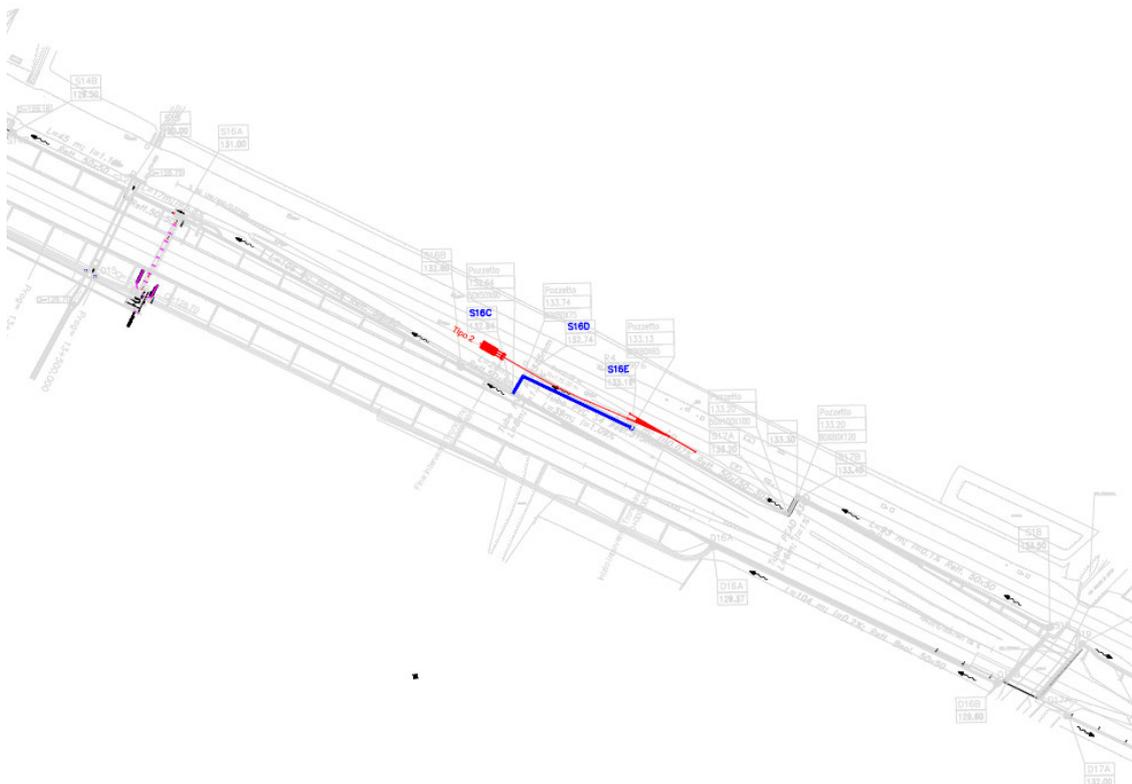
Per quanto riguarda la zona di progetto “Tronchino indipendenza”, è previsto l’adeguamento, in funzione delle opere di progetto, del sistema di drenaggio delle acque meteoriche afferenti alla sede ferroviaria per un tratto di circa 60 m nelle progressive A.C. Milano - Verona dal km 13+620 al km 13+680.

Gli interventi sul sistema di drenaggio consistono in:

- Adeguamento della pendenza del tratto di canaletta dalla progressiva 13+740 km alla progressiva 16+680km. Si prevede un rialzo del fondo del pozzetto di 14cm.

- Inserimento di un pozzetto alla progressiva 13+680km. In corrispondenza del pozzetto di progetto le acque convogliate dalla canaletta saranno inviate verso lo scarico a valle tramite una tubazione in PVC De315mm Di299,6mm con controtubo di protezione. Il controtubo sarà posato in opesa, con uno spessore minimo di 15cm;
- Eliminazione dell'attuale pozzetto esistente nella progressiva 13+640km in quanto interferente con il tracciato del tronchino di progetto. Verrà, nella medesima progressiva, realizzato un pozzetto gettato in opera. L'opera consiste in un muro di sostegno del ballasta dal binario Mella in cui è incorporato il pozzetto. Dal pozzetto di progetto le acque saranno convogliate verso valle ad una tubazione in PVC De315mm Di299,6mm con controtubo di protezione. Il controtubo sarà posato in opesa, con uno spessore minimo di 15cm;
- Si prevede l'adeguamento delle canalette dalla progressiva 13+640km alla progressiva 13+620km. La quota di fondo del pozzetto S16C sarà 132.64m slm, con conseguente pendenza del tratto pari a 0.2%.

Nell'immagine seguente si mostra in rosso l'ubicazione degli armamenti in costruzione e in blu le nuove opere della rete di drenaggio di progetto. Per maggiori dettagli si rimanda alla planimetria di progetto.



**Figura 15 – Ubicazione su planimetria del tratto della rete di drenaggio oggetto di adeguamento**

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA**

Relazione Tecnica Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IN1M	10	D 26 RG	OC 00 0 0 001	A	24 DI 57

La nuova asta di 750m si svilupperà prevalentemente in rilevato. In alcuni tratti sono previsti muri di contenimento.

Nei tratti in rilevato, considerando il profilo della sede ferroviaria del tipo a “schiena d’asino”, o considerando ad un’unica pendenza trasversale, è previsto un sistema di smaltimento per mezzo di embrici, ovunque siano presenti i fossi in terra. Nei tratti in cui la pendenza della sezione sia verso il muro di contenimento è prevista una canaletta la quale recapiterà le acque ai piedi del rilevato.

Per quanto riguarda il prolungamento delle due aste di 350m, queste si svilupperanno per un tratto iniziale, da ovest verso est, confinate tra due muri, proseguendo successivamente in rilevato. La pendenza delle sezioni trasversali varia lungo il percorso, è prevalentemente a monofalda verso il lato esterno delle linee esistenti, ovvero verso l’area verde a sud. In prossimità dell’innesto dell’asta di 750m e del fascio binari in Brescia Scalo, la pendenza è a doppia falda.

Nel tratto di prolungamento delle aste di 350m tra due opere di sostegno, sono previsti tubi microfessurati di drenaggio in calza tessili e barbacani di 3m, al fine di permettere il drenaggio delle acque infiltrate nel materiale di rilevato tra i muri.

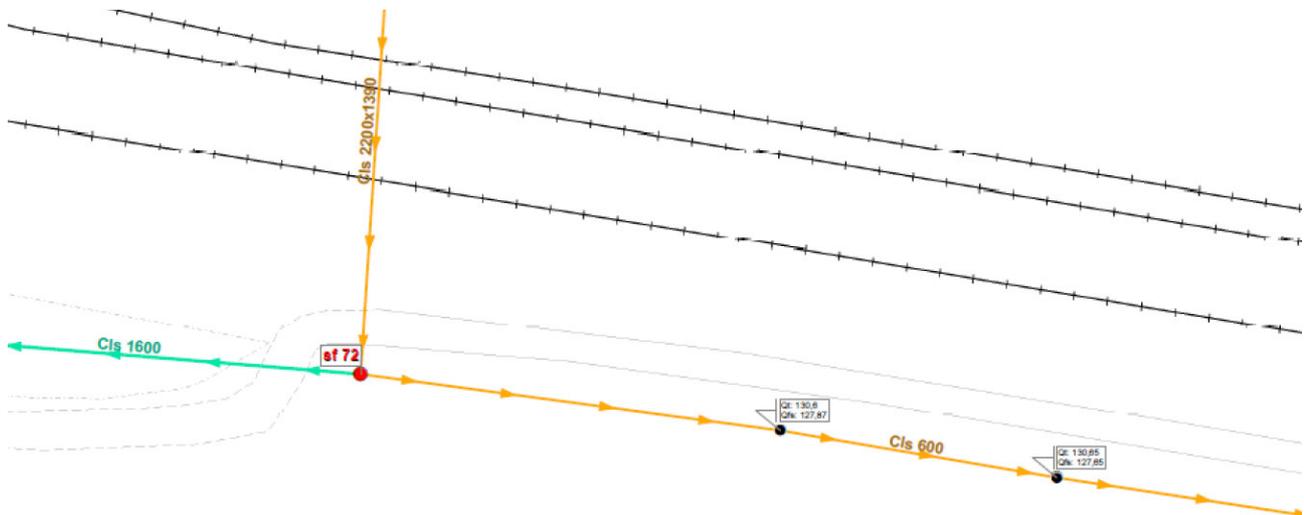
Il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche ha consistito:

- Nella realizzazione di un fosso disperdente che si sviluppa longitudinalmente al tracciato delle nuove linee di progetto. Il fosso sarà realizzato in terra con la predisposizione di materiale drenante.
- Nel prolungare la canaletta esistente a servizio delle linee AV tra le progressive 14+265 e 14+320 della linea AV, in quanto interferente con il muro di sostegno di progetto;
- Nella realizzazione di due nuove canalette, una tra la nuova linea e l’AV, e una tra la nuova linea e il muro di sostegno.
- Recapito delle tre canaline sopramenzionate nel fosso ai piedi dei muri di contenimento e del rilevato, mediante un collettore.
- Dalla progressiva 0+000 alla progressiva 0+300m riferite all’asta di progetto di 350m, sono previste canaline in cls tra le nuove linee e quelle dell’AV. Tutte le acque intercettate dalle canaline saranno indirizzate ai fossi disperdenti tramite collettori.
- Lo smaltimento delle acque meteoriche dedicati alla pista ciclopedonale avverrà tramite infiltrazione nel terreno. La rete di raccolta delle acque sarà composta da una serie di pozzetti 60x60cm in cls dai quali dipartono tubazioni di DN200/315mm che recapitano le acque meteoriche nella trincea rettangolare di base 2.4m, altezza 1.2m e lunghezza 125m, oppure in fossi disperdenti trapezoidali di base minore e altezza 50cm e pendenza delle sponde 1H:1V. I fossi si estendono parallelamente alla pista ciclopedonale.

- Lo stato di progetto prevede per entrambi i fabbricati di progetto due rami di canalette perimetrali all'edificio di dimensioni interne 35x31cm, le quali recapitano le acque in un pozzetto in cls di dimensioni 60x60cm. Dal pozzetto le acque sono indirizzate prima in un dissabbiatore di 2x2x2m, e successivamente a una vasca di laminazione in cls. La vasca avrà dimensioni interne 5x10x1.5m. Lo scarico delle acque incidenti le aree di progetto saranno inviate al fosso trapezoidale esistente di dimensioni 70x70cm. In ottemperanza al RR7/2017 lo scarico nel fosso avverrà considerando il limite allo scarico di 10l/s per ettaro impermeabile, ovvero pari a 0.67 l/s. Al fine di garantire il non superamento di tale valore di portata le vasche sono dotate di un sistema di sollevamento composto da due elettropompe, una con la funzione di riserva in caso di guasto della principale.

### 5.5 Risoluzione interferenze con la fognatura e il reticolo idrico minore

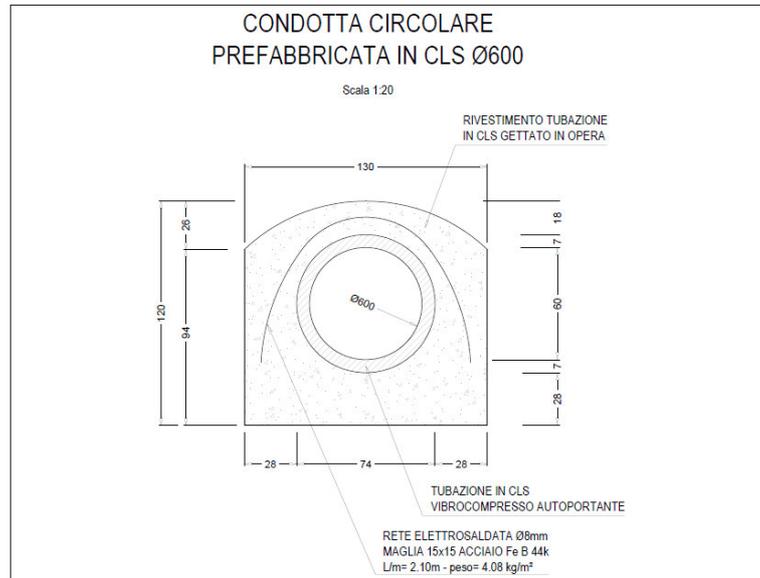
Dalle informazioni presenti nel dossier del censimento dei sottoservizi, emerge che la fognatura attraversa i binari esistenti con una sezione in cls di base 2.2m e altezza 1.39m. A valle dell'attraversamento le acque trasportate possono raggiungere tramite uno sfioratore in cls di diametro 1600mm il Fiume Mella oppure proseguire verso est e successivamente verso sud con una condotta in cls di diametro 600mm. Quest'ultimo tratto è stato oggetto di analisi, al fine di valutare la compatibilità delle opere infrastrutturali di progetto con il suo tracciato. Di seguito uno stralcio del dossier citato.



**Figura 16 – Stralcio Dossier Censimento dei Sottoservizi IN0Y10F53SHSI0000001A**

Data l'elevata profondità della condotta rispetto al pc, approssimativamente di circa 3m, e che in quel tratto l'infrastruttura ferroviaria è in rilevato, è stato scelto di sostituire la tubazione esistente in corrispondenza dell'attraversamento di progetto con una tubazione sempre in cls di diametro 600mm ma di maggiori prestazioni

statiche. Di seguito si riporta il particolare della tubazione di progetto in sostituzione di quella esistente, prevista con le medesime quote di scorrimento.



**Figura 17 – Particolare risoluzione interferenza con la fognatura mista**

A valle del fascio binario, sono stati riscontrati due attraversamenti interferenti uno con la viabilità NV01 (IN01A) e uno con la nuova asta di 750m (IN01B). In questo tratto la roggia scorre verso sud con una canaletta trapezoidale fuori terra in cls di dimensioni 80x80cm.

In corrispondenza della nuova viabilità NV01 Il progetto prevede la realizzazione di uno scatolare in cls di dimensioni interne 3.5x1.2m di lunghezza 12.90m e pendenza 0.4%.

Per quanto riguarda l'attraversamento ferroviario, è previsto uno scatolare di dimensioni interne di 3.5x2.0m di lunghezza 14.82m e pendenza 0.5%.

Al fine di integrare maggiormente la risoluzione delle interferenze proposta, ovvero in modo tale da non creare discontinuità nelle sezioni trasversali con ripercussioni sul profilo di pelo libero, è stata progettata una sezione scatolare che prevede al suo interno la realizzazione della canaletta trapezoidale di uguali dimensioni e quota di scorrimento del canale della roggia attuale.

## 6 GEOTECNICA

### 6.1 Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area d'interesse si sviluppa nel settore orientale della regione Lombardia, nella parte sud-occidentale del territorio comunale di Brescia, il quale occupa una superficie di 90.34 km<sup>2</sup> e presenta un massimo altimetrico pari a circa 874 m s.l.m. in corrispondenza del rilievo del M. Maddalena ed un minimo di circa 104 m s.l.m. in prossimità del confine meridionale. La parte più occidentale del tracciato è situata al confine con il comune di Roncadelle.

Le opere in progetto sono situate in un'area pianeggiante ed individuate nel poligono rosso evidenziato in Figura 18.



Figura 18 - Immagine aerea dell'area di Brescia, in rosso si evidenzia l'area di progetto e oggetto di studio.

### 6.2 Inquadramento idrogeologico e idrografico

	LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	10	D 26 RG	OC 00 0 0 001	A	28 DI 57

Il sottosuolo del comune di Brescia è stato oggetto di numerosi studi e, anche grazie alla perforazione di numerosi pozzi profondi, è stato possibile definire alcune unità idrogeologiche sino alla profondità di circa 200 m da p.c.; tali unità sono costituite da litotipi con caratteristiche idrogeologiche abbastanza omogenee.

La pianura bresciana, come tutta la Pianura Padana, è interessata dalla circolazione di flussi idrici nel sottosuolo che, attraversando litotipi diversi per natura e permeabilità, assumono caratteri differenti. L'alta permeabilità dei terreni presenti nell'area settentrionale e centrale, nonché l'abbondante alimentazione idrica, determinano la presenza di una considerevole circolazione idrica sotterranea. Questa ha luogo all'interno di una potente coltre alluvionale le cui caratteristiche litologiche e il cui assetto strutturale favoriscono la formazione di un acquifero multistrato. Per ciò che riguarda l'area montana e collinare, la circolazione delle acque sotterranee è funzionale alla permeabilità dei litotipi presenti ed alle forme morfologiche.

I depositi alluvionali che definiscono in superficie il territorio sono costituiti prevalentemente da depositi che caratterizzano le zone di pianura, costituiti da materiali porosi a tessitura prevalentemente grossolana (soprattutto ghiaiosa e ghiaioso-sabbiosa). La loro permeabilità, mediamente elevata o molto elevata, è comunque variabile in funzione della granulometria e del grado di cementazione e può risultare localmente molto ridotta in superficie, per via della presenza di coltri di alterazione argillose o di coperture di natura limosa.

### 6.3 Campagne indagini

Il più ampia porzione del sottosuolo che soggiace anche all'area interessata dagli interventi in progetto è stata esplorata in occasione di diverse campagne di indagini eseguite negli anni 2012, 2018, 2019, 2021.

In particolare, i dati stratigrafici a supporto del presente studio derivano:

- dalla campagna di indagini in sito eseguita a supporto del PE della “Demolizione del fabbricato Posto di Movimento 1, il completamento bonifica e gli interventi di realizzazione della sede ferroviaria del Posto di Manutenzione all'interno dello scalo ferroviario di Brescia” che comprende n. 2 sondaggi a carotaggio continuo, con associate prove SPT e prove di permeabilità tipo Lefranc, spinti sino a 30 metri di profondità e da n. 1 prova geofisica di tipo MASW (denominata MASW\_1).
- Dalla campagna di indagini in sito eseguita da Italferr a supporto del PFTE della “Tramvia di Brescia” comprendente n. 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto sino a 30 metri di profondità, con associate prove SPT e permeabilità tipo Lefranc.

	LINEA A.V./A.C.MILANO–VERONA					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	10	D 26 RG	OC 00 0 0 001	A	29 DI 57

- Dalla campagna di indagini integrative in sito eseguita da Italferr a supporto del PE dell'”Ingresso urbano dell’interconnessione Brescia Ovest tratta AC Milano – Verona, Linea AV/AC Milano – Venezia”, comprendente n. 4 prove penetrometriche superpesanti, n. 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 30 metri da p.c., con associate prove SPT, una prova di tomografia elettrica e n. 2 prove geofisiche di tipo MASW (denominate MASW\_4 e MASW\_5).
- Dalla campagna di indagini integrative in sito eseguita da Italferr a supporto del presente PD, in particolare eseguita nell’area a Sud-Ovest dello Scalo in cui si svilupperà l’asta L 750m (“Parco Mella”). La campagna di indagine è stata completata nel Febbraio-Marzo 2021 e comprende n. 2 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 30 metri da p.c. (denominati S1\_PD-BS e S1\_PD-BS), con associate prove SPT, n.2 prove di tomografia elettrica e n. 1 prove geofisiche di tipo MASW (denominata MASW\_PD-BS). Durante le perforazioni sono stati prelevati 4+4 campioni da carota e, mediante fustella a pareti sottili, 1 campione intatto. Dai campioni prelevati sono stati ricavati i necessari provini per l’esecuzione, in laboratorio, di misure e prove per la determinazione delle proprietà fisiche e di prove meccaniche per la determinazione della resistenza al taglio.

#### 6.4 Modello geotecnico

Sulla scorta delle descrizioni stratigrafiche dei sondaggi della campagna 2019 e delle precedenti campagne di indagini, si è evidenziata la presenza di depositi alluvionali (aa) e depositi fluvioglaciali (fg), tutti prevalentemente a grana grossa; all’interno di questi depositi sono stati rinvenuti due livelli di terreni caratterizzati dalla predominanza delle frazioni argillose e limose.

Di conseguenza, ai fini della caratterizzazione geotecnica le due unità (aa) ed (fg) sono state differenziare in due sub-unità: aa-G(S), aa-A(L) ed fg-S(L), fg.A(L); queste sub-unità si riferiscono, rispettivamente, ai terreni caratterizzati dalla maggiore presenza di ghiaia e sabbia o di argilla-limosa.

Cautelativamente la sub unità fg.S(L), seppure connotata dalla prevalenza di terreni a grana grossa, è stata caratterizzata immaginando la predominanza della frazione sabbiosa piuttosto che quella ghiaiosa (fg-S(L)).

In sintesi sono stati definite le seguenti unità geotecniche:

aa: depositi alluvionali differenziati in:

- aa-G(S): terreni a grana grossa prevalentemente ghiaiosi-sabbiosi;
- aa-A(L): terreni a grana fina prevalentemente argillosi-limosi;

fg: depositi fluvio-glaciali differenziati in:

- fg-S(L): terreni a grana grossa prevalentemente sabbiosi;
- fg-A(L): terreni a grana fina prevalentemente argillosi e limosi;

Per l'asta 350 ed il tratto a Nord dell'asta 750, si può assumere (Tabella 1):

Unità	z [m dal p.c.]	Quota tetto [m s.m.]	Quota base [m s.m.]	Spessore [m]
aa- G(S)	0.0 – 1.5	129.5	128.0	1.5
aa-A(L))	1.5 – 2.0	128.0	127.5	0.5
aa- G(S)	2.0 – 10.0	127.5	119.5	8.0
fg –S(L)	10.0-16.0	119.5	113.5	6.0
fg-A(L)	16.0-18.0	113.5	111.5	2.0
fg-S(L)	> 18.0	111.5	< 111.5	----

(1) Terreni a grana grossa superiori; (3) Terreni a grana grossa inferiori; (2) Livello di terreni a grana fina;

**Tabella 1 - Schema stratigrafico di calcolo L = 350 m, il Binario XIII FM e Scalo**

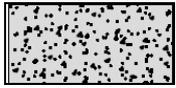
Per il tratto Sud dell'asta 750 (Tabella 2):

Unità	z [m]	Quota tetto [m s.m.]	Quota base [m s.m.]	Spessore [m]
aa- G(S)	0.0 – 10.0	129.5	119.5	10.0
fg-S(L)	> 10.0	119.5	< 119.5	----

(1) Terreni a grana grossa superiori; (3) Terreni a grana grossa inferiori

**Tabella 2 - Schema stratigrafico di calcolo tronchino L = 750 m**

Nella seguente tabella vengono sintetizzati i principali parametri geotecnici di progetto per i terreni tipo presenti lungo lo sviluppo delle diverse aste, stimati sulla base delle correlazioni illustrate nella Relazione Geotecnica Generale (Tabella 3).

Parametri	Rilevato esistente R	Unità aa-G(S)	Unità aa-A(L)	Unità fg-S(L)	Unità fg-A(L)
					
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	20.0	19.0	19.0	19.0	19.0
$\phi$ (°)	38	33	26	31	26
$c'$ (kPa)	0	0	0	0	0
$c_u$ (kPa)	-	-	100	-	75
$E'$ (MPa)	30	40	15	75	15
$k_w$ (MN/m <sup>3</sup> )		8	3	15	3
$k$ (m/s)	$k=10^{-5}$	$k=10^{-5} \div 10^{-4}$	$k=10^{-8} \div 10^{-7}$	$k=10^{-6} \div 10^{-5}$	$k=10^{-8} \div 10^{-7}$

**Tabella 3 - Parametri geotecnici di progetto**

Sulla base dei rilievi sulla falda, si ritiene opportuno, ai fini della analisi geotecniche, assumere che si attesti alla quota di 118 m s.l.m. come indicato nel profilo geotecnico. In pratica si impone che il livello dell'acqua si intercetti alla profondità di circa 12-15 m rispetto al piano di campagna e che a tale livello corrisponda la condizione di pressioni interstiziali nulle. Quindi, nell'ipotesi di assimilare il comportamento dei terreni reali a quello di un mezzo bifase, si assume che i depositi al di sopra ed al sotto della falda siano, rispettivamente, secchi o saturi.

Le 4 MASW eseguite nelle differenti le campagne indagini hanno fornito valori di  $V_{s,30}$  sempre riferibili alla classe di sottosuolo C.

La verifica di stabilità alla liquefazione definisce un rischio alla liquefazione basso in relazione alla verticale di indagine S1\_PD-BS, mentre risulta non liquefacibile per le restanti verticali di indagine.

	LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	10	D 26 RG	OC 00 0 0 001	A	32 DI 57

## 7 BONIFICA SISTEMATICA TERRESTRE

In generale, le operazioni di Bonifica da Ordigni Bellici saranno effettuate dove è prevista la realizzazione di opere civili di tipo permanente, temporanee e che prevedano scavi in profondità ed opere come micropali, pali e/o diaframmi, consolidamenti dei terreni etc.

La Bonifica Sistemata Terrestre (BST) si prefigge lo scopo di eliminare dal terreno oggetto del progetto tutti gli ordigni esplosivi residuati bellici che rappresentano un rischio potenziale per l'utilizzo in sicurezza dell'area, per la pubblica incolumità, per l'utilizzo futuro del sedime o delle eventuali opere da realizzare ovvero per la sicurezza delle maestranze che dovranno effettuare operazioni di scavo preliminari alla realizzazione delle sopracitate opere.

Le tipologie di BST impiegate nel progetto sono le seguenti:

- a) Bonifica superficiale: viene praticata per tutti gli interventi ed opere previste, aumentando l'area di un franco di sicurezza di circa 1,50m su tutti i lati (dove possibile);
- b) Bonifica profonda con perforazioni fino ad un massimo di -3,00m da p.c. esistente con garanzia di un ulteriore metro dal fondo di ciascun foro (-4,00): verrà praticata in corrispondenza di tutti i fossi idraulici, stradelli di servizio, dei due fabbricati tecnologici in progetto FA01 e FA02, delle due nuove viabilità in progetto NV01 e NV02, della pista ciclopeditonale e del camminamento dei VVF;
- c) Bonifica profonda con perforazioni fino ad un massimo di -5,00m da p.c. esistente con garanzia di un ulteriore metro dal fondo di ciascun foro (-6,00): verrà praticata in corrispondenza di tutti i rilevati, di tutti i muri di sostegno e dei due sottovia SL01 e SL02;
- d) Bonifica profonda con perforazioni fino ad un massimo di -7,00m da p.c. esistente con garanzia di un ulteriore metro dal fondo di ciascun foro (-8,00): verrà praticata in corrispondenza della paratia di micropali in progetto e della vasca di riserva idrica per l'antincendio.

## 8 DEMOLIZIONI

Le demolizioni che si rendono necessarie per la realizzazione degli interventi in progetto sono:

- torri piezometriche attualmente presenti nello scalo;
- fabbricati posti nella zona terminale dell'asta da 750m (contenier prefabbricati ad uso abitativo);
- fabbricati posti nella zona terminale dell'asta da 750m alla progressiva 0+700;

- porzione di muro di confine dell'impianto industriale IAB SpA ubicato all'altezza della progressiva 0+700 circa dell'asta da 750m;
- demolizione imbocco tombino esistente alla progressiva 0+400 nella zona terminale dell'asta da 350 m;
- cabina elettrica in prossimità dello scalo esistente;
- fabbricato di pesa in prossimità dello scalo esistente;
- basamento in prossimità dello scalo esistente;
- parti in asfalto e passaggi a raso.
- Demolizioni relative al tronchino di accumulo

Per i dettagli si rimanda alla relazione specifica.

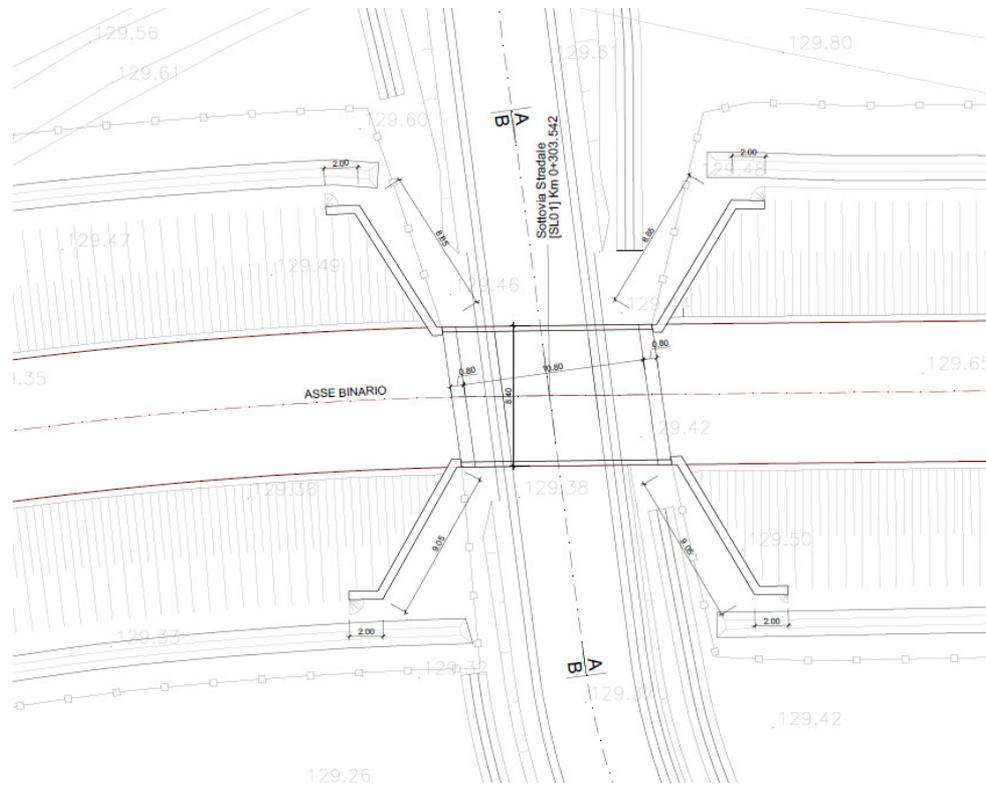
## 9 SOTTOVIA

### 9.1 SL01

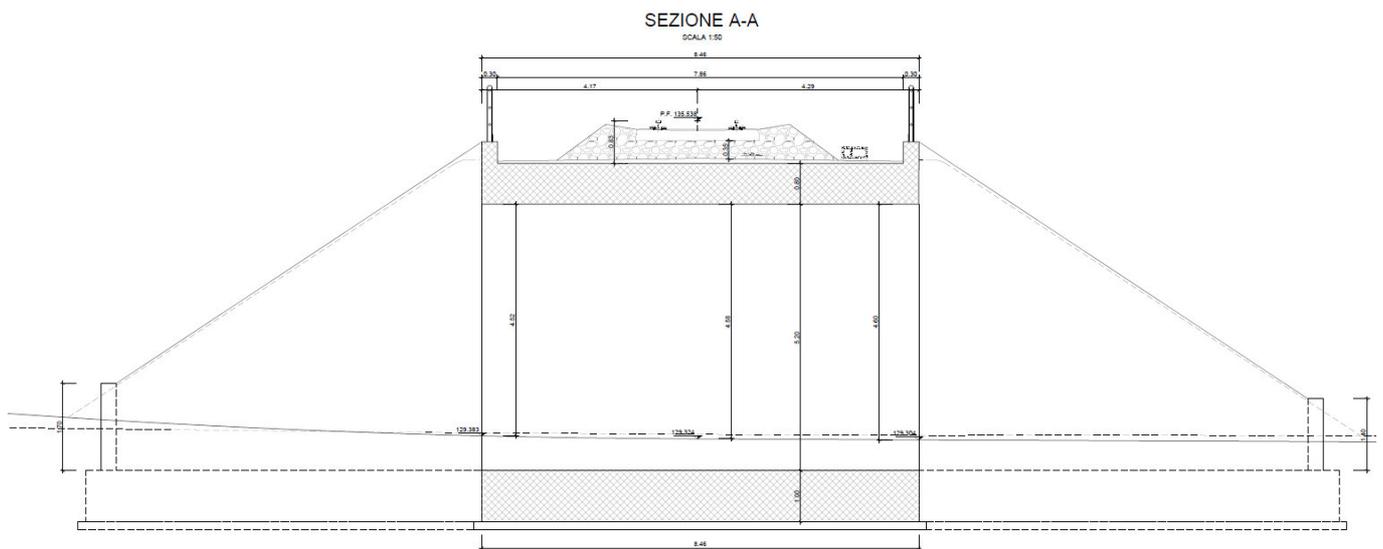
La linea ferroviaria in progetto interferisce un sentiero privato non asfaltato, in continuità a via Orzinuovi. Per consentire la riconnessione con le aree altrimenti intercluse del Parco Mella, è previsto un nuovo percorso che all'altezza del km 0+303.542, sottopassa la linea ferroviaria con un angolo di circa 7°.

Per la risoluzione dell'interferenza, la tipologia di opera prescelta è un sottovia scatolare di larghezza interna pari a 10.80 m, e altezza 5.20 m.

Il sottovia garantisce un'altezza libera sul piano stradale nel punto più critico (ingresso lato Fiume Mella) pari a 4.52m, in accordo a quanto stabilito per il "Percorso di riconnessione aree Parco Mella".



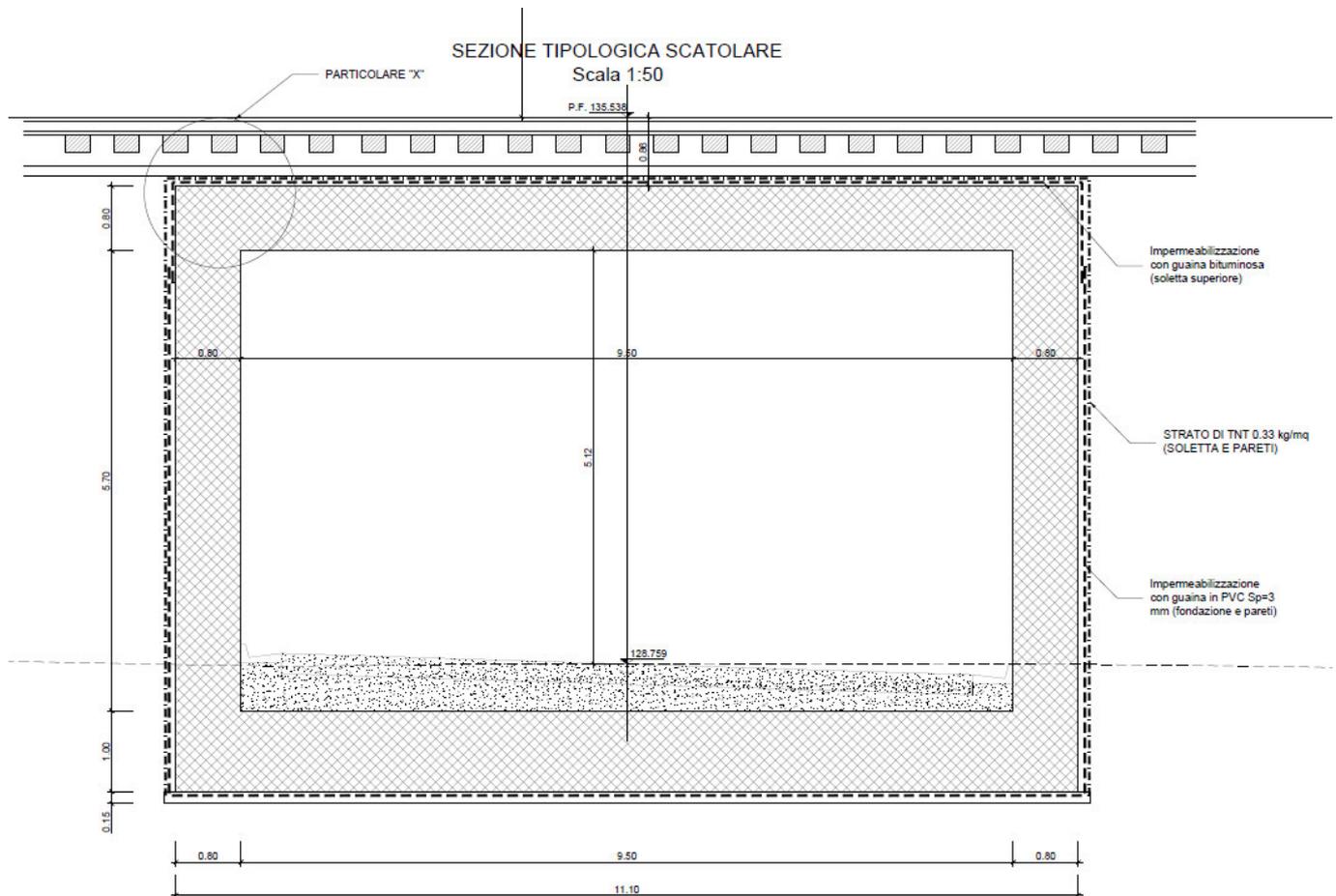
**Figura 19 – Inquadramento planimetrico SL01**



**Figura 20 – Sezione longitudinale SL01**







**Figura 24 – Sezione trasversale SL02**

## 10 OPERE DI SOSTEGNO DELLA SEDE FERROVIARIA

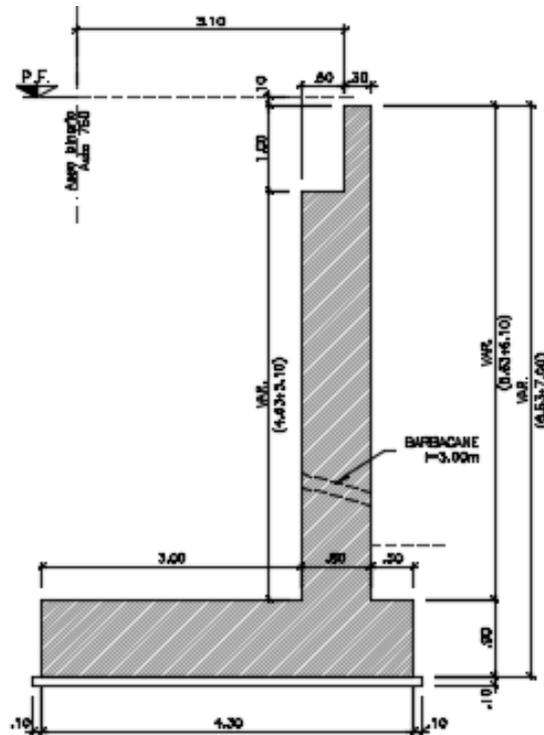
Il progetto prevede l'inserimento di muri di sostegno per contenere il corpo dei rilevati in relazione alla differenza di quota tra il p.f. dei binari attigui o di stretto affiancamento e tra il p.f. e le aree di piazzale. Si differenziano nel seguito le opere di contenimento per l'asta 1 e l'asta 2.

### 10.1.1 Asta L=750M

L'asta da 750m è caratterizzata dalla presenza di un binario che si dirama dall'asta L=350m per svilupparsi verso sud-ovest in affiancamento al fiume Mella.

Lungo il tracciato sono presenti alcuni tratti tra muri, in particolare:



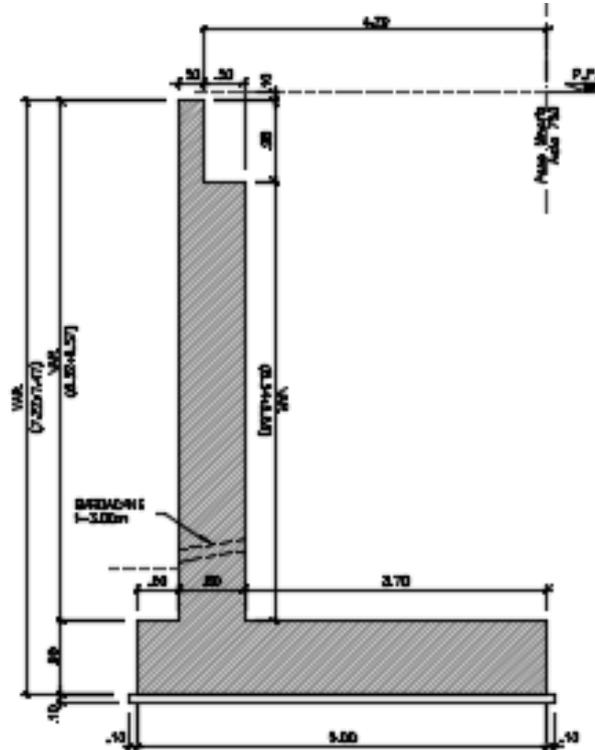


**Figura 26 – MU02: Sezione trasversale**

- MU03: da Km 0+381.34 a Km 0+430.65: muro a tutta altezza in sx per non interferire con le attività commerciali esistenti: l'altezza massima del paramento è pari a 6.90 m, lo spessore massimo è di 0.80 m e la fondazione è larga 5.00 m e spessa 1.00 m. Il muro sarà oltretutto dotato del fornice all'interno del quale passerà il tombino sotto la sede ferroviaria IN01B





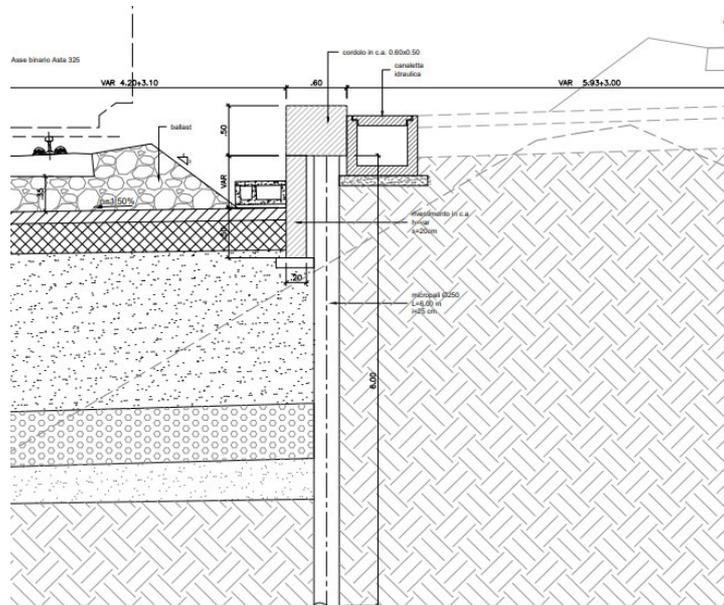


**Figura 29 – MU05: Sezione trasversale**

### 10.1.2 Asta L=350M

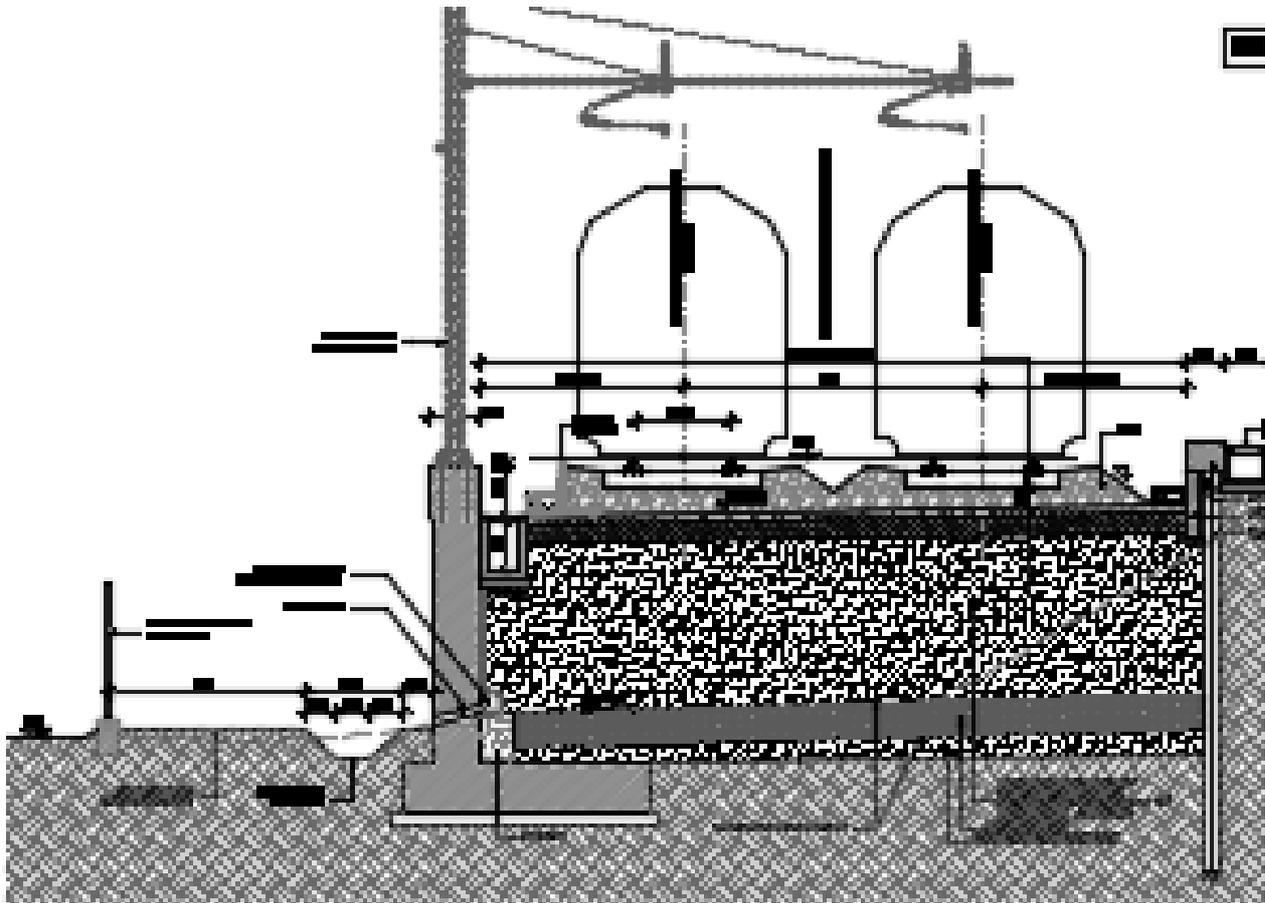
Le due aste sono posizionate a interasse pari a 4,60 m e per larga parte insistono sul sedime esistente dell'asta attuale, tranne che per la parte terminale lato Milano in cui l'asta subisce un allungamento di circa 70/75 metri.

L'asta si sviluppa parallelamente alla linea AV/AC Milano-Brescia, il parallelismo con la linea AV si sviluppa senza creare interferenza con quest'ultima: la sede della linea AV verrà delimitata, quando il dislivello tra il pf della linea AV e quello della linea di progetto aumenta, mediante una paratia di micropali  $\Phi 250$ , interasse 0.25 m, lunghezza 6m:



**Figura 30 – Sezione trasversale paratia micropali**

Successivamente, lato sud verrà a posizionarsi un muro di sostegno per contenere gli ingombri della sede. Il muro tipo “8” è caratterizzato da un’altezza del paramento variabile tra 5.00 m e 6.40 m e spessore 70 cm; la zattera di fondazione di spessore 80 cm ha invece larghezza variabile tra 3.50 m e 4.50 m.



**Figura 31 – Sezione trasversale con muro e paratia di micropali**

Alla pk 0+500 circa, i binari in progetto interferiscono con il metanodotto snam. Pertanto in corrispondenza dell'attraversamento del metanodotto esistente, per evitare l'interferenza tra i micropali della paratia e le fondazioni del muro occorre prevedere, per una luce di circa 4 m:

- ✓ Al posto del muro, un cordolo, tipo trave – parete;
- ✓ Al posto dei micropali, una trave – parete senza micropali di fondazione.

Queste porzioni di strutture andranno calcolate incastrate agli estremi, laddove gli estremi sono il tratto precedente e successivo di muro e di paratia.

Alla pk 0+511 circa, i binari in progetto interferiscono con una struttura esistente, che rappresenta la vecchia interferenza, ormai dismessa, con snam:

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA**

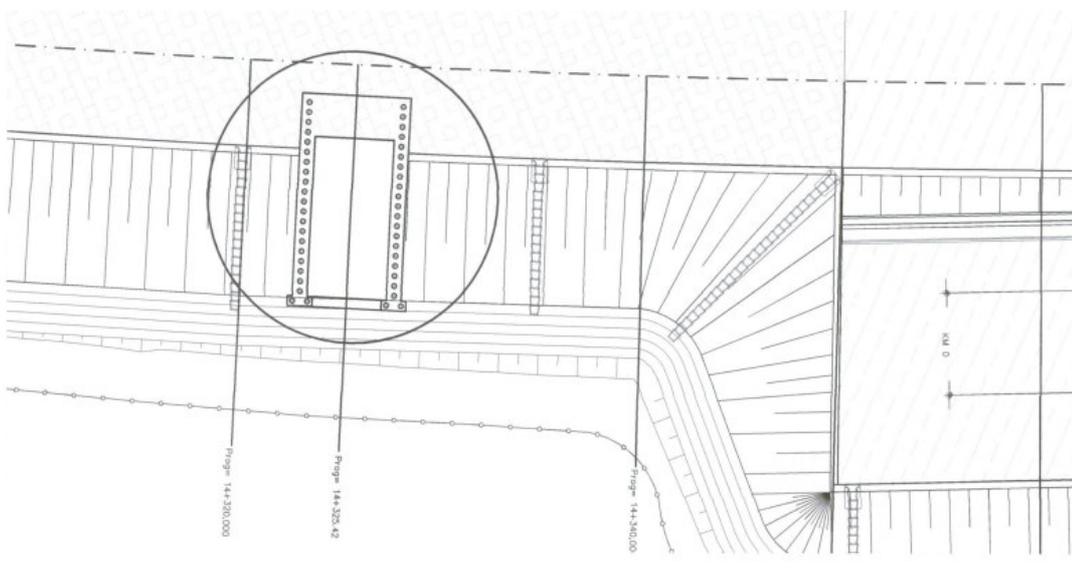
Relazione Tecnica Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IN1M	10	D 26 RG	OC 00 0 0 001	A	45 DI 57

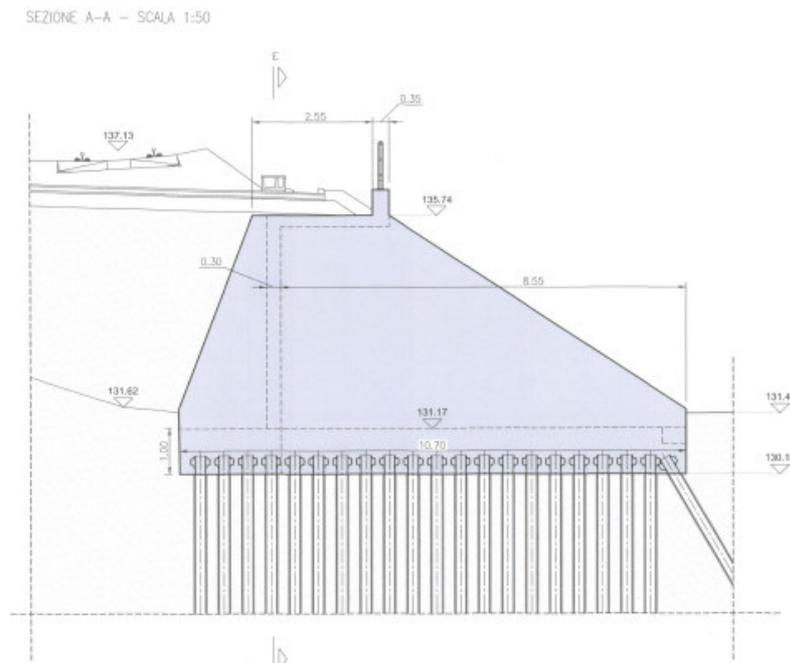


**Figura 32 – manufatto esistente per ex interferenza con snam**

Data la presenza di pali di fondazione lungo i muri andatori, l'opera non verrà demolita:



**Figura 33 – manufatto esistente per ex interferenza con snam: pianta fondazioni**



**Figura 34 – manufatto esistente per ex interferenza con snam: sezione fondazioni**

Occorrerà tuttavia

- ✓ che i micropali della paratia interferenti con la soletta di fondazione del manufatto riescano a forare la soletta stessa;
- ✓ evitare di prevedere i micropali della paratia che andrebbero fisicamente a interferire coi micropali di fondazione del manufatto esistente.

## 11 VIABILITÀ

### 11.1 NV01

L'asta di manovra da 750m interferisce un sentiero privato non asfaltato, in continuità a via Orzinuovi. Per consentire la riconnessione con le aree altrimenti intercluse del Parco Mella, è previsto un nuovo percorso viario che all'altezza del km 0+303.542 sottopassa la linea ferroviaria con un angolo di circa 7°.

La nuova viabilità in oggetto, finalizzata a riconnettere la strada con le aree altrimenti intercluse del Parco Mella, è pienamente assimilabile ad una strada a destinazione particolare e dunque è svincolata dall'applicazione delle verifiche plano-altimetriche previste dal DM 2001, così come lo stesso DM stabilisce.

Il percorso presenta una lunghezza pari a 440m circa con un susseguirsi di elementi geometrici rettili-curvi e con un andamento altimetrico sostanzialmente a raso con alternanza di piccole zone di rilevato e trincea, con sezioni caratterizzate spesso dalla presenza di una vera mezzacosta, dovuta essenzialmente alla rotazione della piattaforma.

Prima del passaggio al di sotto della sede ferroviaria della nuova asta di manovra la viabilità scavalca la Roggia Fiumicella, il cui attuale attraversamento è oggetto di un rifacimento; al fine di rispettare le verifiche idrauliche con la previsione di un manufatto scatolare di dimensioni utili 3.50x1.20m.

### 11.1.1 Sezione trasversale

Pur trattandosi di un vero e proprio sentiero la sezione della nuova viabilità è stata assimilata ad una tipo F2 urbana in termini di larghezza delle corsie, ma non prevedendo la presenza di banchina laterale; il percorso presenta quindi una sezione di larghezza pari a 6.50m caratterizzata da due corsie di larghezza 3.25m e pendenza trasversale del 2,5% a doppia falda.

La viabilità è prevalentemente in basso rilevato/trincea di altezza massima inferiore al metro.

Nelle sezioni in rilevato, l'arginello in destra ha una dimensione pari ad 1,00 m ed è raccordato alla scarpata con pendenza 2/3. È inoltre previsto come rivestimento per le scarpate uno strato di terreno vegetale pari a 0.30m.

Nelle sezioni in trincea si prevede un fosso a dispersione, che diventa cunetta alla francese in corrispondenza del sottovia SL01.

Alla base dei rilevati e per le sezioni a livello del piano campagna è previsto lo scotico di uno strato di terreno pari a 0.30m.

### 11.1.2 Pavimentazione

Per la viabilità in oggetto è stata adottata la tipologia di sovrastruttura come in figura; si prevede dunque una pavimentazione costituita da uno strato di fondazione di spessore pari a 25cm, in misto stabilizzato e compattato saturato con graniglia o pietrischetto.



① Fondazione in misto stabilizzato e compattato saturato con graniglia o pietrischetto

	LINEA A.V./A.C.MILANO-VERONA					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
Relazione Tecnica Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IN1M	10	D 26 RG	OC 00 0 0 001	A	48 DI 57

### 11.1.3 Barriere di sicurezza

Per i criteri di posizionamento lungo il tracciato di progetto e per la scelta della classe minima di barriera da adottare si è fatto riferimento a quanto descritto sul manuale RFI in merito alla tematica parallelismi strada-ferrovia rispettando comunque quanto prescritto dal D.M 21/06/2004 norma cogente in materia di barriere stradali.

La presenza della barriera è determinata dal fatto che la viabilità si trova in un breve tratto in un rilevato di altezza superiore al metro e, conformemente a quanto stabilito dalla norma di legge in vigore, la tipologia prescelta è il tipo N1 bordo laterale, per un'estesa complessiva di 80m (40 metri per lato).

Medesima tipologia di barriera andrà prevista tra la Km 0+250 e la Km 0+350, in quanto in tale tratto la strada si trova in condizione di **stretto affiancamento** con la ferrovia (MdP Parte II Sezione 3 paragrafo 3.12.3.6.4 punto C "H > 3.00 m e 0.00 m ≤ L < 6.00 m").

## 11.2 NV02

Al km 0+560 del tracciato dell'asta L=750 m è prevista la risoluzione dell'interferenza con un sentiero esistente.

Il percorso in oggetto è finalizzato a garantire il collegamento tra le due aree del parco, che diversamente rimarrebbero intercluse a seguito della realizzazione della nuova asta ferroviaria.

Alla luce della destinazione e utenza, la viabilità in esame è pienamente assimilabile ad una strada a destinazione particolare e dunque è svincolata dall'applicazione delle verifiche plano-altimetriche previste dal DM 2001 così come lo stesso DM stabilisce.

Il percorso presenta una lunghezza pari a 140m circa con un breve susseguirsi di elementi geometrici rettilinei-curve e con un andamento altimetrico sostanzialmente a raso o in leggera trincea

### 11.2.1 Sezione trasversale

Pur trattandosi di un vero e proprio sentiero la sezione della nuova viabilità è stata assimilata ad una tipo F2 urbana in termini di larghezza delle corsie, ma non prevedendo la presenza di banchina laterale; il percorso presenta quindi una sezione di larghezza pari a 6.50m caratterizzata da due corsie di larghezza 3.25m e pendenza trasversale del 2,5% a doppia falda.

La viabilità è prevalentemente in basso rilevato/trincea di altezza massima inferiore al metro.

Nelle sezioni in rilevato, l'arginello in destra ha una dimensione pari ad 1,00 m ed è raccordato alla scarpata con di pendenza 2/3. È inoltre previsto come rivestimento per le scarpate uno strato di terreno vegetale pari a 0.30m.

Nelle sezioni in trincea si prevede un fosso a dispersione, che diventa cunetta alla francese in corrispondenza del sottovia SL02.

Alla base dei rilevati e per le sezioni a livello del piano campagna è previsto lo scotico di uno strato di terreno pari a 0.30m.

### 11.2.2 Pavimentazione

Per la viabilità in oggetto è stata adottata la tipologia di sovrastruttura come in figura; si prevede dunque una pavimentazione costituita da uno strato di fondazione di spessore pari a 25cm, in misto stabilizzato e compattato saturato con graniglia o pietrischetto.



① Fondazione in misto stabilizzato e compattato saturato con graniglia o pietrischetto

### 11.2.3 Barriere di sicurezza

Data la tipologia di strada e il fatto che la stessa si sviluppa sostanzialmente a raso e in trincea, non sono da prevedersi barriere di sicurezza

## 11.3 PISTA CICLOPEDONALE

A partire dai pressi dell'esistente viadotto sul fiume Mella, parallelamente a via Girelli sul lato destro della via stessa, si snoda una pista ciclopedonale.

La pista ha uno sviluppo di 576,95 m e termina in corrispondenza della Strada Provinciale 235. Il percorso, tra le pk 0+000 e la pk 0+196, presenta una trincea sul lato destro con l'adozione di un'opera di sostegno per contenere gli scavi. L'opera di sostegno consiste in una paratia di micropali  $\Phi 250$ , interasse 0.25 m, lunghezza 6m. successivamente la trincea diventa aperta fino a diventare praticamente a raso alla pk 0+325 circa.

Essa incrocia, alla pk 0+350, la viabilità NV02 con la quale va a innestarsi:



**Figura 35 – innesto della pista ciclopeditonale sulla nuova viabilità NV02**

### 11.3.1 Sezione trasversale

La sezione della pista ciclopeditonale ha una larghezza di 3m, caratterizzata da pendenza trasversale monofalda pari al 1.6%. La pista si sviluppa a destra dalla esistente via Girelli dalla quale è separata da una sorta di fascia di rispetto che consenta di minimizzare l'impatto con l'interferenza con sottoservizi e pali dell'illuminazione e da un cordolo invalicabile di larghezza minima pari a 50 cm.

La viabilità passa da una sezione tipo in trincea con paratia di micropali in destra a trincea con scarpata in destra a sezione a raso o comunque di rilevato estremamente basso.

Nelle sezioni in rilevato, l'arginello in destra ha una dimensione pari ad 1,00 m ed è raccordato alla scarpata con di pendenza 2/3. È previsto come rivestimento per le scarpate uno strato di terreno vegetale pari a 0.30m. Lo smaltimento delle acque meteoriche dedicati alla pista ciclopeditonale avverrà tramite infiltrazione nel terreno. La rete di raccolta delle acque sarà composta da una serie di pozzetti 60x60cm in cls dai quali dipartono tubazioni di DN200/315mm che recapitano le acque meteoriche nella trincea rettangolare di base 2.4m, altezza 1.2m e lunghezza 125m, oppure in fossi disperdenti trapezoidali di base minore e altezza 50cm e pendenza delle sponde 1H:1V. I fossi si estendono parallelamente alla pista ciclopeditonale.

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA**

Relazione Tecnica Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IN1M	10	D 26 RG	OC 00 0 0 001	A	51 DI 57

**SEZIONE TIPO IN RILEVATO**  
scala 1:50

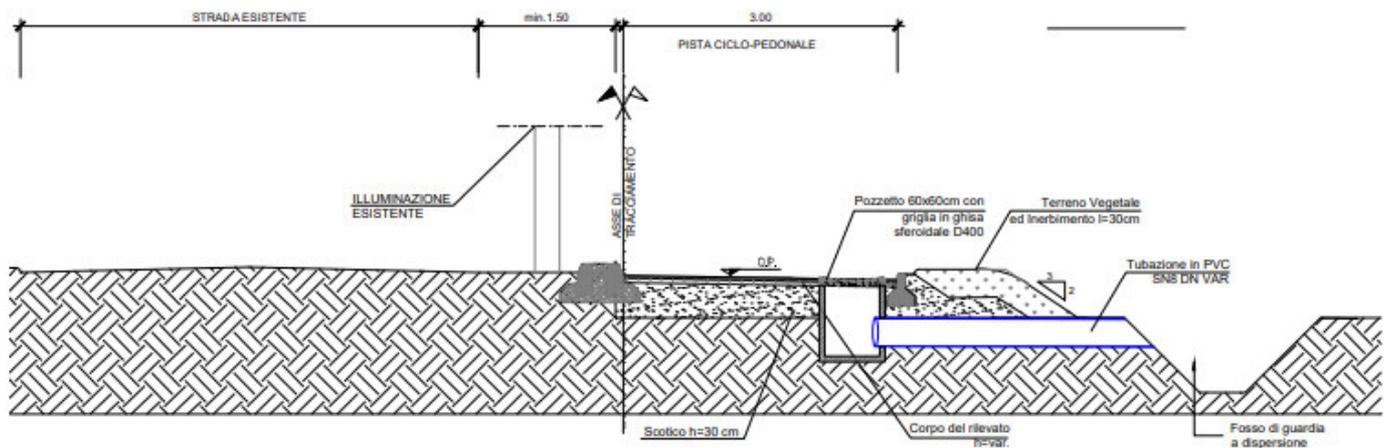
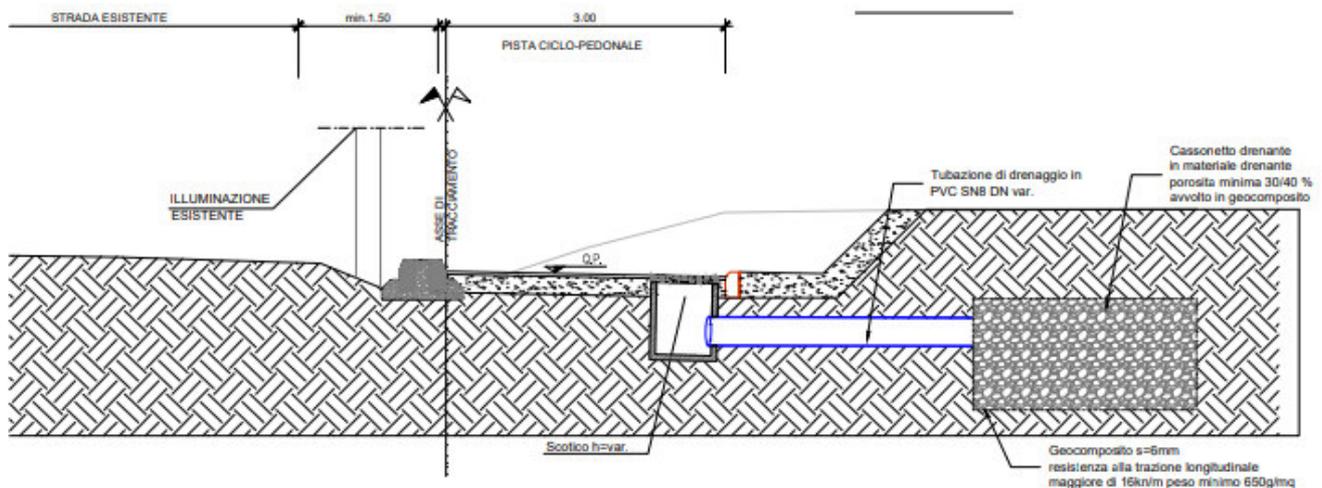


Figura 36 – sezione tipo della pista ciclopedonale in rilevato

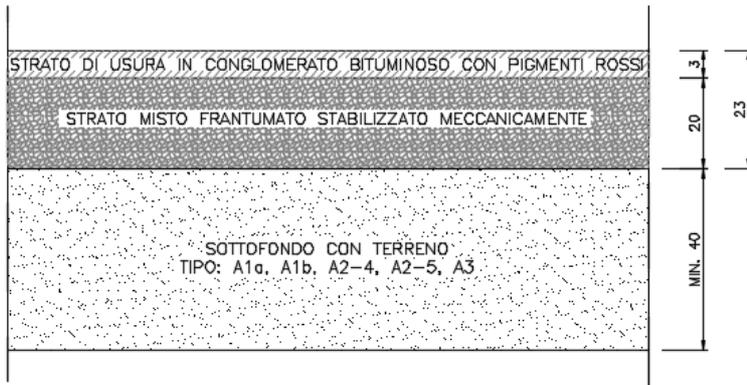
**SEZIONE TIPO IN TRINCEA**  
scala 1:50



**Figura 37 – sezione tipo della pista ciclopedonale in rilevato**

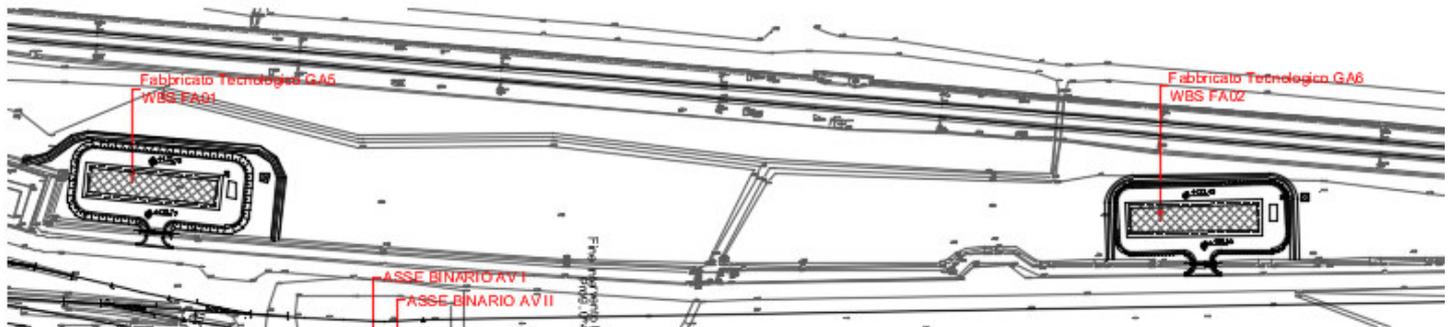
### 11.3.2 Pavimentazione

Per la viabilità in oggetto è stata adottata la tipologia di sovrastruttura come in figura; si prevede dunque una pavimentazione costituita da un sottofondo di spessore minimo pari a 40 cm costituito da terreno tipo A1a, A1b, A2-4, A2-5 e A3, da un sovrastante strato di misto di spessore pari a 20 cm e uno strato di usura superiore di spessore 3 cm.



## 12 FABBRICATI

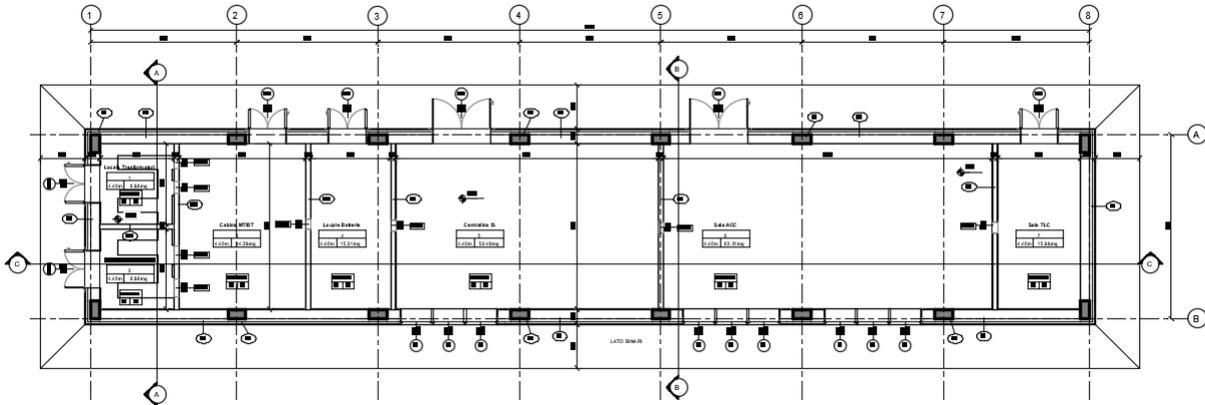
Si prevede la realizzazione di 2 fabbricati tecnologici del tipo T3\_B. Tale tipologico è stato scelto perché è quanto di più simile esista ai fabbricati esistenti in adiacenza a quelli in progetto.



**Figura 38 – ubicazioni fabbricati tecnologici FA01 e FA02**

Si tratta di opere concepite per l'allestimento di apparecchiature tecnologiche destinate al comando, al controllo e alla sicurezza della circolazione ferroviaria nella tratta in oggetto.

Essi verranno realizzati nell'area verde tra la Linea Storica e la linea esistente AV.



**Figura 39 – pianta tipologica fabbricati tecnologici FA01 e FA02**

I locali previsti nei fabbricati sono:

- ✓ Locali trasformatori;
- ✓ Cabina MT/BT;
- ✓ Locale batterie;
- ✓ Locale centralina IS;
- ✓ Sala ACC;
- ✓ Sala TLC.

I fabbricati saranno dotati di piazzali di pertinenza, il cui accesso avverrà per mezzo di un cancello automatizzato, attraverso la viabilità esistente, utilizzata anche per l'accesso ai già citati fabbricati esistenti, e di gruppo elettrogeno, del tipo metallico e con serbatoio inglobato. La nuova pavimentazione del piazzale è costituita da masselli autobloccanti a funzionamento drenante e presenta una pendenza nulla. I fabbricati sono posizionati, rispetto alla viabilità di accesso, al di là di un fosso esistente; pertanto occorrerà prevedere un attraversamento idraulico  $\Phi 500$  per permettere l'accesso.

### 13 ACCESSI E RECINZIONI

### 13.1.1 Recinzioni

Al fine di interdire l'accesso di persone non autorizzate saranno previste recinzioni continue e medie (es: pannelli acciaio zincato o altri materiali resistenti agli agenti atmosferici) in modo da impedire accessi indesiderati e garantire un maggiore controllo dell'area compatibilmente con le esigenze di sicurezza.

Si fa notare che la recinzione intorno alla torre faro n. TF-13 è una recinzione removibile, così da poter essere smontata per effettuare eventuali lavori di manutenzione e sostituzione degli apparecchi illuminanti della torre faro.

### 13.1.2 Cancelli

Gli accessi agli scali dovranno essere delimitati da idonei cancelli (carrabile e/o pedonale) di dimensioni ed ingombri tali da consentire il corretto svolgimento delle attività e da non ostacolare l'ingresso delle squadre di soccorso.

### 13.1.3 Accesso carrabile

Per la progettazione della viabilità e degli accessi all'interno dello scalo ferroviario si è fatto riferimento alle norme relative la viabilità per l'accesso dei VV.FF. ed in particolare al D.M. 16 maggio 1987 n° 246 "Norme di sicurezza antincendio e per gli edifici di civile abitazione". Gli accessi all'area dello scalo rispetteranno i seguenti requisiti minimi:

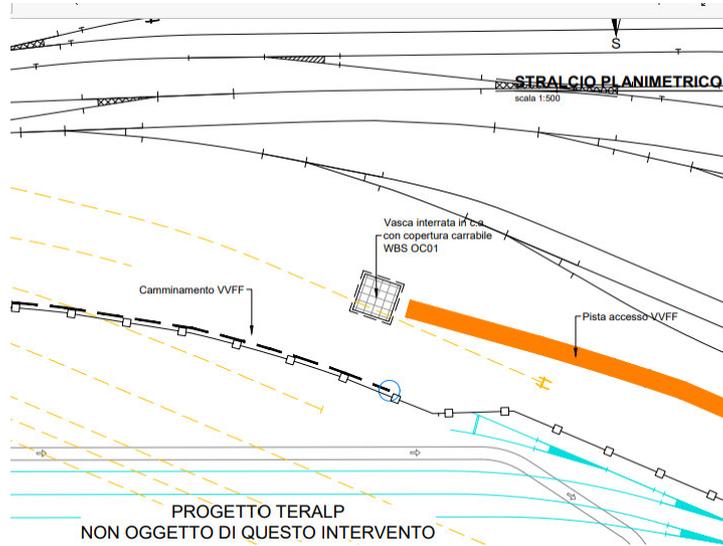
- larghezza 3,50 m;
- altezza libera 4,00 m;
- raggio di svolta 13,00 m;
- pendenza  $\leq 10\%$ ;
- resistenza al carico almeno 20 t

La viabilità che verrà adottata a tale scopo è esistente e non occorre prevedere interventi di OOCC. Inoltre lungo la viabilità di accesso per i VVFF che presenterà le caratteristiche sopra elencate, saranno realizzati delle piazzole larghe 6 m ogni 250 m per permettere l'incrocio dei mezzi di soccorso

**PROGETTO DEFINITIVO  
POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA**

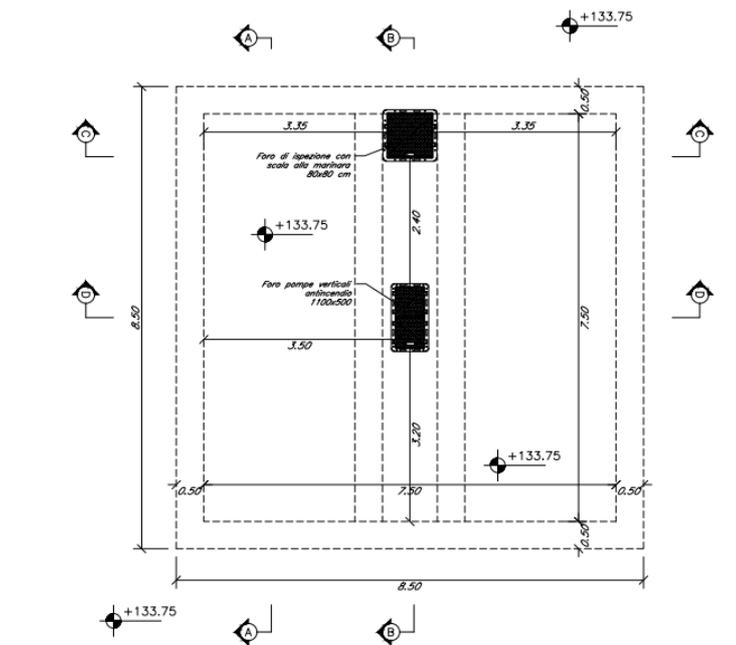
Relazione Tecnica Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IN1M	10	D 26 RG	OC 00 0 0 001	A	56 DI 57

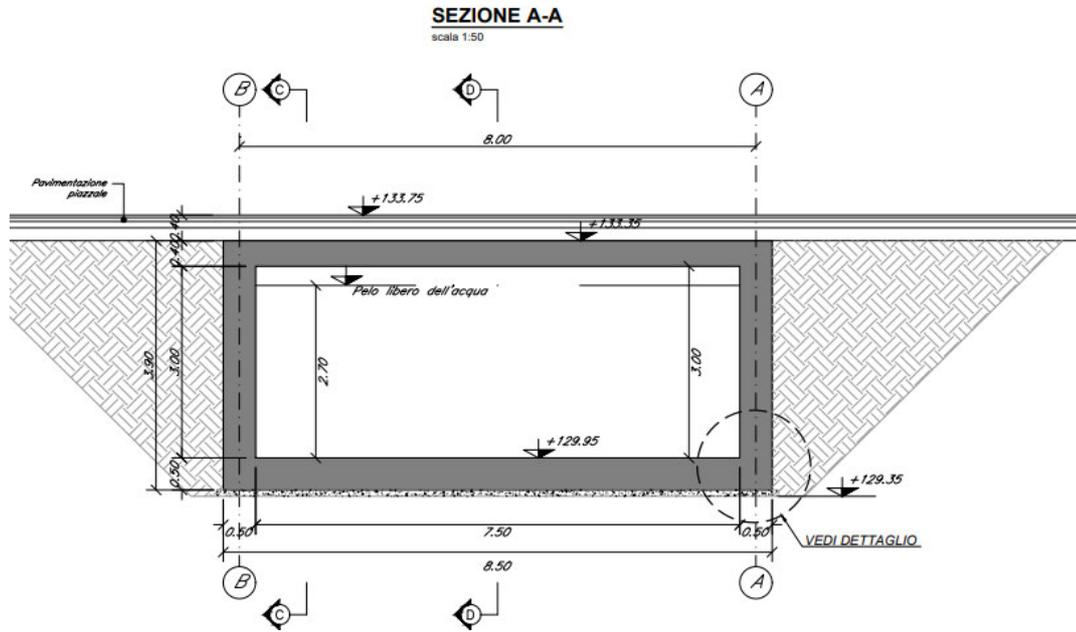


**Figura 40 - Scalo Brescia lato Ovest – viabilità accesso VVFF e vasca**

Sarà presente una vasca di riserva idrica per l'antincendio, avente dimensioni in pianta 8.50 x 8.50 e profondità netta 3.00 m:



**Figura 41 – vasca riserva antincendio: pianta**



**Figura 42 – vasca riserva antincendio: sezione**