

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.**

### INFRASTRUTTURA FERROVIARIA

Relazione di tracciato

SCALA:

-

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

N B 1 R 0 9 D 2 6 R H I F 0 0 0 1 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	C. Soave	Febbraio 2021	A. Parravicini	Febbraio 2021	M. Berlingieri	Febbraio 2021	A. Perego Maggio 2021
B	Revisione a seguito nuove richieste RFI	S. Mirabella <i>S. Mirabella</i>	Maggio 2021	A. Parravicini <i>A. Parravicini</i>	Maggio 2021	M. Berlingieri <i>M. Berlingieri</i>		



File: NB1R09D26RHIF0001001B.doc

n. Elab.:

<b>RELAZIONE DI TRACCIATO</b>	PROGETTO NB1R	LOTTO 09 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO IF.00.01 001	REV B	FOGLIO 2 DI 23
-------------------------------	------------------	------------------	----------------	---------------------------	----------	-------------------

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
1.1	PIANO DI COMMITTENZA E SUDDIVISIONE IN LOTTI .....	4
<b>2</b>	<b>ANALISI DEI DATI E REQUISITI DI BASE.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>12</b>
4.1	DESCRIZIONE DELLO STATO ESISTENTE .....	12
4.2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	12
4.3	FASI COSTRUTTIVE .....	15
<b>5</b>	<b>SITUAZIONI SINGOLARI .....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>IPOTESI COMPUTAZIONALI .....</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>VERIFICHE CINEMATICHE .....</b>	<b>23</b>

## **1 INTRODUZIONE**

Nel Programma Regionale Mobilità e Trasporti della Regione Lombardia è riportato il raddoppio della tratta Bergamo – Ponte S. 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 S. 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 S. 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 del sottopasso 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.

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 da 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, coordinati ma indipendenti, così suddivisi:

- Sottofase 1: OCCC Via dei Caniana e Via S. Bernardino + prolungamento del raddoppio fino al km 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 delle opere oggetto del 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 S. Pietro a Bergamo;
- le lavorazioni per l'esecuzione degli interventi di Sottofase 1 saranno temporalmente sovrapposti sfruttando la stessa finestra di interruzione totale dell'esercizio tra Ponte S. Pietro e Curno;
- la realizzazione della 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.

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/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:

- l'andamento planimetrico e altimetrico del binario esistente è la base assoluta ricevuta da RFI georeferenziata nelle coordinate Gauss-Boaga;
- lo stato esistente ed il progetto definitivo sia di Raddoppio che della deviata provvisoria della Treviglio sono in coordinate Gauss-Boaga.

### **1.1 PIANO DI COMMITTENZA E SUDDIVISIONE IN LOTTI**

La presente revisione progettuale si rende necessaria per una modifica al Piano di Committenza richiesto 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, armamento e tecnologie del completamento del raddoppio (Sottofase 1) della sede ferroviaria della linea Ponte SP – BG che va dalla spalla ovest del Ponte di Via dei Caniana a fine intervento; delle opere civili, armamento e tecnologiche di piazzale necessarie allo spostamento della LS Treviglio – Bergamo.

- Appalti tecnologici di 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.

## 2 ANALISI DEI DATI E REQUISITI DI BASE

Di seguito vengono presentati i dati e i requisiti di base principali dell'intervento.

### Dati principali infrastruttura esistente

- ✓ *Raddoppio Bergamo-Ponte S. Pietro*
  - Velocità di tracciato in linea 100 km/h
  - Ranghi A, B
  - Interasse: binario unico in linea, variabile a Ponte San Pietro (3.90m circa)
  - Lunghezza marciapiedi: 250m a Bergamo Ospedale, 290-230m a Ponte San Pietro
  - Altezza marciapiedi: +55cm a Bergamo Ospedale, +25cm a Ponte San Pietro
  - Ettometrazione: km 0+000 in corrispondenza del FV di Bergamo
  
- ✓ *Linea Treviglio-Bergamo (nella zona oggetto di intervento)*
  - Velocità di tracciato in linea 140 km/h
  - Ranghi A, B, C
  - Interasse: variabile da 3.63 m a 4.00 m
  - Ettometrazione: km 0+000 in corrispondenza del FV di Treviglio

Di seguito, due stralci del FL 28 della linea Lecco-Brescia (binario II nel PRG di Ponte San Pietro):

Segue linea LECCO-BRESCIA					
Grado di frenatura	Velocità max Km/h	Prog. Chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO	Velocità max Km/h BIN. DESTRA	Grado di frenatura
III	100 105	21,88 0,00	<b>BERGAMO</b>		
		2,95	<i>Bergamo Ospedale</i> P.L.A. ■ Km 4,241 P.L.A. ■ Km 5,182		
	70 90		Dev. I 7,74 <b>PONTE S. PIETRO</b>		
		11,57	<b>Ambivere</b>		
	100 105	14,76	<i>Pontida</i>		
		17,05	<b>Cisano</b>		

	70 90	17,95	<b>Cisano</b>		
		14,76	<i>Pontida</i> P.L.A. ■ Km 13,631 P.L.A. ■ Km 12,872		
		11,57	<b>Ambivere</b>		
	100 105	7,74	<b>PONTE S.PIETRO</b> Dev. U.		
		2,955	<i>Bergamo Ospedale</i>		
I	70 85	0,00 21,88	<b>BERGAMO</b>		

Di seguito, due stralci del FL 29 della linea Milano-Brescia/Bergamo:

Segue linea: MILANO - BRESCIA/BERGAMO

Grado di frena tura	Velocità max Km/h DIRETTA			Grado di frena tura	Velocità max Km/h DIRAMATA			Prog. Chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO	Velocità max Km/h BIN. DESTRA DIRAMATA			Grado di frena tura	Velocità max Km/h BIN. DESTRA DIRETTA			Grado di frena tura
	A	B	C		A	B	C			A	B	C		A	B	C	
Ia	140	160	180				4,72 12,31	<b>PIOLTELLO</b>						140	160	180	Ia
							16,20	Vignate									
							18,75	<b>MELZO SCALO</b>									
							19,60	Melzo									
							22,61	Pozzuolo Martesana									
							24,58	Trecella									
							27,15	<b>Cassano</b>						140	150		
								Cippo Km 25,000									
I	100	105	110					Cippo Km 29,000						100	105	110	I
							28,12 29,20	POSTO DI MOVIMENTO B. ADDA									
				I	100	105	110										
				Ia <sub>2</sub>	30	30		0,00	<b>TREVIGLIO</b>					30	30		Ia <sub>2</sub>
				Ia <sub>2</sub>	140	150	150	32,93									
							1,34	Treviglio Ovest						140	150	150	Ia <sub>2</sub>
							7,55	Arcene									
							11,17	Verdello									
							13,44	Levate									
							17,22	Stezzano									
							21,88	<b>BERGAMO</b>									

Segue linea: BRESCIA/BERGAMO - MILANO

Grado di frena tura	Velocità max Km/h DIRETTA			Grado di frena tura	Velocità max Km/h DIRAMATA			Prog. Chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO	Velocità max Km/h BIN. DESTRA DIRAMATA			Grado di frena tura	Velocità max Km/h BIN. DESTRA DIRETTA			Grado di frena tura
	A	B	C		A	B	C			A	B	C		A	B	C	
I	125	135	145				82,84	<b>BRESCIA</b>						125	135	145	I
Ia	140	150	160				13,01 78,50	<b>BRESCIA EST</b>						140	150	160	Ia
								Cippo Km 78,000									
							71,65	<b>Ospitaletto</b>									
								Dev. I.						130	140	140	
I	140	150	160				65,82	<b>ROVATO</b>						140	150	150	I
								Cippo Km 63,000									
Ia							59,77	Chiari									
							53,01	Calcio									Ia
I							46,05	Romano								160	I
Ia							42,11	Morengo									Ia
							37,14	Vidalengo									
							33,06 33,14	Segn. prot. <b>TREVIGLIO</b>						100	105	110	
				II	140	150	150	21,88	<b>BERGAMO</b>					140	150	150	II
							17,22	Stezzano									
							13,44	Levate									
							11,17	Verdello									
							7,55	Arcene									
							1,34	Treviglio Ovest						100	105	110	
				I	30	30		32,93						30	30		I
				II				0,00	<b>TREVIGLIO</b>								II

Dati principali infrastruttura di progetto

✓ *Raddoppio Bergamo-Ponte S.Pietro*

- Ettometrazione: km 0+000 in asse FV Bergamo come da base assoluta (ettometrazione lungo il binario pari)
- Interasse raddoppio: 4m (binario dispari a nord, binario pari a sud)
- Velocità di tracciato: 100 km/h in linea, 90km/h a Ponte San Pietro
- Ranghi A, B, C in linea
- PMO 5
- Categoria peso assiale D4
- Lunghezza marciapiedi: 250m
- Altezza marciapiedi: +55cm Bergamo Ospedale, Curno e Ponte San Pietro

✓ *Linea Treviglio-Bergamo (nella zona oggetto di intervento)*

- Ettometrazione: km 0+000 in asse FV Treviglio come da base assoluta (ettometrazione lungo il binario pari)
- Interasse: variabile da 3.63 m a 4.00 m (binario dispari a nord, binario pari a sud)
- Velocità di tracciato: 75 km/h in linea
- Ranghi A, B, C
- PMO 5
- Categoria peso assiale D4

Le caratteristiche tecniche di tracciato nei tratti di intervento sono:

Parametro	Deviata Provvisoria	Linea Attuale nel Tratto di intervento
Velocità tracciato	75 km/h	140 km/h
Ranghi velocità	A, B, C	A, B, C
Velocità in deviata apparecchi di binario	60km/h (30 km/h cantiere)	60km/h
Raggio minimo planimetrico	660m	987.441m
Raccordi di transizione	clotoide	clotoide
Raggio minimo altimetrico	10000m	5000m
Massima sopraelevazione in curva	60mm	150mm
Pendenza massima longitudinale	9.196 ‰	9.200 ‰



Categoria peso assiale	D4 (22.5 t/asse, 8 t/m)	D4 (22.5 t/asse, 8 t/m)
PMO	PMO5	PMO5
Sagoma cinematica	GC	GC
Interasse	Variabile da 3.63 m (esistente) a 4.00 m nei pressi di via San Bernardino	Variabile, da 3.63 m a 4.00 m
Armamento e traverse	Armamento tradizionale del tipo 60E1 su ballast di 1^ categoria a scartamento 1435 mm Traverse in c.a.p. RF1240 con attacco indiretto	
Apparecchi del binario	Com. S60U/170/0.12 sx l=4.00 m (prov.) S60U/250/0.12 sx (prov.) S60U/170/0.12 sx (prov.) Com. S60U/400/0.074sx l=4.00 m (prov.)	-
Respingenti	1 paraurti ad assorbimento di energia tipo 1	-

Parametro	Binario dispari di raddoppio linea Bergamo – Ponte S.Pietro
Velocità tracciato	100 km/h
Ranghi velocità	A, B, C
Velocità in deviata apparecchi di binario	60km/h
Raggio minimo planimetrico	575m
Raccordi di transizione	clotoide
Raggio minimo altimetrico	5500m
Massima sopraelevazione in curva	130mm
Pendenza massima longitudinale	12.492 ‰
Categoria peso assiale	D4 (22.5 t/asse, 8 t/m)
PMO	PMO5
Sagoma cinematica	GC
Interasse	4.00 m

Armamento e traverse	Armamento tradizionale del tipo 60E1 su ballast di 1 <sup>a</sup> categoria a scartamento 1435 mm Traverse in c.a.p. RFI240 con attacco indiretto
Apparecchi del binario	Com. S60U/400/0.074dx I=4.00
Respingenti	1 paraurti ad assorbimento di energia tipo 1

In relazione al campo geografico di applicazione ed in funzione delle modifiche previste a progetto, la tratta può essere classificata, ai sensi del §4.2.1 della *STI Infrastruttura (\*)*, nella categoria P4/P1 per il traffico passeggeri e nella categoria F1 per il traffico merci.

Codice di traffico	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea [km/h]	Lunghezza utile del marciapiede [m]
<b>P1</b>	<b>GC</b>	<b>17</b>	<b>250-350</b>	<b>400</b>
<b>P4</b>	<b>GB</b>	<b>22.5</b>	<b>120-200</b>	<b>200-400</b>

estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 2

Codice di traffico	Sagoma limite	Carico per asse [t]	Velocità della linea [km/h]	Lunghezza del treno [m]
<b>F1</b>	<b>GC</b>	<b>22.5</b>	<b>100-120</b>	<b>740-1050</b>

estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 3

(\*) 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

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La progettazione dovrà essere eseguita nel rispetto delle norme di Legge e dei Regolamenti vigenti, Istruzioni e Normative Tecniche applicabili, delle Specifiche Tecniche emanate da RFI S.p.A., nonché di tutta la ulteriore documentazione di riferimento riportata nelle normative stesse.

Tutti i riferimenti normativi di seguito citati si intendono nell'edizione più aggiornata in vigore:

- Normativa RFI
  - Manuale di Progettazione delle Opere Civili RFI DTC SI MA IFS 001 E del 31.12.2020;
  - Manuale di progettazione d'Armamento RFI DTCSI M AR 01 001 1 A del 13.09.2019;
  - Istruzione Tecnica RFI TCAR ST AR 01 001 D Standard di qualità geometrica del binario e parametri di dinamica di marcia per velocità fino a 300km/h;
  - Istruzione Tecnica RFI TC AR IT AR 01 008 Costruzione e controllo della lunga rotaia saldata (l.r.s);
  - Istruzione Tecnica RFI TCAR IT AR 07 001 Norme tecniche per la saldatura in opera di rotaie eseguita con i procedimenti alluminotermico ed elettrico a scintillio;
  - Nota RFI-DTC-STS n. 2097 del 16/12/2014 Standard di posa nel binario corrente delle giunzioni isolanti incollate con utilizzazione delle traverse speciali in c.a.p. per armamento 60E1 marca RFI 230 2V G, RFI 240 2V G, RFI 260 2V G per installazione in corrispondenza delle g.i.i.;
  - Circolare n° 338/6.5 del 25.10.1986 – Scartamento del binario;
  - DI/TC/AR/009/490 del 07/10/1999 Paraurti ad assorbimento di energia;  
per il dettaglio delle normative relative ai componenti dell'armamento, vedi la *Relazione illustrativa armamento*.
- Normativa europea
  - 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 e relativo Allegato, come modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2019/776 della Commissione del 16.05.2019.
- Elenco elaborati di riferimento

INFRASTRUTTURA FERROVIARIA						
Documenti generali						
Relazione di tracciato	-	1	NB1R	0 9 D	26 RH	IF 0 0 0 1 001 B
Corografia	1:25000	1	NB1R	0 9 D	26 C3	IF 0 0 0 1 001 B
Pianimetrie						
Pianimetria di stato attuale Tav. 1	1:2000	1	NB1R	0 9 D	26 P6	IF 0 0 0 2 001 A
Pianimetria di tracciamento deviata provvisoria Tav. 1/2	1:1000	1	NB1R	0 9 D	26 P7	IF 0 0 0 1 001 A
Pianimetria di tracciamento deviata provvisoria Tav. 2/2	1:1000	1	NB1R	0 9 D	26 P7	IF 0 0 0 1 002 A
Pianimetria di tracciamento Tav. 1/2	1:1000	1	NB1R	0 9 D	26 P7	IF 0 0 0 1 003 B
Pianimetria di tracciamento Tav. 2/2	1:1000	1	NB1R	0 9 D	26 P7	IF 0 0 0 1 004 B
Profili						
Profilo longitudinale Tav. 1/2	1:1000/100	1	NB1R	0 9 D	26 F7	IF 0 0 0 1 001 A
Profilo longitudinale Tav. 2/2	1:1000/100	1	NB1R	0 9 D	26 F7	IF 0 0 0 1 002 A
Fasi						
Pianimetria di Fase 1 - Deviata Provisoria	1:1000	1	NB1R	0 9 D	26 P7	IF 0 1 0 4 001 B
Pianimetria di Fase 2 - Deviata Provisoria	1:1000	1	NB1R	0 9 D	26 P7	IF 0 2 0 4 001 B
Pianimetria di Fase 3 - Deviata Provisoria	1:1000	1	NB1R	0 9 D	26 P7	IF 0 3 0 4 001 B
Pianimetria di Fase 4 - Deviata Provisoria	1:1000	1	NB1R	0 9 D	26 P7	IF 0 4 0 4 001 B
Pianimetria di Fase 5.1 - Deviata Provisoria	1:1000	1	NB1R	0 9 D	26 P7	IF 0 5 1 4 001 A
Pianimetria di Fase 5.1 - Deviata Provisoria	1:1000	1	NB1R	0 9 D	26 P7	IF 0 5 2 4 001 A
Pianimetria di Fase 6 - Deviata Provisoria	1:1000	1	NB1R	0 9 D	26 P7	IF 0 5 2 4 001 A
Profilo longitudinale Deviata Tav. 1/2	1:1000/100	1	NB1R	0 9 D	26 F7	IF 0 0 0 4 001 A
Profilo longitudinale Deviata Tav. 2/2	1:1000/100	1	NB1R	0 9 D	26 F7	IF 0 0 0 4 002 A

## 4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 4.1 DESCRIZIONE DELLO STATO ESISTENTE

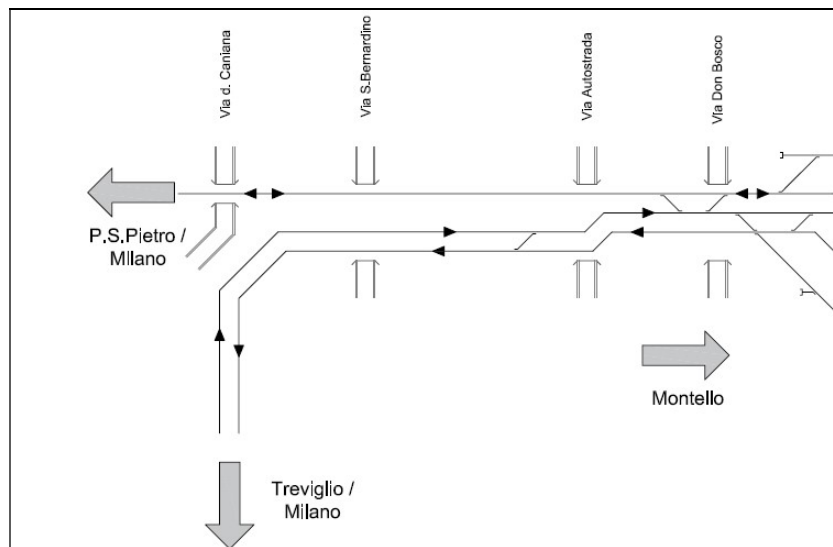
La linea Milano Bergamo, nella tratta Treviglio Ovest – Bergamo è caratterizzata da un doppio binario.

L'ettometrazione della linea ha origine in corrispondenza del FV della stazione di Treviglio C.le con progressivazione crescente in direzione Bergamo.

La tratta oggetto di intervento è caratterizzata (binario pari da base assoluta RFI) da un tratto rettilineo di circa 700 m all'estremità del quale è impostata una curva policentrica destra con transizione iniziale di 120.71 m, raggio di 1071.36 m, transizione intermedia di 20 m, raggio di 987.84 m, transizione finale di 120 m. Tale policentrica è seguita da un rettilineo di circa 260 m, ed un flesso caratterizzato da una curva sinistra di raggio 3354 m e transizione 40 m, una curva destra di raggio 3350 m e transizione 40 m ed un rettilineo intermedio di circa 42 m.

Dal punto di vista altimetrico, la linea è in ascesa verso Bergamo.

Di seguito una rappresentazione schematica dello stato esistente:



### 4.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'intervento in esame ha lo scopo di garantire il rifacimento dell'opera esistente in corrispondenza di via S. Bernardino, nel periodo di interruzione della linea Bergamo-Ponte S. Pietro, garantendo il mantenimento in esercizio della linea Bergamo-Treviglio: tale condizione si realizza andando a impostare, sul sedime della linea Bergamo-Ponte S. Pietro, una deviazione provvisoria della linea Bergamo-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, con un rettilineo di circa 44 m, una curva di raggio 750 m e transizione 30 m portarsi in corrispondenza del sedime della linea Bergamo-Ponte S.P..

A seguire si ha un tratto di rettilineo di circa 240 m che insiste sulla nuova parte nord (appena realizzata) dell’opera di via S.Bernardino (km 20+813.233); su tale rettilineo 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 rettilineo, il tracciato si va a chiudere sul rettilineo esistente di base assoluta della linea Bergamo-Treviglio (prima dell’opera esistente di Via Autostrade) 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 De Calvi (che quindi non è interessato da modifiche planimetriche/altimetriche) per poi sposare l’andamento altimetrico del futuro raddoppio della linea Bergamo-Ponte S.Pietro in corrispondenza del rettilineo 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 che va ad allargarsi a 4.00 m in corrispondenza della variante e richiudersi a 4.00 m sull’esistente.

E’ importante segnalare che in corrispondenza del rettilineo sull’opera di via S.Bernardino si ha:

- 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 dal quale dal raddoppio;
- la presenza di 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 veda descrizione fasi realizzative);
- 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.

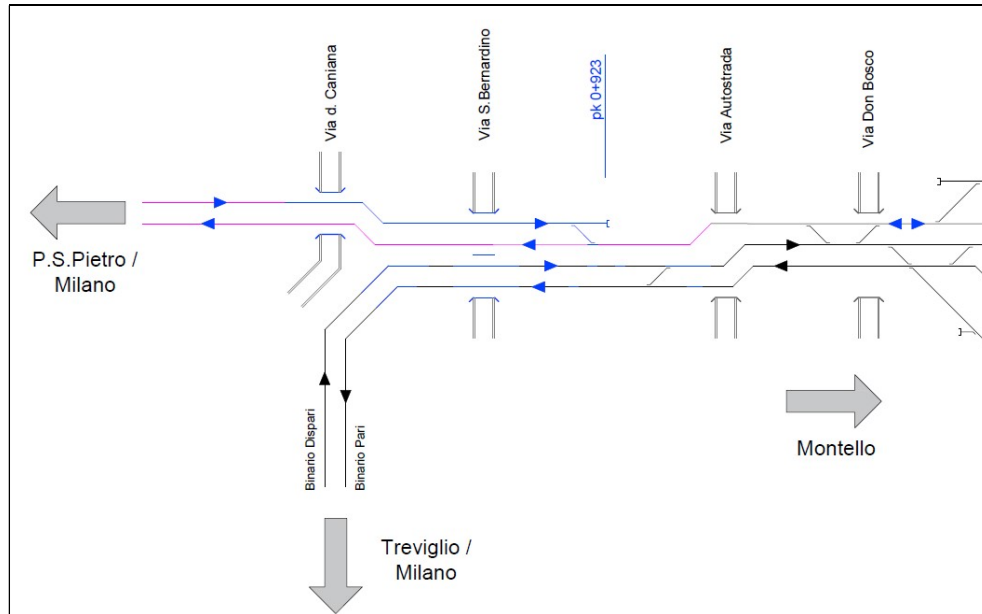
La deviata provvisoria è l’itinerario della linea Treviglio-Bergamo durante la realizzazione della parte di opera a sud di via S.Bernardino, ultimata la quale la linea ritorna sul suo sedime originario con le medesime caratteristiche plano altimetriche di base assoluta a meno degli accorgimenti su via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

Oltre alla realizzazione della deviata provvisoria, il presente intervento vede anche il prolungamento del raddoppio della linea Bergamo-Ponte S.Pietro, relativamente al solo binario dispari; in particolare:

- demolizione della comunicazione 60 UNI/400/0,074dx e del paraurti ad attrito Tipo 1 costituenti il passaggio doppio semplice sviluppato da altro appalto (progressiva km 1+660);
- completamento del raddoppio della nuova linea per Ponte S.Pietro dalla pk 1+660 alla pk 0+923, relativamente al solo binario dispari, 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 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).

Di seguito una rappresentazione schematica della fase finale con rappresentato in fucsia la parte di progetto a cura di altro appalto:



Di seguito si riportano i dati geometrici della deviata provvisoria relativa al binario pari.

Elemento	Sviluppo [m]	Raggio [m]	Pr. Inizio	Pr. Fine
Clotoide	120,710	-	19+846,429	19+967,139
Curva	494,431	1071,360	19+967,139	20+461,570
Clotoide	20,00	-	20+461,570	20+481,570
Rettifilo	43,727	-	20+481,570	20+525,296
Clotoide	30,00	-	20+525,296	20+555,296
Curva	186,789	750,00	20+555,296	20+742,085
Clotoide	30,00	-	20+742,085	20+772,085
Rettifilo	242,411	-	20+772,085	21+014,497
Clotoide	30,00	-	21+014,497	21+044,497
Curva	30,034	660,00	21+044,497	21+074,531
Clotoide	30,00	-	21+074,531	21+104,531
Clotoide	30,00	-	21+104,531	21+134,531
Curva	49,052	664,00	21+134,531	21+183,582
Clotoide	30,00	-	21+183,582	21+213,582

N° Raccordo Altimetrico	Raggio [m]	Quota [m]	Pr. Vertice
1	10000	236,012	20+033,875
2	10000	237,442	20+189,373
3	10000	239,904	20+497,560
4	10000	240,531	20+611,048
5	10000	242,620	20+850,220
6	50000	243,666	21+009,412
7	10000	244,562	21+144,552

### 4.3 FASI COSTRUTTIVE

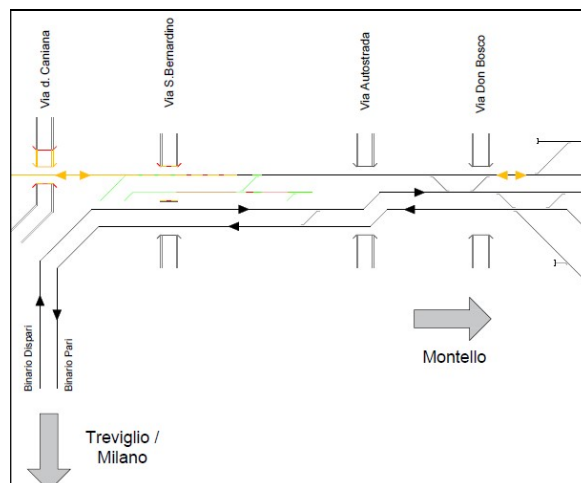
Le fasi realizzative previste sono sei e nascono dall'ipotesi che la linea Bergamo-Ponte S.Pietro sia fuori esercizio e che la linea Bergamo-Treviglio debba sempre rimanere in esercizio.

#### FASE 1

Di seguito una descrizione sintetica degli step progettuali:

- demolizione parziale del binario esistente della linea Bergamo-Ponte S.Pietro, dalla spalla lato Ponte S.P. dell'opera di via dei Caniana;
- demolizione e realizzazione della parte nord dell'opera su via S.Bernardino;
- realizzazione parziale dei binari di deviate provvisoria fino a una distanza di 5 m dall'asse dei binari esistenti;
- collegamento del binario dispari della deviate al binario esistente di base assoluta della linea Bergamo-Ponte San Pietro mediante un flesso al fine di realizzare un accesso dei mezzi di cantiere dalla stazione di Bergamo;
- realizzazione di una comunicazione del tipo S60UNI/400/0.074sx e di uno scambio di cantiere S60UNI/250/0.12sx.

A seguire una rappresentazione schematica della fase:



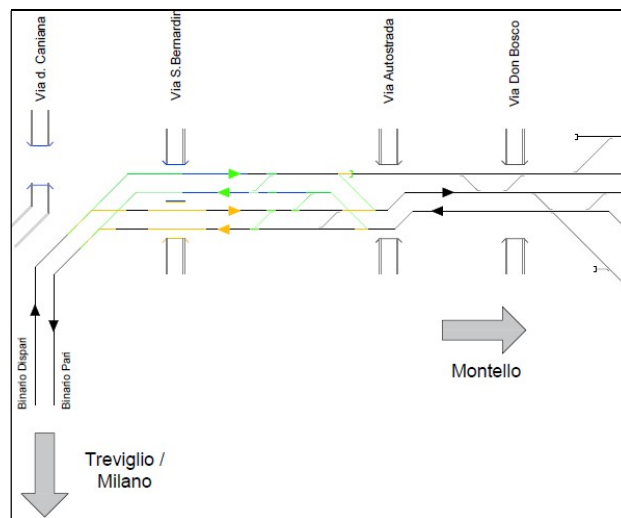


## FASE 2

Di seguito una descrizione sintetica degli step progettuali:

- demolizione dei binari della linea Treviglio-Bergamo fino all'innesto sia lato Treviglio che lato Bergamo dei nuovi binari della deviata e realizzazione degli allacci della deviata provvisoria al binario esistente lato Bergamo e Treviglio;
- riduzione della sopraelevazione della p.k. 19+846,77 alla p.k. 20+481,57 a 30 mm invece che 140 mm per la configurazione di velocità di tracciato pari a 75 km/h;
- demolizione di parte del collegamento di cantiere realizzato in fase 1 con contestuale realizzazione di un respingente lato Bergamo;
- riattivazione dell'esercizio della linea Treviglio-Bergamo sulla deviata provvisoria;
- demolizione dei binari esistenti della Bergamo – Treviglio in corrispondenza del ponte di Via San Bernardino;
- realizzazione di una comunicazione di cantiere del tipo S60UNI/170/0.12sx sull'esistente linea Treviglio-Bergamo e di uno scambio di cantiere S60UNI/170/0.12sx sul binario dispari della linea Treviglio-Bergamo;
- demolizione e realizzazione della parte sud dell'opera su via S.Bernardino.

A seguire una rappresentazione schematica della fase:



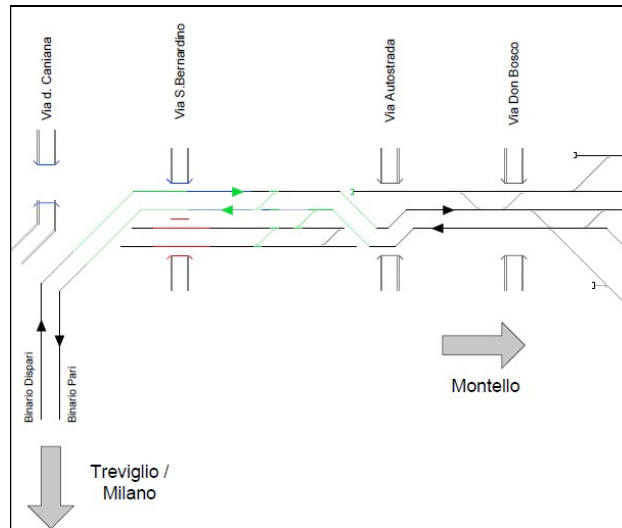
## FASE 3

Di seguito una descrizione sintetica degli step progettuali:

- a valle del completamento della parte sud dell'opera di via S.Bernardino, costruzione dei binari della linea Treviglio-Bergamo su sedime esistente.

A seguire una rappresentazione schematica della fase:





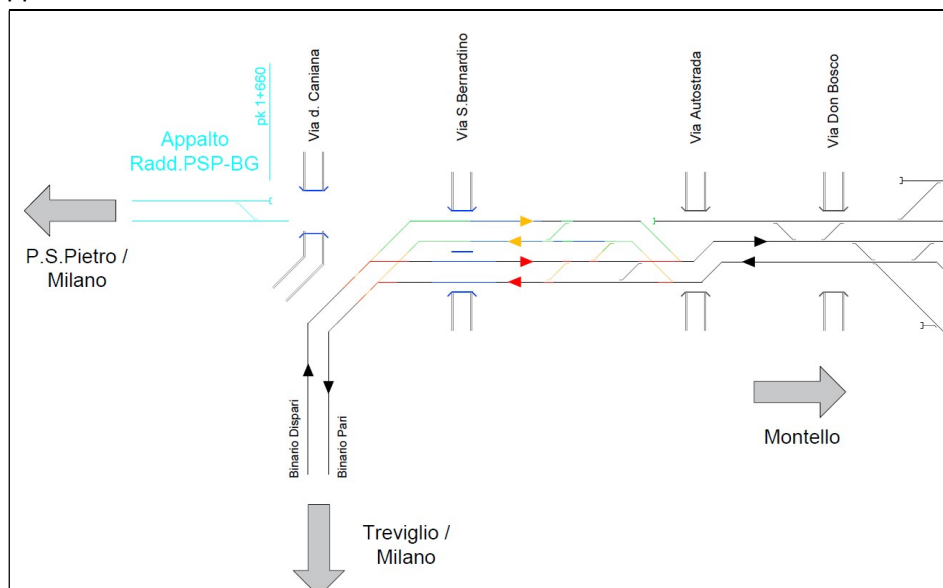
#### FASE 4

Di seguito una descrizione sintetica degli step progettuali:

- demolizione dei raccordi tra la deviata provvisoria e la linea esistente sia lato Bergamo che lato Treviglio con contestuale ripristino degli allacci alla linea Treviglio-Bergamo esistente;
- ripristino della sopraelevazione dalla p.k. 19+846,77 alla p.k. 20+473,073 a 140 mm per la configurazione di velocità tracciato pari a 140 km/h;
- riattivazione dell'esercizio della linea Treviglio-Bergamo sul sedime esistente;
- demolizione della comunicazione di cantiere S60UNI/170/0.012sx e del deviatore di cantiere S60UNI/170/0.12sx.

Contestualmente, a cura di altro appalto, si ha la realizzazione della linea a doppio binario da Ponte S. Pietro con chiusura doppio singolo mediante comunicazione 60 UNI/400/0,074dx e posa di paraurti ad attrito Tipo 1.

A seguire una rappresentazione schematica della fase:



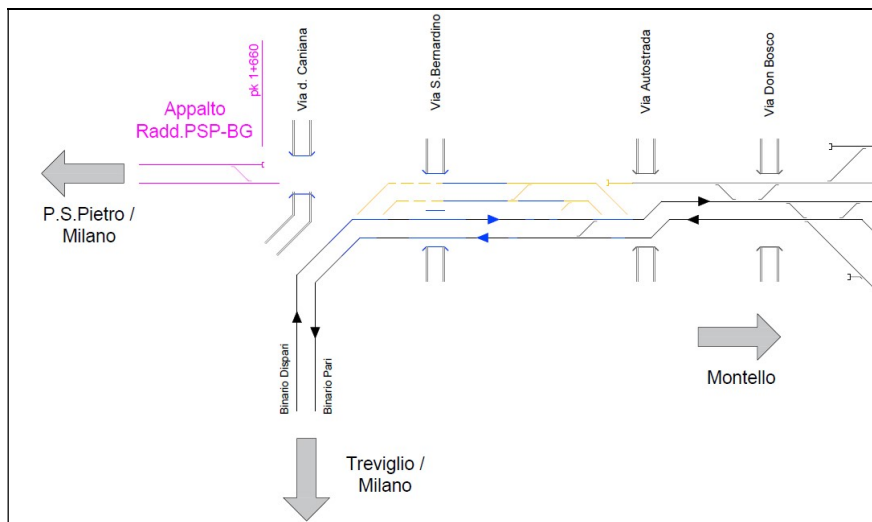
**FASE 5.1**

Di seguito una descrizione sintetica degli step progettuali:

- demolizione dei binari della deviated provvisoria mantenendo in essere le parti che sono coerenti con il raddoppio della linea Bergamo-Ponte S.P.;
- demolizione della comunicazione S60UNI/400/0.074sx e del deviatoio di cantiere S60UNI/250/0.12sx;
- demolizione del respingente.

A valle della fase 5 è possibile procedere alla realizzazione dei binari di raddoppio della linea Bergamo-Ponte S.P. non oggetto di questo intervento.

A seguire una rappresentazione schematica della fase:

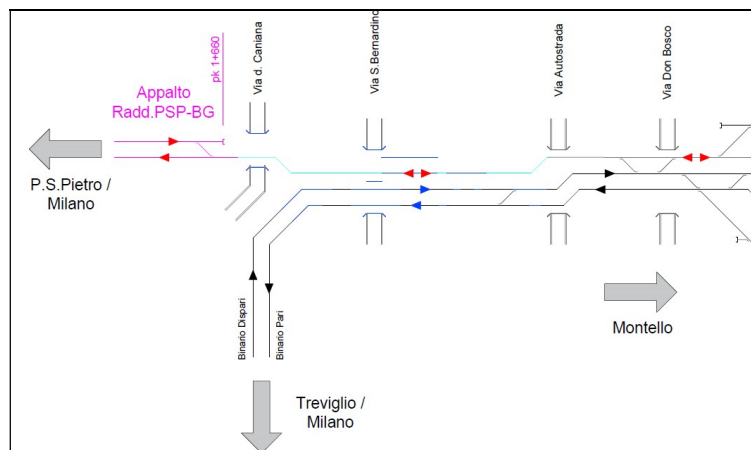

**FASE 5.2**

Di seguito una descrizione sintetica degli step progettuali:

- demolizione del respingente.

A cura di altro appalto si ha il completamento dell'ingresso in Bergamo, a semplice binario, della linea Bergamo-Ponte S.Pietro.

A seguire una rappresentazione schematica della fase:

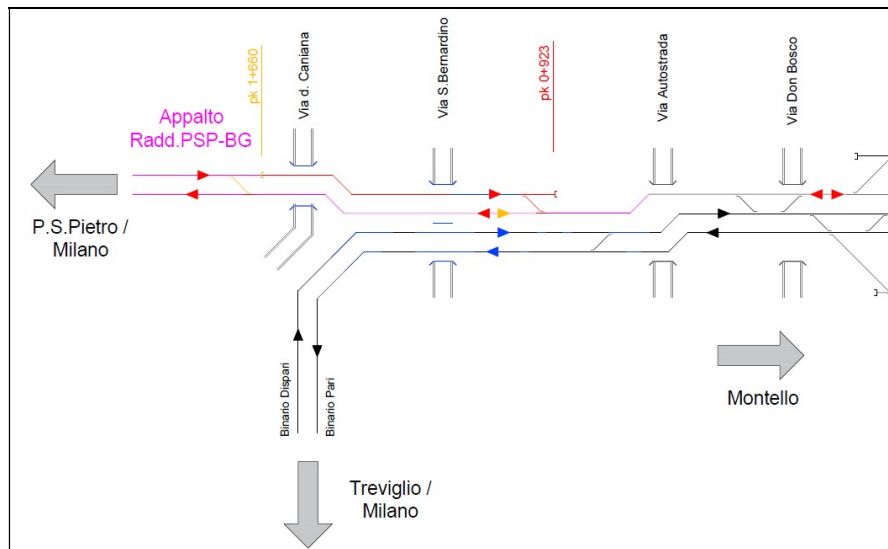


**FASE 6**

Di seguito una descrizione sintetica degli step progettuali:

- demolizione della comunicazione 60 UNI/400/0,074dx e del paraurti ad attrito Tipo 1 costituenti il passaggio doppio semplice sviluppato da altro appalto;
- completamento del raddoppio della nuova linea per Ponte S.Pietro dalla pk 1+660 alla pk 0+923, relativamente al solo binario dispari, con riposizionamento della comunicazione per la chiusura doppio-singolo binario e posa di un paraurti ad attrito Tipo 1.

A seguire una rappresentazione schematica della fase:



Per maggiori informazioni si rimanda ai documenti specifici di esercizio.

## **5 SITUAZIONI SINGOLARI**

Si riporta di seguito un elenco di situazioni presenti in progetto, su cui si vuole posare l'attenzione anche nell'ottica di un'ottimizzazione per lo sviluppo nella successiva fase di progettazione esecutiva (nelle coordinate della base assoluta).

Raddoppio in linea:

- la curva di progetto in corrispondenza di via del Caniana, presenta raccordi differenti al fine di garantire il minore scostamento fra il binario in assetto definitivo realizzato per la deviata provvisoria di Sottofase 1 (in rettilineo) in corrispondenza dell'opera di via S. Bernardino ed il binario di progetto di raddoppio;
- in corrispondenza dell'opera di via del Caniana, è presente una livelletta caratterizzata da una pendenza longitudinale di 12.492‰ posta in corrispondenza di una curva di raggio inferiore a 1000 m: tale situazione determina una pendenza aggiuntiva dovuta alla resistenza addizionale in curva stimabile in circa 1.5 ‰, ottenendo quindi un valore totale di pendenza pari a 13.992‰: tale valore, se confermato dal livello successivo di progettazione, dovrà essere autorizzato.

## **6 IPOTESI COMPUTAZIONALI**

Per la valutazione economica delle lavorazioni previste, sono state adottate le tariffe RFI edizione 2020; la wbs è stata impostata secondo l'All.4 Famiglie e parti d'opera della Procedura societaria PPA.0002871 rev. A del 21.05.2018.

Nella computazione economica, sono state adottate le seguenti informazioni.

### Ambiente: smaltimento ballast

- 20% impianto di recupero: conferimento dei rifiuti in impianti di recupero con tariffa BA.DE.C.0104.A + trasporto BA.DE.C.0106.A per 22 km
- 70% discarica per rifiuti inerti: conferimento dei rifiuti in discariche per rifiuti inerti con tariffa BA.DE.C.0102.A + trasporto BA.DE.C.0106.A per 55 km
- 10% discarica per rifiuti non pericolosi: conferimento dei rifiuti in discariche per rifiuti non pericolosi con tariffa BA.DE.C.0103.A + trasporto BA.DE.C.0106.A per 23 km.

### Cava ipotizzata (fornitura ballast a carico Appaltatore)

- cava Valdimonte di Novate Mineraria srl (Lombardia) con scadenza attestato di qualificazione al 12.11.2021;
- distanza ipotizzata 95 km.

### Impianto di Segnalamento:

- relativamente ai giunti isolanti incollati in demolizione e/o previsti nuovi, si sono ipotizzate:
  - ✓ deviata provvisoria: 4 coppie di GII dotate di dispositivo DCGM
  - ✓ binario di raddoppio: 12 coppie dotate di dispositivo DCGM + 2 GII terminatori

### Armamento:

- sono stati considerati apparecchi di binario a 60 km/h (S60U/400/0.74) con dispositivo DCF.
- per quanto riguarda i piani di posa, si sono adottati i seguenti:
  - ✓ piano di posa in cap comunicazione i=4m per deviatoi 60U/400/0.074sx;
  - ✓ piano di posa in cap comunicazione i=4m per deviatoi 60U/400/0.074dx;
  - ✓ piano di posa in cap comunicazione i=4m per deviatoi 60U/170/0.12sx (cantiere);
  - ✓ piano di posa in cap deviatoio 60U/170/0.12sx (cantiere);
  - ✓ piano di posa cap deviatoio 60U/250/0.12sx (cantiere).
- di seguito si riporta una tabella esplicativa dei tratti per i quali è stato previsto spostamento di binario:

			PROGRESSIVA INIZIALE	PROGRESSIVA FINALE	SVILUPPO
SF10120	Fase 1	b. dispari	20+769	20+913	144
	Costruzione variante	b. dispari	20+952	21+188	236
				totale	380
SF10210	Fase 2	b. dispari	20+463.5	20+509.5	46
	Lavorazioni variante linea Treviglio-Bergamo	b. pari	20+463.5	20+509.5	46
		b. dispari	21+004	21+058	54
		b. dispari	21+166.5	21+272.5	106
		b. pari	21+166.5	21+272.5	106
			totale	358	
SF10410	Fase 4	b. dispari	19+846.5	20+507.5	661
	Lavorazioni linea Treviglio-Bergamo	b. pari	19+846.5	20+507.5	661
		b. dispari	21+165	21+212	47
		b. dispari	21+165	21+212	47
			totale	1416	

## 7 VERIFICHE CINEMATICHE

Di seguito si riportano le verifiche cinematiche delle curve presenti in progetto per i ranghi di velocità A, B, C riportati in tabella. Le velocità di fiancata saranno definite dagli organi competenti di RFI.

RADDOPPIO PONTE S.PIETRO - BERGAMO - MONTELLLO													
PROGETTO DEFINITIVO													
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.													
BINARIO PROGRESSIVATO (BINARIO PARI) *	tipo	R (m)	D Sopraelev. (mm)	Lungh. (m)	Pendenza raccordo (x1000)	V tracciato (km/h)	V rango (km/h)		I Insuff. Sopraelev. V tracc (mm)		dD/dt V tracc (mm/s)	dl/dt V tracc (mm/s)	Vmin (km/h) formula 35 del Manuale d'Armamento
19+846.429 19+967.139	CLOTOIDE			120.71		75	=	=	=	=			
19+967.139 20+461.570	CURVA	1071.36	30	494.431	0.00025	75	75 rango A 80 rango B 85 rango C - rango P	31.95 rango A 40.49 rango B 49.58 rango C - rango P	31.25 rango A 33.33 rango B 35.42 rango C - rango P	33.29 rango A 44.99 rango B 58.53 rango C - rango P			(+)
20+461.570 20+481.570	CLOTOIDE			20		75	=	=	=	=			
20+525.296 20+555.296	CLOTOIDE			30		75	=	=	=	=			
20+555.296 20+742.085	CURVA	750	60	186.78900	0.00200	75	75 rango A 80 rango B 85 rango C - rango P	28.50 rango A 40.69 rango B 53.67 rango C - rango P	41.67 rango A 44.44 rango B 47.22 rango C - rango P	19.79 rango A 30.14 rango B 42.24 rango C - rango P			(+)
20+742.085 20+772.085	CLOTOIDE			30		75	=	=	=	=			
21+014.497 21+044.497	CLOTOIDE			30		75	=	=	=	=			
21+044.497 21+074.531	CURVA	660	60	30.034	0.00200	75	75 rango A 80 rango B 85 rango C - rango P	40.57 rango A 54.42 rango B 69.17 rango C - rango P	41.67 rango A 44.44 rango B 47.22 rango C - rango P	28.17 rango A 40.31 rango B 54.44 rango C - rango P			(+)
21+074.531 21+104.531	CLOTOIDE			30		75	=	=	=	=			
21+104.531 21+134.531	CLOTOIDE			30		75	=	=	=	=			
21+134.531 21+183.582	CURVA	664	60	49.052	0.00200	75	75 rango A 80 rango B 85 rango C - rango P	39.96 rango A 53.73 rango B 68.40 rango C - rango P	41.67 rango A 44.44 rango B 47.22 rango C - rango P	27.75 rango A 39.80 rango B 53.83 rango C - rango P			(+)
21+183.582 21+213.582	CLOTOIDE			30		75	=	=	=	=			

RADDOPPIO PONTE S.PIETRO - BERGAMO - MONTELLLO													
PROGETTO DEFINITIVO													
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.													
BINARIO DI RADDOPPIO													
BINARIO DISPARI	tipo	R (m)	D Sopraelev. (mm)	Lungh. (m)	Pendenza raccordo (x1000)	V tracciato (km/h)	V rango (km/h)		I Insuff. Sopraelev. V tracc (mm)		dD/dt V tracc (mm/s)	dl/dt V tracc (mm/s)	Vmin (km/h) formula 35 del Manuale d'Armamento
1+036.201	CLOTOIDE			107.672		100	=	=	=	=			
1+147.163	CURVA (-)	575	130	211.997	0.001	100	100 rango A 105 rango B 110 rango C 130 rango P	75.22 rango A 96.25 rango B 118.31 rango C 216.82 rango P	33.54 rango A 35.21 rango B 36.89 rango C - rango P	19.40 rango A 26.07 rango B 33.58 rango C - rango P			31
1+357.893	CLOTOIDE			175		100	=	=	=	=			

(\*) tutti i parametri cinematici verificati sono espressi in valore assoluto

(+) calcolo svolto solo per sopraelevazioni > 110mm

(-) verifiche cinematiche riferite al raccordo di transizione più corto