

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J81D19000000009

## DIREZIONE TECNICA

## PROGETTO DEFINITIVO

### NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”

### LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO

### ELABORATI GENERALI

### RELAZIONE TECNICA GENERALE

SCALA:

-

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

N M 2 7 0 1 D 0 5 R G M D 0 0 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	U.O. Specialistiche	Giugno 2020	V.A. Manitta	Giugno 2020	I. Legramandi	Giugno 2020	G. Bargellini Giugno 2020
		-		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		



## INDICE

1	PREMESSA .....	7
2	INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO .....	9
2.1	CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURALE E TECNOLOGICA ATTUALE .....	9
2.2	CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURALE E TECNOLOGICA DEL NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO PER L’AEROPORTO .....	12
3	MODELLO DI ESERCIZIO .....	14
3.1	MODELLO DI ESERCIZIO ATTUALE.....	14
3.2	MODELLO DI ESERCIZIO FUTURO .....	14
4	DESCRIZIONE DEL PROGETTO INFRASTRUTTURALE.....	16
5	CARATTERISTICHE TECNICHE DI PROGETTO .....	24
6	DESCRIZIONE DELLE FASI REALIZZATIVE.....	27
7	ARCHEOLOGIA .....	33
8	RILIEVI E INDAGINI.....	34
8.1	RILIEVI CELERIMETRICI .....	34
8.2	INDAGINI GEOGNOSTICHE E INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	34
8.2.1	<i>Falda</i> .....	35
8.2.2	<i>Permeabilità</i> .....	35
8.2.3	<i>Indagini opere esistenti</i> .....	35
9	CORPO STRADALE E FERROVIARIO .....	37
9.1	CORPO STRADALE FERROVIARIO.....	38
9.1.1	<i>Sezione tipo in rilevato</i> .....	38
9.1.2	<i>Sezioni tipo in trincea</i> .....	41
9.1.3	<i>Sezioni tipo in stazione</i> .....	42
9.1.4	<i>Sezioni tipo in zona di transizione</i> .....	43
9.2	BARRIERE ANTIRUMORE E MURI DI RECINZIONE .....	45

9.3	TRINCEE.....	46
9.3.1	TR01 – Trincea ferroviaria da km 2+295 a km 2+771.....	46
9.3.2	TR02 - Trincea ferroviaria da km 3+396 a km 3+872.....	47
9.3.3	TR03 Trincea ferroviaria da km 4+612 a km 5+026.....	49
9.4	GALLERIE ARTIFICIALI .....	52
9.4.1	GA01 - Galleria ferroviaria da km 2+771 a km 3+396.....	52
9.4.2	GA02 - Galleria ferroviaria da km 3+583 a km 3+601.....	53
9.5	OPERE DI ATTRAVERSAMENTO .....	54
9.5.1	IN00 – Circolare .....	54
9.5.2	IN04.....	56
9.5.3	IN05.....	58
9.5.4	IN06.....	58
9.5.5	IN09B .....	59
9.6	INTERVENTI SU CAVALCAFERROVIA ESISTENTE IV01, SOTTOVIA VI01, NI01.....	61
9.6.1	Interventi su cavalcaferrovia esistente IV01 – Via Piatti.....	61
9.6.2	Sottovia VI01 .....	62
9.6.3	NI01 Nuova opera di sottoattraversamento della SP591 bis .....	64
9.7	FABBRICATI E PIAZZALI .....	68
9.7.1	Fabbricato tecnologico ACC - FA01 .....	68
9.7.2	Piazzale fabbricato tecnologico ACC.....	69
9.7.3	Fabbricato SSE - FA02 .....	70
9.7.4	Piazzale fabbricato SSE .....	70
9.8	VIABILITA' STRADALE.....	72
9.8.1	NV01 Nuova viabilità di accesso all'aeroporto.....	72
9.8.2	Studio trasportistico della viabilità di accesso all'aeroporto .....	77

9.8.3	<i>IR01 Viabilità di raccordo tra parcheggio P3 e centro commerciale Galassia.....</i>	78
9.8.4	<i>NV02 Ripristino strada perimetrale parcheggio P3.....</i>	80
9.9	<b>STAZIONE DI ORIO AL SERIO.....</b>	84
9.9.1	<i>Fabbricato viaggiatori.....</i>	84
9.9.2	<i>Opere provvisionali.....</i>	86
9.9.3	<i>Opere di protezione dall’urto del treno.....</i>	86
9.9.4	<i>Pensiline.....</i>	87
9.9.5	<i>Muri a “U”.....</i>	87
9.9.6	<i>Idraulica.....</i>	88
9.9.7	<i>Drenaggio di banchina con pensilina e senza pensilina.....</i>	89
9.9.8	<i>Drenaggio del fabbricato e delle aree esterne.....</i>	90
9.9.9	<i>Sistema di smaltimento delle acque nere.....</i>	91
9.9.10	<i>Deviazione Roggia Urgnana.....</i>	91
10	<b>IDROLOGIA E IDRAULICA.....</b>	93
10.1	<i>COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....</i>	93
10.2	<i>IDROLOGIA E SOSTENIBILITA’.....</i>	94
10.3	<i>ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI.....</i>	94
10.4	<i>SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE.....</i>	96
10.4.1	<i>Sezioni tipo idrauliche.....</i>	97
11	<b>COMPATIBILITA’ CON I VINCOLI AEROPORTUALI ESISTENTI.....</b>	101
12	<b>GESTIONE TERRE E BONIFICHE.....</b>	105
13	<b>IMPIANTI TRAZIONE ELETTRICA.....</b>	106
13.1	<i>SSE DI BOCCALEONE.....</i>	106
13.2	<i>CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI TE ESISTENTI.....</i>	108
13.2.1	<i>Verifiche di Potenzialità.....</i>	108

13.3	CARATTERISTICHE TECNICHE DEL NUOVO IMPIANTO TE.....	109
13.3.1	<i>Descrizione del nuovo Piano Schematico di Alimentazione T.E.</i> .....	109
13.3.2	<i>Sostegni e portali</i> .....	109
13.3.3	<i>Sospensioni</i> .....	109
13.3.4	<i>Linea di Contatto</i> .....	109
13.3.5	<i>Stazione di Orio al Serio</i> .....	109
14	IMPIANTI DI SEGNALAMENTO/SCMT .....	111
14.1	IMPIANTI DI SEGNALAMENTO.....	112
14.2	INTERVENTI SCMT .....	112
15	IMPIANTI DI ENERGIA - ILLUMINAZIONE - F.M.....	113
15.1	IMPIANTI LFM.....	113
15.1.1	<i>Stazione di Bergamo</i> .....	113
15.1.2	<i>Stazione e Fabbricato Tecnologico di Orio Al Serio</i> .....	113
15.1.3	<i>Galleria</i> .....	113
15.1.4	<i>Viabilità</i> .....	114
15.2	IMPIANTO DI TELEGESTIONE.....	114
16	TELECOMUNICAZIONI.....	116
17	IMPIANTI INDUSTRIALI.....	116
18	BONIFICA ORDIGNI ESPLOSIVI.....	117
19	DEMOLIZIONI.....	119
19.1	SUPERFICI PAVIMENTATE (STRADE, PISTE CICLABILI, PARCHEGGI, MARCIAPIEDI) .....	119
19.2	SBANCAMENTO .....	119
19.3	RECINZIONI .....	120
19.4	DISPOSITIVI DI SICUREZZA .....	120
19.5	TUBAZIONI.....	121

19.6	MANUFATTI.....	121
20	CANTIERIZZAZIONE.....	125
20.1	APPROVVIGIONAMENTO E GESTIONE MATERIALI .....	125
20.2	ORGANIZZAZIONE DEL SIATEMA DI CANTIERIZZAZIONE .....	126
21	ESPROPRI .....	128

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	7 di 128

## 1 PREMESSA

L’aeroporto di Orio al Serio, attualmente, non è servito direttamente da un collegamento ferroviario.

Esso dispone di un collegamento autostradale (Autostrada A4), che si connota contestualmente come un elemento di forza e di criticità. Infatti se da un lato può sfruttare il buon posizionamento rispetto all’autostrada (non esiste un’uscita dedicata, ma utilizzando il sistema delle tangenziali di Bergamo lo scalo risulta comunque raggiungibile senza dover attraversare centri abitati), dall’altro, il fatto che tale tratto di autostrada sia uno dei più congestionati della rete italiana, anche per il collegamento con mezzi di trasporto collettivo (bus) rappresenta un’incognita nella pianificazione del trasferimento in aeroporto richiedendo la previsione di un margine di anticipo particolarmente ampio rispetto all’ora di partenza del volo.

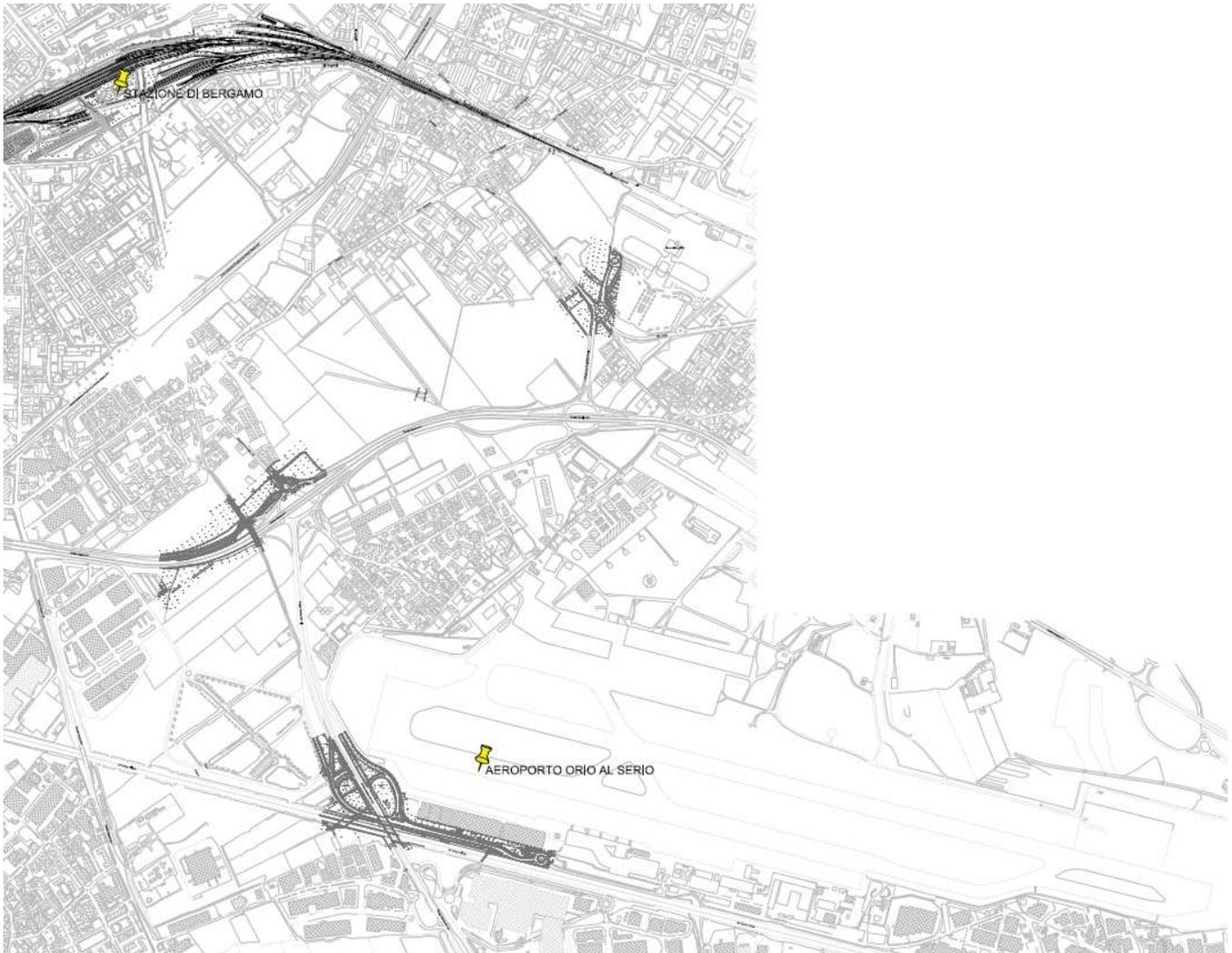
Il servizio ferroviario attuale richiede un interscambio modale nella stazione di Bergamo con le linee di trasporto locale.

L’obiettivo dell’intervento è realizzare un collegamento ferroviario diretto con l’aeroporto con distacco dalla linea Bergamo - Rovato – Brescia al fine di soddisfare la sempre crescente domanda di trasporto verso l’aeroporto, stimata in 13 milioni di passeggeri nel 2030 (fonte: ENAC) rispetto agli attuali 8 milioni pass/anno, attraverso un servizio ferroviario su fero competitivo con il servizio pubblico su gomma.

In riferimento alla domanda di trasporto nell’area in oggetto va evidenziato, inoltre, un altro aspetto di notevole interesse, la presenza, attigua all’aeroporto, del Centro commerciale Orio Center, localizzato a sud dell’A4, che rappresenta un notevole "attrattore".

L’intervento a doppio binario con stazione ferroviaria in superficie ha uno sviluppo di estesa complessiva pari a circa 5,3 km. La stazione ferroviaria, che sarà servita da quattro binari di stazionamento, è prevista a raso sulla sede dell’attuale SP 116 che viene delocalizzata a nord della ferrovia e potrà contare su marciapiedi di stazione lunghi 250m, coperti da pensiline metalliche negli ultimi 70m. Al termine dei marciapiedi è posto un atrio coperto in cui sono presenti le scale mobili e fisse che conducono ad un piano interrato collegato a sua volta tramite un “finger” sotterraneo, realizzato da SACBO, al corpo principale dell’aerostazione.

Nella seguente immagine si riporta uno stralcio cartografico dello stato attuale:



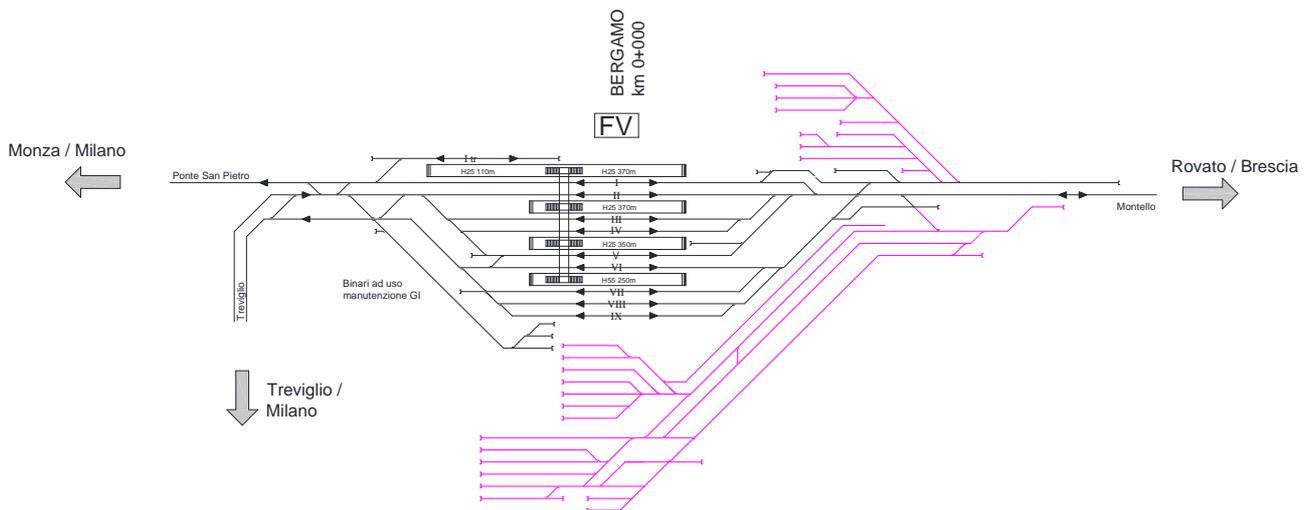
**Figura 1: Stato attuale area oggetto di intervento**



- 1 binario tronco lato Ponte San Pietro (Lecco – Monza/Milano);
- Binari di raccordo tronchi lato Brescia;
- Fascio di 3 binari ad uso manutenzione GI;
- Apparato Centrale Elettrico a Itinerari (ACEI).

Alla data di attivazione della linea per Orio si assume che sia stato già operato l’upgrade impiantistico ad ACC, ad opera di altro appalto e il completamento del raddoppio Ponte SP – Bergamo.

Nella figura seguente viene riportata una schematizzazione dell’attuale configurazione di Bergamo (in magenta i binari dismessi o secondari).

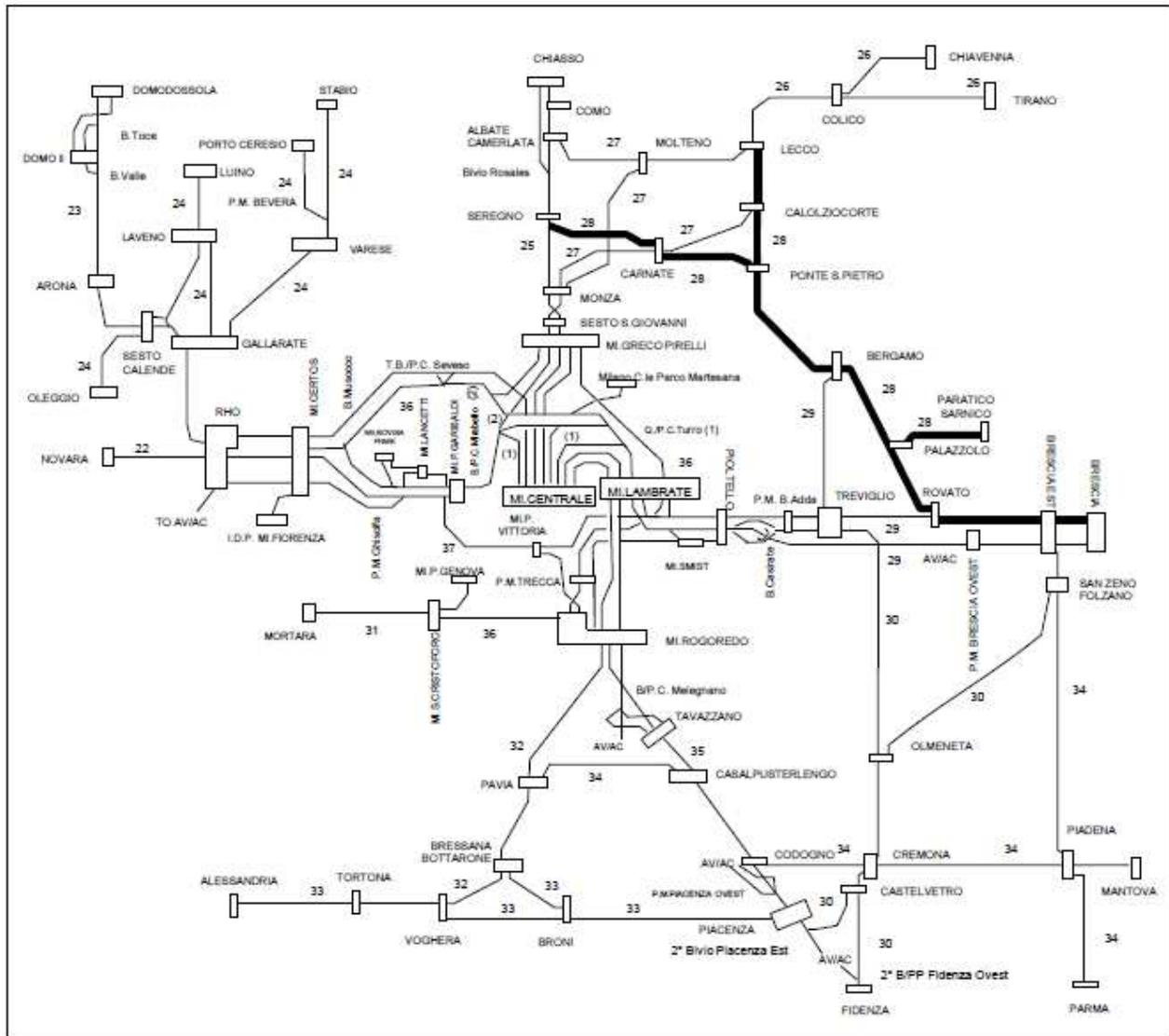


**Figura 3: configurazione finale PRG Bergamo**

In corrispondenza della radice Est, sul lato Sud vi è la presenza del raccordo Cisalf, accessibile tramite un’asta di manovra con sviluppo in direzione Montello.

Diversamente, nell’area a Nord si registra la presenza di diversi fasci di binari, in attuale stato di abbandono, accessibili tramite un’ulteriore asta di manovra con sviluppo in direzione Montello.

Di seguito lo stralcio dei FL 28.



Segue linea LECCO-BRESCIA

Grado di frenatura	Velocità max Km/h DIRETTA			Grado di frenatura	Velocità max Km/h DIRAMATA		Prog. Chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO	Velocità max Km/h DESTRA DIRETTA			Grado di frenatura
	A	B	C		A	B			A	B	C	
I	70	85					0,00	<b>BERGAMO</b>				
	100	110					21,88	C.C. Km 23,639				
							26,04	<b>Seriate</b>				
							29,51	<i>Albano</i>				
							33,10	<b>Montello</b>				
							36,87	<i>Chiuduno</i>				
								P.L.A. ■ Km 36,887				
							39,11	<b>Grumello</b>				
							43,47	<b>PALAZZOLO</b>				
		75	90				47,77	<i>Cologne</i>				
I <sub>a</sub>						51,50	<b>Coccaglio</b>					
						53,59	<b>ROVATO</b>	75	90	—	I <sub>a</sub>	
	140	150	160			65,82	Dev. U.	140	150	150		
						71,65	<b>Ospitaletto T.</b>				160	
	125	135	145				Cippo Km 78,000	125	135	145		
						78,50	<b>BRESCIA EST</b>					
						13,01						
						82,84	<b>BRESCIA</b>					

Figura 4: Stralcio FL 28

## 2.2 CONFIGURAZIONE INFRASTRUTTURALE E TECNOLOGICA DEL NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO PER L'AEROPORTO

Le caratteristiche tecnologiche del nuovo collegamento ferroviario con l'aeroporto sono riportate di seguito:

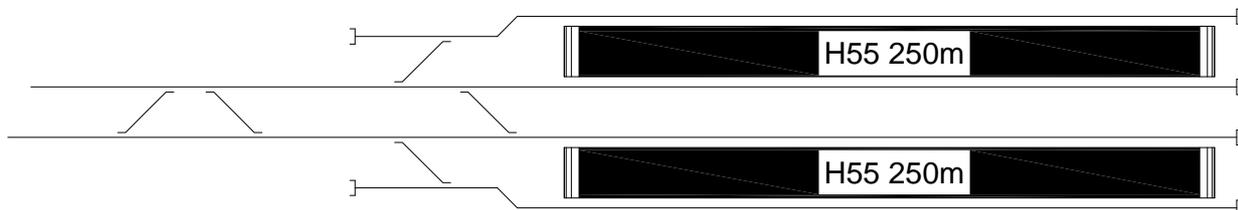
- Linea a doppio binario
- Lunghezza: 6,1 km
- Velocità di tracciato: 60 km/h

- Pendenza massima: 23,5 ‰
- Classificazione di massa assiale: D4
- Sagoma PC80/410

Tra i parametri progettuali del tracciato di nuova progettazione è presente una pendenza massima di 23,5 ‰, questo valore è stato discusso assieme al Referente ed è stata concessa una deroga alla pendenza massima ammissibile poiché non sono previsti treni merci, altrimenti non compatibili con pendenze così elevate.

La stazione di Orio al Serio, impianto terminale della linea, sarà così costituita:

- 4 binari di attestamento tronchi;
- Modulo utile di 250 m;
- Itinerari deviati a 60 km/h;
- Contemporaneità di arrivi/partenze;
- Apparato Centrale Computerizzato (ACC);
- Predisposizione segnalamento ERTMS L2.



**Figura 5: configurazione futura impianto Aeroporto di Orio al Serio**

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	14 di 128

### 3 MODELLO DI ESERCIZIO

#### 3.1 MODELLO DI ESERCIZIO ATTUALE

Nella stazione di Bergamo attualmente si attestano cinque linee di servizio commerciale:

- Da sud ovest:
  - da Milano Centrale/Porta Garibaldi via Treviglio, 1 treno ogni 60' in morbida e 1 treno ogni 30' in punta;
  - da Treviglio, 1 treno ogni 30';
- Da ovest:
  - da/per Milano Porta Garibaldi via Monza-Carnate, 1 treno ogni 30';
- Da nord:
  - da Lecco, 1 treno ogni 60';
- Da est:
  - da Brescia, 1 treno ogni 60' in morbida e 1 treno ogni 30' in punta.

#### 3.2 MODELLO DI ESERCIZIO FUTURO

Nella stazione di Aeroporto – Orio al Serio sono previste le seguenti linee di servizio commerciale:

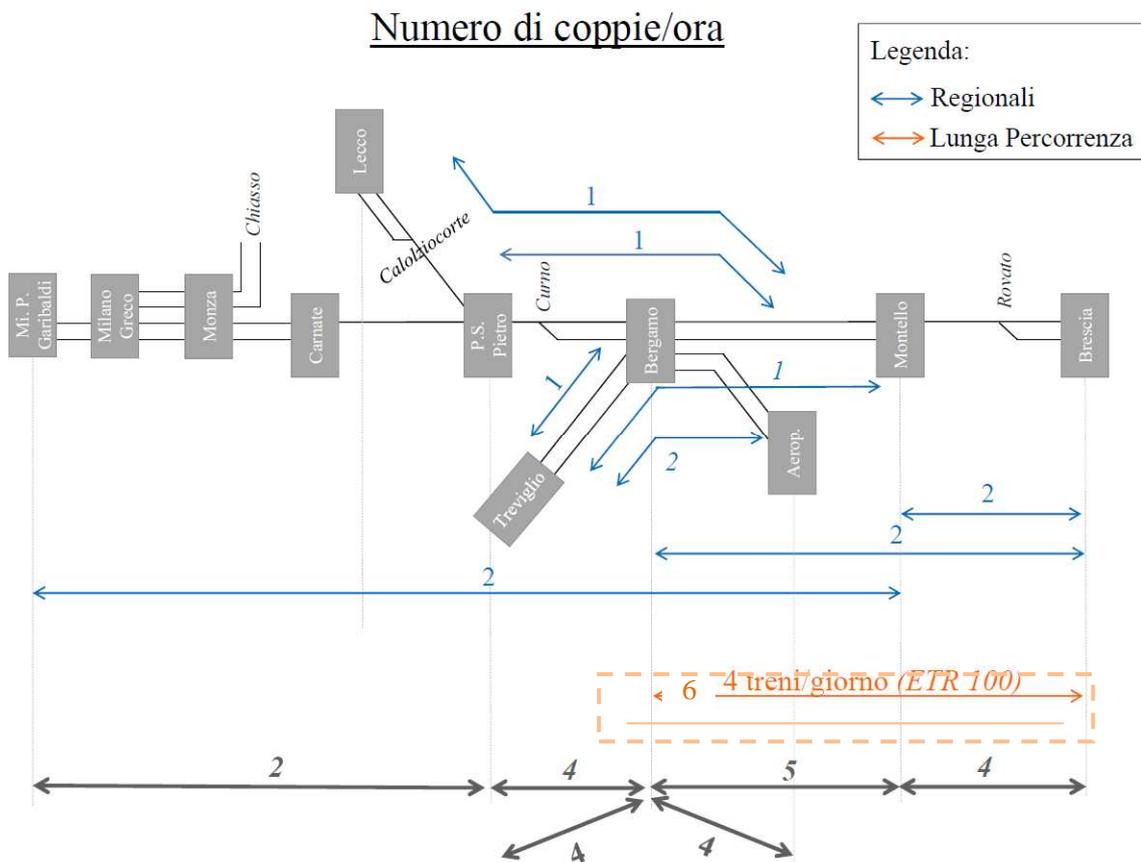
- Da sud ovest:
  - da Milano Centrale/Porta Garibaldi via Treviglio, 1 treno ogni 30';
- Da nord:
  - da Lecco, 1 treno ogni 60'
  - da Ponte S. Pietro, 1 treno ogni 60'.

A completamento, i collegamenti a servizio della stazione di Bergamo/Montello (in aggiunta a quelli sopracitati per l'aeroporto) sono:

- Da sud ovest:
  - da Treviglio attestato a Bergamo, 1 treno ogni 60';
  - da Treviglio attestato a Montello, 1 treno ogni 60';
- Da ovest:
  - da/per Milano Porta Garibaldi via Monza-Carnate per Montello, 1 treno ogni 30';
- da Bergamo
  - verso Montello/Brescia. 1 treno ogni 30';

- da Montello
  - verso Brescia, 1 treno ogni 30’.

Secondo queste ipotesi, si ottengono 4 coppie orarie per l’aeroporto e 5 coppie orarie per Montello, come da indicazioni della committenza. Si riporta la sintesi del modello di esercizio di progetto nella seguente figura (le circolazioni ES\* sono considerate rimanere invariate rispetto alle attuali).



**Figura 6: modello di esercizio di progetto (coppie/ora)**

#### 4 DESCRIZIONE DEL PROGETTO INFRASTRUTTURALE

Il progetto, oggetto di trattazione, prevede un collegamento ad “antenna” a doppio binario di estesa complessiva pari a circa 5.3 km, con distacco dalla linea Bergamo-Rovato-Brescia. In corrispondenza del distacco e per uno sviluppo di circa 1.1 km la linea attraversa un’area densamente abitata con la presenza di due importanti cavalcaferrovie che dettano l’assetto planimetrico dei binari.

In prossimità del Terminal dell’aerostazione, è prevista la realizzazione, in superficie, della futura stazione ferroviaria “Aeroporto” con quattro binari di stazionamento serviti da due marciapiedi.

Planimetricamente, il binario pari del nuovo collegamento Bergamo – Orio si posiziona, in parte, sul sedime dell’attuale asta di manovra a servizio del raccordo Cisalf posta sul lato Sud, comportando la dismissione totale dell’area del raccordo sin dalle prime fasi di realizzazione dell’opera. Il binario dispari, nel suddetto attraversamento urbano, trova la sua collocazione, in affiancamento al binario pari del nuovo collegamento, ad una distanza variabile nel primo tratto (in quanto vincolato dalle pile delle opere esistenti di Via Piatti e della SS470), per poi posizionandosi in perfetto parallelismo con interasse 4.00 m.

Al fine di permettere l’inserimento del nuovo collegamento Bergamo – Orio, il binario della linea Bergamo-Rovato-Brescia ha subito uno spanciamento planimetrico verso il lato Nord, permettendo una complessiva compatibilità con le opere esistenti e una geometrizzazione determinata dalle caratteristiche cinematiche della linea esistente.

La sede e le opere di TE, sono compatibili con un futuro raddoppio della linea Bergamo-Rovato-Brescia: pur non essendo oggetto della progettazione in esame, è stato studiato l’andamento plano-altimetrico di tale futuro binario, rappresentandolo anche nei documenti progettuali.

Qui sotto uno stralcio planimetrico del primo tratto densamente urbanizzato.



**Figura 7: Stralcio planimetrico tratto fortemente urbanizzato**

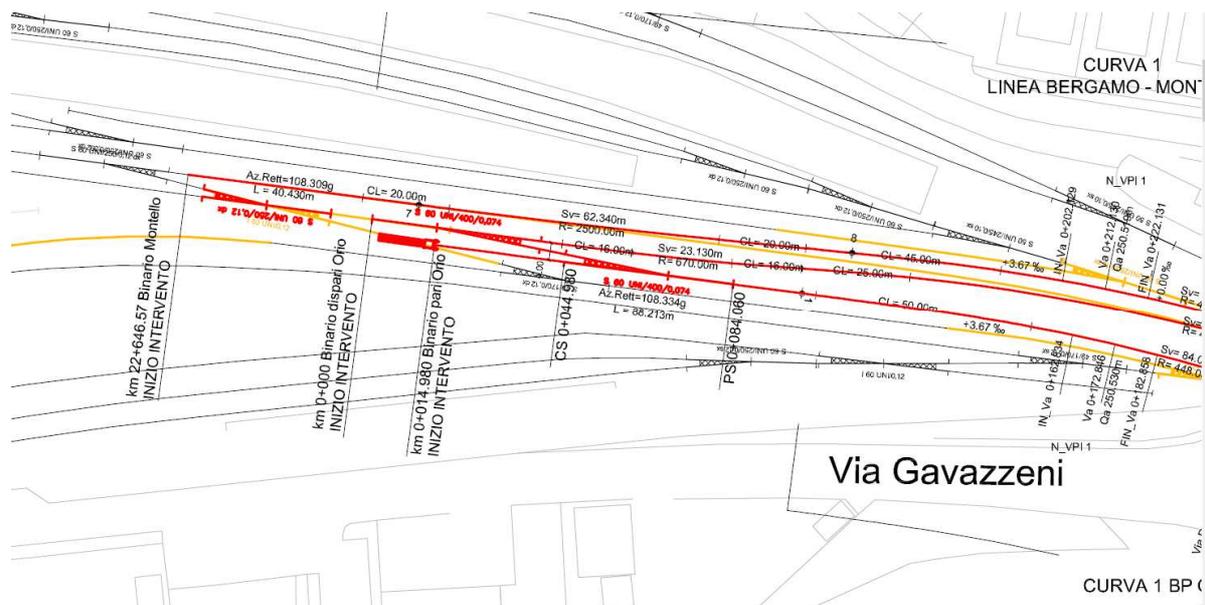
Si riportano di seguito le caratteristiche di tracciato del nuovo collegamento.

### Ettometrazione

Si è optato per identificare l’origine del binario dispari in corrispondenza della punta della comunicazione 60UNI/400/0,074 ad interasse 4,00 m.

La progressiva di origine del binario pari, si è determinata come proiezione dell’ettometrazione del binario dispari e risulta pari a km 0+014.980.

### Binario pari Linea Bergamo – Orio



**Figura 8: Stralcio planimetrico origine del nuovo collegamento**

Il binario pari di progetto della linea Bergamo – Orio si stacca dal dispari tramite comunicazione costituita da deviatori 60UNI/400/0.074dx alla progressiva km 0+014.98. L’interasse tra i due binari risulta variabile fino alla pk 0+514.890 a causa della presenza di interferenze strutturali, per poi attestarsi a 4,00m per il restante sviluppo planimetrico.

L’andamento planimetrico inizia con un rettilineo di uno sviluppo di circa 88m, per poi inserire una curva in destra di Raggio 448.00m e clotoidi simmetriche aventi sviluppo pari a 50.00m. Un rettilineo di 44 m circa si inserisce alla fine di detta curva così da definire il punto di attacco al flesso planimetrico successivo. Tale flesso, geometrizzato

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	18 di 128

con due curve aventi Raggio pari a 850m e clotoidi con sviluppo pari a 20.00m, accompagna il binario ad uno spanciamento verso Nord così da ridurre l’impatto sull’area di parcheggio a sud.

L’andamento planimetrico prosegue in rettilineo per 31 m circa per poi proseguire con un flesso creando uno spanciamento questa volta sul lato Sud così da preservare la viabilità esistente denominata Via P.Rovelli. Tale flesso è composto da due curve di raggio rispettivamente pari a 2127.00m e 2133.00m con clotoidi di sviluppo pari a 30.00m.

A seguire, prima che il collegamento diverga allontanandosi definitivamente dall’attuale Bergamo-Rovato-Brescia, è stato inserito un rettilineo di lunghezza pari a 193m circa. Una curva planimetrica destrorsa, di raggio pari a 300.00m con clotoidi di sviluppo pari a 50.00m, permette la necessaria divergenza così da lambire senza alcuna interferenza l’area della fiera di Bergamo.

Il tracciato planimetrico prosegue con un rettilineo di lunghezza pari a 30m circa, per poi vedere l’inserimento di una nuova curva destrorsa di raggio 558.00m e clotoidi di sviluppo pari a 30.00m. Tale curva si è resa necessaria al fine di posizionare il tracciato in maniera simile alla Strada Statale SS671 rispettando l’attuale sedime dell’infrastruttura viaria.

Prima dell’inserimento di una nuova curva sinistrosa di raggio 900m con clotoidi di sviluppo pari a 50m si inserisce un rettilineo di lunghezza pari a circa 532m percorrendo il tratto in parallelo alla SS671.

Il tracciato prosegue con un ulteriore rettilineo di 301m per poi inserire una coppia di curve planimetriche sinistrose di raggio pari a 304.00m e clotoidi di sviluppo pari a 50.00m distanziate da un rettilineo di lunghezza pari a 359m circa.

Il tracciato si conclude con un rettilineo pari a circa 1.053m allocando in testa la nuova stazione di Orio al Serio.

Tra le pk 4+553.720 e 4+745.820 trova inserimento un cappello da prete caratterizzato da una distanza fra le punte di 24.00m. Alla pk 4+856.100 è stato posizionato un deviatoio dx per l’apertura sul quarto binario in stazione e infine alla pk 5+001.540 è stata inserita una nuova comunicazione pari/dispari a 4.00m (S60 UNI/400/0.074). Alla fine del tracciato, sono stati posizionati dei dispositivi di fine corsa di tipo 1 al fine di garantire la sicurezza definita dalla normativa vigente.

Il tracciato del binario pari è stato studiato altimetricamente definendo un profilo longitudinale di progetto, tenendo in esame le opere esistenti e i vari vincoli idraulici dettati dalla presenza di diverse rogge lungo lo sviluppo del tracciato planimetrico.

L’altimetria ha origine alla pk 0+014.980 con la medesima livelletta e quota definita dallo stato attuale e, proseguendo in direzione Est, si articola in maniera da rispettare il franco esistente dettato dall’opera di Via Piatti. Proseguendo sempre in direzione Est con una livelletta del 9.2, il tracciato si inserisce all’interno del fornace dell’opera esistente della Strada Statale SS470. Alla pk 0+890 circa, riprende esattamente l’altimetria esistente rispettando così i dislivelli dettati dall’area densamente abitata presente a ridosso dell’infrastruttura.

L’altimetria del binario si configura dalla pk 1+200 circa in rilevato per risolvere l’interferenza viabilistica dettata dalla presenza di Via Lunga ove viene inserito un ponte ferroviario. Oltrepasato tale punto dalla pk 1+600 circa il tracciato, con una pendenza del -20.00 % prima e poi con una pendenza del -23.50 %, prosegue in discesa

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	19 di 128

entrando in galleria alla pk 2+771.00. L’altimetria e la quota del piano del ferro in galleria, è stata determinata considerando una sezione strutturale di 7.00m e un franco al di sopra di tale struttura di un ulteriore 1.00m.

Dalla pk 3+480 circa il tracciato cambia nuovamente altimetria e, con una livelletta di pendenza pari al 13 ‰ assume una quota positiva rispetto al piano esistente tornando in leggero rilevato. In questa zona uno studio altimetrico ad hoc ha permesso di rispettare i vincoli dettati dalla presenza della nuova antenna VOR definiti dalla norma EUROCAE ED 52 - MINIMUM OPERATIONAL PERFORMANCE SPECIFICATION FOR GROUND CONVENTIONAL AND DOPPLER VERY HIGH FREQUENCY OMNI RANGE (CVOR and DVOR) EQUIPMENT.

Alla pk 4+820 circa la presenza dell’opera esistente in corrispondenza della Strada Statale SS591bis determina un abbassamento del piano del ferro tramite una livelletta del -9.55 ‰. Oltrepassato tale punto singolare una livelletta del 9.80‰ fa assumere al piano del ferro una configurazione in leggero rilevato, giungendo nella stazione di Orio al Serio: qui il binario pari, prima con una pendenza del -0.45 ‰ e poi nulla, termina alla pk 5+301.076 con la quota di 235.68 con dei paraurti ad assorbimento di energia di Tipo 1.

#### Binario dispari Linea Bergamo – Orio

La posizione planimetrica del binario dispari è stata studiata in maniera tale da essere un proseguimento su corretto tracciato del binario VI della stazione di Bergamo.

L’andamento planimetrico inizia con un rettilineo necessario per la posa della comunicazione pari\dispari. Alla fine di detto rettilineo di circa 44m un flesso planimetrico studiato ad hoc permette l’inserimento del suddetto binario all’interno del fornice centrale esistente di Via Piatti cercando, laddove possibile, di ricalcare l’impronta del binario della linea Bergamo-Rovato-Brescia.

L’andamento planimetrico prosegue con un rettilineo di circa 32m per poi inserire un nuovo flesso planimetrico composto da due curve rispettivamente di raggio pari a 3404.00m e 3396.00m con clotoidi di sviluppo pari a 20.00m, così da trovare il perfetto parallelismo con il binario pari.

Dalla pk 0+514.83 (progressivazione relativa al binario pari) gli assi dei due binari proseguono ad un interasse di 4.00m arrestandosi entrambi alla pk 5+301.076 (progressivazione del binario pari) con l’inserimento dei dispositivi di fine corsa di tipo 1.

Il tracciato del binario dispari è stato indagato altimetricamente verificandone la compatibilità. Sull’elaborato PLANIMETRIA DI PROGETTO, rif. NM2701D26P6IF0001001A, i cambi di livelletta riportati sono da considerarsi validi per entrambi gli assi.

#### Binario Linea Bergamo-Rovato-Brescia

Come già detto in precedenza per il corretto posizionamento del nuovo collegamento Bergamo – Orio si è reso necessario spostare la linea storica per Brescia ottimizzando gli spazi esistenti e cercando anche di ridurre al minimo le interferenze con il tessuto urbano esistente.

Ciò premesso, l'intervento alla linea per Brescia ha origine alla pk 22+646.57 con l'inserimento di un rettifilo di sviluppo pari a 40m circa, avente medesimo azimuth del rettifilo uscente dal deviatoio esistente S60 UNI/250/0.12sx. Alla fine di detto rettifilo un flesso planimetrico permette l'inserimento del suddetto binario all'interno del fornice centrale in affiancamento al binario dispari della linea Bergamo – Orio. A fine di tale flesso, l'asse si posiziona parallelo con interasse di 4.00m rispetto al binario dispari del collegamento Bergamo – Orio.

L'andamento planimetrico prosegue con un rettifilo di circa 32m che precede un ulteriore flesso planimetrico con due curve di raggio pari a 3400m e clotoidi di sviluppo pari a 20m. Una serie di curve contestualizzate permettono la chiusura del binario alla pk 23+781.57 (Fine intervento) sulla linea storica Bergamo-Rovato-Brescia.

Avendo modificato il tracciato planimetrico è stato necessario definire un nuovo profilo altimetrico di progetto che tenendo in considerazione le opere esistenti vada a raccordandosi a monte e a valle con l'altimetria della linea storica.

La nuova altimetria parte dalla pk 22+646.57 con una pendenza del +3.67‰ e prosegue in maniera da inserire il binario rispettando al franco esistente nel secondo fornice dell'opera di Via Piatti.

Dalla pk 22+988.82 il binario assume l'assetto plano-altimetrico dettato dal binario dispari del collegamento Bergamo – Orio, raccordandosi alla pk 23+781.57 alla linea storica Bergamo-Rovato-Brescia.

#### Stazione di Orio al Serio

La nuova stazione di Orio è stata concepita rendendola a servizio sia dell'aeroporto che del centro commerciale prevedendo accessi pedonali ambo i lati. Essa risulta interferente con la viabilità denominata S.P.116 e con il parcheggio scoperto in gestione all'aeroporto. Durante la fase di progettazione sono state svolte diverse riunioni di coordinamento rendendo compatibile tutto il sistema stazione, con gli sviluppi futuri dell'area in carico alla società di gestione aeroportuale Sacbo.

La stazione di Orio è composta da quattro binari a servizio passeggeri, con marciapiedi con lunghezza pari a 250m e altezza pari a +55cm dal p.f. Alla pk 4+856.100 un deviatoio S60 UNI/400/0.074dx posato sul binario pari e un deviatoio S60 UNI/400/0.074sx posato sul binario dispari aprono rispettivamente sul primo e sul quarto binario. Successivamente una comunicazione a 4.00m S60 UNI /400/0.074 posata alla pk 5+001.540 mette in comunicazione i binari due e tre. I binari uno e quattro sono resi indipendenti tramite la posa di paraurti di tipo 1 posti in direzione Bergamo. Alla pk 5+288.176 sono stati posati appositi paraurti di tipo 1 uno per ogni singolo binario, prevedendo inoltre dei blocchi in C.A. a fine corsa.

Nello sviluppo progettuale sono state risolte anche le interferenze esistenti: nel seguito una breve descrizione delle risoluzioni.

➤ **Opera esistente di Via Piatti.**

L’opera è un Cavalcaferrovia ubicato in prossimità della radice Est della Stazione di Bergamo in uscita verso Montello/Orio al Serio. Tale Cavalcaferrovia è una opera d’arte risalente agli anni 20/30 del secolo scorso, e che consente lo scavalco del sedime ferroviario da parte di una viabilità urbana. È costituito da n.3 fornici ed attualmente il sedime ferroviario che lo sottopassa vede n. 3 binari.



Nella configurazione finale di progetto i binari saranno n. 3 in esercizio. In questa fase, è stato studiato un futuro quarto binario dispari dell’attuale linea Bergamo-Montello, in modo da essere compatibile con l’opera posizionandolo all’estremo Nord.

Il layout finale in corrispondenza dell’opera (da Sud a Nord) vede dunque:

- Binario Pari Linea Bergamo – Orio;
- Binario Dispari Linea Bergamo – Orio;
- Binario della Linea Bergamo-Rovato-Brescia;
- Predisposizione del futuro binario dispari della Linea Bergamo-Rovato-Brescia.

Si precisa che per tale opera, avendo inserito planimetricamente i nuovi binari in posizione molto simile all'attuale e non essendoci nell'intorno deviatoi (elementi che potrebbe aumentare il rischio di svio del convoglio), non sono previsti interventi strutturali.

➤ **Opera esistente della Strada Statale SS470.**

La configurazione finale è stata calibrata in maniera tale da preservare l'opera senza alterarne in alcun modo lo stato esistente. Il Binario Pari Linea Bergamo – Orio sarà collocato nel fornice Sud, mentre il Binario della Linea Bergamo-Rovato-Brescia e il Binario Dispari Linea Bergamo – Orio nel fornice centrale; la predisposizione del futuro binario dispari della Linea Bergamo-Rovato-Brescia è prevista nel fornice Nord.



➤ **Riduzione dell'interferenza urbana dalla pk 0+500.00 alla pk 0+850.00 circa.**

È stato studiato l'assetto dei binari di progetto spanciandoli verso il lato Nord in maniera da ridurre il più possibile l'impatto che la nuova infrastruttura ha sul complesso civile sito nelle vicinanze al lato Sud.

➤ **Infrastruttura viaria Via Lunga.**

La risoluzione di tale interferenza è stata risolta sopraelevando la ferrovia di progetto così da realizzare un ponte che consenta l'appoggio della ferrovia in corrispondenza della viabilità.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	23 di 128

➤ **Infrastruttura viaria Strada Statale SS671.**

La risoluzione di tale interferenza è stata risolta interrando la ferrovia di progetto tramite la realizzazione un tratto di galleria così da by-passare l'intera area posta sul lato Nord di detta viabilità e così da ridurre l'impatto dell'opera sul territorio circostante.

➤ **Nuova antenna VOR a servizio della aerostazione Bergamo Orio al Serio.**

La verifica della compatibilità è stata eseguita sulla base delle prescrizioni individuate dalla normativa di settore, in particolare dalla norma EUROCAE ED 52 - MINIMUM OPERATIONAL PERFORMANCE SPECIFICATION FOR GROUND CONVENTIONAL AND DOPPLER VERY HIGH FREQUENCY OMNI RANGE (CVOR and DVOR) EQUIPMENT.

➤ **Infrastruttura viaria Strada Statale SS591bis.**

Tale interferenza è stata risolta inserendo la coppia di binari nel fornice ad oggi ad uso viabilistico e inoltre definendo un'altimetria *ad hoc* in modo da consentire l'inserimento delle tecnologie utili. Si è reso necessario quindi realizzare un nuovo fornice sito sul lato Nord dell'esistente, così da accogliere il transito da e per la stazione e/o aerostazione tramite la nuova viabilità SP116.

➤ **Autostrada A4.**

L'assetto ferroviario studiato, nel contesto di parallelismo con l'autostrada A4 Torino-Trieste, risulta compatibile con l'inserimento delle future 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> corsia autostradale.

## 5 CARATTERISTICHE TECNICHE DI PROGETTO

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche del tracciato di progetto.

### Collegamento Bergamo-Orio.

Velocità tracciato	60 km/h binari di corsa (*)
Ranghi velocità	A, B, C
Velocità in deviata apparecchi di binario	30/60 km/h
Raggio minimo planimetrico	300.00
Raccordo di transizione	clotoide
Raggio minimo altimetrico	2000m
Massima sopraelevazione in curva	50mm
Pendenza massima	23.50 ‰
Categoria peso assiale	D4 (22.5 t/asse, 8 t/m)
PMO	Minimo PMO 3
Sagoma cinematica	B1
Interasse	4m
Armamento	Tradizionale del tipo 60E1 Scartamento 1435 mm Ballast di 1^ categoria Traverse in c.a.p. RFI240 con attacco indiretto

Binario Bergamo-Montello

Velocità tracciato	110 km/h binari di corsa (*)
Ranghi velocità	A, B, C
Velocità in deviata apparecchi di binario	30/60 km/h
Raggio minimo planimetrico	457.00 m
Raccordo di transizione	clotoide
Raggio minimo altimetrico	2200m
Massima sopraelevazione in curva	45mm
Pendenza massima	9.20 ‰
Categoria peso assiale	D4 (22.5 t/asse, 8 t/m)
PMO	Minimo PMO 3
Sagoma cinematica	B1
Interasse	4m/esistente
Armamento	Tradizionale del tipo 60E1 Scartamento 1435 mm Ballast di 1^ categoria Traverse in c.a.p. RFI240 con attacco indiretto

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b> <b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
	<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA <b>NM27</b>	LOTTO <b>01 D 05</b>	CODIFICA <b>RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>

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 per il traffico passeggeri.

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

*Tabella 1: estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 2*

(\* *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*

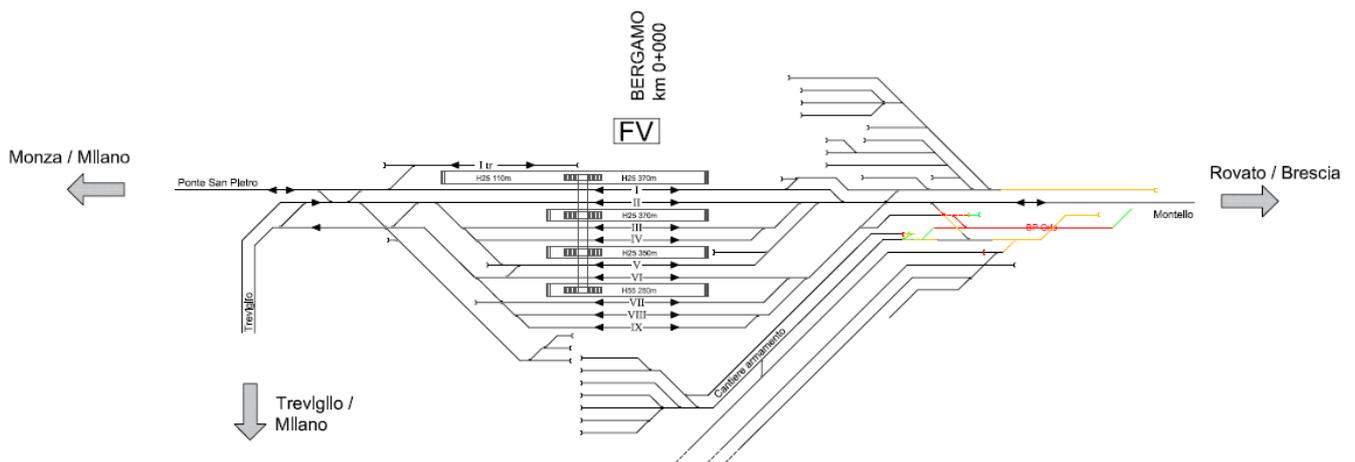
## 6 DESCRIZIONE DELLE FASI REALIZZATIVE

Di seguito si riporta una descrizione sintetica degli interventi di fase, strutturati per fasi di linea, rimandando, per gli approfondimenti, agli elaborati specifici.

### ✓ Macro-Fase 1

- Demolizione asta di manovra lato Sud e Nord;
- Realizzazione parziale nuovo binario pari del collegamento Bergamo – Orio;
- Adeguamento radice Est della stazione di Bergamo (demolizione e costruzione armamento per collegamento con nuovo binario);
- Realizzazione cantiere armamento in zona Est della stazione di Bergamo;
- Realizzazione parziale del flesso provvisorio che connette il nuovo binario pari alla linea storica esistente;
- Esercizio come da situazione iniziale.

Di seguito uno stralcio dello schematico di Macro-fase 1.



**Figura 9 – Schema fase 1**

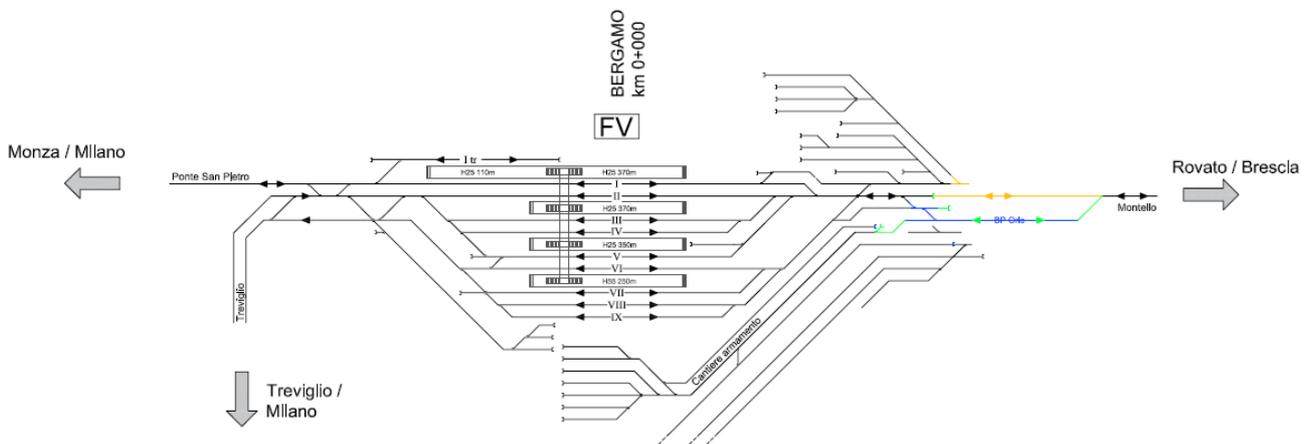
I lavori verranno eseguiti rispettivamente:

- n.1 IPO per avvicinamento flesso provvisorio lato Montello;
- n.5 IPO per demolizioni/costruzioni radice est di Bergamo;
- n.8 IPO per demolizione asta Nord.

✓ Macro-Fase 2

- Completamento demolizione asta di manovra lato Nord dell'attuale;
- Demolizione attuale binario per Montello;
- Completamento flesso provvisorio che connette il nuovo binario pari alla linea storia esistente;
- Riconfigurazione dell'ACC;
- Esercizio da/per Montello spostato sul nuovo binario pari della linea Bergamo – Orio.

Di seguito uno stralcio dello schematico di Macro-fase 2.



**Figura 10 – Schema fase 2**

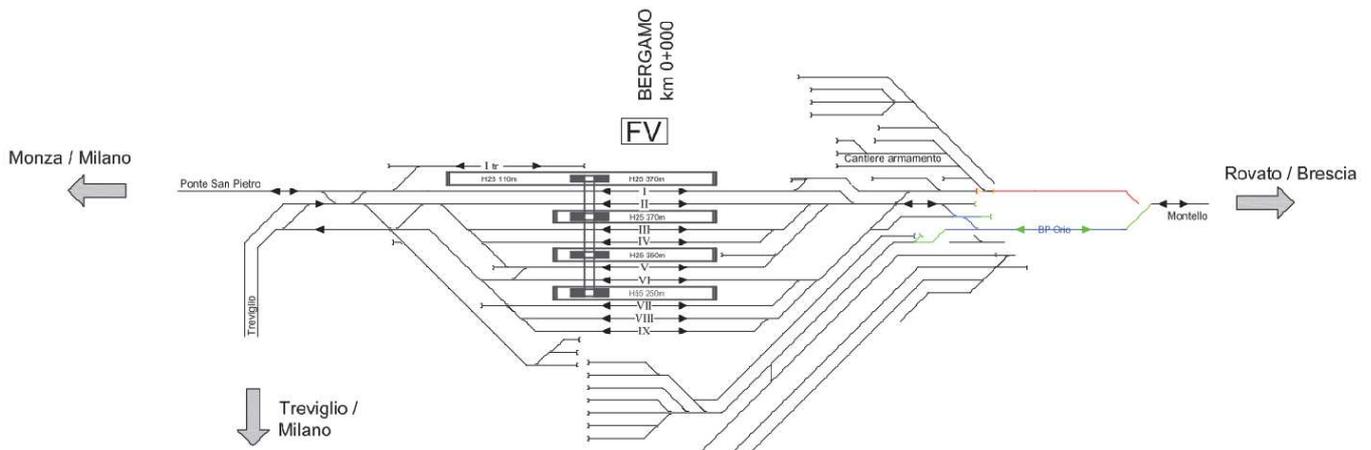
I lavori verranno eseguiti rispettivamente:

- n.1 interruzione prolungata di 18 ore per allaccio flesso provvisorio/demolizioni lato Montello;

✓ Macro-Fase 3

- Spostamento cantiere armamento in zona Nord della radice Est di Bergamo;
- Realizzazione nuovo binario linea Bergamo-Rovato-Brescia privo di allaccio;
- Esercizio come da fase precedente.

Di seguito uno stralcio dello schematico di Macro-fase 3.



**Figura 11 – Schema fase 3**

I lavori verranno eseguiti rispettivamente:

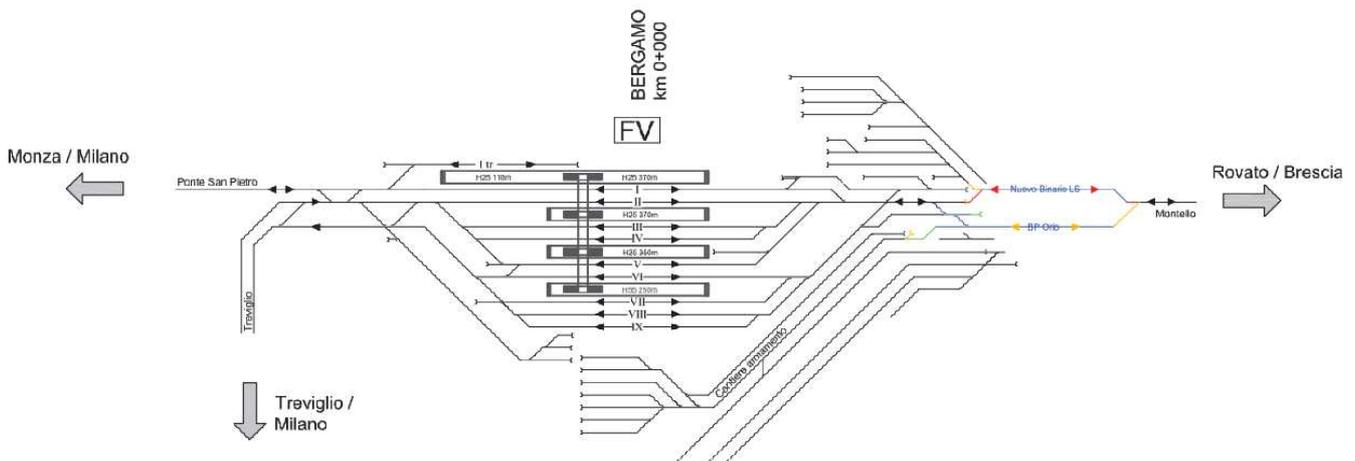
- n.1 IPO per avvicinamento nuovo binario LS lato Montello;

✓ Macro-Fase 4

- Demolizione flesso provvisorio lato Montello;
- Realizzazione allacci nuovo binario linea Bergamo-Rovato-Brescia sia in radice Bergamo che lato Montello;
- Spostamento cantiere armamento in zona Sud della radice Est di Bergamo;
- Riconfigurazione ACC;

- Esercizio ferroviario sul nuovo binario della linea Bergamo-Rovato-Brescia.

Di seguito uno stralcio dello schematico di Macro-fase 4.



**Figura 12 – Schema fase 4**

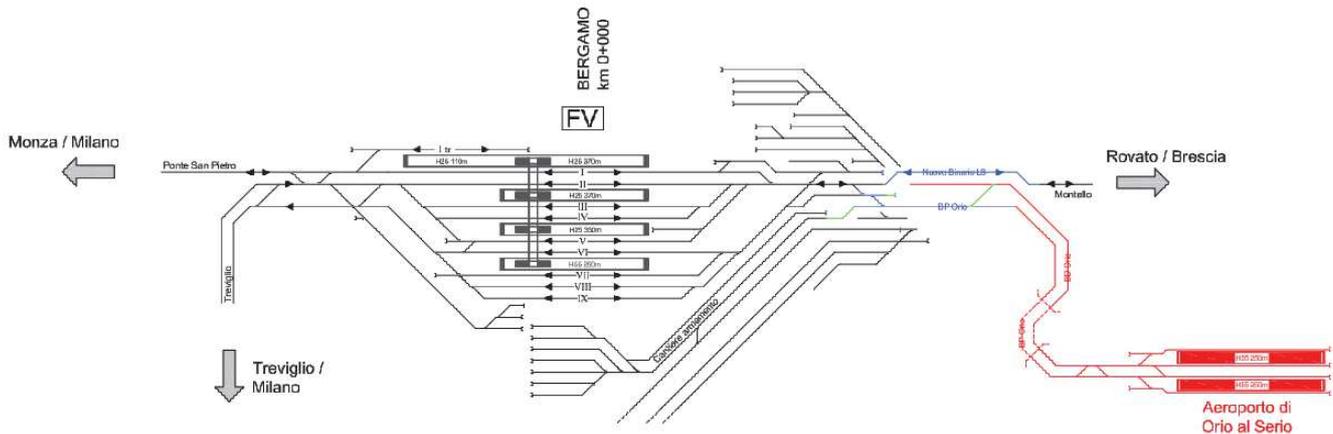
I lavori verranno eseguiti rispettivamente:

- n.1 interruzione prolungata di 48 ore per allaccio del nuovo binario LS sia lato Montello sia lato radice est di Bergamo;

✓ Macro-Fase 5

- Realizzazione binario dispari della linea Bergamo – Orio senza allaccio in radice di Bergamo;
- Realizzazione comunicazione di cantiere provvisoria pari/dispari sul collegamento Bergamo – Orio;
- Completamento nuovo collegamento Bergamo – Orio raggiungendo la pk 5+293.676;
- Esercizio come da fase precedente.

Di seguito uno stralcio dello schematico di Macro-fase 5.



**Figura 13 – Schema fase 5**

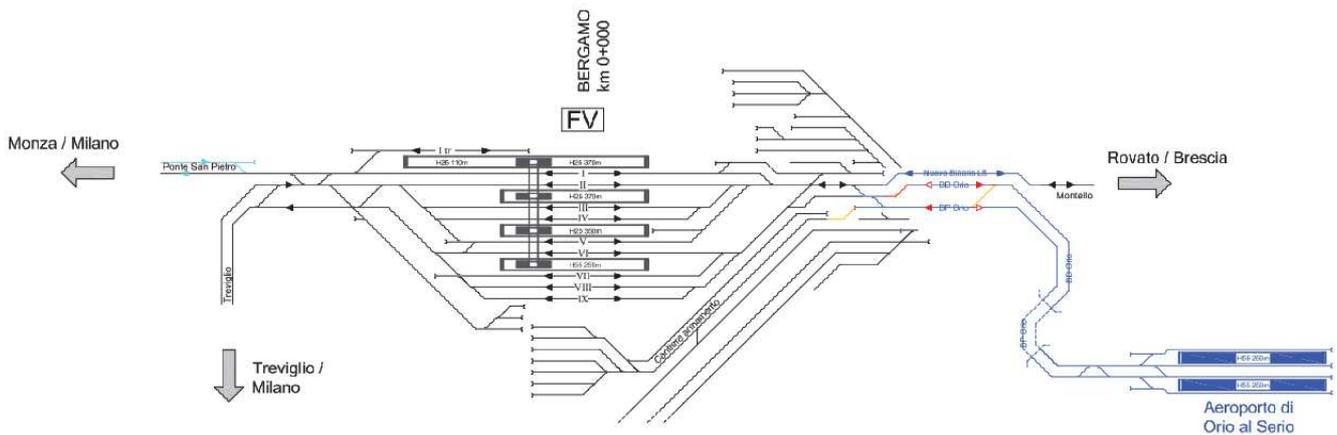
I lavori verranno eseguiti rispettivamente:

- n.2 IPO per posa comunicazione provvisoria tra binario pari e binario dispari della nuova linea Orio;

✓ Macro-Fase 6

- Allaccio del binario dispari di Orio in radice di Bergamo;
- Demolizione comunicazione provvisoria posata in fase precedente;
- Adeguamento a PRG della radice Est di Bergamo;
- Riconfigurazione finale dell'ACC;
- Attivazione esercizio sulla nuova linea Bergamo – Orio.

Di seguito uno stralcio dello schematico di Macro-fase 6.



**Figura 14 – Schema fase 6**

I lavori verranno eseguiti rispettivamente:

- n.2 IPO per demolizione comunicazione provvisoria tra binario pari e binario dispari della nuova linea Orio;
- n.2 IPO per allaccio binario dispari di Orio in radice est di Bergamo e contestuale demolizione tronchino provvisorio a protezione di questo binario.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	33 di 128

## 7 ARCHEOLOGIA

Con nota prot. AGCN.MI.0061679.19.U del 11/09/2019, è stato trasmesso alla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Bergamo e Brescia lo Studio Archeologico comprensivo degli elaborati caratterizzanti relativi al PFTE del progetto ferroviario in questione.

La Soprintendenza territorialmente competente, nell’ambito dell’iter di verifica preventiva dell’interesse archeologico ai sensi dell’art. 25 del D.Lgs. 50/2016, ha richiesto con nota prot. 16423 del 09/10/2019 l’esecuzione di sondaggi archeologici, definendo le aree di intervento e dettando le relative prescrizioni, specificando inoltre quanto di seguito: “Numero, posizione e dimensione dei sondaggi dovranno essere concordati con lo scrivente Ufficio”.

Di conseguenza, anche sulla scorta di quanto illustrato alla Soprintendenza e condiviso con quest’ultima nel corso dell’incontro congiunto del 08/10/2019 e delle successive interlocuzioni, è stato redatto e trasmesso, con nota prot. AGCN.MI.0090534.19.U del 19/12/2019, il progetto delle indagini archeologiche alla Soprintendenza per sua approvazione.

Il Progetto delle Indagini archeologiche è stato approvato dalla Soprintendenza con nota prot. 520 del 13/01/2020.

Una volta eseguite le indagini di scavo, i risultati delle attività archeologiche saranno trasmessi in Soprintendenza per la richiesta del parere di competenza.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	34 di 128

## 8 RILIEVI E INDAGINI

### 8.1 RILIEVI CELERIMETRICI

Per lo sviluppo del Progetto Definitivo, visti i vincoli al contorno imposti dalle preesistenze, è stato necessario integrare i dati cartografici utilizzati per la redazione del PFTE con opportuni rilievi celerimetrici. Tali rilievi di dettaglio sono stati eseguiti durante il 2019 e l’inizio del 2020 secondo le specifiche tecniche RFI.

I riferimenti topografici adottati sono di seguito elencati:

- rilievi LIDAR (coordinate Gauss Boaga) - 2019;
- progetto di base assoluta di RFI in formato dwg, utilizzato come supporto nella progettazione;
- rilievi celerimetrici (coordinate Gauss Boaga) per la stazione di Bergamo, area urbana in uscita da Bergamo stazione direzione Montello, Boccaleone, Campagnola, zona Autostradale (A4 Torino-Trieste) in corrispondenza dell’area dove verrà inserita la nuova stazione ferroviaria a servizio dell’aerostazione di Orio al Serio.
- cartografia 1:1000 – 2019.

### 8.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE E INQUADRAMENTO GEOTECNICO

L’area oggetto del presente lavoro è stata investigata in prima fase dalla campagna di indagini geognostiche del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica eseguite tra il 2018 ed il 2019 e successivamente dalla campagna di indagine per il Progetto Definitivo condotta alla fine del 2019.

Nella campagna di indagini geognostiche del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica è sono stati eseguiti complessivamente N°3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino a 30 metri dal piano campagna. Lungo ogni verticale indagata sono state eseguite delle prove in sito (SPT e di permeabilità tipo Lefranc) e prelevati campioni di terreno rimaneggiati ed indisturbati; successivamente sono stati installati i piezometri Casagrande in N°3 per il monitoraggio della falda.

Sempre nell’ambito della medesima indagine sono state eseguite anche N°3 prove MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

Sui campioni, di qualità idonea, sono state eseguite prove di classificazione (limiti di Atterberg e granulometria), prove di taglio diretto (TD) e prove triassiali (TX-CIU)

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

Indagini in sito:

- N° 11 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino a profondità variabile tra i 30 e i 40 metri;
- N°19 prove di permeabilità di tipo Lefranc;
- installazione in N°7 piezometri;
- N°96 prove penetrometriche in foro tipo SPT negli 11 fori di sondaggio (punta aperta con prelievo di campioni rimaneggiati);

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	35 di 128

- N°8 prove MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves denominate con sigla da M1 a M8 finalizzate alla determinazione del parametro  $V_s$ .

Prove di laboratorio:

- prelievo di n. 65 campioni rimaneggiati da cassetta catalogatrice e da SPT con l'esecuzione di:
- descrizione e prove di classificazione;
- prelievo di n. 4 campioni indisturbati per l'esecuzione di:
- classificazione granulometrica;
- indici di consistenza;
- prove triassiali (TX-CIU).

In aggiunta a quanto sopra sono stati eseguite N°8 prove pressiometriche a profondità comprese tra 6.0 m e 22.0 m.

### 8.2.1 Falda

La tratta in esame interseca le linee piezometriche comprese tra 225 m s.l.m. (a nord) e 175 m s.l.m. (a sud), con un deflusso delle acque di falda in direzione tipicamente nord-sud. Sulla base di tale dato, la superficie di falda si ipotizza ad una profondità compresa fra 30 m da p.c. (in corrispondenza della stazione di Bergamo) e 60 m da p.c. (in prossimità dell'Aeroporto Orio al Serio).

Nella zona più vicina alla stazione di Bergamo, le misure hanno rilevato la falda a 29m c.a. in due sondaggi attrezzati. Tutti gli altri piezometri, di profondità variabile dai 30m ai 40m, non hanno rilevato la falda.

### 8.2.2 Permeabilità

Per avere un quadro più ampio sulle caratteristiche di permeabilità dei materiali presenti nell'area di studio, rispetto a quanto è stato possibile ricavare dalle prove di permeabilità in foro, è stata analizzata la cartografia idrogeologica allegata al PGT del comune di Bergamo. Da tale documento si evince come il tracciato intersechi sedimenti caratterizzati da una permeabilità medio alta, che presentano una conducibilità idraulica definita di Classe II e compresa tra  $10^{-6}$  e  $10^{-4}$  m/sec, coerenti con i valori ottenuti tramite prove in foro.

### 8.2.3 Indagini opere esistenti

Durante la progettazione definitiva è stata determinata un'interferenza con le opere fondali del ponte di scavalco stradale della SP116. L'opera di scavalco esistente, è costituita da tre corpi distinti, uno centrale e due allargamenti. Le tre opere risultano sconnesse tra di loro. La peculiarità dell'opera risiede nel collegamento delle fondazioni della spalla nord e della spalla sud dei due allargamenti. Tale collegamento è realizzato da una soletta di fondazione continua, di spessore 90cm, interferente con il progetto definitivo. La porzione centrale non risulta essere interferente con l'opera.

Col fine di risolvere le interferenze tra i due allargamenti e la sede ferroviaria in progetto, sono state le seguenti indagini sugli allargamenti esistenti:

- Analisi storico critica del Progetto Esecutivo dell’allargamento dell’opera a scavalco della SP116, reperito direttamente dal progettista delle opere e direttore dei lavori dell’esecuzione;
- Indagini georadar sulla sede stradale;
- Indagini geofisiche sulla sede stradale attuale;

Sono state quindi commissionate le seguenti indagini strutturali sui manufatti:

- Acquisizione del rilievo di dettaglio dell’opera;
- Carotaggi continui Ø3cm ispezionati con telecamera endoscopica;
- Indagini pacometriche diffuse;
- Prelievo di carote di calcestruzzo;
- Prelievo di barre d’armatura;
- Prove di schiacciamento sulle carote di calcestruzzo prelevate;
- Prove di trazione sulle barre d’armatura prelevate.

Le prove eseguite hanno confermato quanto riportato nel progetto esecutivo reperito. Pertanto, la progettazione dell’intervento inerente le parti esistenti interferenti è stata eseguita con riferimento al progetto esecutivo in termini di materiali, carpenterie ed armature.

## 9 CORPO STRADALE E FERROVIARIO

La presente sezione ha lo scopo di descrivere le caratteristiche generali delle opere civili previste per la realizzazione della nuova linea Bergamo – Orio al Serio con modifiche alla radice est del PRG di Bergamo e della stazione di Orio al Serio.

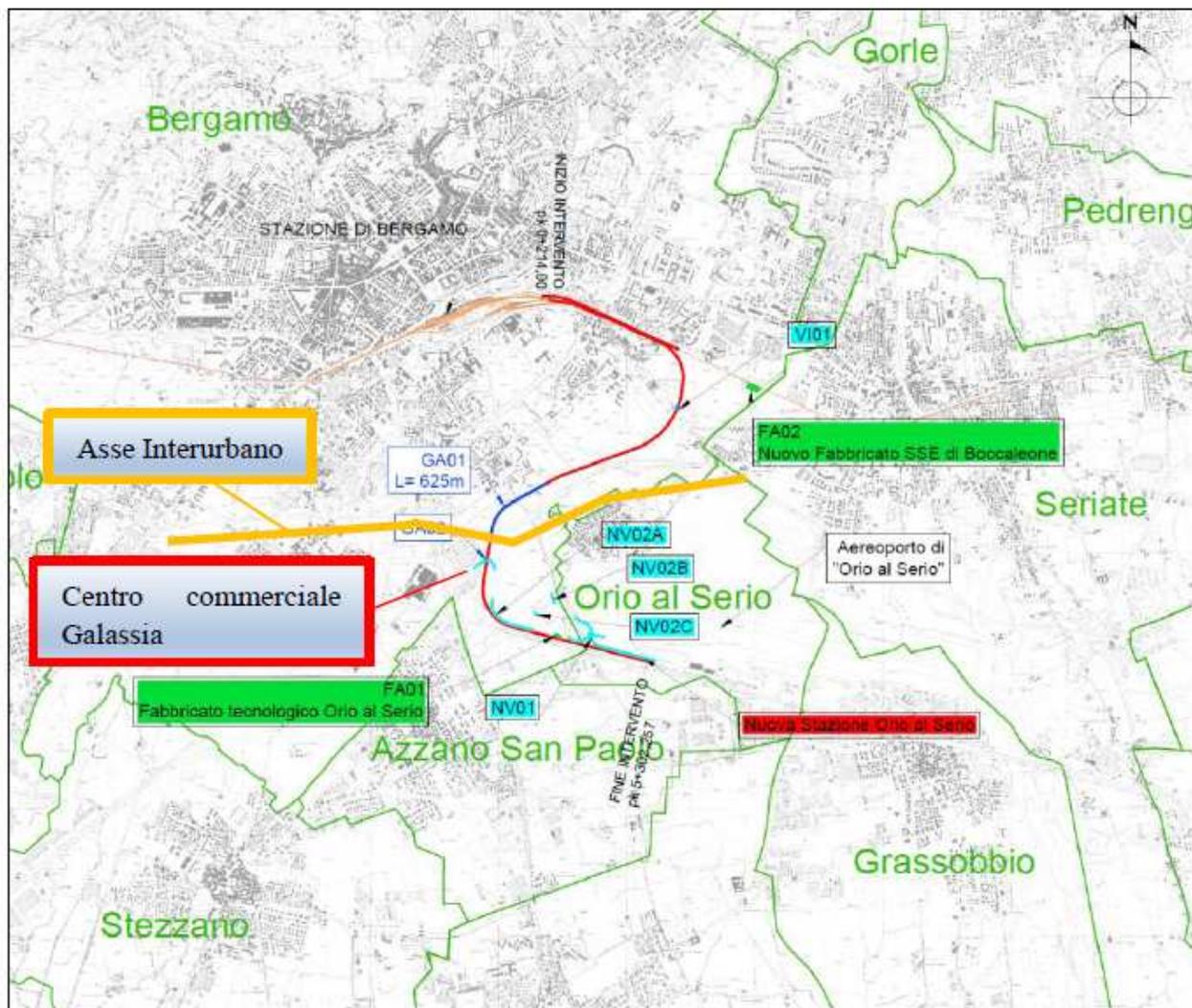


Figura 15 - Planimetria d'insieme

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	38 di 128

Gli interventi previsti nel presente progetto vedranno il loro sviluppo lungo un’area che coinvolge due comuni: Bergamo e Orio al Serio.

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

- Corpo stradale ferroviario CS00 e relative opere di sostegno, opere idrauliche ID00, di attraversamento e scavalco IN00;
- Barriere antirumore BA00 e muri di recinzione MU03, MU04, MU05;
- Trincee ferroviarie TR01, TR02, TR03;
- Gallerie ferroviarie GA01, GA02;
- Opere di deviazione di canali IN;
- Interventi su cavalcaferrovia esistente IV01, sottovia VI01, NI01;
- Fabbricati e piazzali FA01, FA02;
- Viabilità NV01, IR01, NV02;
- Stazione ferroviaria di Orio al Serio FV01 e relative opere.

Il progetto, oggetto di trattazione, prevede un collegamento ad “antenna” a doppio binario di estesa complessiva pari a circa 5.3 km, con distacco dalla linea Bergamo-Rovato-Brescia. In corrispondenza del distacco e per uno sviluppo di circa 1.1 km la linea attraversa un’area densamente abitata con la presenza di due importanti cavalcaferrovia che dettano l’assetto planimetrico dei binari. In prossimità del Terminal dell’aerostazione, è prevista la realizzazione, in superficie, della futura stazione ferroviaria “Aeroporto” con quattro binari di stazionamento serviti da due marciapiedi.

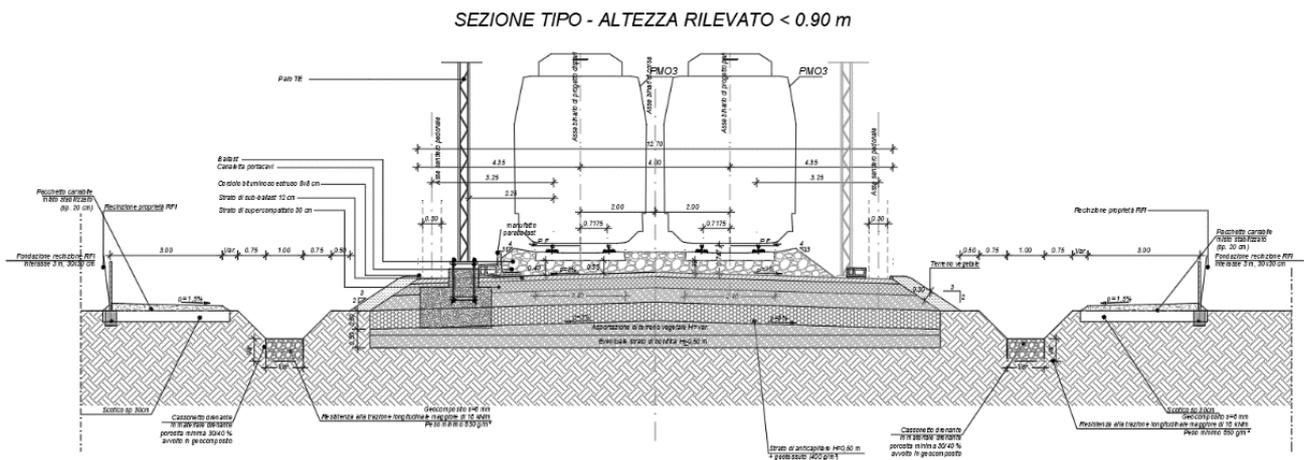
## **9.1 CORPO STRADALE FERROVIARIO**

Nel seguito vengono descritte le tipologie di sezioni tipo in rilevato ed in trincea adottate per il progetto del corpo ferroviario.

### **9.1.1 Sezione tipo in rilevato**

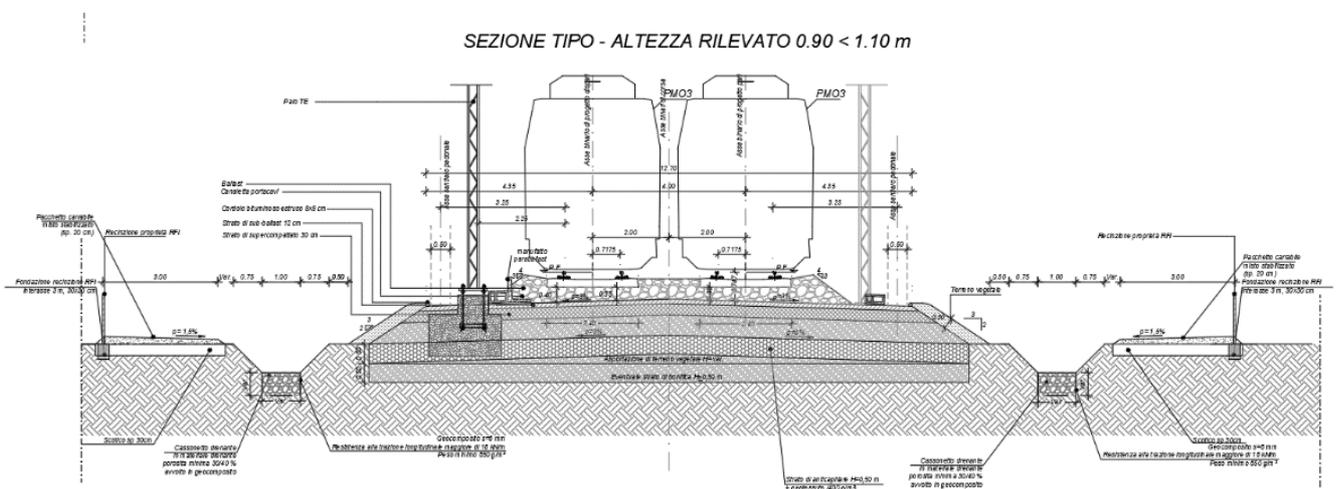
La sezione tipo in rilevato prevede il caso di piattaforma a doppio binario. Questa soluzione viene adottata in 3 tipologie in base all’altezza del rilevato:

- Altezza rilevato < 0.90m:



**Figura 16 – Sezione tipo in rilevato H<0.90m**

- Altezza rilevato compresa tra 0.90 m e 1.10 m:



**Figura 17 – Sezione tipo in rilevato H= 0.90<1.10m**

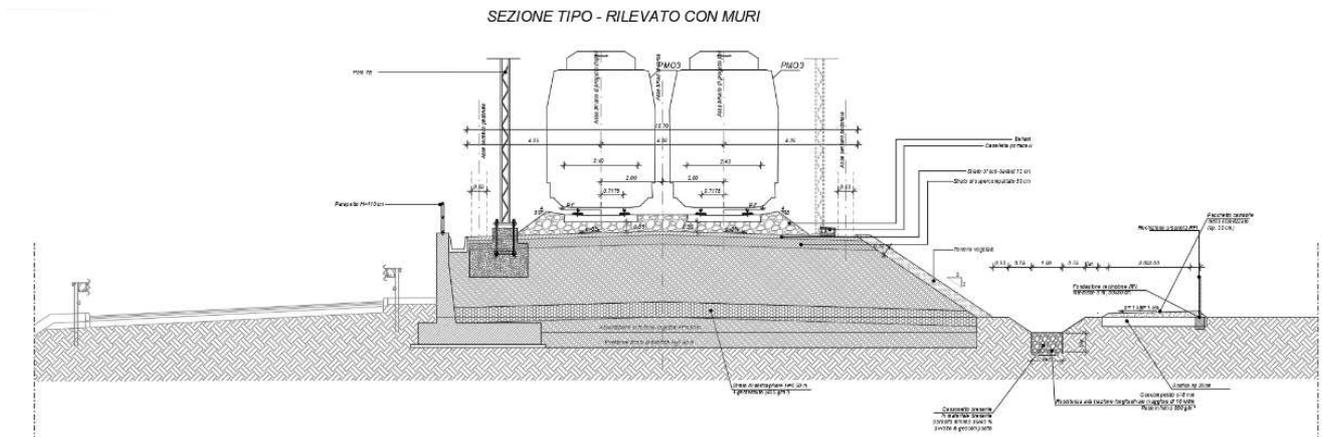


Lo strato supercompattato avrà uno spessore  $\geq 30$  cm. Per le caratteristiche dei materiali da impiegare e le modalità di posa in opera e compattazione, il progetto dovrà far riferimento alle prescrizioni contenute nella Sezione 5 del Capitolato RFI.

Lo strato di supercompattato sarà conformato "a schiena d'asino" con pendenza del 3% onde consentire lo smaltimento delle acque meteoriche.

Nelle sezioni in rilevato è presente un fosso di guardia di dimensioni variabili con sottostante un cassonetto in materiale drenante avente porosità minima del 30/40% avvolto in geocomposito di spessore pari a 6 mm, resistenza alla trazione longitudinale maggiore di 16 kN/m e peso minimo di 650 g/m<sup>2</sup>.

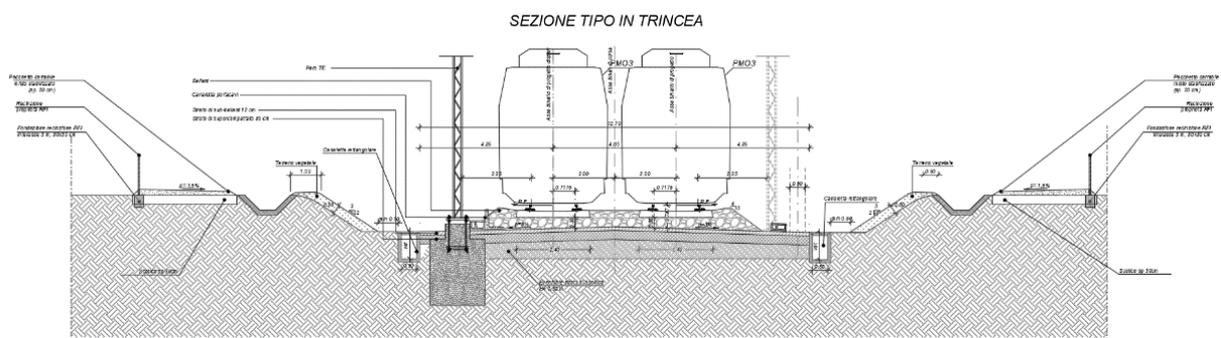
Sempre in rilevato abbiamo anche la sezione tipo con muri come nel seguente caso:



**Figura 19 – Sezione tipo in trincea a doppio binario**

Questa tipologia viene utilizzato dove non è possibile realizzare il rilevato da un singolo lato o da entrambi a causa di realizzazioni già esistenti o di nuovi affiancamenti a viabilità di progetto o esistenti.

### 9.1.2 Sezioni tipo in trincea



**Figura 20 – Sezione tipo in trincea a doppio binario**

L’organizzazione e gli elementi della piattaforma ferroviaria sono i medesimi di quelli descritti per il rilevato ferroviario; le differenze principali si riscontrano nella presenza di due canalette idrauliche rettangolari la cui geometria è variabile caso per caso, in particolare per quanto riguarda la profondità della canaletta, in funzione degli studi del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma. Le canalette idrauliche sono realizzate in conglomerato cementizio, e presentano generalmente una larghezza interna utile pari a 0.50 m.

Le scarpate della trincea presentano una pendenza trasversale tale da mostrare un rapporto 3 in orizzontale e 2 in verticale. A distanza di circa 1.50 m dal ciglio superiore della scarpata, lato monte, si prevede un fosso di guardia di capacità tale da poter intercettare ed accogliere le acque provenienti dalle aree a monte della trincea; nel presente progetto la dimensione minima è rappresentata da un fosso trapezoidale di dimensioni 50x50x50 cm.

Anche in questo caso sotto il ballast viene applicato lo strato di 30 cm di spessore di supercompattato.

### 9.1.3 Sezioni tipo in stazione

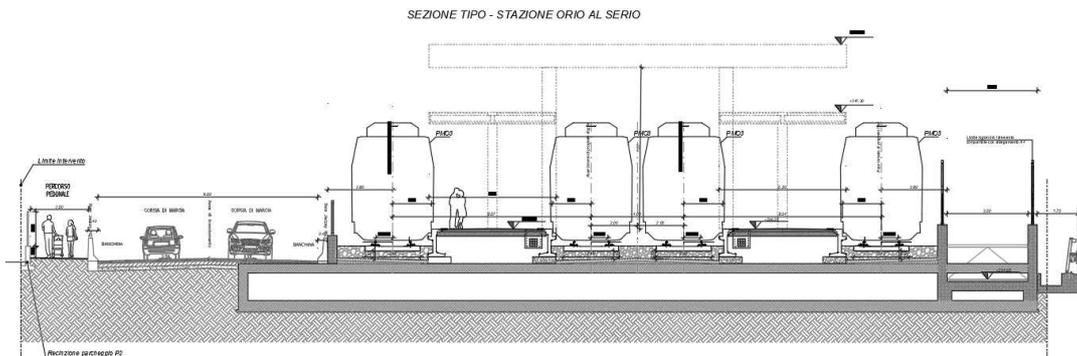
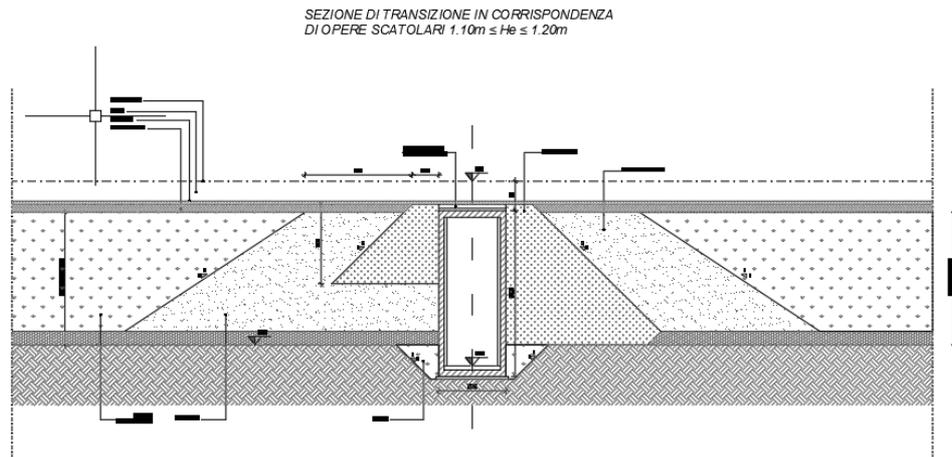


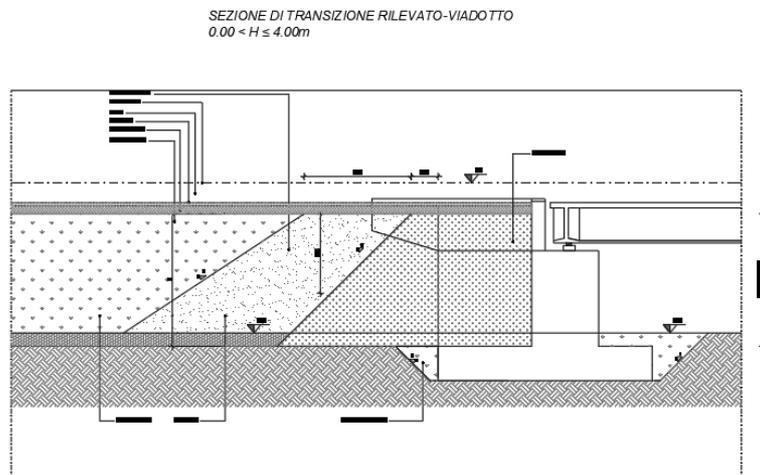
Figura 21 – Sezione tipo in Stazione “Orio al Serio”

Nell’immagine sopra è possibile vedere la configurazione della stazione con 4 binario e i due marciapiedi di stazione.

### 9.1.4 Sezioni tipo in zona di transizione



**Figura 22 – Sezione di transizione in corrispondenza di opere scatolari**



**Figura 23 – Sezione di transizione rilevato-viadotto**

A ridosso dei manufatti scatolari, la zona di transizione rilevato-opere d'arte dovrà essere realizzata in modo tale da presentare una rigidità del sottofondo crescente nel passaggio dal rilevato all'opera stessa.

Le zone di transizione tra rilevato ferroviario e opera d'arte non sono da prevedersi in corrispondenza di manufatti scatolari, quando la copertura sia superiore a 2.50 m (distanza piano ferro-estradosso soletta superiore).

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	44 di 128

Inoltre, nella progettazione di opere sottopassanti la linea ferroviaria in rilevato, si deve tenere conto delle seguenti indicazioni:

- per ricoprimenti (intesi come distanza fra piano ferro – estradosso soletta superiore) minori o uguali ad 1.00 m, l'angolo di incidenza fra asse rilevato ed asse sottopasso non può essere inferiore a 75°;
- per ricoprimenti maggiori di 1 m e minori o uguali a 2.50 m, l'angolo di incidenza fra asse rilevato ed asse sottopasso non può essere inferiore a 60°;
- per ricoprimenti maggiori di 2.50 m, l'angolo di incidenza fra asse rilevato ed asse sottopasso non può essere inferiore a 45°.

Qualora, nel caso ricoprimenti non superiori a 2.50 m, tali prescrizioni non possano essere rispettate sono da prevedersi dei ringrossi sui piedritti in corrispondenza dei binari, tali da portare a 90° l'angolo d'incidenza fra ringrosso e linea ferroviaria. In direzione perpendicolare ai binari, tali ringrossi dovranno avere una lunghezza di 4.00 m.

Nel caso di strutture scatolari con coperture inferiori a 2.50 m (distanza piano ferro-estradosso soletta superiore), la zona di rilevato adiacente a tali manufatti andrà trattata nel modo di seguito descritto:

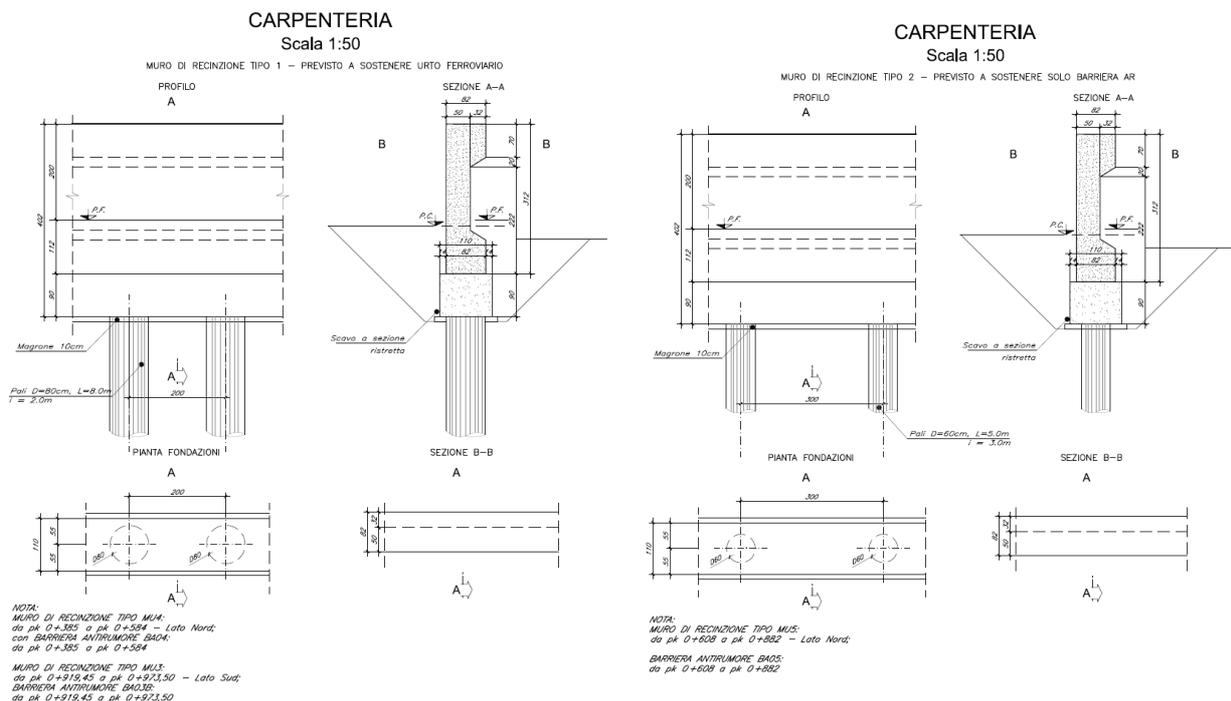
- immediatamente a ridosso del manufatto sarà prevista una zona costituita da misto cementato, delle caratteristiche di seguito definite, per la lunghezza di un metro a partire dall'estradosso della soletta superiore e successivamente degradando a 45° all'interno del corpo del rilevato. Tale volume di misto cementato sarà realizzato fino alla quota del piano campagna quando l'estradosso della soletta superiore si trova a quota inferiore a + 4.00 m dal p.c., mentre avrà un'altezza di 3.00 m quando la soletta si trova a quota maggiore a 4.00 m;
- successivamente sarà previsto un volume di rilevato costituito da materiale del gruppo A1 fino a 5 m oltre il filo della struttura misurati a livello del supercompattato. La scarpa di tale zona avrà pendenza 3/2 (3 in orizzontale e 2 in verticale) all'interno del corpo del rilevato;
- nella zona sovrastante la soletta superiore dello scatolare fino all'intradosso del supercompattato il rilevato sarà costituito da materiale del gruppo A1.
- oltre tale zona sarà previsto rilevato standard.

Quando la distanza fra intradosso supercompattato ed estradosso soletta sia inferiore a 20 cm, nella zona sovrastante lo scatolare sarà aumentato lo spessore di supercompattato fino ad appoggiarsi sullo scatolare. Qualora invece non sia possibile garantire la continuità del supercompattato a causa di bassi ricoprimenti, il misto cementato andrà a coprire lo scatolare ed il supercompattato sarà interrotto ad un metro di distanza dai piedritti.

## 9.2 BARRIERE ANTIRUMORE E MURI DI RECINZIONE

I muri di recinzione ferroviari previsti lungo la nuova linea ferroviaria di progetto dalla stazione di Bergamo all'aeroporto di Orio al Serio, si sviluppano dalle progressive pk 0+385 alla progressiva pk 0+584 lato nord, denominato MU04 e da pk 0+608 alla pk 0+882 lato nord, denominato MU05. Il muro MU04 ospita la barriera antirumore BA04 mentre il muro MU5 ospita la barriera BA05. Dalla pk 0+919.45 alla pk 0+973.50 lato sud è previsto il muro di recinzione MU03 che ospita la barriera antirumore BA03B.

I muri, realizzati in cls armato gettato in opera, sono di altezza pari a 3.12m (a quota +2.0m dal pf) e spessore pari a 0.50m, nella sezione più stretta (0.82m in testa), ed appoggiano su un cordolo in cls armato monolitico di dimensioni pari 1.1x0.9 m. Il cordolo è fondato su pali di diametro 0.8 m, posti ad interasse longitudinale di 2 m, per i muri previsti a supportare l'azione eccezionale di urto treno. Qualora il muro non debba supportare l'urto del treno (il tratto in corrispondenza della barriera antirumore BA05) l'interasse dei pali è stato aumentato a 3m, mentre il diametro è stato diminuito a 0.6m.



**Figura 24 – Sezione tipo muri MU03, MU04 (immagine a sinistra), MU05 (immagine a destra)**

### 9.3 TRINCEE

#### 9.3.1 TR01 – Trincea ferroviaria da km 2+295 a km 2+771

La struttura ad U ha uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 260 m dalla pk. 2+512 alla pk. 2+771. La struttura sarà gettata in opera. Ai fini del dimensionamento strutturale, sono state analizzate tre sezioni. La prima sezione immediatamente prima l’imbocco della galleria presenta dimensioni interne nette B x H pari a 10.50 x 10.30 m. Il paramento ha uno spessore variabile di 1.20 m, 0.80 m e 0.40 m. In senso longitudinale, sono disposti puntoni in cls armato ogni 5 metri, incastrati al paramento. La fondazione ha uno spessore di 1.20 m. La seconda sezione (sezione intermedia) considerata alla pk 2+696 presenta le seguenti dimensioni nette interne: B x H pari a 10.50 x 8.75 m. Il paramento ha uno spessore variabile di 1.20 m, 0.80 m e 0.40 m. La fondazione ha uno spessore di 1.20 m.

La terza sezione (sezione d’inizio trincea) considerata alla pk 2+596 presenta le seguenti dimensioni nette interne: B x H pari a 10.50 x 6.50 m. Il paramento ha uno spessore variabile di 0.80 m e 0.40 m. La fondazione ha uno spessore di 1.00 m.

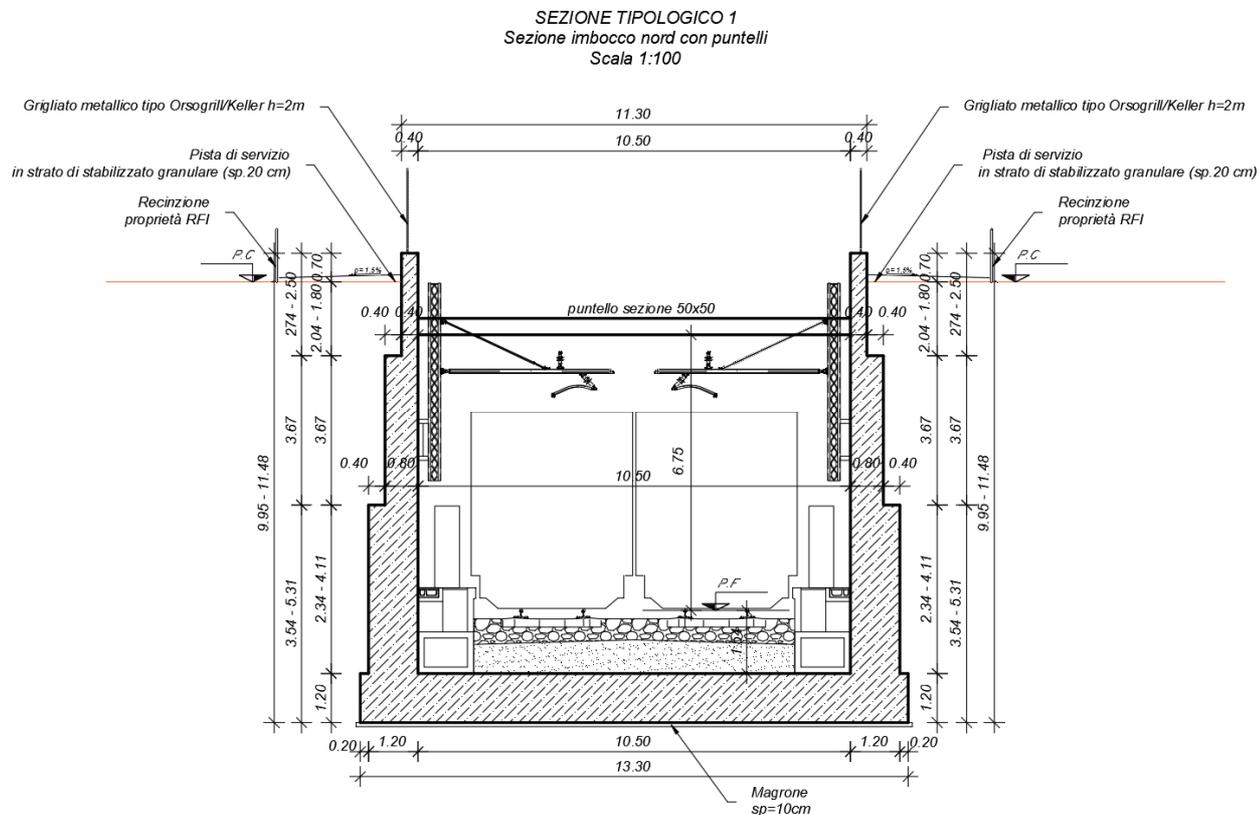


Figura 25 – Sezione tipologica 1 TR01

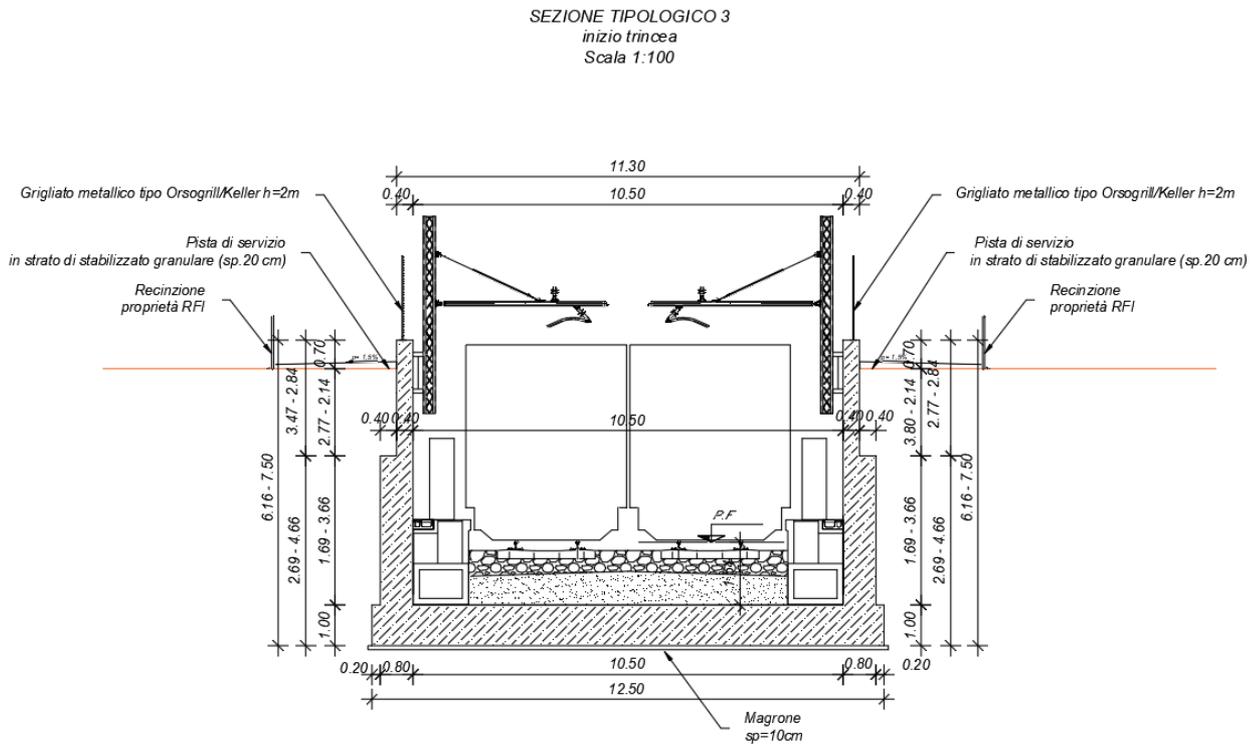


Figura 26 – Sezione tipologica 3 TR01

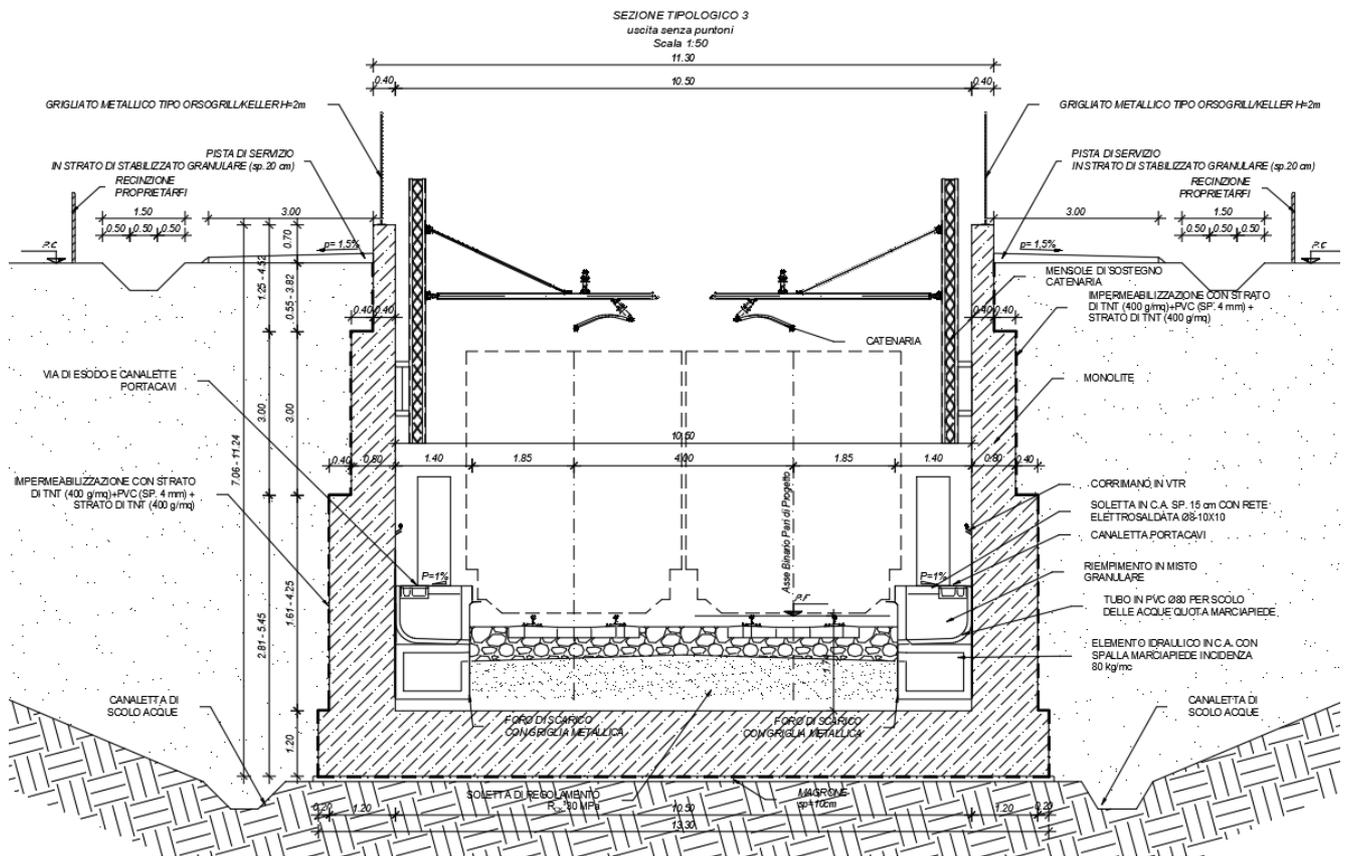
### 9.3.2 TR02 - Trincea ferroviaria da km 3+396 a km 3+872

La struttura ad U (TR02A e B) ha uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 275 m dalla pk. 3+396 alla pk. 3+671, dove sbocca nella TR02C, trincea ferroviaria con scarpate. La struttura sarà gettata in opera. Ai fini del dimensionamento strutturale, sono state analizzate tre sezioni, corrispondenti allo sviluppo longitudinale della TR02.

La prima sezione (TR02A - sezione con vasca d'accumulo e puntone), che presenta una vasca di accumulo acque con due camere di dimensioni nette interne pari a 4.75 x 2.50 m, è quella di sbocco galleria che presenta dimensioni massime B x H pari a 10.50 x 10.45 m. Il paramento verticale ha uno spessore variabile di 1.2 m, 0.8 m e 0.4 m. In senso longitudinale, lungo i 70 m di sviluppo di questa tipologia d'opera, sono disposti ogni 5 metri puntoni in cls armato incastrati nel paramento. La soletta, sovrastante la vasca di accumulo, ha uno spessore di 1.00 m ed è appoggiata in mezzeria su un piedritto intermedio in cls armato di spessore pari ad 1.00 m. La soletta di fondazione ha uno spessore di 1.20 m.

La seconda sezione (TR02B - sezione senza vasca d'accumulo con puntone), che si sviluppa dalla progressiva 3+466 alla progressiva 3+491 della TR02, Le dimensioni interne nette massime sono B x H pari a 10.50 x 10.30 m. Il paramento verticale ha uno spessore variabile di 1.20 m, 0.80 m e 0.40 m. In senso longitudinale, per il tratto





**Figura 28 – Sezione tipologica 3 TR02**

### 9.3.3 TR03 Trincea ferroviaria da km 4+612 a km 5+026

L’opera denominata TR03, si sviluppa a sottopasso della SP591, in comune di Orio al Serio in provincia di Bergamo ed è posta alla progressiva pk 4+612 a pk 5+026, per uno sviluppo longitudinale totale pari a 54 m.

L’opera prevede la trasformazione del cavalcavia esistente in cavalcaferrovia a servizio della nuova linea ferroviaria, prevista a collegamento tra Bergamo e l’aeroporto di Orio al Serio.

L’opera esistente è costituita da tre manufatti distinti: il cavalcavia originario centrale ed i due allargamenti esterni, di più recente realizzazione. Le spalle degli allargamenti sono realizzate in calcestruzzo armato monolitico, gettato in opera e sono collegate tra di loro tramite una soletta di fondazione. Del sistema di fondazione dell’opera centrale, invece non si hanno informazioni documentali, si conosce unicamente quanto determinato in campo. Le spalle di entrambi i viadotti in allargamento sono collegate lungo lo sghembo tramite una soletta di fondazione, di cui è prevista la demolizione parziale ed il conseguente ripristino ad una quota conforme con il piano ferro della

linea ferroviaria di progetto. Lo sviluppo trasversale dell'opera esistente è pari a circa 34m. Come descritto in precedenza, l'intervento è attinente ai soli allargamenti posti agli estremi.

Per le spalle esistenti è previsto un ringrosso in elevazione della sezione trasversale di 40cm. Le fondazioni degli allargamenti saranno rinforzate tramite un ringrosso della sezione della sezione pari a 50cm. Per entrambi i ringrossi si prevede il collegamento alle porzioni esistenti tramite fiorettatura diffusa. Le fondazioni saranno rinforzate anche mediante l'utilizzo di micropali Ø300. I micropali saranno disposti a quinconce con maglia quadrata, così da riprendere lo sghembo dell'opera esistente e limitare il taglio dei ferri esistenti. Per garantire la funzionalità, i micropali si andranno ad attestare nel ringrosso di 50 cm di nuova realizzazione.

Data la forte obliquità dell'opera, se ne prevede la regolarizzazione tramite l'allargamento con dei muri di nuova realizzazione. Tale allargamento è previsto per ambo i lati dell'opera. Col fine di creare un vincolo alla base dei muri di nuova realizzazione e di evitare cedimenti differenziali per le differenze di carico, sono stati inserite tre file di micropali disposti a quinconce. Tali muri hanno la funzione di eliminare lo sghembo delle sottostrutture e permettono la realizzazione del doppio ordine di puntoni metallici a protezione delle opere in fase di esecuzione. L'intervento finale ha quindi una lunghezza complessiva di circa 54.

Al fine di realizzare la sede ferroviaria, è prevista la realizzazione di una vasca in c.a.. Tale vasca, assume anche la funzione di ripristino della soletta obliqua presente nella fondazione degli allargamenti.

Le pareti verticali della vasca saranno collegate alle fondazioni delle spalle esistenti tramite fiorettatura diffusa con barre inghisate, allo scopo di irrigidire la struttura esistente e ripristinare lo stato di fatto ad una quota inferiore compatibile con il piano ferro. La vasca ha le dimensioni nette interne pari a 7.5m. I piedritti della vasca sono di spessore pari 0.6m, mentre la fondazione ha spessore pari a 0.9m.

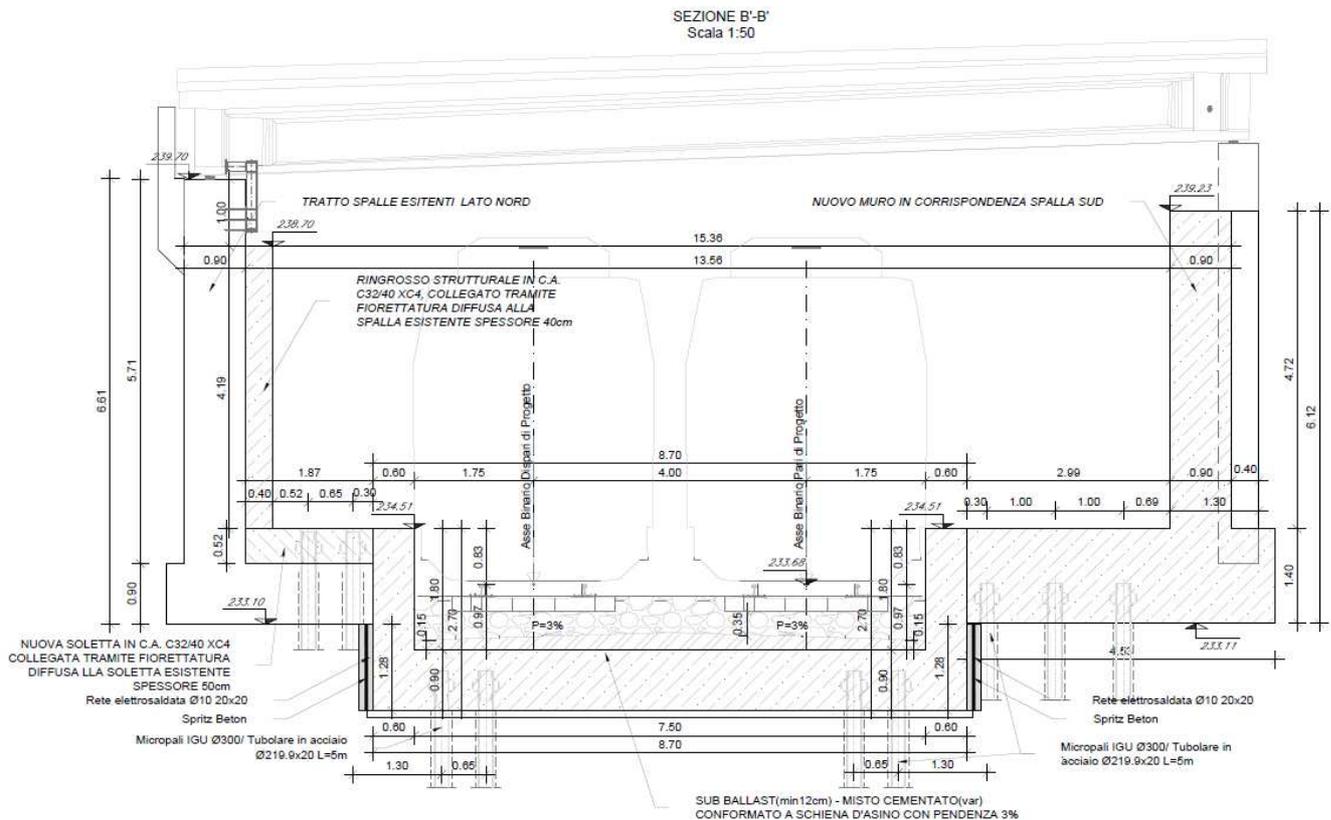
Al di sotto della vasca di fondazione sono previste quattro file di micropali Ø300 disposte in modo rispetto lo sviluppo longitudinale della vasca.

La vasca si sviluppa per tutto l'intervento e presenta un unico giunto centrale. Il posizionamento della vasca è tale da non interferire con le spalle dell'impalcato centrale esistente.

L'intervento sarà effettuato nelle seguenti fasi esecutive:

1. Demolizione del muro d'ala esistente lato Nord-Ovest.
2. Scavi preliminari fino a scoprire il sistema fondale esistente.
3. Realizzazione di una paratia a protezione dello scavo nella zona centrale, così da non interferire in alcun modo con l'opera esistente.
4. Realizzazione delle strutture esterne dell'opera esistente, collegate alla stessa tramite fiorettatura.
5. Realizzazione micropali a quinconce al di sotto della futura nuova soletta.
6. Rinforzo delle elevazioni tramite un ispessimento della sezione in c.a. di 40 cm armato.
7. Installazione dell'ordine superiore di puntoni, con interasse pari a 5 m.
8. Rinforzo delle opere di fondazioni delle spalle dei due allargamenti tramite l'impiego di micropali, ed una soletta collaborante collegata mediante fiorettatura di spessore di 50 cm.
9. Installazione dell'ordine inferiore di puntoni, con interasse pari a 5 m.

10. Taglio della parte di basamento passante sotto la sede stradale ed immediato ripristino tramite creazione della nuova soletta posta ad un livello inferiore. Il taglio sarà eseguito in modo distinto tra porzione ovest e porzione est. In entrambe le lavorazioni sarà quindi necessario effettuare le demolizioni mediante taglio con disco diamantato in modo da non compromettere l'integrità della struttura agendo su porzioni limitate di fondazione. Si procederà quindi a tagli consequenziali, andando a demolire e ricostruire la porzione di soletta posta al livello inferiore compatibile col piano del ferro. Il paramento verticale della vasca di fondazione sarà quindi fiorettato con la fondazione esistente, in modo da ripristinare la continuità strutturale.
11. Completamento dell'opera. Impiego di ritegni sismici in acciaio, longitudinali e trasversali per impedire spostamenti all'impalcato esistente.
12. Lavorazioni di manutenzione ordinaria sui traversi dell'impalcato.
13. Sostituzione dei giunti trasversali per colmare la problematica delle venute d'acqua dall'alto dell'impalcato evidenziate dal sopralluogo in sito.
14. Realizzazione della sede ferroviaria.



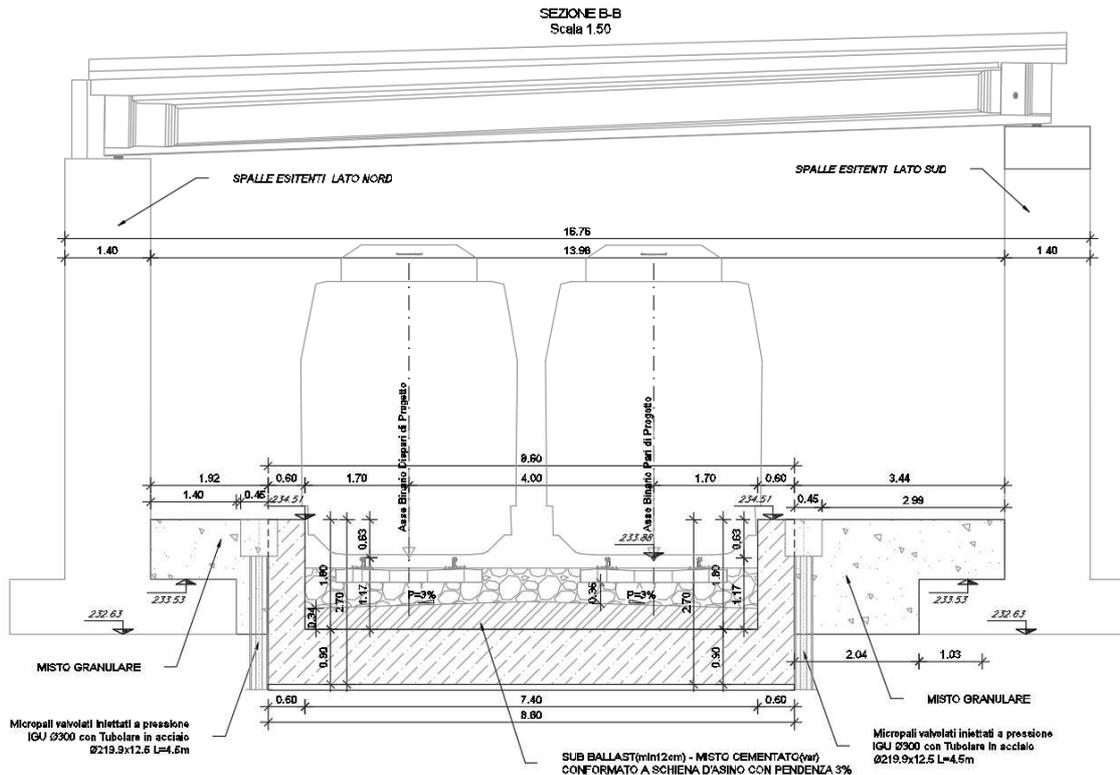


Figura 29 – Sezione BB TR03

## 9.4 GALLERIE ARTIFICIALI

### 9.4.1 GA01 - Galleria ferroviaria da km 2+771 a km 3+396

La galleria artificiale, in fase di progettazione definitiva, che si sviluppa lungo la linea ferroviaria di collegamento tra l'aeroporto di Orio Al Serio e la stazione di Bergamo. La galleria è suddivisa in tre tratti, GA01A, primo tratto realizzato tra pali, GA01B tratto realizzato con metodo cut and cover e, GA01C secondo tratto realizzato tra pali. La struttura scatolare ha uno sviluppo longitudinale complessivo pari a 400 m dalla pk. 2+896 alla pk. 3+296. La struttura sarà gettata in opera.

Le dimensioni interne nette sono B x H pari a 10.50 x 8.05 m. Soletta superiore e soletta inferiore hanno uno spessore di 1.20 m. I piedritti hanno uno spessore di 1.00 m.

Il ricoprimento al di sopra dello scatolare ha uno spessore variabile da 90 cm circa a 1.70 m. Nel calcolo è stato considerato, a favore di sicurezza, il ricoprimento massimo pari a 1.70 m.

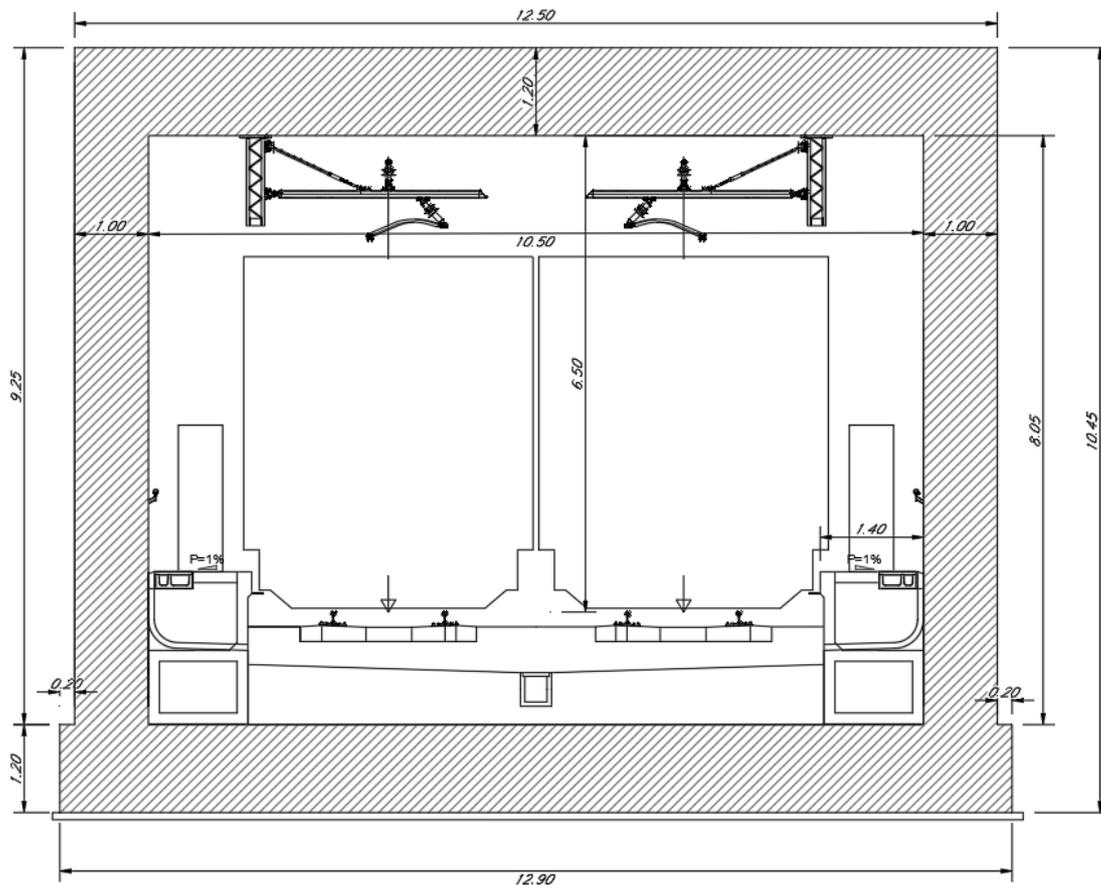


Figura 30 – Sezione tipologica GA01

#### 9.4.2 GA02 - Galleria ferroviaria da km 3+583 a km 3+601

Il solettone di scavalco ferroviario è situato tra la progressiva pk. 3+583 alla pk. 3+601, per una lunghezza complessiva di 18 m e, insieme alla trincea ferroviaria su cui appoggia, forma una struttura scatolare di dimensioni nette interne B x H pari a 10.50 x 9.00 m. La struttura sarà gettata in opera.

La soletta superiore ha uno spessore di 1.10 m, mentre quella di fondazione hanno uno spessore pari a 1.20 m. I piedritti sono di spessore pari a 1.00 m.

Il ricoprimento della viabilità sovrastante lo scatolare ha uno spessore variabile da circa zero a 0.80 m (esclusa la pavimentazione che presenta un ulteriore spessore di 37 cm).

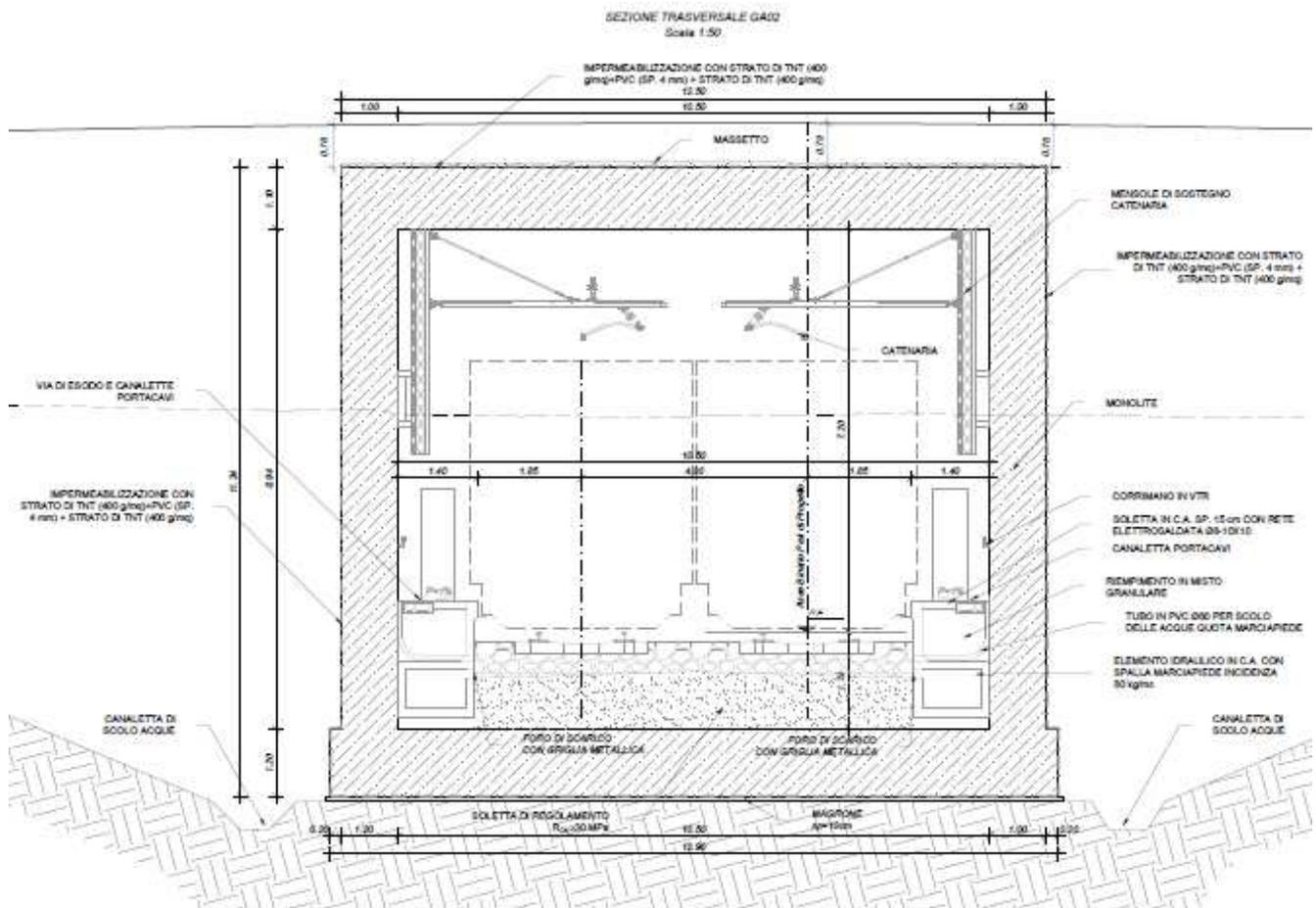


Figura 31 – Sezione tipica GA02

## 9.5 OPERE DI ATTRAVERSAMENTO

### 9.5.1 IN00 – Circolare

Il tombino è di diametro netto interno pari a 1.00/1.50 m e sottopassa la linea ferroviaria in rettilineo.

Lo spessore della soletta superiore è pari a 0.22 m, quello dei piedritti è di 0.22 m ed il solettone di fondo è di spessore pari a 0.22 m.

Il ricoprimento, ovvero la distanza tra la quota del piano ferro e l’estradosso della soletta superiore, è pari a circa 1.70 m.

Il manufatto è costituito da una struttura scatolare in conglomerato cementizio armato gettato in opera.

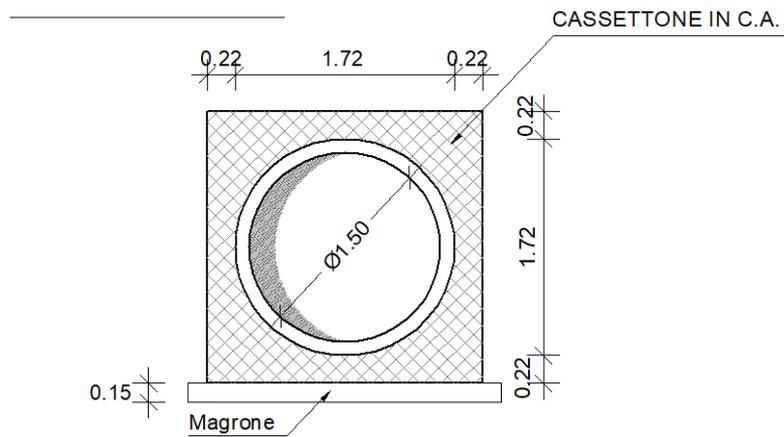
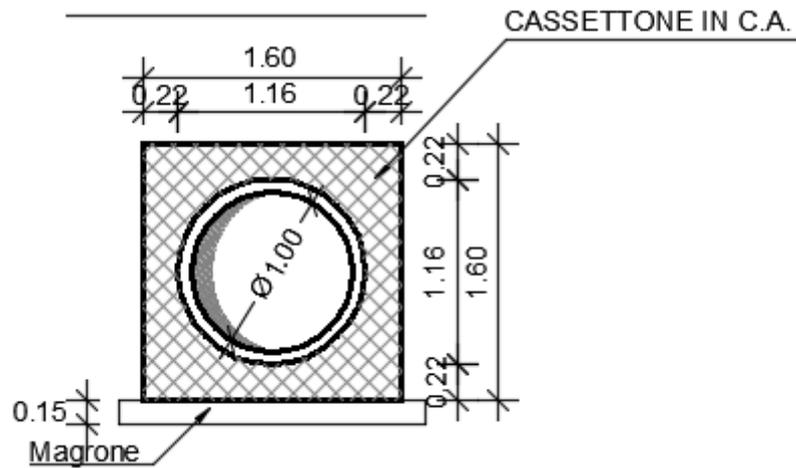
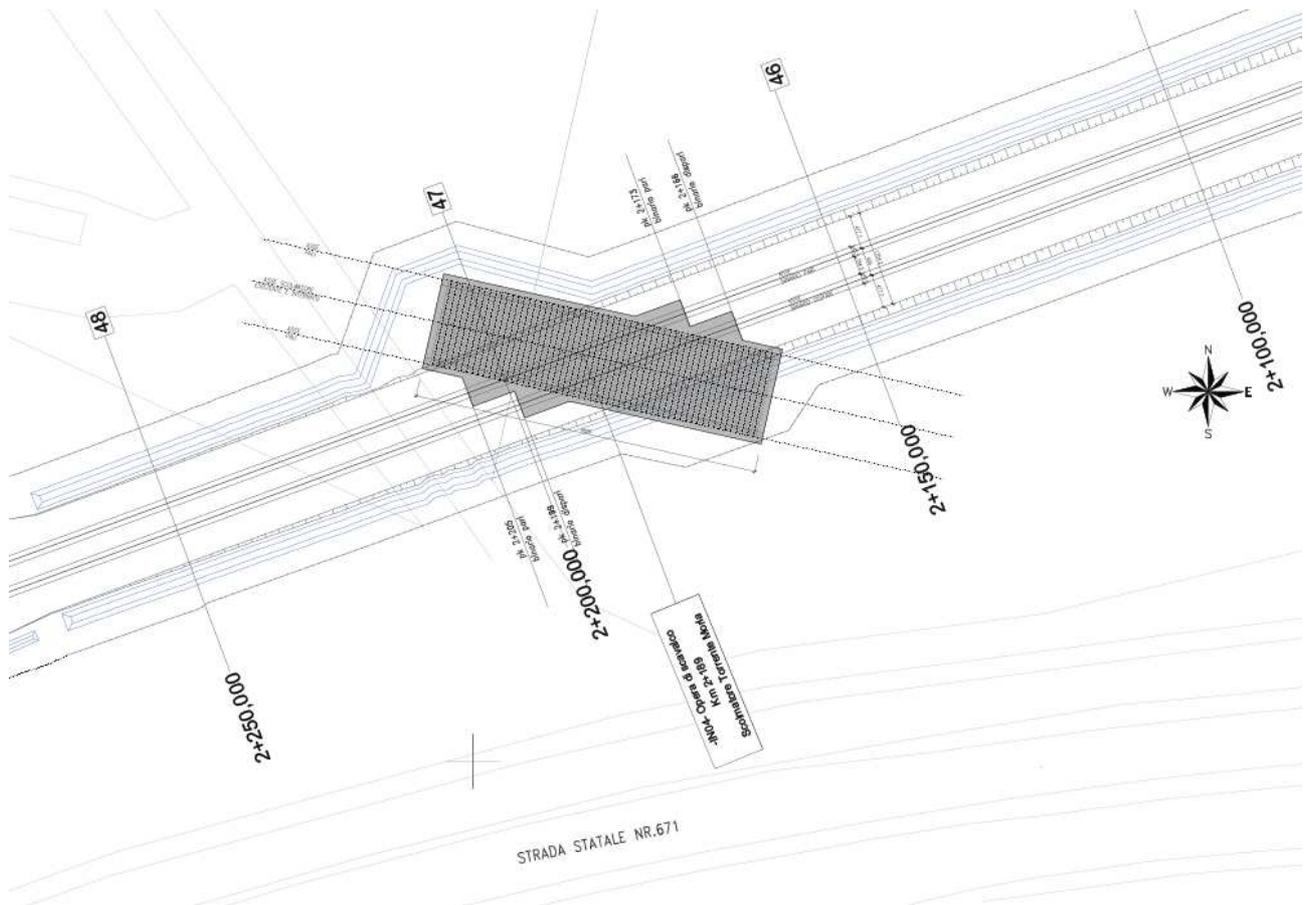


Figura 32 – Sezione IN00

### 9.5.2 IN04

L’opera di scavalco del manufatto idraulico “Scolmatore del torrente Morla”, denominata IN04, è posta alla progressiva ferroviaria 2+189.



**Figura 33: Planimetria generale dell’opera IN04**

La funzione dell’opera sarà quella di consentire il superamento del manufatto esistente senza che questo sia in alcun modo modificato. La vita nominale dell’opera è pari a  $VN = 75$  anni. La classe d’uso è la III.

L’opera consiste in un solettone di spessore 1.10 m, in travi prefabbricate in c.a. con getto di completamento in opera, posto tra il manufatto e l’armamento ferroviario. Tale solettone è reso solidale alle due estremità a due paratie di pali  $\varnothing 1000/1.2$  m, di lunghezza pari a 20 m, tramite un cordolo gettato contestualmente al getto di completamento delle travi.

Le immagini seguenti riportano alcune viste dell’opera.

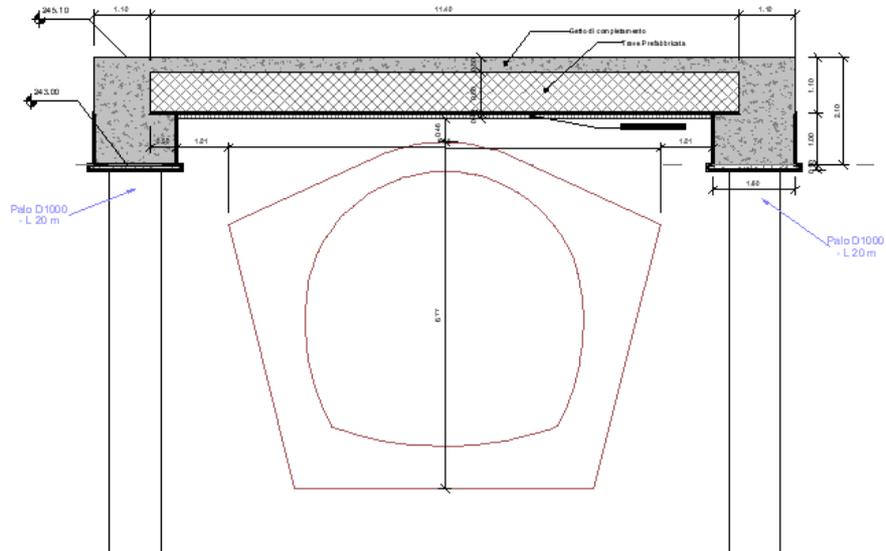


Figura 34: IN04 - Sezione trasversale allo scolmatore

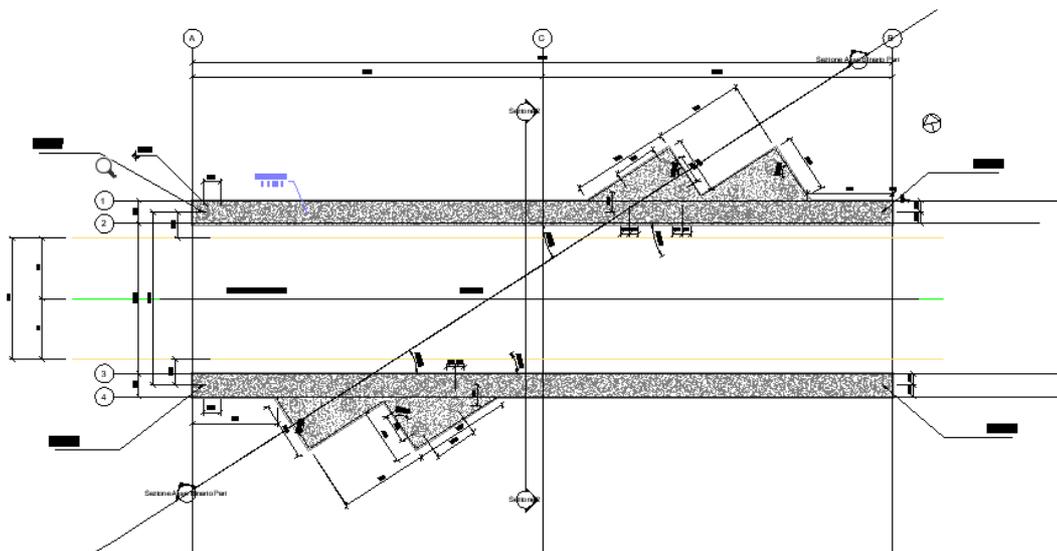


Figura 35: IN04 - Pianta delle fondazioni

Le modalità esecutive prevedono in primo luogo la realizzazione delle due paratie di pali Ø1000/1.2 m ad interasse di 12 m, parallelamente all’asse del manufatto scolmatore, e della parte inferiore del cordolo di collegamento. Su quest’ultimo vengono in seguito appoggiate le travi prefabbricate a T rovescia con passo 80 cm, viene posata l’armatura della soletta e dei traversi, ed in seguito viene realizzato il getto in opera della soletta stessa, solidarizzando così le travi ai pali.

Tra le travi ed il manufatto esistente verrà interposto un pannello in polistirolo di 10 cm di spessore, in modo da non trasferire alcun carico gravante sull’impalcato al manufatto esistente.

Staticamente si ha quindi un telaio rigido i cui piedritti sono costituiti dai pali di fondazione di lunghezza 20 m ed il traverso è costituito dalla soletta, gettata in due fasi.

L’asse dell’opera presenta un forte sghembo ( $57^\circ$ ) rispetto all’asse dei binari, motivo per cui lo sviluppo lungo l’asse dello scolmatore è di 48.2 m.

Per necessità legate al traffico ferroviario, a tergo di ciascuna paratia, sono presenti due “blocchi anti-sghembo”, aventi la funzione di annullare l’effetto dello sghembo al di sotto dei binari. Per ciascun blocco sono presenti tre pali di fondazione.

### 9.5.3 IN05

Nell’ambito del nuovo collegamento ferroviario tra la stazione di Bergamo e l’aeroporto di Orio al Serio, è prevista la demolizione ed il seguente ripristino di un canale circolare con lo scopo di permettere l’esecuzione dello scavo della galleria artificiale tra pali, denominata GA01A. Il canale in oggetto presenta un diametro pari a 100 cm ed è realizzato in cls armato monolitico, gettato in opera. Lo sviluppo totale dell’intervento è pari a 35 m. L’opera sarà realizzata alla progressiva pk 2+859.

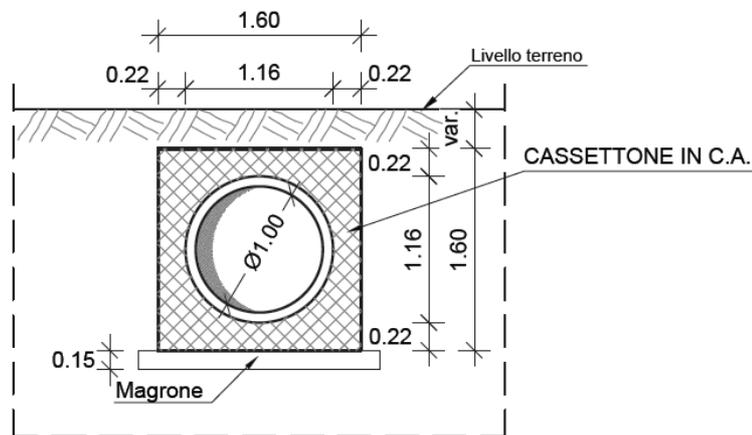


Figura 36 – Sezione AA IN05

### 9.5.4 IN06

L’opera IN06 consiste in un canale ad U di dimensioni nette interne pari a 5.00x2.00 m. Il canale in oggetto presenta una lunghezza complessiva pari a 191 m circa. Alla progressiva pk 3+023, il canale viene realizzato a scavalco della galleria artificiale GA01B con scavo a cielo aperto. La fondazione del canale posa sulla soletta superiore della galleria nel tratto interferente. L’esecuzione dell’opera è prevista dopo un ritombamento parziale degli scavi della galleria artificiale. Ante esecuzione, è, inoltre, stata prevista una deviazione provvisoria del ramo

A del Morla per garantire l’operatività del canale. Una volta realizzata l’opera, la deviazione provvisoria sarà ritombata.

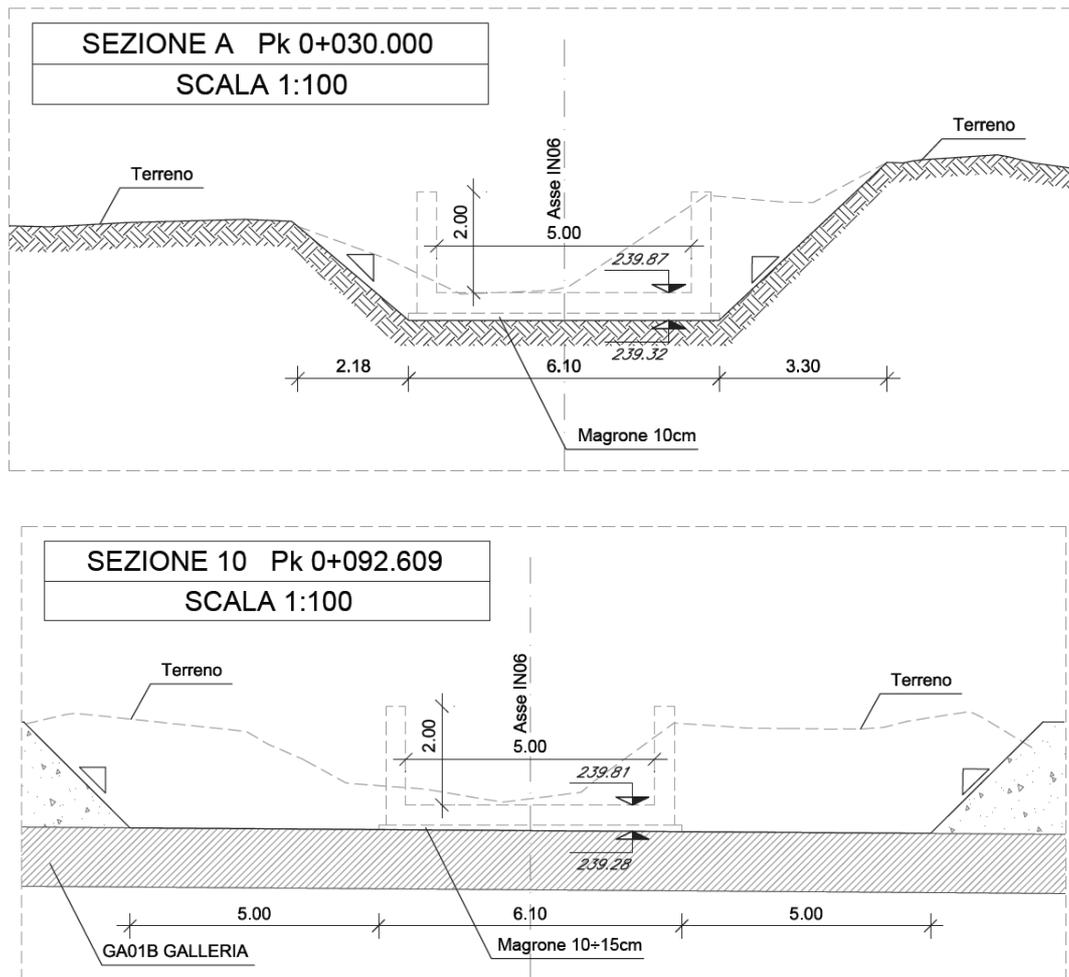


Figura 37 – Sezione A e sezione 10 dell’opera IN06

### 9.5.5 IN09B

L’opera in esame è costituita da manufatti scatolari a singola canna in conglomerato cementizio armato gettato in opera, di dimensioni interne nette 5.00 x 1.80 m.

Lo spessore della soletta superiore, dei piedritti e del solettone di fondo è di 60 cm, come illustrato in figura. Il rinterro dell’opera è pari a 1.10 m.

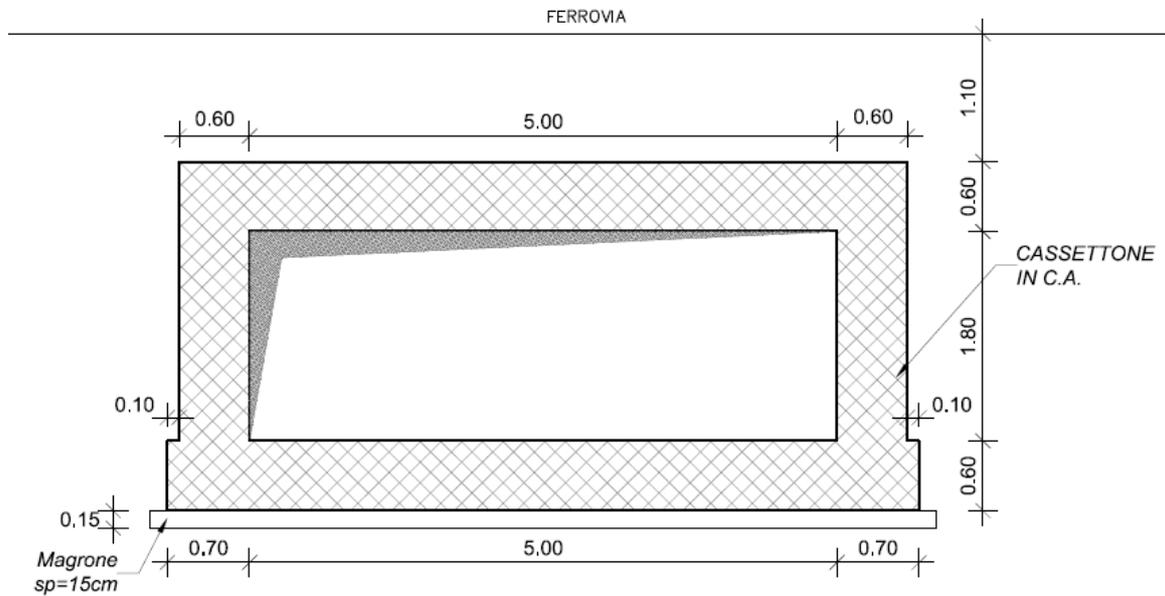


Figura 38 – Sezione IN09B

In corrispondenza degli attraversamenti viari è prevista una sezione del manufatto con soletta superiore, piedritti e solettone di fondo di spessore pari a 40 cm, come illustrato in Figura 39. Per i dettagli delle carpenterie dei manufatti si rimanda agli elaborati specifici.

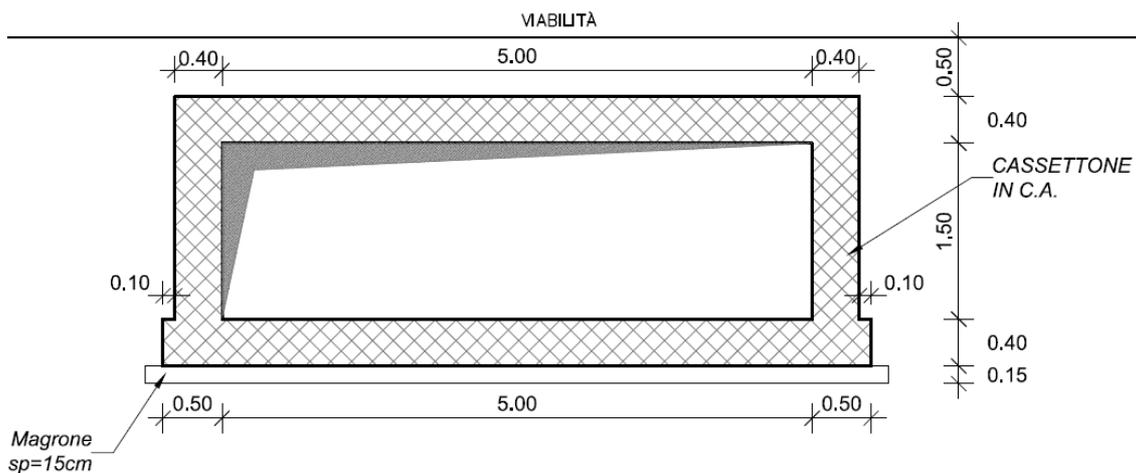


Figura 39 – Sezione IN09B in corrispondenza degli attraversamenti stradali

## 9.6 INTERVENTI SU CAVALCAFERROVIA ESISTENTE IV01, SOTTOVIA VI01, NI01

### 9.6.1 Interventi su cavalcaferrovia esistente IV01 – Via Piatti

L’opera denominata IV01 corrispondente al cavalcavia di via Piatti nel comune di Bergamo.

L’opera esistente è costituita da un cavalcaferrovia a tre arcate in c.a. di luce circa 12 m ciascuna, ognuna delle quali ospita uno o due binari. La lunghezza complessiva dell’opera è di circa 36 m, mentre la larghezza dell’impalcato è di circa 8.3 m.

L’intervento ricade nella categoria di interventi di tipo locale, non comportando modifiche sostanziali al comportamento dell’opera, pertanto non comporta oneri di calcolo e verifiche strutturali, lasciando sostanzialmente invariati i carichi.

Si prevede il risanamento dell’attuale parapetto in c.a., che presenta segni di ammaloramento anche piuttosto consistente. Si prevede inoltre la sostituzione delle cordonate stradali esistenti con nuovi cordoli in c.a..

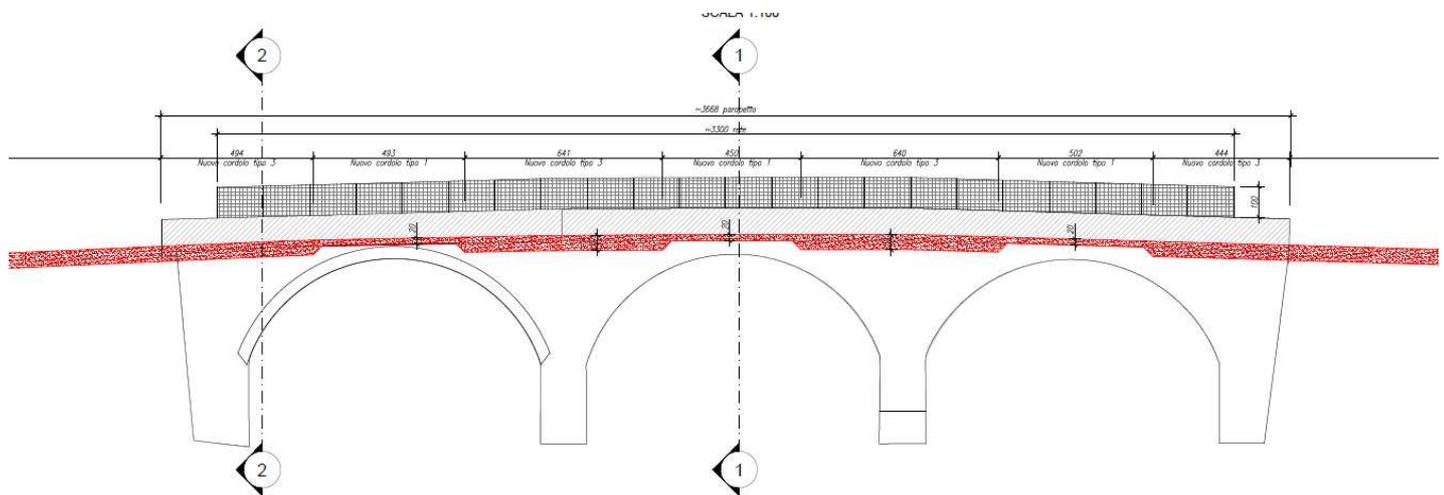


Figura 40 – Prospetto del cavalcaferrovia

### 9.6.2 Sottovia VI01

L'opera in esame, denominata VI01, ricade tra il km 1+529 a km 1+575.

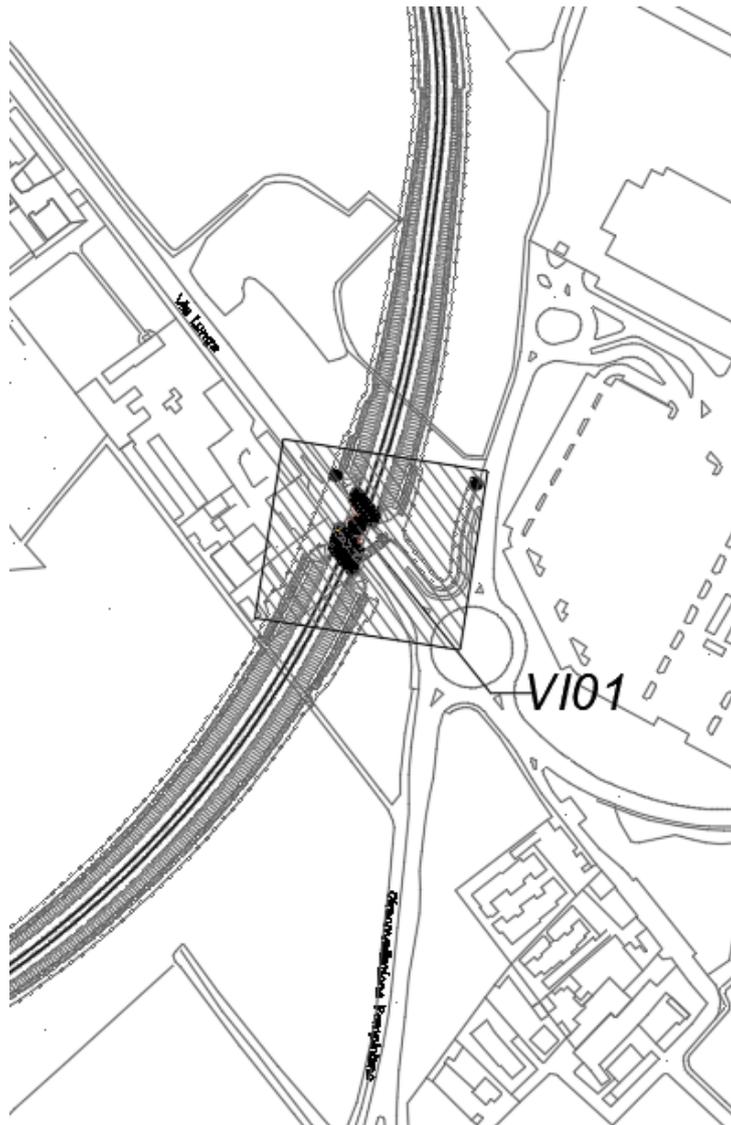


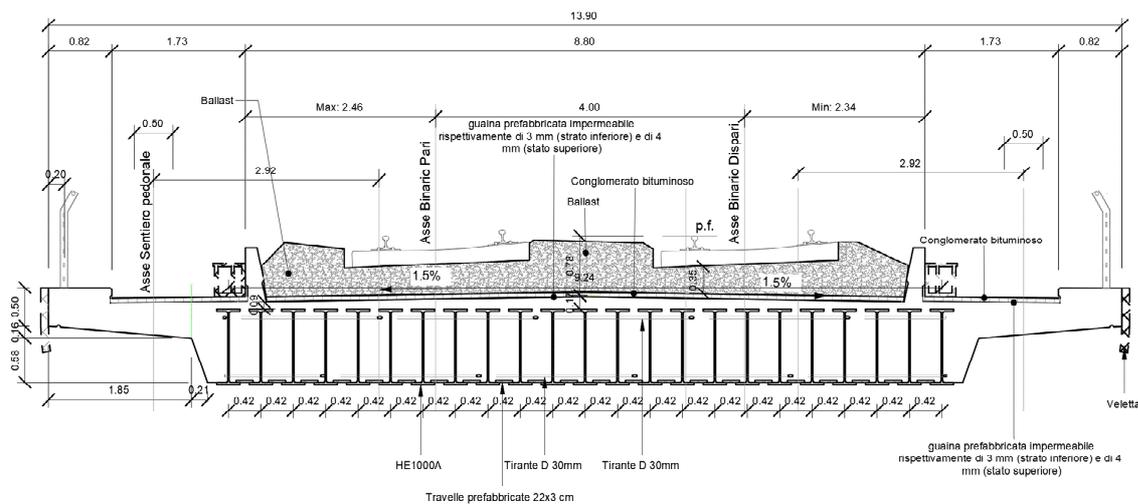
Figura 41 - Inquadramento planimetrico dell'opera VI01

L'impalcato presenta uno angolo di sghembo di  $29.71^\circ$  ed ha una luce di calcolo, definita come distanza netta tra gli assi degli appoggi, pari a 17.50 m. La lunghezza complessiva dell'impalcato è pari a 18.50 m.

L'impalcato è costituito da 23 travi metalliche HEA1000, disposte con interasse di 42 cm incorporate in un getto in opera di c.a. di larghezza complessiva pari a 13.9 m su cui gravano 2 binari posti ad interasse pari a 4.0 m, in maniera simmetrica rispetto alla mezzeria del viadotto.

La distanza tra il piano ferro e l'intradosso impalcato risulta pari a 1.92 m.

L'impalcato poggia sulle spalle tramite appoggi a disco elastomerico.



**Figura 42 - Sezione trasversale impalcato**

L'impalcato è in semplice appoggio su due spalle in c.a..

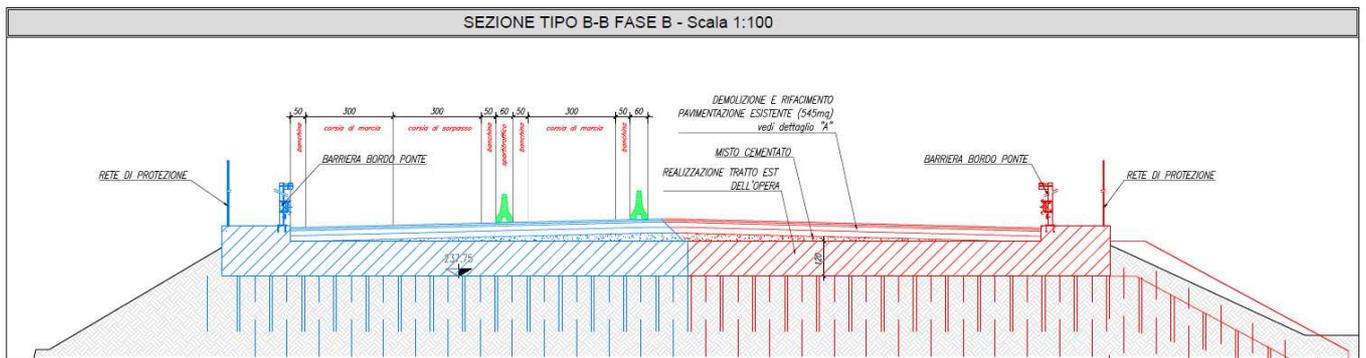
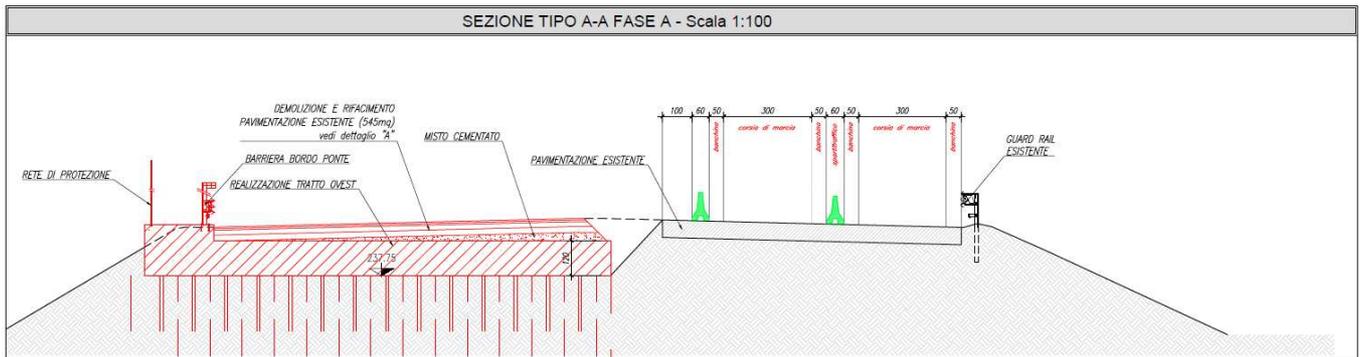
La spalla nord, spalla mobile, è una spalla di tipo “classico” con plinto di spessore 1.5m, e fondazioni su 28 pali Ø1000 di lunghezza 19.5 m. La spalla inoltre è dotata di due muri antisghembo a tergo del paraghiaia.

La spalla sud, spalla fissa, oltre a fornire l'appoggio all'impalcato, presenta un fornace promiscuo, il quale servirà sia a garantire il passaggio di una pista ciclopedonale ( $l = 2,5\text{m}$ ) che a dare continuità ai lotti di terreno adiacenti al rilevato ferroviario ( $l = 3,2\text{ m}$ ). Tali corridoi sono interposti da una recinzione di spessore 0,3 m, per una larghezza complessiva del fornace di 6 m. All'interno del fornace sarà garantita un'altezza, al netto della pavimentazione, di almeno 4 m. La fondazione è costituita da un solettone di spessore 1.5 m su 42 pali Ø1000 di lunghezza 19.5 m





Per evitare la completa chiusura della viabilità esistente, la realizzazione dell’opera è prevista in due fasi. È quindi prevista la riduzione del numero di corsie di marcia, da quattro a due una per direzione, deviando il traffico veicolare dapprima sulla carreggiata EST, realizzando la porzione ad OVEST, per poi ripristinare i luoghi e procedere con la realizzazione della parte mancante sempre a corsie ridotte.

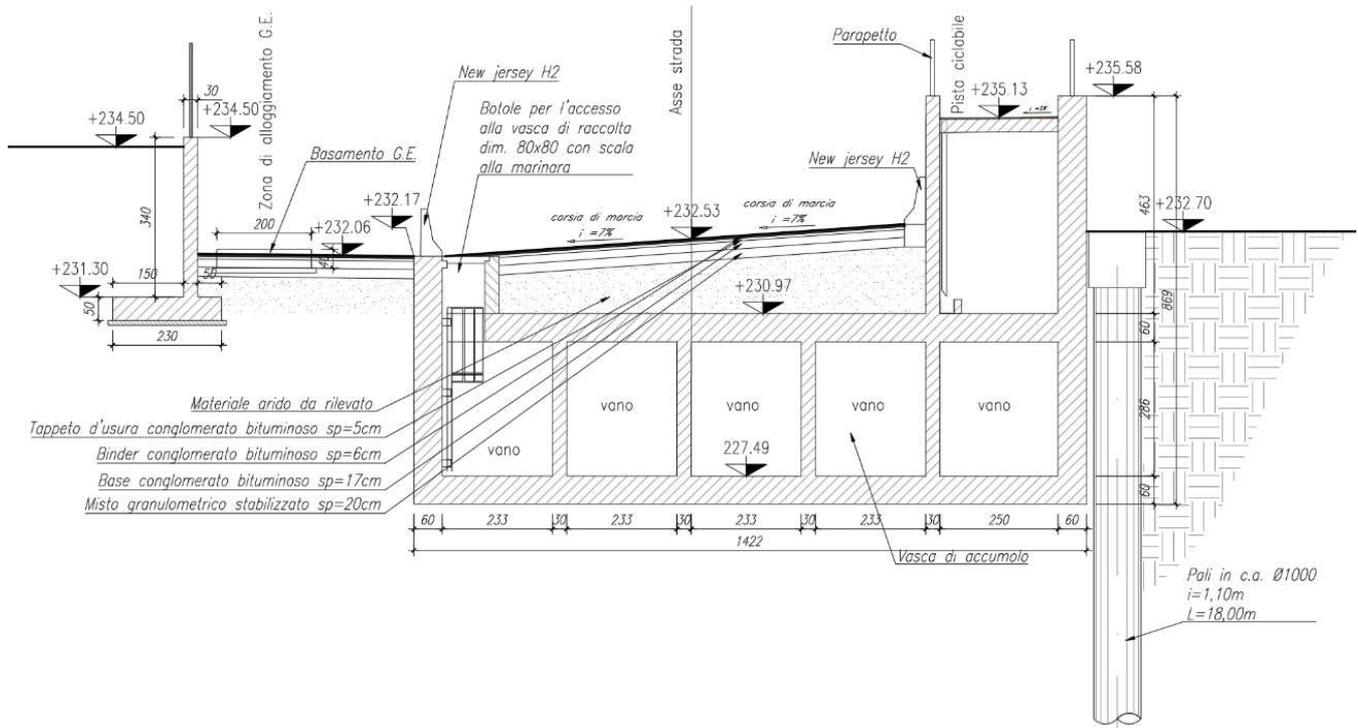


La realizzazione della nuova opera prevede anche la realizzazione di una paratia di pali Ø1000 i=1,1m tirantata, per poter permettere la rimozione del rilevato esistente e quindi la realizzazione di una vasca di laminazione posta al piede della stessa.

La vasca di sollevamento interrata, presente all’imbocco della nuova opera di sottoattraversamento della SP591 bis denominata NI01, consiste in uno scatolare in c.a. gettato in opera avente una forma trapezoidale nel senso longitudinale.

La sezione trasversale, che presenta la condizione di carico più a sfavore di sicurezza, ha una larghezza interna di  $L_{int} = 13.00$  m ed ed un'altezza netta di  $H_{int} = 2.86$  m. Lo spazio interno è suddiviso in 5 vani tramite dei muretti interni di spessore di 30 cm; lo spessore della platea di fondazione è di  $S_f = 0.6$  m, lo spessore dei piedritti è di  $S_p = 0.6$  m e lo spessore della soletta di copertura è di  $S_s = 0.6$  m.

Nell'immagine seguente si riporta una sezione trasversale dell’opera.



**Figura 47: sezione trasversale vasca S1**

## 9.7 FABBRICATI E PIAZZALI

### 9.7.1 Fabbricato tecnologico ACC - FA01

Il fabbricato tecnologico ACC è posizionato su un piazzale collocato a nord della sede ferroviaria di progetto all’altezza della progressiva pk. 4+575.

La struttura del fabbricato ACC è di tipo monopiano in cemento armato gettato in opera. Il fabbricato ha dimensioni in pianta di circa 33,90x6,30 m ed è caratterizzato da una copertura a capanna la cui altezza massima in corrispondenza del colmo è circa pari a 4,60 m.

Nel complesso la struttura è costituita da 8 telai in cemento armato di larghezza pari a 6 m e interasse di 4,80 m.

La fondazione è realizzata con una platea di 30 cm di spessore, caratterizzata da nervature laterali alte 95 cm rispetto all’estradosso della fondazione.

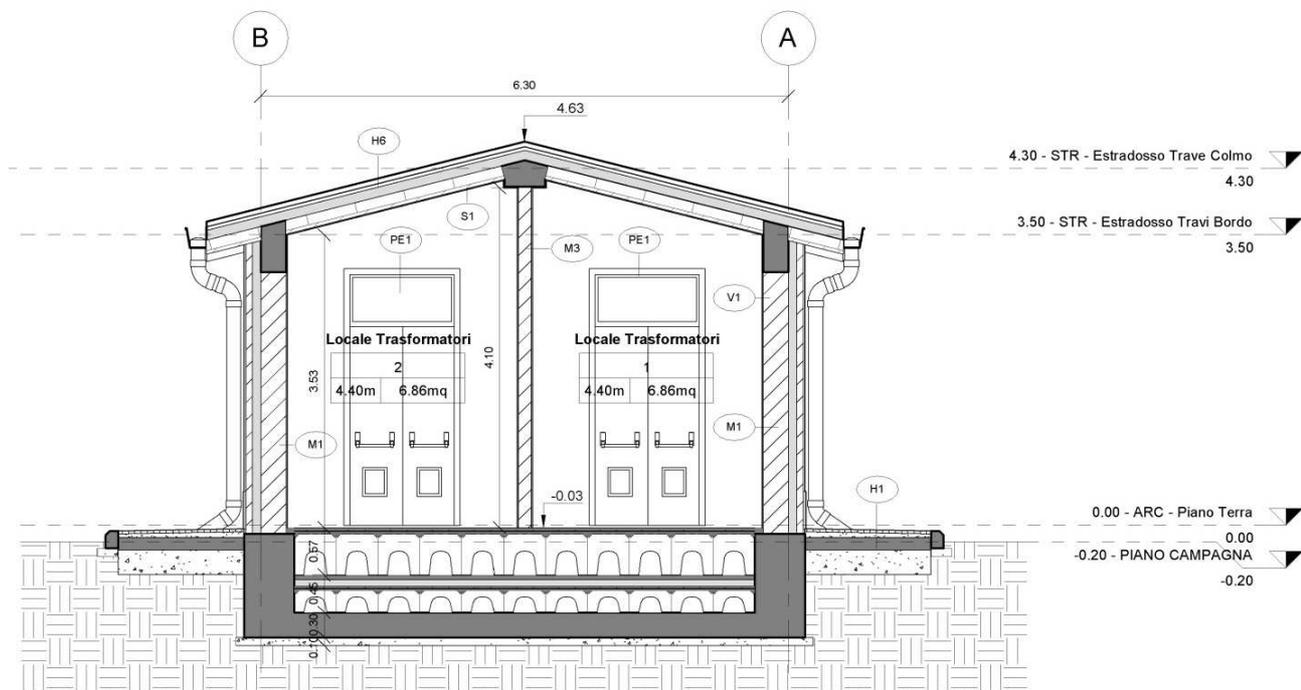
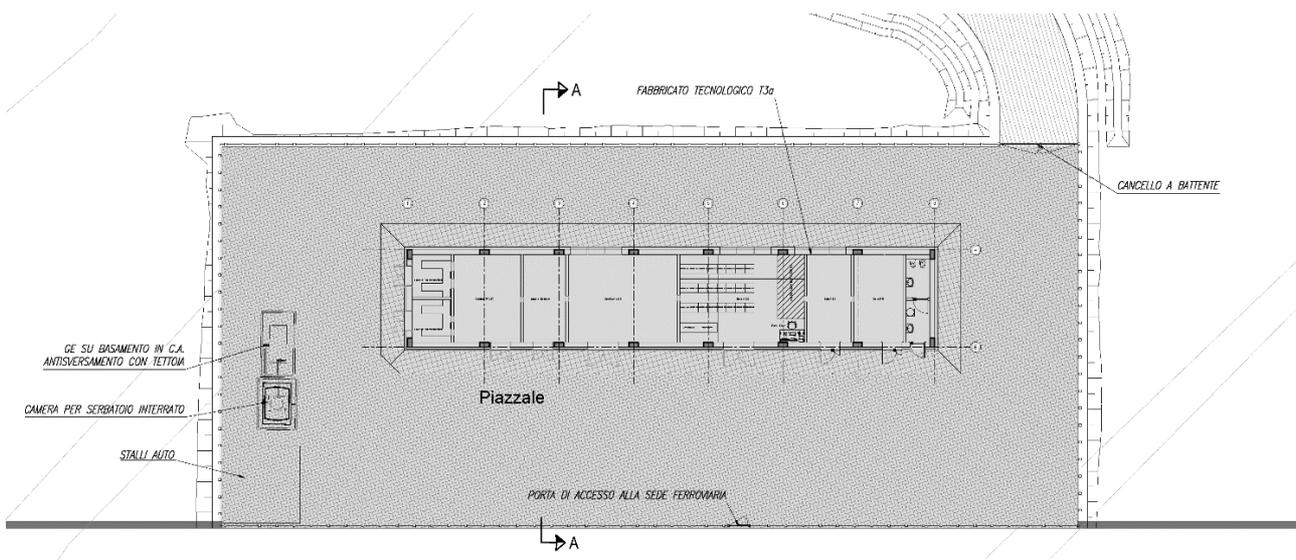


Figura 48 – Sezione trasversale del fabbricato ACC

### 9.7.2 Piazzale fabbricato tecnologico ACC

Il piazzale che ospita il fabbricato ACC è di forma rettangolare e presenta dimensioni in pianta di 55.00 m x 24.69 m. Dal punto di vista altimetrico il lato a ridosso della sede ferroviaria presenta un andamento che segue la quota di sommità della canaletta ferroviaria, con una quota variabile tra 234.96 m slm a 234.44 m slm. Il piazzale presenta una pendenza trasversale variabile diretta dal fabbricato verso l'esterno in modo tale da indirizzare l'acqua verso il perimetro del piazzale.

Il nuovo piazzale è delimitato da una recinzione, un cancello a battente a doppia anta e una porta di accesso alla sede ferroviaria. Nel lato sud-est è provvisto anche di due posti per la sosta di auto. Il piazzale presenta una pavimentazione drenante.



**Figura 49 - Piazzale fabbricato ACC**

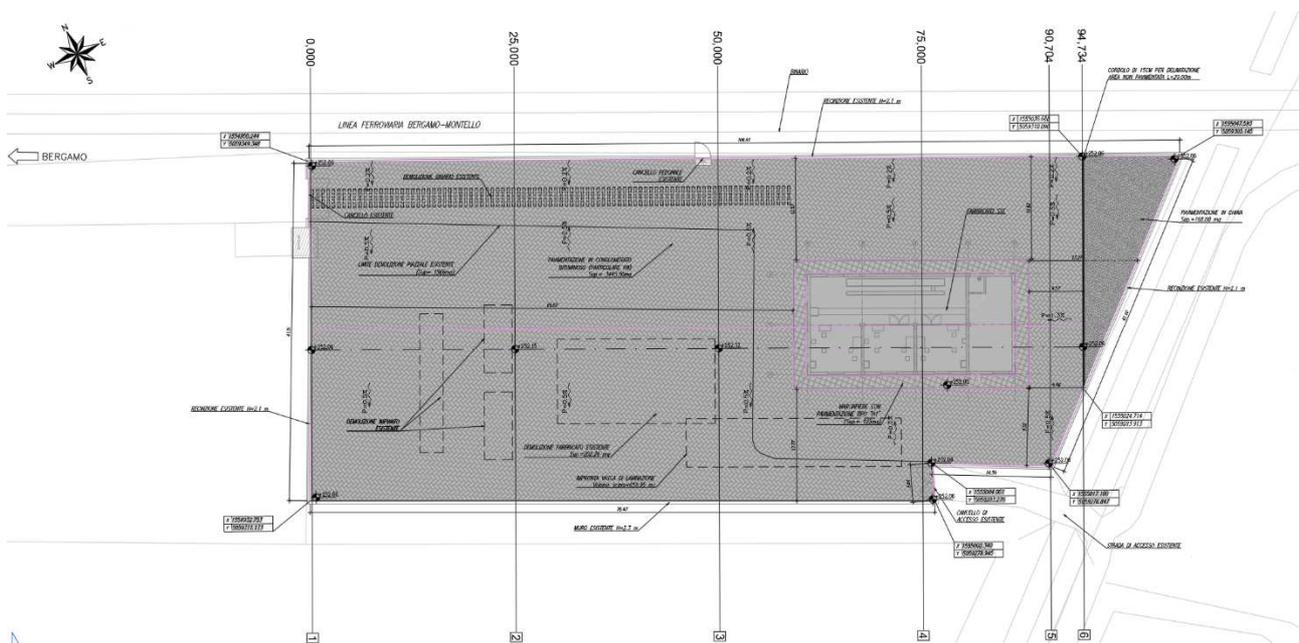
L'accesso al fabbricato tecnologico ACC ed al relativo piazzale avviene mediante una nuova viabilità di progetto. Tale strada presenta uno sviluppo di circa 57 m, inizia dal lato nord-est del piazzale e si collega a via Campo Grande con un'intersezione a "T".

La sede stradale è pavimentata e presenta una larghezza di 5.0 m, con una sezione trasversale a doppia falda caratterizzata da una pendenza trasversale del 2.5%.



recinzioni e i muri che circondano l’area. Il piazzale presenta pendenze trasversali in quanto la pavimentazione in conglomerato bituminoso crea una superficie impermeabile che non consente il drenaggio dell’acqua. Tali pendenze variano da un minimo di 0.2% a un massimo dell’1.3% e permettono di far defluire l’acqua verso le zone di recapito.

Il nuovo piazzale è delimitato da un muro esistente nel lato sud di altezza 2.3 m, mentre negli altri lati è presente una recinzione di altezza pari a 2.1 m. Sono presenti due cancelli carrabili e uno pedonale lato ferrovia.



**Figura 51 - Piazzale fabbricato SSE**

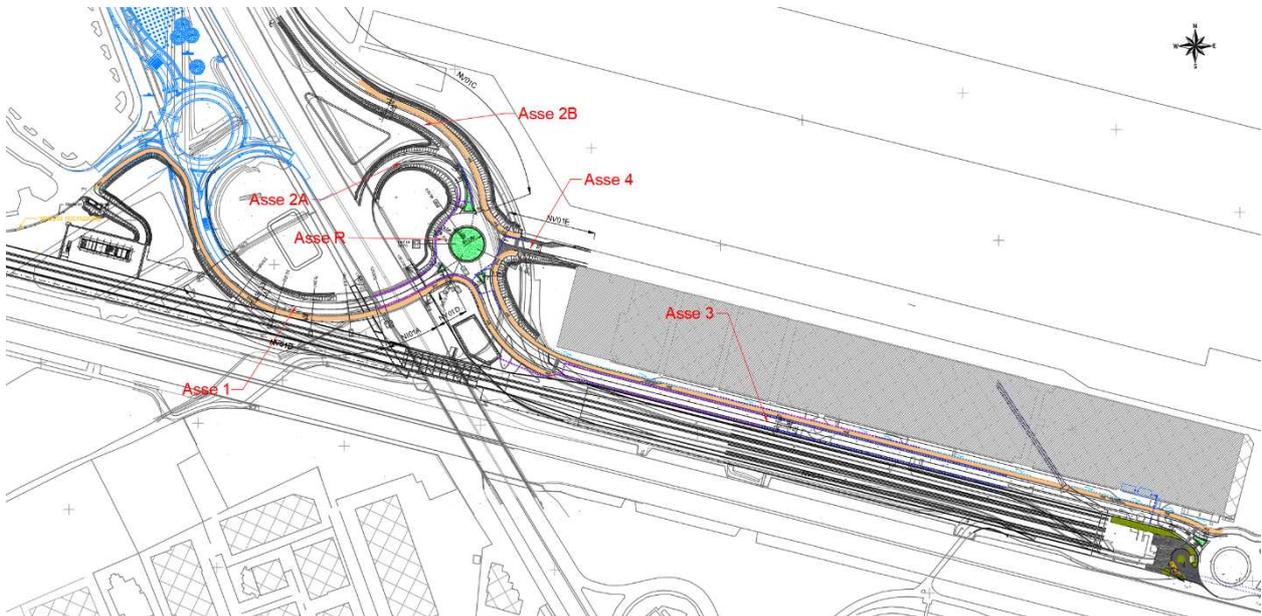
## 9.8 VIABILITA' STRADALE

### 9.8.1 NV01 Nuova viabilità di accesso all'aeroporto

L'inserimento della nuova linea ferroviaria tra la viabilità autostradale ed il parcheggio P2 dell'aeroporto comporta delle inevitabili interferenze con la viabilità provinciale esistente.

L'intervento viario di progetto, individuato dal prefisso NV01, è composto da cinque assi mediante i quali viene ridefinito l'accesso all'area aeroportuale interessando un tratto della SP 116 ed i rami di ingresso ed uscita dalla SP 591 bis. Tale intervento, con l'introduzione di un'intersezione a rotatoria lungo la SP 116 al posto dell'intersezione a T, permette di migliorare tale nodo viario dal punto di vista della sicurezza e della funzionalità.

La viabilità in oggetto si sviluppa quasi totalmente nel comune di Orio al Serio in un'area con presenza di strade, aree verdi, senza la presenza di fabbricati.



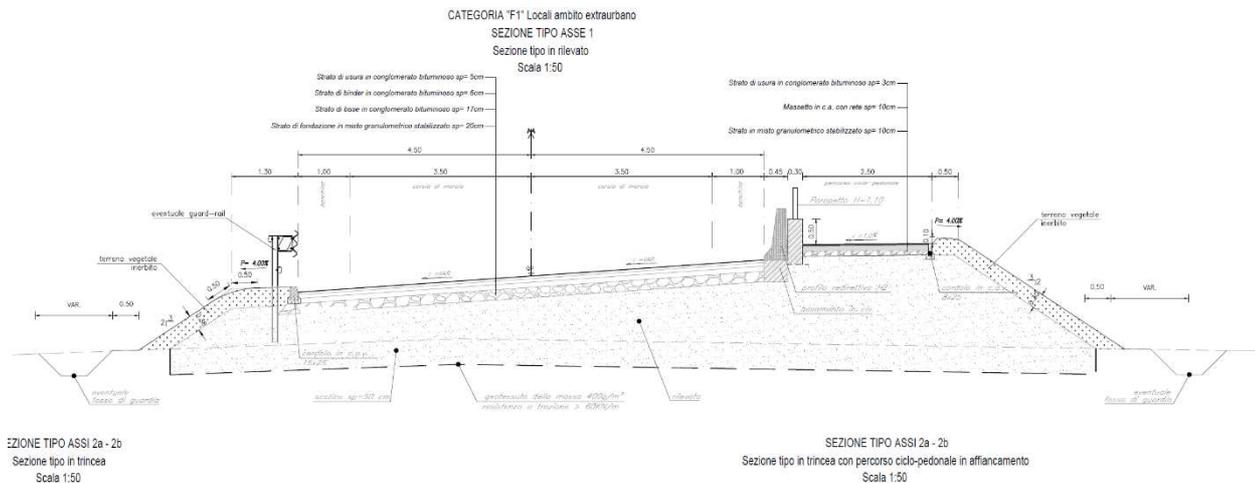
**Figura 52 – Intervento NV01**

L'asse 1 presenta una lunghezza di circa 185 m e sviluppandosi da ovest verso est permette il collegamento con il ramo di uscita verso sud della rotatoria esistente (rotatoria Sacbo) con la nuova rotatoria di progetto (asse R) sottopassando la SP591 bis. Il tracciato, dal punto di vista planimetrico, è composto dalla successione di due curve circolari di raggio rispettivamente pari a 80.00 m e 120.00 m collegati da una clotoide di continuità di parametro A pari a 62.00. Segue un rettilineo di connessione all'asse R di lunghezza pari a 13.03 m collegato alla seconda curva circolare mediante una clotoide di transizione di parametro A pari a 66.20.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato, dovendo sottopassare la SP 591 bis mediante un nuovo sottopasso stradale (NI01) posizionato in prossimità a quello attuale, è composto da una prima livelletta con pendenza pari a 5.00% in discesa e da una seconda livelletta di pendenza pari a 2.96% in salita collegate da un raccordo parabolico concavo di raggio pari a 1'330.00 m. Il tracciato è raccordato a monte alla viabilità esistente mediante un raccordo convesso di raggio 340.00 m

Lungo il lato destro della sede stradale è prevista una pista ciclopedonale, di larghezza pari a 2.50 m, che permette il collegamento tra la zona industriale Galassia, la zona aeroportuale verso est e la pista ciclopedonale esistente verso Orio al Serio a nord. Dal punto di vista altimetrico lungo l'asse 1 tale percorso ciclopedonale presenta un andamento altimetrico indipendente da quello stradale ed è caratterizzato da una pendenza longitudinale in discesa del 2.00%, sottopassa il nuovo manufatto di attraversamento, garantendo un franco altimetrico di 3.00 m, e prosegue fino alla fine dell'asse 1 rialzato rispetto alla quota di progetto stradale.

La sezione tipo adottata per l'asse 1 è la categoria “F1 locale ambito extraurbano”. La piattaforma stradale è composta da due corsie di larghezza pari a 3.50m e banchine laterali di larghezza pari a 1.00m, per una larghezza complessiva pari a 9.00m. Tale misura va ad incrementarsi per la presenza della curva a stretto raggio, che richiede un allargamento delle corsie per garantire la corretta iscrizione dei veicoli (par. 5.2.7 del D.M. 2001), e allargamenti delle banchine, per garantire una visibilità sufficiente a permettere l'arresto in sicurezza del veicolo.



**Figura 53 – Sezione tipo in rilevato asse 1**

L'asse 2a presenta una lunghezza di circa 124 m e sviluppandosi da ovest verso est permette di collegare il ramo di uscita dalla SP 591 bis con la nuova rotatoria di progetto (asse R). Il tracciato, dal punto di vista planimetrico, è composto da un'unica curva circolare destrorsa di raggio pari a 40.00 m raccordato all'anello di circolazione mediante una curva di raggio 26.00 m.

Dal punto di vista altimetrico il ramo presenta un andamento discendente per collegarsi alla nuova rotatoria di progetto (asse R). Dopo un primo tratto di raccordo alla viabilità esistente è prevista una livelletta di pendenza pari a -6.00% che si collega all'anello di circolazione mediante un raccordo concavo di raggio pari a 650.00 m.

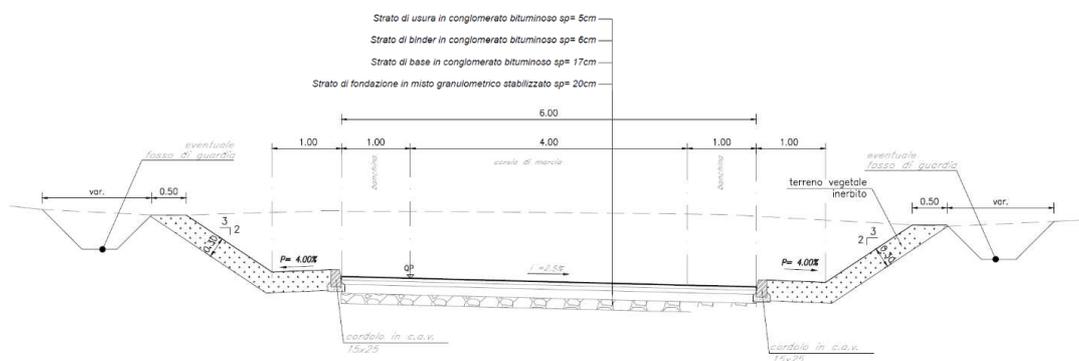
L'asse 2b presenta una lunghezza di circa 213 m e sviluppandosi da sud verso nord collega la nuova rotatoria di progetto (asse R) con la viabilità esistente diretta ad Orio al Serio e con la SP 591 bis. Il tracciato, dal punto di vista planimetrico, è composto da una curva sinistrorsa di raggio pari a 75.00 m seguita da una seconda curva destrorsa di raggio pari a 120.00 m collegate da due clotoidi, di parametro A pari rispettivamente a 36.00 e 50.00, con interposto un rettifilo di lunghezza pari a circa 7 m. Il tracciato di collega alla viabilità esistente mediante una curva di transizione clotoidica di parametro A pari a 70.00.

Dal punto di vista altimetrico, il tracciato si compone di una livelletta di uscita dalla rotatoria, di pendenza pari a -2.01%, seguita da una livelletta di pendenza pari a 4.19% che porta il tracciato a quota piano campagna. Le due livellette sono collegate da un raccordo parabolico concavo di raggio pari a 850.00m, mentre il raccordo con la viabilità esistente avviene, sempre dal punto di vista altimetrico, con un raggio verticale pari a 1000.00 m.

Lungo il lato destro del ramo 2b è presente la pista ciclopedonale di progetto che permette il collegamento alla componente debole tra la zona aeroporto verso nord in direzione Orio al Serio lungo l'attuale percorso ciclopedonale.

La sezione tipo adottata per gli assi 2a e 2b presenta una piattaforma di larghezza pari a 6.00 m composta da una corsia larga 4.00 m e banchine laterali di larghezza pari a 1.00 m. Tali rampe si sviluppano principalmente in trincea e presentano arginelli larghi 1.00 m e scarpate con pendenza 2 su 3. In sommità a protezione della sede stradale sono previsti eventuali fossi di guardia.

SEZIONE TIPO ASSI 2a - 2b  
Sezione tipo in trincea  
Scala 1:50



**Figura 54 – Sezione tipo in trincea asse 2a e 2b**

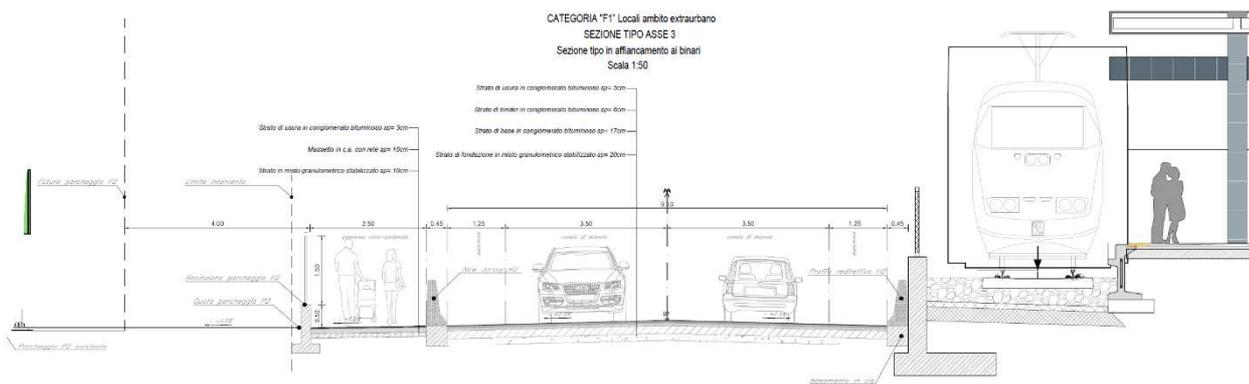
L’asse 3 presenta una lunghezza di circa 570 m e sviluppandosi da ovest verso est permette l’accesso al parcheggio P2 ed all’area aeroportuale andando a ridefinire un tratto dell’attuale SP 116.

Il tracciato dal punto di vista planimetrico è composto da una curva sinistrorsa di raggio pari a 70.00 m in uscita dalla nuova rotatoria di progetto (asse R) e ad essa collegata mediante un rettilineo lungo circa 13 m ed una curva di transizione di parametro A pari a 40.00. Segue un rettilineo di lunghezza pari a circa 405 m raccordato a monte e valle da clotoidi di parametro A pari rispettivamente a 57.00 e 34.00. Il tracciato termina in corrispondenza della rotatoria esistente dell’aeroporto alla quale è collegato mediante una curva destrorsa di raggio pari a 100.00 m.

Per i primi 100 m del tracciato è presente un percorso ciclopedonale su ambo i lati, il quale prosegue successivamente solo lungo il lato sinistro dell’asse 3.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato, man mano che si allontana dalla nuova rotatoria di progetto (asse R) caratterizzata da un posizionamento in trincea, risale a quota piano campagna e si sviluppa mantenendosi in leggero rilevato. Le livellette che lo compongono presentano valori modesti con valori non oltre il 2.3 %.

La sezione tipo adottata per l’asse 3 è la categoria “F1 locale ambito extraurbano”. La piattaforma stradale è composta da due corsie di larghezza pari a 3.50m e banchine laterali maggiorate di larghezza pari a 1.25m, per una larghezza complessiva pari a 9.50m. Tale misura va ad incrementarsi per la presenza della curva a stretto raggio, che richiede un allargamento delle corsie per garantire la corretta iscrizione dei veicoli (par. 5.2.7 del D.M. 2001), e allargamenti delle banchine, per garantire una visibilità sufficiente a permettere l’arresto in sicurezza del veicolo.

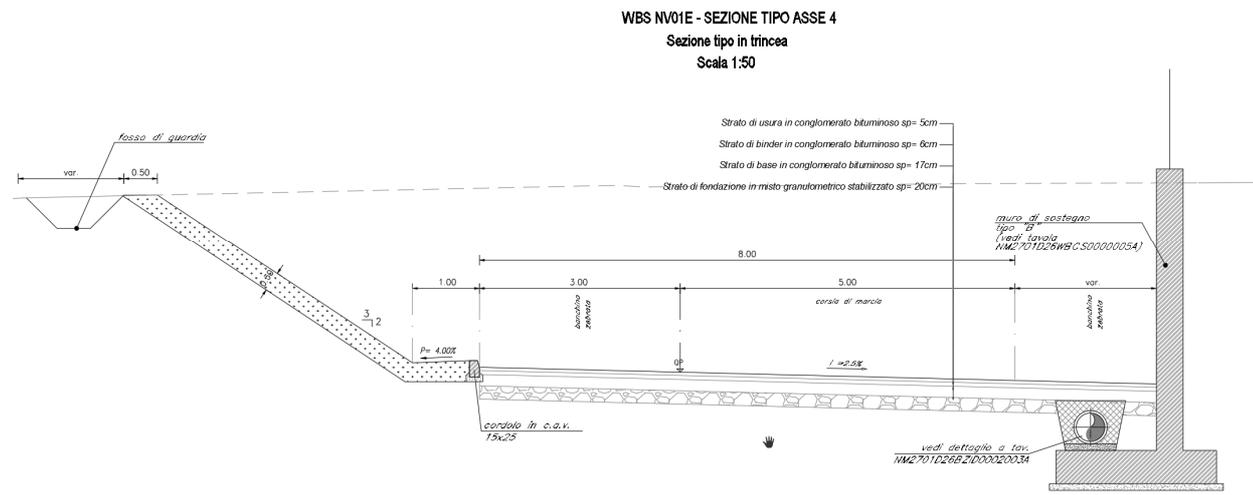


**Figura 55 – Sezione tipo asse 3**

L’asse 4 presenta una lunghezza di circa 66 m e sviluppandosi da est verso ovest ridefinisce il ramo di uscita dal parcheggio P2 innestandosi direttamente nella nuova rotatoria di progetto (asse R). Il tracciato, dal punto di vista planimetrico, è composto da un unico rettilineo di lunghezza pari a 51.99 m.

Dal punto di vista altimetrico il ramo presenta un andamento discendente per collegarsi alla nuova rotatoria di progetto (asse R). Dopo un primo tratto di raccordo alla viabilità esistente è prevista una livelletta di pendenza pari a -4.82% che si collega all'anello di circolazione mediante un raccordo concavo di raggio pari a 410.00 m.

L'asse 4 presenta una piattaforma stradale di larghezza complessiva pari a 8.00 m, la quale è composta da una corsia di marcia di 5.00 m, in sinistra una fascia pavimentata e zebraata (usata durante la fase provvisoria di realizzazione dell'intervento viario) di larghezza pari a 3.00 m ed una banchina in destra di larghezza variabile. La sezione si sviluppa in trincea pertanto lungo il lato sinistro è prevista una scarpata di pendenza 2 su 3, mentre lungo il lato destro, per non invadere l'area aeroportuale, è previsto un muro di sostegno.

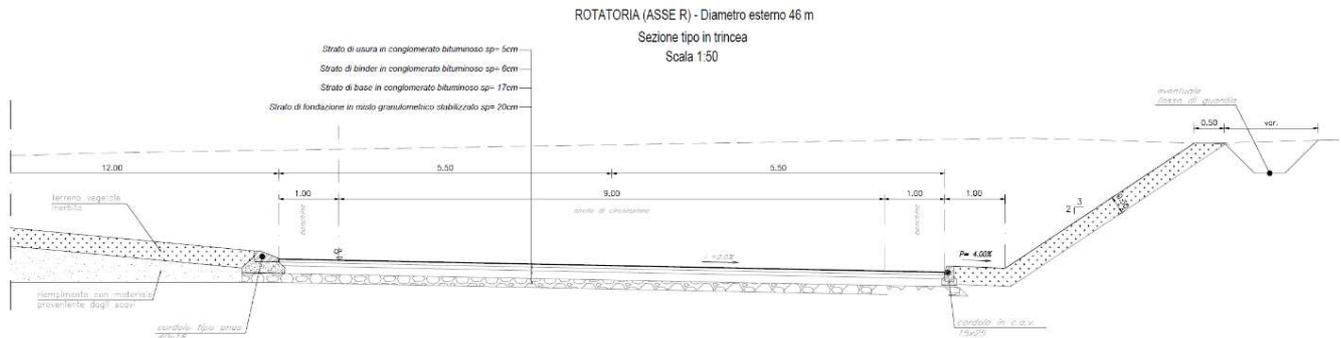


**Figura 56 – Sezione tipo asse 4**

L'asse R definisce la nuova rotatoria di progetto ed è caratterizzato dal punto di vista planimetrico da un raggio pari a 13.00 m ed un diametro esterno di 46.00 m.

Dal punto di vista altimetrico l'asse in oggetto presenta un andamento sinusoidale mediante livellette di pendenza pari al 2.00 % collegate mediante raccordi concavi e convessi di raggio pari a 800.00 m. Tale scelta garantisce un migliore allontanamento delle acque meteoriche e di limitare l'approfondimento dei rami afferenti all'intersezione.

Per l'asse R è stato adottato una sezione tipo in trincea che presenta una piattaforma composta da un anello di circolazione di larghezza maggiorata pari a 9.00 m e banchine laterali da 1.00 m. Internamente la sede stradale è composta da un cordolo tipo Anas e da un'isola centrale rivestita con terreno vegetale inerbato. Esternamente, dopo la banchina, è previsto un arginello di larghezza pari a 1.00 m, una scarpata di pendenza 2 su 3 ed in sommità un eventuale fosse di guardia.

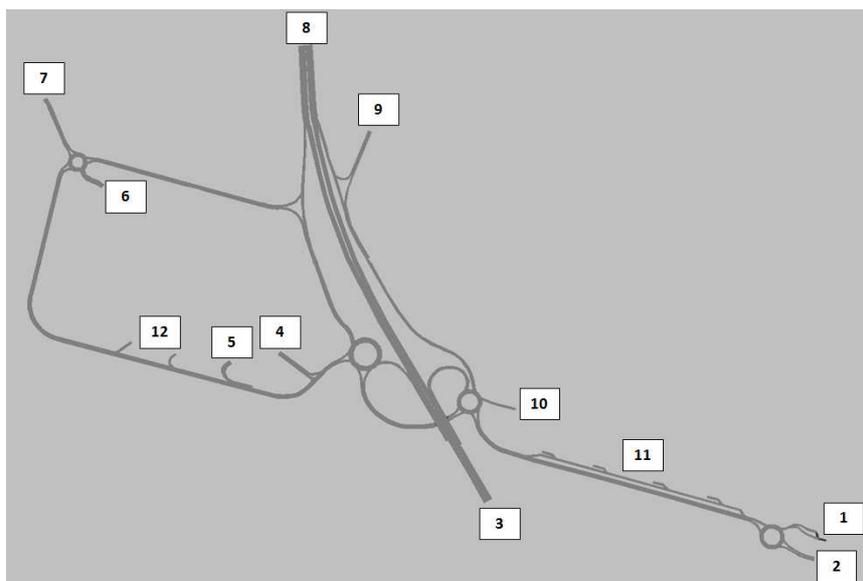


**Figura 57 – Sezione tipo asse R**

### 9.8.2 Studio trasportistico della viabilità di accesso all'aeroporto

SACBO SpA ha commissionato alla società Tandem uno studio trasportistico nei pressi della zona aeroportuale di Orio al Serio (BG), a supporto del progetto per il potenziamento della viabilità afferente all'aerostazione. L'obiettivo di questo studio è stato quello di verificare la funzionalità delle infrastrutture viarie di progetto, considerando l'incremento di traffico previsto a seguito della stima di crescita degli utenti dell'aeroporto, forniti dall'operatore SACBO.

Per raggiungere tale obiettivo è stato sviluppato un modello di simulazione dei flussi di traffico, basato, per la domanda, sulla campagna di indagine svolta nel luglio 2018 e, per l'offerta, su un grafo ricostruito appositamente rappresentante la configurazione viaria futura prevista dal progetto.



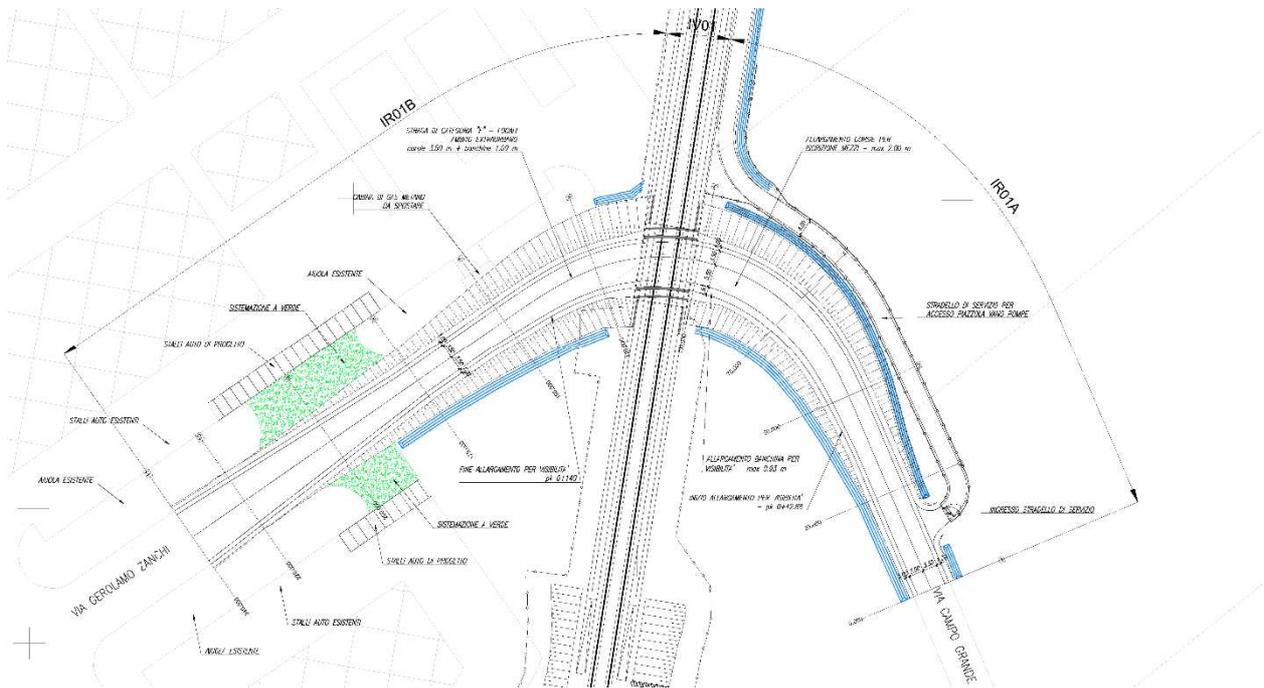
**Figura 58 – Zone O/D dello SDP**

Lo studio si basa su un micromodello di simulazione, che permette di definire i flussi di traffico attesi sulla viabilità presa in esame, con la definizione di una serie di parametri di sintesi che definiscono le performances di rete e gli accodamenti tra le diverse rotatorie. Particolare attenzione è stata posta al fenomeno degli accodamenti, andando a verificare la mancanza di interferenze tra le diverse intersezioni anche in presenza delle code di massima lunghezza.

Da tutte le analisi condotte nello studio si è concluso che le infrastrutture viarie esistenti, potenziate dagli interventi progettuali, sono in grado di supportare il carico incrementale previsto negli scenari futuri.

### 9.8.3 IR01 Viabilità di raccordo tra parcheggio P3 e centro commerciale Galassia

L’intervento viario di progetto, individuato dal prefisso IR01, è composto da un unico asse, che sviluppandosi lungo una direzione est-ovest sovrappassa la linea ferroviaria di progetto. L’asse stradale in oggetto si sviluppa in ambito commerciale nel comune di Bergamo e permette di collegare la rotonda posta sullo spigolo nord-ovest del parcheggio P3 dell’aeroporto a via Gerolamo Zanchi dell’area commerciale Galassia.



**Figura 59 – Intervento IR01**

Il tracciato presenta una lunghezza di 240 m e dal punto di vista planimetrico è composto da due rettili, di lunghezza rispettivamente pari a 44.03 m e 90.79 m raccordati da una curva sinistrorsa di raggio pari a 45.00 m con interposte clotoidi di transizione caratterizzate da parametro A di 33.60.

Dal punto di vista altimetrico, dopo i primi 25 m dove il tracciato segue l’andamento del piano campagna, la livelletta sale con pendenza pari a 7.00% sovrappassando la linea ferroviaria di progetto per poi scendere, con una

livelletta di pendenza pari a 7.00%, fino a collegarsi alla viabilità esistente. Le due livellette sono collegate da un raccordo parabolico convesso di raggio pari a 550.00m.

All'altezza della pk. 0+015, sul lato destro della piattaforma stradale, è previsto l'accesso allo stradello di servizio che conduce alla piazzola del vano pompe e all'area dei pozzi disperdenti. Tale viabilità presenta una larghezza di 4.00 m, uno sviluppo pari a circa 220 m, è recintata ed è previsto un cancello all'inizio della viabilità ed in corrispondenza della piazzola del vano pompe.

L'intervento, all'altezza della pk 0+200, prevede una sistemazione a verde delle aree in precedenza occupate dalla viabilità con la predisposizione di nuovi stalli di sosta auto.

La sezione tipo adottata è coerente con la categoria “F1 extraurbana locale”. La piattaforma stradale è composta da due corsie di larghezza pari a 3.50m e banchine laterali di larghezza pari a 1.00m, per una larghezza complessiva pari a 9.00m. Tale misura va ad incrementarsi per la presenza della curva a stretto raggio, che richiede un allargamento delle corsie per garantire la corretta iscrizione dei veicoli (par. 5.2.7 del D.M. 2001), e allargamenti delle banchine, per garantire una visibilità sufficiente a permettere l'arresto in sicurezza del veicolo.

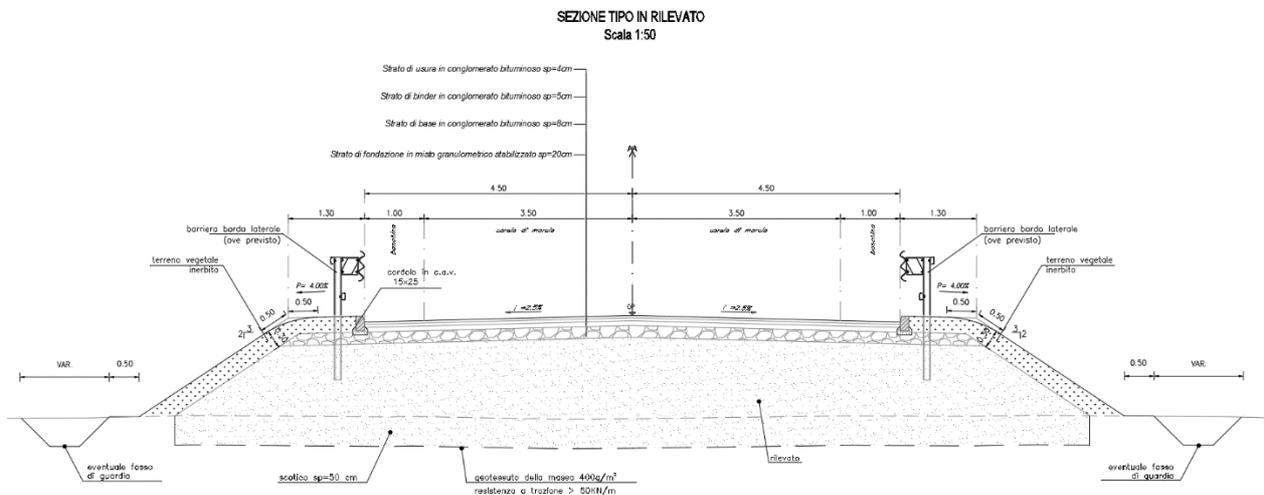
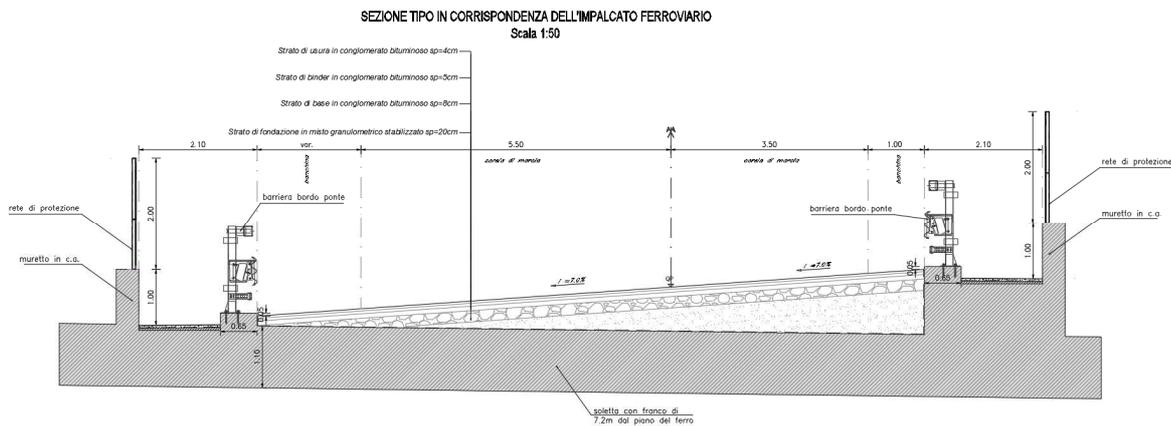


Figura 60 – Sezione tipo in rilevato

Il rilevato stradale è posato previa effettuazione di uno scotico di spessore 50 cm.

L'arginello presenta una larghezza di 1.30 m e sotto allo strato di terreno vegetale è caratterizzato dalla presenza dello strato di fondazione in misto granulometrico stabilizzato ben compatto.

Dove previsti, a protezione della sede stradale sono presenti fossi di guardia collocati a 50 cm dal piede del rilevato.



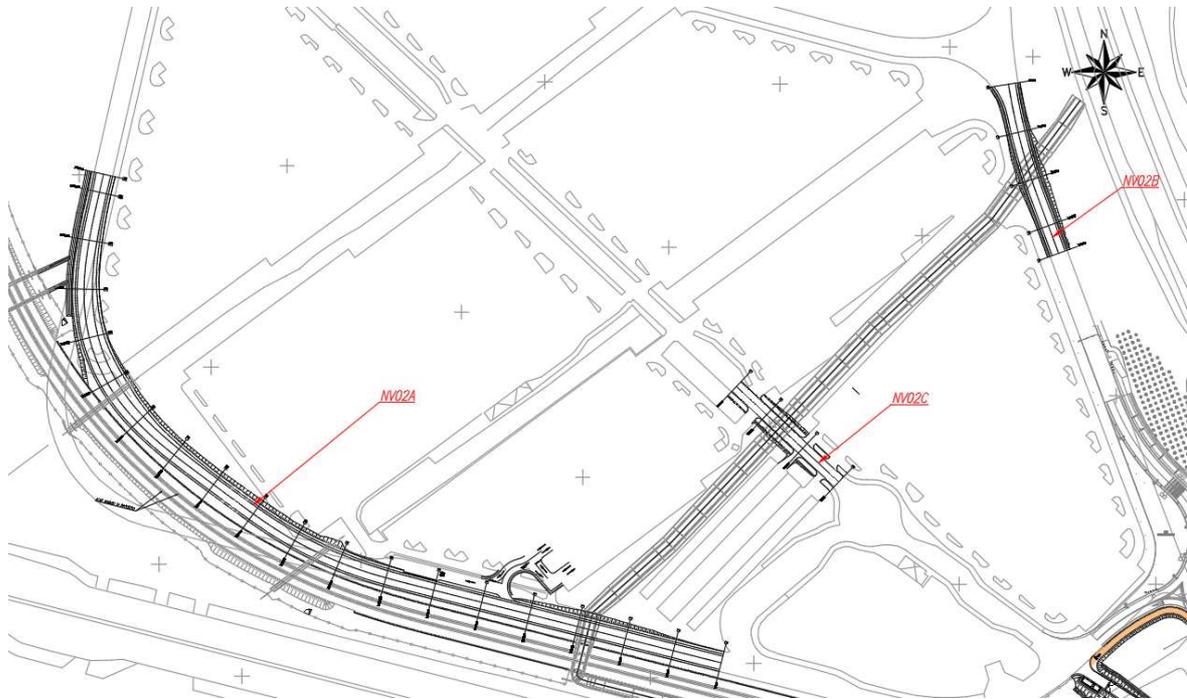
**Figura 61 – Sezione tipo in corrispondenza dell’impalcato ferroviario**

In corrispondenza dell’impalcato ferroviario oltre il limite delle banchine sono previsti i cordoli in c.a., di larghezza complessiva pari a 2.10 m e ai quali sono collegate le barriere di sicurezza stradali, e dei muretti di altezza 1.00 m (parapetti ciechi) in sommità dei quali sono installate le reti di protezione di altezza 2.00 m.

#### ***9.8.4 NV02 Ripristino strada perimetrale parcheggio P3***

L’intervento viario di progetto, individuato dal prefisso NV02, è composto da tre assi: NV02A che garantisce il ripristino della viabilità perimetrale lato sud del parcheggio P3, NV02B e NV02C che ridefiniscono localmente l’andamento altimetrico delle viabilità del parcheggio aeroportuale per la presenza di un nuovo manufatto idraulico IN09 maggiormente ingombrante rispetto a quelli attuali.

Gli assi stradali in oggetto si sviluppano nell’ambito del parcheggio aeroportuale PE nel comune di Bergamo.



**Figura 62 – Intervento NV02**

Il tracciato dell'asse NV02A, si sviluppa lungo una direzione est – ovest e presenta una lunghezza di 459.45 m. Dal punto di vista planimetrico il tracciamento dell'asse è vincolato a sud dalla presenza della linea ferroviaria di progetto e si cerca di minimizzare verso nord l'occupazione dell'area del parcheggio. L'asse è composto da tre rettili di lunghezza pari a circa 158 m, 17 m, 11 m raccordati da curve circolari destrorse di raggio pari rispettivamente a 195.00 m e 90 m. Gli elementi curvilinei sono collegati ai rettili mediante clotoidi di transizione di parametro A pari a 75.60.

L'andamento altimetrico dell'asse è condizionato dall'inserimento dei nuovi manufatti idraulici scatolari alle progressive pk. 0+069, 0+209, 0+343. Il primo manufatto viene scavalcato mediante livellette, in salita e discesa, di pendenza pari a 5.00 % collegate da raccordi parabolici concavi di raggio pari a 700.00 m e da un raccordo convesso di raggio 500.00 m. La necessità di comprimere al massimo tale scavalco deriva dalla presenza dell'accesso al parcheggio, previsto alla progressiva pk 0+112, da garantire. Il tracciato prosegue seguendo la quota altimetrica del parcheggio fino alla pk. 0+175 dalla quale il profilo si alza, con pendenza pari al 3.00 %, in modo tale da scavalcare gli altri due manufatti per poi scendere, con pendenza pari a -2.50 %, a quota piano stradale attuale. In questo secondo tratto del profilo sono stati utilizzati raccordi concavi di raggio pari a 500.00 m e 900.00 m e raccordi convessi di raggio pari a 470.00 m, 1'500 m, 400 m.

L'ingresso e l'uscita del parcheggio P3 sono stati modificati in funzione della nuova viabilità perimetrale.

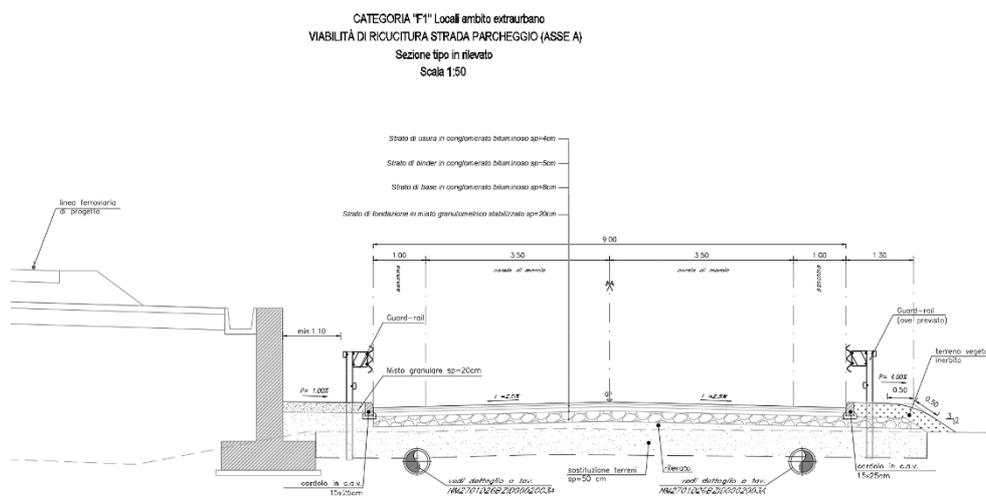
Il tracciato dell'asse NV02B ridefinisce dal punto di vista altimetrico un tratto della viabilità perimetrale a nord del parcheggio P3 per una lunghezza di 89.95 m. Planimetricamente il tracciato, che ricalca l'andamento attuale, si compone di una curva circolare di raggio pari a 304.50 m collegata ad un rettilo di lunghezza pari a circa 29 m.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato costituisce un dosso al fine di scavalcare il nuovo manufatto idraulico. E' presente una livelletta in salita di pendenza pari a 2.37 % seguita da una livelletta in discesa di pendenza pari a -0.34 % e di -2.36 % collegate da un raccordo parabolico convesso di raggio rispettivamente pari a 462.96 m e 350.00 m. Alle estremità il profilo longitudinale è raccordato alla viabilità esistente mediante raggi altimetrici di raggio pari a 700.00 m e 462.96 m.

Il tracciato dell'asse NV02C ridefinisce dal punto di vista altimetrico un tratto della viabilità interna del parcheggio P3 per una lunghezza di 71.00 m. Planimetricamente il tracciato ricalca l'andamento della viabilità attuale ed è costituito da un unico rettilineo di lunghezza pari a 71.00 m.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato costituisce un dosso al fine di scavalcare il nuovo manufatto idraulico. E' presente una livelletta in salita di pendenza pari a 3.20 % seguita da una livelletta di pendenza pari a 0.10 % e -5.00 % collegate da due raccordi parabolici convessi di raggio pari a 210.00 m. Alle estremità il profilo longitudinale è raccordato alla viabilità esistente mediante raggi altimetrici di raggio pari a 200.00 m e 400.00 m.

La sezione tipo adottata per l'asse NV02A e NV02B è coerente con la categoria "F1 locale ambito extraurbano". La piattaforma stradale è composta da due corsie di larghezza pari a 3.50m e banchine laterali di larghezza pari a 1.00m, per una larghezza complessiva pari a 9.00m. Tale misura va ad incrementarsi per la presenza della curva a stretto raggio, che richiede un allargamento delle corsie per garantire la corretta iscrizione dei veicoli (par. 5.2.7 del D.M. 2001), e allargamenti delle banchine, per garantire una visibilità sufficiente a permettere l'arresto in sicurezza del veicolo.



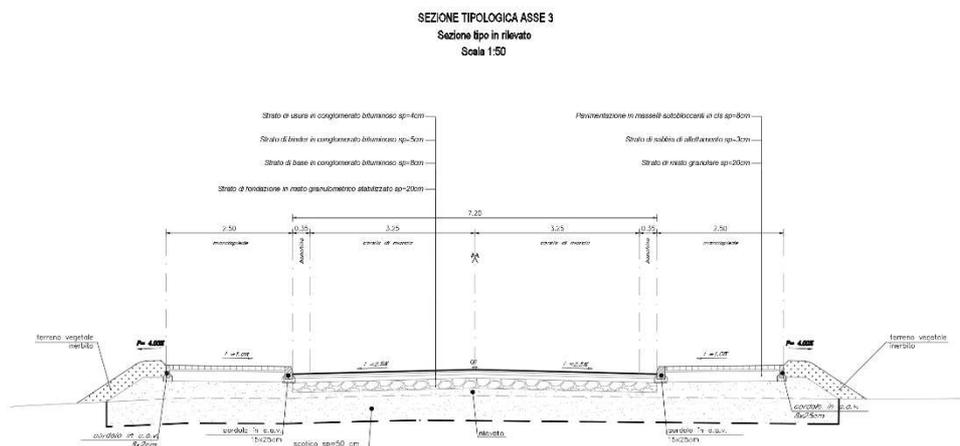
**Figura 63 – Sezione tipo in rilevato asse NV02A**

Il rilevato stradale è posato previa effettuazione di uno scotico di spessore 50 cm.

L’arginello presenta una larghezza di 1.30 m e sotto allo strato di terreno vegetale è presente lo strato di fondazione in misto granulometrico stabilizzato ben compattato.

Per l’asse NV02C è stata adottata una sezione tipo coerente con la sezione stradale attuale. La piattaforma stradale è composta da due corsie di larghezza pari a 3.25 m e banchine laterali di larghezza pari a 0.35 m, per una larghezza complessiva pari a 7.20 m. Alle estremità della piattaforma sono previsti due marciapiedi di larghezza pari a 2.50 m.

Il rilevato stradale è posato previa effettuazione di uno scotico di spessore 50 cm e l’arginello presenta una larghezza di 0.50 m.



**Figura 64 – Sezione tipo in rilevato asse NV02C**

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA <b>NM27</b>	LOTTO <b>01 D 05</b>	CODIFICA <b>RG</b>	DOCUMENTO <b>MD 00 00 001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>84 di 128</b>

## 9.9 STAZIONE DI ORIO AL SERIO

### 9.9.1 *Fabbricato viaggiatori*

Il Fabbricato Viaggiatori denominato Stazione Aeroporto di Orio al Serio è posto alla fine dell'intervento, in corrispondenza della pk 5+304.

La Stazione è costituita principalmente da un atrio aperto posto alla quota della banchina (finito architettonico a + 236,25 m slm, finito strutturale + 236,10 m slm) e da un piano interrato il cui piano di calpestio è previsto a quota 231,25 m slm (finito strutturale a + 230,85 m slm).

La struttura interrata, realizzata in c.a., poggia su una platea di fondazione di sp. 40 cm.

Il solaio a terra che delimita il piano interrato dall'atrio, è realizzato con lastre parzialmente prefabbricate di tipo predalle, con blocchi di alleggerimento in polistirolo e getto di completamento realizzato in opera. Lo spessore ipotizzato è di 35 cm (6 cm di soletta di completamento, 24 cm di alleggerimento, 4 cm di lastra predalle).

La copertura dell'atrio si estende per circa 23x32 m e poggia su 6 setti in c.a. di spessore pari a 60 cm e lunghezza variabile e su 10 pilastri 40x40 cm, anch'essi realizzati in c.a.; ha un'altezza libera di circa 7 m ed è caratterizzata da sbalzi di circa 5,5 m sul lato nord, 4,5 sui lati est e ovest e da un foro centrale di circa 15x7 m, in corrispondenza del quale è prevista la realizzazione di un lucernario a shed realizzato con pannelli in vetro fotovoltaico.

Per questa copertura (copertura principale) è prevista una struttura metallica, costituita da 4 travi principali ordite lungo la direzione est-ovest (fili 2, 3, 4, 5) e da travi secondarie trasversali poste a un interasse di circa 1,6 m. Il manto di copertura è realizzato con lamiera grecata 55 mm con sovrapposto uno strato coibentante di 50 mm, lastre in alluminio tipo Alucobond e Sistema Future 555 (tipo Riverclack). È previsto un controvento di falda, da realizzarsi con tondi in acciaio.

Nella parte sud dell'atrio di stazione sono previsti un'area servizi alla clientela e un blocco di servizi igienici; in corrispondenza di questi ambienti (posti nella zona compresa fra i fili 4 e 5) è previsto un vano tecnico, realizzato con solaio predalle sp. 20 cm (4+12+4) posto a 5 m dal piano di calpestio dell'atrio (quota estradosso strutturale + 241,10 m).

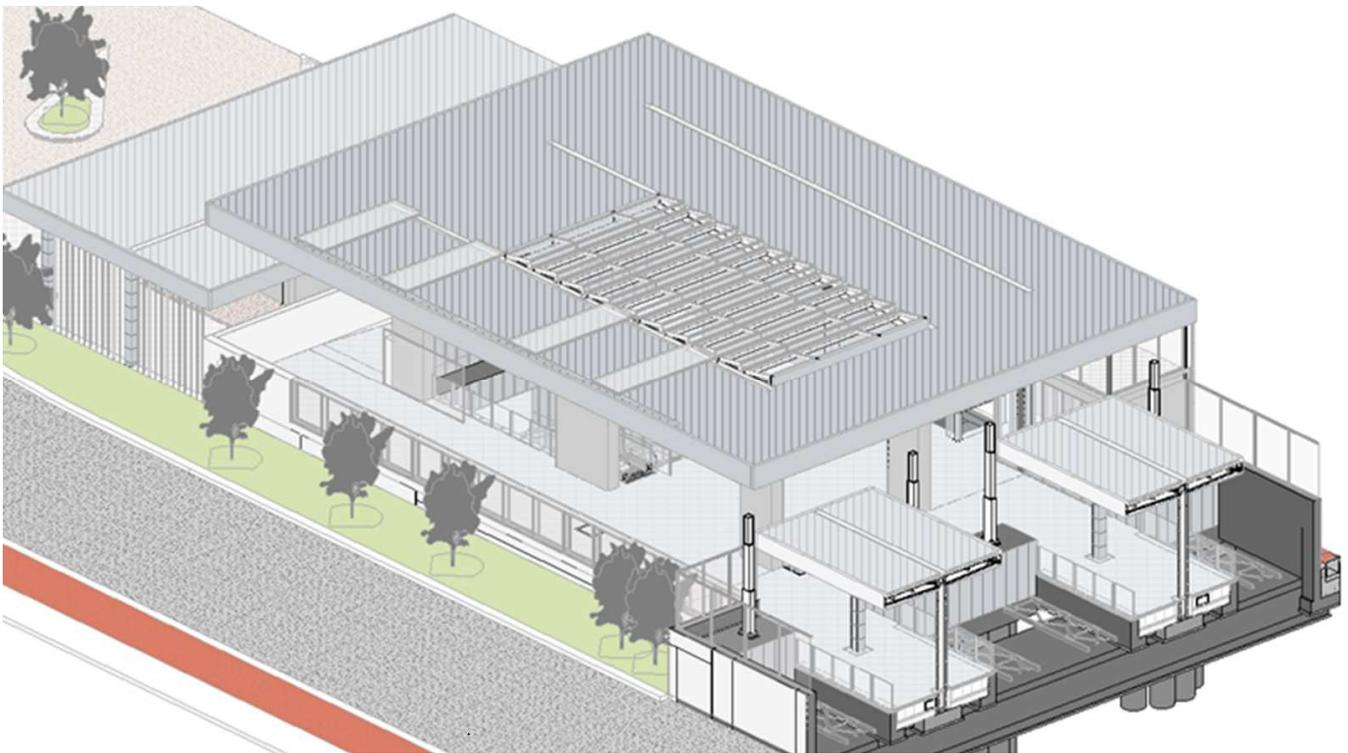
Nella parte est della stazione, l'atrio principale si raccorda al livello stradale (posto a quota + 234,45 m slm) mediante una rampa in c.a., per la quale è prevista un'orditura principale in direzione trasversale alla pendenza e uno spessore di 30 cm. In questa zona è previsto un secondo blocco fuori terra, indipendente dal primo, denominato “copertura bike box”, caratterizzato da una struttura metallica intelaiata.

Questa copertura si estende per circa 12x26 m e poggia su 10 colonne in acciaio; ha un'altezza libera di circa 4,90 m, con estradosso strutturale posto a quota + 240,18 m slm, ed è caratterizzata da sbalzi di circa 4 m sui lati sud e ovest, e da uno sbalzo di circa 2,5 m sul fronte ovest. Anche in questo caso è previsto un controvento di falda, da realizzarsi con tondi in acciaio. Nell'ambito di questo secondo corpo edilizio è prevista una copertura secondaria a

presidio dell'uscita di emergenza, posta a quota + 238,18 m. Il manto di copertura è analogo a quello previsto per la struttura principale.

I collegamenti verticali fra piano interrato e piano atrio sono costituiti da due scale mobili, due vani ascensore e due scale in c.a., delle quali una ha la funzione di scala di emergenza.

Gli ascensori sono di tipo panoramico, pertanto la struttura fuori terra è costituita da travi e pilastri in acciaio fondati su tre setti in c.a. che si sviluppano invece nel piano interrato.



**Figura 65 – Vista assonometrica FV01 – Copertura principale e Copertura Bike Box fronte nord**

### 9.9.2 Opere provvisionali

La paratia provvisoria è costituita da pali di lunghezza 12.0 m, di diametro 0.60 m ed interasse 0.8 m; il cordolo sommitale ha dimensione 80x80 cm. L'altezza massima di scavo è di 4.3 m.

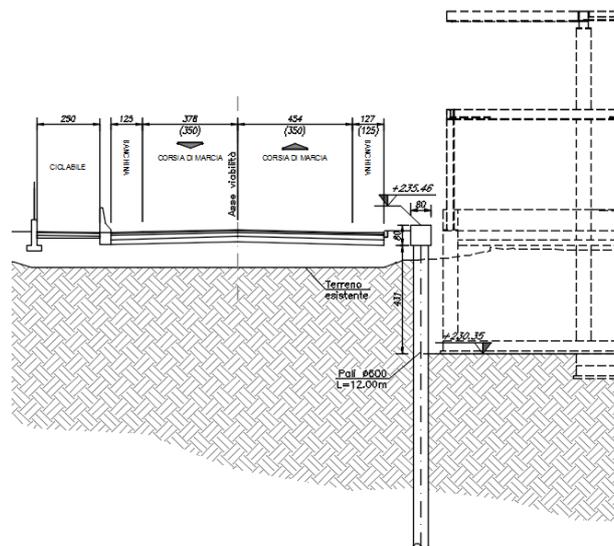


Figura 66 – Sezione dell'opera

### 9.9.3 Opere di protezione dall'urto del treno

L'opera di protezione contro l'urto del treno è costituita da una paratia di pali collegati in sommità da un cordolo. L'opera è composta da n°4 pali lunghi 8.0 m, di diametro pari a 1.00 m, con interasse di 1.10. Il cordolo presenta in pianta una sagoma rettangolare di dimensioni 2.00 m x 4.35 m ed un'altezza di 3.20 m.

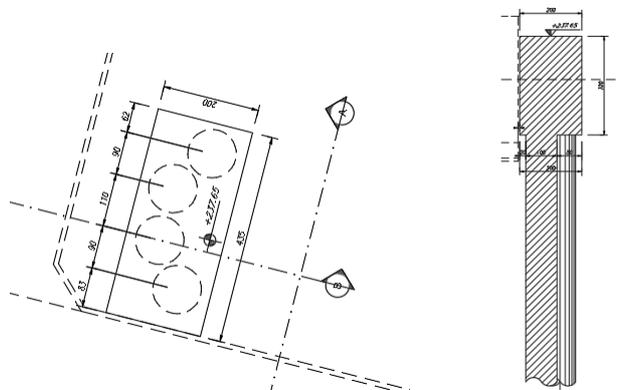


Figura 67 – Pianta e sezione dell'opera di protezione dall'urto del treno

### 9.9.4 Pensiline

La pensilina è costituita da 6 telai trasversali posizionati ad interasse di 5.00m. Ogni telaio è costituito da:

- 1 colonna in acciaio di tipo HEB360 alte 5.85m
- travi principali ad altezza variabile HEB400/300, che proseguono oltre le colonne con sbalzi trasversali di luce 2.98m.

Longitudinalmente, travi con sezione HEA260 collegano le colonne e gli arcarecci sono costituiti da IPE220. La trave di chiusura è costituita da un profilo UPN240.

Sono presenti controventi di copertura, costituiti da profili accoppiati 2Lx70x7.

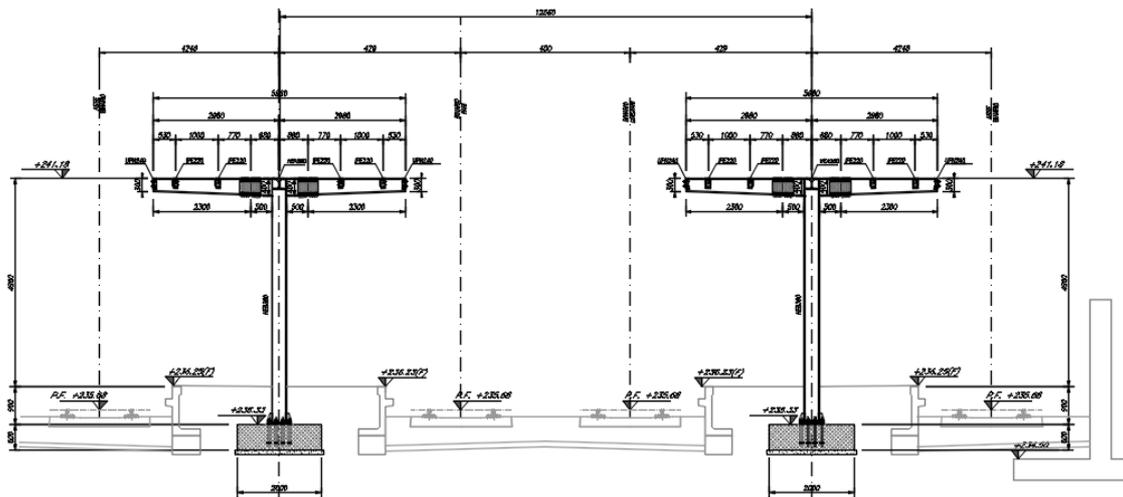


Figura 68 – Sezione trasversale

### 9.9.5 Muri a “U”

Il progetto della stazione prevede la realizzazione del percorso ciclopedonale, mediante una struttura composta da muri a U, che collega la Stazione di Orio al Serio al sottopasso autostradale verso il Centro Commerciale OrioCenter.

Questo manufatto è definito mediante sei sezioni tipologiche e presenta uno sviluppo in asse pari a circa 96 m ed una larghezza interna netta pari a 3.50 m. Le dimensioni degli elementi che compongono le sezioni sono variabili in funzione della quota a cui è posizionato il percorso.

E’ stata studiata anche una struttura dei muri a U, previsti all’innesto del sottopasso Orio Center sotto l’A4, analizzando sia la fase 1 di esercizio e sia l’eventuale fase 2 con l’ampliamento dell’autostrada A4 nella quale l’iniziale sezione ad U viene chiusa con una soletta in c.a.



Per maggiori dettagli si rimanda all’elaborato “Planimetria di smaltimento acque meteoriche” NM2701D26P9FV0100001A.

### 9.9.7 Drenaggio di banchina con pensilina e senza pensilina

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria e della banchina, per quanto concerne la parte protetta da pensilina, viene realizzato con dei pozzetti di dimensione interna 60x60 cm posti sotto banchina a lato delle fondazioni delle pensiline, nel tratto interferente con la Roggia Urgnana, mentre con pozzetti 100x100 cm nella restante porzione di banchina. Le acque della piattaforma ferroviaria recapitano al loro interno tramite dei collettori DN 160 posti ad interasse di minimo di 6 m, mentre le acque provenienti dalla copertura saranno collettate al pozzetto tramite un pluviale  $\phi$  120 mm. Dal pozzetto del pluviale al pozzetto di collegamento della rete principale, le acque sono recapitate con un collettore in PVC DN160.

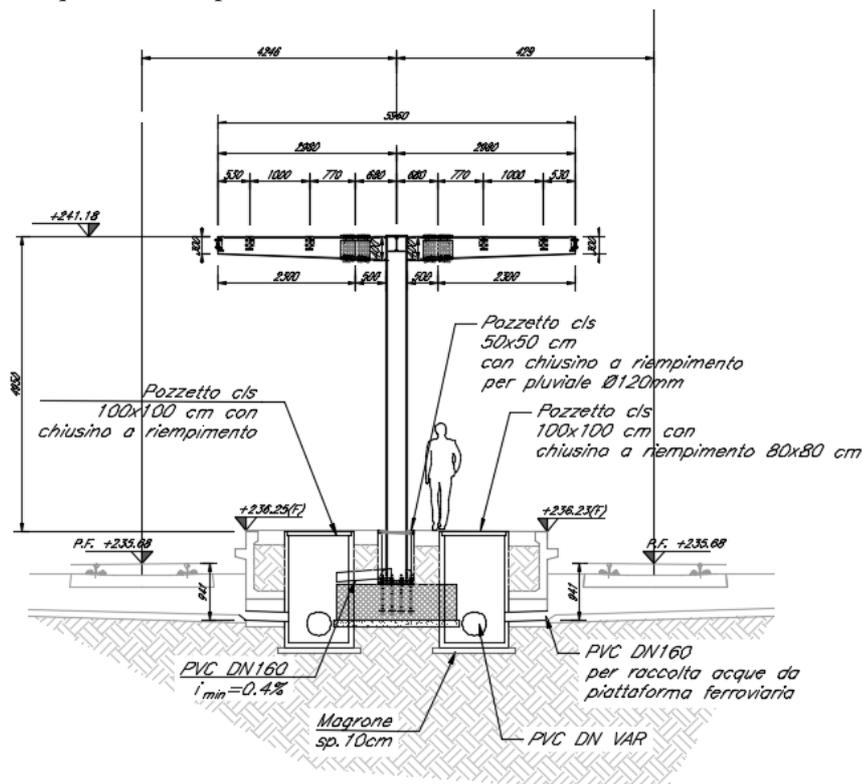


Figura 70 - Sezione idraulica della parte di fermata con banchina dotata di pensilina.

I pozzetti della rete principale sono connessi tra loro tramite collettori DN 250-400 in modo tale da recapitare le acque al fosso, attraverso quattro attraversamenti sotto i binari effettuali con collettori in PVC provvisti di bauletto in ca.

### 9.9.8 Drenaggio del fabbricato e delle aree esterne

Il sistema di drenaggio previsto per l'area adibita al nuovo fabbricato viaggiatori FV01 e per le aree del piazzale è costituito da un sistema di raccolta e smaltimento delle acque pluviali della copertura e di tutte le superfici il cui recapito finale sarà costituito da due vasche di laminazione, una posta vicino all'area bike box e una interna all'area del fabbricato principale.

Nella seguente figura è rappresentata la schematizzazione della rete idraulica considerata nel calcolo.

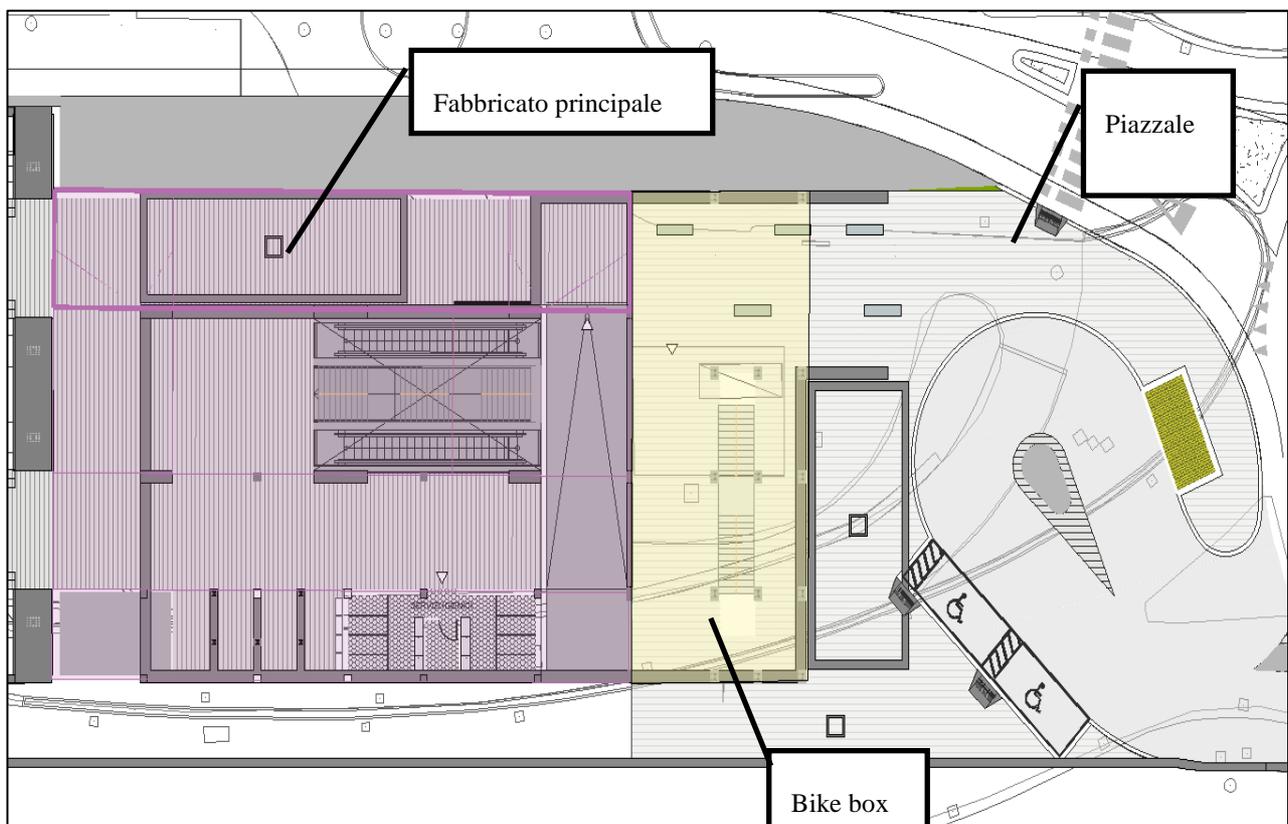


Figura 71 - Estratto planimetrico drenaggio.

#### Drenaggio del piazzale

Le aree circostanti il fabbricato costituite da pavimentazione semipermeabile hanno quota unica e sono drenate da caditoie.

Le superfici impermeabili asfaltate costituite dalla viabilità di accesso invece sono drenate da cunette alla francese che raccolgono le acque ai margini della rotatoria e, grazie alla pendenza della viabilità, le allontanano verso la rete esistente collocata ad est.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	91 di 128

## Drenaggio del fabbricato principale

Il sistema di raccolta delle acque del fabbricato prevede la captazione e l’invio delle acque della copertura, attraverso le grondaie, all’interno dei pluviali che, per esigenze architettoniche, saranno posizionati all’interno delle pareti in c.a., visto il loro elevato spessore.

In corrispondenza dei pluviali  $\phi 12$  cm, non sono presenti pozzetti in quanto lo spessore strutturale e di finitura non consentono. Per cui sono stati introdotti dei collettori in acciaio che saranno staffati alla soletta inferiore, nascosti alla vista grazie al controsoffitto.

Data la disposizione del fabbricato all’interno dell’area ferroviaria il dimensionamento dell’intera rete è effettuato considerando un tempo di ritorno di 100 anni. La superficie della copertura completamente impermeabile ( $\psi=1$ ) e dei piazzali ( $\psi=0.7$ ) ha dimensioni limitate impone, quindi, l’utilizzo di curve con tempi di pioggia minori di un’ora.

Il recapito finale, delle acque della copertura e di tutte le superfici impermeabili e semipermeabili, è costituito dalla Roggia Ugnana, previa laminazione.

### 9.9.9 Sistema di smaltimento delle acque nere

Il fabbricato viaggiatori necessita di adeguati impianti sanitari e quindi di un sistema di raccolta e allontanamento delle acque reflue.

Il dimensionamento è stato effettuato studiando la composizione degli ambienti e sulla base di riferimenti normativi e valori di letteratura con è stata stimata la portata nera di punta.

Il dimensionamento del sistema di scarico viene effettuato secondo Norma UNI EN 12056-2 “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo” con il metodo delle unità di scarico.

I collettori in progetto in uscita dal fabbricato sono due linee di PVC DN160 posati con pendenza 0.3%, sull’estradosso della soletta superiore della Roggia Ugnana oggetto di deviazione. Essi si congiungono in un PVC DN250 posato con pendenza 4.9% sotto la rampa della pista ciclopedonale, per poi raggiungere il recapito finale, individuato nella fognatura oggetto di deviazione, con passaggio in pozzetto sifonato.

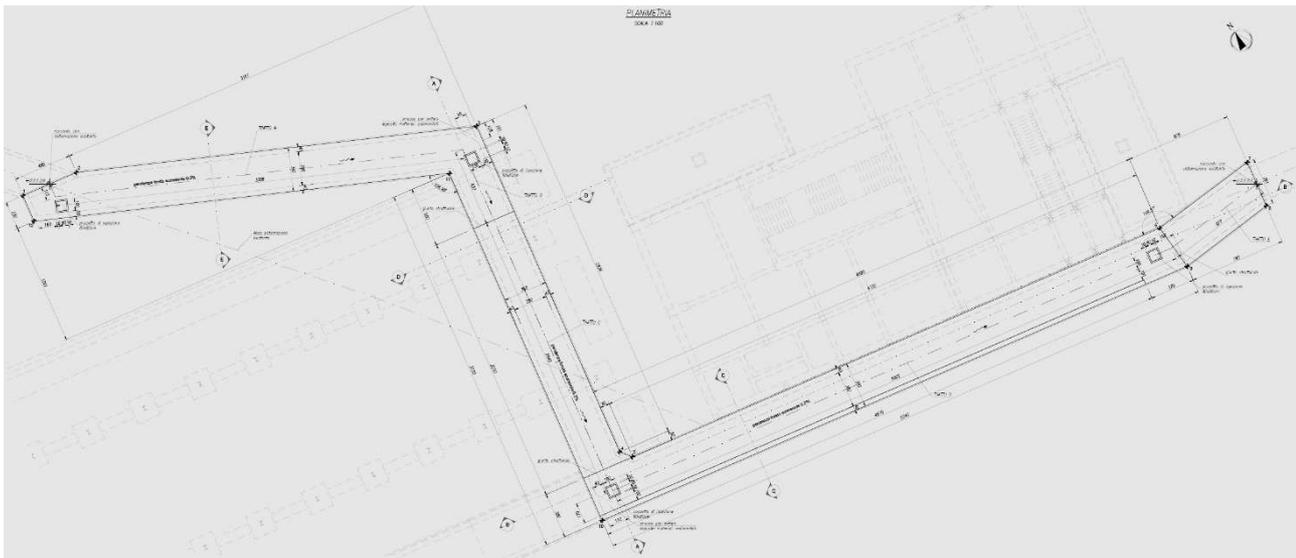
### 9.9.10 Deviazione Roggia Ugnana

La stazione di testa del collegamento ferroviario tra Bergamo e l’Aeroporto di Orio al Serio è posta in corrispondenza dell’attuale ingresso al parcheggio P2 e interferisce con la Roggia Ugnana proprio nel punto in cui questa emerge dopo aver sottoattraversato il sedime aeroportuale. Viste le quote dei binari e del fondo scorrevole del canale, non è possibile conservare il manufatto esistente inserendo al di sopra un’opera di scavalco in grado di sostenere i carichi ferroviari. Si rende dunque necessario lo spostamento della Roggia Ugnana e il suo completo rifacimento per il tratto interferente con le nuove opere, per un’estensione di circa 123 m.

Nel primo tratto della deviazione è previsto il sottoattraversamento obliquo della rilocata SP116 (lunghezza 33.60 m e sezione trasversale 2.80x1.20 m); il manufatto in progetto è caratterizzato da una sezione scatolare il cui estradosso è posto a circa 20 cm di profondità dal finito stradale.

Successivamente, il canale si pone ortogonale ai binari e passa sotto ai marciapiedi di stazione e al sedime ferroviario (lunghezza 30.70 m, sezione trasversale 2.80x1.20 m); in questo caso, a parità di sezione trasversale, l'estradosso della soletta superiore del manufatto in progetto è posto a circa 90 cm dal piano ferro. Si sottolinea che il passaggio al di sotto della sede ferroviaria è previsto in corrispondenza del tratto terminale degli apparecchi di fine corsa e quindi in un tratto in cui normalmente il treno non arriva, tuttavia lo scatolare viene verificato per resistere alle azioni indotte dai carichi ferroviari.

Attraversati i binari, la roggia si pone parallela all'Autostrada A4, sviluppandosi al di sotto del percorso ciclopedonale di collegamento con il centro commerciale di Orio Center (sezione trasversale 3.00x1.45 m). Dopo circa 58.80 metri la roggia si riconnette al suo sedime esistente tramite un pozzetto di raccordo.



**Figura 72 – Planimetria deviazione della Roggia Urgnana**

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	93 di 128

## 10 IDROLOGIA E IDRAULICA

### 10.1 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Dall’analisi della normativa vigente in materia di aree di esondazione si evidenzia che l’area interessata dalla realizzazione delle opere di progetto non ricade nelle fasce fluviali di esondazione ai sensi del PAI e non ricade in aree a pericolosità idraulica PGRA.

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

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

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

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

- non pregiudica la possibilità di sistemazione idraulica definitiva dell’area;
- non produce effetti negativi nei sistemi geologico ed idrogeologico, assicurando l’assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti;
- garantisce il mantenimento della funzionalità ed operatività proprie della struttura in casi di evento alluvionale;
- assicura il mantenimento delle condizioni di drenaggio superficiale dell’area e la sicurezza delle opere di

difesa esistenti;

- non producendo effetti né in termini di modifica di deflussi idrici, né in termini di squilibrio degli attuali bilanci della risorsa idrica (prelievi e scarichi).

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

## 10.2 IDROLOGIA E SOSTENIBILITA'

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

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

## 10.3 ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI

Lungo la tratta oggetto di tale studio, il tracciato della linea ferroviaria interseca i tratti terminali di una serie di torrenti, rii, fossi e canali irrigui.

Il progetto prevede la realizzazione del binario di raddoppio a 4.00 m dal binario esistente per una porzione di intervento, che implica in un solo caso la necessità di prolungare le opere di attraversamento idraulico esistente (IN03). Altri due attraversamenti di collocano nel tratto iniziale in affiancamento alla linea per Montello e sono l'IN01 e IN02. In questi casi non si prevedono interventi. Una nota a parte merita l'intersezione con lo scolmatore del Torrente Morla (IN04) alla progressiva 2+189 km. Esso scorre a cielo aperto fino in prossimità della nuova linea, per poi interrarsi e continuare in galleria. Per evitare problemi di stabilità dovuti al maggior carico gravante sull'opera esistente, si prevede una protezione strutturale.

Le successive interferenze idrografiche denominate IN05 e IN06 riguardano rispettivamente la Roggia Morla di Campagnola e Orio Ramo B e la Roggia Morla di Campagnola e Orio Ramo A, che sono partizioni del torrente Morla. Esse intersecano la ferrovia nel tratto in cui si trova in galleria, per cui al fine di compatibilizzare la costruzione dell'opera si prevedono delle deviazioni provvisorie. L'IN05 risolve l'interferenza mediante un sollevamento meccanico, mentre l'IN06 con un canale in terra trapezio.

Gli IN07 e IN08 si trovano nell'area in cui la linea ferroviaria corre tangente al parcheggio P2, per cui le opere di attraversamento saranno adatte sia alla linea ferroviaria, sia alla viabilità interna al parcheggio.

È stato necessario implementare anche una deviazione della Roggia Morla di Campagnola e Orio Ramo A (proseguo dell'IN06), per la nuova interferenza con la viabilità di risoluzione denominata NV01, di collegamento con l'aeroporto di Orio al Serio. La deviazione si compone di un canale rettangolare in ca di dimensioni 5.0x1.5 m

(IN09A) e 5.0x1.8m (IN09E) a pendenza costante per tratti e di tombini stradali (IN09C, IN09D), interni al parcheggio P2, e un tombino ferroviario (IN09B).

L'ultimo attraversamento irriguo riguarda l'IN10 Roggia Urgnana, localizzata nella stazione ferroviaria di Orio al Serio. Anche in questo caso, per compatibilizzare gli interventi di costruzione delle opere civili con l'opera idraulica, si prevedono delle fasi di deviazione provvisoria, prima con un collettore in cls  $\phi 1200$  e un tubo tipo ARMCO in acciaio ondulato e poi con un nuovo tracciato, sempre con tubi tipo ARMCO in acciaio ondulato. Il collettore in cls sarà posto al di sotto del nuovo ramo di viabilità dell'intervento NV02 e rimarrà a perdere, previo intasamento, al di sotto di essa.

Di seguito una tabella con l'indicazione degli attraversamenti idraulici.

WBS	Progressiva [km]	Progetto	B o D	H	N. CANNE	Pendenza minima di progetto
			m	m		m/m
IN 03	1+008	CIRCOLARE	1.50	1.50	1.00	0.0050
IN 04	2+189	PROTEZIONE STRUTTURALE	-	-	-	-
IN 05	2+859	CIRCOLARE	1.00	1.00	1.00	0.0030
IN 06	3+023	CANALE RETTANGOLARE	5.00	2.00	1.00	0.0010
IN 07	4+022	SCATOLARE	2.00	1.50	1.00	0.0098
IN 08	4+154	SCATOLARE	2.00	1.50	1.00	0.0098
IN 09A	-	CANALE RETTANGOLARE	5.00	1.50		0.0030
IN 09B	4+304	SCATOLARE	5.00	1.80	1.00	0.0036
IN 09C	-	SCATOLARE	5.00	1.50	1.00	0.0060
IN 09D	-	SCATOLARE	5.00	1.50	1.00	0.0060
IN 09E	-	CANALE RETTANGOLARE	5.00	1.80		0.0020
IN 10	5+293.67	MANUFATTO SCATOLARE TOMBATO	3.00	1.50	1.00	0.0020

L'orografia della zona impone, inoltre, la necessità di garantire lo scarico delle acque da un lato all'altro della linea. Di seguito si riporta una tabella contenente i fornici di trasparenza in progetto.

WBS	PROGRESSIVA	Progetto	DIAMETRO	NUMERO CANNE
	km		m	
IN51	1+910	CIRCOLARE	1.50	1.00
IN52	1+935	CIRCOLARE	1.50	1.00
IN53	2+072	CIRCOLARE	1.00	1.00
IN54	3+944.5	CIRCOLARE	1.00	1.00
IN55	3+954.5	CIRCOLARE	1.00	1.00

Tutti gli attraversamenti di trasparenza (IN51, IN52, IN53, IN54, IN55) verranno realizzati ex-novo, per essi non si evidenziano problematiche che possano influenzare la realizzazione dell'opera, mentre nei casi di attraversamenti secondari in asse con le esistenti è necessario innanzitutto prevedere le lavorazioni nel periodo in cui il consorzio effettuerà la chiusura per manutenzione dei canali (gennaio/febbraio) inoltre, dato che tutti i canali consortili sono anche canali di scolo fognario è necessario prevedere delle fasi di realizzazione.

Il presente progetto attraversa un'area urbanizzata in cui sono presenti canali irrigui che risultano tombati per lunghi tratti, ben oltre l'area ferroviaria oggetto di intervento. Pertanto, in caso di eventuale lavorazione, la risoluzione di tali attraversamenti non potrà essere limitata all'eventuale rifacimento del solo attraversamento sotto binario; si ritiene tuttavia che la struttura dell'opera esistente sia comunque adeguata a sostenere i carichi ferroviari, avendo la medesima configurazione strutturale sia a monte che a valle dell'attraversamento.

ATTRAVERSAMENTO	CANALE IRRIGUO	Progressiva [km]	MANUFATTO PRESENTE
IN 01	Livelli Maddalena	0+307.45	DN400 Tombato
IN02	Morlino Passi	0+854	DN1000 Tombato

Con queste premesse, si giunge alla conclusione che gli attraversamenti tombati non dovranno essere sottoposti a progetto idraulico in questa fase. Per un maggior approfondimento circa gli interventi specifici si rimanda alla fase progettuale successiva.

#### 10.4 SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Il progetto di smaltimento idraulico della linea ferroviaria prevede la raccolta, il collettamento, l'accumulo e il recapito delle acque meteoriche afferenti la piattaforma ferroviaria e le banchine di stazione.

A seconda della sezione tipologica ferroviaria è previsto l'utilizzo di specifici elementi idraulici; si possono perciò individuare delle metodologie di drenaggio, ovvero canalette, fossi in terra o rivestiti in calcestruzzo, collettori di attraversamento della sede ferroviaria, fossi drenanti, aree di laminazione e dispersione e pozzi perdenti.

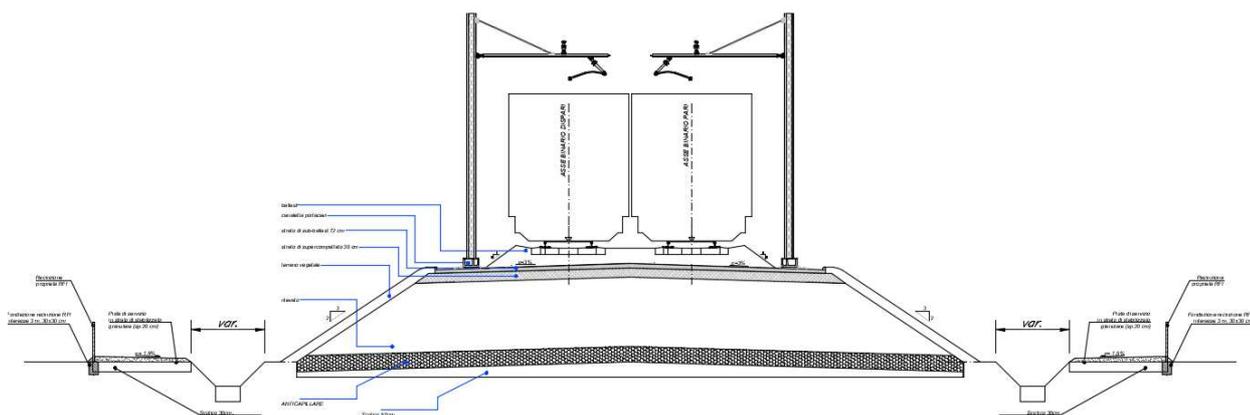
Il regolamento regionale 23 novembre 2017 – n.7 “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12”, aggiornato con modifiche e integrazioni n.7/2018 e n.8/2019, limita la portata di acqua da poter scaricare all’interno dei ricettori finali; per far fronte a tale normativa nel progetto è previsto l’utilizzo di vari sistemi in funzione dello spazio e della permeabilità del suolo. Questi sistemi possono essere raggruppati nelle seguenti tipologie:

- Sistemi a dispersione e laminazione: Puntuali (aree di laminazione e pozzi perdenti) e lineari (fossi in terra);
- Sistemi di laminazione (fossi in terra).

In particolare, per rispettare i limiti imposti allo scarico dalle normative vigenti, in pubblica fognatura o su corpi idrici superficiali, ci si è avvalsi di manufatti di regolazione nei tratti terminali. Per garantire l’invaso idrico nei sistemi di laminazione sono stati impiegati manufatti denominati a quinte, per sostenere il livello dell’acqua all’interno delle linee di raccolta.

#### 10.4.1 Sezioni tipo idrauliche

La sezione in rilevato presenta un fosso di guardia in terra con scarpa 1/1 ai piedi, con eventuale bauletto in ghiaia per favorire la dispersione di altezza minima 50 cm. Le acque che cadono sulla piattaforma ferroviaria sono convogliate ai fossi tramite degli embrici in cls con interasse variabile in funzione della diversa pendenza longitudinale della livelletta.



**Figura 73 – Sezione tipo in rilevato**

Le sezioni in trincea aperta prevedono una canaletta di raccolta rettangolare in calcestruzzo alla base della trincea per ogni lato, e un fosso di guardia in testa non rivestito e con scarpa delle sponde 1/1.



solo eventuali acque di infiltrazione, stillicidio, sversamenti accidentali,... Le canale sotto marciapiedi continuano con la sola funzione di convogliamento verso l’impianto di sollevamento.

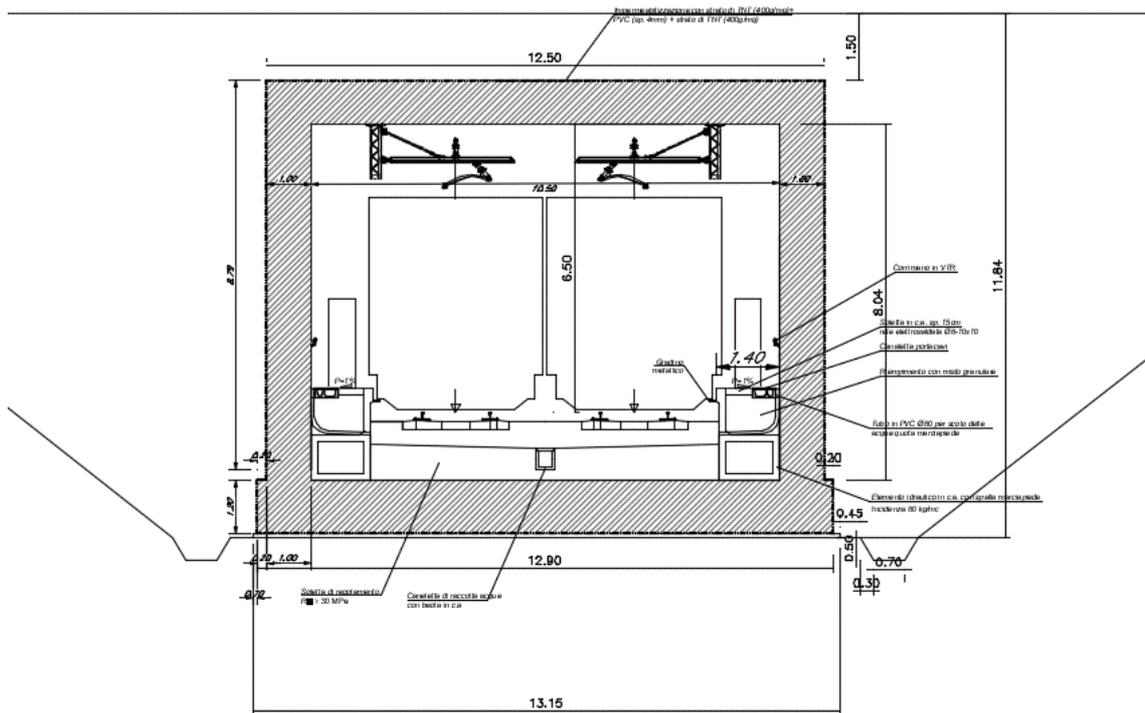
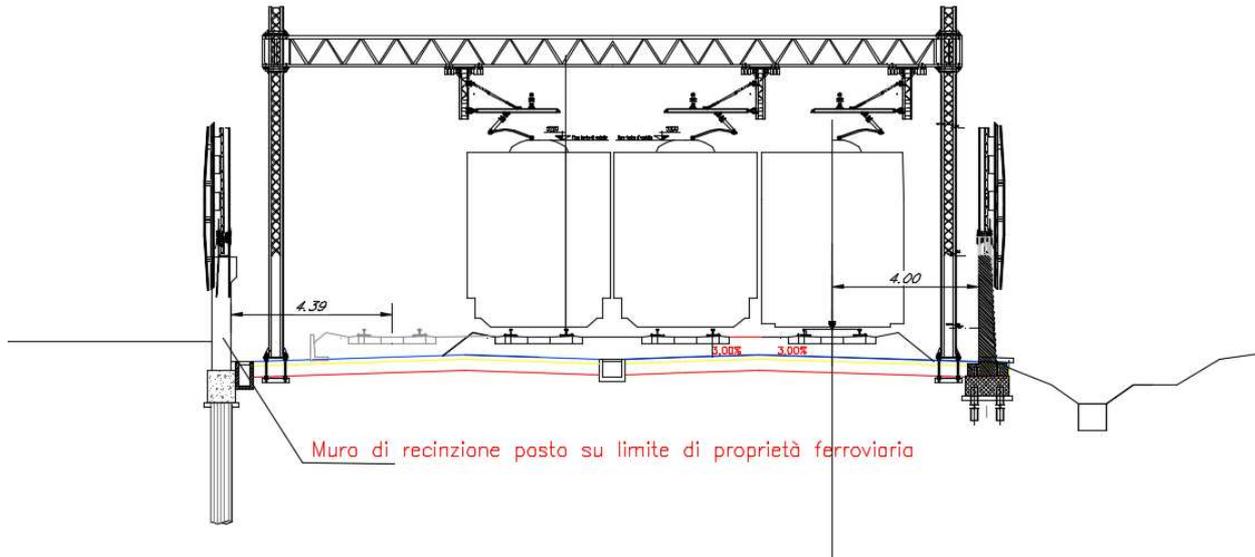


Figura 76 – Sezione tipo in galleria

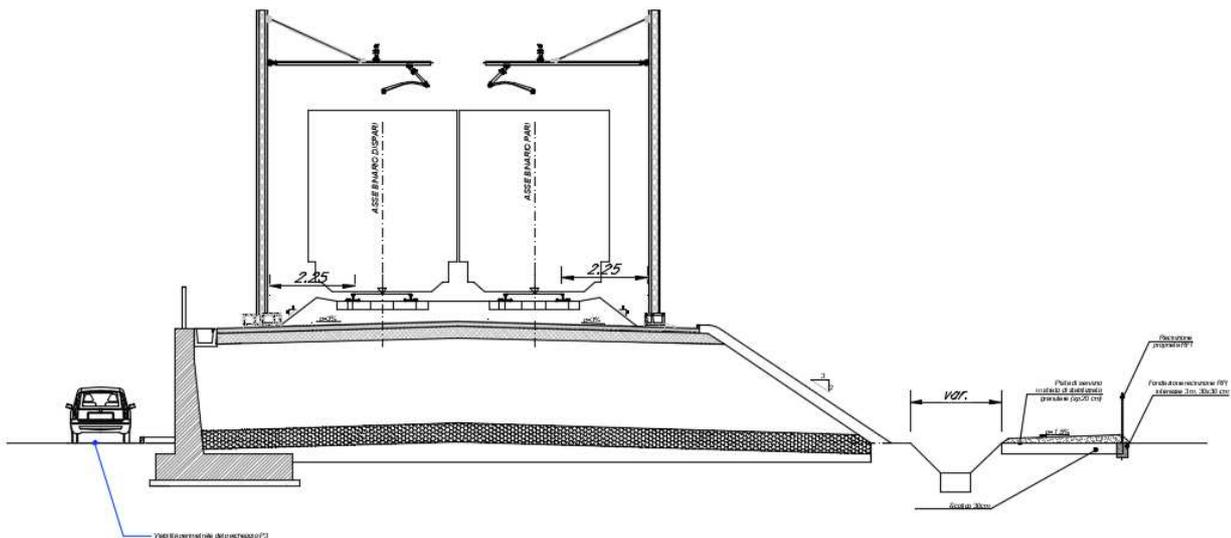
Nel tratto iniziale del tracciato, tra le progressive 0+382 a 0+570 si configura la necessità di inserire delle barriere antirumore su muro di recinzione o senza muro, in quanto la linea si sviluppa a Bergamo città e ci sono degli edifici da proteggere.

È necessario inserire delle canalette beolate all’interno della sede ferroviaria e ai margini per raccogliere le acque e per la loro dispersione si prevede un fosso trapezoidale in terra con scarpa 1/1 e bauletto in ghiaia sul fondo. Lo scarico della barriera lato fosso avviene con dei fori ad interasse 3 m e successivo scarico su embrici ogni 15 m.



**Figura 77 – Sezione tipo con BA**

Tra le progressive 3+980 e 4+500 km la ferrovia corre parallela alla viabilità di ripristino del parcheggio P3 (NV02). Ivi è necessario l’inserimento di un muro di sostegno della sede ferroviaria e in testa ad esso si colloca una canaletta in cls 40x40 cm. A lato scarpata si prevede ancora un fosso trapezoidale in terra con scarpa 1/1 e bauletto in ghiaia sul fondo.



**Figura 78 – Sezione tipo affiancata NV02**

Tra le progressive 4+304 e 4+396 km in affiancamento alla linea è prevista la deviazione della Roggia Morla di Campagnola e Orio Ramo A, rappresentata nel tratto interessato da un canale rettangolare in cls 5.0x1.8m. Le acque meteoriche afferenti alla superficie ferroviaria sono raccolte con canalette in cls 40x40cm.

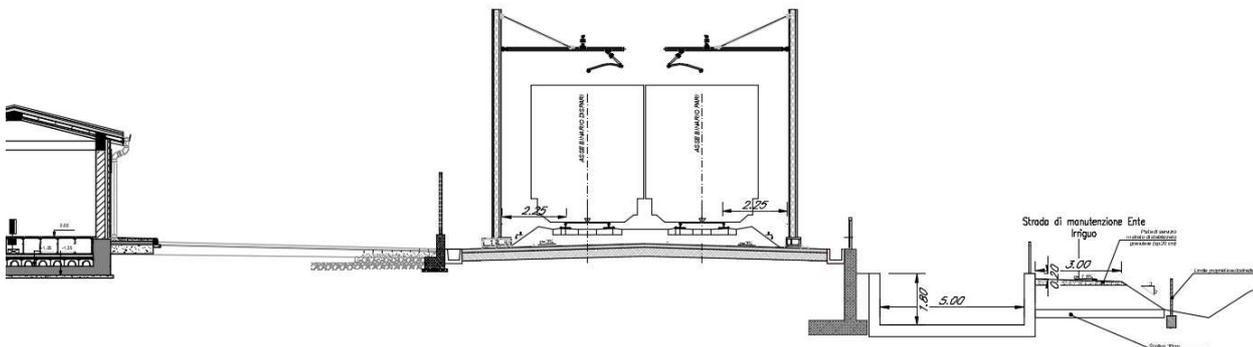


Figura 79 – Sezione tipo affiancata a canale consortile

## 11 COMPATIBILITA' CON I VINCOLI AEROPORTUALI ESISTENTI

Il progetto è stato verificato dal punto di vista del rispetto dei vincoli aeroportuali. Tali vincoli sono relativi alla presenza delle piste di volo dell'Aeroporto di Orio al Serio (piste 30-12 e piste 10-28). Per queste sono state prese a riferimento le mappe di vincolo inviate ad ENAC nel 2017, aggiornate con l'istituzione della superficie di avvicinamento strumentale per la pista 10 e con relativa modifica della superficie di transizione.

Verificata la congruenza con tali mappe di vincolo, attraverso gli strumenti messi a disposizione da ENAV nel suo sito, è stata effettuata la verifica di asseguettabilità al rilascio dell'autorizzazione ENAC (p.e. interferenza con settori TOFPA, Take Off Path Area) ed è stata, inoltre, verificata l'interferenza con le superfici BRA (Building Restricted Areas) previste dall'EUR DOC 015 ICAO.

Stante la presenza del nuovo dispositivo di assistenza al volo VOR (Very Frequency Omnidirectional Range), è stato verificato il rispetto delle indicazioni contenute nel EUROCAE ED 52 - MINIMUM OPERATIONAL PERFORMANCE SPECIFICATION FOR GROUND CONVENTIONAL AND DOPPLER VERY HIGH FREQUENCY OMNI RANGE (CVOR and DVOR) EQUIPMENT.

### Compatibilità con le mappe di vincolo dello spazio aereo

L'intervento ferroviario comprensivo della stazione BGY, non inserisce ostacoli al volo, ponendosi con il suo ingombro complessivo (comprensivo dei pali per la trazione elettrica con la massima altezza possibile) ad una quota inferiore sia nel caso delle piste 30-12 che delle piste 10-28. Anche la viabilità di collegamento tra parcheggio P3 e centro commerciale Galassia (WBS IR01) risulta compatibile ponendosi con la quota più alta dei

pali di illuminazione ad una quota inferiore a 250m s.l.m.

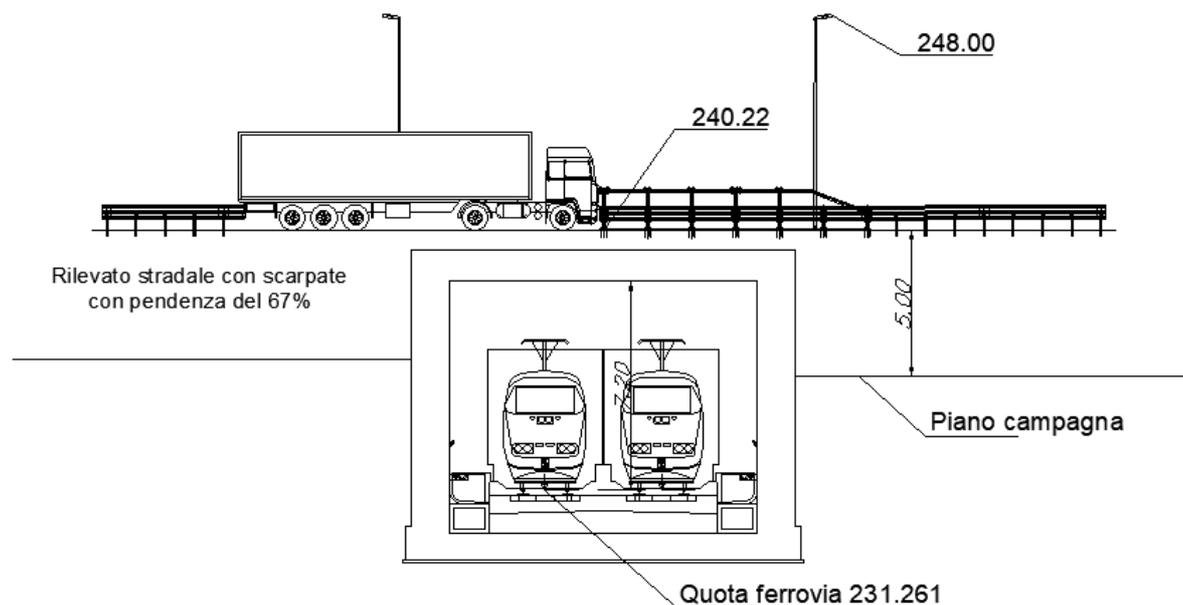


Figura 80 – Sezione in corrispondenza cavalcaferrovia lungo strada di collegamento parcheggio P3 e centro commerciale Galassia

## Compatibilità con il VOR

A servizio dell'aeroporto di Orio al Serio, è prevista l'installazione di un nuovo VOR (Very Frequency Omnidirectional Range, avente le seguenti coordinate del centro 1553121.67N; 5057970.55E). Il suo posizionamento è previsto lungo l'asse della pista principale, ad una distanza di 887 m in direzione NO, oltre la strada Statale 342, nelle vicinanze del parcheggio “P3” e del Centro Galassia.

La verifica della compatibilità è stata eseguita sulla base delle prescrizioni individuate dalla normativa di settore, in particolare dalla norma EUROCAE ED 52 - MINIMUM OPERATIONAL PERFORMANCE SPECIFICATION FOR GROUND CONVENTIONAL AND DOPPLER VERY HIGH FREQUENCY OMNI RANGE (CVOR and DVOR) EQUIPMENT.

Tale norma individua tre aree, poste a distanze di 100, 200 e 300 m dal centro dell'antenna VOR imponendo i seguenti vincoli:

a) *Out to distance of 100 meters (328 feet) from the center of the VOR antenna, there should be no obstacles with a height exceeding 7 meters (23 feet) and there should be no metallic objects. Any slope in the terrain must be less than 2.3%.*

b) *From 100 meters (328 feet) to a distance of 200 meters (656 feet), any groups of trees must be less than 10 meters (33 feet) in height and must subtend a horizontal angle of less than 7 degrees with respect to the VOR. Any power lines must be less than 5 meters (16 feet) in height and must be located on a radial to the VOR. The*

power lines must be subtend a horizontal angle of less than 10 degrees with respect to the VOR. Terrain slope must be less than 4%.

c) From 200 meters (656 feet) to a distance of 300 meters (984 feet), buildings must be less than 12 meters (39 feet) in height, metallic buildings must be less than 6 meters (23 feet) in height and the terrain slope must be less than 8%. Power lines must be less than 9 meters (30 feet) in height.

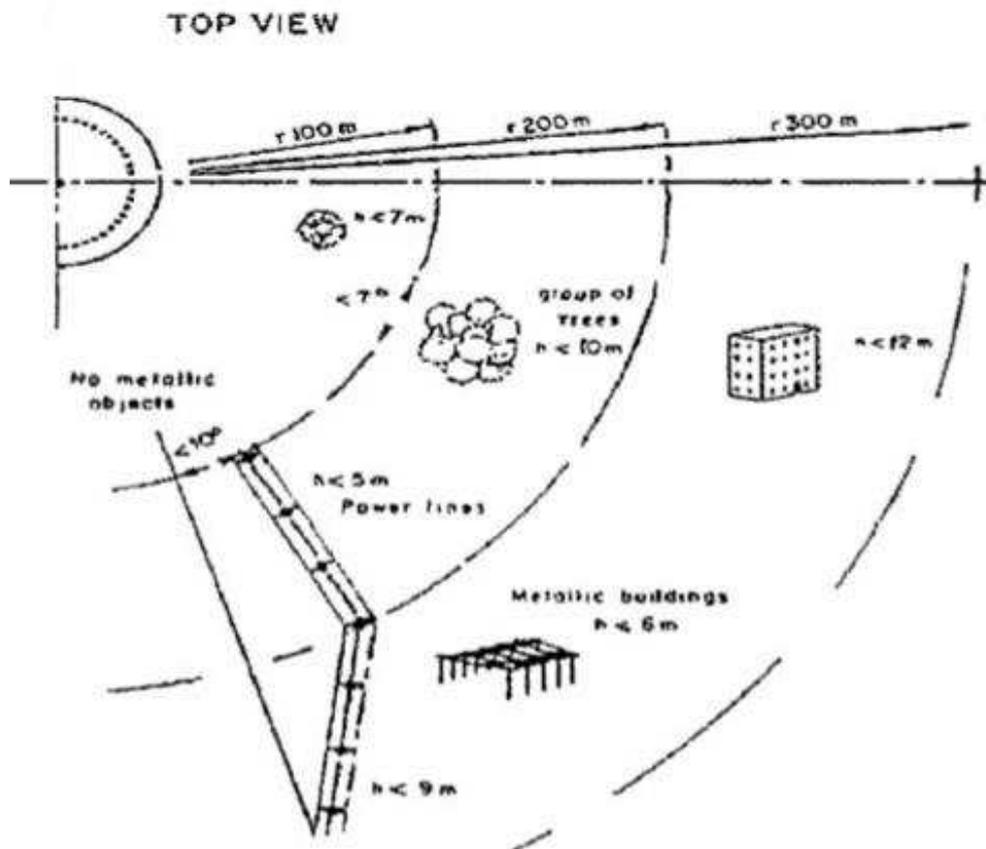


Figura 81 – Estratto dal EUROCAE ED 52, DVOR Siting Criteria

### Compatibilità con il VOR della linea ferroviaria

La linea ferroviaria si sviluppa lungo un corridoio non radiale rispetto all'antenna VOR, mantenendosi sempre a una distanza superiore ai 200m.

Nella fascia tra 200 e 300m si è scelto di rispettare il vincolo più stringente, nell'idea che la successione di pali metallici (passo 60m) con le corde di contatto e sospensione della trazione elettrica ferroviaria potessero essere equivalenti alla presenza di un edificio con struttura metallica (Metallic Buildings). A tale fine, nel tratto interferente con la fascia di vincolo VOR verranno adottati pali di altezza massima pari a 7.5m da piano ferro, evitando l'inserimento di portali di sospensione con altezza fino a 9.2m da p.f.

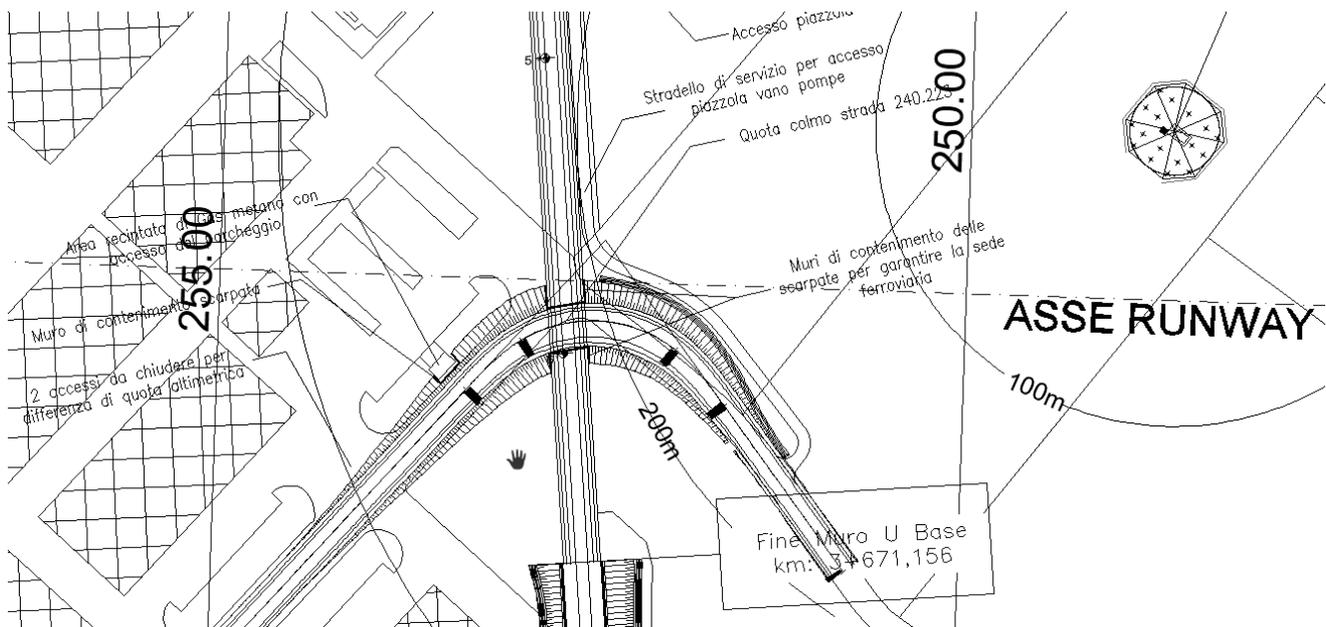
Il profilo longitudinale della ferrovia è stato, quindi, definito in modo che l'altezza massima dei pali T.E. sia sempre al di sotto del limite di 6.00m dal piano campagna.

### *Compatibilità con il VOR della strada di collegamento tra parcheggio P3 e centro commerciale Galassia*

La viabilità di collegamento tra parcheggio P3 e centro commerciale Galassia ricade:

- Con l’opera di scavalco nella fascia di rispetto VOR tra i 200 ed i 300m.
- Con la rampa est nella fascia di rispetto VOR tra i 100 ed i 200m.

La strada, nel punto più alto dell’opera di scavalco, avrà un’altezza pari a 5.0m sul piano campagna a cui dovranno sommarsi i guardrail metallici ed i pali dell’illuminazione. Il sovrappasso può essere paragonato ad un’opera puntuale come un edificio, il quale nella fascia tra 200 e 300m, può arrivare fino a 12m.



La scarpata in terra della rampa est del sovrappasso, si trova invece ad una distanza dal VOR inferiore a 200m con un minimo pari a circa 170m. Tale scarpata ha un’altezza compresa tra 5.0m sul pc fino a zero, con una pendenza di 2V-3H (33° circa).

Lungo tale scarpata saranno installati guardrail metallici e pali dell’illuminazione. Si ritiene che la rampa, con queste caratteristiche, non costituisca un ostacolo per il corretto funzionamento del VOR.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	105 di 128

## 12 GESTIONE TERRE E BONIFICHE

Nella progettazione ambientale degli interventi è stato incluso uno studio specifico volto all’individuazione delle modalità di gestione dei materiali di risulta delle opere in progetto ed è stato redatto un piano di gestione dei materiali di risulta propedeutico al futuro Piano di Utilizzo ai sensi del DPR 120/2017 per la gestione di quota parte dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti, corredato dalle opportune analisi di caratterizzazione effettuate lungo tutto lo sviluppo del tracciato in fase progettuale.

Gli interventi in progetto saranno caratterizzati, infatti, dai seguenti flussi di materiali:

- materiali da scavo da riutilizzare nell’ambito dell’appalto, che verranno trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito temporaneo in attesa di utilizzo, sottoposti a trattamenti di normale pratica industriale ove necessario ed infine conferiti ai siti di utilizzo interni al cantiere: tali materiali saranno gestiti ai sensi del DPR 120/2017 (oggetto del futuro Piano di Utilizzo);
- materiali da scavo in esubero trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito temporaneo in attesa di utilizzo, sottoposti a trattamenti di normale pratica industriale ove necessario ed infine conferiti ai siti di destinazione esterni al cantiere: tali materiali saranno gestiti ai sensi del DPR 120/2017 (oggetto del futuro Piano di Utilizzo);
- materiali necessari per il completamento/realizzazione dell’opera che dovranno essere approvvigionati dall’esterno (non oggetto del futuro Piano di Utilizzo);
- materiali di risulta in esubero non riutilizzabili nell’ambito delle lavorazioni né conferibili a siti esterni in qualità di sottoprodotti ai sensi del DPR 120/2017: tali materiali saranno gestiti in qualità di rifiuti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (non oggetto del futuro Piano di Utilizzo).

Pertanto, al fine di appurare la possibilità di soddisfare le esigenze del progetto, nell’ambito della redazione del piano di gestione dei materiali di risulta propedeutico al futuro Piano di Utilizzo ai sensi del DPR 120/2017 sono stati individuati i possibili siti di conferimento compatibili con i materiali di scavo in questione attraverso contatti diretti con gli Enti territorialmente competenti.

Nella presente fase progettuale è stato inoltre eseguito il censimento degli impianti in grado di fornire materiali aventi caratteristiche e quantità simili a quelle richieste dal progetto in termini di fabbisogno di inerti e dei siti idonei per il conferimento dei materiali prodotti in corso di realizzazione che si prevede di gestire in regime rifiuti.

Anche per effettuare il censimento degli impianti di recupero/smaltimento disponibili sul territorio ed idonei ad accettare i materiali che si prevede di gestire in qualità di rifiuti sono state eseguite in fase progettuale delle preventive analisi di caratterizzazione, seppur rappresentative dello stato ante operam dei luoghi.

Per maggiori dettagli sulle modalità di gestione dei materiali di risulta (compresi quelli per la gestione di quota parte del materiale in esubero nel regime rifiuti) e sui siti di approvvigionamento e smaltimento si rimanda agli elaborati specialistici di dettaglio.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	106 di 128

## 13 IMPIANTI TRAZIONE ELETTRICA

### 13.1 SSE DI BOCCAIONE

Nel presente capitolo vengono descritti i criteri progettuali impiegati per gli interventi di ammodernamento della SSE di Boccaleone e del nuovo fabbricato nell'ambito degli interventi per la nuova linea Bergamo – Orio al Serio.

La SSE di Boccaleone è esistente e risulta attualmente alimentata dalla rete di trasmissione a 132 kV, attraverso un collegamento in linea aerea dalla vicina Cabina Primaria Terna, ed è equipaggiata con 2 gruppi di conversione in grado di erogare ciascuno una potenza di 3.600 kW nominali, alla tensione di 3600 Vcc, per un totale di 7.200 kW nominali.

La corrente raddrizzata viene portata alle linee di contatto tramite 4 celle alimentatore. Gli impianti della SSE sono completati dai servizi ausiliari alimentati da un trasformatore ausiliario. Per l'ammodernamento ed il potenziamento della sottostazione oggetto della presente trattazione si rende necessario provvedere all'installazione di due nuovi gruppi (gruppo A e gruppo B) di potenza superiore pari a 5400 kW cadauno – più la predisposizione per un eventuale gruppo di riserva futuro (gruppo C) - in sostituzione dei due gruppi esistenti. Saranno previste fasi realizzative che permettano la sostituzione delle apparecchiature esistenti solo quando almeno il nuovo gruppo (gruppo A) e le relative apparecchiature saranno già collegate e funzionali.

La sottostazione elettrica dovrà essere predisposta e compatibile alle attuali norme inerenti il Sistema di automazione e diagnostica (SAD) e per il sistema di Telecontrollo degli impianti di trazione Elettrica a 3 kV c.c.

Presso la SSE di Boccaleone tutte le lavorazioni avverranno in più fasi. Rispettivamente all'interno del fabbricato e nell'area di piazzale, saranno previste le seguenti fasi con le relative lavorazioni:

#### FASE 1

##### Lavori interni al nuovo fabbricato SSE

- Realizzazione delle canalizzazioni e cunicoli
- Realizzazione dell'impianto di terra
- Installazione dei quadri 3kV
- Realizzazione dello SCADA di SSE
- Realizzazione del nuovo quadro dei Servizi ausiliari
- Realizzazione del nuovo quadro di protezione Gruppo “A”
- Realizzazione del nuovo quadro Sezionatori prima e seconda fila
- Realizzazione del quadro Carica batterie
- Realizzazione degli impianti LFM
- Realizzazione della connessione del gruppo A al nuovo quadro 3kV

##### Lavori nell'area di piazzale

- Realizzazione delle canalizzazioni, dei blocchi di fondazione e installazione di tutte le apparecchiature di protezione in AT del gruppo “A” (Trasformatore, Scaricatori, Sezionatore, Interruttore, Trasformatori di corrente, supporti per sbarre, armadi d'interfaccia e del trasformatore d'isolamento)
- Predisposizione di tutte le canalizzazioni relative alle opere previste nelle fasi successive

- Realizzazione di una parte dell’impianto di terra ed impianto illuminazione
- Realizzazione delle canalizzazioni/pozzetti del negativo.
- Realizzazione delle calate alimentatori dai nuovi pali alla linea TE esistente
- Realizzazione e messa in servizio di tutte le installazioni elettromeccaniche dei nuovi pali TE ed i relativi collegamenti al quadro 3kV, S. Aux. e sez. seconda fila
- Rimozione tratto di binario per trasporto del gruppo AT su carro (mobile).

## FASE 2 (ove sarà attivo il solo nuovo gruppo A)

### Lavori interni al fabbricato

- Messa in servizio del gruppo “A”
- Messa in servizio del nuovo quadro 3kV
- Messa in servizio del nuovo SCADA
- Messa in servizio del quadro S.Aux ca e cc
- Messa in servizio del quadro Carica batterie
- Rimozione/demolizione delle celle alimentatore esistenti
- Rimozione/demolizione di tutti i quadri ausiliari dismessi.
- Realizzazione delle canalizzazioni 3kV dal gruppo al nuovo quadro 3kV
- Realizzazione di un Sistema di Automazione e Diagnostica (SAD) per impianti di SSE

### Lavori nell’area di piazzale

- Demolizione e rimozione di tutte le apparecchiature del fabbricato esistente
- Demolizione e rimozione gruppi esistenti e relative apparecchiature e opere civili
- Rimozione/demolizione dei pali TE esistenti con le relative apparecchiature
- Realizzazione di una parte dell’impianto di terra ed impianto illuminazione

## FASE 3

### Lavori nell’area di piazzale

- Realizzazione delle canalizzazioni, dei blocchi di fondazione e installazione di tutte le apparecchiature di protezione in AT del gruppo B (Trasformatore, Scaricatori, Sezionatore, Interruttore, Trasformatori di tensione capacitivi e di corrente, supporti per sbarre, armadi d’interfaccia e del trasformatore d’isolamento)
- Realizzazione delle canalizzazioni, dei blocchi di fondazione e predisposizione per futura installazione delle apparecchiature di protezione in AT del gruppo C
- Realizzazione di una parte dell’impianto di terra ed impianto illuminazione

## FASE 4 (ove sarà attivo anche il nuovo gruppo B – oltre che il gruppo A)

### Lavori interni al fabbricato

- Messa in servizio della cella bipolare e filtri del gruppo “B”
- Messa in servizio del gruppo “B” e del nuovo quadro protezione gruppo “B”

### Lavori nell’area di piazzale

- Demolizione e rimozione di tutte le apparecchiature relative alle sbarre di derivazione in AT
- Ricollegamento linea AT al nuovo sezionatore
- Messa in servizio del gruppo “B” e del nuovo quadro protezioni gruppi “B”
- Completamento di una parte dell’impianto di terra ed impianto illuminazione (Torre faro).

### Opere edili

Saranno realizzate le opere che consistono in:

- Scavi e movimenti terra per fondazioni, maglia di terra e canalizzazioni;
- Costruzione dei basamenti in calcestruzzo per le torri faro e pali per illuminamento perimetrale;
- Realizzazione dell’impianto di terra;
- Costruzione delle canalizzazioni MT e bt nel reparto all’aperto delle SSE;
- Costruzione delle canalizzazioni esterne per i collegamenti in cavo degli alimentatori alla LdC .
- Costruzione delle canalizzazioni del negativo;
- Realizzazione degli impianti d’allacciamento per l’energia elettrica di riserva (trafo isolamento);
- Effettuazione delle prove, verifiche e collaudi previsti sia negli elaborati di progetto sia dalla legislazione tecnica in vigore per le opere civili.

Per tutte le informazioni di dettaglio si rimanda alla documentazione specifica di progetto.

### 13.2 CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI TE ESISTENTI

L’alimentazione della linea è a 3.000 Vcc con la sotto stazione (SSE Boccaleone) dedicata.

Gli impianti di trazione elettrica vengono completamente rinnovati dalla radice della stazione di Bergamo fino ai portali esterni di stazione dove, dalla linea esistente Montello-Brescia, si dirama la nuova linea verso Orio al Serio. E’ previsto l’utilizzo di linea da 440mm<sup>2</sup> montata su mensola in alluminio (OMNIA) e sostegni L<sub>Su</sub> sia per la nuova linea a doppio binario per Orio al Serio sia per la linea esistente verso Brescia fino all’altezza della SSE di Boccaleone.

#### 13.2.1 Verifiche di Potenzialità.

Le verifiche di potenzialità relative all’impianto oggetto dell’intervento fanno parte di un sistema di alimentazione più complesso che va dalla nuova SSE di Ambivere Mapello (oggetto di altro appalto :raddoppio Ponte san Pietro Bergamo fase 1 ) alla nuova Sottostazione di Boccaleone (Compresa nel progetto in oggetto) e alla futura SSE di Mapello (oggetto di altro appalto: raddoppio Ponte san Pietro Bergamo fase 2 Bergamo-Montello).

La verifica delle STI energia è stata fatta con esito positivo, a livello di fattibilità del raddoppio Ponte San Pietro Bergamo Montello, tenendo conto dell’intero sistema di alimentazione nella relazione:

BGF100F58SDTE0000004A PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO – ECONOMICA RADDOPPIO PONTE S.PIETRO - BERGAMO – MONTELLO LC, SSE & CABINE TE P.S. Pietro Bergamo Relazione Tecnica di Dimensionamento del Sistema di Trazione.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	109 di 128

### 13.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL NUOVO IMPIANTO TE

#### 13.3.1 Descrizione del nuovo Piano Schematico di Alimentazione T.E.

Vi sono modifiche al Piano Schematico di Alimentazione TE. I portali esistenti della stazione di Bergamo vengono spostati allungando la stazione. E' prevista una nuova alimentazione dalla SSE di Boccaleone.

#### 13.3.2 Sostegni e portali

Sviluppandosi il tracciato all'aperto, si prevede l'impiego di sostegni LSU dello standard RFI posizionati in modo da garantire la DR conforme al capitolato tecnico ed. 2014 ad eccezione di alcuni punti singolari indicati nei piani di elettrificazione di cui al presente progetto. Sarà cura dell'appaltatore sviluppare soluzioni (p.e. adottando plinti di fondazione di forma diversi dallo standard a parità di volumetria, eventualmente aggrappatura ove l'opera interferente lo consenta) per aumentare la DR a misure standard o compatibili con distanza minima degli ostacoli in relazione al PMO e velocità di esercizio della linea. In caso contrario sarà necessario predisporre apposita segnaletica di sicurezza.

In corrispondenza di opere murarie e contestualmente all'impossibilità di realizzare blocchi di fondazione tipologici, il sostegno potrà essere aggrappato all'opera muraria mediante l'impiego di adeguate carpenterie e sistemi di ancoraggio chimico.

Nello specifico i sostegni 2,4,6,8 della tratta sono da aggrappare alle opere murarie e i blocchi tipo B ricadenti nella zona della barriera antirumore saranno da ridimensionare.

Sui marciapiedi la distanza dei sostegni TE rispetto alla rotaia (DR) indicata nel Capitolato Tecnico TE ed.2014 sarà adeguatamente aumentata in ossequio al REGOLAMENTO UE 1300/2014 e al Decreto Ministeriale 236/89.

La sospensione sarà del tipo con mensola tubolare in alluminio.

Sono previsti blocchi di tipologia B.

L'impiego dei pali in ambito stazione è stato effettuato tenendo in considerazione l'impiego pali, portali e blocchi di fondazione in tratta di cui all'elaborato E64864 e in stazione di cui all'elaborato E65073.

#### 13.3.3 Sospensioni

Le sospensioni sono previste in alluminio e sono costituite con la componentistica prevista dal capitolato tecnico RFI ed. 2014.

#### 13.3.4 Linea di Contatto

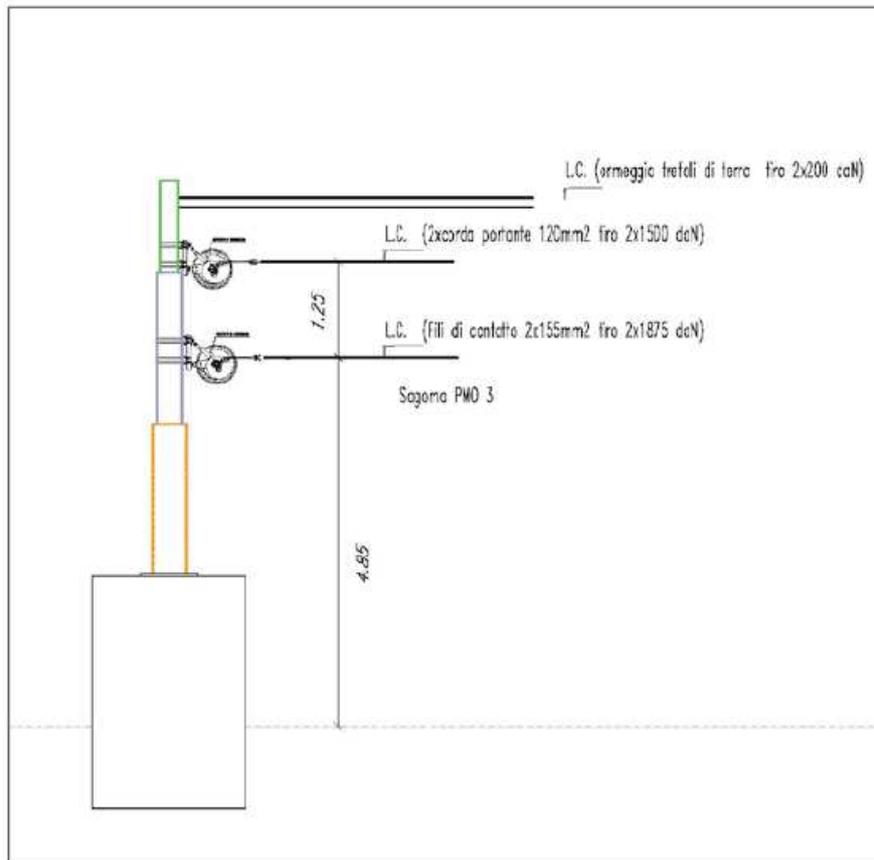
È stata prevista l'adozione della catenaria 440mm<sup>2</sup> con funi regolate per i binari di corsa delle stazioni e per i binari di linea. I binari secondari delle stazioni e le comunicazioni sono elettrificate con catenaria di tipo 270mm<sup>2</sup> fune fissa.

#### 13.3.5 Stazione di Orio al Serio

E' previsto l'utilizzo di linea da 440mm<sup>2</sup> montata su mensola in alluminio (OMNIA) e sostegni LSU per la nuova linea a doppio binario che termina nella nuova stazione di Orio al Serio.

La linea terminerà su tensorex che verranno installati su strutture non standard, dimensionate da altra tecnologia che li ha integrati nel contesto estetico della stazione.

Dal punto di vista TE, la carpenteria di attacco alla struttura (collari) avrà dimensioni adatte al suo ancoraggio.



Le caratteristiche della LdC e di tutte le apparecchiature accessorie di sospensione ed ormeggio dovranno essere rispondenti agli attuali standard RFI per linee convenzionali e conformi alle Norme d'interoperabilità.

I lavori TE in ambito stazione di Bergamo, saranno eseguiti in regime di interruzione della circolazione ferroviaria di "durata media" di 5 ore.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	111 di 128

## 14 IMPIANTI DI SEGNALAMENTO/SCMT

Il presente capitolo ha lo scopo di elencare sinteticamente, nell’ambito della realizzazione del nuovo collegamento ferroviario Bergamo – Aeroporto Orio al Serio, le caratteristiche:

- degli interventi di piazzale per la realizzazione della nuova tratta Bergamo – Orio al Serio con Blocco a tecnologia innovativa BAcf+eRSC 3/3,
- degli interventi di piazzale per la realizzazione del nuovo PPM di Orio al Serio,
- delle modifiche di piazzale di Bergamo a seguito della realizzazione della nuova tratta Bergamo – Orio.

Gli interventi previsti dal presente progetto di potenziamento tecnologico sono limitati alla sola tratta Bergamo (i) – Orio al Serio (i) e ai sistemi confinanti. Per il raggiungimento di tale obiettivo RFI ha suddiviso gli interventi in tre progetti, prevedendo i seguenti Appalti:

**APPALTO 1:** interventi IS/SCMT di Piazzale necessari per:

la realizzazione della nuova tratta Bergamo – Orio al Serio con realizzazione del nuovo sistema di distanziamento Bacf + eRSC 3/3 e relativo impianto SCMT;

- la realizzazione del nuovo impianto PPM e relativo impianto SCMT di Orio al Serio;
- la realizzazione delle modifiche a PRG all’impianto ACC di Bergamo a seguito attivazione della nuova linea Bergamo – Orio al Serio;
- adeguamento al PPM di Seriate per modifiche ai segnali di partenza lato Bergamo che assumono la funzione di avviso di Bergamo;
- l’adeguamento del sistema SCMT a seguito delle modifiche di piazzale dell’esistente PP/ACC di Bergamo per attivazione della nuova linea Bergamo – Orio al Serio.

**APPALTO 2:** interventi IS/SCMT di **Cabina** (HW e SW) necessari per:

- la riconfigurazione dell’ACC di Bergamo a seguito dello spostamento provvisorio della linea Brescia – vedi Fase 2 Bergamo;
- la riconfigurazione dell’ACC di Bergamo a seguito dello spostamento in sede definitiva della linea Brescia e predisposizione del raddoppio lato Orio al Serio – vedi Fase 4 Bergamo;
- la riconfigurazione dell’ACC di Bergamo a seguito della messa in servizio della nuova tratta Bergamo-Orio al Serio a seguito delle modifiche accesso cantiere in Bergamo.

**APPALTO 3:** interventi IS/SCMT di **Cabina** (HW e SW) necessari per:

- la realizzazione della nuova tratta Bergamo – Orio al Serio con realizzazione del nuovo sistema di distanziamento Bacf + eRSC 3/3 e relativo impianto SCMT;

- la realizzazione del nuovo impianto PPM e relativo impianto SCMT di Orio al Serio;
- la riconfigurazione software del PPM di Seriate per modifiche ai segnali di partenza (di avviso lato Bergamo);
- l’estensione dell’ACCM Bergamo – Rovato contestualmente all’attivazione del nuovo PPM di Orio al Serio e della nuova tratta Bergamo – Orio al Serio.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	112 di 128

Oggetto del presente progetto definitivo sono gli interventi legati al **solo APPALTO 1**.

#### 14.1 IMPIANTI DI SEGNALAMENTO

La stazione di Bergamo ed il relativo impianto di segnalamento è oggetto di importanti modifiche e adeguamenti in relazione all’allacciamento della nuova linea afferente da Orio al Serio. Nei seguenti paragrafi vengono descritte le attività di PRG previste e le ricadute sull’ACC esistente.

Con la realizzazione della nuova linea Bergamo – Orio al Serio la radice Est di Bergamo dovrà essere modificata per permettere l’allaccio dei due nuovi binari lato Orio.

Per l’attivazione della nuova linea Bergamo – Orio al Serio sono previste sei fasi di modifica della stazione di Bergamo, propedeutiche all’allaccio dei due nuovi binari lato Orio:

- Fase 1 e Fase 2: realizzazione flesso provvisorio e spostamento dell’attuale binario per Brescia su nuovo percorso, con **riconfigurazione dell’ACC in Fase 2**;
- Fase 3 e Fase 4: realizzazione nuovo binario linea storica per Brescia, demolizione flesso provvisorio e attivazione circolazione per Brescia su nuovo binario, con **riconfigurazione dell’ACC in Fase 4**. Costruzione nuova linea Bergamo – Orio al Serio;
- Fase 5: completamento binario pari della nuova linea Bergamo – Orio al Serio;
- Fase 6 - Finale: attivazione nuova linea Bergamo – Orio al Serio con **riconfigurazione dell’ACC**.

#### 14.2 INTERVENTI SCMT

Il presente progetto definitivo è conforme alle SRS del SST SCMT e successive modifiche e integrazioni ed in particolare prevede:

- sugli impianti ACC di Bergamo e PPM Orio al Serio l’utilizzo di cavi di collegamento encoder-boa conformi al regolamento UE 305/2011 e alla Specifica Tecnica di Fornitura dei cavi SCMT [57] in base alla quale, considerato che i cavi sono disponibili in pezzature da 1000 m, i primi 1000 m di cavo in uscita dalla cabina e/o all’interno di gallerie, saranno del tipo a ridotta emissione di fumi e gas tossici e corrosivi con classificazione B2ca, s1a, d1, a1;
- l’utilizzo di controllori di ente boa integrati nel nuovo ACC in luogo dei tradizionali Encoder e relativi armadi;
- le velocità di fiancata non subiscano variazioni rispetto alle attuali riportate nel FL28 e 29 del Compartimento di Milano. Per la nuova tratta Bergamo – Orio al Serio, nelle more della definizione di una nuova fiancata di linea è stata ipotizzata una velocità di fiancata pari a 60/65/65 per i rispettivi ranghi A/B/C per tutta la linea. Inoltre non sono stati previsti PI di variazione di velocità all’ingresso di Bergamo per le provenienze da Orio poiché la riduzione di velocità a 30 km/h (a causa di un flesso) è gestita dal segnalamento;
- nelle more di puntuali indicazione da parte della Committenza Funzionale, è stato previsto l’INFILL in corrispondenza degli stessi segnali per i quali è oggi presente sugli impianti in esercizio. Ad oggi non risultano segnali attrezzati con INFILL.

Per ogni dettaglio si rimanda alla specifica documentazione di progetto.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	113 di 128

## 15 IMPIANTI DI ENERGIA - ILLUMINAZIONE - F.M.

Nel presente capitolo si illustrano impianti di illuminazione e F.M. delle opere che saranno realizzate nell’ambito del nuovo collegamento ferroviario Stazione di Bergamo – “Aeroporto Orio Al Serio”.

### 15.1 IMPIANTI LFM

Di seguito sono indicati sinteticamente gli interventi previsti in questa fase gli impianti di LFM:

#### 15.1.1 Stazione di Bergamo

- **Modifica al GA1 esistente**

Adeguamento quadro QRED esistente;

- **Interventi di Piazzale**

Realizzazione impianto di Riscaldamento Elettrico Deviatoi (RED);

Realizzazione impianto di Illuminazione Punte Scambi.

#### 15.1.2 Stazione e Fabbricato Tecnologico di Orio Al Serio

- **Nuova cabina di consegna MT**

Fabbricato per consegna ENEL MT 20 kV;

QMT-0;

Quadro QCAB.

- **Nuova cabina MT/bt**

Quadro QMT-1;

Trasformatori MT/bt;

Quadri di bassa tensione (QGBT, QLFM, QAUX cab. MT/bt);

Quadro QdS, interfacciato con il QRED.

- **Impianti di illuminazione e F.M. dei fabbricati**

Impianti di illuminazione e F.M. del fabbricato per consegna MT;

Impianti di illuminazione e F.M. del fabbricato tecnologico;

Impianti di illuminazione e F.M. del fabbricato viaggiatori.

- **Interventi di Piazzale**

Realizzazione impianto di Riscaldamento Elettrico Deviatoi (RED);

Realizzazione impianto di Illuminazione Punte Scambi.

#### 15.1.3 Galleria

- **Locale tecnologico**

Quadro QMT;

Trasformatori MT/bt;

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	114 di 128

Quadri di bassa tensione (QGBT, QGAL);

- **Impianti di illuminazione e F.M. dei fabbricati**

Impianti di illuminazione e F.M. del fabbricato tecnologico;

Impianti di illuminazione e F.M. in galleria;

Impianti di illuminazione aree esterne.

#### *15.1.4 Viabilità*

- **Adeguamento impianto di illuminazione esistente**

Ripristino impianto di illuminazione Via Zanchi e Via Campo Grande.

- **Nuovo Impianto di illuminazione**

Realizzazione impianto di illuminazione nuova viabilità di accesso all'aeroporto

Quadri di bassa tensione (QNI01).

## **15.2 IMPIANTO DI TELEGESTIONE**

Nell'ambito del Sistema di Supervisione Servizi Ausiliari centralizzato (SSA) di Media Tensione e Bassa Tensione di seguito le principali caratteristiche per il contenimento di apparecchiature destinate al comando, controllo/sicurezza della circolazione ferroviaria della tratta in oggetto (denominato per semplicità con l'acronimo SAS – Sistema Servizi Ausiliari).

In particolare, ci si riferisce alle minime prestazioni nello studio del sistema di controllo dell'impianto e dei suoi principali componenti, quali: i PLC e i suoi interfacciamenti con i dispositivi presenti nel fabbricato, le reti di comunicazione e le modalità di gestione dell'impianto, sia dal punto di vista conduzione che dal punto di vista manutenzione.

Il sistema Supervisione Servizi Ausiliari dovrà rispettare i seguenti minimi requisiti:

1. Garantire la completa suddivisione e totale indipendenza dei sotto-sistemi di fabbricato;
2. Garantire la capacità di espansione futura;
3. Garantire soluzioni modulari e replicabili;
4. Garantire l'utilizzo di ambienti di sviluppo riconosciuti come standard (a titolo di esempio S.O. Microsoft Windows).
5. Garantire l'utilizzo di modalità di comunicazione fra apparati di sistema, di diagnostica e manutenzione con visibilità tecnologica temporale a medio-lungo termine.
6. Garantire l'utilizzo di apparati e strumenti di facile reperibilità sul mercato, con evidenza di supporto tecnico specializzato, ricambistica, certificati da standard di settore: industriale e per ambienti gravosi.

La predisposizione del sistema di supervisione SSA costituisce il punto di riferimento per i PC client portatili futuri utilizzati come strumenti temporanei di interfaccia operatore di Fabbricato per la fase di manutenzione.

I fabbricati interessati dalla telegestione saranno i seguenti:

- Cabina di Consegna MT
- Fabbricato Tecnologico di Orio al Serio
- Fabbricato Imbocco Galleria

La composizione per ogni Fabbricato risulta essenzialmente essere:

- Cabina di Consegna MT: o Cassetta I/O quadro MT.
- Fabbricato Tecnologico di Orio al Serio:
  - o Quadro generale QPLC comprensivo di PLC ridondato e collegamento Dote;
  - o Cassette I/O quadri MT e BT.
- Fabbricato Imbocco Galleria:
  - o Quadro generale QPLC comprensivo di PLC ridondato e collegamento Dote;
  - o Cassette I/O quadri MT, BT e GE.

Verrà portata una fibra ottica o una connessione in rame per la comunicazione Ethernet tra i diversi concentratori di Cabina. Il flusso dati verso il centro di controllo, verrà reso disponibile da RFI secondo le esigenze del sistema.

Per maggiori dettagli vedere lo Schema Elettrico Generale a Blocchi.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	116 di 128

## 16 TELECOMUNICAZIONI

Gli interventi di telecomunicazioni in progetto sono i seguenti:

- Impianto di cavi telefonici di tipo rame ed ottico;
- Sistema di Informazione al Pubblico (IaP) di tipo visivo e sonoro nella nuova stazione;
- Adeguamento rete trasmissiva;
- Realizzazione sistema GSMR;
- Radiopropagazione, nella nuova Galleria Artificiale, delle reti trasmissive dei gestori pubblici;
- Alimentazioni impianti.

Questi interventi vengono complessivamente descritti nei vari elaborati progettuali.

## 17 IMPIANTI INDUSTRIALI

Per il fabbricato tecnologico al km km 4+575 e lo shelter a servizio della galleria GA01 sarà previsto un adeguato attrezzaggio in termini di impianti di rilevazione incendi, antintrusione e controllo accessi, videosorveglianza e HVAC al fine di mantenere condizioni termo – igrometriche idonee al funzionamento delle apparecchiature installate al loro interno.

A servizio della trincea TR02 e della viabilità NI01 per lo smaltimento delle acque meteoriche sono previsti degli impianti di sollevamento dotati di opportune caratteristiche in termini di ridondanza e remotizzazione.

Per la Stazione “Aeroporto Orio al Serio” sarà previsto il seguente attrezzaggio:

- ascensori e scale mobili;
- TVCC a servizio del fabbricato viaggiatori, delle banchine, degli ascensori e delle scale mobili;
- impianto antintrusione a servizio dei locali tecnici e del locale “servizi ai viaggiatori”;
- impianto rivelazione incendi a servizio dei locali tecnici, del locale “servizi ai viaggiatori”, degli ascensori e delle scale mobili;
- rete idranti a servizio del fabbricato viaggiatori e delle banchine;
- HVAC a servizio dei locali tecnici;
- impianto di riscaldamento ed estrazione aria esausta per i servizi igienici dedicati ai viaggiatori;
- impianto di adduzione idrica e scarico acque reflue per i servizi igienici dedicati ai viaggiatori.

Tutti gli impianti sopra descritti sono predisposti a remotizzazione (non oggetto degli impianti meccanici, safety e security). Per i dettagli si rimanda agli elaborati specialistici di progetto.

## 18 BONIFICA ORDIGNI ESPLOSIVI

Le aree che saranno oggetto di intervento dovranno essere, prima dell’inizio delle lavorazioni, soggette a bonifica al fine di individuare o escludere la presenza di ordigni esplosivi.

Le lavorazioni principali legate alla bonifica da ordigni bellici sono:

- taglio della vegetazione;
- bonifica di superficie (propedeutica a qualsiasi bonifica profonda) per la ricerca, localizzazione e rimozione di mine, ordigni ed altri manufatti bellici interrati, sia in terra che in acqua, fino a 100 cm di profondità dal p.c. con l’impiego di apparati rilevatori da eseguirsi su tutta l’area interessata dai lavori, più un’area di sicurezza di 1.50 m lungo il perimetro della predetta area;
- bonifica di profondità, sia in terra che in acqua, per la ricerca, localizzazione e rimozione di mine, ordigni ed altri manufatti bellici interrati spinta a tre livelli di profondità -3.0 m, -5.0 m e -7.0 m dal p.c..

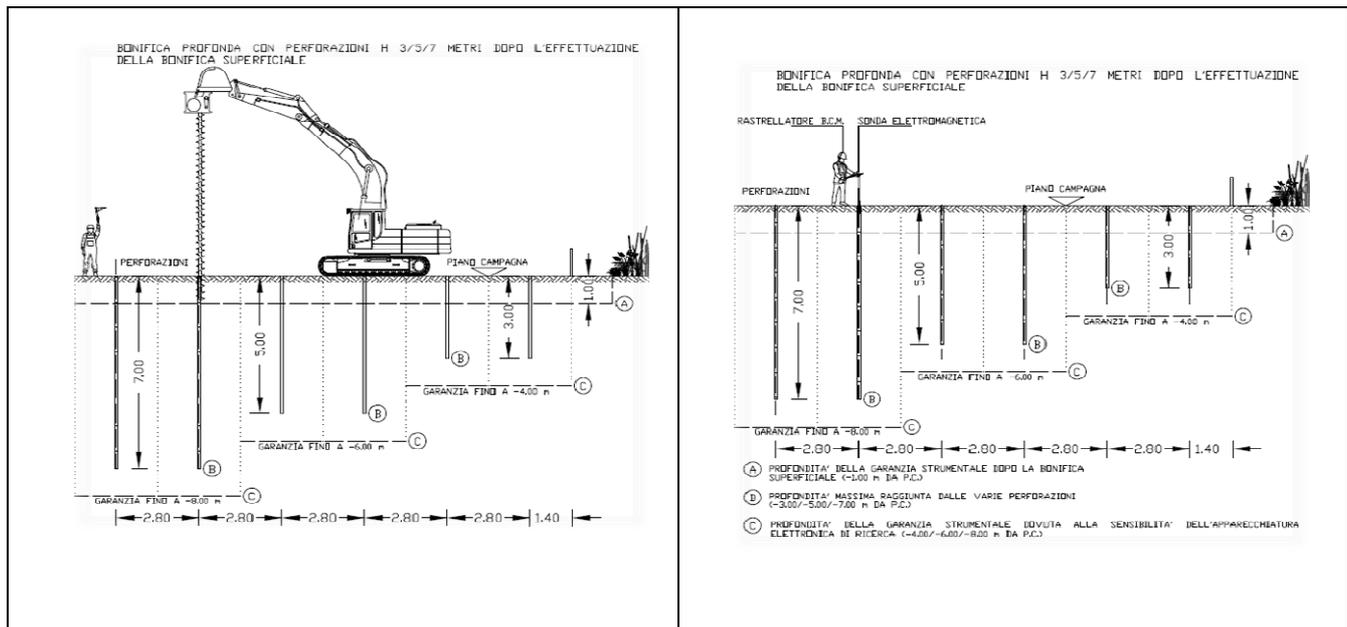


Figura 82- Schemi generali di bonifica ordigni esplosivi profonda

Per le opere di progetto che ricadono in aree occupate dalla sede ferroviaria attuale si considera che non sia possibile eseguire le operazioni ordinarie di bonifica superficiale e successive trivellazioni, a causa della presenza diffusa di anomalie magnetiche nello strato superficiale della sede ferroviaria. Le operazioni di scavo della piattaforma esistente saranno effettuate a mezzo di scavo meccanico a strati, indicato come “scavo cauto” per uno spessore di circa 1.0 m. Lo scavo verrà eseguito mediante idonei mezzi meccanici muniti di benna liscia, con movimento lento e continuo pronto ad essere arrestato alla minima resistenza. L’avanzamento della benna del

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	118 di 128

mezzo meccanico sul terreno dovrà essere controllato a vista da un rastrellatore posto a terra ed in contatto visivo con l'operatore del mezzo.

Per le parti di rilevato interessate dalla bonifica a mezzo scavo cauto la successione delle operazioni sarà la seguente:

- Taglio vegetazione (solo sulle scarpate);
- Effettuazione di bonifica superficiale preventiva;
- Scavo cauto;
- Nuova bonifica superficiale alla quota raggiunta dallo scavo;
- Bonifica profonda fino a raggiungere la profondità prevista, con perforazioni a maglia 2.8x2.8 m.

Nelle aree residue d'intervento non occupate attualmente da sede ferroviaria si procederà con le operazioni ordinarie di bonifica (superficiale più trivellazioni), raggiungendo le profondità di 3, 5 e 7 m.

Si rimanda alla specifica relazione ed elaborati grafici per i valori delle aree da bonificare.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	119 di 128

## 19 DEMOLIZIONI

Nell’ambito degli interventi di realizzazione della nuova linea ferroviaria Bergamo – Orio al Serio è prevista la demolizione di una serie di opere collocate in adiacenza alla futura sede ferroviaria.

La nuova linea ferroviaria, nei tratti dalla pk. 0+000 alla pk. 1+000 (in affiancamento alla linea ferroviaria esistente Bergamo – Montello) e dalla pk. 4+600 alla pk. 5+302 (zona di ingresso all’area aeroportuale) comporta una serie di demolizioni e rimozioni.

Si riporta di seguito un elenco delle varie opere che saranno demolite e si rimanda agli elaborati specifici per maggiori dettagli.

### 19.1 SUPERFICI PAVIMENTATE (STRADE, PISTE CICLABILI, PARCHEGGI, MARCIAPIEDI)

Lungo il primo tratto dell’intervento di progetto, in particolare in corrispondenza delle pk. 0+885, 2+850, 3+025 è prevista la demolizione di una superficie complessiva di circa 889 mq e per uno spessore di 40 cm ne deriva un volume di materiale bitumato di circa 356 mc.

Nella zona di ingresso all’area aeroportuale, per la realizzazione delle opere in oggetto, è necessaria la demolizione di una serie di superfici pavimentate interferenti. E’ prevista la demolizione di circa 11’600 mq di pavimentazione stradale, provenienti dalla SP 116 ed in misura minore della SP 591 bis, e per uno spessore di 40 cm ne deriva un volume di materiale bitumato di oltre 4’600 mc. Oltre a tale materiale si procederà alla rimozione di ulteriori 30 cm di sottofondo per un volume di circa 3’400 mc.

Relativamente alla pista ciclabile esistente è prevista la demolizione di una superficie pavimentata di circa 2’600 mq e per uno spessore di 30 cm genera un volume di materiale bitumato di circa 780 mc. Oltre a tale lavorazione si procederà alla rimozione di ulteriori 20 cm di sottofondo per un volume di circa 500 mc.

In merito all’area del parcheggio P2, una porzione di tale superficie verrà occupata dalla nuova viabilità di accesso all’area aeroportuale. Si prevede la demolizione di una superficie di circa 7’500 mq e per uno spessore di 30 cm genera un volume di materiale bitumato di circa 2’200 mc. Sempre in questa zona è prevista infine la demolizione di circa 790 mq di marciapiede.

### 19.2 SBANCAMENTO

Nella zona di ingresso all’area aeroportuale è previsto, prima di eseguire lo scavo alle varie quote di progetto, uno sbancamento del piano campagna a due differenti quote. Le aree che ricadono delle WBS TR03A, TR03B, NV01D (ad ovest rispetto alla SP 591 bis) saranno sbancate alla quota 234.50 m slm, per una superficie di 5’540 mq e generando circa 3’600 mc. Le aree che ricadono nelle WBS NV01 D (ad est rispetto alla SP 591 bis), NV01A, TR03C, RI05, NV03 saranno sbancate alla quota 233.80 m slm, per una superficie complessiva di 14’907 mq e generando un volume di circa 15’540 mc.

### 19.3 RECINZIONI

Nella zona di ingresso all'area aeroportuale è prevista la rimozione di linee di recinzione in parte composte solamente da rete metallica ed in parte caratterizzate anche da un cordolo in C.A. di fondazione.



**Recinzione in rete metallica su cordolo in C.A**

Sviluppo = 414 m

Volume cordolo = 11.25 mc

**Recinzione in rete metallica**

Sviluppo = 813 m

### 19.4 DISPOSITIVI DI SICUREZZA

Nella zona di ingresso all'area aeroportuale è prevista la rimozione di 1'302 m di barriere di sicurezza e di 114 m di profilo New Jersey.



**Barriere di sicurezza**

**Profilo New Jersey**

**Paletti spartitraffico**

Sviluppo = 1'302 m

Sviluppo = 114 m

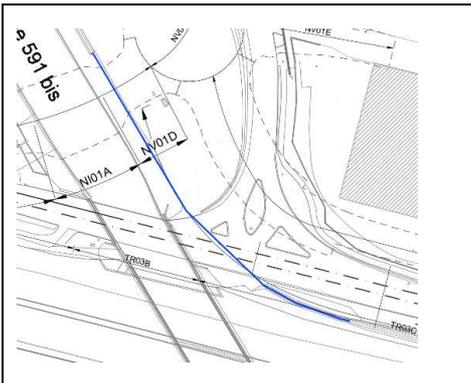
N° 11

Volume = 40 mc

Peso = 242 kg

### 19.5 TUBAZIONI

Nella zona di ingresso all'area aeroportuale è prevista la rimozione di 162 m di tubazione interrata di diametro pari a 800 mm.



**Tubazione diametro 800 mm**

Sviluppo = 162 m

### 19.6 MANUFATTI

Di seguito vengono elencati i vari manufatti che saranno demoliti nella zona di ingresso all'area aeroportuale.

**Muri in C.A.**



**Relazione tecnica generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	122 di 128

Sviluppo complessivo = 59 m

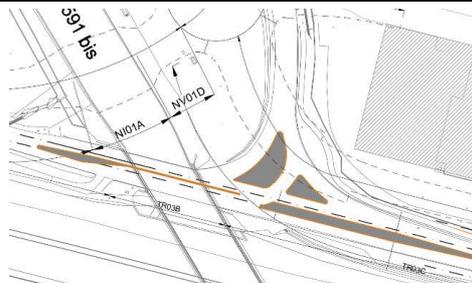
Volume complessivo = 121mc

**Cordoli**



Sviluppo complessivo = 1'237 m

**Isola spartitraffico con ciottoli di fiume**



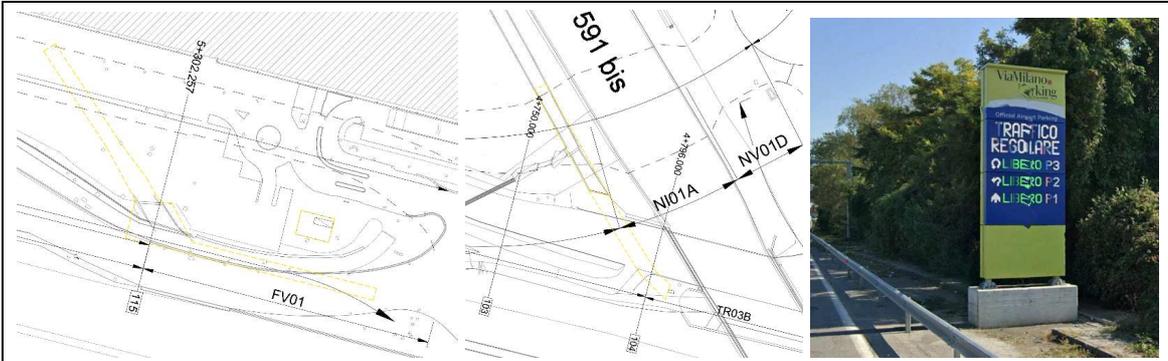
Superficie = 882 mq

Volume = 176 mc

**Manufatti in C.A. e PMV**

**Relazione tecnica generale**

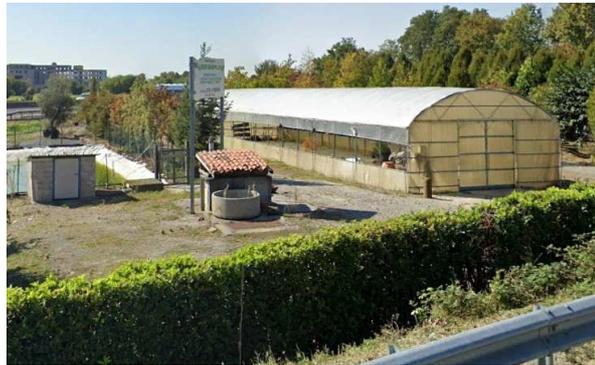
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	123 di 128



Volume complessivo manufatti in c.a. = 1'664 mc

Volume basamento PMV = 10.7 mc

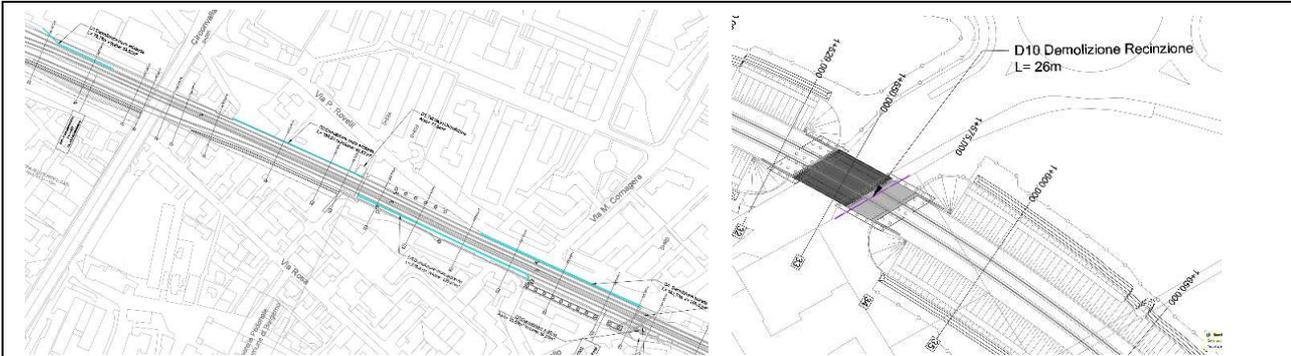
**Fabbricati**



Volume complessivo = 386 mc

Di seguito vengono elencati i vari manufatti che saranno demoliti lungo la prima parte dell'intervento della nuova linea ferroviaria.

**Muri in C.A.**



Muri D1, D2, D4, D6

Sviluppo complessivo = 938 m

Volume complessivo = 575 mc

Recinzione D10

Sviluppo = 26 m

**Fabbricati**



Tettoia D3

Superficie = 78 mq

Edificio D7, D8, D9

Superficie complessiva = 254 mq

Volume complessivo = 1610 mc

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	125 di 128

## 20 CANTIERIZZAZIONE

Il presente capitolo ha per oggetto la descrizione del sistema di cantierizzazione previsto per la realizzazione degli interventi relativi al nuovo collegamento ferroviario fra la stazione di Bergamo e l'aeroporto di Orio al Serio.

L'intervento ha una estesa pari a circa 5,3 km e prevede la realizzazione del doppio binario per il collegamento ferroviario con la stazione di Bergamo e della stazione di testa nel terminal aeroportuale di Orio Al Serio. Il tracciato che si origina dal lato della radice Est di Bergamo procede in affiancamento alla linea Bergamo-Montello per diramare dalla stessa circa al km 1+001 e proseguire in variante fino all'aeroporto di Orio al Serio. Il profilo longitudinale del tratto in variante procede con un rilevato di quote crescenti fino allo scavalco di via Lunga per degradare al piano campagna in corrispondenza dell'interferenza con lo scolmatore IN04. Successivamente procede in trincea fra scarpate via via più profonde per proseguire con una trincea fra muri e galleria artificiale GA01 (da realizzarsi con metodo Milano o con scavo a cielo aperto). Oltre l'interferenza con la SS671 il profilo risale in superficie incontrando una successione di opere: galleria artificiale, trincea fra muri ad U, trincea in scarpata e rilevato fino ad arrivare circa alla quota del piano campagna in prossimità dell'aeroporto di Orio al Serio.

Sulla base dell'attuale assetto del territorio, si definiscono i criteri generali del sistema di cantierizzazione individuando la possibile organizzazione e le eventuali criticità; va comunque evidenziato che l'ipotesi di cantierizzazione rappresentata non è vincolante ai fini di eventuali diverse soluzioni che l'Appaltatore intenda attuare nel rispetto della normativa vigente, delle disposizioni emanate dalle competenti Autorità, dei tempi e costi previsti per l'esecuzione delle opere. In tal senso sarà, quindi, onere e responsabilità dell'Appaltatore adeguare/ampliare/modificare tale proposta sulla scorta della propria organizzazione del lavoro e di eventuali vincoli esterni

Nella documentazione specialistica della cantierizzazione sono riportati e descritti i seguenti elementi:

- descrizione sintetica delle opere da realizzare;
- modalità di esecuzione dei lavori e criticità;
- viabilità interessata dal transito dei mezzi di cantiere;
- bilancio dei principali materiali da costruzione;
- elenco dei macchinari tipo previsti per l'esecuzione dei lavori;
- descrizione delle singole aree di cantiere.

### 20.1 APPROVVIGIONAMENTO E GESTIONE MATERIALI

La stima dei quantitativi dei principali materiali impiegati per la costruzione delle opere risulta fondamentale ai fini della determinazione delle aree necessarie per i cantieri. Relativamente agli stoccaggi si considerano degli spazi minimi in quanto le forniture si prevedono “just in time” al fine appunto di limitare le occupazioni di cantiere e contenere l'estensione delle aree necessarie.

Per maggiori dettagli sui quantitativi dei materiali da movimentare durante i lavori e sulle caratteristiche dei siti di approvvigionamento e smaltimento delle terre si rimanda agli elaborati di progetto specifici.

I materiali principali (dal punto di vista quantitativo) coinvolti nella realizzazione delle opere oggetto dell'appalto sono costituiti da:

- Inerti in ingresso al cantiere;
- Conglomerati cementizi in ingresso al cantiere;
- Terre e demolizioni in uscita dal cantiere.

## 20.2 ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della linea ferroviaria, che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale (strada statale ed autostrada);
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico;
- Interferire il meno possibile con il patrimonio culturale esistente.

La tabella seguente illustra il sistema di cantieri previsto per la realizzazione delle opere.

Campi Base		Cantieri Operativi		Aree Tecniche		Aree di stoccaggio		Deposito Terre		Cantiere AM/TE/IS			
ID	Sup (m <sup>2</sup> )	ID	Sup (m <sup>2</sup> )	ID	Sup (m <sup>2</sup> )	ID	Sup (m <sup>2</sup> )	ID	Sup (m <sup>2</sup> )	ID	Sup (m <sup>2</sup> )		
CB.01	5.300	CO.01	6.400	AT.01	1.700			DT.01	19.000	CA.01	18.700/11.000		
				AT.02	2.060								
				AT.04	350								
				AT.07	350								
				AT.08	410								
				AS.01	13.900								
		CO.02	5.500			AS.02	15.900						
		CO.03	5.800	AT.03	3.100	AS.03a	5.400						
				AT.05	1.700	AS.03b	3.120						
		CO.04	2.000	AT.06	1.970								
CO.05	1.240												

La progettazione di un cantiere segue regole dettate da numerosi fattori, che riguardano la geometria dell'opera da costruire, la morfologia e la destinazione d'uso del territorio, il tipo e il cronoprogramma delle lavorazioni previste all'interno di ogni singola area.



**NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO –  
“AEROPORTO ORIO AL SERIO”.**

**LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON  
MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI  
ORIO AL SERIO**

**Relazione tecnica generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	127 di 128

Le caratteristiche dei campi base sono state determinate in base al numero massimo di persone che graviterà su di essi nel corso dell'intera durata dei lavori civili, e sulla base delle linee guida emesse dal Servizio Sanitario Nazionale (regioni Emilia Romagna e Toscana) che costituiscono al momento il documento di riferimento in questo genere di lavori. Tale documento, al quale si rimanda per approfondimenti, riporta le dimensioni e le installazioni minime necessarie per la realizzazione di campi destinati al soggiorno di personale coinvolto nella realizzazione di grandi opere pubbliche.

La progettazione dei cantieri operativi è stata invece basata sulle necessità di gestione di materiali nei periodi di picco delle lavorazioni.

	<b>NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO STAZIONE DI BERGAMO – “AEROPORTO ORIO AL SERIO”.</b>					
	<b>LOTTO 1: NUOVA LINEA BERGAMO – ORIO AL SERIO CON MODIFICHE ALLA RADICE EST DEL PRG DI BERGAMO E PRG DI ORIO AL SERIO</b>					
<b>Relazione tecnica generale</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM27	01 D 05	RG	MD 00 00 001	A	128 di 128

## 21 ESPROPRI

Le opere ferroviarie, individuate nei territori comunali di Bergamo ed Orio al Serio, si collocano nel primo tratto parte in stretta prossimità del centro abitato di Bergamo e si sviluppano su aree agricole poste a ridosso dell'aeroporto di Orio al Serio, fino alla nuova fermata “Aeroporto” prevista nella zona antistante il Terminal aeroportuale. Le aree agricole, tipiche della pianura padana lombarda, presentano un andamento pianeggiante con buona fertilità e tessitura servite da rete stradale pubblica e/o interpodereale oltre che da una buona rete irrigua ottimale per la coltivazione agricola del seminativo irriguo.

Le aree interessate da tali opere per lo più a destinazione residenziale nel tratto interno al centro abitato di Bergamo, a destinazione agricola con porzioni produttivo-commerciali nel tratto centrale, e strettamente connesse al terminal aeroportuale nel tratto conclusivo.

Riguardo alle viabilità permanenti da realizzare/adeguare è prevista l'espropriazione a favore del comune nel quale ricadono oppure dell'ente proprietario della viabilità esistenti; nel caso in cui si tratti di accessi permanenti alle opere connesse all'infrastruttura ferroviaria (piazzali di emergenza, SSE, fabbricati tecnologici), il beneficiario dell'espropriazione sarà la R.F.I. S.p.A.

Per la determinazione dei valori da attribuire agli immobili interessati dalle espropriazioni ricorre l'applicabilità dell'articolo 37 del D.P.R. 327/2001 “Testo Unico in materia di Espropriazioni”, come modificato dalla Legge 244/2007 del 21 dicembre 2007, per le aree edificabili e dell'articolo 38 del medesimo D.P.R. per le costruzioni legittimamente edificate che riconducono al valore venale del bene da espropriare.

Per le aree agricole l'indennità afferente le aree agricole è stata determinata in ottemperanza della sentenza della Corte Costituzionale 7 giugno 2011, n. 181 con la quale è stata sancita l'incostituzionalità dell'art.40 commi 2 e 3 del citato D.P.R. 327/2001.