

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

**RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA
TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA**

OPERE PRINCIPALI – SOTTOVIA E SOTTOPASSI

SL05 – Nuovo Sottovia al Km 77+661.54

Relazione descrittiva dell'opera

SCALA:

-

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

I V 0 I 0 0 D 2 6 R G S L 0 5 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	K. Petrucci	Feb. 2022	M. Severi	Feb. 2022	G. Fadda	Feb. 2022	A. Perego Feb. 2022

File:IV0I00D26RGSL0500001A.docx

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL05 – Nuovo Sottovia al km 77+661.54 Relazione descrittiva	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 RG	DOCUMENTO SL0500001	REV. A

INDICE

1. PREMESSA	1
2. SCOPO DEL DOCUMENTO	2
3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	3
4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	5
4.1 Calcestruzzo per magrone di sottofondazione	5
4.2 Calcestruzzo per strutture scatolari	5
4.3 Acciaio ordinario per calcestruzzo armato	6
5. DESCRIZIONE DELL'OPERA – SL05	7
5.1 Struttura scatolare	8
5.2 Muri di imbocco/sbocco	11
6. DESCRIZIONE DELL'OPERA – SL05A	12
6.1 Struttura scatolare	13
6.2 Muri di imbocco/sbocco	15
6.3 Platea di varo e Muro Reggispinta.....	16
6.4 Metodo di calcolo della spinta.....	17
6.4.1 Analisi dei carichi nella Fase 1 (spinta iniziale).....	17
6.4.2 Analisi dei carichi nella Fase 2 (spinta finale).....	18
7. DETTAGLI COSTRUTTIVI.....	19

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL05 – Nuovo Sottovia al km 77+661.54 Relazione descrittiva	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 RG	DOCUMENTO SL0500001	REV. A

1. PREMESSA

Le direttive del Piano Generale dei Trasporti, approvato con D.P.C.M. del 10-aprile 1986, prevedevano l’inserimento della linea Genova - Ventimiglia nel “Corridoio Plurimodale Tirrenico” (Ventimiglia - Genova - Roma - Napoli - Palermo - Trapani) con strategia di assicurare la massima concentrazione di obiettivi, mezzi e servizi fra lo Stato, gli altri livelli istituzionali e gli Enti gestori”.

In relazione a quanto stabilito da tale P.G.T., le FS inserirono nel Programma pluriennale di Investimenti, approvato con D.I. n. 48 T. bis del 05 marzo 1987, il raddoppio dei tratti Finale Ligure - Loano e Albenga - San Lorenzo al Mare.

Il P.G.T. prevedeva, a completamento funzionale del Corridoio, l’integrazione di questa direttrice con assi trasversali per consentire continue “interrelazioni funzionali tra ambiti territoriali del Paese caratterizzati da assetti economici e sociali di sviluppo”.

In tale contesto, la linea Genova - Ventimiglia, completamente raddoppiata, avrebbe potuto assumere una spiccata valenza di corridoio plurimodale per via delle infrastrutture marittime, aeree, stradali e autostradali che interrelazionano con la ferrovia. La linea poteva altresì consentire notevoli prospettive per l’uso ottimale delle singole infrastrutture, per l’eliminazione degli sprechi, per la promozione e lo sviluppo di nuovi e più efficienti servizi.

Con la realizzazione Raddoppio Genova-Ventimiglia si raggiunge:

- L’aumento della capacità del traffico;
- La riduzione dei tempi di percorrenza conseguente all’aumento di velocità commerciale della linea.

Attualmente, affinché la linea Genova – Ventimiglia assolva alle funzioni sopra citate, occorre completare il raddoppio della linea stessa superando i limiti prestazionali imposti dalle strozzature della linea attuale relative alle tratte a binario unico.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL05 – Nuovo Sottovia al km 77+661.54 Relazione descrittiva	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 RG	DOCUMENTO SL0500001	REV. A

2. SCOPO DEL DOCUMENTO

Nel presente documento, emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi al progetto definitivo del raddoppio della linea Genova – Ventimiglia nella tratta Finale Ligure – Andora, è riportata la descrizione dei sottopasso SL05 al km 77+661.54, subito prima della Galleria Croce, in località Borghetto.

L'ubicazione dell'opera lungo la tratta in questione è indicata in

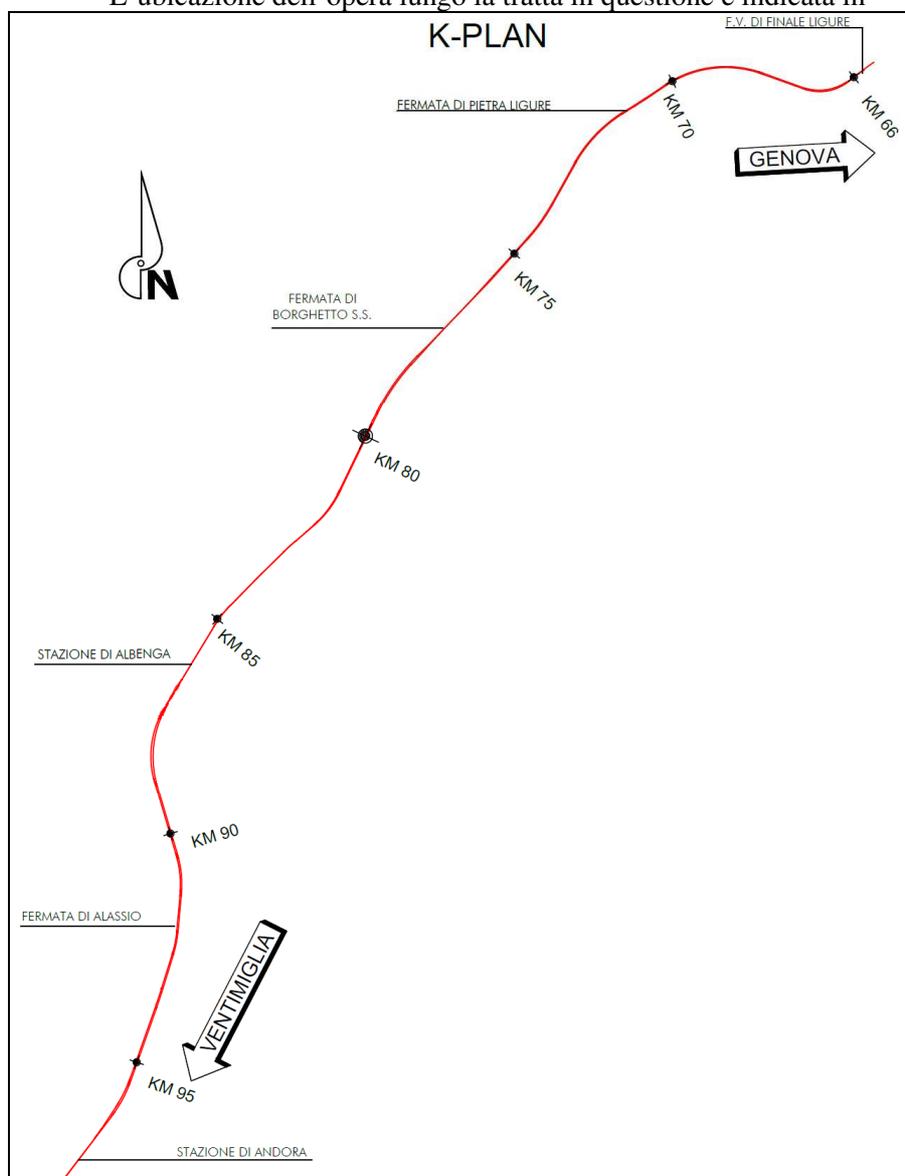


Figura 2.1.

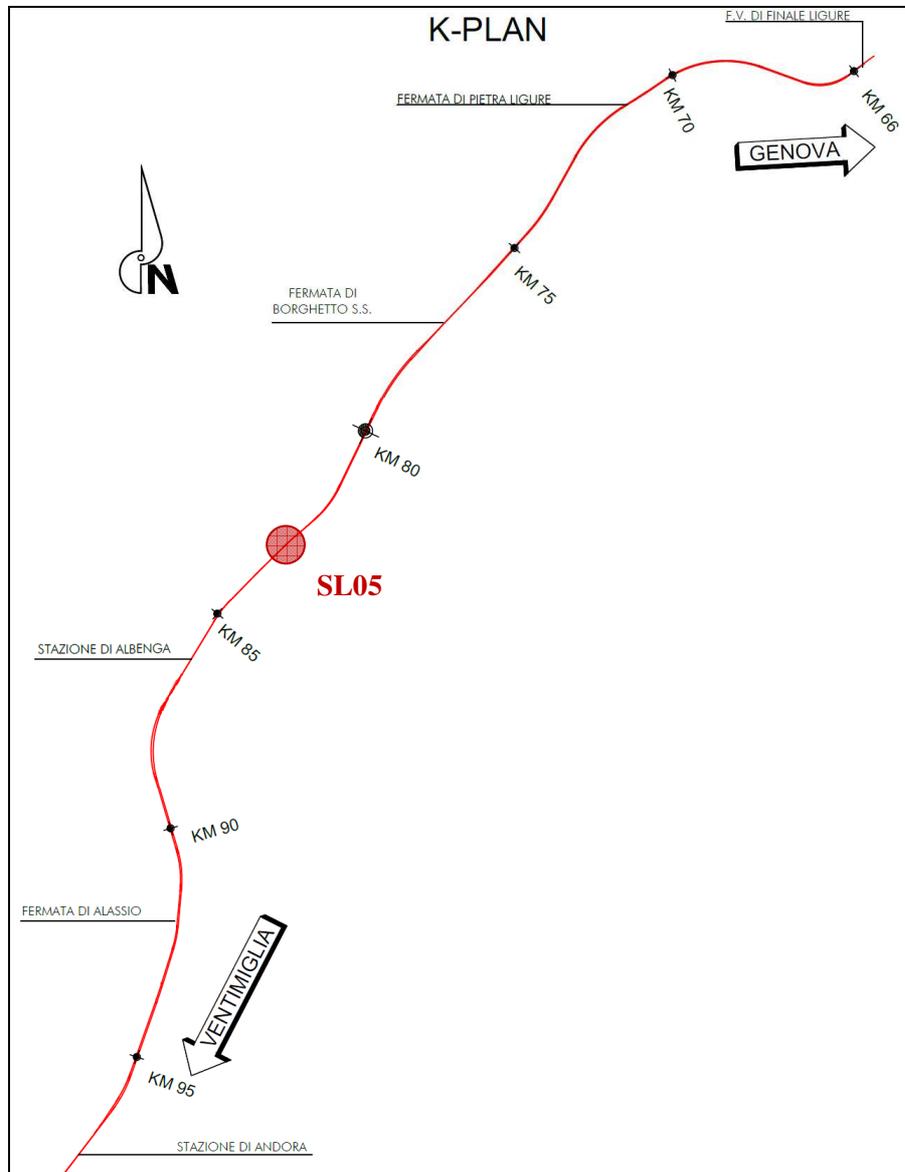


Figura 2.1: Raddoppio tratta Finale L. - Andora. Inquadramento dell'opera

3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti nel rispetto delle seguenti normative:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL05 – Nuovo Sottovia al km 77+661.54 Relazione descrittiva	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 RG	DOCUMENTO SL0500001	REV. A

- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- Circolare 15 ottobre 1996, n.252 AA.GG./S.T.C.: Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996;
- UNI EN 1992-1-1 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1. Regole generali e regole per gli edifici”.
- UNI EN 1993-1-1 “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1. Regole generali e regole per gli edifici”.
- UNI EN 1997-1 “Progettazione geotecnica – Parte 1. Regole generali”.
- UNI EN 1998-1: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1. Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”.
- UNI EN 1998-5: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.
- UNI EN 206-1:2014: “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI 11104: “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”.
- “Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.”.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 E – Manuale di progettazione delle Opere Civili RFI - Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture
- RFI DTC SI PS SP IFS 001 E – Capitolato generale tecnico delle Opere Civili RFI – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e acciaio

Riferimenti STI:

– Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL05 – Nuovo Sottovia al km 77+661.54 Relazione descrittiva	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 RG	DOCUMENTO SL0500001	REV. A

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Seguono le principali caratteristiche dei materiali utilizzati per l'opera in oggetto.

4.1 Calcestruzzo per magrone di sottofondazione

MAGRONE - C12/15				
Descrizione	Simbolo	Formula	Unità di misura	Valore
Resistenza cubica a compressione	R_{ck}		N/mm ²	15
Contenuto minimo cemento			kg/m ³	150

4.2 Calcestruzzo per strutture scatolari

CALCESTRUZZO				
I calcestruzzi impiegati devono essere conformi alla UNI EN 206-1 ed alla UNI 11104 e rispondere alle seguenti prestazioni:				
Campo d'impiego				Scatolari
Classe di esposizione ambientale				XC4
Classe di resistenza calcestruzzo				C32/40
Classe di consistenza				S4
Rapporto acqua cemento massimo	a/c max	[-]		0.50
Tipo di cemento	CEM	[-]		III, IV, V
Contenuto minimo cemento		[kg/m ³]		340
Contenuto minimo di aria		[%]		-
Diametro massimo dell'aggregato	D_{upper}	[mm]		25
Copriferro nominale	c_{nom}	[mm]		50
Resistenza caratteristica cubica a 28gg	R_{ck}	[MPa]		40
Resistenza caratteristica cilindrica a 28gg	f_{ck}	[MPa]		33.2
Resistenza cilindrica media	f_{cm}	[MPa]		41.2
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	[MPa]		3.1
Resistenza caratteristica a trazione (fratt. 5%)	f_{ctk}	[MPa]		2.2
Resistenza a trazione per flessione	f_{ctfm}	[MPa]		3.7
Modulo elastico istantaneo (secante a 0.4 f_{cm})	E_{cm}	[MPa]		33643
Coefficiente di dilatazione termica	α	[°C ⁻¹]		1.0E-05
Coeff. per condizioni di aderenza	η_1	[-]		1.0
Coeff. \emptyset barre per aderenza	η_2	[-]		1.0
Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza	f_{bk}	[MPa]		4.9
Coeff. riduttivo resistenze di lunga durata	α_{cc}	[-]		0.85
Coeff. parziale di sicurezza	γ_c	[-]		1.50
Resistenza di progetto a compressione	f_{cd}	[MPa]		18.8
Resistenza di progetto a trazione	f_{ctd}	[MPa]		1.4
Resistenza tangenziale di aderenza di progetto	f_{bd}	[MPa]		3.3

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL05 – Nuovo Sottovia al km 77+661.54 Relazione descrittiva	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 RG	DOCUMENTO SL0500001	REV. A

4.3 Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili in barre ad aderenza migliorata e rispondente alle seguenti prescrizioni:

Tipo di acciaio			B450C
Tensione caratteristica di snervamento (min.)	f_{yk}	[MPa]	450
Tensione caratteristica a carico massimo (min.)	f_{tk}	[MPa]	540
Rapporto di sovrarresistenza	$k=(f_t/f_y)_k$	[-]	1.20
Massa volumica media	ρ_s	[kg/m ³]	7850
Modulo elastico	E_s	[MPa]	200000
Deformazione caratteristica a carico massimo	$\epsilon_{uk}=(A_{gt})_k$	[%]	7.50
Coefficiente di dilatazione termica	α	[C ⁻¹]	1.2E-05
Coeff. parziale di sicurezza	γ_s	[-]	1.15
Resistenza di progetto	f_{yd}	[MPa]	391.3
Deformazione di progetto allo snervamento	ϵ_{yd}	[%]	0.2
Deformazione di progetto a carico massimo	ϵ_{ud}	[%]	6.75

5. DESCRIZIONE DELL'OPERA – SL05

Il sottopasso ferroviario si trova al Km 77+661.54, subito prima della Galleria Croce, in località Borghetto.

Segue l'inquadratura dell'opera.

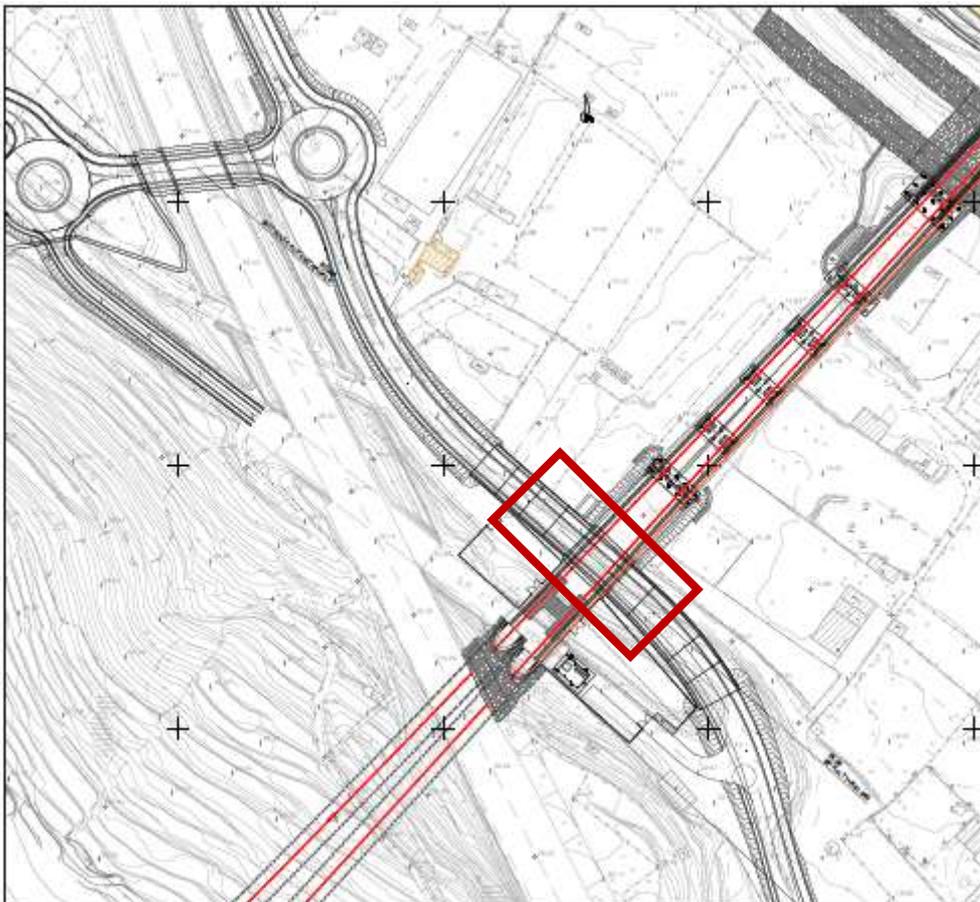


Figura 5.1: Inquadratura dell'opera

La vita nominale dell'opera è pari a $V_N = 75$ anni. La classe d'uso è la III con $C_U = 1.5$.

Il sottovia è costituito dal manufatto scatolare di lunghezza 21.52 m più opere di imbocco/sbocco costituite da un muri ad U e a L.

Le fasi operative prevedono:

- scavo fino a quota di imposta del solettone di fondazione;
- posizionamento dei teli in PVC per l'impermeabilizzazione della fondazione;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL05 – Nuovo Sottovia al km 77+661.54 Relazione descrittiva	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 RG	DOCUMENTO SL0500001	REV. A

- getto del magrone e del solettone di fondazione;
- getto dei piedritti;
- getto della soletta superiore;
- impermeabilizzazione della soletta superiore con guaina bituminosa, magrone protettivo e geotessile anticontaminante;
- rinterro;
- profilatura del rilevato ferroviario;
- esecuzione opere finitura stradale all'interno dell'opera

5.1 Struttura scatolare

La struttura scatolare in c.a. ha le seguenti caratteristiche:

Ricoprimento				
Spessore ballast+armamento	Hb		0.80	m
Spessore medio traversina+binario	Ht		0.40	m
Spessore ballast sotto la traversina			0.40	m
Spessore del rinterro	Hr		0.25	m
Geometria				
Spessore soletta superiore	Ss		1.40	m
Spessore soletta di fondazione	Sf		1.40	m
Spessore piedritti	Sp		1.50	m
Altezza netta	Hint		6.10	m
Larghezza netta	Lint		15.00	m
Lunghezza risvolti sol. inf.	Lr		0.00	m
Lunghezza dello scatolare	L		19.36	m

Seguono alcune immagini descrittive dell'opera.

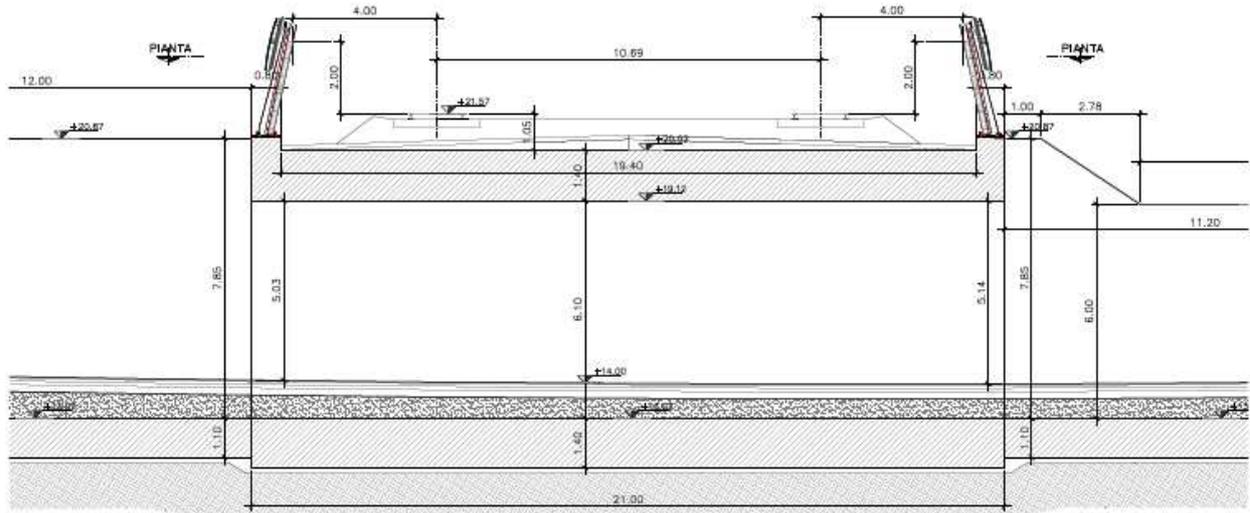


Figura 5.2: Scotolare - Sezione longitudinale

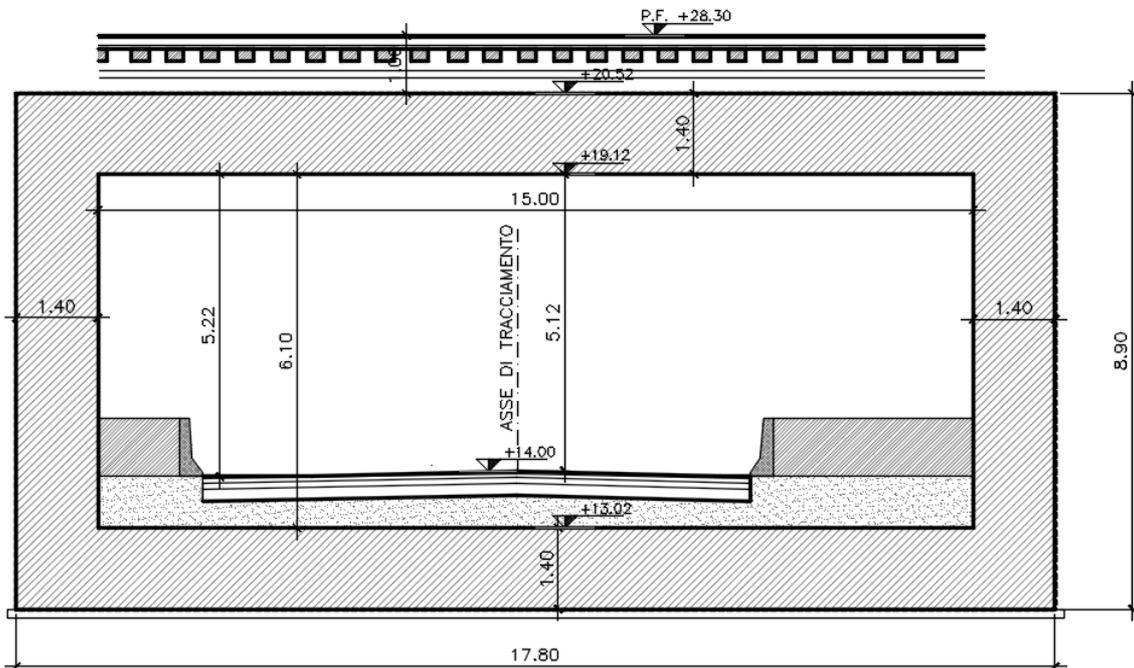


Figura 5.3: Scotolare - Sezione trasversale

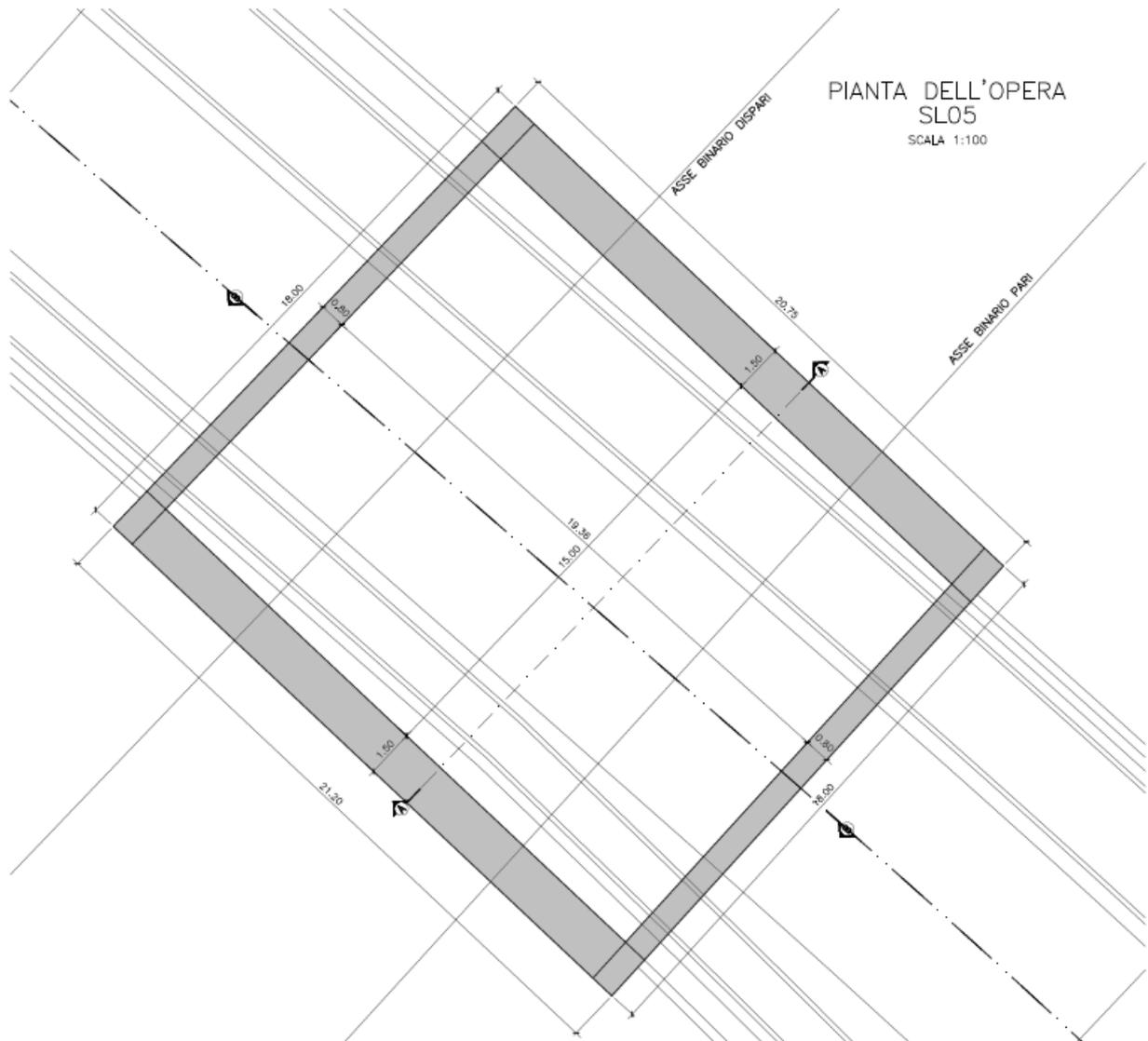


Figura 5.4: Scatolare - Pianta superiore

È prevista l'interposizione di water-stop in corrispondenza del giunto strutturale tra la struttura scatolare e muri di imbocco/sbocco, a tal proposito si vedano i dettagli al capitolo 8.

5.2 Muri di imbocco/sbocco

Nell'opera in oggetto sono presenti dei muri ad "U" di approccio; la soletta inferiore ha uno spessore pari a 1.10 m e larghezza interna tra i setti verticali è pari a 15.00 m, i setti verticali hanno spessore pari a 1.19m alla base per terminare nella parte alta con una dimensione di 0.30m. L'altezza è variabile tra 5.40 m e 8.20 m.

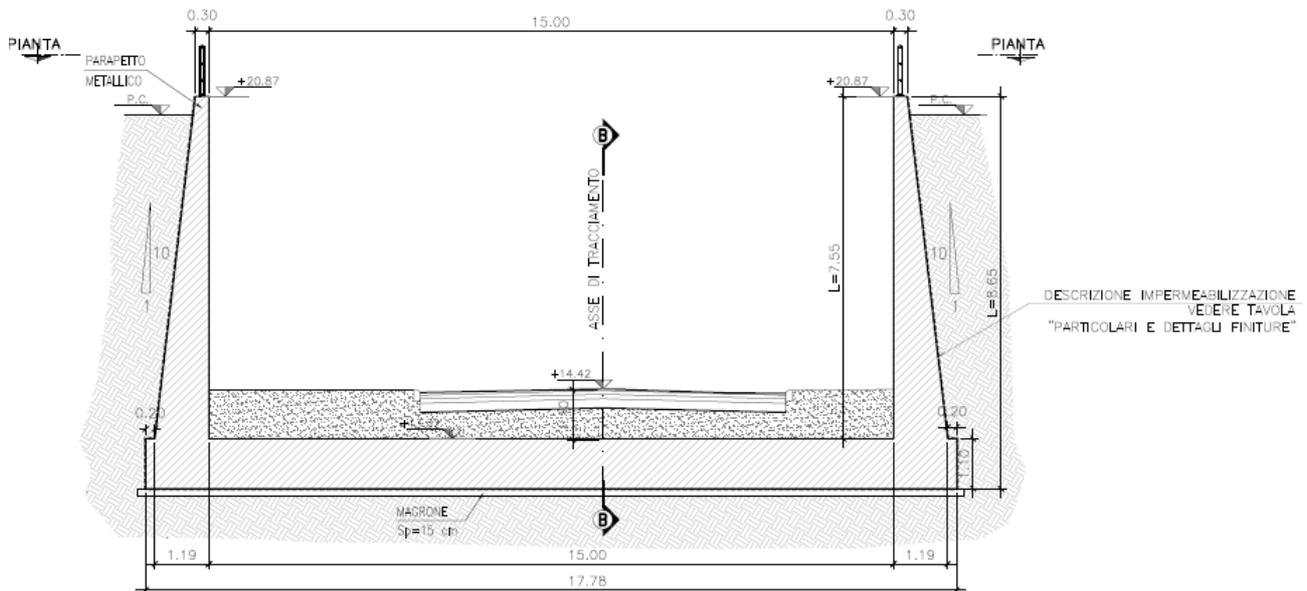


Figura 5.5: Muro di sbocco/imbocco - Sezione trasversale

6. DESCRIZIONE DELL'OPERA – SL05A

Il sottopasso autostradale si trova al Km 77+661.54.

L'opera è costituita da un sottovia varato in opera a spinta e da opere di imbocco lato Nord e Sud costituite da muri con sezione a U.

Il sottovia è costituito da una struttura scatolare e dai manufatti di imbocco/sbocco per una lunghezza complessiva di circa 40 m.

Segue l'inquadramento dell'opera.

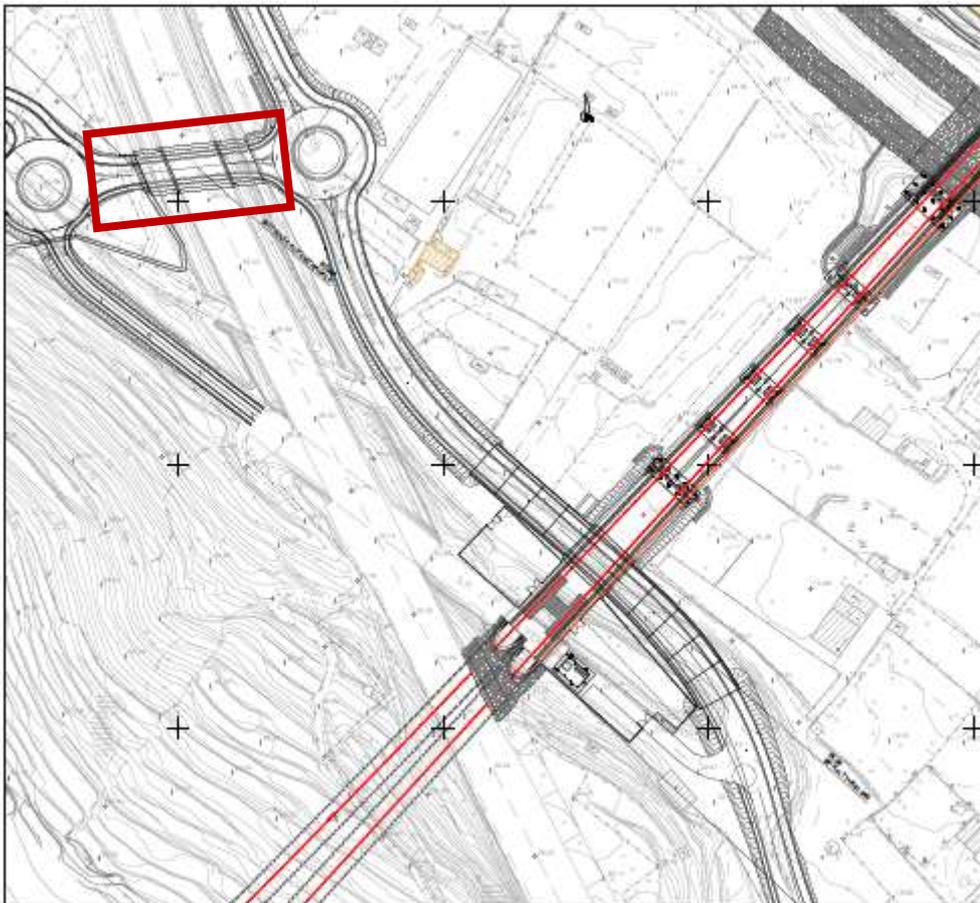


Figura 6.1: Inquadramento dell'opera

La vita nominale dell'opera è pari a $V_N = 75$ anni. La classe d'uso è la III con $C_U = 1.5$.

Il sottovia è costituito dal manufatto scatolare di lunghezza 21.52 m più opere di imbocco/sbocco costituite da un muri ad U e a L.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL05 – Nuovo Sottovia al km 77+661.54 Relazione descrittiva	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 RG	DOCUMENTO SL0500001	REV. A

6.1 Struttura scatolare

La struttura è scatolare in c.a.; ha dimensioni interne 14.75 m x 6.90 m; i piedritti e solette hanno spessore pari a 1.50m.

Seguono alcune immagini descrittive dell'opera.

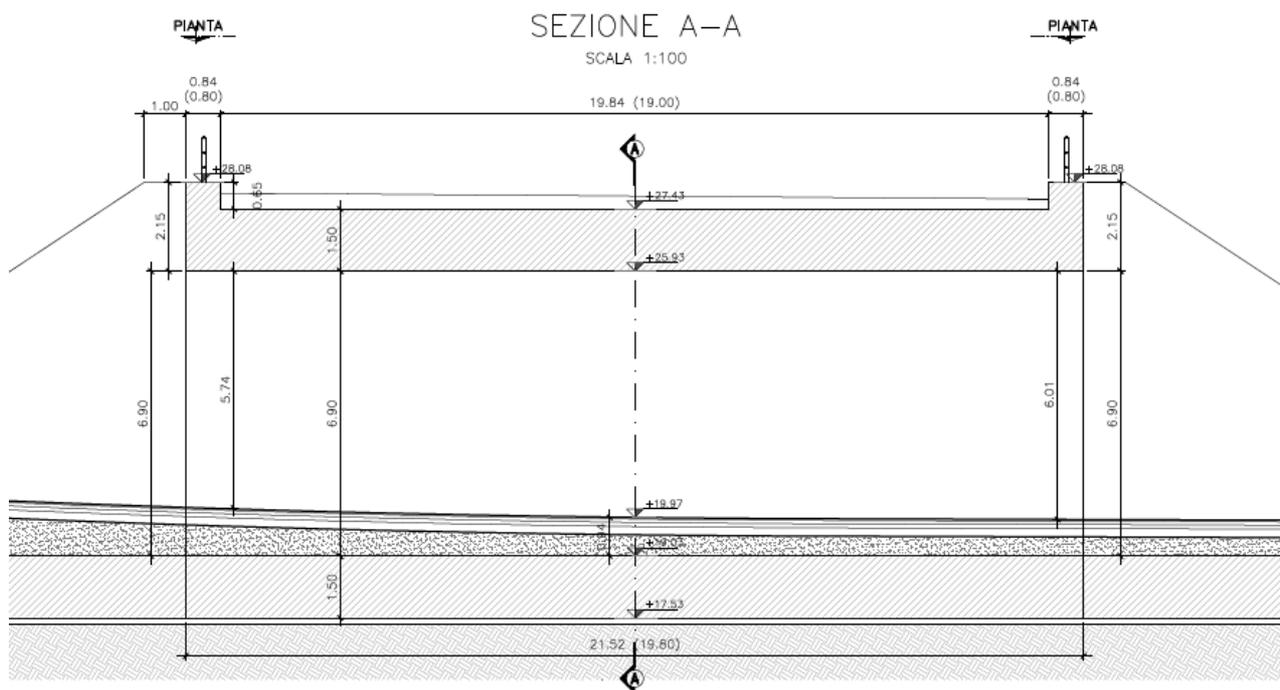


Figura 6.2: Scatolare - Sezione longitudinale

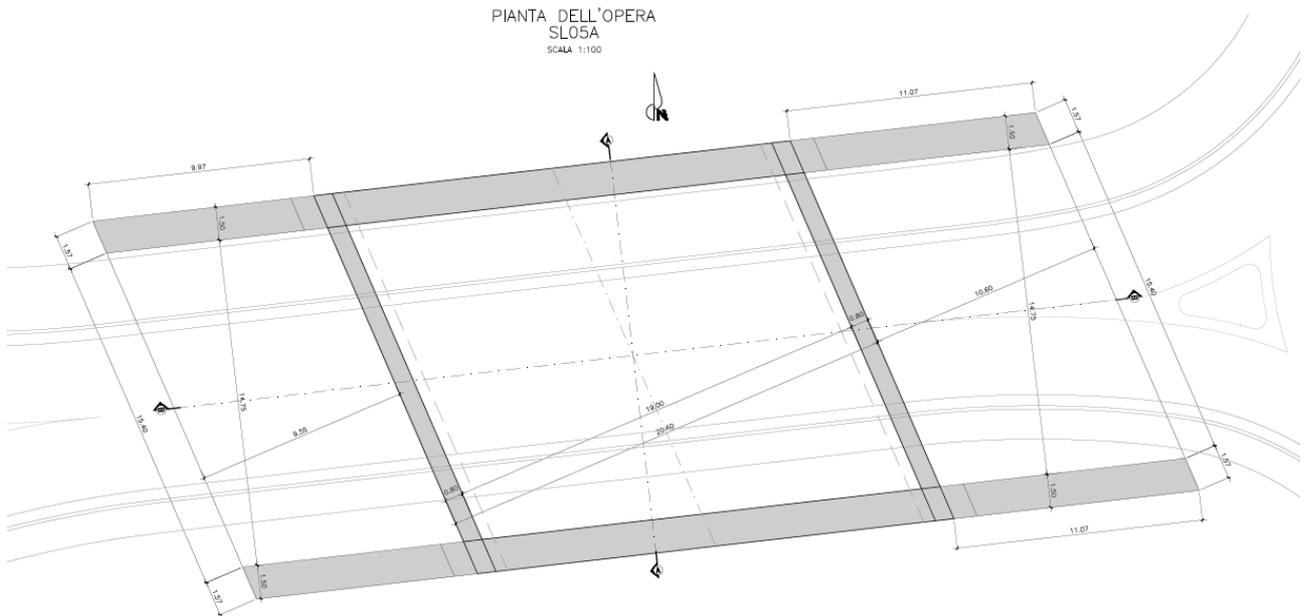


Figura 6.3: Scatolare - Pianta superiore

È prevista l'interposizione di water-stop in corrispondenza del giunto strutturale tra la struttura scatolare e muri di imbocco/sbocco, a tal proposito si vedano i dettagli al capitolo 8.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL05 – Nuovo Sottovia al km 77+661.54 Relazione descrittiva	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 RG	DOCUMENTO SL0500001	REV. A

6.2 Muri di imbocco/sbocco

Nell'opera in oggetto sono presenti dei muri ad "U" di approccio; la soletta inferiore ha uno spessore pari a 1.50 m e larghezza interna tra i setti verticali è di 14.75 m, i setti verticali hanno spessore pari a 1.50 m. L'altezza è pari a 10.55 m.

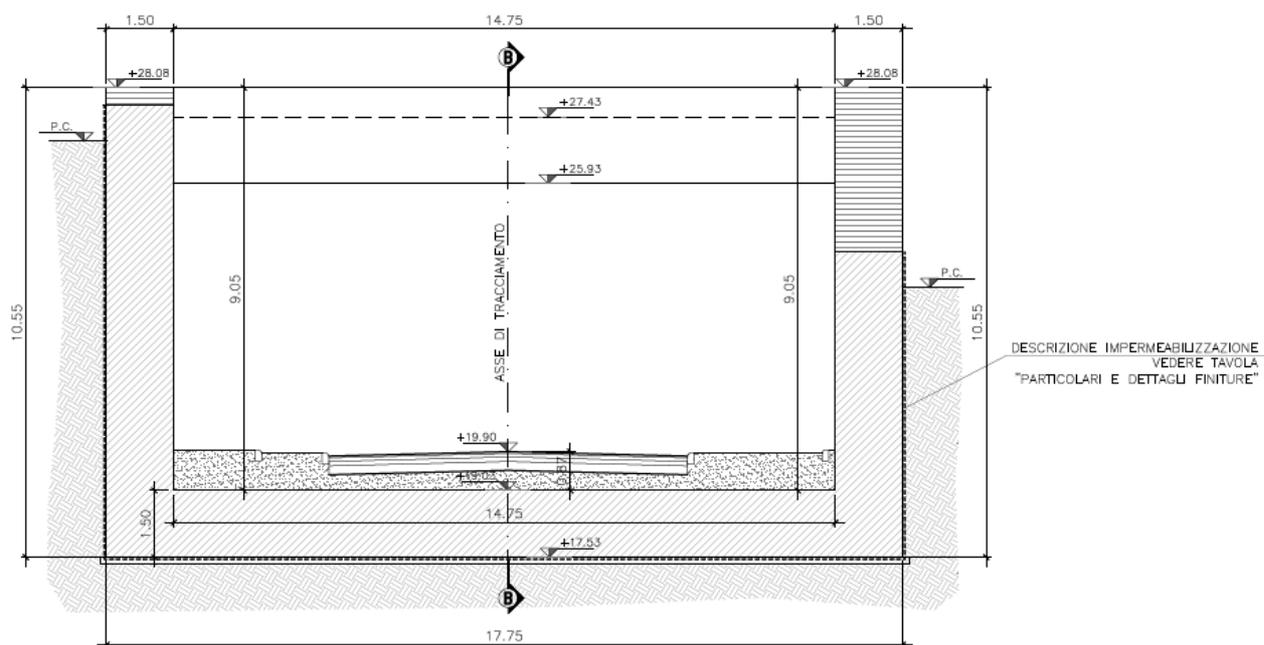


Figura 6.4: Muro di sbocco/imbocco - Sezione trasversale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL05 – Nuovo Sottovia al km 77+661.54 Relazione descrittiva	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 RG	DOCUMENTO SL0500001	REV. A

6.3 Platea di varo e Muro Reggispinta

Prima e durante la fase di spinta il monolite poggia su una platea di varo realizzata per poter sopportare le sollecitazioni derivanti dal peso e dallo scorrimento del manufatto sulla stessa. La platea di varo è collegata al muro reggispinta, necessario per garantire la necessaria azione di contrasto ai martinetti durante le fasi di spinta.

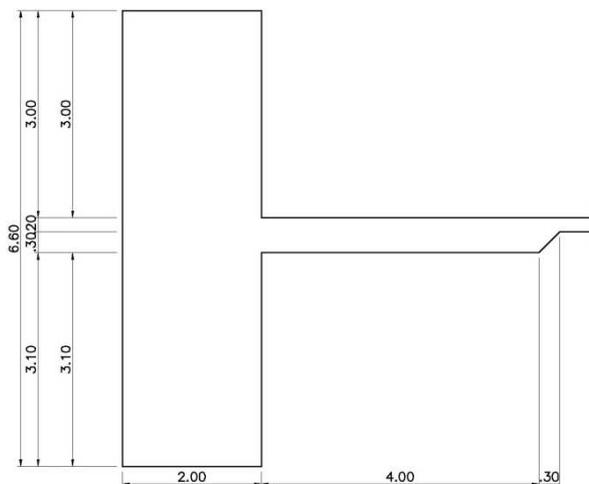


Figura 6.5 – Struttura reggispinta

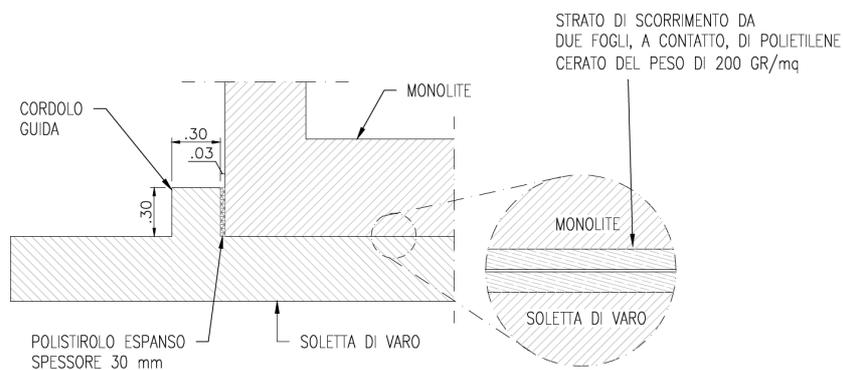


Figura 6.6 - Dettagli platea di varo

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione apposta del monolite realizzato a spinta.

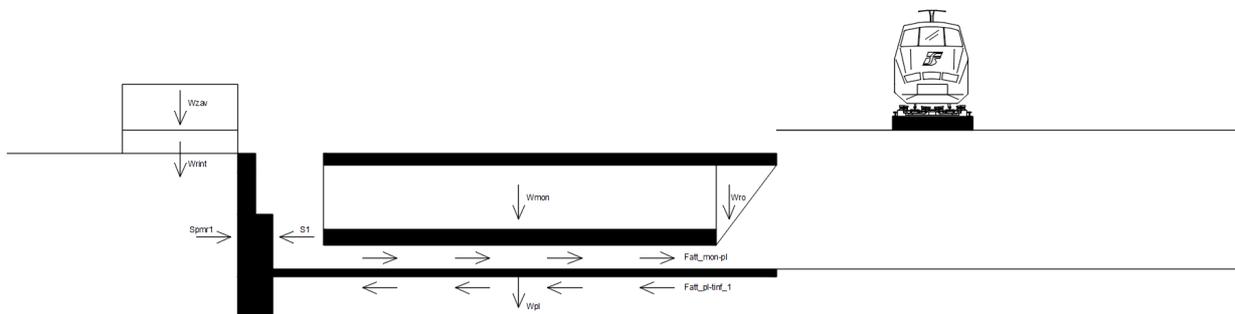
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL05 – Nuovo Sottovia al km 77+661.54 Relazione descrittiva	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 RG	DOCUMENTO SL0500001	REV. A

6.4 Metodo di calcolo della spinta

Per la verifica delle strutture di contrasto, necessarie ad assorbire l'azione delle attrezzature di spinta, si individuano due fasi, relativamente una all'inizio e una alla fine delle operazioni di spinta.

6.4.1 Analisi dei carichi nella Fase 1 (spinta iniziale)

È la configurazione che si ha all'inizio delle operazioni di spinta.



In questa configurazione i martinetti di spinta devono vincere l'attrito fra l'intradosso della fondazione e la platea di varo. Il coefficiente di attrito di primo distacco può raggiungere valori di poco superiori all'unità. Essendo il monolite ancora all'esterno del terrapieno ferroviario, non è presente alcun attrito fra terreno e pareti laterali, fra terreno e soletta superiore e fra terreno e soletta inferiore.

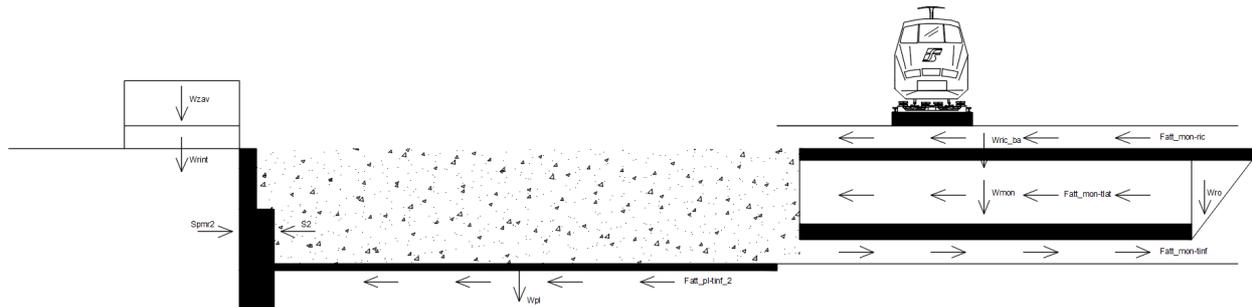
Questa configurazione risulta significativa per il dimensionamento dell'armatura della platea di varo, soggetta a prevalenti azioni di sforzo normale di trazione. Tale sforzo normale ha valore nullo all'estremità libera ed aumenta gradualmente fino a raggiungere il valore massimo all'attacco col muro reggispinga. Tale sforzo è generato dalle azioni di attrito che nascono al contatto tra il monolite e la platea ed è parzialmente limitato dalle azioni di attrito tra la platea e il terreno sottostante.

In questa configurazione il muro reggispinga deve assorbire l'azione dei martinetti. A resistere alla spinta attiva generata dai martinetti idraulici si hanno i contributi della spinta passiva del terreno a monte del muro reggispinga e dell'attrito e della forza di attrito tra la platea e il terreno sottostante. La spinta attiva sul muro generata dai martinetti risulta inferiore a quella presente nella fase 2, che viene considerata per la valutazione della capacità resistente del muro. Infatti, la spinta che viene trasmessa al terreno retrostante va aumentando gradualmente man mano che il monolite avanza dalla fase 1 alla fase finale 2.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL05 – Nuovo Sottovia al km 77+661.54 Relazione descrittiva	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 RG	DOCUMENTO SL0500001	REV. A

6.4.2 Analisi dei carichi nella Fase 2 (spinta finale)

Questa configurazione corrisponde alla fase in cui il monolite è uscito dalla platea di varo e la spinta è nella fasi finali.



In questa fase è massima la spinta che deve assorbire il terreno a monte del muro ed è minimo invece il contributo resistente fornito dalla platea di varo che si oppone alle azioni di martinetti di spinta soltanto con l'attrito sul terreno relativo al suo peso proprio. In questa fase si ha la massima spinta attiva sul muro reggispinta, che viene presa a riferimento per il dimensionamento del muro.

7. DETTAGLI COSTRUTTIVI

Nelle immagini che seguono sono mostrati i dettagli caratteristici dell'opera.

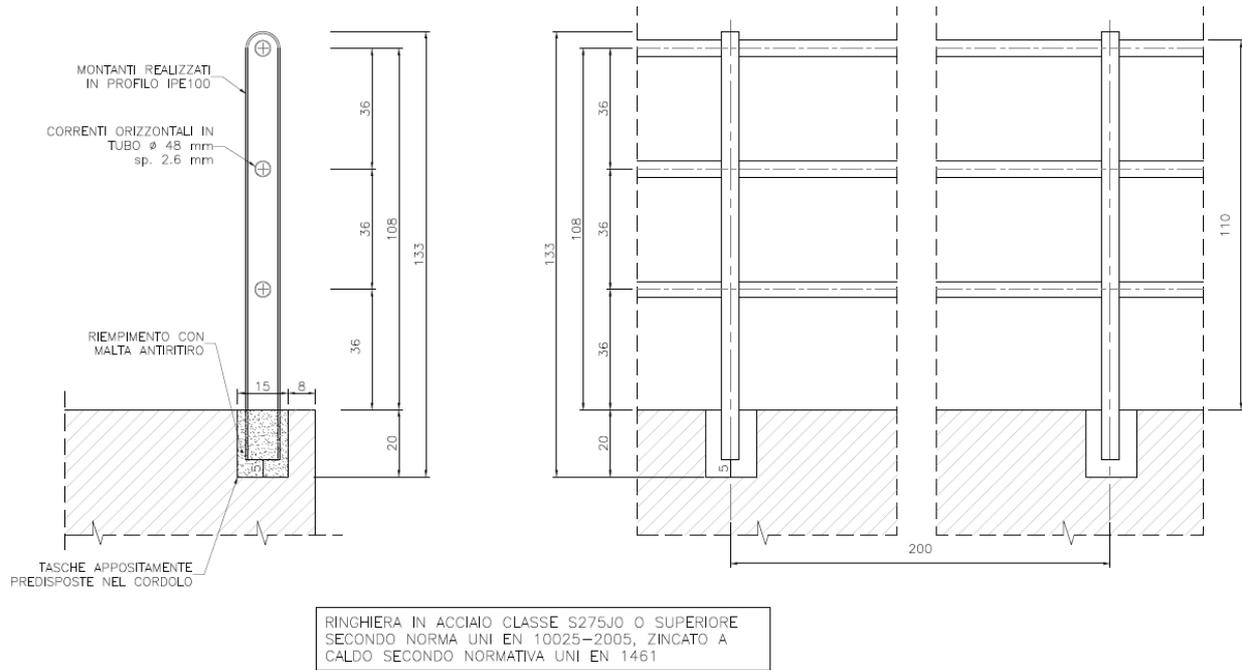


Figura 7.1: Parapetto metallico

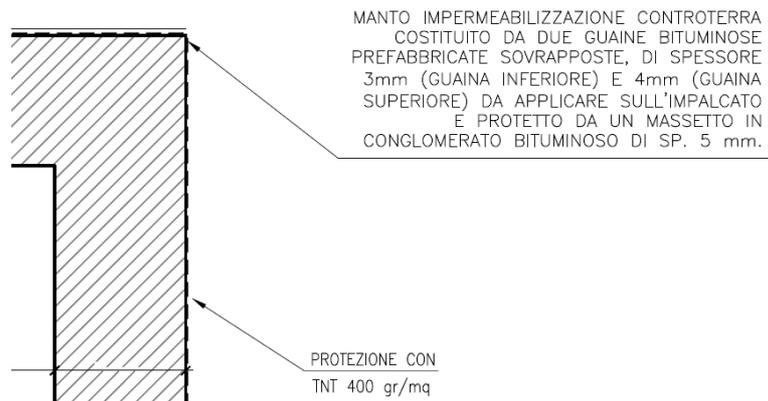


Figura 7.2: Impermeabilizzazione superiore del sottovia

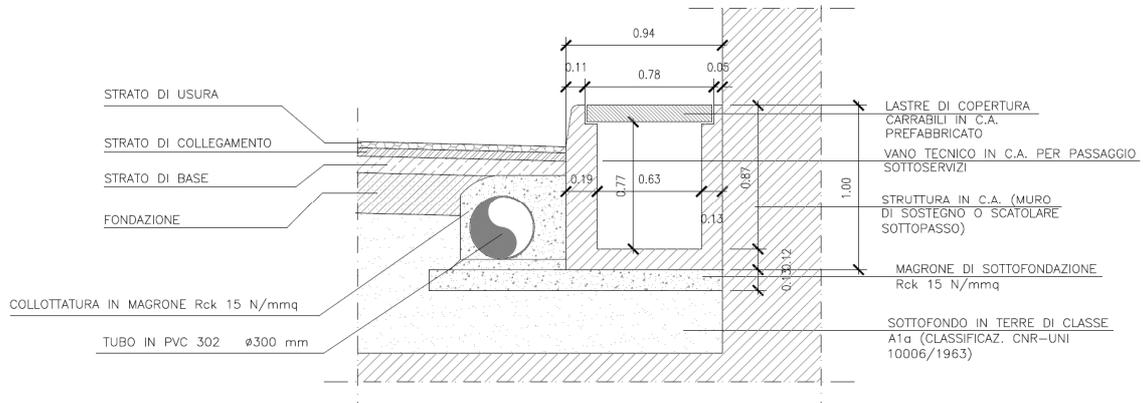


Figura 7.3: Dettagli passaggio eventuali sottoservizi

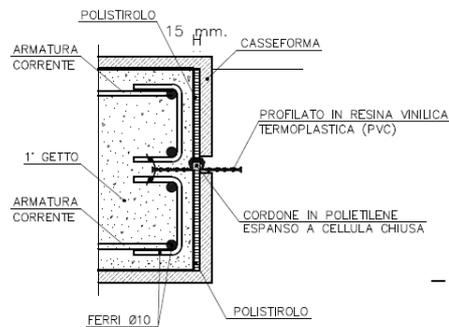
Per la stratigrafia della pavimentazione stradale si rimanda alla relazione generale descrittiva della viabilità.

GIUNTO STRUTTURALE CON WATERSTOP

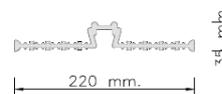
COLLEGAMENTO TRA NUOVE STRUTTURE

Scala 1:5

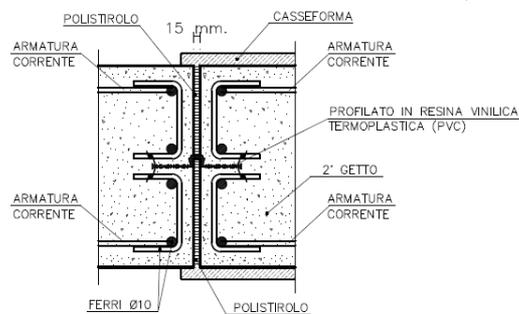
– FASE 1



– PARTICOLARE WATERSTOP



– FASE 2



Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici specialistici.