

**NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE**

**PARTE IN TERRITORIO ITALIANO – PROGETTO IN VARIANTE
(OTTEMPERANZA ALLA PRESCRIZIONE N. 235 DELLA DELIBERA CIPE 19/2015)**

CUP C11J05000030001 – PROGETTO DEFINITIVO

GENIE CIVIL – OPERE CIVILI

**GENERALITES – ELABORATI GENERALI
COTE ITALIE – LATO ITALIA**

RAPPORT GENERAL GENIE CIVIL – RELAZIONE GENERALE OPERE CIVILI

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	08/02/2013	Première diffusion / Prima emissione	C. SALOT (BG) M. RUSSO (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
A	08/02/2013	Révision suite aux commentaires LTF / Revisione a seguito commenti LTF	C. SALOT (BG) M. RUSSO (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
B	27/01/2017	Première diffusion phase PRF-PRV / Prima emissione fase PRF-PRV	F. MAGNORFI (TCC)	C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
C	30/03/2017	Révision suite aux commentaires TELT / Revisione a seguito commenti TELT	F. MAGNORFI (TCC)	C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
D	13/04/2017	Révision suite aux commentaires TELT / Revisione a seguito commenti TELT	F. MAGNORFI (TCC)	C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI

CODE DOC	P	R	V	C	3	A	T	S	3	1	0	1	0	D	A	P	N	O	T
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero				Indice	Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	05	02	00	10	01
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----



ECHELLE / SCALA



TELT sas – Savoie Technolac - Bâtiment "Homère"
13 allée du Lac de Constance – 73370 LE BOURGET DU LAC (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété TELT Tous droits réservés – Proprietà TELT Tutti i diritti riservati

Ce projet
est cofinancé par
l'Union européenne
(DG-TREN)



Questo progetto
è cofinanziato
dall'Unione europea
(TEN-T)

INDICE

RESUME/RIASSUNTO	8
1. INTRODUZIONE	11
2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA	15
3. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	16
3.1 Generalità.....	16
3.2 Principi normativi	17
3.2.1 Geotecnica.....	17
3.2.2 Opere a cielo aperto	17
3.2.3 Opere in sotterraneo	18
3.2.4 Opere in zona sismica	19
3.2.5 Punti particolari che hanno richiesto armonizzazione	19
3.2.6 Verifica di resistenza al fuoco.....	20
3.2.6.1 Opere a cielo aperto	20
3.2.6.2 Opere in sotterraneo	21
3.3 Documenti di riferimento	21
3.3.1 Documenti a valenza internazionale	21
3.3.2 Documenti di provenienza francese.....	21
3.3.3 Documenti di provenienza italiana	22
4. TRACCIATO FERROVIARIO	23
4.1 Descrizione del tracciato.....	23
4.2 Piano binari della Stazione Internazionale di Susa.....	24
4.3 Piano binari dell'Area Tecnica e di Sicurezza di Susa	24
4.4 Piano binari della Stazione di Bussoleno.....	25
4.5 Velocità di tracciato	25
5. TUNNEL DI BASE E OPERE ACCESSORIE	26
5.1 Tunnel di Base	26
5.1.1 Requisiti e forma della sezione	26
5.1.2 Tolleranze	29
5.1.3 Metodi di scavo.....	30
5.1.4 Impermeabilizzazione e drenaggio	33
5.1.5 Rami e locali tecnici.....	35
5.1.6 Sezioni allargate nella zona degli imbocchi a Susa	35
5.1.7 Caverne per il montaggio e lancio e per lo smontaggio delle TBM	38
5.1.8 Tratta in artificiale di approccio al tunnel di base.....	39
5.2 La Galleria di Maddalena 1, la Galleria di Connessione 1 e la Galleria Maddalena 1bis.....	43
5.2.1 Premessa	43
5.2.2 Galleria Maddalena 1 e Galleria di Connessione 1	45
5.2.3 Sezione corrente Galleria Maddalena 1	45
5.2.4 Sezione corrente della Galleria di Connessione 1.....	46
5.2.5 Galleria Maddalena 1bis per stoccaggio rocce verdi	47
5.2.6 Sistema di drenaggio e impermeabilizzazione.....	48
5.3 La Galleria di Maddalena 2 e la Galleria di Connessione 2	48

5.3.1	Premessa	48
5.3.2	Sezione corrente della Galleria Maddalena 2	50
5.3.3	Sezione corrente della Galleria di Connessione 2.....	51
5.3.4	Sezione di innesto della Galleria Maddalena 2.....	52
5.3.5	Sistema di drenaggio e impermeabilizzazione.....	52
5.4	Imbocco della Galleria di Maddalena 1 e della Galleria di Maddalena 2	53
5.5	Centrale di ventilazione della Maddalena.....	54
5.6	Area di sicurezza di Clarea	57
5.6.1	Geometria.....	57
5.6.2	Configurazione planimetrica.....	59
5.6.3	Galleria in linea.....	61
5.6.4	Galleria intertubo con sala d'accoglienza	62
5.6.5	Rami di collegamento	64
5.6.6	Caverna Ovest	65
5.6.7	Ramo per inserimento veicoli modali sul binario	66
5.6.8	Caverna Tecnica.....	67
5.6.9	Locali Tecnici	68
5.6.10	Galleria Logistica di inversione mezzi	69
6.	PIANA DI SUSÀ	70
6.1	Generalità.....	70
6.2	Corpo ferroviario tra l'imbocco del Tunnel di Base ed il ponte sulla Dora	75
6.3	La Stazione Internazionale di Susa.....	75
6.3.1	Concezione.....	75
6.3.2	Layout funzionale	76
6.3.3	Accessi esterni e parcheggi	78
6.3.4	Struttura.....	78
6.4	Il Ponte sulla Dora Riparia.	78
6.5	Sottopasso ferroviario dell'autostrada A32	81
6.6	L'Area Tecnica e di Sicurezza di Susa.....	82
6.6.1	Descrizione delle opere dell'Area Tecnica e di Sicurezza di Susa.....	83
6.6.2	Fabbricato Uffici Tecnici	84
6.6.3	Fabbricato Servizi Ausiliari	86
6.6.4	Sottostazione Elettrica	86
6.6.5	Area stoccaggio zona manutenzione.....	87
6.6.6	Viabilità interna, Parcheggi e Aree per la Sicurezza	87
6.6.7	Fabbricato Guardiola	87
6.6.8	Edificio di Primo Soccorso	87
6.6.9	Copertura fotovoltaica	87
6.6.10	Portali ferroviari per la Trazione Elettrica.....	88
6.6.11	Elisuperficie per soccorso e centrale antincendio a servizio del binario di soccorso.....	89
6.7	Gli interventi sulle infrastrutture viarie e ferroviarie esistenti nella Piana di Susa .	90
6.7.1	Via Montello e viabilità locale.....	91
6.7.1.1	Infrastruttura stradale	91
6.7.1.2	Sottopasso Via Montello.....	92
6.7.1.3	Scitolare Linea Storica Susa-Torino.....	93
6.7.1.4	Scitolare Ambruna.....	93
6.7.2	Linea Storica Susa-Torino	93
6.7.2.1	Infrastruttura ferroviaria.....	93
6.7.2.2	Ponte Linea Storica Torino-Susa su autostrada A32	94

6.7.2.3	Viadotto al di sopra della Stazione Internazionale di Susa.....	95
6.7.2.4	Opere di contenimento del rilevato dell'adeguamento della linea storica Torino-Susa.....	97
6.7.2.5	Deviazione provvisoria della linea storica Torino-Susa	98
6.7.3	Strada Statale 25	98
6.7.3.1	Infrastruttura stradale	98
6.7.3.2	Galleria artificiale S.S. 25	100
6.7.4	Autostrada A32	100
6.7.5	Strada Provinciale 24	103
6.7.5.1	Infrastruttura stradale	103
6.7.5.2	Sottopasso di cantiere sotto SP 24	104
6.7.6	Canale Coldimosso	105
6.8	Opere minori su viabilità locale.....	106
6.8.1	Sottopasso Tra Due Rivi	106
6.8.2	Sovrappasso Coldimosso	106
6.8.3	Sottopasso per la fauna	106
6.9	Canali di raccolta delle acque della Piana di Susa.....	107
6.10	Le interferenze	107
6.11	Agriparco	108
6.12	Sistemazioni a verde	110
7.	TUNNEL DI INTERCONNESSIONE	113
7.1	Imbocco lato Susa.....	113
7.2	Tratta in sotterraneo	119
7.2.1	Tracciato	119
7.2.2	Interferenza con la futura galleria dell'Orsiera	120
7.2.3	Drenaggio delle acque.....	120
7.3	Imbocco lato Bussoleno.....	121
7.3.1	Geometria della galleria artificiale.....	121
7.3.2	Sistemazione definitiva	124
7.3.3	Strade di accesso e canale	126
8.	INNESTO A BUSSOLENO.....	127
8.1	Generalita'	127
8.2	Le opere civili all'aperto dell'Interconnessione (tratto di Bussoleno)	129
8.2.1	Ampliamento Rilevato per deviazione Binario Dispari Linea Storica Torino-Modane	129
8.2.2	Sottopasso scatolare della SP 24	130
8.2.3	Ponte Dora Ovest	130
8.2.4	Ponte Dora Est	131
8.2.5	Rilevato dai ponti Dora alla Stazione di Bussoleno.....	132
8.2.6	Sottopasso 1 alla pk 2+540 Binario Pari Interconnessione (pk 44+539,30 Linea Storica Dispari)	133
8.2.7	Sottopasso 2 alla pk 2+354 Binario Pari Interconnessione.....	134
8.2.8	Opere nella stazione di Bussoleno	134
8.2.9	Viabilità di accesso all'imbocco del Tunnel di Interconnessione.....	135
8.2.10	Interventi su opere esistenti e demolizioni.	137
9.	COSTRUZIONE	139
9.1	Criteri di sviluppo generale	139
9.2	Scenario costruttivo di riferimento	139
9.3	Fasi costruttive delle opere in sotterraneo	140

9.3.1	Generalità	140
9.3.2	Lavori anticipati	141
9.3.3	Lavori di costruzione	141
9.3.4	Percorso critico	145
9.3.5	Sintesi dei lavori	145
9.4	Tempi di realizzazione nella Piana di Susa	146
9.5	Tempi di realizzazione del Tunnel di Interconnessione	148
9.6	Tempi di realizzazione a Bussoleno	149
9.7	Altre aree	150
9.8	Organizzazione dei cantieri	150

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1	– Schema del tracciato	15
Figura 2	– Planimetria del Tunnel di Base nella tratta lato Italia.....	26
Figura 3	– Sezione tipo Tunnel di Base: scavo con TBM scudata.....	27
Figura 4	– Sezione tipo Tunnel di Base: scavo con TBM aperta.....	28
Figura 5	– Sezione tipo Tunnel di Base: scavo tradizionale	28
Figura 6	– Planimetria nella zona degli imbocchi a Susa	36
Figura 7	– Sezioni tipo dei cameroni pari e dispari della tratta A.....	37
Figura 8	– Gru a portale nelle caverne di montaggio/smontaggio (con riferimento alla TBM aperta, che presenta un diametro più grande).....	38
Figura 9	– Sezione longitudinale della caverna di montaggio e lancio per la fresa mista scudata.....	39
Figura 10	– Imbocco lato Susa Tunnel di Base.....	40
Figura 11	– Ortofoto planimetria di imbocco.....	41
Figura 12	– Sezione tipo galleria artificiale BP pk 61+076 – 61+084.....	41
Figura 13	– Sezione tipo galleria artificiale BP pk 61+084 – 61+116.52.....	42
Figura 14	– Sezione tipo galleria artificiale BP pk 61+116.52 – 61+196.....	42
Figura 15	– Planimetria sistemazione finale imbocco	43
Figura 16	– Planimetria della Galleria Maddalena 1 e della galleria di Connessione 1	44
Figura 17	– Sezione corrente.....	45
Figura 18	– Sezione corrente a senso unico	46
Figura 19	– Sezione corrente a doppio senso.....	47
Figura 20	– Sezione di stoccaggio nella sezione corrente di Maddalena 1bis	47
Figura 21	– Planimetria della Galleria Maddalena 2 e della galleria di Connessione 2	50
Figura 22	: sezione corrente - galleria di Maddalena 2.....	51
Figura 23	: sezione corrente - galleria di connessione 2	52
Figura 24	– Imbocco Gallerie di Maddalena – Planimetria aree di cantiere.....	54
Figura 25	– Centrale di Ventilazione di Maddalena – Sezione Longitudinale	55
Figura 26	– Configurazione planimetrica dell'area di sicurezza.....	60
Figura 27	– Sezione tipo della galleria in linea con marciapiede.....	61
Figura 28	– Particolare della zona di inserimento dei veicoli bimodali sul binario.....	62
Figura 29	– Galleria intertubo: sezione trasversale.....	62
Figura 30	– Galleria intertubo e sala d'accoglienza: sezione trasversale.....	63
Figura 31	– Ramo di collegamento e per i servizi di soccorso: sezione trasversale	64
Figura 32	– Ramo di collegamento e per i servizi di soccorso: sezione di giunzione	65
Figura 33	– Caverna ovest: sezione trasversale	66
Figura 34	– Ramo per inserimento veicoli bimodali (sezione F-F)	67

Figura 35 – Caverna tecnica: sezione longitudinale.....	67
Figura 36 – Caverna tecnica: sezione trasversale.....	68
Figura 37 – Galleria Logistica di inversione mezzi: sezione trasversale	69
Figura 38 – Stato attuale Piana di Susa	70
Figura 39 – Planimetria Piana di Susa	71
Figura 40 – Fotosimulazione delle nuove opere nella Piana di Susa vista dalla cappella della Madonna dell'Ecova	73
Figura 41 – Fotomontaggio area tecnica e di sicurezza	74
Figura 42 – Stazione internazionale di Susa	76
Figura 43 – Pianta stazione internazionale di Susa	77
Figura 44 – Planivolumetrico stazione internazionale di Susa	77
Figura 45 – Fotosimulazione e assonometrie ponte sulla Dora a Susa	79
Figura 46 – Prospetto e pianta ponte Dora a Susa.....	80
Figura 47 – Sezione definitiva ponte ad arco superiore sulla Dora a Susa	81
Figura 48 – Sezione trasversale sottopasso ferroviario dell'A32	82
Figura 49 – Area tecnica a Susa	83
Figura 50 – Area tecnica di Susa – Fabbricato uffici tecnici con la caratteristica facciata in cotto con tessitura a "pixel"	85
Figura 51 – Area tecnica di Susa – Fabbricato uffici tecnici – Sezione trasversale	85
Figura 52 – Area tecnica di Susa – Copertura in pannelli fotovoltaici dei parcheggi intorno al fabbricato uffici	86
Figura 53 – Copertura in pannelli fotovoltaici lato edificio primo soccorso	88
Figura 54 – Area tecnica di Susa – Vista d'insieme	90
Figura 55 – Planimetria viabilità zona imbocco Tunnel di Base – Ponte Dora	91
Figura 56 – Sezione Trasversale del Sottopasso	92
Figura 57 – Planimetria ponte LS su autostrada A32.....	95
Figura 58 – Sezione longitudinale ponte LS su autostrada A32	95
Figura 59 – Planimetria viadotto al di sopra della Stazione Internazionale.....	96
Figura 60 – Sezione trasversale viadotto al di sopra della Stazione Internazionale	96
Figura 61 – Particolare solette porta ballast	97
Figura 62 – Planimetria viabilità zona area tecnica di Susa.....	103
Figura 63 – Sezione trasversale sottopasso di cantiere SP 24.....	105
Figura 64 – Planimetria agriparco	109
Figura 65 – Imbocco lato Susa del Tunnel dell'Interconnessione	113
Figura 66 – Ortofoto planimetria di imbocco.....	115
Figura 67 – Sezione galleria artificiale BD	116
Figura 68 – Sezione galleria scatolare BD	116
Figura 69 – Sezione galleria artificiale BP.....	117
Figura 70 – Sezione galleria scatolare BP.....	118
Figura 71 – Planimetria sistemazione finale	119
Figura 72 – Planimetria generale interconnessione.....	120
Figura 73 – Area di imbocco durante la fase di cantiere.....	121
Figura 74 – Sezione galleria artificiale BD	122
Figura 75 – Sezione scatolare BD	123
Figura 76 – Sezione galleria artificiale BP.....	123
Figura 77 – Sezione scatolare BP.....	124
Figura 78 – Tunnel dell'Interconnessione imbocco lato Bussoleno.....	125
Figura 79 – Pianta Tunnel imbocco lato Bussoleno Tunnel dell'Interconnessione	125
Figura 80 – Prospetto fabbricato all'imbocco lato Bussoleno	126

Figura 81 – Planimetria generale interconnessione e dell'ingresso nella stazione di Bussoleno	127
Figura 82 – Planimetria tratto all'aperto interconnessione ed innesto nella stazione di Bussoleno	128
Figura 83 – Sezione trasversale ponti Dora est e Dora ovest a Bussoleno	131
Figura 84 – Prospetto ponti Dora est e Dora ovest a Bussoleno	132
Figura 85 – Sezione trasversale sottopasso 1 a Bussoleno.....	133
Figura 86 – Sezione trasversale sottopasso 2 a Bussoleno.....	134
Figura 87 – Planimetria viabilità accesso imbocco	136
Figura 88 – Edifici ferroviari previsti in demolizione – Edifici 1B e 3B.....	137
Figura 89 – Edificio ferroviario previsto in demolizione – Edificio 2B	138
Figura 90 - Planning di riferimento per la costruzione	148

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Sintesi delle metodologie di scavo per la tratta Lato Italia	33
Tabella 2 – Tratte nella zona degli imbocchi	35
Tabella 3 – Lunghezza gallerie artificiali.....	118
Tabella 4 – Lunghezza gallerie artificiali.....	124
Tabella 5 – Scenario costruttivo di riferimento Tunnel di Base (lato Italia) e Tunnel di Interconnessione.....	140
Tabella 6 – Denominazione dei cantieri e attività/opere realizzate.	151

RESUME/RIASSUNTO

Le projet de la section transfrontalière de la partie commune franco-italienne de la Nouvelle Ligne Lyon – Turin concerne le tronçon de ligne entre Saint Jean de Maurienne en France et Susa en Italie. Elle inclut la connexion avec la ligne existante Modane – Turin à Bussoleno dans la première phase fonctionnelle.

L'objet du présent rapport est la description des critères ayant conduit à la définition des ouvrages de génie civil prévus dans la phase du Progetto Definitivo sur le territoire italien et de la Révision, délivré en raison de la prescription n. 235 de la Delibera CIPE 19/2015.

Pour les ouvrages extérieurs qui sont intégralement situés en Italie, les règlements nationaux ont été appliqués. Pour les ouvrages souterrains situés en France et en Italie, le cadre normatif a en revanche été redéfini conformément aux critères CIG.

Depuis Bussoleno, la Nouvelle Ligne suit le tracé de la ligne existante jusqu'à l'entrée en terre située sur l'autre rive de la Dora Riparia. Ce tronçon long de 1.6 km environ nécessite l'élargissement du remblai ferroviaire actuel, la construction de deux nouveaux ponts longs de 75 m chacun sur la Dora et la démolition d'un des ponts maçonnés actuels.

Pour répondre à l'exigence contenue dans la nouvelle STI SRT est fait un point de lutte contre l'incendie sur le côté Bussoleno du Tunnel d'Interconnexion.

Le Tunnel d'Interconnexion, dont le portail Est est réalisé à proximité de la voie paire de la ligne existante en tunnel (galerie Tanze), est long de 2.1 km environ. Le tracé des deux tubes est conçu de manière à limiter les interactions avec la galerie autoroutière de Prapontin (qui est croisée en passant au dessous) et à anticiper la réalisation du Tunnel d'Orsiera en vue de la seconde phase fonctionnelle. Le portail Ouest est localisé à

Il progetto della sezione transfrontaliera della parte comune italo-francese della Nuova Linea Torino-Lione riguarda la parte di linea che va da Saint-Jean-de-Maurienne in Francia fino a Susa in Italia. Include l'interconnessione con la linea storica Torino-Modane a Bussoleno nella prima fase funzionale.

Oggetto di questa relazione è l'illustrazione dei criteri di impostazione e la descrizione delle opere civili previste nella Revisione del Progetto Definitivo sul territorio italiano e nella sua successiva revisione, emessa a riscontro della prescrizione n. 235 della Delibera CIPE 19/2015

Per le opere esterne che sono integralmente situate in Italia, si sono applicate le normative nazionali. Per le opere in sottoterraneo situate in Francia ed in Italia, il quadro normativo è stato invece ridefinito in conformità ai criteri CIG.

A partire da Bussoleno, la Nuova Linea segue il tracciato della linea esistente fino all'entrata in sottoterraneo situata sull'altra sponda della Dora Riparia. Questa tratta lunga 1.6 km circa necessita l'allargamento del rilevato ferroviario attuale, la costruzione di due nuovi ponti lunghi ciascuno 75 m sulla Dora e la demolizione di uno dei due ponti in muratura oggi esistenti.

In questa tratta per ottemperare alla prescrizione contenuta nella nuova STI SRT viene realizzato un punto anticendio in corrispondenza dell'imbocco lato Bussoleno del Tunnel dell'Interconnessione.

Il Tunnel di Interconnessione, il cui portale Est è realizzato in prossimità alla galleria ferroviaria Tanze del binario pari della linea esistente, è lungo 2.1 km circa. Il tracciato delle due canne è concepito in maniera tale da limitare le interazioni con la galleria autostradale Prapontin (sottopassata) e da tenere in conto il Tunnel dell'Orsiera in previsione della sua realizzazione nella seconda fase funzionale. Il portale Ovest È

l'extrémité est de la plaine de Susa. Le tronçon à l'air libre dans la plaine de Susa s'étend sur 2.6km. Il se compose des voies, de l'aire technique, du site de sécurité et de la gare Internationale de Susa.

La réalisation de la ligne comporte la déviation du canal de Coldimosso ainsi que la déviation de réseaux au portail ouest de l'Interconnexion.

L'aire technique et de sécurité, inclut une sous-station électrique et une hélisurface.

Le franchissement de l'autoroute A32 et de la Dora s'effectue respectivement par un passage inférieur et par un pont en arc long de 98 m.

La gare Internationale de Susa est réalisée au niveau du passage sous la ligne historique Turin – Susa.

Outre les ouvrages directement liés au projet ferroviaire, de nombreux aménagements routiers sont nécessaires dans la plaine de Susa dont les principaux sont liés à la déviation de l'A32 et aux modifications de tracé des routes SS25 et SP 24.

Le portail du Tunnel de Base se compose d'une tranchée couverte longue d'environ 140 m dont les sections sont de dimensions variables définies sur la base du tracé ferroviaire.

Le Tunnel de Base est de type bi-tube. Sur les premiers 350 - 400 m, le Tunnel de Base est réalisé dans des roches potentiellement asbestiformes d'origine océaniques. La méthode de construction ainsi que le phasage ont été adaptés à cette particularité géologique.

Jusqu'à la frontière, le tracé du Tunnel de Base présente plusieurs courbes et une pente maximale de l'ordre de 11.18 % afin de limiter les interactions avec le bâti existant (dont la galerie autoroutière de Mompantero, les habitations de Venaus et les ouvrages hydrauliques de Pont Ventoux). La traversée de la vallée alluvionnaire du Val Cenischia est réalisée dans des alluvions, à une profondeur d'environ 60 m sous le terrain naturel. Le creusement se fait au tunnelier à front pressurisé et les rameaux de communications

ubicato all'estemità est della piana di Susa. La tratta all'aperto nella piana di Susa si estende per 2.6 km. In essa ricadono l'area tecnica, l'area di sicurezza e la stazione internazionale di Susa.

La realizzazione della linea implica la deviazione del canale di Coldimosso e la deviazione dei sovra/sottoservizi al portale Ovest dell'Interconnessione.

L'area Tecnica e di Sicurezza include una sotto-stazione elettrica e una elisuperficie.

La linea attraversa la Dora su un ponte ad arco superiore di 98 m di luce e sottopassa l'autostrada A32 con un manufatto scatolare. La stazione Internazionale di Susa è realizzata in corrispondenza del passaggio sotto la linea storica Torino-Susa.

Oltre alle opere direttamente collegate al progetto ferroviario, sono necessarie, nella piana di Susa, numerose sistemazioni della viabilità, le principali delle quali sono legate alla deviazione dell'A32 ed alla modifica del tracciato delle strade SS25 e SP 24.

Il portale del Tunnel di Base è composto da una galleria artificiale lunga circa 140 m le cui sezioni sono di dimensioni variabili definite sulla base del tracciato ferroviario.

Il Tunnel di Base è a doppia canna. Nei primi 350 – 400 m circa, il Tunnel di Base è realizzato in rocce potenzialmente asbestiformi. Il metodo di costruzione ed il fasaggio sono stati adattati a questa particolarità.

Fino alla frontiera, il tracciato del Tunnel di Base presenta un andamento curvilineo ed una pendenza massima dell'ordine dell'11.18 % in maniera da limitare l'interazione con le strutture esistenti (tra cui la galleria autostradale Mompantero, le abitazioni di Venaus e le opere idrauliche di Pont Ventoux). Il sottoattraversamento della val Cenischia avviene in depositi alluvionali, ad una profondità di circa 60 m al di sotto del piano di campagna. Il metodo di costruzione per questo tratto prevede l'utilizzo della TBM a fronte confinato mentre i rami di

sont réalisés en traditionnel après traitement d'étanchéité par injections (injections depuis le tunnel).

L'entraxe des tubes est de 40 m sauf au niveau du site de sécurité de Clarea où celui-ci atteint 80 m. Le site de Clarea se déplace de pk. 47+998 à pk. 52+164, la frontière étant au Pk 48+672, il est intégralement situé en Italie.

L'accès routier des secours au sites est réalisé par la galerie de La Maddalena. A l'extérieur de la galerie sont prévues une centrale de ventilation et une aire d'accueil des secours avec hélisurface et parking pour les engins de secours. La ventilation du site de sécurité et l'extraction des fumées sont assurées au moyen de nouvelle galerie de ventilation Maddalena 2.

Au-delà du site de sécurité de Clarea le tunnel de base continue son tracé avec une pente de 11 pour mille pour atteindre le point haut de la ligne à 749.65 m NG, à la pK 34+170. A partir de ce pK la ligne continue en pente descendente pour atteindre le site de sécurité et service de Modane à la pK 32+800.

comunicazione vengono realizzati con scavo tradizionale previo iniezioni per impermeabilizzare la struttura (iniezioni dal tunnel).

L'interasse tra le canne è normalmente di 40 m salvo in corrispondenza dell'Area di Sicurezza di Clarea dove raggiunge 80 m. L'area di Clarea è stata spostata dalla pk 47+998 alla pk. 52+164 e quindi, dato che il confine si trova alla Pk 48+672, è situata integralmente in territorio italiano.

L'accesso stradale dei soccorsi all'area è realizzato a partire della galleria della Maddalena. All'esterno della galleria sono previste una centrale di ventilazione ed un'area per i soccorsi con elisuperficie e parcheggio per i mezzi di servizio. La ventilazione dell'area di sicurezza e l'estrazione dei fumi sono garantite dalla nuova galleria di ventilazione Maddalena 2.

Dopo l' Area di Sicurezza di Clarea il Tunnel di Base prosegue con un andamento curvilineo ed una pendenza intorno all' 11 per mille per raggiungere il culmine della linea a quota 749,65 s.l.m. e alla Pk 34+170. Da questa progressiva la linea prosegue in leggera discesa e raggiunge la Stazione di Sicurezza/servizio di Modane alla Pk 32+800.

1. Introduzione

Oggetto di questa relazione è la descrizione delle opere civili (compresi i criteri di impostazione) previste nel Progetto Definitivo della Nuova Linea Torino-Lione e nella sua successiva revisione, emessa a riscontro della prescrizione n. 235 della Delibera CIPE 19/2015, relativamente alla parte comune italo-francese compresa tra Saint-Jean-de-Maurienne e Susa-Bussoleno (Prima Fase Funzionale) limitatamente al territorio italiano. Le ulteriori prescrizioni della Delibera saranno ottemperate in fase esecutiva.

La Delibera CIPE n.19 del 20 febbraio 2015 di approvazione del progetto definitivo della Nuova Linea Torino-Lione (PD2) contiene, fra le numerose prescrizioni da ottemperare in sede di progetto esecutivo, anche lo studio di *“una localizzazione alternativa dei cantieri in funzione delle esigenze di sicurezza delle persone e nel rispetto delle esigenze operative dei lavori”* (prescrizione n. 235).

Per dare un riscontro alla prescrizione n. 235 della Delibera CIPE 19/2015, relativa all’ottimizzazione della configurazione della cantierizzazione, tale da garantire la sicurezza delle persone, è stato redatto uno speciale studio da una società referenziata nel settore specifico.

Questo studio è partito da un’analisi del rischio che non poteva essere effettuata in modo puntuale sui singoli siti, ma andava riferita alle diverse ipotesi di configurazione. La ragione di ciò risiede nel fatto che la localizzazione di alcune lavorazioni su siti diversi rispetto a quelli previsti nel progetto definitivo implicava il diverso utilizzo delle singole aree con conseguente maggiore e/o minore esposizione delle stesse ai rischi di sicurezza. Da ciò è discesa la necessità di effettuare analisi cumulative delle diverse soluzioni ipotizzabili.

Pertanto, gli estensori dello studio, in stretta collaborazione con TELT e con il Raggruppamento TSE3, progettista dell’opera, hanno analizzato le diverse opzioni tecnicamente possibili per il posizionamento dei cantieri e, nello specifico, hanno considerato le seguenti opzioni:

- Sito per lo scavo del TdB (Susa, Maddalena)
- Sito per la valorizzazione dello smarino (Susa, Salbertrand)
- Sito per piano di carico treno (Susa, Chiomonte, Salbertrand)
- Sito per la centrale di ventilazione (Clarea, Maddalena)
- Siti di deposito (Caprie, Torrazza)

Considerando i vincoli di natura tecnica, è stato possibile individuare varie ipotesi di configurazione che sono state successivamente ridotte a 4 configurazioni andando ad eliminare quelle che presentavano evidenti carenze funzionali e/o di sicurezza.

Una volta analizzato il rischio associato a ciascuna delle quattro configurazioni, con riferimento al contesto precipuo della Val di Susa, lo studio sulla sicurezza ha effettuato una comparazione delle 4 alternative all’esposizione al rischio stesso, considerandola invariante rispetto alla traslazione temporale di alcuni cantieri rispetto ad altri. La conclusione dello studio ha portato ad individuare nella soluzione denominata 3 quella più idonea.

Nello specifico la configurazione denominata 3 é caratterizzata dalla seguente localizzazione dei cantieri :

- ✓ Sito per lo scavo del Tunnel di Base lato Italia ubicato a Chiomonte-Maddalena (scavo di una seconda galleria, parallela all'attuale cunicolo esplorativo, fino all'intersezione con il tracciato del tunnel e quindi scavo nelle due direzioni)
- ✓ Sito per la valorizzazione del marino ubicato nell'area di Salbertrand
- ✓ Sito per il piano di carico del marino su treno ubicato a Salbertrand
- ✓ Sito per la centrale di ventilazione ed estrazione fumi dal Tunnel di Base ubicata a Chiomonte-Maddalena

Si evidenzia che la nuova configurazione, con la realizzazione di una seconda galleria ubicata nel cantiere Chiomonte-Maddalena che funge da galleria di ventilazione, consente di eliminare la galleria di ventilazione di Val Clarea e il relativo sito di Clarea.

La nuova configurazione porta anche ad una revisione dei fronti di attacco e dei metodi di scavo per alcune litologie, come descritto nell'elaborato “PRV_C3A_0880_33-02-02_Relazione illustrativa sui metodi di scavo delle gallerie e delle opere connesse”. Questo porta ad avere uno sfruttamento maggiore della TBM nel caso della canna BP, che scava circa 10.5 km al posto di 8.6 km previsti nel Progetto Definitivo approvato (la TBM scava anche la galleria Maddalena 2).

Il Tunnel di Base tra l'area di sicurezza di Clarea e Susa viene scavato interamente dal cantiere di Maddalena.

La nuova configurazione, inoltre, ha portato alla necessità di ridefinire la posizione in sotterraneo dell'Area di Sicurezza di Clarea che si sposta dal territorio francese (pk. 48 circa) al territorio italiano, in corrispondenza dell'intersezione tra il cunicolo esplorativo della Maddalena e il Tunnel di Base (pk. 52 circa).

Nello specifico la nuova configurazione comporta:

- modifiche nella localizzazione di alcune aree di cantiere rispetto al Progetto Definitivo approvato;
- ampliamento e/o modifica di funzioni per alcune aree di cantiere rispetto al Progetto Definitivo approvato;
- opportunità di miglioramento nella localizzazione e sviluppo di alcune opere definitive;
- invarianza del tracciato ferroviario a valle dell'intersezione con il nodo Maddalena e della maggior parte delle opere definitive di Progetto Definitivo approvato. Per queste ultime, le modifiche di ottemperanza avverranno, come da Delibera CIPE, in fase di progettazione esecutiva e non sono pertanto oggetto della presente fase di analisi e valutazione;

Sotto il profilo territoriale e ambientale questa variante:

- sgrava in modo significativo le pressioni ambientali nella piana di Susa nel corso dei lavori;
- estende spazi, funzioni e lavorazioni presso il cantiere di Maddalena oltre ad aggiungere un'area di parcheggio a Colombera;
- introduce una nuova area di cantiere a Salbertrand;
- implica lo scavo di una seconda discenderia a Maddalena (“Maddalena 2” con relativa galleria di connessione al tunnel principale. Tale discenderia sarà utilizzata: in fase di

costruzione per la discesa della fresa preposta allo scavo in direzione Susa e in fase di esercizio quale galleria di ventilazione;

- come conseguenza del punto precedente elimina ogni azione di progetto in val Clarea concentrando le funzioni di ventilazione nel solo sito di Maddalena ampliando la centrale ivi già prevista ed elimina la necessità di scavo del pozzo di Clarea da Maddalena stessa;
- sposta l'area di sicurezza di Clarea (in sotterraneo) di circa 4 km in direzione dell'Italia, con passaggio da territorio francese a italiano, in modo da collegarla alla nuova galleria di ventilazione ("Maddalena 2" e relativa connessione),
- consente lo stoccaggio del materiale potenzialmente asbestiforme in galleria senza necessità movimentazione all'aperto, trasporto e conferimento presso siti terzi (in Germania nella configurazione di Progetto Definitivo approvato);
- elimina il cavidotto interrato e le relative pressioni ambientali in comune di Venaus (parzialmente), Mompantero e Susa (integralmente);
- lascia inalterate le zone interessate dai siti di deposito di Caprie e Torrazza Piemonte;
- sposta il caricamento su treno dello smarino da Susa a Salbertrand, di conseguenza il trasporto dello smarino da Chiomonte a Salbertrand avverrà su gomma sull'autostrada A32.

La nuova revisione del Progetto, nell'ottica di realizzazione di un progetto integrato e ottimizzato, prende in conto anche gli elementi generali seguenti, elencati a titolo semplificativo e non esaustivo:

- ❖ Ritorno di esperienza dei lavori geognostici eseguiti dopo il termine delle fasi progettuali precedenti (cunicolo esplorativo della Maddalena, monitoraggio idrogeologico, sondaggi, geofisica, ecc.);
- ❖ Sviluppo dei progetti da parte di altre Committenti quali ad esempio lo svincolo di Chiomonte progettato da SITAF;
- ❖ Aggiornamento dei progetti secondo il Quadro Regolamentare aggiornato nell'ambito del Dossier Preliminare di Sicurezza;

Sinteticamente le opere trattate, a partire dal confine di stato, sono:

- Tunnel di base, che include le seguenti opere accessorie e non:
 - Area di Sicurezza di Clarea
 - Galleria della Maddalena (scavata in fase precedente, parzialmente in territorio Francese)
 - Nuova Galleria di ventilazione, d'ora in poi denominata Galleria della Maddalena 2
 - Opere esterne all'imbocco della Galleria della Maddalena e relative Centrali di ventilazione
- Tratta all'aperto a Susa, comprendente, oltre alla linea, la Stazione Internazionale di Susa, il ponte sulla Dora e l'Area Tecnica e di Sicurezza e le opere accessorie di adeguamento della viabilità e della linea ferroviaria esistente Susa –Bussoleno – Torino.
- Tunnel dell'Interconnessione
- Tratta all'aperto a Bussoleno, comprendente l'Interconnessione con i relativi ponti sulla Dora, le opere viarie accessorie, l'adeguamento della Linea Storica in ingresso alla

Stazione di Bussoleno e il Punto Antincendio (FFP) in corrispondenza dell'imboccato Bussoleno del Tunnel dell'Interconnessione.

Nei capitoli successivi verranno forniti gli opportuni dettagli delle opere in variante.

2. Descrizione generale dell'opera

Il progetto della sezione transfrontaliera della parte comune italo-francese della Nuova Linea Torino-Lione (NLTL) riguarda la parte di linea che va da Saint-Jean-de-Maurienne in Francia fino a Susa in Italia, compresa l'interconnessione con la linea storica Torino-Modane a Bussoleno. Si inserisce nell'ambito del corridoio transeuropeo ad alta velocità/alta capacità tra Spagna ed Ungheria ed in particolare nella porzione che va da Lione a Torino e che è stato oggetto dell'accordo tra i governi francese ed italiani del 30/01/2012.

Il binario Pari della linea sviluppa m. 63.990,20 a cui si aggiungono 2.877,05 m. dell'Interconnessione Pari. Il binario Dispari della linea sviluppa m. 63.731,00 a cui si aggiungono 2.336,74 m. dell'Interconnessione Dispari.

Per comodità di riferimento, nel seguito della presente relazione, tutte le progressive, salvo ove esplicitamente evidenziato, sono riferite al Binario Pari.

Essendo il Confine di Stato alla progressiva Pk 48+676,91 il tratto di Binario Pari in territorio italiano sviluppa 15.313,00 m.

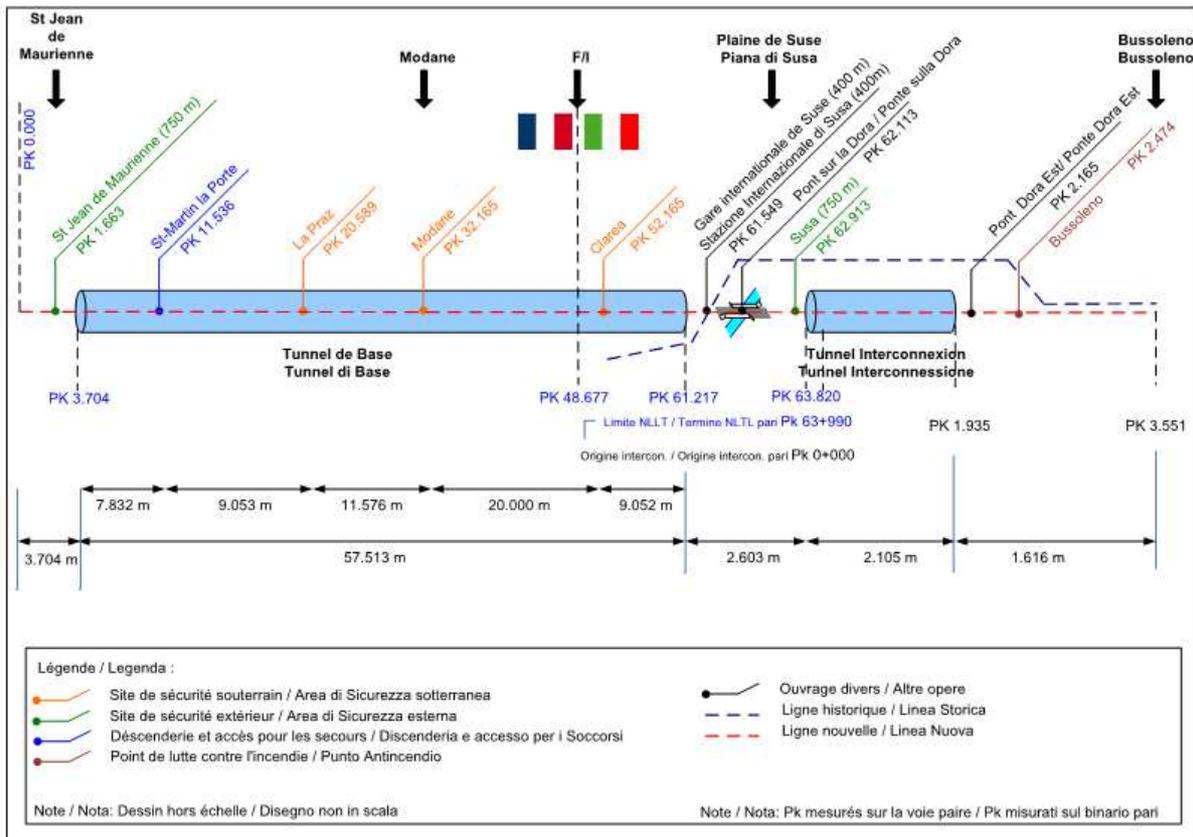


Figura 1 – Schema del tracciato

La linea ferroviaria consente un traffico misto ad Alta Capacità con convogli passeggeri (velocità di progetto normalmente ≤ 250 km/h che si riducono a 220 km/h in punti con vincoli particolari) e merci veloci (velocità di 120 km/h); inoltre la linea potrà essere percorsa da convogli a grande sagoma della Autostrada Ferroviaria (AF).

3. Quadro normativo di riferimento

3.1 Generalità

Il quadro normativo europeo è in evoluzione sin dai primi anni 2000 per garantire l'interoperabilità dei sistemi ferroviari nei paesi membri realizzando così un'unica rete di trasporto ferroviario. A tale scopo, la Commissione Europea ha fatto redigere dall'Agenzia Ferroviaria Europea ed emanato una serie di Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI) che riguardano i vari sottosistemi fra i quali anche le opere civili, ed alle quali le linee della rete principale devono conformarsi per essere ammesse ai finanziamenti europei.

I sottosistemi e i componenti di interoperabilità devono quindi essere conformi alle STI pertinenti per rispondere ai requisiti essenziali definiti nella Direttiva 2008/57/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, Direttiva relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario comunitario.

La prima serie di STI riguardanti il sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità (HS TSI) è stata pubblicata nel 2002. Quasi tutte sono state sottoposte a revisione nel 2008. Una seconda serie di STI, riguardanti essenzialmente il sistema ferroviario transeuropeo convenzionale (CR STI) e argomenti trasversali quali la "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie" e l'accessibilità per le "Persone a mobilità ridotta", è stata pubblicata fra il 2006 e il 2011 ed aggiornata nel novembre del 2014.

Pertanto la Nuova Linea Torino Lione, che fa parte della rete principale europea (TEN-T) è stata progettata nel quadro generale definito dalle STI; in particolare, nel caso specifico delle Opere Civili, dalle STI sottosistema "Infrastruttura" e dalle STI Trasversali che riguardano la "Sicurezza delle gallerie ferroviarie" e l'accesso alle "Persone a mobilità ridotta".

Oltre alle indicazioni fornite dalle STI, la progettazione ha poi tenuto conto delle indicazioni fornite dal Comitato Tecnico e di Sicurezza (CTS) della Commissione InterGovernativa (CIG) in virtù dei poteri assegnatigli dal Trattato franco-italiano del 29 gennaio 2001.

Inoltre, trattandosi di un progetto transnazionale, nell'ottica di realizzare un progetto uniforme, si è definito un quadro normativo costituito a partire dai regolamenti in vigore nei due paesi collegati dall'opera. Per ogni disciplina si è fatto il bilancio delle leggi francesi, italiane, europee, regolamenti, norme tecniche standard internazionali e, tenuto conto della specificità della disciplina stessa, si sono identificati i principi applicabili.

La scelta del quadro normativo è guidata innanzitutto dalla volontà di ottimizzare le scelte progettuali nonché di ricollegarsi a corpi normativi coerenti e completi che permettano di assicurare la maggiore affidabilità al progetto da realizzare.

Per quanto riguarda geologia, geotecnica e strutture, i lavori a cielo aperto situati in Francia seguono il quadro normativo francese, quelle in Italia quello Italiano.

Giova qui ricordare che le normative europee di riferimento sono state recepite in maniere differenti dai due stati membri.

Ad esempio in Italia, il quadro degli eurocodici è stato trascritto nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) approvato con D.M. 14/1/2008 ed in vigore dal 5 marzo 2008.

In Francia sono stati invece emessi, nel 2010-2011, una serie di annessi nazionali secondo la filosofia originale degli eurocodici.

Al contrario per le opere in sotterraneo si sono definite delle regole di base univoche.

Per maggiori dettagli sulle normative applicate, si veda il documento PRF-C1-TS3-0003 “Quadro regolamentare del progetto e Non Conformità corrispondenti” costituente l'allegato 4.1 del Dossier Preliminare Sicurezza.

Per la stesura dell'elenco delle norme costituenti il quadro regolamentare di progetto si è preso come riferimento temporale la data del 31 marzo 2015.

Conformemente alle specifiche di base, definite in accordo con il CTS della CIG LTF, la vita utile delle opere, in analogia a quanto indicato nella specifica tecnica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 21.12.2011(paragrafo 1.1.2) è stata assunta pari a :

- 120 anni, per le opere in sotterraneo,
- 100 anni, per le opere all'aperto,
- 50 anni, per i fabbricati (v. all. 2).

Per quanto riguarda le Classi d'Uso, conformemente alle specifiche nazionali italiane, si è attribuita la classe IV (coefficiente d'uso $C_u = 2$) ai fabbricati della Stazione Internazionale di Susa, della contigua Area Tecnica e di Sicurezza e delle centrali di ventilazione di Maddalena.

Per quanto riguarda i ponti della parte italiana della tratta internazionale della NLTL, si è adottata come norma di riferimento la "Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario" (RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 21.12.2011) che al punto 1.1.2 (tab. 1.1.2-1: Coefficienti d'uso per le infrastrutture ferroviarie) per le "Opere d'arte del sistema di grande viabilità ferroviaria", nelle quali si ritiene siano da includere le opere della NLTL, indica come Classe d'uso la classe III alla quale è associato il Coefficiente d'uso $C_u = 1,5$.

3.2 Principi normativi

3.2.1 Geotecnica

In linea generale, per l'interpretazione dei parametri geotecnici, si è adottato l'Eurocodice 7 (EC7 – Progettazione Geotecnica). Tuttavia in ambito nazionale si sono anche utilizzati, in Francia, le guide tecniche pubblicate dal LCPC, dal SETRA e dal CETU ed il fascicolo 68 del Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG-Travaux) del “Ministère de l'Équipement”.

3.2.2 Opere a cielo aperto

Le disposizioni da applicare per la misura e l'interpretazione dei parametri geotecnici necessari alla realizzazione di queste opere sono *quelle del paese coinvolto*. In effetti, partendo dalla base comune degli eurocodici, si è applicata la normativa nazionale relativa.

Dunque per la parte Italiana si è seguito essenzialmente il NTC “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14 gennaio 2008, che costituisce la trasposizione nazionale degli Eurocodici. Per la parte Francese si sono invece utilizzati essenzialmente gli eurocodici ed i loro annessi nazionali.

3.2.3 Opere in sotterraneo

Per la concezione delle opere in sotterraneo, non esistono, né in Francia né in Italia, dei testi normativi di cui si impone l'applicazione. L'Eurocodice 7 (parte 1) fornisce un quadro generale adatto alla concezione geotecnica negli ammassi rocciosi.

In seno al quadro federativo costituito dall'Eurocodice 7, il progetto è ispirato a *tutte le raccomandazioni in uso nella professione e nella buona pratica costruttiva internazionale*, principalmente quelle esistenti ed applicate in Francia ed in Italia, ma anche in Svizzera, sede delle grandi trasversali alpine realizzate. Si è fatto inoltre riferimento a pratiche internazionali per la classificazione degli ammassi rocciosi e definizione dei tipi di sostegno, come per esempio gli indici di Bieniawski (RMR) e di Barton (Q). Tali indici sono stati stimati ed usati con cautela e non devono essere confusi con gli quelli usati per determinare le proprietà geomeccanica delle rocce (Hoek & Brown).

Per inquadrare il processo di progettazione geotecnica, si sono privilegiati tre testi di riferimento:

- le raccomandazioni italiane del 1997 «*Linee guida per la progettazione, l'appalto e la costruzione di opere in sotterraneo*» (cf. rivista Gallerie, n° 51), che hanno il vantaggio di descrivere una a una tutte le attività elementari che si succedono a partire dalla definizione delle indagini fino al dimensionamento dell'opera (limitandosi ai capitoli da A a E);
- la raccomandazione dell'AFTES sulla «*Caractérisation des massifs rocheux utile à l'étude et à la réalisation des ouvrages souterrains*» (cf. rivista Tunnels & Ouvrages souterrains, n° 177, 2003), che passa in rassegna tutte le caratteristiche che devono essere descritte, il modo di quantificarle al meglio e la classificazione del massiccio a fronte di questi criteri. Questo testo può essere completato dalla raccomandazione su «*Choix des paramètres et essais géotechniques utiles aux projets de tunnels*» (cf. rivista TOS, n° 123, 1994), che precisa i metodi e le prove più appropriate per misurare i parametri geotecnici;
- un testo più recente dell'AFTES sulla «*Compatibilité des recommandations AFTES avec les Eurocodes* » (cf. rivista TOS, n° 204, 2007), che commenta gli adattamenti, sempre minori, che devono essere apportati ai testi dell'AFTES anteriori agli Eurocodici per renderli compatibili con questi ultimi; in particolare, è il caso per il calcolo dei sostegni allo sforzo di taglio.

In relazione agli accennati **criteri di durabilità e affidabilità dell'opera**, ed in funzione dell'influenza di differenti fenomeni tra cui si citano l'aggressività delle acque, la reazione agli alcali, ecc., la scelta dei materiali da impiegare nei rivestimenti definitivi, con particolare riferimento al calcestruzzo, è stata fatta in ottemperanza alle seguenti due normative:

- raccomandazione AFTES “*Revêtements de tunnels en béton non armé*” per quanto attiene alla qualità dei getti;
- norma europea EN 206-1:2000 per tenere conto delle classi di esposizione.

Per quanto attiene agli studi di opere geotecniche in territorio italiano, i principali documenti ai quali far riferimento sono le “*Norme Tecniche di Costruzione*” (DM 14/01/2008).

Per quanto attiene agli studi di opere geotecniche in territorio francese, i principali documenti ai quali far riferimento sono le guide tecniche pubblicate dal LCPC, dal SETRA e dal CETu, ed il fascicolo 69 del Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG-Travaux en souterrain) del “*Ministère de l'Équipement*”, di cui una nuova versione è stata emessa nel 2011 (27 maggio 2011).

3.2.4 Opere in zona sismica

Per quanto attiene agli studi delle opere civili a cielo aperto, il principio di priorità geografica è altresì giustificato quando si tratta di verifica sismica nel rispetto della coerenza della legislazione e della normalizzazione tecnica nazionale.

E' il caso anche per quanto riguarda le opere di ripristino o di attraversamento di strade urbane o dipartimentali, oppure di autostrade per i progetti delle quali saranno coinvolti i rispettivi Gestori. La stessa cosa vale anche per le opere ferroviarie di ripristino o di interconnessione con la linea storica.

Per l'Italia, si farà riferimento alle Norme ed Istruzioni che, tema dopo tema, formano un corpo regolamentare unitario e coerente, comprendente anche le norme di riferimento e manuali RFI.

Per quanto riguarda la progettazione **di opere in zona sismica**, le disposizioni normative italiane, nel campo della costruzione delle opere civili, hanno subito un riordino complessivo con l'entrata in vigore, il 5 Marzo 2008, *delle Norme Tecniche per le Costruzioni*.

L'approccio di calcolo delle azioni sismiche sulle strutture presenta delle innovazioni rispetto al quadro normativo precedente derivante dal D.M. 16/01/1996, in modo particolare il riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio italiano. Il nuovo testo recepisce inoltre i principi cardine e in larga parte le disposizioni dell'Ordinanza P.C.M. 3274 e delle sue successive modifiche.

Ai sensi della normativa vigente la progettazione del *collegamento ferroviario Lione-Torino* è stata adeguata a tale normativa per tutte le opere presenti sul territorio italiano.

3.2.5 Punti particolari che hanno richiesto armonizzazione

Le opere sotterranee della tratta internazionale, cioè le gallerie del tunnel di base e dell'interconnessione di fase 1 verso Bussoleno, costituiscono un'insieme unitario nel quale la valutazione delle difficoltà relative ai differenti terreni deve essere compiuta globalmente: tutti i parametri utilizzati hanno lo stesso significato, il che suppone che essi derivino da un processo analogo di misura o di caratterizzazione, ed i criteri di dimensionamento e verifica strutturale delle opere devono essere unici e, per quanto possibile, appartenenti ad un corpo di norme esistente, coerente ed internazionalmente riconosciuto ed impiegato.

Per tale ragione queste opere sono state oggetto di attenta valutazione e di armonizzazione in particolare per quanto concerne:

- in riferimento al calcolo delle opere di sostegno provvisorie agli imbocchi, le tabelle comparative riportate nel documento PRF-C1-TS3-0003 "Quadro regolamentare del progetto e Non Conformità corrispondenti", costituente l'allegato 4.1 del Dossier Preliminare Sicurezza, evidenziano una buona corrispondenza per ciò che concerne il dimensionamento delle opere di sostegno secondo criteri omogenei e aderenti alle prescrizioni nazionali dei due paesi. Il calcolo della resistenza delle opere di sostegno agli stati limite ultimi secondo le versioni (o trascrizioni) nazionali dell'Eurocodice 7 forniscono, infatti, risultati identici, a condizione che i valori caratteristici dei parametri dei terreni siano valutati in maniera omogenea lungo l'intero tracciato. Lato Italia, inoltre, i risultati sono conformi alle norme nazionali applicabili. La valutazione del rischio sismico per il calcolo della stabilità dei pendii e delle opere di sostegno secondo le norme nazionali in Francia ed in Italia si basa sui medesimi principi. Il calcolo effettuato secondo

il metodo pseudo-statico, sulla base del grado di sismicità proprio di ogni zona e derivante dalle rispettive prescrizioni nazionali, conduce, di fatto, ai medesimi risultati.

- Per i calcoli di dimensionamento e verifica strutturale delle opere in sotterraneo si è scelto di applicare il coefficiente moltiplicativo di ponderazione sugli effetti delle azioni (sollecitazioni) anziché sulle azioni stesse. Tale procedura è prassi comune per le strutture calcolate secondo i principi dell'interazione terreno-struttura, e trova peraltro conforto nella raccomandazione AFTES (§ 4.5.4) nonché nell'Eurocodice 7 (§ 2.4.2, (17), terzo capoverso). In particolare, il valore impiegato per tale coefficiente γ , pari a 1.35, trova ragione nella natura dei carichi gravanti sui sostegni, in cui la netta prevalenza è di quelli permanenti o ad essi assimilabili.
- Il dimensionamento delle strutture definitive in calcestruzzo armato si è condotto con riferimento all'Eurocodice 2 ENV 1992-1-1 (edizione 2005), recepito in Francia (annessi nazionali) ed in Italia (NTC 2008), il cui impiego è ormai di consolidata esperienza.
- Il dimensionamento delle strutture definitive in calcestruzzo non armato è condotto con riferimento all'Eurocodice 2 - Parte 1-6, relativo alle strutture di calcestruzzo non armato, integrato, allo scopo di garantire durabilità, protezione e affidabilità dell'opera nel tempo, da specifiche verifiche circa le condizioni di esercizio.
- Porta in particolare sull'introduzione dei due criteri seguenti applicabili alle verifiche allo Stato Limite di Esercizio:
 - limitazione dell'eccentricità dello sforzo normale al terzo dello spessore della sezione
 - limitazione della tensione massima di trazione alla resistenza caratteristica alla trazione
 - in relazione agli accennati criteri di durabilità e affidabilità dell'opera, ed in funzione dell'influenza di differenti fenomeni tra cui si citano l'aggressività delle acque, la reazione agli alcali, ecc., la scelta dei materiali da impiegare nei rivestimenti definitivi, con particolare riferimento al calcestruzzo, è stata fatta in ottemperanza alle seguenti due normative:
 - raccomandazione AFTES "Revêtements de tunnels en béton non armé" per quanto attiene alla qualità dei getti;
 - norma europea EN 206-1:2000 per tenere conto delle classi di esposizione.

Inoltre, sempre in ossequio al criterio fondamentale di garantire durabilità e affidabilità delle opere, ed in funzione delle diverse incertezze relative alle caratteristiche geotecniche del terreno, con particolare riguardo allo sviluppo dei carichi nel tempo, nonché alle differenti modalità costruttive, le strutture sono dimensionate con adeguati coefficienti di sicurezza.

3.2.6 Verifica di resistenza al fuoco

3.2.6.1 Opere a cielo aperto

La resistenza al fuoco delle opere esterne è stata condotta seguendo i principi definiti nell'Eurocodice EN 1992 – parte 1-2 (Progettazione delle strutture di calcestruzzo – regole generali – progettazione strutturale contro l'incendio).

3.2.6.2 Opere in sotterraneo

La progettazione delle strutture interrato è stata eseguita considerando la resistenza al fuoco delle strutture secondo le norme vigenti. In particolare, le strutture in galleria rispettano le seguenti esigenze:

- della norma italiana UNI 11076 di assicurare una resistenza al fuoco per 2 ore con la curva di temperatura RWS.
- della normativa francese ITI 98-300, ovvero assicurano una resistenza al fuoco di 4 ore con la curva di temperatura ai sensi della norma ISO 834 e di 2 ore con la curva di temperatura HC;

Le verifiche sono state condotte seguendo i principi definiti nell'Eurocodice EN 1992 – parte 1-2 (Progettazione delle strutture di calcestruzzo – regole generali – progettazione strutturale contro l'incendio). Si sono analizzate le membrane componenti la struttura. Considerando le curve temperatura-tempo, si è determinata la riduzione di resistenza dei materiali e si è eseguita la verifica sezionale con tale resistenza ridotta. Tutte le strutture sono risultate tali da mantenere le necessarie caratteristiche di resistenza strutturale richieste dalla normativa nelle condizioni di esposizione al fuoco, secondo le curve sopra citate senza provvedimenti particolari.

Nel solo caso del sottoattraversamento del Torrente Cenischia è stato previsto un particolare rivestimento interno alla galleria tipo PROMAT o equivalente che ha la funzione di salvaguardare al fuoco i giunti in gomma del rivestimento della galleria; in caso di incendio infatti i giunti in gomma verrebbero distrutti e, poiché la galleria in questo tratto è sotto falda, vi sarebbe il concreto rischio di una venuta d'acqua entro la galleria stessa.

3.3 Documenti di riferimento

Questi documenti possono essere suddivisi in tre grandi gruppi:

3.3.1 Documenti a valenza internazionale

- Eurocodice 2 (NF EN 1992-1, edizione 2005) – Strutture in calcestruzzo armato
- Eurocodice 7.1 – Calcolo geotecnico: regole generali
- Eurocodice 7.2 – Calcolo geotecnico sulla base delle prove di laboratorio e in sito
- Suggested Methods of the International Society of Rock Mechanics
- Specifiche Tecniche d'Interoperabilità: Direttiva 2008/217/CE (Infrastruttura) e Regolamento (UE) N. 1299/2014 del 18 novembre 2014; Direttiva 2008/163/CE (Sicurezza in galleria) e Regolamento (UE) N. 1303/2014 del 18 novembre 2014; Direttiva 2008/164/CE (Persona a Mobilità Ridotta) e Regolamento (UE) N. 1300/2014 del 18 novembre 2014.

3.3.2 Documenti di provenienza francese

- Raccolta dei testi di riferimento in uso in Francia (*):
 - o Insiemi normativi e specifiche concernenti la geotecnica
 - o Insieme normativo e specifiche concernenti le opere in calcestruzzo armato e precompresso (EC2 ed allegati nazionali)
 - o Insieme normativo e specifiche concernenti le opere in acciaio e miste
- Norme pubblicate dall'AFNOR e norme in preparazione

- Guide del LCPC et del SETRA per gli studi geotecnici di progetti di infrastrutture lineari
- Raccomandazioni dell'AFTES
- Istruzioni tecniche emesse da SNCF ed RFF (in particolare IT 3278 per LGV)

3.3.3 Documenti di provenienza italiana

- Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) approvato con D.M. 14/1/2008 ed in vigore dal 5 marzo 2008
- Norme pubblicate dall'UNI
- Raccolta dei testi di riferimento in uso in Italia (*):
 - o Insieme normativo concernente il progetto dei viadotti e della linea ferroviaria
 - o Insieme normativo concernente il progetto dei fabbricati
 - o Insieme normativo concernente il progetto del corpo stradale
 - o Insieme normativo concernenti Geotecnica, Fondazioni, Opere in Terra
 - o Insieme normativo concernente l'idraulica e la difesa del suolo
 - o Insieme normativo concernente il progetto della cantierizzazione
 - o Insieme normativo concernente il monitoraggio delle vibrazioni
 - o Insieme normativo concernente la materia degli Espropri
- Istruzioni tecniche per la progettazione ITALFERR

(*) Nel documento PRF-C1-TS3-0003 “Quadro regolamentare del progetto e Non Conformità corrispondenti” costituente l'allegato 4.1 del Dossier Preliminare Sicurezza, sono fornite le liste dettagliate di questi documenti

4. Tracciato ferroviario

4.1 Descrizione del tracciato

Il tracciato della Nuova Linea Torino-Lione viene definito nel sistema di riferimento specifico del progetto denominato LTF 2004c, sviluppato dall'IGM italiano e l'IGN francese nella precedente fase progettuale di APR.

Nel seguito, per una più puntuale comprensione del tratto di tracciato in territorio italiano, viene descritto il tracciato a partire dalla Stazione di Sicurezza/servizio di Modane, in territorio francese, fino a Susa-Bussoleno.

Il tratto dalla Stazione di Sicurezza di Modane (Pk 32+800) all'Area di Sicurezza di Clarea (Pk 52+165) sottopassa la Valle della Maurienne ed il Massiccio d'Ambin per portarsi verso il Confine di Stato alla pk. 48+676,91. Esso presenta quattro curve planimetriche con raggio di 10.020 m, 13.500 m, 9.000 m (due curve).

L'andamento altimetrico è caratterizzato da pendenze del 2 per mille fino alla progr. 34+170 in ascesa verso l'Italia. A questa progressiva si ha il culmine della linea a cui corrisponde una quota di 749,65 m s.l.m. Di qui inizia la discesa verso Susa con una livelletta in discesa prima del 3,49 per mille e poi del 10,97 per mille. Alla Pk 51+564 inizia la livelletta del 2 per mille, sempre in discesa, richiesta dalle specifiche funzionali per l'Area di Sicurezza di Clarea.

Il tratto dall'Area di Sicurezza di Clarea (Pk 52+165) all'imbocco lato Susa del tunnel di base (Km 61+217) presenta curve di raggio 4.000 m, 4.210 m (n. 2 curve), 3.200 m.

L'andamento altimetrico è caratterizzato da livellette in discesa verso Susa dell'11,18 per mille mentre gli ultimi 415 m circa del tunnel di base sono caratterizzati da una livelletta del 2 per mille.

La linea attraversa poi allo scoperto la Piana di Susa dall'imbocco del Tunnel di Base lato Italia (Pk 61+217) all'imbocco lato Susa della Galleria dell'Interconnessione (Pk 63+820).

In questo tratto sono ubicati la zona delle banchine della nuova Stazione Internazionale di Susa, lo scavalco della Dora su ponte ad arco superiore, il sottopasso della Autostrada A32, l'Area di Sicurezza e l'Area tecnico-manutentiva.

L'andamento planimetrico del binario pari presenta una curva di raggio 3200 m in corrispondenza della Stazione Internazionale e due curve di raggio 4.800 m e 9.000 m in corrispondenza dell'Area Tecnica.

L'andamento altimetrico del binario pari è in discesa verso Torino con pendenze del 2 per mille in stazione e nell'Area tecnica, del 4,8 e del 12,5 per mille nel tratto di approccio alla Galleria dell'Interconnessione.

Al km 63+820 del binario pari è posto l'imbocco lato Susa del tunnel dell'Interconnessione, che nel suo primo tratto di circa di 435 metri presenta un camerone per lo sfiocco dell'Interconnessione Pari.

Il Binario Dispari ha un andamento simile a quello del Binario Pari.

L'Interconnessione Pari ha origine alla Pk. 63+990,20 della NLTL, ha andamento curvilineo, ha uno sviluppo di metri 2.877,05 terminando al limite ovest della stazione di Bussoleno.

Il tratto in galleria misura 1935 metri, di cui 160 m appartenenti al Binario Pari della NLTL.

All'uscita nella Piana di Bussoleno l'Interconnessione Pari scavalca la SP24 su uno scatolare ed il fiume Dora con un'opera d'arte di 75 m di luce.

L'andamento planimetrico del Binario Pari presenta curve variabili da 1540 m a 520 m. L'andamento altimetrico del Binario Pari dell'Interconnessione presenta livellette variabili tra 12,5 per mille e l'1 per mille.

L'Interconnessione Dispari ha uno sviluppo di metri 2.336,74 e presenta un breve tratto all'aperto nella Piana di Susa di 60 m, quindi un tratto in galleria di sviluppo 1.859 metri ed infine un tratto all'aperto fino entro la stazione di Bussoleno.

All'uscita nella Piana di Bussoleno l'Interconnessione Pari scavalca la SP24 su una struttura scatolare ed il fiume Dora con un'opera d'arte di 75 m.

L'andamento planimetrico del Binario Dispari presenta curve variabili da 2000 m a 524,50 m, l'andamento altimetrico del Binario Dispari presenta una livelletta simile a quella del Binario Pari.

La radice ovest della stazione di Bussoleno risulta modificata per effetto dell'innesto dei binari di Interconnessione ma la sua funzionalità rimane inalterata. In essa subiscono modifiche sia la linea storica Torino-Modane sia la linea Bussoleno-Susa.

4.2 Piano binari della Stazione Internazionale di Susa

In corrispondenza della Stazione Internazionale di Susa (da km 61+333 a km 61+736 Binario Pari), oltre ai binari di corsa, sono previsti due binari di precedenza per la sosta dei treni passeggeri, complanari ai binari principali ed affiancati da banchine lunghe 400 m. Tali binari sono progettati con velocità teorica pari a 100 km/h, che viene però limitata dalla velocità degli scambi, percorribili in deviated ad una velocità di 60 km/h per ragioni di segnalamento.

4.3 Piano binari dell'Area Tecnica e di Sicurezza di Susa

Ad est della Stazione Internazionale di Susa e del ponte sulla Dora, è prevista la realizzazione della zona binari dell'area tecnica e di sicurezza di Susa (da Pk 62+538 a Pk 63+287 Binario Pari), dove, oltre ai binari di corsa della NLTL, sono previsti:

- due binari di precedenza per la sosta dei treni merci con lunghezza utile di 750 metri;
- il binario di soccorso affiancato da una banchina di soccorso lunga 750 m e da una banchina di soccorso secondaria carrabile lunga 400 m;
- il fascio di servizio e manutenzione costituito da quattro binari non elettrificati;
- un'asta di manovra a servizio del fascio di manutenzione;
- i binari di ricovero del treno di soccorso;
- binari tronchi vari.

Compatibilmente con gli scambi, i binari di manutenzione sono progettati per velocità pari a 30 km/h, il binario di precedenza pari è progettato per velocità di percorrenza di 60 km/h, mentre quello di precedenza dispari è progettato per una velocità di 60 km/h lato Italia e 30 km/h lato Francia. Il binario di soccorso invece è progettato per una velocità di percorrenza di 60 km/h lato Francia e 30 km/h lato Italia. Tale disomogeneità di velocità per i binari di precedenza dispari e di soccorso deriva dalle conseguenze delle modifiche al piano binari di linea adottate per poter spostare all'esterno del ponte sulla Dora, lato Italia, la comunicazione P/D tra gli scambi D209 e D210, portandola all'interno del sottopasso A32.

4.4 Piano binari della Stazione di Bussoleno

Il piano binari della stazione di Bussoleno, per garantire le funzionalità della NLTL, della linea storica Torino-Modane e della linea storica Torino-Susa è stato riconfigurato lato Italia come segue:

- Inserimento di un flesso poco prima del Fabbricato Viaggiatori per collegare binari che sull'Interconnessione hanno interasse di 4,50 m onde permettere il transito dell'Autostrada Ferroviaria;
- Inserimento di una comunicazione tra Binario Dispari dell'Interconnessione e Binario della Linea Torino-Susa;
- Inserimento di una comunicazione dispari – pari sulla NLTL;
- Resa indipendente del tracciato della linea Torino-Susa dalla Interconnessione e dalla Linea Storica Torino-Modane.

4.5 Velocità di tracciato

Il tracciato dei binari di corsa della NLTL ha una velocità di progetto ≤ 250 km/h. In alcuni tratti però, ove sono presenti dei vincoli, tale velocità scende a 220 km/h.

Nel tratto della Sezione Transfrontaliera si ha velocità di 220 km/h:

- Nel tratto italiano compreso tra le progressive 61+097 e 63+284 (Binario Pari) e tra le Pk 60+960 e tra le Pk 63+105 (Binario Dispari) per poter inserire tutti gli scambi ed i binari della stazione internazionale e dell'Area tecnica di Susa.

Per quanto concerne l'Interconnessione lato Bussoleno la velocità prevista è maggiore o uguale a 100 km/h ad eccezione della curva di ingresso nella stazione di Bussoleno ove la velocità si deve ridurre a 90 km/h.

Sui binari di precedenza, della stazione di Susa, la velocità ammessa è di 60 km/h.

Per maggiori dettagli si veda la relazione tecnica di tracciato (PRV-C3A-TS3-0270).

5. Tunnel di base e opere accessorie

Il presente capitolo include le seguenti opere:

- Tunnel di Base lato Italia (sezione corrente)
- Galleria della Maddalena (realizzata in fase precedente, parzialmente in territorio Francese)
- Galleria di ventilazione di Maddalena
- Centrali di ventilazione di Maddalena
- Area di Sicurezza di Val Clarea

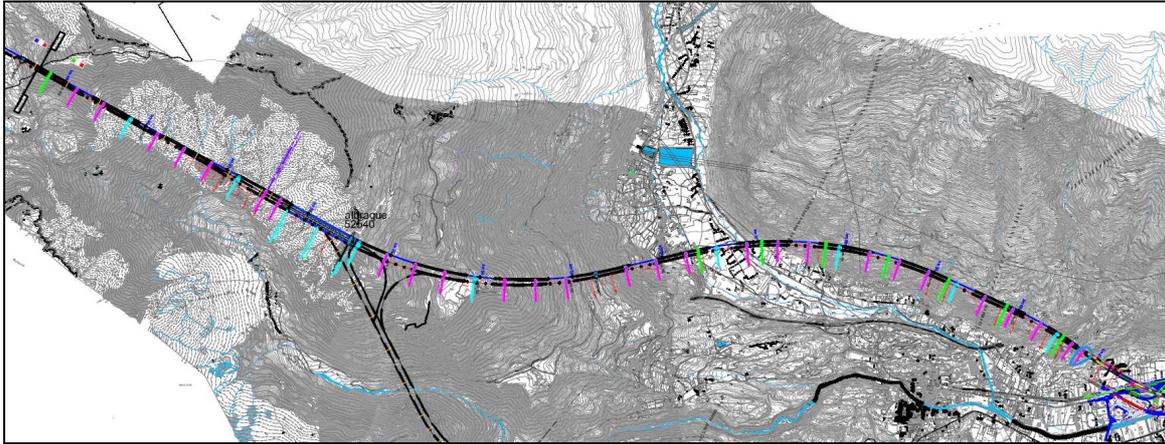


Figura 2 – Planimetria del Tunnel di Base nella tratta lato Italia

5.1 Tunnel di Base

Per i dettagli si veda la relazione PRV_C3A_0435_26-19-00_10-01_TdB-Relazione generale illustrativa.

5.1.1 Requisiti e forma della sezione

Requisiti funzionali

Il profilo interno della galleria è stato sviluppato in base ai requisiti definiti dagli studi funzionali di impianti per fornire spazio sufficiente per la sagoma limite, gli impianti elettromeccanici, i requisiti ferroviari e geometrici, ovvero:

- In volta, per le catenarie e per il feeder;
- Nei piedritti, per i tubi di raffreddamento e le attrezzature di telecomunicazione;
- Nei marciapiedi, per i cavi ad alta e media tensione, i cavi di segnalamento e telecomunicazioni e la condotta antincendio;
- Nell'arco rovescio, per il drenaggio delle acque freatiche, delle acque potabili e calde (in certi tratti) e delle acque di piattaforma (liquidi pericolosi);
- Sagome limite (sagoma dell'Autostrada Ferroviaria, sagoma degli ostacoli bassi); si veda a questo proposito la consegna 43 (PRF_C30_0014_50-02-00), il documento PRF-C2A-7010_05_00_00 – Studio di sintesi sagoma AFGG e il documento PRF-C2B-0030_01_00_00 – Schemi delle differenti sagome;
- Aspetti aerodinamici che impongono spazi supplementari.

A partire dalla pk 56+385 circa fino all'imbocco Est di Susa nello spazio interno della galleria viene inoltre alloggiato il cavidotto per la linea primaria 132 kV Venaus-Susa. Tale tema viene descritto nella relazione PRV_C3A_7671_26-19-49.

Requisiti geometrici

La sezione del tunnel dovrà adattarsi a curve con raggio minimo di 3100 m (raggio minimo lungo l'intero tracciato del TdB) e ad una sopraelevazione massima di 90 mm.

Dimensioni e forma

In base ai requisiti funzionali e geometrici, nonché alle considerazioni relative alle tolleranze necessarie, il raggio interno della galleria è stato definito pari a 4.2 m per scavo con TBM aperta e a 4.35 m per scavo con TBM scudata. Questi valori includono una tolleranza di 15 cm.

Questa tolleranza vale anche nelle gallerie in linea con marciapiede all'interno delle aree di sicurezza.

Il centro di rotazione per i tratti in curva è stato scelto come l'intersezione del piano dei binari con il piano verticale posto al centro tra i binari. Per ottimizzare la posizione della sagoma limite all'interno della galleria si è introdotto uno scarto orizzontale tra l'asse della galleria e l'asse del binario pari alla metà della sopraelevazione massima in curva (ovvero 45 mm).

La forma strutturale della galleria è stata sviluppata tenendo conto di quanto segue:

- Metodo di costruzione
- Dimensioni interne richieste
- Aspetti operativi durante la costruzione e la successiva fase di esercizio
- Valutazione delle condizioni geologiche, idrogeologiche e geotecniche.

Come si può vedere nelle figure 3, 4 e 5 per la sezione corrente, la piattaforma è composta dal binario ferroviario, dai marciapiedi e da vari collettori.

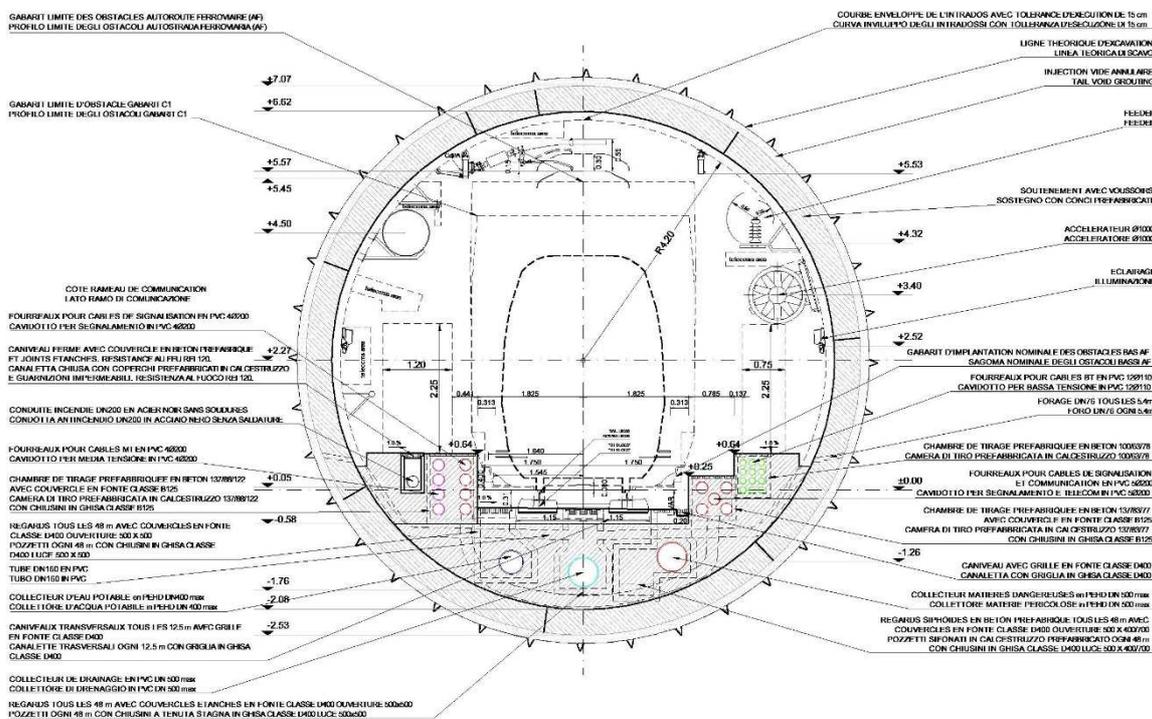


Figura 3 – Sezione tipo Tunnel di Base: scavo con TBM scudata

Rapport général génie civil / Relazione generale opere civili

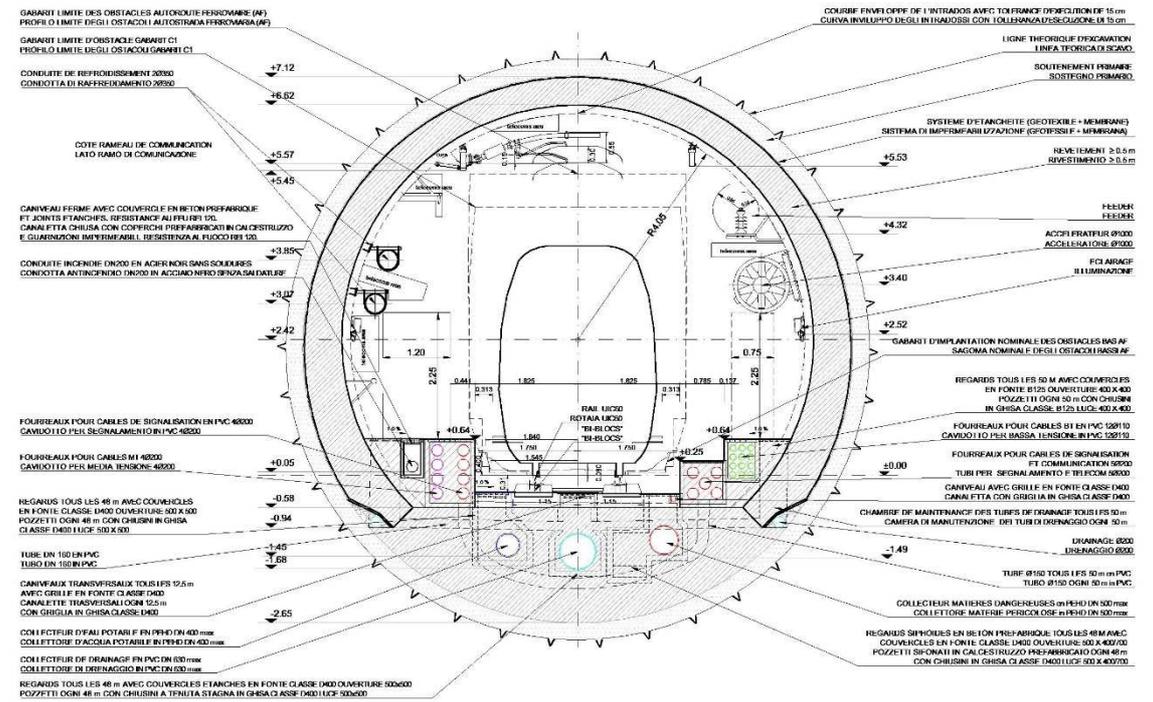


Figura 4 – Sezione tipo Tunnel di Base: scavo con TBM aperta

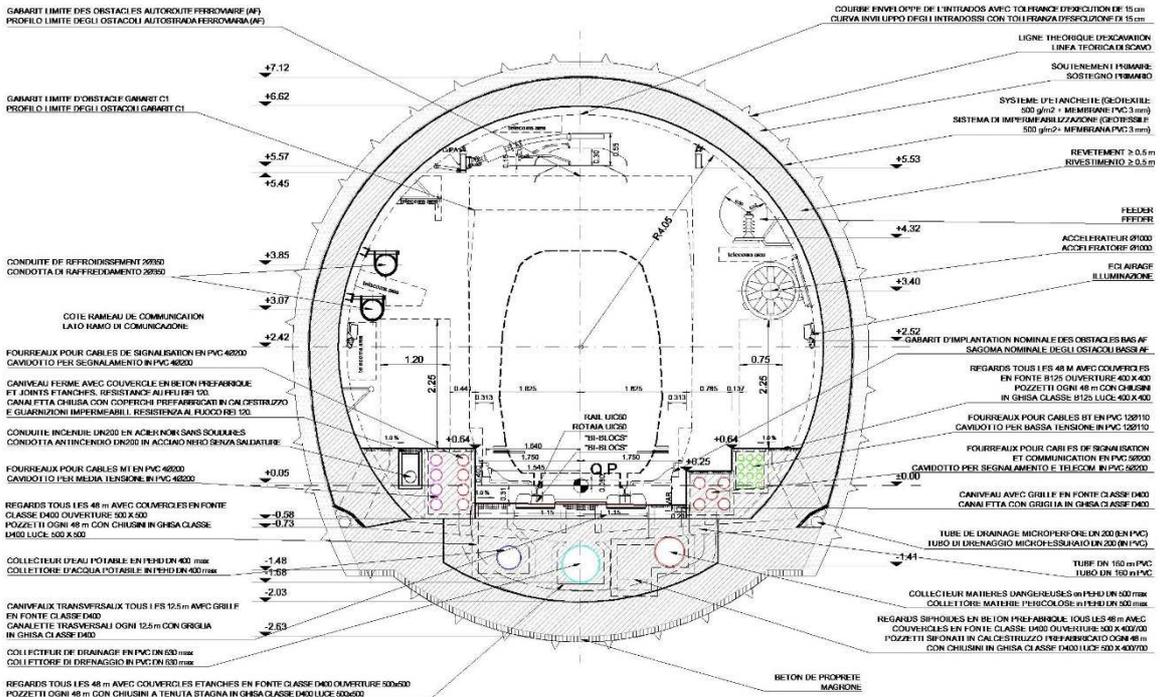


Figura 5 – Sezione tipo Tunnel di Base: scavo tradizionale

Al di sotto dei binari di linea si hanno i collettori seguenti (si vedano le relazioni PRV_C3A_3956_26-19-40 e PRV_C3A_3952_26-19-40 per maggiori dettagli):

- Collettori per acque calde e potabili di diametro da 250 mm fino 400 mm;
- Collettori per acque di falda di diametro da 400 mm fino a 630 mm;
- Collettori per materie pericolose di diametro 500 mm (e fino a 710 mm nell'area di sicurezza di Clarea).

Una canaletta trasversale ed una longitudinale collegata ai collettori per materie pericolose raccolgono le acque di piattaforma.

Il marciapiede più largo si trova sul lato interno (verso il setto), mentre quello di dimensioni minori sul lato esterno. I marciapiedi si trovano adiacenti ai binari per consentire l'evacuazione dei passeggeri dal treno e l'accesso delle squadre di soccorso.

Devono permettere la circolazione delle persone a mobilità ridotta (PMR). Devono avere le seguenti dimensioni:

- Larghezza minima di 1.20 m compatibile con la circolazione di una sedia a rotelle;
- Spazio libero minimo al di sopra del marciapiede di 2.25 m.

Per maggiori dettagli si veda il documento del lotto sicurezza (C1) sulla gestione degli incidenti (PRF_C1_0006_40-01-00) e la consegna 43 (PRF_C30_0014_50-02-00).

Al di sotto dei marciapiedi si trovano i seguenti impianti:

- Condotta antincendio di diametro 200 mm;
- 4 cavidotti di diametro 200 mm per media tensione;
- 4 cavidotti di diametro 200 mm per segnalamento;
- 5 cavidotti di diametro 200 mm per segnalamento e telecomunicazioni;
- 12 cavidotti di diametro 110 mm per bassa tensione.

Per maggiori dettagli si vedano gli elaborati PRV_C3A_0311 a 0320_26-01-10 (escluso 0312) e PRV_C3A_7470 a 7473_26-01-10.

5.1.2 Tolleranze

Tunnel de Base

La tolleranza di costruzione del rivestimento definitivo del TdB é pari a 150 mm.

Le tolleranze legate alla deformazione consistono in un sovrascavo; di conseguenza per prendere in conto la deformazione si é considerato un sovrascavo, per ogni sezione tipo, della quantità risultante dal calcolo.

Le sezioni tipo presentano indicata la tolleranza di deformazione (sovrascavo), che differisce per ciascuna sezione tipo in funzione delle condizioni geomeccaniche previste. Questa tolleranza è stata definita sulla base dei calcoli ed arrotondata per eccesso ad un multiplo di 5 cm.

La tolleranza di costruzione di 150 mm, con riferimento all'asse dell'opera, (150 mm sul raggio) corrisponde :

- Scavo meccanizzato : 100 mm di errore massimo conseguente alla guida della macchina, 30 mm conseguenti alla posizione dell'anello di conci o del rivestimento definitivo, 20 mm per la tolleranza geometrica conseguente ai tratti in curva.

Questi valori andranno confermati in sede di progetto esecutivo in funzione della scelta della macchina, della geometria dell'anello, etc....

- Scavo tradizionale : 150mm comprendenti sia l'errore massimo conseguente al tracciamento dell'asse dell'opera sia la tolleranza sulla precisione di posizionamento del cassero.

Altre opere in sotterraneo

Le tolleranze legate alla deformazione sono presenti negli elaborati dei sostegni, a seconda delle sezioni tipo (a volte non necessarie siccome gli spostamenti sono minimi).

Nelle fasi di progettazione esecutiva dovranno essere prese in conto le seguenti tolleranze :

- Tolleranze di costruzione basandosi sulle tolleranze standard (o per esempio secondo il fascicolo 65 del CCTG);
- Tolleranze conseguenti agli errori di tracciamento dell'asse dell'opera, usualmente più o meno 20mm per le opere scavate con il metodo tradizionale ;
- Tolleranze di costruzione pari a 50 mm. (opere con un raggio di curvatura, rivestimento eseguito in più fasi, etc...)

5.1.3 Metodi di scavo

I metodi di costruzione ipotizzabili per il Tunnel di Base sono molteplici e dipendono dalle diverse caratteristiche geotecniche – geomeccaniche, dal comportamento allo scavo degli ammassi che dovranno essere attraversati, dalle diverse tecnologie di scavo in sotterraneo oggi disponibili e dalla configurazione dei fronti di attacco, ma in linea di principio, tutti sono riconducibili a metodologie tradizionali (D&B) o meccanizzate (TBM).

Scavo con metodo tradizionale

Il metodo consiste essenzialmente in due fasi ben distinte:

- l'abbattimento dell'ammasso roccioso a mezzo di esplosivo e/o mezzo meccanico puntuale (escavatore, martellone, fresa puntuale);
- nell'installazione dei sostegni di prima fase, del sistema d'impermeabilizzazione e poi dei rivestimenti definitivi ad una certa distanza dal fronte di scavo compatibilmente con il comportamento allo scavo dell'ammasso ed alle esigenze legate alla logistica di cantiere.

Tale metodo ha la caratteristica di essere molto flessibile in termini di:

- geometria di scavo (scavo a piena sezione o mezza sezione con forme e dimensioni variabili);
- distanza d'installazione dei sostegni dal fronte;
- possibilità di eseguire grandi sovrascavi e di installare sostegni deformabili dove necessario;
- cambio del metodo di abbattimento vero e proprio della massa rocciosa;
- possibilità di eseguire "agilmente" trattamenti della massa rocciosa in avanzamento rispetto al fronte di scavo.

- possibilità di attaccare immediatamente gli scavi non avendo bisogno di macchinari particolarmente complessi.

Certamente esso troverà possibile impiego sia per lo scavo della galleria di linea che per la realizzazione dei rami di collegamento tra le canne, con velocità di avanzamento proprie, e sarà necessario applicarlo nelle tratte dove non risulta possibile prevedere l'impiego di una qualunque tipologia di scavo meccanizzato.

Scavo con metodo meccanizzato (TBM)

Il metodo consente la massima industrializzazione del processo di scavo, eseguendo le lavorazioni di scavo e sostegno della roccia pressoché in continuo.

Le caratteristiche principali di questo tipo di metodo sono quindi:

- scavo pressoché in continuo con possibilità di elevate produzioni;
- posa dei sostegni dal fronte di scavo a distanza minima fissa ed in genere pari a qualche metro;
- difficoltà ad eseguire sovrascavi elevati per accogliere grandi deformazioni;
- Esecuzione di trattamenti dell'ammasso roccioso in avanzamento con maggiore difficoltà rispetto al metodo convenzionale;
- impossibilità di parzializzazione degli scavi;
- non adattabilità della sezione di scavo.

Inoltre, nel caso di una fresa a fronte confinato o scudata:

- messa in sicurezza delle maestranze impiegate sul cantiere
- possibilità di applicare pressioni di confinamento al fronte e scavare sotto battenti idrici anche importanti.

La metodologia di scavo meccanizzato è proposta in generale per ridurre i tempi di costruzione e rendere più affidabili, in certa misura, le stime dei tempi e dei costi delle opere in progetto.

Le TBM potenzialmente utilizzabili per lo scavo del Tunnel di Base sono le seguenti:

- TBM aperte (tunneliers à appui radial – Gripper TBMs);
- TBM monoscudo (boucliers mécanisés à appui longitudinal - Single shield TBMs);
- TBM a doppio scudo (boucliers mécanisés à appui mixte - Double shield TBMs);
- Scudi chiusi combinati: contropressione di terra o di fango – assenza di contropressione (Boucliers fermés mixtes : confinement de terre ou de boue – absence de confinement / Combined shield: slurry or EPB – single shield TBM).

Metodologie scelte per il Tunnel di Base

Lo scavo con metodo D&B in riferimento alle dimensioni delle gallerie di linea è, di principio, applicabile ovunque se si considerano puramente i fattori di natura geologica/geomeccanica e di logistica di cantiere, salvo nel caso di scavo in terreni alluvionali sotto falda con scarsa coesione dove è preferibile, anzi quasi indispensabile uno scavo con schiudo chiuso (tipo slurry o EPB).

Salvo questa situazione, la scelta del metodo convenzionale è quindi conseguenza dell'inapplicabilità e/o non convenienza nell'utilizzo della TBM. Lo scavo con TBM è fortemente influenzato dal comportamento geotecnico della galleria nelle diverse condizioni

al contorno (problematiche geologico-geomeccaniche, ecc.) e da aspetti logistico/economici (es. lunghezza della tratta scavata).

Conseguentemente, la scelta dei metodi di scavo da applicare dipende dalla verifica di applicabilità di un metodo meccanizzato.

L'inquadramento geologico-geomeccanico della tratta lato Italia, le problematiche associate allo scavo e l'analisi del comportamento degli ammassi sono illustrati nel documento PRV_C3A_3949_26-19-00.

Lungo la tratta in oggetto, lo scavo nei terreni alluvionali sotto la Val Cenischia e la necessità di non abbassare la falda (per via, tra l'altro, della presenza dell'abitato di Venaus) ha fatto propendere per lo scavo con una TBM a contropressione di fango, data la natura dei terreni e le elevate pressioni idrostatiche. Siccome questa zona ha una lunghezza di 1.2 km circa, è stato necessario estendere l'applicazione di questa fresa TBM per una tratta più lunga, comprendente gli ammassi rocciosi che si incontreranno sia prima che dopo la Val Cenischia. Si è quindi optato per una fresa combinata (mista scudata/mixshield).

Una delle due frese miste scudate che scaverà il TdB partirà a 160 m dall'imbocco di Maddalena 2 (situato nell'area di cantiere di La Maddalena) e scaverà la galleria Maddalena 2 prima di inserirsi sulla canna del Binario Pari del TdB all'incirca alla pk 53+500. L'altra fresa, operante sulla canna del Binario Dispari, partirà in prossimità di quest'innesto. Un ramo di connessione in fase cantiere faciliterà l'accesso alla caverna di montaggio sul BD. Entrambe le frese scaveranno fino all'imbocco Est a Susa (pk 61+076.5).

Per la tratta dalla fine dell'area di sicurezza di Modane fino all'area di sicurezza di Clarea, il tracciato interessa litologie di vario tipo (principalmente gessi, quarziti, dolomie) fino ad arrivare al massiccio d'Ambin (micascisti di Clarea). Si tratta di ammassi rocciosi tendenzialmente di buona qualità (RMR II e III), contenenti al loro interno delle zone fratturate e faglie, con caratteristiche geomeccaniche che possono essere da mediocri a scadenti. Le condizioni di elevate coperture lungo la tratta (fino a 2200 m) fanno prevedere convergenze importanti nelle zone fratturate e di faglia e possibili fenomeni di decompressione violenta che sono più facilmente gestibili con una TBM aperta rispetto ad una macchina scudata. Una TBM aperta può essere preferibile inoltre per adattarsi alla variabilità dei litotipi presente nel primo tratto di scavo a partire da Modane (fino alla pk 41+117). Lo scavo da Modane fino in prossimità dell'area di sicurezza di Clarea sarà eseguito quindi con TBM aperta.

Nella tratta compresa tra l'area di sicurezza di Clarea ed il piede della galleria Maddalena 2, la breve distanza (circa 1 km) porta a scartare lo scavo meccanizzato a vantaggio dello scavo in D&B.

Infine, nei primi 350 - 400 m circa a partire dall'imbocco di Susa, il Tunnel di Base verrà scavato nella formazione delle cosiddette "rocce verdi" (metabasiti), con presenza di minerali potenzialmente asbestiformi. Lo scavo della sezione corrente sarà realizzato con la fresa mista scudata descritta in precedenza, ma con velocità di avanzamento ridotte e procedure particolari relative alla gestione dello smarino e alla sicurezza dei lavoratori. L'alesaggio dei cameroni all'imbocco sarà realizzato con Martello Demolitore Idraulico (MDI). Per maggiori dettagli sulle procedure da adottare per lo scavo di questa tratta e sullo stoccaggio dello smarino di rocce verdi, si veda la relazione PRV_C3A_7610_33-02-02 e gli elaborati grafici ad essa connessi.

I metodi di scavo vengono riassunti nella tabella seguente.

PK canna BP	PK canna BD*	Metodo di scavo / sezione
61+076.5-61+021.5	61+076.5-60+934.5	Sezioni allargate in corrispondenza degli imbocchi (scavo con fresa mista scudata poi alesaggio con martello demolitore)
61+021.5-60+671	60+934.5-60+671	Scavo con fresa mista scudata – modalità aperta – procedura speciale per scavo rocce verdi
60+711-57+400	60+711-57+400	Scavo con fresa mista scudata – modalità aperta
57+400-55+950	57+400-55+950	Scavo con fresa mista scudata – modalità chiusa o confinata
55+950-53+514.8	55+950-53+690	Scavo con fresa mista scudata – modalità aperta
53+514.8-53+417	53+690-53+650	Caverna per montaggio e lancio fresa mista scudata per BD/
		Innesto tra Maddalena 2 e TdB per BP
53+417-52+598	53+650-52+598	Scavo in D&B – sezione corrente
52+598-51+759.5	52+598-51+759.5	Galleria in linea area di sicurezza di Clarea
51+759.5-51+680	51+759.5-51+680	Scavo in D&B – sezione corrente
51+680-51+640	51+680-51+640	Caverna per smontaggio TBM aperta
51+640-48+677	51+640-48+677	Scavo con TBM aperta

* Pk comunque riferite al BP

Tabella 1 – Sintesi delle metodologie di scavo per la tratta Lato Italia

5.1.4 Impermeabilizzazione e drenaggio

La previsione delle condizioni idrogeologiche lungo il tracciato indica che il controllo dell'ingresso dell'acqua rappresenterà un problema durante lo scavo delle gallerie. Per garantire che le esigenze di funzionamento e di durabilità siano soddisfatte, si sono adottate le seguenti misure:

- Riduzione dell'apporto di acqua in avanzamento mediante utilizzo di una macchina a fronte confinato o, nelle zone a fronte aperto o in tradizionale o con TBM aperta,

mediante iniezioni. Si veda la relazione PRV_C3A_3949_26-19-00 per maggiori dettagli sui sistemi e metodi di iniezione;

- Installazione di un sistema d'impermeabilizzazione sistematico in calotta e sui piedritti della galleria e, in alcuni tratti, anche sull'arco rovescio, nei seguenti casi: quando il carico idraulico è inferiore ai 10 bar di pressione (si ha quindi impermeabilizzazione totale-full round) o nel caso di acque aggressive (il tunnel è comunque drenato). Questo vale per scavo in tradizionale o con TBM aperta. Nel caso di TBM scudata, l'impermeabilizzazione è garantita dalle guarnizioni (laddove necessario). Il tunnel è drenato quando il carico idraulico è superiore a 10 bar di pressione, altrimenti non è drenato.
- Installazione e manutenzione di un sistema appropriato di drenaggio (drenaggio laterale ai piedritti) al fine di creare una riduzione di pressione dell'acqua permanente per ridurre i carichi di calcolo sul rivestimento definitivo. Questo vale nelle tratte senza impermeabilizzazione full round e nel caso di scavo in tradizionale o con TBM aperta. Il drenaggio laterale viene poi diretto verso il collettore nell'arco rovescio della galleria tramite tubi trasversali ogni 48 m. Nel caso di TBM scudata e tratte drenate è il pea gravel a svolgere il ruolo di drenaggio (raccordato poi al collettore principale mediante tubo di drenaggio).

Tre sistemi di drenaggio sono presenti nella sezione corrente della galleria:

- Sistema di drenaggio per acque freatiche di infiltrazione. Questo sistema è messo in opera lungo tutto il Tunnel di Base.
- Sistema di captazione delle acque calde e potabili. Questo sistema è indipendente dal drenaggio longitudinale e permette la separazione delle acque potenzialmente potabili da quelle non potabili. Viene messo in opera puntualmente quando si incontrano venute d'acqua calde o potabili di quantità significative (per es. nelle zone di faglia). La captazione avverrà attraverso dei fori di drenaggio in apposite nicchie contenenti una vasca di decantazione. Il sistema rispetterà i requisiti acquedottistici.
- Sistema di drenaggio dei liquidi pericolosi. Questo sistema drena le acque di piattaforma derivanti dalla manutenzione o da un incidente (sversamento, acque del sistema antincendio nel caso di estinzione di incendi). Tali acque sono poi raccolte in appositi serbatoi previsti ogni 7 rami (circa 2400 m), che, una volta pieni, sono evacuati con un troppo-pieno connesso al collettore principale verso il serbatoio di raccolta successivo situato a valle. Questi serbatoi si riempiono dunque "a cascata" in caso di sversamento. Vengono svuotati attraverso un treno-cisterna. Nei collettori, si dispongono dei sifoni ogni 48 m in maniera che il fuoco non si propaghi lungo il tunnel (dato che i liquidi sono potenzialmente infiammabili). I sifoni sono riempiti d'acqua in permanenza.

Nel caso di scavo in convenzionale o con TBM aperta, il sistema d'impermeabilizzazione è composto di due strati. Il primo strato è costituito da un geotessile non tessuto agugliato in lunghe fibre di polipropilene di massa 500 g/m^2 fissato sulla superficie di calcestruzzo proiettato. Il secondo strato è rappresentato dalla membrana di impermeabilizzazione in PVC di 3 mm attaccata con metodi speciali senza penetrazione (membrana saldata ai dischi che sono stati precedentemente installati nonché al geotessile). Nel caso di TBM scudata non c'è uno strato di impermeabilizzazione ma questa è prevista, come già visto, con delle guarnizioni.

Per maggiori dettagli sul sistema di drenaggio e di impermeabilizzazione, si vedano le relazioni PRV_C3A_3956_26-19-40 e PRV_C3A_3952_26-19-40 ed i documenti a loro connessi.

5.1.5 Rami e locali tecnici

Lungo la sezione corrente del Tunnel di Base sono previsti dei rami di collegamento trasversale tra le due canne ogni 333 m (valore massimo). In base alla loro forma e destinazione d'uso, i rami sono ripartiti come segue:

- rami di tipo R0: assenza di locali tecnici.
- rami di tipo R0-2: locali tecnici per gli autotrasformatori posti in linea con il ramo, esternamente rispetto alle due canne.
- rami di tipo R1: locali tecnici posti in camera centrale tra le due canne, parallelamente al Tunnel di Base.
- rami di tipo R1-2: locali tecnici contenenti gli autotrasformatori posti all'esterno del ramo e locali tecnici in camera centrale tra le due canne.

In corrispondenza di alcuni rami di tipo R0 o R1 sono previsti su ambo i lati serbatoi per l'accumulo dei liquidi pericolosi. I serbatoi avranno capacità di 120 m³ ciascuno. Alcuni tra questi saranno equipaggiati con pompe di raffreddamento.

Infine il progetto comprende delle nicchie per gli apparecchi di interruzione e delle nicchie per buca giunti per il cavo AT, disposte sul lato esterno.

Per maggiori dettagli sui rami ed i locali tecnici si veda la relazione PRV_C3A_1200_26-90-10 (anche per quanto riguarda la sicurezza – resistenza al fuoco delle porte e delle pareti, ventilazione, ecc..) e la relazione PRV_C3A_7671_26-19-49 per quanto riguarda le nicchie per buca giunti del cavidotto AT Susa-Venaus.

5.1.6 Sezioni allargate nella zona degli imbocchi a Susa

Per l'alloggiamento dei tronchini di salvamento e dei binari di precedenza della stazione di Susa, in prossimità dell'imbocco le gallerie in naturale presentano delle sezioni allargate.

In funzione della geometria in fase di esercizio, si sono definite 2 tratte, come illustrato nel documento PRV_C3A_3953_26-19-10, secondo la tabella seguente.

TRATTE	PK INIZIO	PK FINE	LUNGHEZZA [m]
A	61+076,5 BP	61+021,5 BP	55
C	60+021,5 BP	60+934,5 BP	87

Tabella 2 – Tratte nella zona degli imbocchi

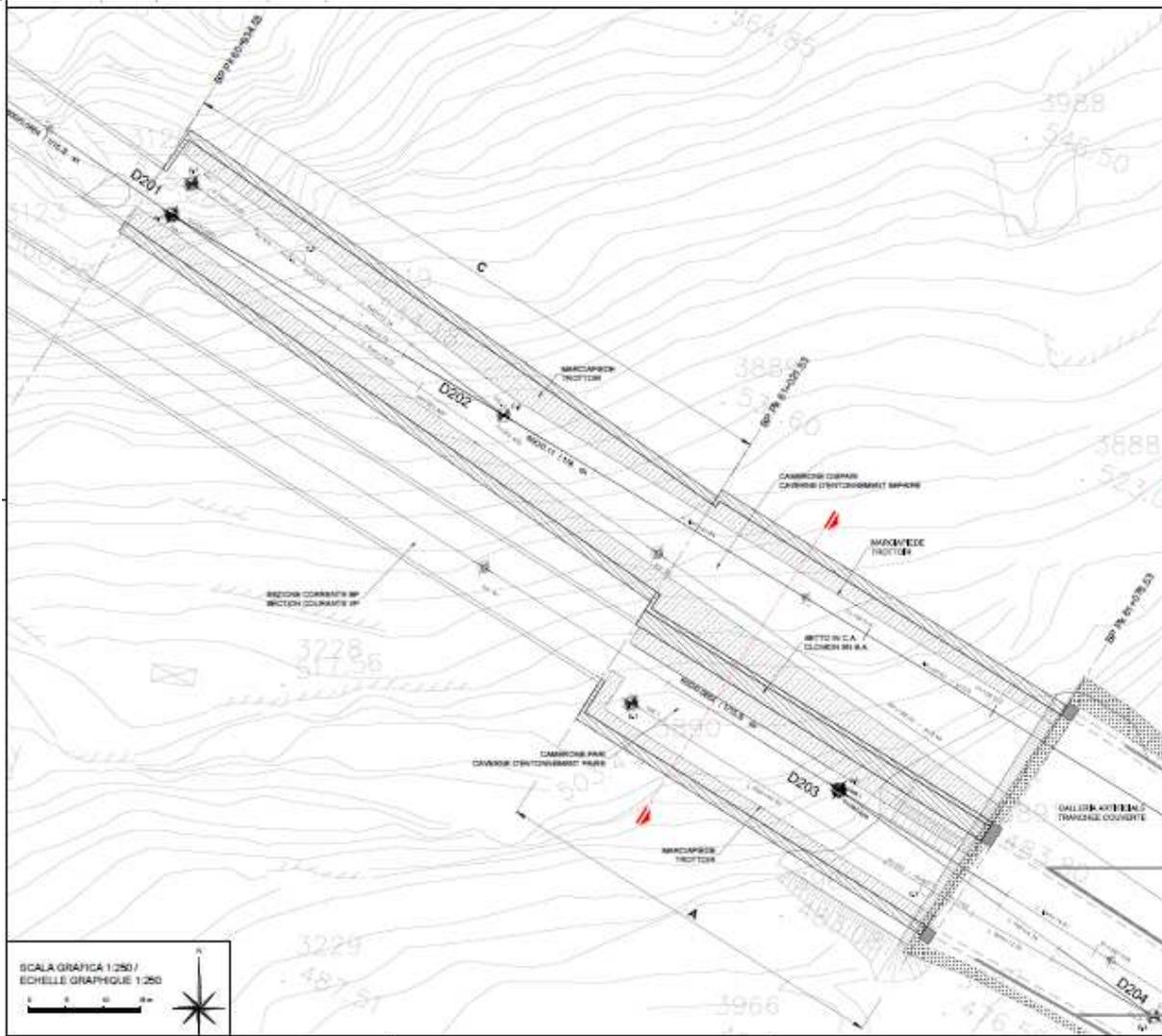


Figura 6 – Planimetria nella zona degli imbocchi a Susa

La tratta A è composta da camerone di grande sezione ospitanti i binari pari e dispari, separati da un setto in c.a. Il camerone pari ha una larghezza utile interna di 13.5 m ed un'altezza di 8.64 m, mentre il camerone dispari è più grande e ha una larghezza utile interna di 17.1 m ed un'altezza di 10.23 m.

Rapport général génie civil / Relazione generale opere civili

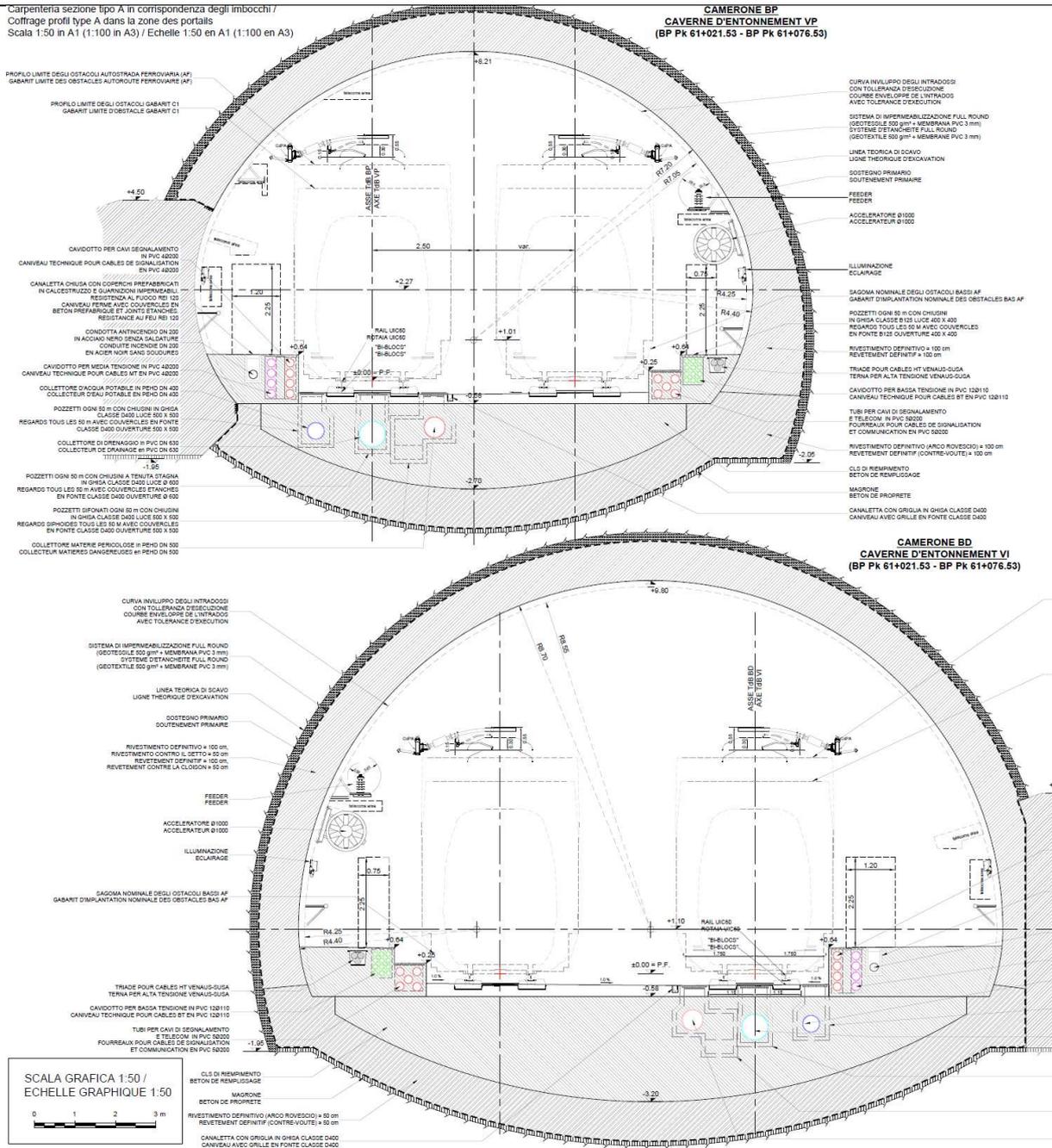


Figura 7 – Sezioni tipo dei camerone pari e dispari della tratta A

La tratta B non esiste più in fase PRV (ottimizzazione della geometria).

La tratta C si trova solo sul binario dispari e presenta un camerone più piccolo rispetto a quello della tratta A. Per semplicità, la forma e dimensione del camerone della tratta C è stata fatta coincidere con il camerone del binario pari della tratta A. Nei primi 5 m circa a partire dalla fine della tratta A, il camerone si allarga leggermente al fine di seguire il piano binari.

Come si può vedere in figura 7, per le tratte con sezione allargata, la piattaforma è composta da due (o tre in una certa zona della tratta C) binari ferroviari aventi interasse variabile in funzione della geometria dei binari. Al di sotto dei binari si trovano i collettori per acque

calde e potabili, per acque non potabili e per materie pericolose, aventi le stesse caratteristiche della sezione corrente. Il marciapiede più largo si trova sul lato interno (verso il setto), mentre quello di dimensioni minori sul lato esterno. I marciapiedi si trovano adiacenti i binari, come nel caso della sezione corrente, per consentire l'evacuazione dei passeggeri dal treno. Data la geometria della sezione ed il posizionamento dei binari, i marciapiedi sono generalmente più larghi rispetto alla sezione corrente e hanno larghezza variabile lungo le tratte. Al di sotto dei marciapiedi si trovano gli stessi impianti che nel caso della sezione corrente.

5.1.7 Caverne per il montaggio e lancio e per lo smontaggio delle TBM

Lungo il tracciato si trovano la caverna per il montaggio e lancio della fresa mista scudata sul BD (sul BP si immette la fresa della galleria Maddalena 2) e quelle per lo smontaggio delle TBM aperte provenienti da Modane. Tali caverne prevedono lo spazio, all'interno della sezione provvista unicamente del sostegno, per una gru a portale attorno alla TBM, come si può vedere nella figura seguente. La sezione di scavo è equivalente a quella delle caverne tecniche delle aree di sicurezza.

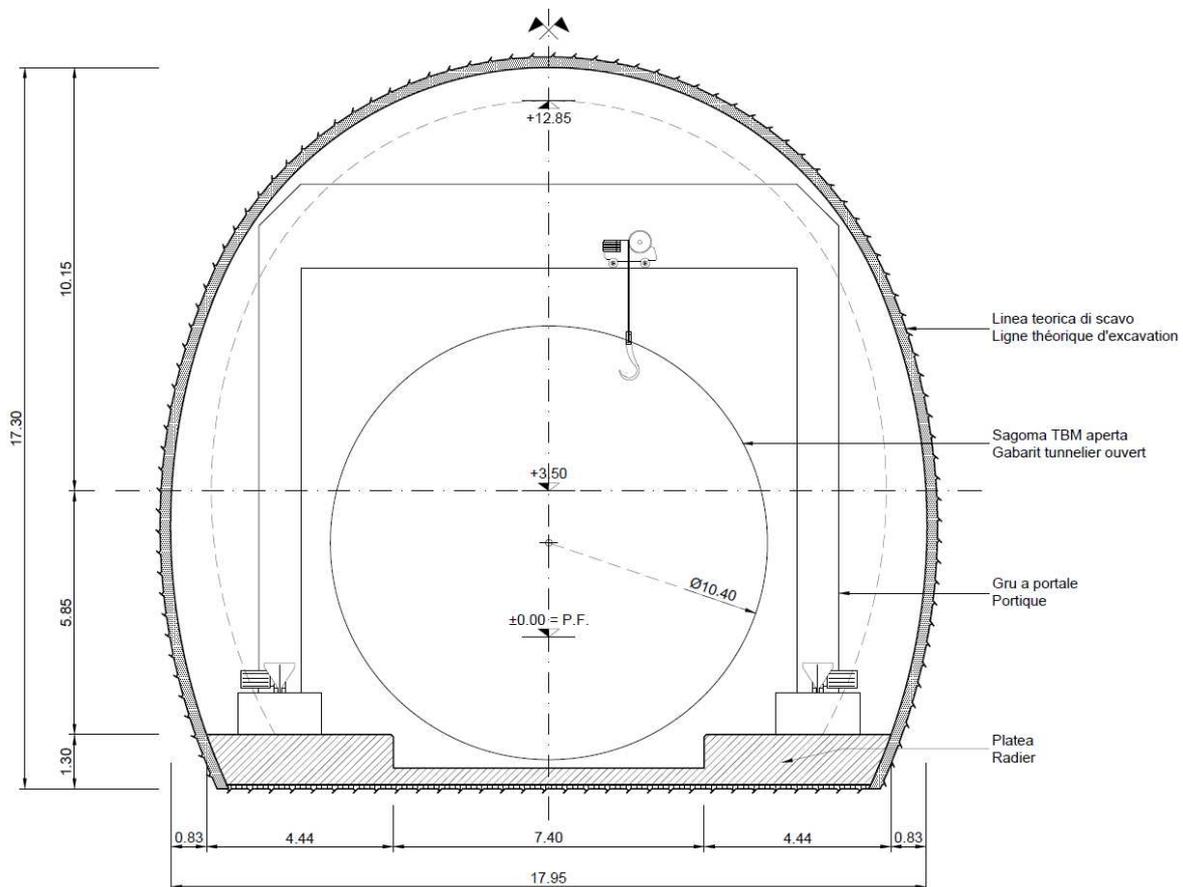


Figura 8 – Gru a portale nelle caverne di montaggio/smottaggio (con riferimento alla TBM aperta, che presenta un diametro più grande)

Considerando il rivestimento definitivo, le caverne hanno internamente un'altezza di 13.67 m, una larghezza di 16.06 m ed una lunghezza di 40 m. Per le sezioni tipo di scavo e sostegno (2 sezioni tipo sono previste) si veda la relazione PRV_C3A_3949_26-19-00.

Sulla base dei metodi di scavo e del planning, i cameroni si troveranno alle pk 53+690-53+650 (montaggio della fresa mista scudata sul BD) e 51+680-51+640 (smontaggio delle TBM aperte in provenienza da Modane).

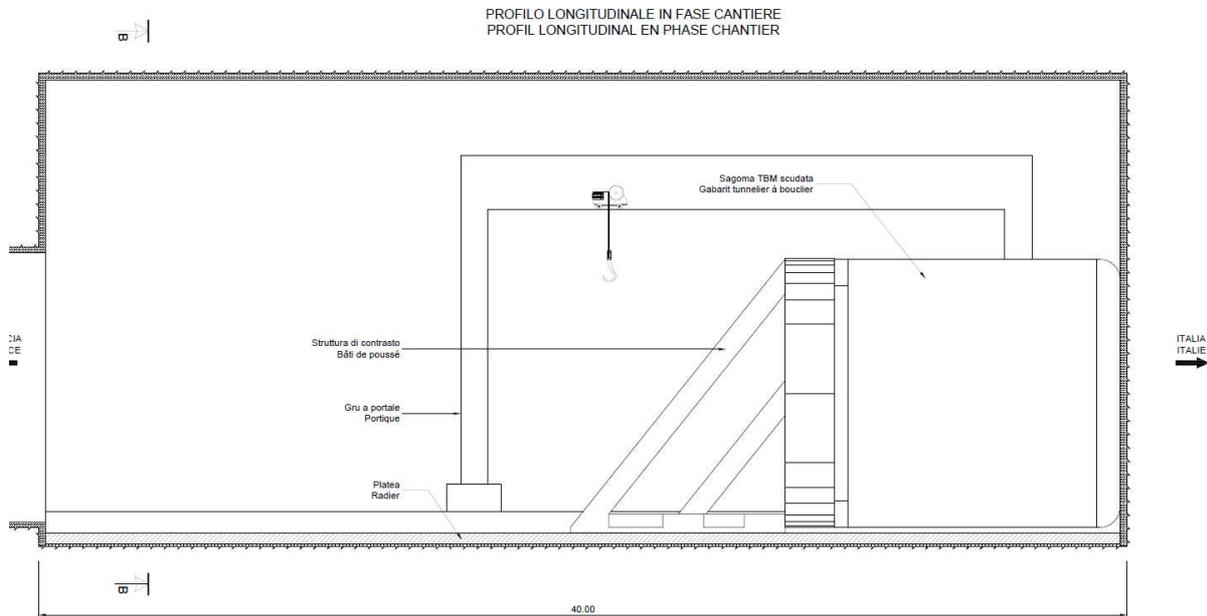


Figura 9 – Sezione longitudinale della caverna di montaggio e lancio per la fresa mista scudata

Dopo le operazioni di montaggio/smontaggio, le caverne saranno poi rivestite e successivamente attrezzate per il passaggio dei treni (realizzazione della platea e dei marciapiedi).

5.1.8 Tratta in artificiale di approccio al tunnel di base

Per minimizzare l'impatto sull'ambiente circostante si è stabilito di realizzare in corrispondenza dell'imbocco un tratto in galleria artificiale di 140,9 m di lunghezza (misurata sull'asse del Binario Pari).

Lo scatolare artificiale d'imbocco sarà realizzato a ridosso del versante esistente che presenta una pendenza molto elevata.

La prima fase delle lavorazioni prevede la riprofilatura del pendio naturale, con la realizzazione di un rilevato in terreno misto a cemento nella zona immediatamente a ridosso dell'imbocco della galleria in naturale; successivamente viene consolidato il terreno sottostante a mezzo di iniezioni cementizie con tecnologia jet-grouting. Questa soluzione si rende necessaria per avere la sufficiente copertura di terreno al di sopra della calotta del tunnel che verrà scavato a mezzo TBM in arrivo dal fronte opposto.

Successivamente si procede alla preparazione dell'area di lavoro per permettere la realizzazione dello scatolare di imbocco che parte dalla pk 61+076, inizialmente con pendenza 6:1, fino ad arrivare in prossimità della pk 61+196, con pendenza 3:1.

L'imbocco Est del tunnel di base è costituito da un doppio scatolare artificiale che si innesta dalle sezioni dei cameroni. La sezione del tunnel ha larghezza variabile lungo il suo sviluppo, da un minimo di 34.5 m ad un massimo di 38.5 m per garantire lungo tutto lo sviluppo la

distanza minima di 4,2 m tra la sagoma e l'interasse del binario. Alla fine dell'imbocco entrambi gli scatolari più esterni presenteranno una sagoma tagliata diagonalmente in pianta per un miglior inserimento all'interno dell'area circostante.

Lo sviluppo complessivo del tratto artificiale, misurato all'asse dei binari, è di 140,9 m il pari e 117,3 m il dispari. Lo scatolare di imbocco verrà realizzato prima dell'arrivo delle due frese.

La geometria interna dello scatolare permetterà di accogliere le due frese per la loro bonifica e lavaggio preventiva all'uscita a cielo aperto per lo smontaggio finale.

Vista la vicinanza con Villa Cora, in configurazione finale, la struttura artificiale contribuisce positivamente alla mitigazione acustica durante l'esercizio della linea.



Figura 10 – Imbocco lato Susa Tunnel di Base

All'uscita dal portale il corpo ferroviario è sostenuto per un primo tratto da muri di sostegno posti sia sul lato Binario Pari, sia sul lato Binario Dispari. Dopodiché il corpo ferroviario si sviluppa su rilevato.



Figura 11 – Ortofoto planimetria di imbocco

Si riportano qui di seguito le sezioni tipologiche della galleria artificiale con indicate le dimensioni principali.

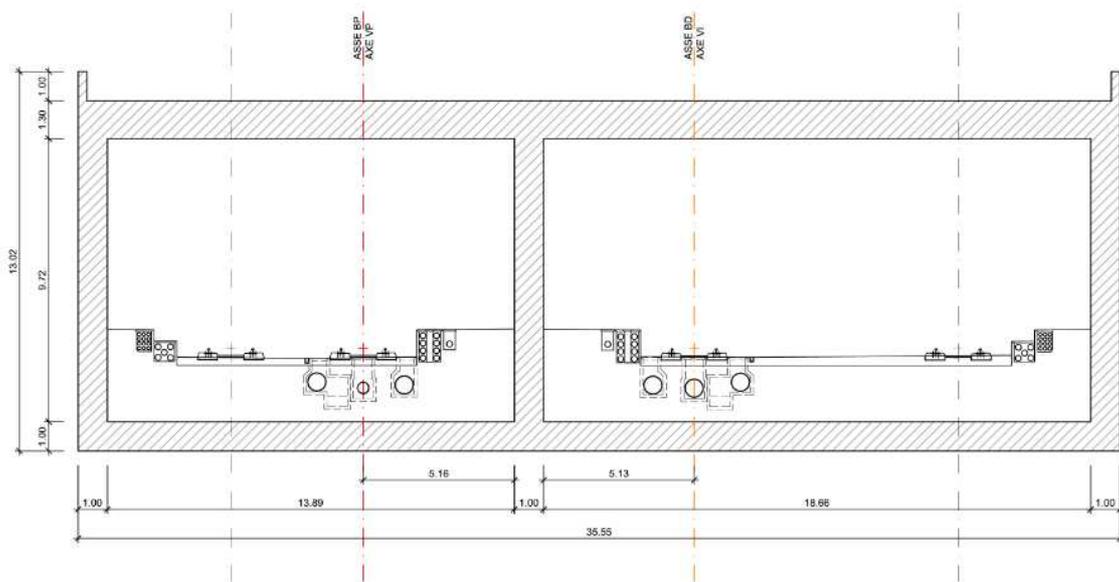


Figura 12 – Sezione tipo galleria artificiale BP pk 61+076 – 61+084

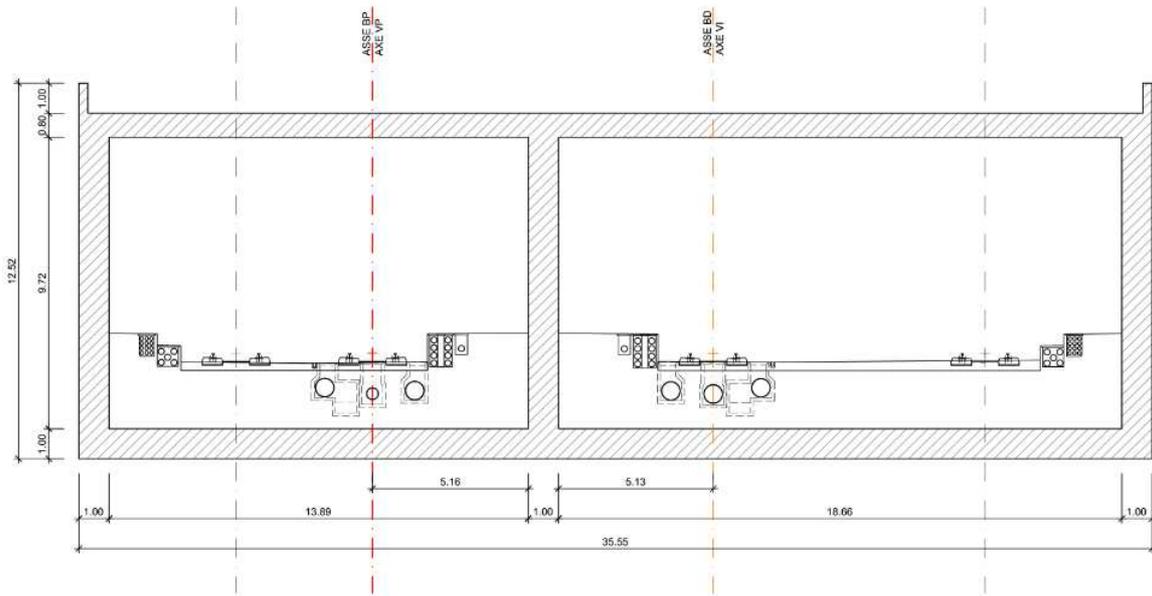


Figura 13 – Sezione tipo galleria artificiale BP pk 61+084 – 61+116.52

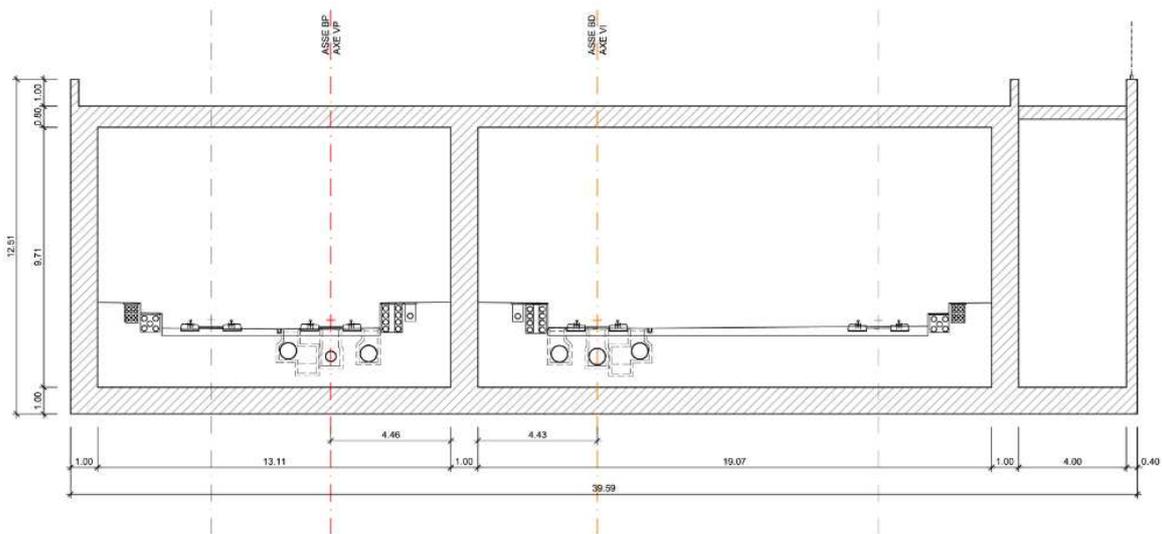


Figura 14 – Sezione tipo galleria artificiale BP pk 61+116.52 – 61+196

In adiacenza allo scatolare artificiale sull'asse del binario dispari è prevista la realizzazione di un locale tecnico a servizio degli impianti ferroviari di larghezza 4 metri preceduto dalla rampa di accesso al piazzale sopra il tunnel artificiale; il locale tecnico ha un'altezza minima di circa 3 metri ed una lunghezza in pianta di 77 metri, mentre la rampa ha uno sviluppo di 63,66 m con pendenza 15%.

Al di sopra della soletta dello scatolare artificiale è previsto in un primo tratto, in corrispondenza dell'imbocco della galleria naturale, un rilevato di terreno con altezza media di circa 3,2 metri, fino ad un'altezza minima di 70 cm circa. Nel secondo tratto, all'incirca dalla pk 61+100 fino all'uscita del tunnel artificiale, al di sopra della soletta è prevista una sistemazione a verde particolare (sedum).

A nord del tunnel artificiale si colloca il piazzale di manovra per i mezzi antincendio.

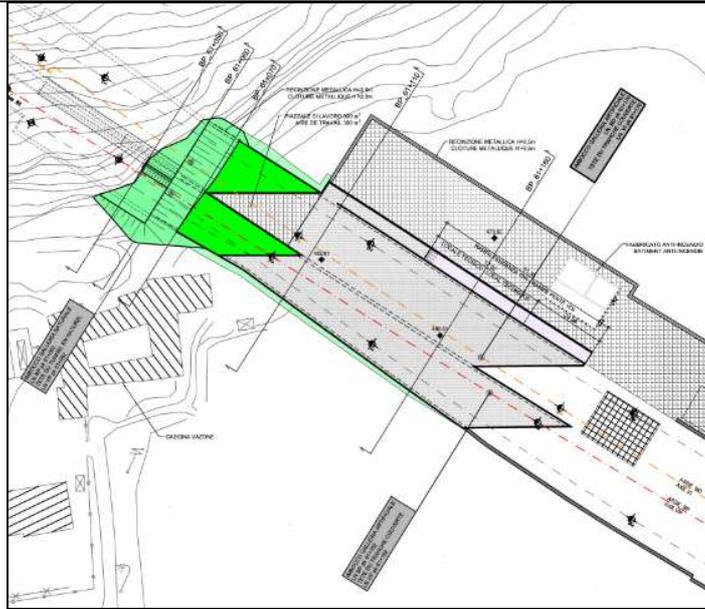


Figura 15 – Planimetria sistemazione finale imbocco

Per maggiori dettagli si veda la relazione PRV_C3A_1100_26-70-00_10-01_Imbocco Est – Tunnel di Base - Relazione generale illustrativa.

5.2 La Galleria di Maddalena 1, la Galleria di Connessione 1 e la Galleria Maddalena Ibis

5.2.1 Premessa

Il cunicolo esplorativo della Maddalena (d'ora in poi definita anche Galleria Maddalena 1) è un'opera realizzata ai fini di una migliore conoscenza geologica/geomeccanica/idrogeologica dell'ammasso roccioso. Dal portale d'imbocco situato alla Maddalena, in comune di Chiomonte, la galleria si avvicina al Tunnel di Base e successivamente si dispone tra le due canne del Tunnel di Base, in posizione superiore e correndo parallela ad esse, per una lunghezza di circa 4 km rispetto alla lunghezza totale prevista.

Nella fase progettuale precedente la galleria aveva la funzione di accesso dei veicoli bimodali e dei servizi di soccorso all'area di sicurezza di Clarea per tutta la sua lunghezza. La variante progettuale a seguito della prescrizione n. 235 emessa da parte del CIPE, in fase di approvazione del Progetto Definitivo, porta anche allo spostamento dell'area di sicurezza e quindi all'utilizzo di solo una parte della galleria Maddalena 1 per l'accesso dei soccorsi.

Oltre alla finalità geognostica, infatti, nel Progetto Definitivo approvato la galleria aveva la funzione di raggiungere l'area di sicurezza di Clarea, posta alla fine della galleria.

In fase cantiere, la galleria permetteva di alimentare lo scavo delle varie gallerie/caverne che compongono l'area di sicurezza di Clarea, nonché lo scavo della galleria di ventilazione di Val Clarea.

In fase di esercizio, la galleria permetteva ai veicoli bimodali, ai veicoli di soccorso ed ai mezzi per la manutenzione di raggiungere l'area di sicurezza di Clarea e dunque il Tunnel di Base.

Nel PRV, la modifica della posizione dell'area di sicurezza, come già evocato, fa sì che le suddette funzioni in fase cantiere ed in fase di esercizio sono valide solo fino alla pk. 2220,

ovvero fino all'innesto con la galleria di connessione 1, e sono poi svolte dalla galleria di connessione 1 fino a raggiungere l'area di sicurezza.

Inoltre, lo scavo dell'area di sicurezza viene alimentato, eccetto nei primi mesi, anche dalla galleria di Maddalena 2 e dalla Galleria di Connessione 2 (descritte nei paragrafi successivi), di più grandi dimensioni e quindi più agevoli per la logistica di cantiere.

Oltre all'area di sicurezza, a partire dalla caverna tecnica si scaveranno anche le due canne del TdB in tradizionale fino all'intersezione con lo scavo con TBM scudata di Maddalena 2 (pk 53+515).

Per i dettagli si veda la relazione PRV_C3A_3820_26-48-20_10-01_Galleria Maddalena 1 - Relazione Tecnica descrittiva.

Il resto della galleria, oltre alla pk. 2245, viene destinata alla messa in deposito permanente ed irreversibile delle rocce verdi scavate lungo il TdB in prossimità dell'imbocco a Susa.

Per la logistica di gestione delle rocce verdi dal fronte di scavo fino al conferimento definitivo si veda il documento PRV_C3A_7610_33-02-02.

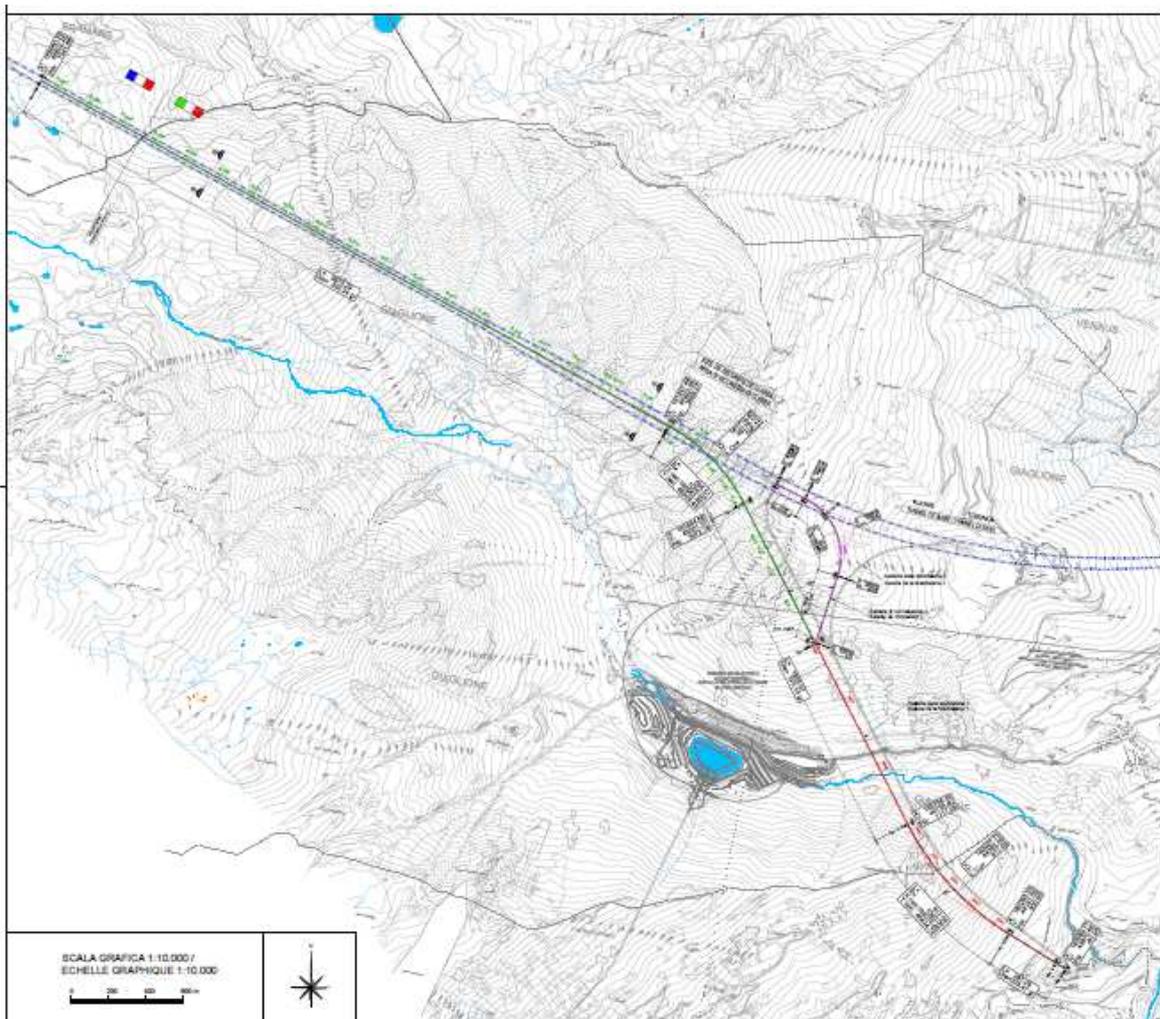


Figura 16 – Planimetria della Galleria Maddalena 1 e della galleria di Connessione 1

5.2.2 Galleria Maddalena 1 e Galleria di Connessione 1

Lungo la galleria di Maddalena 1 nella tratta di accesso dei servizi di soccorso sono previste 7 nicchie di incrocio dei veicoli. Di esse, 2 sono equipaggiate di cabina elettrica e 2 di cabina telecomunicazioni.

All'innesto con la galleria di connessione 1, è prevista una sezione allargata, con un ramo di inversione dei veicoli e lo spazio per una cabina telecomunicazione. Nella galleria di connessione 1, è prevista una nicchia per cabina telecomunicazioni. La tratta in curva sarà a doppio senso di marcia, quindi non sono necessarie nicchie di incrocio.

Lungo la tratta della galleria di Maddalena 1 destinata alla messa in deposito sotterraneo delle rocce verdi, sono previste 27 nicchie per la logistica di stoccaggio. Inoltre sono integrate le nicchie esistenti.

La progettazione prevista in questa fase integra il cunicolo esplorativo così come definito dall'as built. Gli interventi di scavo e sostegno oggetto della presente fase di progetto riguardano le nicchie (salvo quelle esistenti) e la galleria di connessione 1, la realizzazione del rivestimento definitivo riguarda il cunicolo esplorativo, la galleria di connessione 1 e le nicchie.

5.2.3 Sezione corrente Galleria Maddalena 1

La sagoma della galleria è studiata in modo da garantire l'accesso dei veicoli bimodali e dei mezzi di soccorso e manutenzione al Tunnel di Base e all'area di sicurezza di Clarea.

La sagoma libera per il passaggio dei mezzi è di 3.5 x 3.5 m (b x h). La sezione corrente con il gabarit è illustrata in Figura 17 (viene rappresentata secondo la carpenteria predominante, corrispondente alla tratta scavata con TBM). La sezione presenta un rivestimento definitivo di spessore 40 cm in calotta e 60 cm in arco rovescio. Prima del getto del rivestimento, si riempiono gli interstizi tra le centine con cls proiettato, al fine di creare una superficie regolare per la posa dell'impermeabilizzazione.

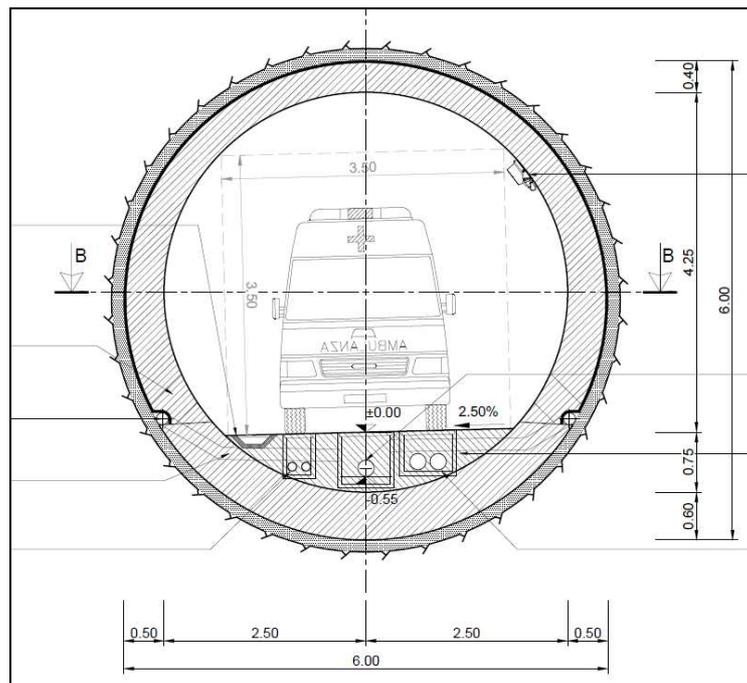


Figura 17 – Sezione corrente

Nella tratta di Maddalena 1 in cui si prevede lo stoccaggio delle rocce verdi, la sezione non viene provvista del rivestimento definitivo in cls gettato in opera di spessore 40 cm.

Prima di tutto, si riempiono gli interstizi tra le centine con cls proiettato, al fine di creare una superficie regolare per la posa dell'impermeabilizzazione. Si dispone in seguito un'impermeabilizzazione full round.

Al fine di proteggere l'impermeabilizzazione dalle operazioni interne di movimentazione, si dispone in volta un rivestimento composto da uno strato di cls proiettato di spessore 15 cm armato di rete elettrosaldata e da centine reticolari tipo 145-25-18/180.

In arco rovescio si getta in opera una platea.

5.2.4 Sezione corrente della Galleria di Connessione 1

La sagoma è concepita con gli stessi obiettivi della galleria Maddalena 1.

Per la tratta in curva di raggio 350 m, al fine di evitare la realizzazione di nicchie di incrocio molto ravvicinate per motivi di visibilità (ogni 80 m circa), si è garantito il transito a doppio senso (sagoma limite 6.6x3.5 m – b x h). Questo tratto è stato esteso al successivo rettilineo fino all'area di sicurezza di Clarea, nelle quale la galleria intertubo (in continuità con la connessione 1) permette già il transito dei veicoli a doppio senso.

Nel primo tratto in rettilineo, si ha invece un transito a senso unico (sagoma limite 3.5 m x 3.5 m – b x h).

In definitiva, per i primi 299 m si ha un transito a senso unico e per i successivi 704 m un transito a doppio senso. Le sezioni sono rappresentate nelle figure 18 e 19.

Entrambe le sezioni presentano un rivestimento definitivo di spessore minimo 50 cm.

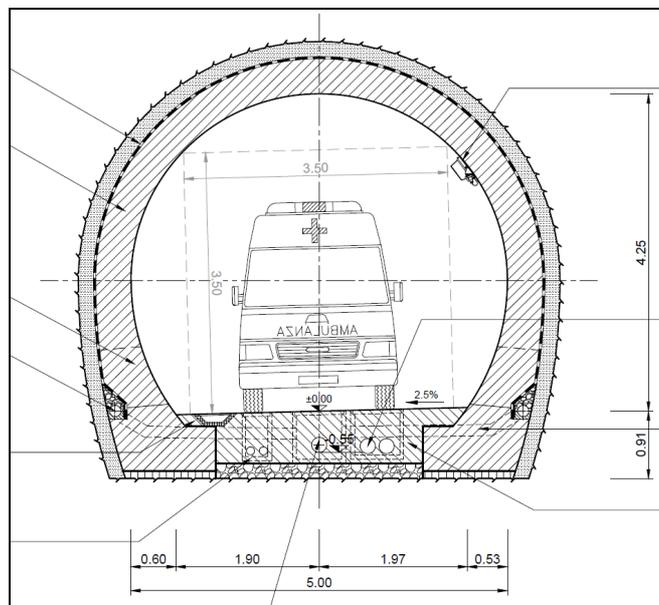


Figura 18 – Sezione corrente a senso unico

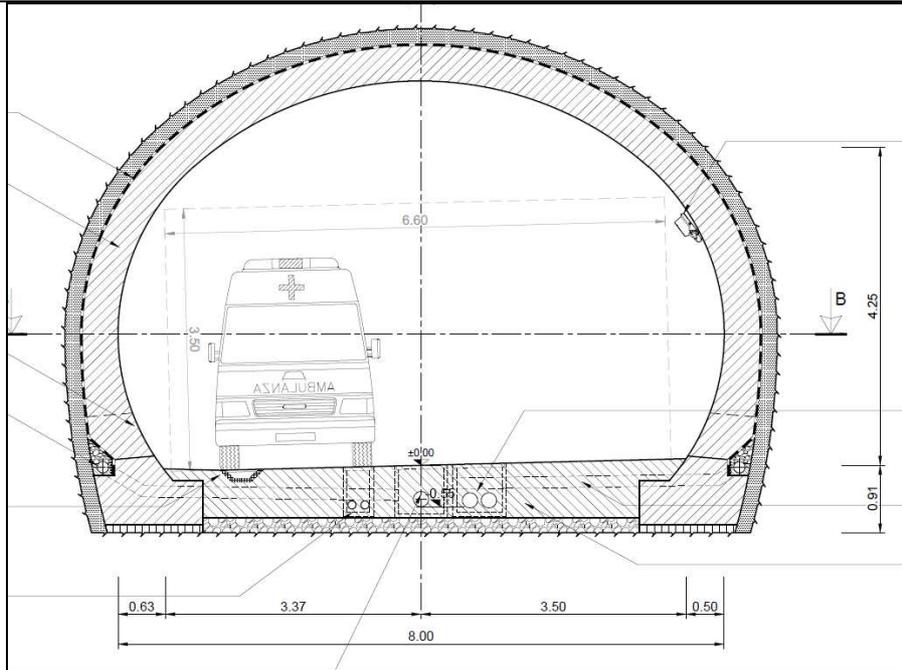


Figura 19 – Sezione corrente a doppio senso

5.2.5 Galleria Maddalena Ibis per stoccaggio rocce verdi

Lo stoccaggio delle rocce verdi, ubicate all'imbocco Est del Tunnel di Base e potenzialmente asbestiformi, si effettuerà nelle tratte delle gallerie Maddalena 1 e Maddalena 2 non utilizzate in fase di esercizio. Il bilancio dei volumi di scavo porta alla necessità di creare una galleria parallela a Maddalena 1 di lunghezza paria a circa 1 km, ubicata tra le pk. 4900 e le pk. 6000 circa, (accessibile da Maddalena 1), denominata "Maddalena Ibis", al fine di stoccare l'intero volume di scavo previsto.

La sezione di stoccaggio in Maddalena 1 bis è rappresentata dalla Figura sottostante.

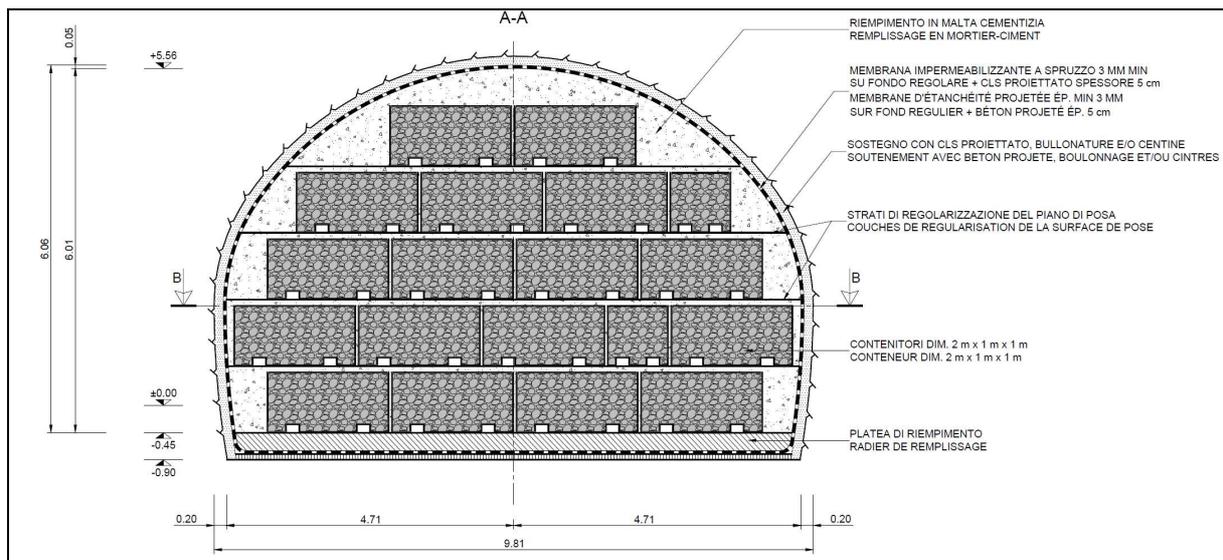


Figura 20 – Sezione di stoccaggio nella sezione corrente di Maddalena Ibis

5.2.6 Sistema di drenaggio e impermeabilizzazione

Per la galleria Maddalena 1, occorre distinguere la tratta utilizzata per l'accesso dei servizi di soccorso (fino alla Pk. 2245) dalla tratta dedicata allo stoccaggio delle rocce verdi.

Per la tratta di Maddalena 1 utilizzata per l'accesso dei servizi di soccorso e nella galleria di connessione 1, sono previsti due sistemi di drenaggio separati:

- Sistema di drenaggio delle acque di falda, situato a tergo del rivestimento definitivo. Esso contribuisce all'abbattimento delle pressioni idrostatiche sui rivestimenti;
- Sistema di drenaggio delle acque di carreggiata.

Nei primi 1500 m della galleria Maddalena 1 (in discesa verso il portale) le acque saranno evacuate verso l'imbocco.

Negli ulteriori 720 m circa di Maddalena 1, le acque sono evacuate verso la galleria di connessione 1. Una volta percorsa la galleria di connessione 1, le acque sono scaricate sul Binario Dispari del TdB in corrispondenza del ramo per i veicoli bimodali dell'area di sicurezza di Clarea.

Nella tratta di Maddalena 1 in cui si prevede lo stoccaggio delle rocce verdi la sezione nella configurazione definitiva non viene drenata, bensì viene provvista di impermeabilizzazione full round e ritombata completamente.

In fase provvisoria, prima dello stoccaggio, si creeranno comunque dei dreni all'interno del rivestimento in corrispondenza delle venute d'acqua al fine di non mettere in pressione la struttura. L'interdistanza tra dreni sarà regolata in funzione dell'intensità delle venute d'acqua (venute d'acqua stabilizzate).

Tali dreni verranno chiusi appena prima dello stoccaggio delle rocce verdi ed i condotti di drenaggio provvisori mano a mano smantellati.

Per maggiori dettagli sul sistema di drenaggio si veda la relazione PRV_C3A_3831_26-48-25 – Galleria Maddalena 1 e Connessione 1 – Impianti Civili – Relazione Tecnica sul sistema di drenaggio.

Modifiche rispetto al Progetto Definitivo approvato

Per via del cambio di funzionalità di parte della galleria della Maddalena, la tratta drenata riguarda solo i primi 2245 m. In questa tratta sono tuttavia da escludere i primi 320 m in cui il carico idrostatico è inferiore a 10 bar e dunque si ha un'impermeabilizzazione totale full round.

Le acque di Maddalena 1 nella tratta di accesso dei servizi di soccorso sono drenate verso il TdB grazie alla galleria di connessione 1. Non è quindi più necessario il pozzo di drenaggio previsto nel Progetto Definitivo approvato.

Per il dimensionamento dei collettori di drenaggio delle acque di falda, si sono considerati in questo progetto i dati del cunicolo esplorativo.

5.3 La Galleria di Maddalena 2 e la Galleria di Connessione 2

5.3.1 Premessa

La variante progettuale a seguito della prescrizione n. 235, emessa da parte del CIPE in fase di approvazione del Progetto Definitivo, ha tra le varie conseguenze la sostituzione della galleria di ventilazione di Val Clarea, prevista nella fase progettuale precedente, con una

nuova galleria denominata Maddalena 2 (con portale d'imbocco situato alla Maddalena, in comune di Chiomonte) e lo scavo di questa galleria con una TBM scudata che si innesta poi nel Tunnel di Base proseguendo sul Binario Pari dello stesso fino al portale di Susa.

Siccome la TBM si innesta sul Tunnel di Base alla pk 53+514 mentre l'area di sicurezza di Clarea è prevista più a monte, è stata prevista la realizzazione di una galleria di connessione, denominata Galleria di Connessione 2, che permette di congiungere la galleria Maddalena 2 con la caverna tecnica dell'area di sicurezza.

Fino all'innesto con la galleria di connessione 2 (Pk 2035), la galleria Maddalena 2 presenta la funzione di ventilazione dell'area di sicurezza di Clarea e di estrazione fumi del Tunnel di Base. Queste funzioni continuano con la galleria di connessione 2, mentre nella tratta rimasta di Maddalena 2 si effettua lo stoccaggio irreversibile delle rocce verdi e non sarà più accessibile in fase di esercizio.

Per maggiori dettagli sulla scelta della configurazione della galleria Maddalena 2 si veda la relazione PRV_C30_7190_20-00-50_10-02.

La galleria di Maddalena 2 ha una lunghezza totale di 3058.3 m, di cui i primi 2144 m dedicati alla ventilazione e la restante tratta per lo stoccaggio delle rocce verdi. La pendenza massima è del 4 %.

La galleria di connessione 2 ha una lunghezza totale di 1058.2 m, con una pendenza massima del 3.86 %.

Nella tratta di Maddalena 2 usata per la ventilazione e nella galleria di connessione 2 non sono necessarie nicchie.

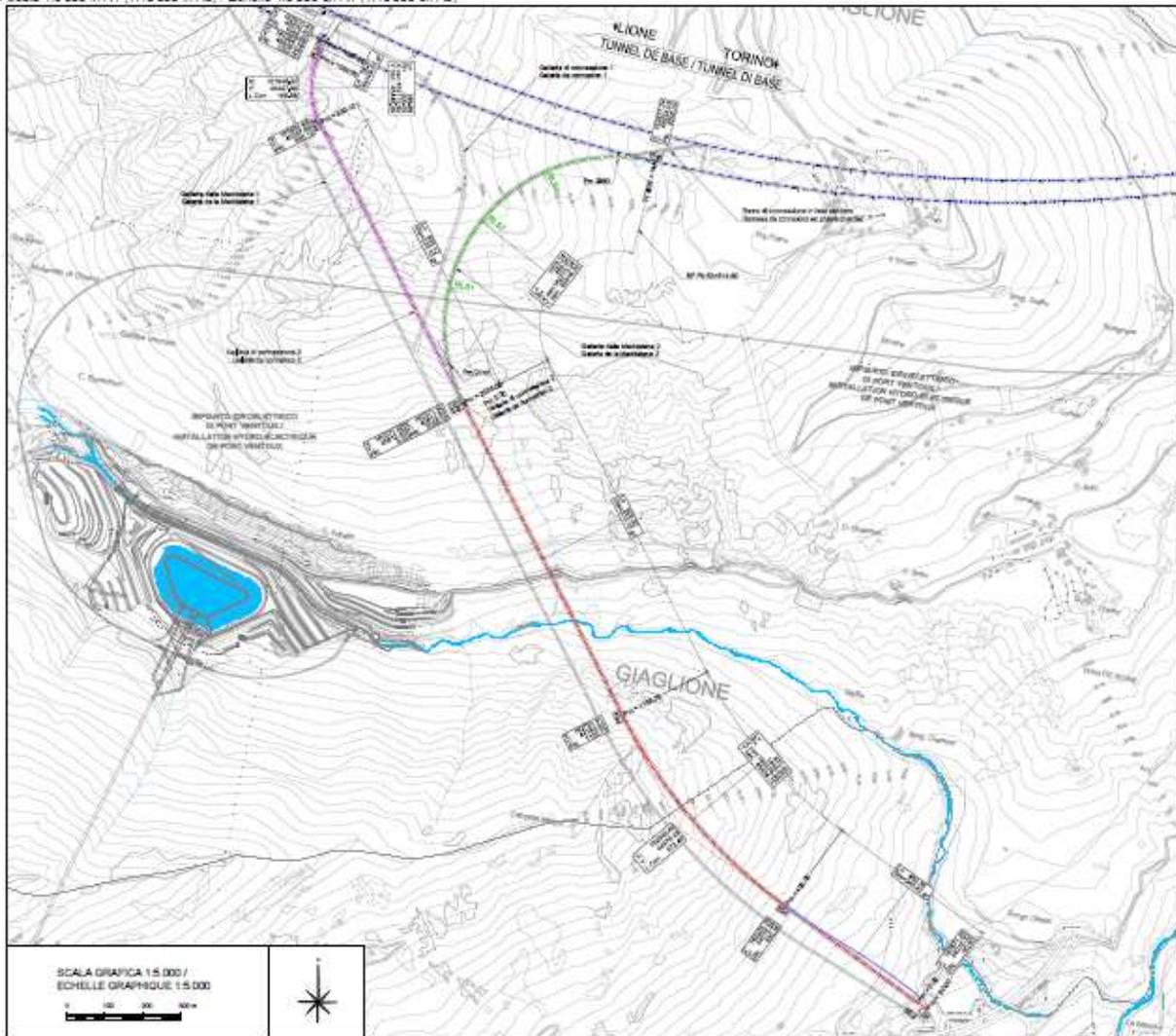


Figura 21 – Planimetria della Galleria Maddalena 2 e della galleria di Connessione 2

5.3.2 Sezione corrente della Galleria Maddalena 2

La sistemazione interna della galleria prevede la separazione della zona di estrazione dei fumi del Tunnel di Base in caso di incendio dal condotto di ventilazione dell'area di sicurezza a mezzo di un setto di separazione in calcestruzzo armato di spessore pari a 25 cm. È prevista una porta di accesso al condotto ogni 300 m.

La sistemazione interna dipende dal metodo di scavo, se tradizionale (nei primi 160 m) o meccanizzato (per i successivi 2 km circa). La tratta in scavo meccanizzato presenta le sezioni interne più ridotte. La zona di estrazione fumi ha una superficie utile di 39.6 m^2 . Il condotto di ventilazione dell'area di sicurezza ha una sezione di 13.3 m^2 .

L'accesso sarà limitato ai soli mezzi di manutenzione della galleria stessa. La sagoma libera per il passaggio dei mezzi è di $3.5 \times 3.5 \text{ m}$ (b x h), prevista nella zona di estrazione fumi. Inoltre la sagoma di ingombro per una persona ($0.8 \times 2.25 \text{ m}$) deve essere garantita sui 2 lati della galleria.

La sezione corrente con i gabarit è illustrata nella figura seguente per la sezione maggioritaria lungo il tracciato, ovvero nel caso di scavo con TBM scudata.

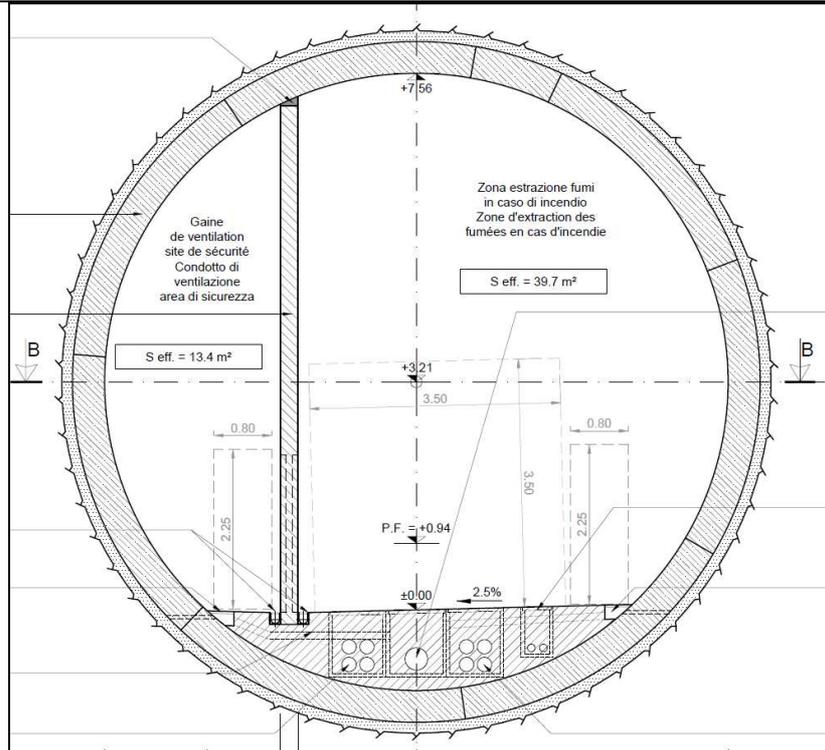


Figura 22: sezione corrente - galleria di Maddalena 2

A differenza di Maddalena 1, la tratta di stoccaggio delle rocce verdi presenta lo stesso rivestimento che della tratta dedicata alla ventilazione, ovvero il rivestimento in conci prefabbricati. Appena prima di effettuare le operazioni di stoccaggio, si riempiono i fori di drenaggio nei conci e si dispone uno strato impermeabilizzante all'intradosso dell'anello di conci.

5.3.3 Sezione corrente della Galleria di Connessione 2

Per quanto riguarda la sistemazione interna, la galleria di connessione 2 presenta le stesse caratteristiche di Maddalena 2. La sezione per la ventilazione è più grande, pari a 40.3 m^2 per l'estrazione fumi e a 14.4 m^2 per il condotto di ventilazione dell'area di sicurezza.

Per maggiori dettagli sul sistema di drenaggio si veda la relazione PRV_C3A_7565_26-48-26 – Gallerie Maddalena 2 e Connessione 2 – Impianti Civili – Relazione Tecnica sul sistema di drenaggio.

Relativamente alla Galleria Maddalena 1 bis, parallela a Maddalena 1 e ubicata tra le PM 4900 e 6000, la geologia attesa

5.4 Imbocco della Galleria di Maddalena 1 e della Galleria di Maddalena 2

L'area della Maddalena, dove sono ubicati gli imbocchi delle due gallerie, risulta ubicata allo sbocco Vallone Tiraculo – Rio Clarea, sul versante orografico sinistro della Dora poco a valle dell'abitato di Chiomonte e prima del tratto inciso delle "Gorge di Susa".

L'area è a ridosso dell'autostrada A32 che interessa, nello specifico, il territorio con i viadotti Clarea (due viadotti separati per le due carreggiate) di circa 600 m, in curva e con pendenza longitudinale del 2,5% circa, che attraversano la valle ed uniscono la galleria Giaglione (ad est) a quella di Ramat (ad ovest).

Per l'accessibilità ai fini della sicurezza e della manutenzione è prevista la realizzazione di un nuovo semisvincolo sulla A32 (direzioni da e per Susa) collegato direttamente alla viabilità locale di accesso alle centrali di ventilazione.

E' comunque possibile raggiungere il piazzale della centrale attraverso l'esistente viabilità locale (strada della Centrale elettrica – Via dell'Avanà).

Le attività di cantierizzazione dell'area, di movimentazione dei mezzi, del personale e del materiale inizieranno al termine della realizzazione dei due nuovi viadotti del suddetto semivincolo dell'autostrada A32.

L'area di cantiere è stata sviluppata tenendo conto dell'attuale cantiere di Maddalena e della posizione ad oggi in progetto dei piloni dei viadotti autostradali di svincolo.

Il piazzale esistente verrà ampliato per recuperare gli spazi necessari alla realizzazione dell'imbocco di Maddalena 2 e conseguentemente il lancio della fresa in sotterraneo.

Il cantiere occuperà anche un'area in orografica sinistra del torrente Clarea, accessibile per mezzo di un ponte Bailey. Questa nuova area è composta da una zona pianeggiante (in corrispondenza dei viadotti autostradali) e da un tratto, risalendo paralleli al torrente, più acclive che necessita di sistemazioni e regolarizzazioni del fondo prima di poter essere utilizzato.

Oltre a queste aree si utilizzerà una parte del piazzale di sbarco dei viadotti di svincolo, posto al di sopra dell'attuale sito di deposito dello smarino di Maddalena 1. Su tale area verranno installati uffici, spogliatoi e locali refettorio per gli impiegati e maestranze

Nella configurazione di esercizio sul piazzale all'imbocco della Galleria della Maddalena 1 e Galleria Maddalena 2 avranno sede la centrale di ventilazione, un piazzale per servizio e per stazionamento dei mezzi di emergenza, mentre l'eliperficie per l'emergenza è situata nell'area di Colombera.

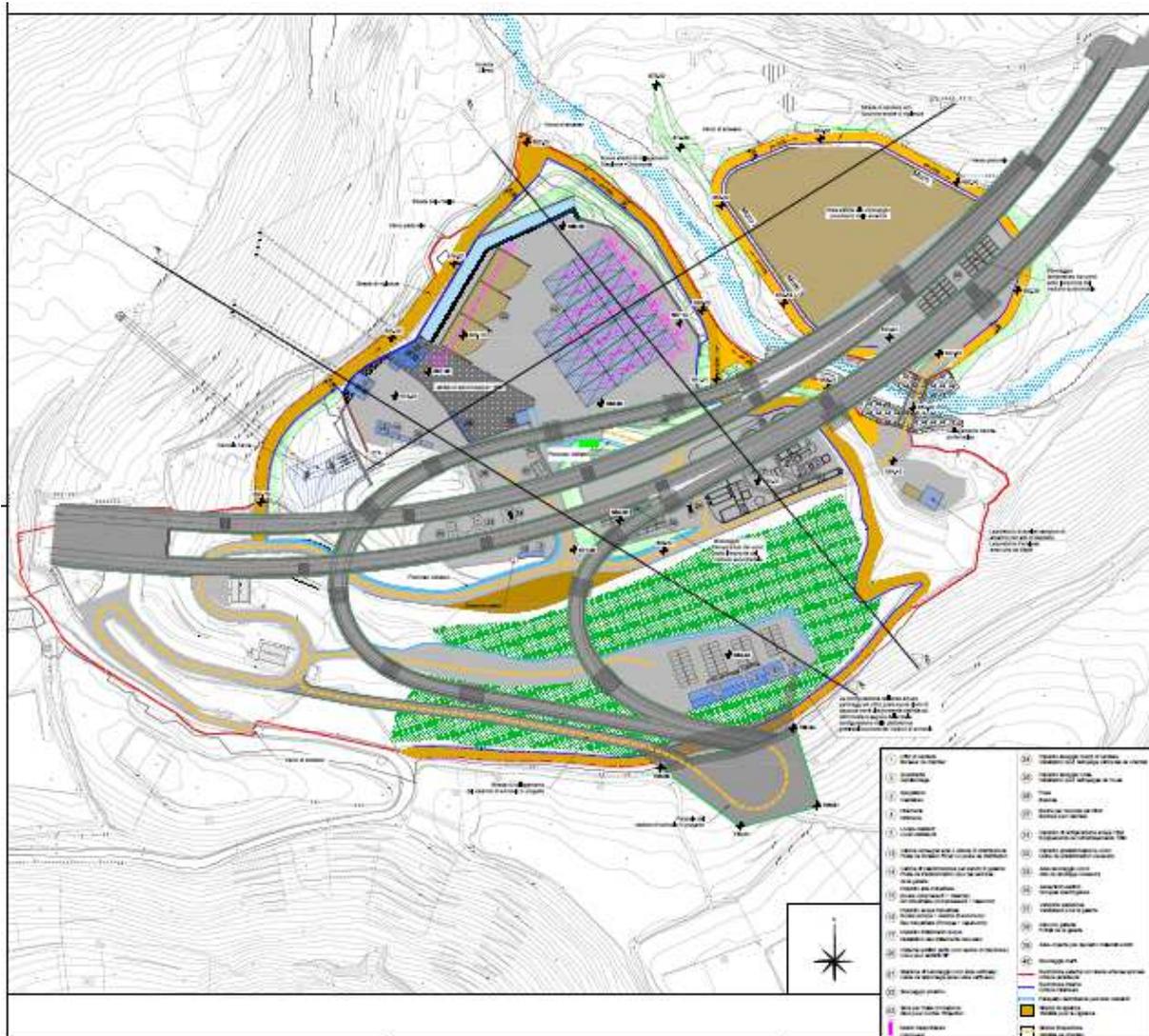


Figura 24– Imbocco Gallerie di Maddalena – Planimetria aree di cantiere

5.5 Centrale di ventilazione della Maddalena

La “variante Maddalena“ prevede la realizzazione del condotto di ventilazione a servizio dell’area di sicurezza in sotterraneo mediante lo scavo di una seconda galleria da Maddalena (nominato Maddalena 2) e la soppressione della galleria di ventilazione di Val Clarea. In termini di opere esterne ciò si traduce nella soppressione della centrale di Clarea e nello spostamento delle sue funzionalità a Maddalena.

La nuova centrale di ventilazione della Maddalena, realizzata interamente in conglomerato cementizio armato, si sviluppa con un sistema impiantistico su due livelli, indipendenti fra loro, al piano interrato e al piano terra, ognuno dei quali dotato di camini per l’aspirazione dell’aria e locali tecnici di pertinenza.

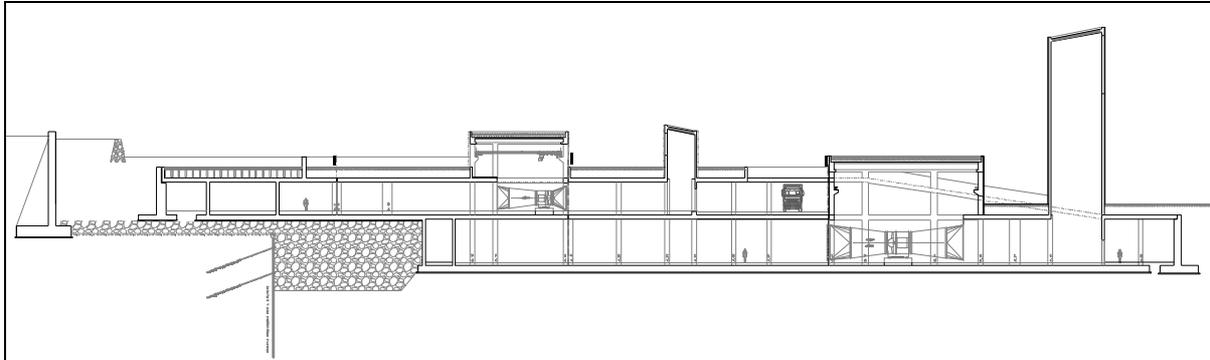


Figura 25– Centrale di Ventilazione di Maddalena – Sezione Longitudinale

Le soluzioni architettoniche del fabbricato, adibito al contenimento degli impianti di grandi dimensioni per l'areazione della galleria, sono state sviluppate ripercorrendo i principi presenti nella Carta Architettonica e Paesaggistica e nelle Linee-Guida Architettonica paesaggistiche

In una prima fase di studio si è cercato di individuare una possibile soluzione per poter soddisfare le esigenze dettate sia dalla necessità di avere a Maddalena un edificio tecnologico che potesse contenere le funzionalità delle centrali di Maddalena e di Clarea previste in Progetto Definitivo Approvato sia geometrica, a seguito della posizione reciproca delle due gallerie. Successivamente, a seguito dei numerosi vincoli presenti, si è optato per “l'unione” delle centrali di Maddalena e Clarea, con parziale sovrapposizione delle stesse. La configurazione finale della centrale sfrutta anche la necessità, in fase di costruzione, di avere il piazzale di cantiere posto su due piani diversi come l'imbocco delle due gallerie.

La logica che è stata perseguita lungo tutto lo sviluppo del progetto, ha sempre puntato ad un architettura che si relaziona con il paesaggio circostante minimizzando, quanto più possibile, l'impatto visivo del volume architettonico delle centrali. Proprio a questo fine si è giunti alla proposta ed al successivo approfondimento di una soluzione semi-ipogea della centrale stessa.

L'area in cui si inserisce la centrale risulta compresa tra strada delle Gallie, il torrente Clarea e l'omologo viadotto della A32, che la caratterizzano fortemente e presenta spazi limitati. Il nuovo edificio, dunque, non potrà sottrarsi da un confronto con questi segni forti del territorio e dal rapporto di scala che è costretto ad instaurare con i viadotti. A questi va, poi aggiunto il sito di deposito che sebbene in posizione opposta rispetto al viadotto autostradale presenta un'altezza confrontabile a quella dei viadotti stessi e dunque entra necessariamente in relazione con il restante progetto architettonico e paesaggistico.

Un vincolo che ci si è posti nel posizionamento dei volumi della centrale e dei piazzali è stato quello di rimanere al di fuori della proiezione a terra degli impalcati dei viadotti esistenti della A32 e del nuovo svincolo di cantiere.

Secondo vincolo è stato quello di cercare di allontanare la centrale da strada delle Gallie, per fare in modo di ricavare gli spazi necessari per la realizzazione in fase definitiva di un rilevato paramassi che non risultasse troppo a ridosso alla suddetta strada e nello stesso tempo non andasse a “gravare” sulle strutture della centrale.

La distanza planimetrica tra gli imbocchi delle due gallerie risulta pari a circa 30 m e la nuova galleria, per non interferire con la strada delle Gallie risulta posto ad una quota di circa 8-9 m più in basso, rispetto alla galleria, al momento in fase di scavo.

Al fine di ottimizzare gli esigui spazi a disposizione e di gestire al meglio la distanza ed il dislivello tra gli imbocchi, la soluzione ottimale è stata individuata nell'“l'unione” delle centrali di Maddalena e Clarea (soppressa). In fase di progettazione, quindi, si è immaginato di prendere le due centrali di Progetto Definitivo Approvato, cercando di ottimizzare i condotti di ventilazione /aspirazione e le aree filtro per cercare di “compattare” gli ingombri.

In fase di costruzione la configurazione delle due nuove centrali sfrutta, in questo modo, anche la necessità di avere il piazzale di cantiere posto su due piani diversi come l'imbocco delle due gallerie.

Un ulteriore vincolo di progettazione è legato alla necessità di adottare degli accorgimenti per evitare il possibile ricircolo tra prese e mandate delle due centrali. A seguito del confronto con i progettisti aeraulici, si è quindi agito su altezza e posizione reciproca dei punti di presa/mandata. In particolare sul corpo delle centrali si è prevista la realizzazione di due torrini orientati in posizione opposta, verso est Maddalena 2 e verso ovest Maddalena 1. Gli stessi risultano distanti tra loro circa 77,00 m, con una maggiore altezza del torrino di Maddalena 2 di circa 8 m. Tale configurazione, dato il dislivello tra i piani delle due centrali, porta l'altezza del torrino di Maddalena 2 a circa 33,00 m da piano piazzale. Come confronto basti pensare che l'altezza del viadotto Clarea dal fondo valle, varia indicativamente tra 35,00 m e 50,00 m.

Dal punto di vista planimetrico, la nuova configurazione delle centrali, sviluppandosi lungo versante, consente di avere a disposizione adeguati spazi sia per la costruzione, sia per la realizzazione dei piazzali di servizio (svolta e manovra dei mezzi di servizio).

La logica che è stata perseguita lungo tutto lo sviluppo del progetto, ha sempre puntato ad un architettura che si relaziona con il paesaggio circostante minimizzando, quanto più possibile, l'impatto visivo del volume architettonico delle centrali. Proprio a questo fine e dopo numerosi scambi con il cliente si è giunti alla proposta ed al successivo approfondimento di una soluzione semi-ipogea delle due centrali di ventilazione, inglobando nel ritombamento previsto, non solo il vallo paramassi, ma anche parte delle coperture degli edifici all'interno di una sequenza di terrazzamenti orientati in direzione est-ovest e degradanti in direzione nord-sud. I terrazzamenti saranno realizzati mediante la posa in opera di muretti in cls di altezza variabile tra 1,00 m e 2,00 m nel punto di maggior dislivello rivestiti da gabbioni in pietra locale che reinterpretano in chiave contemporanea l'elemento architettonico dei muretti a secco, tipico dell'architettura rurale di quest'area.

Tale scelta è, inoltre, in armonia con le scelte architettoniche elaborate per le centrali di ventilazione (basamento rivestito in gabbioni di pietra). Saranno, inoltre, ricoperti con uno strato di terra di circa 100 cm; su di essi sarà, quindi possibile prevedere la piantumazione di specie adatte alle condizioni climatiche ed all'illuminazione locali.

L'accesso all'area può avvenire tramite la SS24 e, da questa, tramite la Sp0233, che collega alla viabilità locale di accesso, sia provenendo da Chiomonte (nell'abitato prende il nome di via Roma), sia da ovest, partendo dal ponte sulla Dora della SS24 posto a valle dell'abitato di Exilles e con percorso in sponda orografica sinistra.

L'area di cantiere e la futura centrale di ventilazione sono raggiungibili tramite la viabilità ad oggi realizzata per l'accesso al cantiere del cunicolo esplorativo. Il suo tracciato segue

all'incirca il preesistente tracciato della Chiomonte-Giaglione fino alla parte centrale della conca, da qui serve i diversi livelli degli attuali piazzali di cantiere e si collega sia alla strada delle Gallie che alla sponda del Clarea sotto passando in un arco metallico il nuovo tracciato della Chiomonte-Giaglione.

Per la cantierizzazione dei lavori del Tunnel di Base e poi, in fase finale, per l'accesso dei mezzi di soccorso alla centrale di ventilazione ed alla discenderia dell'area di sicurezza in sotterraneo, è prevista la realizzazione di un nuovo semi-svincolo sulla A32 con direzioni di transito da e per Susa.

In fase di esercizio le rampe dello svincolo verranno chiuse con cancello sial nel punto di raccordo con le carreggiate dell'autostrada sia allo sbocco sull'attuale pista di cantiere, in modo che il suo utilizzo sia possibile solo ai mezzi autorizzati.

Dal punto di vista planimetrico, la nuova configurazione delle centrali, pur in spazi limitati, consente di avere a disposizione adeguati spazi sia per la costruzione, sia per la realizzazione dei piazzali di servizio, senza andare in interferenza con la A32 e con gli svincoli in progetto.

Sia sul piazzale superiore che sul piazzale inferiore sono previsti spazi per la sosta di mezzi di servizio; per il piazzale a servizio di Maddalena 1, attraverso la quale i mezzi di soccorso hanno accesso al sotterraneo, si sono ricavati spazi realizzando un piazzale carrabile su solaio, questo al fine di poter ospitare lo stallo dei mezzi di soccorso e di avere a disposizione gli spazi per eventuali approntamenti esterni in caso incidente con utilizzo dell'area di sicurezza in sotterraneo.

La configurazione dei solai di copertura, realizzati come descritto in seguito per il parziale ritombamento della centrale consentono di avere su entrambi i piazzali aree di sosta coperte.

Per facilità di accesso, in particolare per la costruzione, per la fase di installazione degli impianti e per interventi di manutenzione straordinaria, è prevista la realizzazione di due accessi separati dalla viabilità esterna ai piazzali di Maddalena 1 e 2.

È stata inoltre prevista la realizzazione di una rampa di collegamento di servizio tra gli stessi interno all'area di pertinenza, avente larghezza 5 m e pendenza pari al 10,5% circa.

Rispetto al progetto definitivo approvato, i maggiori volumi della centrale hanno comportato la mancanza di adeguati spazi disponibili per la realizzazione dell'elisuperficie di soccorso nei pressi della centrale.

Considerata la disponibilità di spazio presente a Colombera, e la presenza di una autorizzazione già rilasciata per la realizzazione dell'elisuperficie a servizio del cantiere del cunicolo esplorativo, si è deciso di mantenere la stessa, non solo per la successiva fase di cantiere per la costruzione del Tunnel di Base, ma anche per la fase di esercizio dello stesso.

5.6 Area di sicurezza di Clarea

5.6.1 Geometria

Ai fini della sicurezza in caso di incidenti, sono previste tre aree di sicurezza lungo il Tunnel di Base (TdB): La Praz, Modane e Clarea. Queste aree forniscono un accesso al Tunnel di Base sia per il soccorso che per la manutenzione. Inoltre le aree di sicurezza permettono l'accoglienza dei viaggiatori in un luogo sicuro (adibito anche alla prestazione delle prime cure).

L'area è concepita per il trattamento di incidenti per i vari tipi di treni in circolazione lungo il collegamento ferroviario Torino-Lione, ed in particolare:

- treni viaggiatori;
- treni merci;
- treni dell'autostrada ferroviaria (AF) da 750m di lunghezza.

L'area di sicurezza di Clarea è situata alla pK 52+164.5.

La geometria dell'area di sicurezza è definita in funzione delle esigenze tecniche, funzionali e di sicurezza (antincendio, intervento dei mezzi per il soccorso, accesso dei veicoli bimodali, ventilazione e altre installazioni). La progettazione dell'area tiene conto del fasaggio di costruzione e delle caratteristiche geomeccaniche degli ammassi rocciosi nell'area di progetto. Relativamente a quest'ultimo punto la definizione e la verifica delle sezioni tipo viene integrata con il ritorno di esperienza del cunicolo esplorativo della Maddalena.

L'asse dell'area è fissato alla pk 52+164.5, in corrispondenza dell'asse della sala d'accoglienza; l'area si estende per una lunghezza di 405 m verso Ovest (fino alle caverne di smontaggio delle TBM provenienti da Modane, caverne escluse) e 424.7 m verso Est (fino alla fine della caverna tecnica).

La caverna tecnica non è quindi in posizione centrale ma si trova all'estremità Est dell'area.

Le gallerie in linea presentano quindi una lunghezza totale di 838.7 m ed una pendenza dello 0.2%. Le lunghezze sono misurate sul Binario Pari (peraltro più lungo del Binario Dispari). In realtà, la caverna Ovest supera le gallerie in linea sul lato Ovest e si estende fino alla Pk 51+700.9 BP. Nella sua globalità, l'area è quindi lunga 897 m circa.

L'area è connessa alle gallerie di Maddalena 1 e 2 tramite apposite gallerie di connessione, che giungono nella caverna tecnica.

L'interasse tra le gallerie in linea è pari a 80 m per il tratto in rettilineo. Si riduce poi nel tratto in raccordo parabolico ed è pari a 79.3 m nell'asse della caverna tecnica. Le due canne principali sono collegate da quattro rami trasversali di accesso alla galleria intertubo (ramo di accesso per i servizi di soccorso e rami di accesso per i veicoli bimodali) e da otto rami trasversali di accesso alla sala di accoglienza (rami di collegamento).

Per un tratto di lunghezza pari a 400m, al livello inferiore della galleria intertubo, è situata la sala di accoglienza adibita a ricovero per i viaggiatori evacuati in caso di incidente.

Altimetricamente, nel tratto in cui è ubicata la sala di accoglienza, la pendenza della galleria intertubo è pari allo 0.2 % (parallela al Tunnel di Base). Ad Ovest e ad Est della sala di accoglienza, l'andamento altimetrico è variabile. La capacità minima della sala è di 1200 persone, ovvero pari alla capacità di trasporto massima di un treno viaggiatori.

I locali tecnici sono situati nella caverna tecnica alla PK 52+589.5 e nella caverna Ovest all'estremità Ovest dell'area di sicurezza.

Modifiche rispetto al PR

Le principali modifiche apportate rispetto alla Progetto di Riferimento (PR) riguardano:

- **Posizione:** l'asse dell'area (sala d'accoglienza) è spostato alla pk 52+164.5, ovvero ad una distanza di 20 km dall'asse della sala di accoglienza dell'area di sicurezza di Modane. L'area di sicurezza passa in territorio italiano. La variante presenta peraltro il vantaggio di avere delle lunghezze di accesso all'area per i veicoli bimodali ed i mezzi di soccorso ben inferiori rispetto a quanto precedentemente previsto : 3276 m, composti da un tratto della galleria della Maddalena (denominata Maddalena 1) e dalla

galleria di connessione 1, rispetto ai 7181 m della galleria della Maddalena nel Progetto Definitivo approvato.

- Geometria: La galleria in linea è rettilinea dall'estremità lato Francia fino al pk 52+316 (L=440 m), mentre si trova successivamente in raccordo parabolico (clotoide). Nella configurazione di PR, era rettilinea per tutta la sua lunghezza. Inoltre, la galleria è stata prolungata oltre i 30 m dall'asse del ramo per veicoli bimodali, fino ad arrivare nella caverna tecnica. La galleria intertubo ed i rami dell'area sono adattati alla clotoide del tracciato ferroviario.
- Caverna tecnica: La caverna tecnica è ora decentrata rispetto all'area ed è situata all'estremità lato Italia, a 50 m dal ramo per veicoli bimodali. Le gallerie di connessione 1 e 2 giungono in tale caverna e svolgono rispettivamente le funzioni di accesso dei veicoli bimodali e ventilazione. Le disposizioni interne dei locali e dei condotti di ventilazione sono stati adattati alla nuova configurazione e posizionamento nell'area. La sezione di scavo è comunque rimasta invariata. Si ricorda che anche nell'area di sicurezza di Modane la caverna tecnica è decentrata rispetto all'area ed è situata in corrispondenza del piede della discenderia di Villarodin-Bourget/Modane.
- Ventilazione: l'estrazione fumi di Maddalena 1 (e della galleria di connessione 1) viene effettuata con una griglia in corrispondenza della caverna tecnica, che permette il collegamento diretto con il condotto di estrazione fumi che transita nella galleria di connessione 2 e successivamente in Maddalena 2 (che permette l'estrazione fumi del TdB e della discenderia). La ventilazione dell'area di sicurezza (immissione di aria fresca nella galleria intertubo con sala d'accoglienza) viene effettuata nel condotto situato in calotta della galleria intertubo, che nella configurazione di PR era destinato all'estrazione fumi della discenderia.
- Galleria intertubo: la sezione della galleria intertubo è stata modificata leggermente a seguito delle modifiche sulla ventilazione (condotto di immissione d'aria fresca in calotta e nessun condotto in piedritto) ed al fine di migliorare le porte dei sas di accesso (sezione leggermente più alta). Inoltre, in corrispondenza della sala di accoglienza, si è ottimizzata la forma della scala (tra galleria intertubo e sala d'accoglienza) al fine di non ferire la sagoma limite a doppio senso di marcia per i veicoli bimodali/ di intervento.
- Assenza di caverne di traslazione delle TBM alle estremità dell'area (non vi è più il passaggio a vuoto delle TBM).

5.6.2 Configurazione planimetrica

Nella seguente Figura si riporta la configurazione planimetrica dell'area di sicurezza di Clarea.

Rapport général génie civil / Relazione generale opere civili

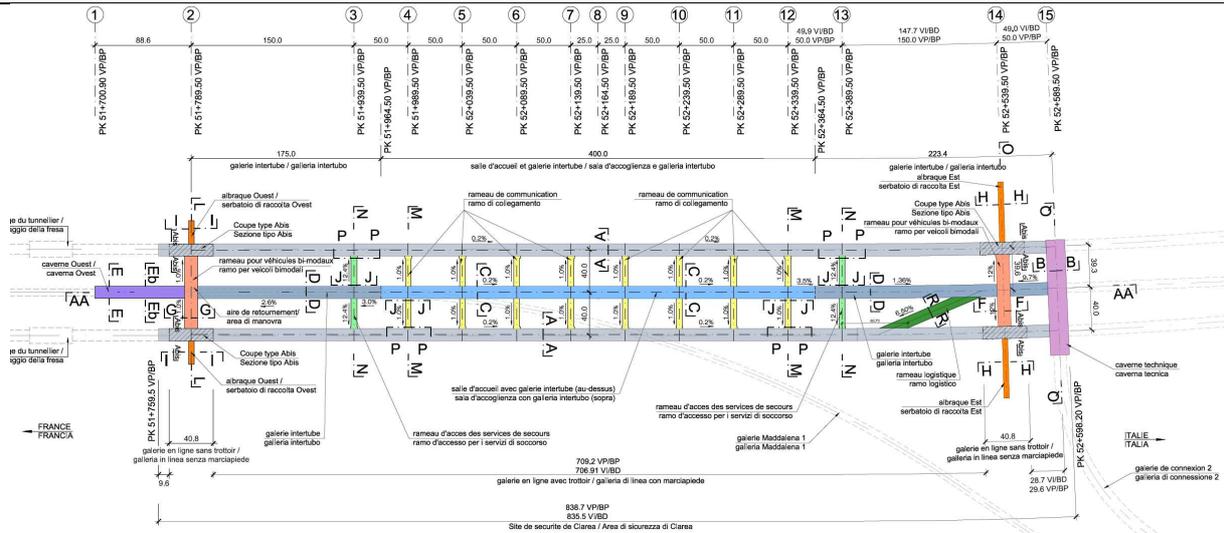


Figura 26– Configurazione planimetrica dell'area di sicurezza

L'interasse tra le gallerie in linea è pari a 80 m per il tratto in rettilineo. Si riduce poi nel tratto in raccordo parabolico ed è pari a 79.3 m nell'asse della caverna tecnica.

La configurazione planimetrica dell'area di sicurezza prende in considerazione le seguenti disposizioni:

- Sezione principale del Tunnel di Base allargata (denominata "galleria in linea") per facilitare le operazioni di evacuazione in caso di incidenti e per ragioni legate alla ventilazione (estrazione dei fumi d'incendio);
- Galleria intertubo connessa direttamente con la galleria di connessione 1 per l'accesso dei soccorsi, in corrispondenza della caverna tecnica;
- Sala di accoglienza per le vittime in caso di incidente situata al di sotto della galleria intertubo su una lunghezza pari a 400m;
- Otto rami di collegamento diretta tra la galleria in linea e la sala di accoglienza;
- Due rami per l'accesso dei soccorsi ai binari del Tunnel di Base;
- Due rami d'accesso per i veicoli bimodali, situati alle estremità dell'area di sicurezza;
- Serbatoi per liquidi pericolosi e serbatoio di riserva d'acqua in caso di incendio.

La logistica di sicurezza prevede:

- Un sistema di ventilazione e di messa in sovrappressione della zona non ferroviaria dell'area di sicurezza (ovvero caverna tecnica, sala d'accoglienza, galleria intertubo, rami e caverna Ovest), per mezzo di un condotto d'aria fresca situato nelle gallerie di Maddalena 2 e di connessione 2;
- Un sistema di estrazione fumi captati per aspirazione nella calotta delle gallerie in linea e successivamente immessi in un condotto specifico situato all'interno delle gallerie di connessione 2 e di Maddalena 2 mediante una condotta situata al terzo piano della caverna tecnica;
- Un sistema antincendio che garantisce in qualsiasi momento una riserva d'acqua adeguata per l'utilizzo da parte delle squadre di intervento e che alimenta il sistema di nebulizzazione situato nelle sezioni del Tunnel di Base.

I locali tecnici corrispondenti alle citate installazioni di sicurezza e quelli corrispondenti ad altre installazioni (cabine di distribuzione elettrica, telecomunicazione, segnalazione ecc.)

sono situati all'interno dell'area di sicurezza. Il loro accesso e manutenzione sono concepiti in maniera da non interferire con le gallerie del Tunnel di Base e quindi minimizzano l'impatto sul normale esercizio della linea ferroviaria.

5.6.3 Galleria in linea

Per tutta la lunghezza dell'area di sicurezza i tunnel costituenti le cosiddette "gallerie in linea" presentano una sezione ovoidale progettata per ospitare un'area per il soccorso (marciapiede) ed una zona per l'estrazione dei fumi. Le dimensioni interne della sezione allargata della galleria in linea sono pari a circa 10.4 m in larghezza e circa 11.5 m in altezza. Le gallerie avranno una pendenza longitudinale di 0.2% per tutto il loro sviluppo. La galleria in linea sarà scavata con metodo tradizionale come d'altronde tutte le altre sezioni dell'area di sicurezza di Clarea.

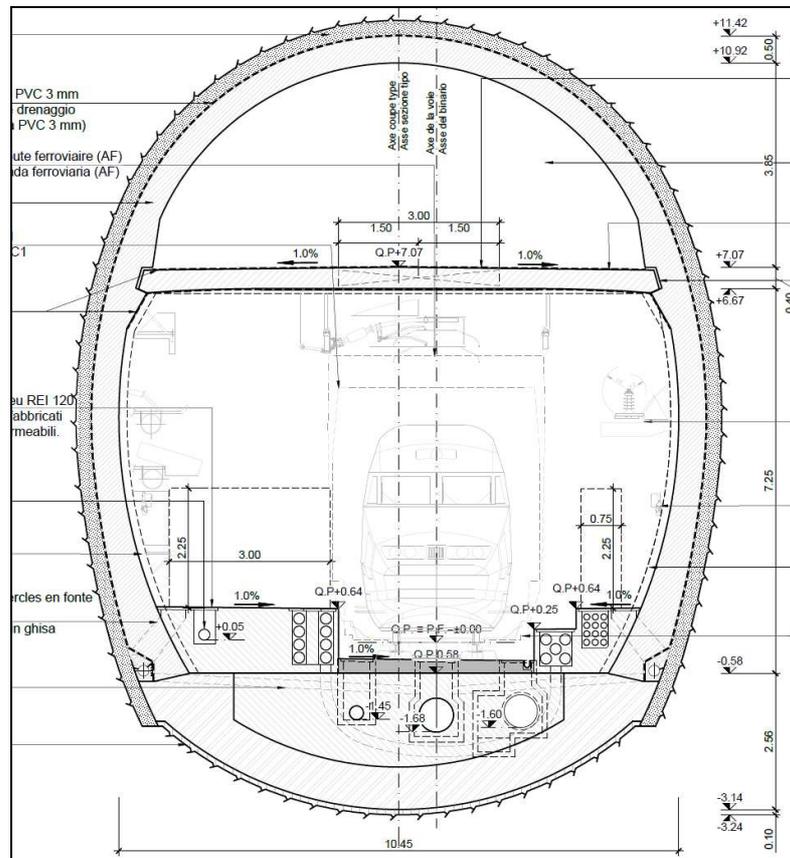


Figura 27 – Sezione tipo della galleria in linea con marciapiede

Il marciapiede di soccorso è presente su buona parte della lunghezza dell'area (738.8 m sul BP e 735.6 m sul BD), ad eccezione di due tratti per permettere l'inserimento dei veicoli bimodali sul binario (40.8 m in corrispondenza dei due rami specifici). Il marciapiede è situato sul lato dei rami di collegamento e presenta una larghezza e una altezza libera rispettivamente di 3m e 2.25 m. Il marciapiede costituisce il percorso di fuga e di soccorso in caso di incidente.

Nelle zone di inserimento dei veicoli bimodali sul binario all'estremità dell'area di sicurezza sono disposti degli elementi prefabbricati in cemento armato. I prefabbricati sono di 3 tipi (A, B, C) a seconda che il prefabbricato sarà posizionato tra le rotaie costituenti il binario di linea, o, rispettivamente al suo interno ed esterno. L'appoggio dei suddetti prefabbricati è costituito da appositi elastomeri sagomati e da cordoli appositamente gettati in opera.

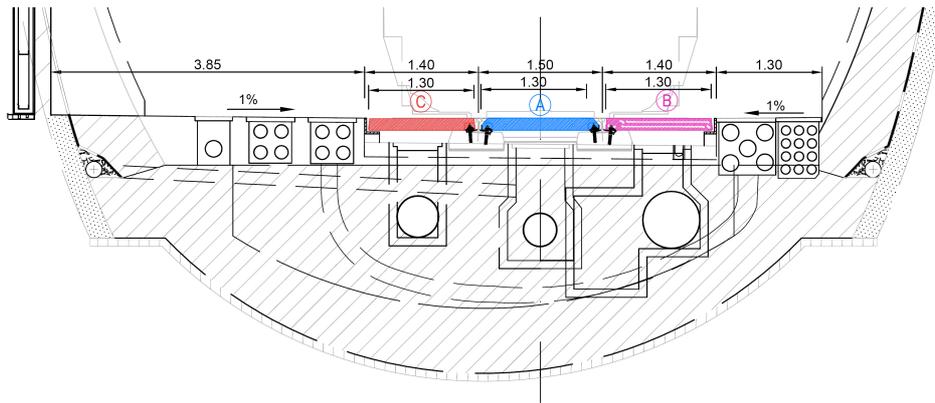


Figura 28 – Particolare della zona di inserimento dei veicoli bimodali sul binario

Il condotto di estrazione dei fumi, situato al di sopra della soletta intermedia, presenta una sezione libera di 27m².

Tutti gli impianti ferroviari e non ferroviari previsti nella sezione allargata sono gli stessi presenti nella sezione corrente della galleria in linea. La loro posizione è stata adattata alla sezione allargata.

L'estrazione dei fumi viene effettuata mediante due griglie di estrazione situate alle due estremità dell'area di sicurezza e undici griglie di estrazione ripartite installate tra i rami di evacuazione.

5.6.4 Galleria intertubo con sala d'accoglienza

La galleria intertubo è ubicata tra le gallerie in linea ad una distanza pari generalmente a 40 m e che si riduce progressivamente a 39.3 m all'estremità Est (in corrispondenza della caverna tecnica) e nei confronti del BD (la distanza tra caverna tecnica e BP si mantiene costante a 40 m). L'accesso alla galleria intertubo avviene al piede della galleria di connessione 1 all'estremità est dell'area di sicurezza. Una rappresentazione schematica della galleria intertubo è riportata nella Figura seguente.

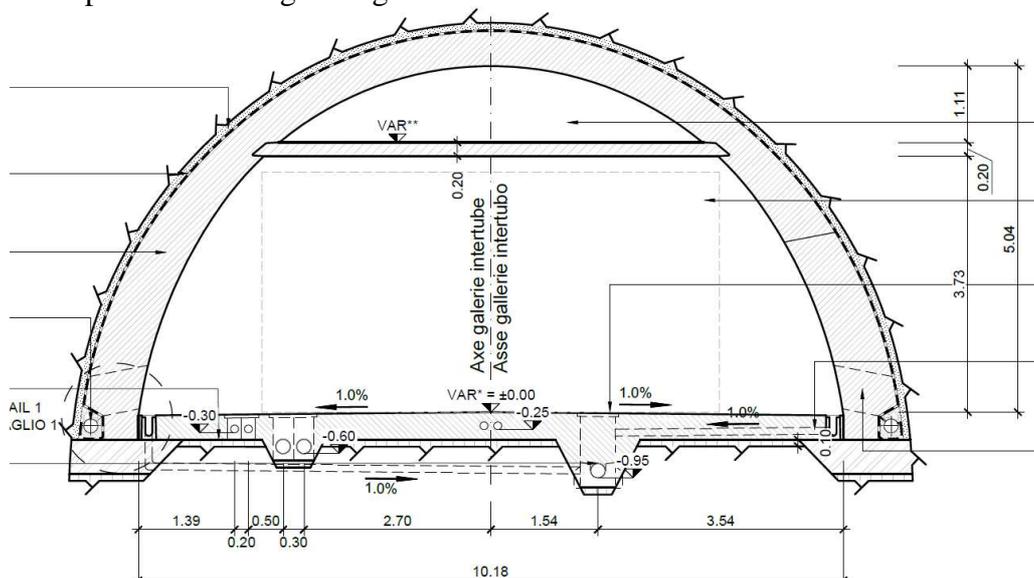


Figura 29 – Galleria intertubo: sezione trasversale

La galleria intertubo presenta una lunghezza pari a 798.4 m. La logistica di intervento dei soccorsi prevede dei punti di stazionamento dei veicoli senza ostruire il passaggio degli altri. I veicoli possono eseguire la manovra di inversione di marcia al fondo della galleria a livello dei rami per l'inserimento dei veicoli bimodali.

Il passaggio tra la galleria di connessione 1 e la galleria intertubo avviene in corrispondenza della caverna tecnica.

Un SAS è posizionato tra le pk 52+451 e 52+476. Il SAS ha dimensioni stabilite (lunghezza 25 m) ed è delimitato da due porte. Le pareti di delimitazione del SAS non interrompono il condotto di estrazione fumi posizionato in calotta.

La sala di accoglienza è centrata rispetto alla configurazione planimetrica dell'area di sicurezza. Essa costituisce un luogo sicuro per gli utenti della linea in caso di incidente. Altimetricamente la sala di accoglienza è situata al di sotto della galleria intertubo in maniera da permettere la comunicazione tra i due livelli alle due estremità della sala in prossimità dei punti di raccolta delle vittime. La sala d'accoglienza ha un'altezza libera pari a 3.2 m (nella zona al di fuori delle travi, l'altezza massima è pari a 3.8m) ed una larghezza libera pari a 8.2m.

Queste dimensioni garantiscono uno spazio per persona pari a 2.7m². Una rappresentazione schematica della galleria intertubo è fornita nella seguente Figura.

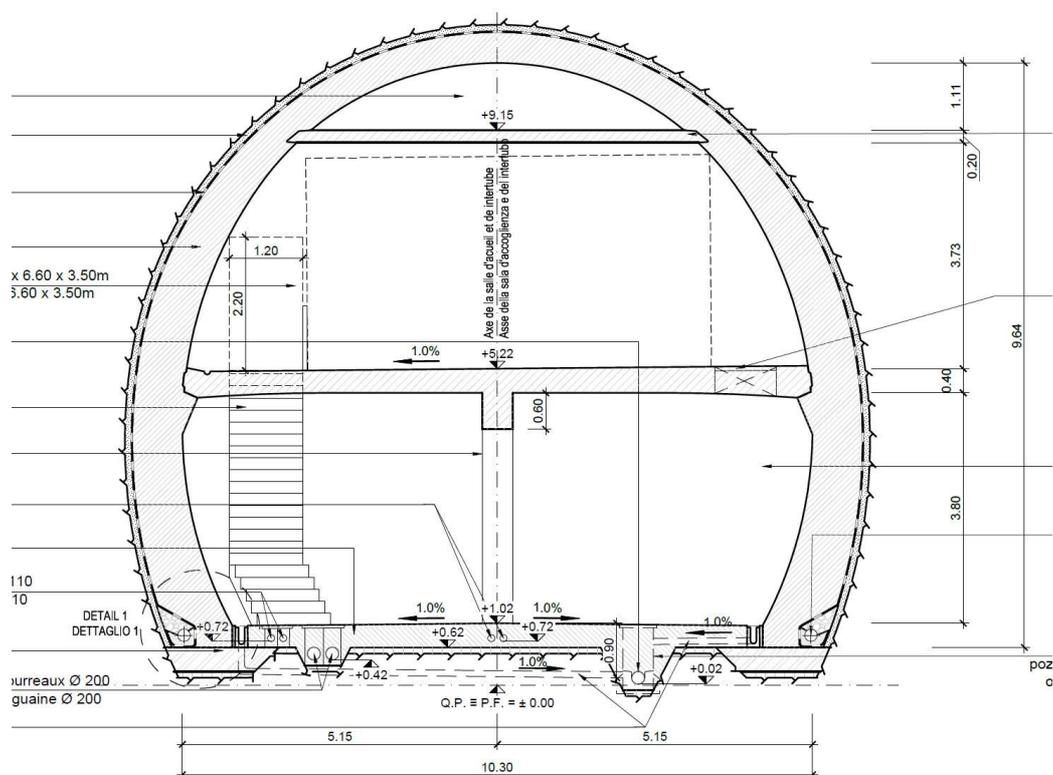


Figura 30 – Galleria intertubo e sala d'accoglienza: sezione trasversale

Due punti di raccolta per le vittime, ciascuno di 125m², sono situati alle due estremità della sala d'accoglienza.

All'estremità ovest della galleria intertubo è ubicata la caverna ovest.

5.6.5 Rami di collegamento

La galleria intertubo è collegata con le due gallerie in linea mediante 12 rami ripartiti su tutta la lunghezza dell'area di sicurezza. Otto rami di collegamento per l'evacuazione delle vittime in caso di incidente dalla galleria in linea verso la sala d'accoglienza; due rami per l'accesso dei soccorsi dalla galleria intertubo sul binario. Due ulteriori rami sono previsti alle estremità Ovest ed Est del sito per l'inserimento dei veicoli bimodali sul binario.

I rami di collegamento ed i rami per i servizi di soccorso presentano la stessa sezione trasversale. Inoltre, all'imbocco con il Tunnel di Base, questi rami presentano una sezione allargata o sezione di giunzione. Nelle figure di seguito si riportano a titolo illustrativo la sezione trasversale tipo di un ramo di collegamento e la sezione trasversale tipo della giunzione.

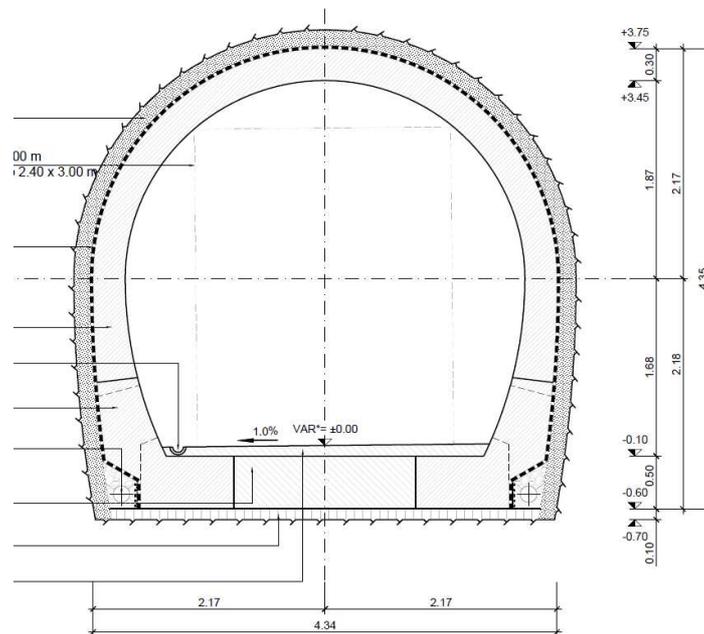


Figura 31 – Ramo di collegamento e per i servizi di soccorso: sezione trasversale

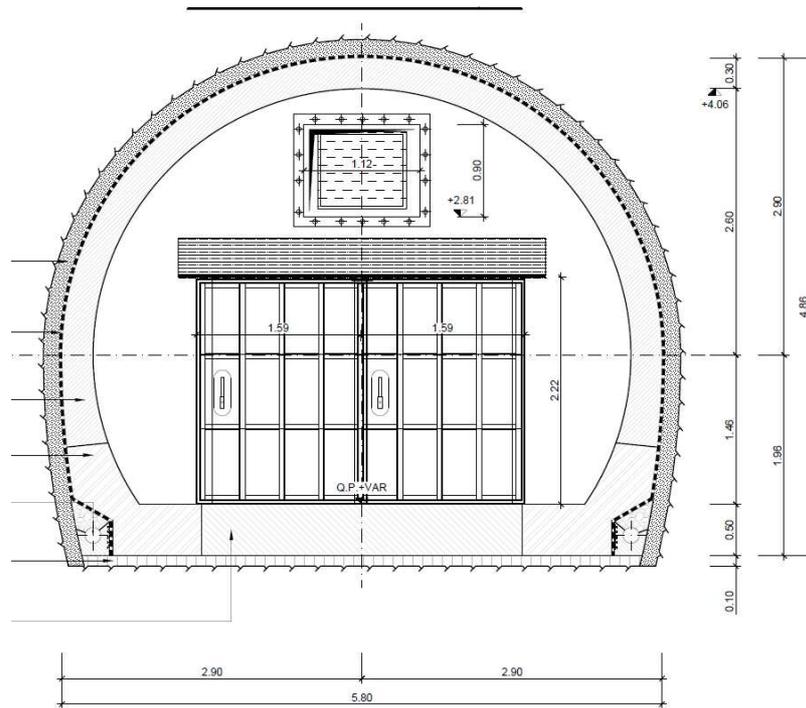


Figura 32 – Ramo di collegamento e per i servizi di soccorso: sezione di giunzione

5.6.6 Caverna Ovest

All'estremità ovest dell'area di sicurezza è ubicata la caverna ovest. La caverna presenta una lunghezza di 83 m ed è disposta, nella sua zona centrale, su due livelli : il livello superiore è il prolungamento della galleria intertubo ed in esso sono ubicati i locali destinati al P.C.A. (posto di controllo avanzato), il punto di raggruppamento dei mezzi insieme al locale cabina elettrica MT/BT antincendio e brumizzazione.

Nel livello inferiore è disposto il serbatoio di stoccaggio delle acque VA5, avente capacità pari a 520m³. La sezione trasversale della caverna ovest è simile a quella della galleria intertubo con sala di accoglienza. Nella seguente Figura si riporta la sezione trasversale tipo della caverna ovest.

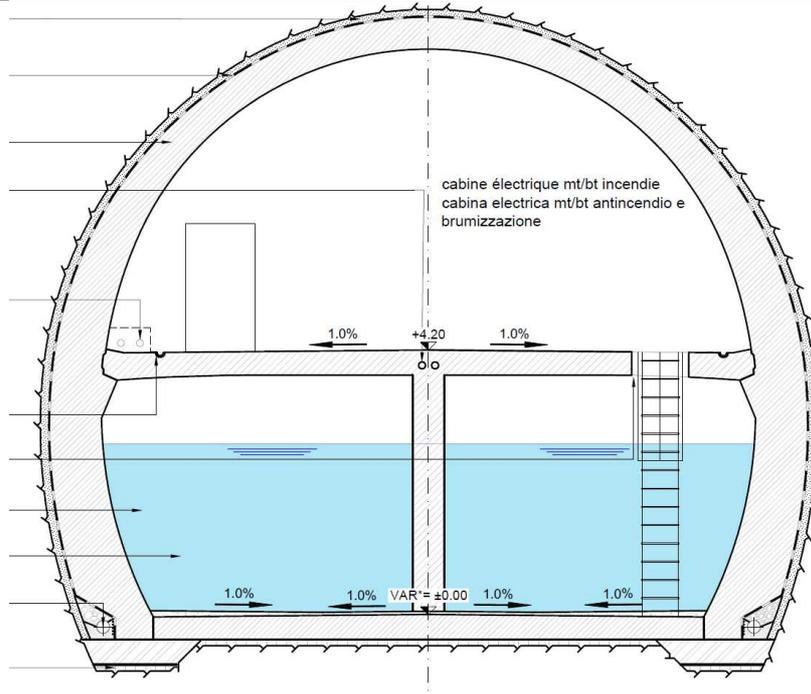


Figura 33 – Caverna ovest: sezione trasversale

5.6.7 Ramo per inserimento veicoli modali sul binario

Tra le funzioni dell'area di sicurezza di Clarea vi è quella di punto di intervento principale per le operazioni di soccorso in caso di incendio nei tunnel principali. A questo scopo, si prevede l'accesso dei veicoli bimodali attraverso dei rami specifici.

Due rami per inserimento veicoli bimodali sul binario sono previsti nelle zone di estremità Est ed Ovest dell'area di sicurezza. In particolare, il ramo Ovest è situato all'estremità Ovest dell'area, mentre l'asse del ramo Est si trova a 50 m rispetto all'asse della caverna tecnica, situata all'estremità Est dell'area.

I rami sono rappresentati rispettivamente dalle sezioni F-F per il ramo Est e G-G per il ramo Ovest e presentano la stessa geometria interna. La figura seguente illustra il ramo Est.

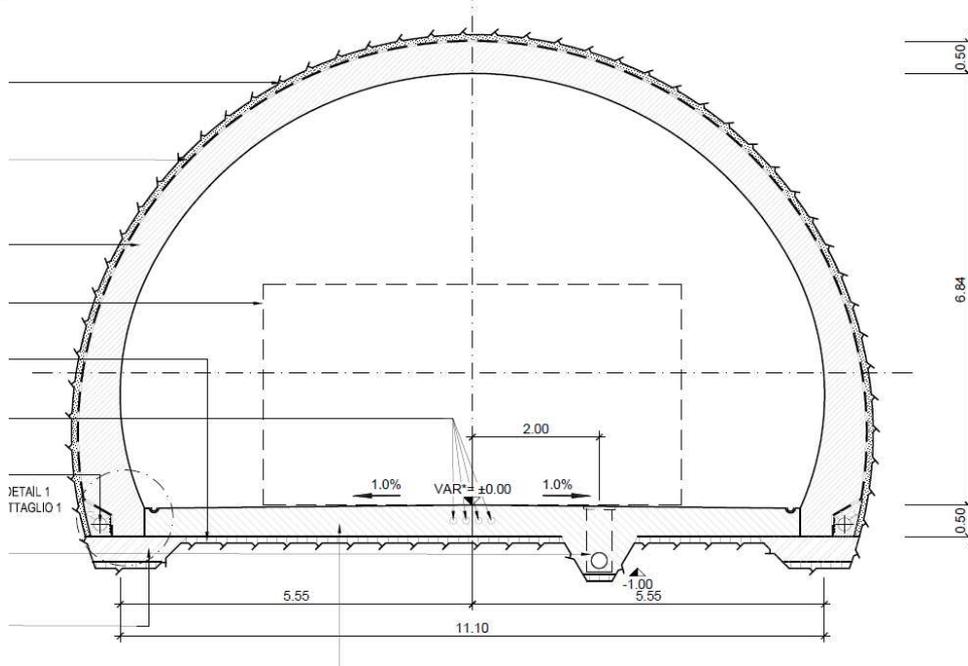


Figure 34 – Ramo per inserimento veicoli bimodali (sezione F-F)

I rami per inserimento veicoli bimodali presentano un'altezza libera interna massima di 6.85 m ed una larghezza di 11.10 m. In questo modo si garantisce la sagoma limite di incrocio dei veicoli bimodali di 6.6 x 3.5 m sia in rettilineo che in curva (per questa ragione nella sezione tipo trasversale lo spazio utile sembra essere sovrabbondante rispetto alla sagoma limite in rettilineo).

I rami per inserimento veicoli bimodali sono dotati di un SAS. Il SAS presenta una lunghezza di 10 m ed è delimitato da due porte.

Tali rami ospitano inoltre le installazioni per la messa a terra della catenaria.

5.6.8 Caverna Tecnica

Nelle figure seguenti si riporta una sezione trasversale tipo e la sezione longitudinale della caverna tecnica dell'area di sicurezza.

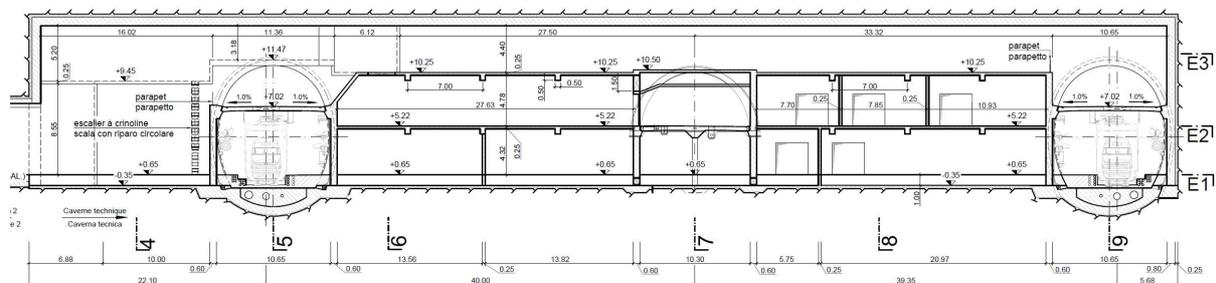


Figure 35 – Caverna tecnica: sezione longitudinale

Tutti i locali per la ventilazione sono posizionati nella sezione della caverna tecnica tra il BP e la galleria intertubo. Per garantire l'accesso, il locale ventilazione dell'area di sicurezza dell'area di sicurezza è ubicato all'interno della caverna tecnica al livello E2 (stesso livello della galleria intertubo). La cabina MT/BT smistamento e le cabine MT/BT ventilazione tunnel sono state ubicate al livello E1.

I locali segnalamento e telecom sono ubicati rispettivamente al livello E2 e E1 della caverna tecnica nella zona compresa tra il BD e la galleria intertubo.

I serbatoi di raccolta dei liquidi pericolosi sono ubicati alle estremità dell'area di sicurezza per ogni canna, in prolungamento dei rami d'accesso per veicoli bimodali. L'impermeabilizzazione dei serbatoi in intradosso e verso l'esterno è realizzata con leganti epossidici applicati direttamente alle pareti di cls.

5.6.10 Galleria Logistica di inversione mezzi

I mezzi scelti per il trasporto dei contenitori delle rocce verdi, stretti e lunghi, non riescono a girare nel ramo per inserimento dei veicoli bimodali dell'area di sicurezza di Clarea per raggiungere la galleria di connessione 1. Ne risulta necessaria la creazione di una galleria logistica che collega la galleria in linea alla galleria intertubo dell'area di sicurezza. In corrispondenza della galleria in linea, infatti, i mezzi potranno cambiare la cabina di marcia e quindi ripartire nell'altra direzione. Questa galleria è indicata sulla planimetria dell'area di sicurezza di Clarea e presenta una sezione denominata R-R (vedi figura seguente). Tale galleria presenta la stessa sezione della galleria di connessione 1 - tratta a doppio senso di marcia - e rimarrà in fase di esercizio e pertanto sarà rivestita.

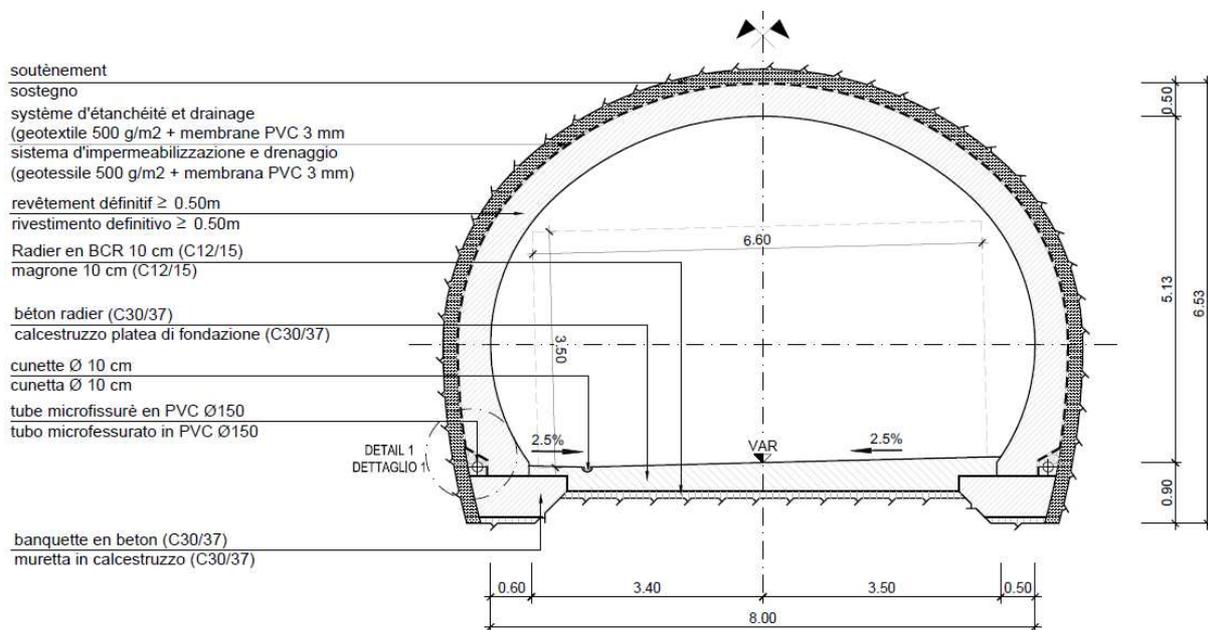


Figura 37 – Galleria Logistica di inversione mezzi: sezione trasversale

6. Piana di Susa

6.1 Generalità

La realizzazione delle opere della nuova linea ad alta velocità Torino-Lione interessa la piana di Susa, attraversando a cielo aperto l'area compresa tra l'imbocco dell'artificiale est del Tunnel di Base (PK 61+182) e l'imbocco dell'artificiale ovest del Tunnel dell'Interconnessione (PK 63+805).

La piana viene quindi attraversata lungo il suo sviluppo, indicativamente da Ovest ad Est, per uno sviluppo complessivo pari a circa 2700m.

La NLTL esce a cielo aperto dal Tunnel di Base a Nord- Ovest dell'abitato di S. Giuliano (nei pressi della casa di Cura Villa Clara in Borgata S. Giacomo) e ritorna in sotterraneo nei pressi della galleria autostradale Prapontin (A32).

Il tracciato risulta diviso in due parti dalla Dora Riparia delle quali la Nord (Nord Dora) risulta pressoché interamente occupata dalla nuova Stazione Internazionale di Susa e la Sud (Sud Dora) dall'Area Tecnica, comprendente l'Area di Sicurezza del Tunnel di Base lato Italia .



Figura 38 – Stato attuale Piana di Susa

Le principali opere civili riguardano:

- Corpo ferroviario della NLTL prevalentemente in rilevato ed opere d'arte minori della nuova linea e degli impianti ferroviari ad essa connessi;
- Corpo ferroviario ed opere d'arte della deviazione della Linea Storica Torino-Susa relativamente alla tratta Bussoleno-Susa in corrispondenza della nuova stazione internazionale;
- Corpi stradali ed opere d'arte relative delle deviazioni stradali della Autostrada A32, con il relativo svincolo di Susa, della SS.25, della S.P. 24 e della viabilità locale a seguito dell'inserimento nel territorio della nuova linea;
- Fabbriato e sistemazioni esterne della Nuova Stazione Internazionale di Susa;
- Ponte ad arco e relativi fornici per lo scavalco della Dora Riparia;
- Sottopasso dell'autostrada A32;
- Fabbriati e copertura dell'Area Tecnica di Susa;
- Sottostazione Elettrica nell'Area Tecnica di Susa;
- Piazzali e viabilità interna all'Area Tecnica e di Sicurezza di Susa;

- Elisuperficie a servizio dell'Area di Sicurezza;
- Interventi di mitigazione al rumore, realizzazione di superfici fotovoltaiche e sistemazioni esterne connesse agli interventi ferroviari;
- Deviazione del Canale Coldimosso all'imbocco del Tunnel dell'Interconnessione, sistemazioni idrauliche e spostamento di sopra/sottoservizi connessi all'intervento ferroviario;

Si evidenzia che nella piana di Susa non occorre più prevedere un cantiere di scavo.

Il complesso di opere civili presenti nella piana ed evidenziate in figura (1-portale est del Tunnel di Base, 2-stazione Internazionale, 3-ponte sulla Dora, 4-edifici dell'Area Tecnica, 5-portale Interconnessione) ha una sua unitarietà ed è correttamente inserito nell'ambiente circostante.

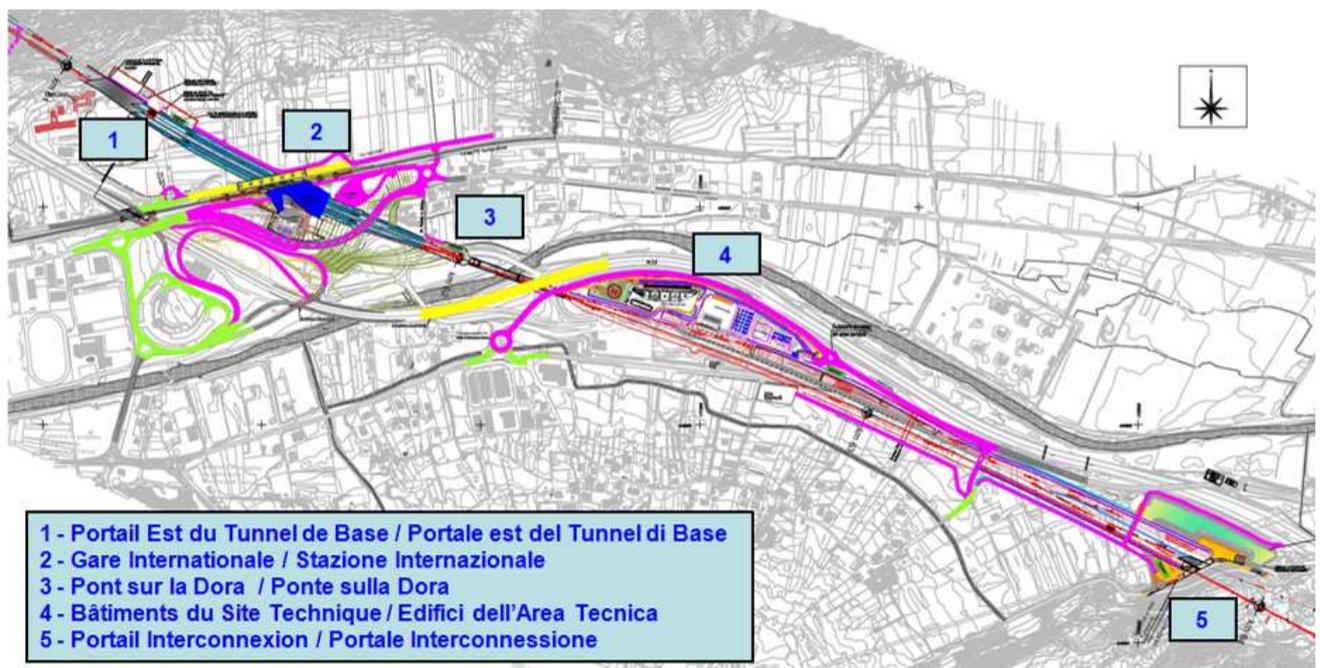


Figura 39 – Planimetria Piana di Susa

Per quanto riguarda il dettaglio delle opere civili nella piana di Susa, il criterio base utilizzato per la definizione delle stesse è quello dell'unitarietà architettonica definita dalle Linee Guida del gruppo di architetti e paesaggisti incaricati da LTF.

La sistemazione della viabilità e più in generale del sistema infrastrutturale della piana di Susa, come concretizzata in questa fase della progettazione è frutto del lavoro del Tavolo Tecnico per la Piana di Susa (organizzato nell'ambito dei lavori dell'Osservatorio per la Valle di Susa) e deriva dal confronto e dai punti di accordo tra gli Enti coinvolti (Comune di Susa, SITAF, ANAS, Provincia di Torino).

Si deve inoltre tenere presente l'ubicazione dei cantieri per la realizzazione della Nuova Linea e delle opere connesse, rappresentati da aree uffici, servizi, depositi ed impianti, e la necessità di misure di messa in sicurezza degli stessi (recinzioni, piste di sorveglianza ecc.), che fanno propendere per l'individuazione di alcuni insediamenti permanenti (intera durata dei lavori) o

comunque di lunga durata e le conseguenti necessità di collegamento tra gli stessi per la movimentazione di mezzi e materiali.

In tale contesto si è esaminata e studiata, per il complesso delle opere della Piana di Susa, una fasizzazione degli interventi che consenta di ridurre o, ove possibile, eliminare l'interruzione di esercizio dell'infrastruttura.

Le fasi esaminate tengono inoltre conto di alcune evoluzioni o vincoli, successivi alla redazione del Progetto Definitivo approvato, che modificano le condizioni al contorno degli interventi della piana:

- spostamento del cantiere di scavo del TDB da Susa a Chiomonte (Maddalena) a seguito della Variante Sicurezza;
- conseguente eliminazione del cantiere industriale dalla zona ex autoporto a servizio della A32;
- traslazione dell'avvio delle opere nella piana di Susa nel 2021;
- necessità di garantire la divisione o la convivenza dei transiti di cantiere del TDB rispetto alla viabilità ordinaria;
- vincoli e disposizioni, ove applicabili, degli studi sulla Security delle aree di cantiere.

Si riporta quindi nel seguito una sintetica descrizione della configurazione finale delle opere previsti.

Per una completa descrizione delle fasi di cantierizzazione e di costruzione della NLTL e la descrizione delle fasi realizzative degli interventi infrastrutturali, con riferimento delle stesse ai tempi di costruzioni ed alle esigenze di cantierizzazione della NLTL si rimanda al documento PRV-C3A-TS3-6479_33_50_35 – Cantierizzazione Piana di Susa – Fasi d'intervento su infrastrutture esistenti – Relazione Tecnica.



Figura 40 – Fotosimulazione delle nuove opere nella Piana di Susa vista dalla cappella della Madonna dell'Ecova



Figura 41 – Fotomontaggio area tecnica e di sicurezza

6.2 Corpo ferroviario tra l'imbocco del Tunnel di Base ed il ponte sulla Dora

Il corpo ferroviario tra l'imbocco del Tunnel di Base ed il ponte sulla Dora (da Pk 61+217 a Pk 62+027) è in rilevato, prevalentemente tra muri ed è caratterizzato dalla zona delle banchine della Stazione Internazionale di Susa ove ai due binari di corsa della NLTL si affiancano i binari di Precedenza Viaggiatori.

Il rilevato, di altezza massima m 6 è in gran parte ricompreso tra muri di sostegno su cui sono posizionate le barriere al rumore.

6.3 La Stazione Internazionale di Susa

6.3.1 Concezione

La stazione Internazionale di Susa è stata oggetto di un concorso internazionale di progettazione di cui è risultato vincitore il gruppo Kengo Kuma & Associates, che ha sviluppato, di concerto con il Raggruppamento TSE3 il Progetto Definitivo della Stazione. Obiettivo del concorso non era la progettazione del solo edificio di stazione, ma anche la progettazione paesaggistica con un assetto territoriale attento al divenire di un territorio per migliorarne l'attrattività

Nel seguito si illustra in linea generale questo progetto, rimandando per maggiori approfondimenti al Progetto Definitivo dell'architetto Kuma ed in particolare al documento "PD2-C3A-KAA-0012 Relazione generale della Stazione di Susa" ed ai documenti in essa citati.

Per l'edificio della stazione i principali vincoli sono costituiti dalla quota della Nuova Linea, condizionata a sua volta dallo scavalco del fiume Dora e dal sottopasso dell'A32, e dalla necessità della linea storica di sopra passarla in modo da non avere interferenze. Al livello inferiore si trovano quindi le banchine viaggiatori della NLTL lunghe 400 m, mentre a livello superiore vi è la banchina viaggiatori della Linea Susa-Bussoleno-Torino ad un solo binario. L'interscambio viaggiatori fra le due linee, di tipo esclusivamente pedonale, avviene quindi al livello delle banchine della Linea Storica, che rappresenta il "livello 0" del nuovo complesso. A questo livello sono situati gli accessi ed i collegamenti fra le varie funzioni ed avviene il raccordo con il parco circostante attrezzato per il tempo libero e che copre i parcheggi sotterranei ubicati ad ovest della stazione a "livello -1 e -2".

Un grande spazio coperto essenzialmente pedonale divide e collega la stazione della NLTL dalla stazione della Linea Storica. La principale zona taxi, autobus e fermata veloce per vetture (drop-off) si situa quindi al di sotto della grande copertura tra le due stazioni.

I viaggiatori che devono passare da una linea all'altra attraversano il portico ed hanno quindi vista verso il nuovo parco, ove si trovano anche le attrezzature sportive.

L'edificio della nuova stazione si sviluppa a spirale. Come un origami la superficie di copertura si piega a formare una lunga rampa che porta il visitatore dal livello del parco sino al punto di vista panoramico privilegiato ove tutti i punti di interesse sono visibili.



Figura 42 – Stazione internazionale di Susa

6.3.2 Layout funzionale

La parte di edificio fuori terra ha una superficie coperta di 5.800 m² circa ed una superficie utile di circa 7.500 m².

Si può considerare il volume secondo le seguenti principali funzioni che lo caratterizzano:

- La stazione NLTL - al piano terreno, con le banchine al piano inferiore
- La stazione della linea storica Torino-Susa al piano terreno
- I servizi al territorio al primo e secondo piano
- Il Parcheggio al piano interrato sul lato ovest

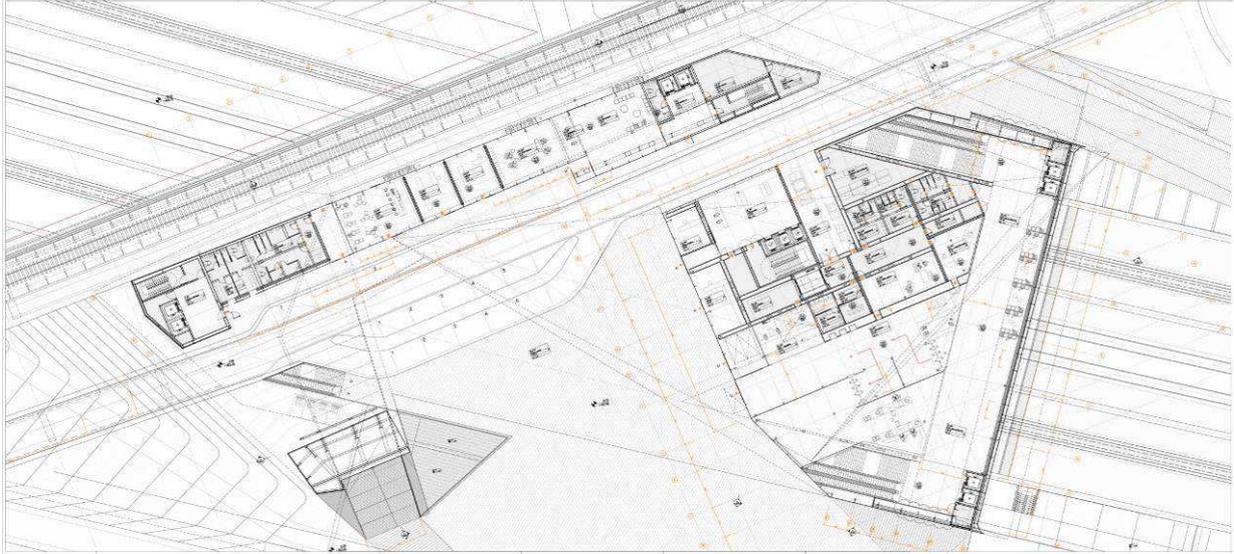


Figura 43 – Pianta stazione internazionale di Susa

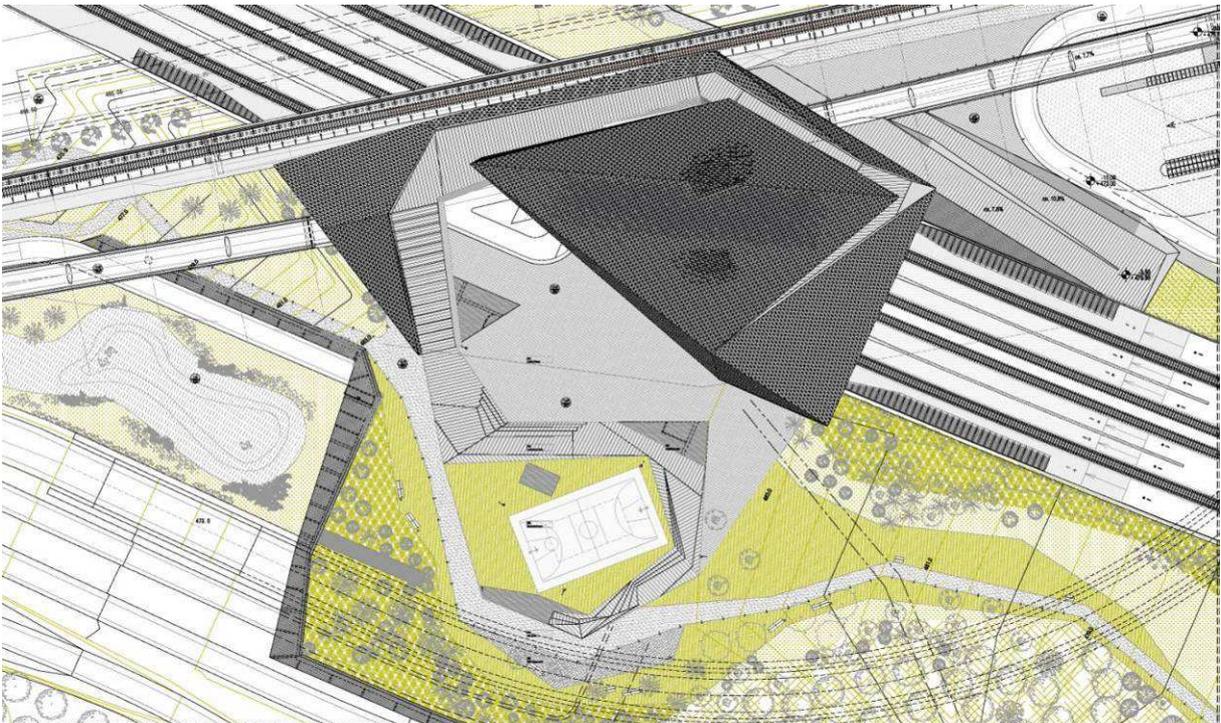


Figura 44 – Planivolumetrico stazione internazionale di Susa

La parte di stazione verso nord è dedicata alla Linea Storica e presenta uno sviluppo lineare semplice Est-Ovest con i due corpi di connessione verticale alle testate. L'accesso è diretto, non controllato anche se può essere chiuso ed è allo stesso livello della piazza. Il piano funzionale concentra i corpi verticali e tecnici alle testate per lasciare la parte centrale agli spazi commerciali, di attesa, uffici e biglietteria.

L'ingresso alla hall di ingresso passeggeri e alla biglietteria è leggermente spostato verso Est in modo tale da essere più facilmente raggiungibile dalla piazza coperta per i passeggeri che devono cambiare treno.

Nella parte di edificio verso est, sempre al "livello 0", sono ubicati gli spazi dedicati alla Nuova Linea, con gli accessi, la biglietteria e gli spazi per le funzioni accessorie (uffici

esercente, controllo di polizia, ecc.), le zone di attesa ed i collegamenti alle sottostanti banchine viaggiatori. Sempre a questo livello sono ubicati alcuni spazi commerciali e per funzioni di supporto e gli accessi agli spazi al servizio del territorio ubicati ai piani superiori.

Al primo piano hanno sede questi servizi che comprendono:

- un ristorante per 100 coperti di 700 m²,
- una sala per conferenze ed eventi per un massimo di 330 posti,
- una sala espositiva di 150 m² circa,

mentre al piano superiore è ubicato un bar panoramico di 80 posti (400 m² circa)

6.3.3 Accessi esterni e parcheggi

L'accesso alla stazione avviene su più livelli e tutti gli ambienti sono privi di barriere architettoniche.

Il Terminal Bus turistici è il primo che si incontra provenendo dalla strada di accesso ad est ed è al piano di campagna attuale. Il collegamento pedonale al piano principale della stazione, ove c'è la piazza coperta, avviene attraverso una rampa, scale ed ascensori a lato del fabbricato.

La fermata degli autobus urbani, delle auto private in fermata veloce e dei taxi avvengono nella piazza coperta antistante la stazione.

Il parcheggio dei veicoli privati, con superficie totale di circa 20.000 m², è costituito da due piani interrati ad ovest della stazione. L'accesso avviene attraverso una rampa situata lungo la strada di accesso dopo la stazione. Esso è pedonalmente collegato alla piazza coperta e quindi alla stazione mediante rampe, scale ed ascensori. La rampa di uscita veicolare si connette alla strada dedicata alla stazione prima che essa si immetta sulla S.S. 25.

La stazione è anche accessibile tramite una pista ciclabile che costituisce un percorso continuo in tutta la valle lungo il fiume e di connessione tra le diverse polarità. La pista costeggia l' Area Tecnica e di Sicurezza, attraversa la Dora, passa tangente alla stazione a ovest per proseguire verso il centro di Susa sottopassando la linea storica Bussoleno-Susa e collegandosi alla viabilità locale (via Montello) a nord del sito di progetto.

6.3.4 Struttura

La struttura è così concepita:

- Zona della ferrovia NLTL e relative banchine fino al piano di scavalco della stazione: cemento armato
- Zona stazione al di sopra della ferrovia: carpenteria metallica
- Zona parcheggio interrato: cemento armato
- Fondazioni superficiali su terreno consolidato

Tutto l'edificio è antisismico secondo la normativa vigente.

6.4 Il Ponte sulla Dora Riparia.

Per una più approfondita descrizione si rimanda al documento "PD2-C3A-TS3-1550 Ponte sulla Dora Riparia – dimensionamento dell'opera".

La soluzione strutturale ad arco è stata scelta per limitare la quota di scavalco della Dora in modo da minimizzare la quota di scavalco della Linea Storica e di sottopasso della A32 e per analogia con la struttura di scavalco dell'Arc a Saint-Jean-de-Maurienne, dopo un accurato

confronto con soluzioni strallate e a struttura reticolare svolto in sede di Osservatorio Torino-Lione.

Superata la Stazione Internazionale di Susa, la linea scavalca la Dora Riparia con un'opera d'arte costituita da due opere distinte: lato Susa un doppio fornice in c.a., lato Bussoleno un ponte metallico isostatico ad arco superiore con soletta in c.a. La posa del binario è prevista su ballast. La luce di ciascuno dei fornici in c.a. è di metri 11,50 circa. Il ponte ad arco ha uno sviluppo di circa 98 m.

L'arco superiore sorregge la travata inferiore, anch'essa metallica, mediante pendini, posti a passo di 7 m, costituiti da barre in acciaio.

L'impalcato è costituito da una struttura in grigliato di travi metalliche su cui poggia la soletta in cemento armato che contiene il ballast della sovrastruttura ferroviaria.

L'altezza dell'arco, nel suo punto massimo è di m 23, la larghezza dell'impalcato è di m 17. Le spalle del ponte ad arco sono in c.a. fondate su pali di diametro 1,5 m.

Il doppio fornice e la spalla sono fondati su pali di fondazione del diametro 80 cm e profondità variabile.



Figura 45 – Fotosimulazione e assonometrie ponte sulla Dora a Susa

Rapport général génie civil / Relazione generale opere civili

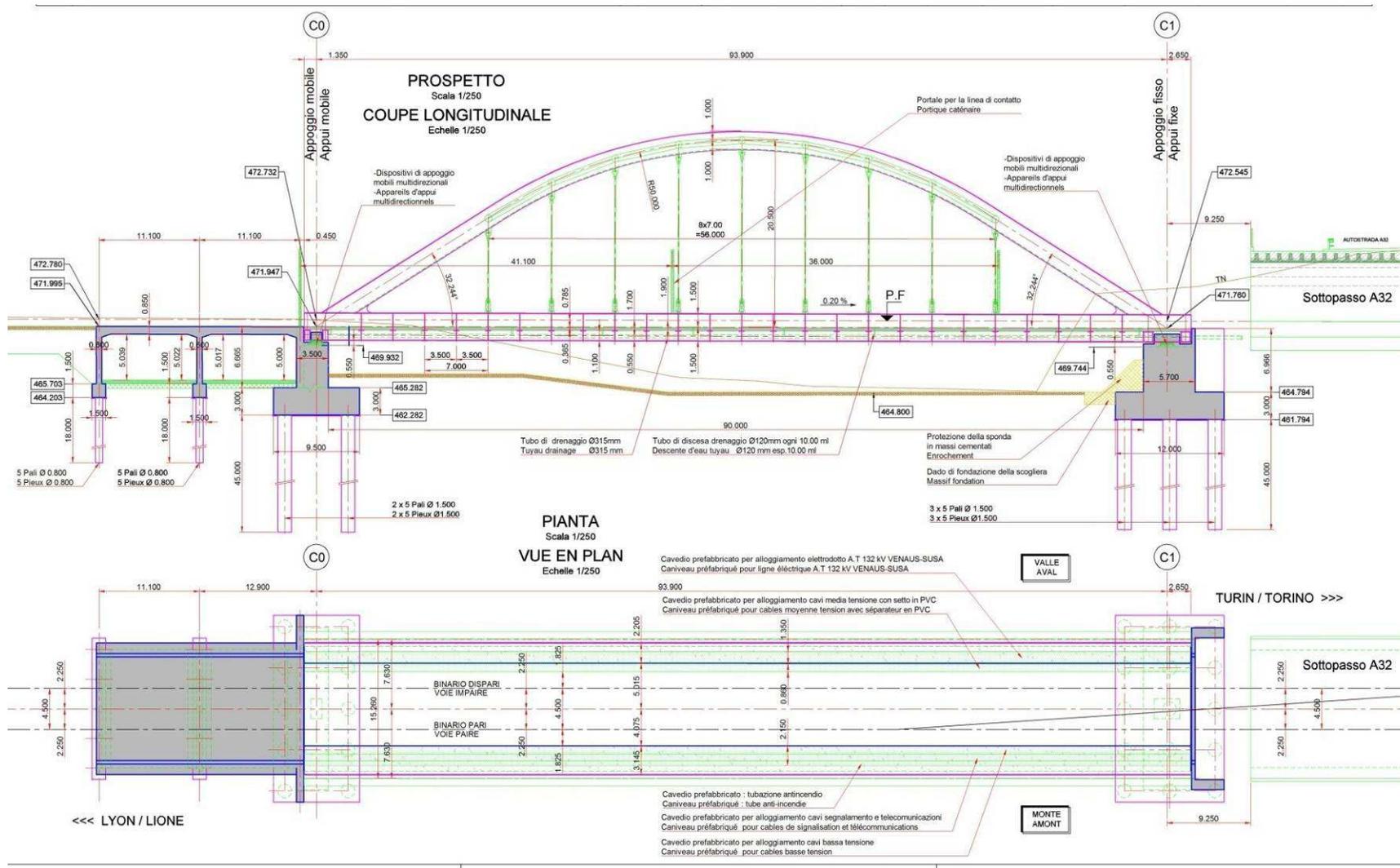


Figura 46 – Prospetto e pianta ponte Dora a Susa

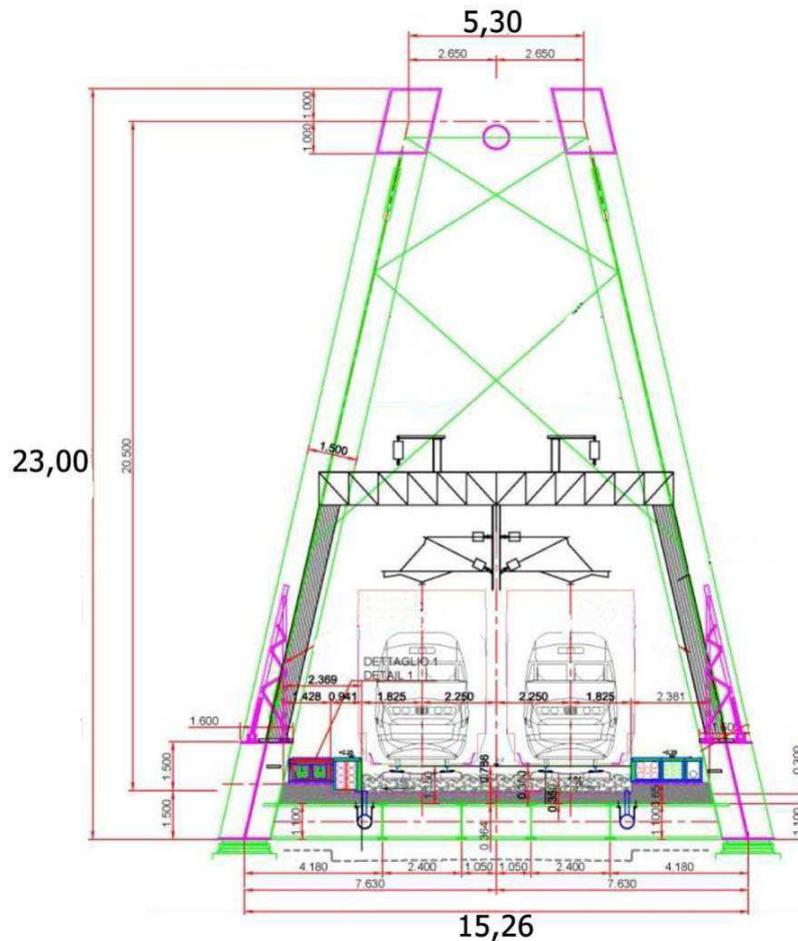


Figura 47 – Sezione definitiva ponte ad arco superiore sulla Dora a Susa

I risultati della verifica dell'interazione del binario-struttura eseguita sull'opera d'arte hanno comportato la necessità di modificare la progressiva d'installazione del cuore della comunicazione lato Susa, portandola fuori dall'opera d'arte.

In particolare la comunicazione si sposta dalla pk. PD 62+115,117 (rispetto al PRF corrisponde a 62+129,649) alla pk. 62+196,158.

Al fine di soddisfare tutte le verifiche necessarie è risultato inoltre indispensabile aggiungere due muretti parballast in adiacenza alle canalette tecnologiche e modificare il profilo del ballast per renderlo compatibile con i risultati della verifica. Per maggiori dettagli delle modifiche apportate si vedano i documenti "PD2-C3A-TSE-1551 – Ponte sulla Dora – Planimetria di Progetto – Prospetto" e "PD2-C3A-TSE-1552 – Ponte sulla Dora – Sezione Trasversale – Dettagli".

6.5 Sottopasso ferroviario dell'autostrada A32

Superata l'opera d'arte di scavalco della Dora Riparia la NTL sottopassa l'Autostrada A 32 e la deviazione della S.P.24 con un sottopasso scatolare in c.a. con dimensioni nette interne di 13,40 m di larghezza, 110 m di lunghezza e di m 6,70 sopra il piano del ferro.

Questo manufatto è realizzato per fasi dopo la deviazione in sede temporanea della sede autostradale.

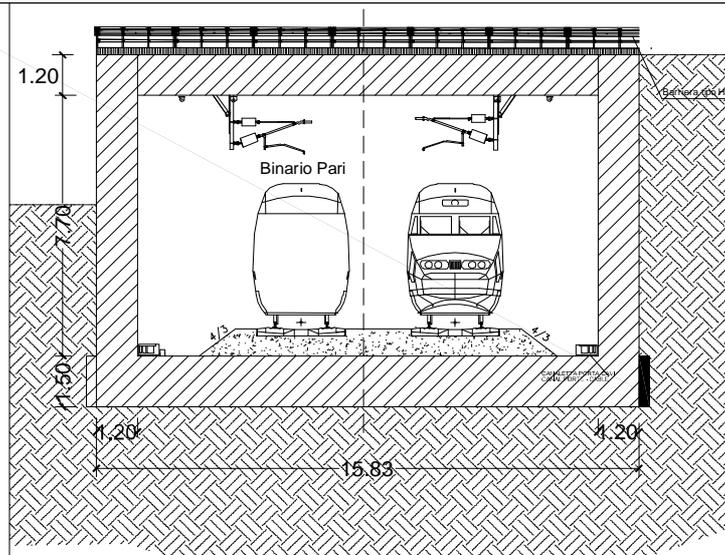
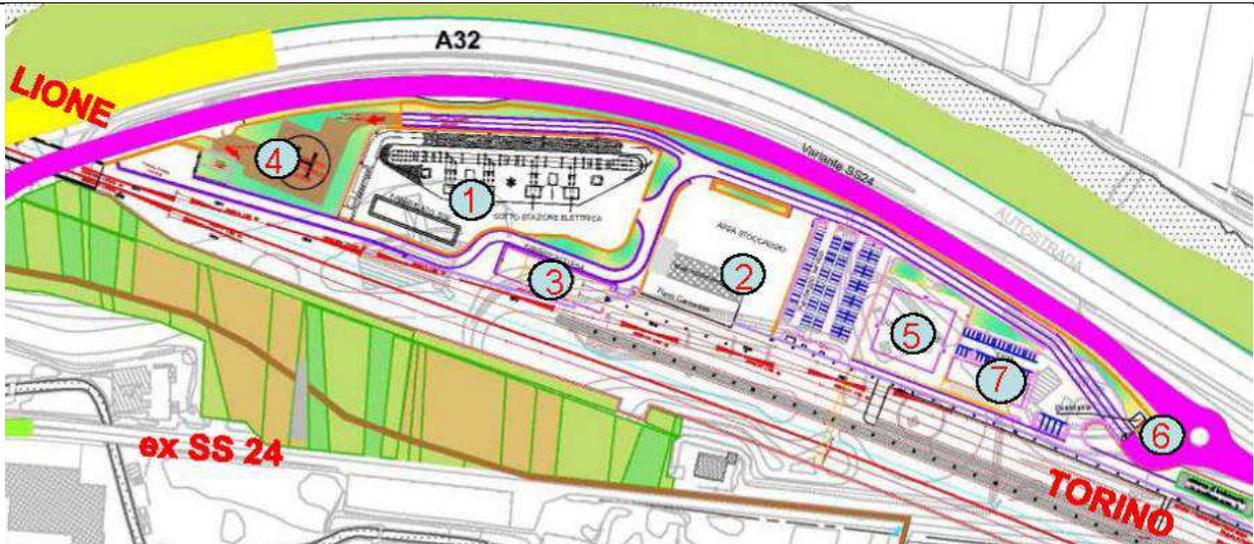


Figura 48 – Sezione trasversale sottopasso ferroviario dell'A32

6.6 L'Area Tecnica e di Sicurezza di Susa

A valle della Stazione Internazionale di Susa e del ponte sulla Dora, si trova l'Area Tecnica e di Sicurezza di Susa (in corrispondenza della pk 62+898 circa), che assolve anche il compito di area di servizio ferroviaria. In quest'area sono previsti, in adiacenza ai binari di corsa, due binari di precedenza merci lunghi almeno 750 m e, a nord del binario di precedenza dispari, il binario di soccorso, anch'esso di lunghezza 750 m. Su quest'ultimo binario avviene il trattamento del treno incidentato ed esso è attrezzato con banchine per l'evacuazione dei viaggiatori. Il fascio binari di servizio è in curva, con quattro binari dello sviluppo totale di 1600 m circa. La pendenza longitudinale è del 2‰

Per il funzionamento del fascio sono presenti ulteriori tre binari, di cui un'asta di manovra di circa 316 m di sviluppo, un binario a disposizione lungo circa 220 m ed un binario per la sosta del treno di soccorso lungo 270 m circa.



1 – SOTTO STAZIONE ELETTRICA
2 – AREA DI STOCCAGGIO
3 – FABBRICATO SERVIZI AUSILIARI
4 – ELISUPERFICIE
5 – UFFICI TECNICI
6 – GUARDIOLA
7 – FABBRICATO PRIMO SOCCORSO

Figura 49 – Area tecnica a Susa

Nell'Area Tecnica e di Sicurezza sono previsti alcuni fabbricati tecnologici in cui sono alloggiati impianti ferroviari e non ferroviari a servizio della linea e alcune aree ove vengono concentrate le funzioni di sicurezza e di manutenzione.

6.6.1 Descrizione delle opere dell'Area Tecnica e di Sicurezza di Susa

Si elencano di seguito i principali fabbricati per l'operatività tecnologica e la manutenzione:

- FSA: Fabbricato Servizi Ausiliari ove vengono ricoverati i carrelli per la manutenzione della linea, con due binari collegati al fascio di manutenzione;
- SSE: Sottostazione elettrica LTF;
- Zona di parcheggio e stoccaggio (Area per deposito materiale elettrico ed armamento, ecc);
- Uffici Tecnici che contengono anche il Posto di Movimento

Si elencano di seguito le principali aree funzionali per l'organizzazione delle operazioni di sicurezza:

- CRM: Centro Raccolta Mezzi;
- Fabbricato Primo Soccorso anche detto Posto Medico Avanzato (PMA) ;
- Elisuperficie d'emergenza.

L'area tecnica e di sicurezza di Susa, dal punto di vista architettonico, è caratterizzata da:

- Una zona coperta lato nord che contiene, a partire da ovest, il fabbricato della Sottostazione Elettrica, il Fabbricato Servizi Ausiliari, il fabbricato uffici tecnici, il Fabbricato di Primo Soccorso, il fabbricato guardiola, i parcheggi di servizio, le zone di soccorso, alcuni binari di servizio.

La zona coperta è formata da una serie di tettoie, contenenti pannelli fotovoltaici triangolari inclinati di circa 30° ed elementi triangolari piani in vetro, sostenuti da travi reticolari e ritti metallici ad albero od a portale

- Una serie di portali in struttura metallica reticolare, con passo circa di 45 m. Questi portali hanno la duplice funzione di scansione architettonica del volume lineare dei binari e di sostegno della linea di trazione elettrica dei binari di corsa, dei binari di precedenza merci del binario di soccorso
- Barriere con funzione antirumore sul lato sud dell'area. Queste barriere hanno pannelli fonoassorbenti opachi nel basamento e trasparenti nell'elevazione.
- Recinzione sul lato sud costituita da muri di altezza varia, per il sostegno dei fasci binari (rivestiti con un paramento di gabbioni in filo metallico e pietrame), alta circa 2 m, rivestita verso l'esterno da doghe in cotto a correre secondo quanto indicato nella Carta Architettonica.
- Recinzione sul lato nord costituita da una rete metallica alta circa 3 m, con funzione antintrusione, tipo Orsogrill su cordolo in c.a. La rete è mascherata verso l'esterno da correnti con doghe in cotto. Nel tratto tra lo scatolare di scavalco della S.P. 24 sulla NTL e l'ingresso dell'Area Tecnica è invece posta in opera una barriera al rumore alta 3 m. Questa barriera è in elementi fonoassorbenti trasparenti mentre all'esterno ha un rivestimento in liste di cotto a correre secondo quanto indicato nella carta architettonica.

I fabbricati sono caratterizzati da pareti rivestite da elementi in cotto a correre in modo da rispettare le prescrizioni della Carta Architettonica.

6.6.2 Fabbricato Uffici Tecnici

Per una più approfondita descrizione si rimanda al documento “PD2-C3A-TS3-1912 Relazione tecnica e di calcolo Uffici tecnici”.

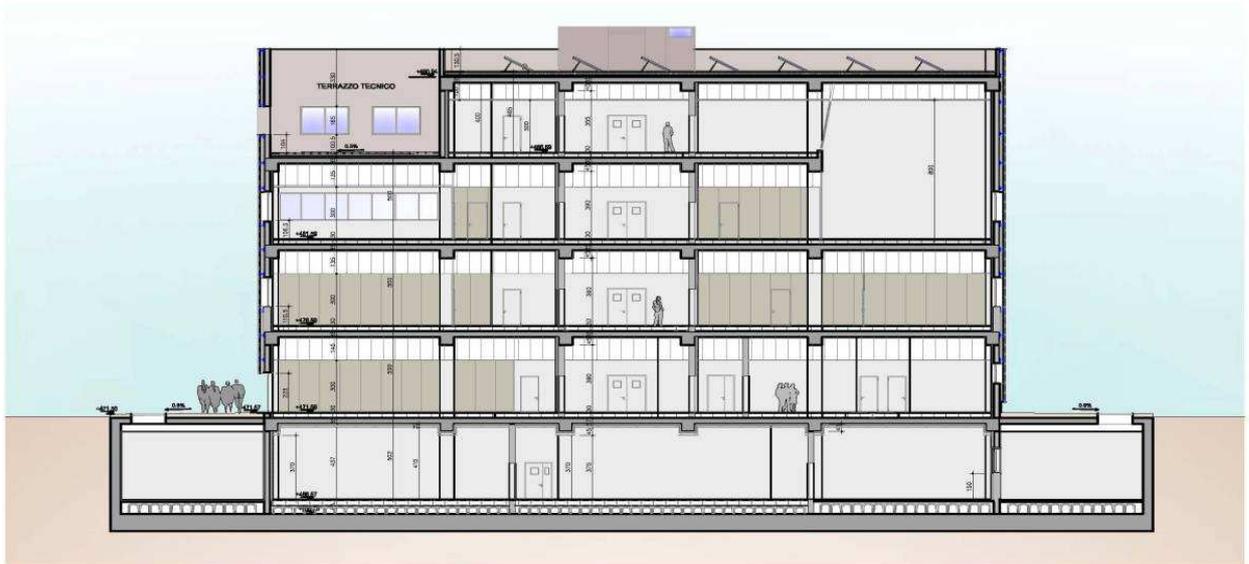
Il Fabbricato Uffici Tecnici ha dimensioni di m 36 x 36 ed altezza sul piano campagna di m 21 circa. E' costituito da una struttura in c.a. a quattro piani fuori terra ed uno interrato. Verso l'esterno è intonacato ma presenta un rivestimento architettonico di facciata costituito da elementi in cotto sostenuti da una struttura metallica, secondo le indicazioni della Carta Architettonica e Paesaggistica. Gli elementi in cotto sono quadrati smaltati e la trama ricorda i “pixel” delle immagini digitali.

Distributivamente si ha:

- Un piano interrato, raggiungibile tramite una rampa carraia, oltre che con scala ed ascensore interni al fabbricato. In esso hanno sede locali tecnologici, in prevalenza elettrici ed alcuni magazzini.
- Il piano terreno ove ha sede un punto informativo e locali per apparati tecnologici per il segnalamento, le telecomunicazioni e la sicurezza.
- Il primo piano ove sono ubicati gli uffici
- Il secondo piano ove sono previste la sala di controllo, vero cervello del sistema, la sala di crisi e la sala degli operatori della sicurezza dell'esercizio ferroviario
- Il terzo piano è occupato da un terrazzo tecnico, da una sala per visitatori dalla quale, attraverso un'ampia vetrata, è possibile vedere la sala di controllo senza disturbare gli operatori. Vi sono anche i locali per gli apparati del fotovoltaico ed un salone a disposizione per usi vari.
- Sul tetto sono posti in opera dei pannelli fotovoltaici.



Figura 50 – Area tecnica di Susa – Fabbricato uffici tecnici con la caratteristica facciata in cotto con tessitura a "pixel"



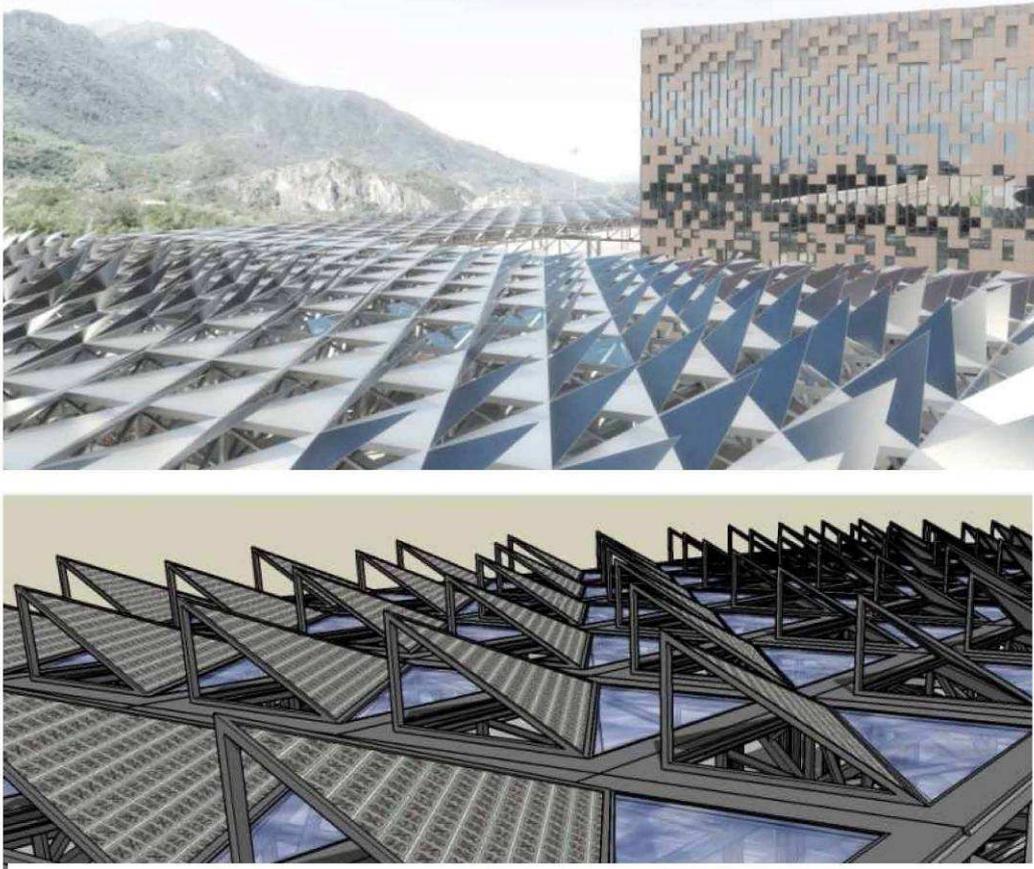


Figura 52 – Area tecnica di Susa – Copertura in pannelli fotovoltaici dei parcheggi intorno al fabbricato uffici

6.6.3 Fabbricato Servizi Ausiliari

Per una più approfondita descrizione si rimanda al documento “PD2-C3A-TS3-1945 Relazione di calcolo FSA”.

Il Fabbricato Servizi Ausiliari (FSA) è a servizio diretto della NLTL ad un piano fuori terra, suddiviso in due corpi, uno a servizio dei carrelli per la manutenzione ferroviaria di m 20x16 ed altezza 6,50 m e l’altro adibito a officina di manutenzione, magazzino, locali tecnologici, uffici e spogliatoi di m 40x16 alto 4,00 m.

La struttura è in cemento armato con facciate rivestite con doghe di cotto sostenute da una struttura metallica.

L’edificio è coperto da una tettoia in struttura metallica, con elementi portanti ad albero che sostengono una struttura reticolare a sua volta sostenente elementi fotovoltaici triangolari, inclinati di circa 30° ed elementi in vetro stratificato, sempre triangolari.

La zona a servizio dei carrelli di manutenzione è servita da due binari con fossa di manutenzione.

6.6.4 Sottostazione Elettrica

Per una più approfondita descrizione si rimanda al documento “PD2-C3A-TS3-3226 Relazione di calcolo SSE”.

La sottostazione elettrica occupa un’area di circa 1 ettaro. In essa hanno sede:

- Una zona all’aperto con il reparto Alta Tensione, che comprende i trasformatori per l’alimentazione della Trazione Elettrica (132 kV ÷ 2x25 kV) ed i trasformatori per i servizi ausiliari (132 kV ÷ 20 kV)

- Un edificio ad 1 piano fuori terra di m 47x9 alto 4,50 m con i locali tecnici di comando e controllo locale della Sottostazione elettrica, il locale a servizio del gruppo elettrogeno, il locale per l'impianto fotovoltaico.
- Il gruppo elettrogeno posto in container metallico a ridosso del muro sostenente la piazzola per l'elicottero

6.6.5 Area stoccaggio zona manutenzione

L'area è un piazzale di circa 5.000 m², dotato di un piano caricatore a quota +1,05 m dal piano del binario. L'area è direttamente raggiungibile attraverso la strada di servizio interna ed è servita da un binario dedicato privo di tettoia, nella zona del piano caricatore in modo che non ci siano limitazioni all'uso di mezzi di sollevamento dei materiali.

6.6.6 Viabilità interna, Parcheggi e Aree per la Sicurezza

La viabilità interna serve tutta l'Area Tecnica ed in particolare la zona parcheggi ed uffici, il piazzale di stoccaggio della zona manutenzione, la Sottostazione Elettrica, l'elisuperficie, l'edificio antincendio sotto l'elisuperficie, le banchine lungo il binario di soccorso. Esiste anche una strada di servizio intorno ai binari che permette di raggiungere con mezzi stradali tutte le varie zone dell'impianto ferroviario.

L'accesso all'Area avviene attraverso un cancello lungo la nuova sede della SP 24. Di fronte all'ingresso è prevista una rotonda che permette di entrare ed uscire in sicurezza dall'Area.

Intorno al Fabbricato Uffici sono stati ricavati circa 100 posti per vetture e mezzi di servizio. Questo parcheggio è coperto da una tettoia che ingloba pannelli fotovoltaici triangolari, inclinati di circa 30° e rivolti a mezzogiorno. Inframmezzati ad essi vi sono degli elementi triangolari piani dotati di vetro stratificato in modo che tutto il parcheggio sia al riparo dagli agenti atmosferici. La struttura che sorregge la tettoia è metallica con elementi di sostegno con motivo architettonico ad albero.

6.6.7 Fabbricato Guardiola

Per una più approfondita descrizione si rimanda al documento "PD2-C3A-TS3-1887 Relazione tecnica e di calcolo fabbricato Guardiola".

E' un piccolo fabbricato di m 8x6 alto 3,5 m posto all'ingresso dell'Area Tecnica accanto alla deviazione della SP 24. E' costituito da un unico locale e da servizi igienici. La struttura è in c.a. con rivestimento esterno in doghe di cotto. Si trova al di sotto di una diramazione della copertura fotovoltaica, ma sopra di esso la pensilina è composta dai soli elementi triangolari in vetro stratificato.

6.6.8 Edificio di Primo Soccorso

Questo edificio è ubicato accanto al Fabbricato Uffici al di sotto della tettoia lato ingresso Area Tecnica.

E' ad un piano fuori terra con dimensioni di 44 m x 12 m, alto 4 m. Contiene un salone per il primo soccorso, una sala medica, servizi igienici ed il locale del gruppo elettrogeno a servizio del vicino Fabbricato Uffici.

La struttura è in cemento armato con rivestimento in doghe di cotto. E' interamente coperto dalla copertura fotovoltaica che protegge anche tutta l'area intorno.

6.6.9 Copertura fotovoltaica

Seguendo gli indirizzi dati dal gruppo di architetti e paesaggisti incaricati da LTF di studiare un corretto inserimento nel territorio dell'Area Tecnica e di connotare in modo SMART questa infrastruttura è stata prevista una copertura lungo l'asse principale dell'Area Tecnica,

dal lato dei fabbricati, che ricopre anche alcuni tratti di binari di manutenzione oltre ad alcuni bassi fabbricati e che sostiene una serie di pannelli fotovoltaici.

La struttura è metallica con sostegni verticali ad albero nella zona dei parcheggi ed in quella fuori dai binari, mentre è a portali reticolari nella zona dei binari. La maglia dei sostegni ad albero è di 8 m x 9 m, mentre i portali hanno passo di 8 m circa, con luci variabili da 18 m a 30 m a seconda dei vincoli ferroviari. La copertura è metallica, ad elementi triangolari di 2 m x 3 m. Questi elementi inglobano dei pannelli fotovoltaici triangolari, inclinati di circa 30° verso mezzogiorno oppure degli elementi piani, sempre triangolari, in vetro stratificato a protezione delle zone sottostanti (Parcheggi o fabbricati). Lungo i binari vi sono esclusivamente pannelli fotovoltaici. La zona ove potrebbero essere posti in opera gli elementi piani in vetro è lasciata aperta in modo da permettere il passaggio della luce e dell'aria, dal momento che i binari non hanno bisogno di protezione continua dalle intemperie.

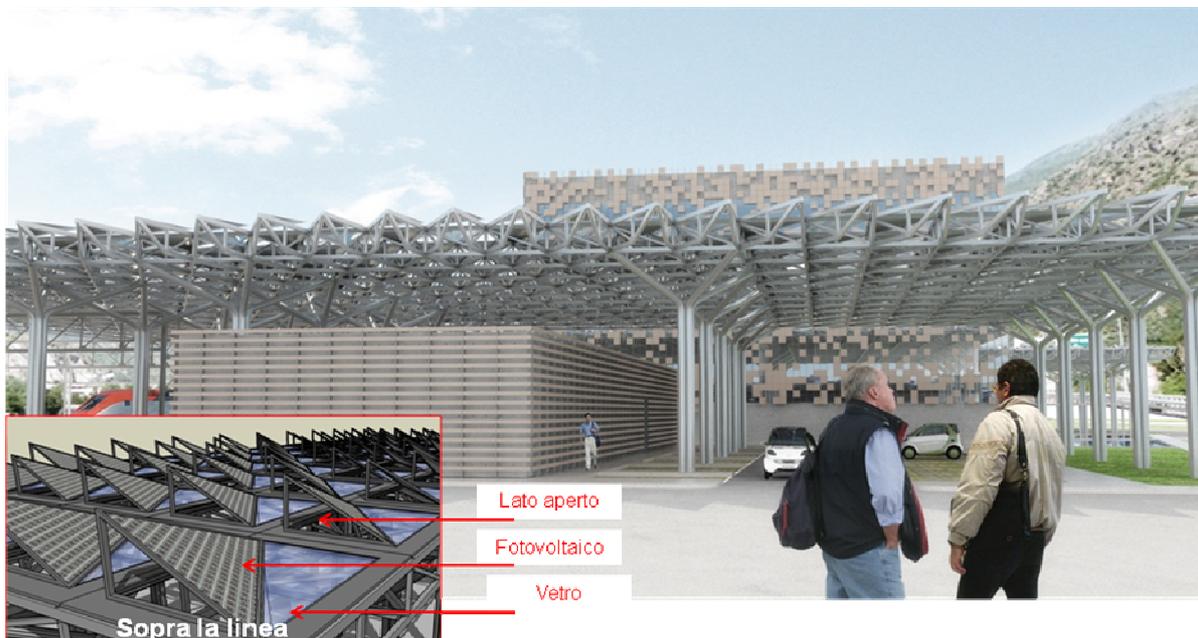


Figura 53 – Copertura in pannelli fotovoltaici lato edificio primo soccorso

La copertura di pannelli fotovoltaici è di circa 5.500 m² con una produzione di energia stimata di 700.000 kWh/anno. Gli impianti generali dei fabbricati abbisognano di una potenza di 180 kW che, per un funzionamento annuo di 2.350 ore, abbisognano di 423.000 kWh/anno. L'illuminazione esterna richiede una potenza totale di 210 kW che, per un funzionamento di 3.500 ore anno, abbisognano di 105.000 kWh/anno, per cui la produzione del fotovoltaico è in grado di coprire tutti i fabbisogni con una discreta quota in più che è a disposizione per altri usi extra ferroviari.

6.6.10 Portali ferroviari per la Trazione Elettrica

Uno degli elementi architettonicamente qualificanti dell' Area Tecnica ed in generale della Piana di Susa è quella di aver previsto, in luogo dei pali di sostegno della Trazione Elettrica, dei portali per la Trazione Elettrica che abbracciano tutti i binari elettrificati con un passo costante tra i 45 ed i 50 metri. Questi portali, a struttura reticolare sia per quanto riguarda i ritzi sia per quanto riguarda il trasverso, hanno un' altezza libera di 8,70 m rispetto al piano binari. Questo sistema ha permesso di dare un ordine architettonico a tutto il complesso di

binari della Piana di Susa salvaguardando sia gli aspetti funzionali della ferrovia sia la visione architettonica globale dell'impianto ferroviario.

6.6.11 Elisuperficie per soccorso e centrale antincendio a servizio del binario di soccorso

L'Area di Sicurezza inserita nell' Area Tecnica di Susa nel rispetto della normativa sulla sicurezza dell'esercizio ferroviario, ed in particolare in merito alle gallerie ferroviarie, include un binario di soccorso, un edificio per il primo soccorso descritto in un capitolo precedente e un' elisuperficie ad esclusivo servizio del soccorso, oltre naturalmente ad un impianto antincendio in corrispondenza del binario di soccorso.

L' elisuperficie, in base a quanto stabilito dal D.M. 2 aprile 1968, n° 518, è un'aviosuperficie destinata all' uso esclusivo degli elicotteri che non sia un eliporto. Questa definizione è rimasta anche nella più recente normativa (D.M. 8-8-2003 “Norme di attuazione della Legge 2-4-1968 concernente la liberalizzazione dell'uso delle aree di atterraggio”). Questa elisuperficie è da considerarsi occasionale in quanto il suo utilizzo è limitato al soccorso di emergenza. Per questa ragione non è necessaria la figura del “gestore” di cui all'art. 3 del D.M. 8-8-2003, la segnaletica e l'assistenza antincendio. Il pilota è l'unico responsabile della condotta delle operazioni di atterraggio e decollo.

Basandosi sui principi legislativi sopra illustrati ed anche sugli art. 12 (Caratteristiche tecniche delle elisuperfici) e 13 (Caratteristiche tecniche delle elisuperfici in elevazione) del D.M. 8-8-2003, per ubicare l'elisuperficie si è:

- Ricercato un'area con sufficiente spazio libero da ostacoli per le operazioni di decollo e di approdo
- Prevista l'installazione di una manica a vento
- Prevista l'illuminazione notturna regolamentare (luci orizzontali dell'area di decollo/atterraggio con illuminamento di 30 lux, luci perimetrali di decollo e approdo gialle, omnidirezionali con spaziatura massima di 3 m).

Inoltre si è ricercato una posizione tale che l'elisuperficie fosse facilmente raggiungibile anche dalle vicine strade pubbliche, in modo che il suo utilizzo potesse essere territorializzato. Per questo si è scelta un'area in adiacenza alla nuova sede della SP 24, con accesso diretto e collegamento alla viabilità interna dell'Area Tecnica. Quest'area è poi stata tenuta alla stessa quota della Deviazione della SP 24 e dell'adiacente autostrada, in rilevato rispetto alla quota dell'Area Tecnica, così da evitare gli ostacoli quali pali/portali della Trazione Elettrica o le tettoie dell'Area Tecnica. Inoltre la posizione è stata scelta discosta rispetto alla copertura in pannelli fotovoltaici esistenti nell'Area Tecnica per evitare fenomeni di abbagliamento in particolari condizioni di luce.

L'elisuperficie misura 36 m x 36 m, consentendo quindi l'atterraggio in sicurezza degli elicotteri di grandi dimensioni in dotazione sia agli elisoccorsi sia ai Vigili del Fuoco e alle forze dell'ordine. La pavimentazione è in blocchi autobloccanti in calcestruzzo, così come le adiacenti zone di approccio per le ambulanze sia dall'interno dell'area ferroviaria, sia dalla SP 24. Il terrapieno su cui si trova l'elisuperficie è invece inerbito ed i muri che lo delimitano verso sud ed est sono mascherati da rampicanti che giungono fino a livello stradale dell'Area Tecnica.

Sul fronte ovest del terrapieno, al di sotto dello stesso, è stato ricavato un edificio interrato in cemento armato per la centrale antincendio ed il serbatoio d'acqua a servizio dell'impianto

estinzione incendi lungo il marciapiede del binario di soccorso dell' Area di Sicurezza di Susa.
La capacità del serbatoio è di 250 m³ circa



Figura 54 – Area tecnica di Susa – Vista d'insieme

6.7 Gli interventi sulle infrastrutture viarie e ferroviarie esistenti nella Piana di Susa

La realizzazione delle opere della nuova linea ad alta velocità Torino-Lione interessa la Piana di Susa, con attraversamento a cielo aperto di circa 2700 metri tra l'imbocco Est del Tunnel di Base e l'imbocco dell' Interconnessione.

In questo tratto vengono interferite una serie di infrastrutture viarie e stradali esistenti e precisamente, da Nord a Sud:

- *via Montello*; rappresenta un collegamento dalla S.S.25 a Susa, Urbano, Mompantero, e con la viabilità locale a S. Giacomo e Borgata Braide;
- *Strada Statale 25*, interessata dall'interferenza nel tratto compreso tra l'abitato di S. Giuliano e lo scavalco della stessa sulla A32;
- *Autostrada A32* e relativo sistema di svincolo a servizio dell'abitato di Susa;
- *Autoporto di Susa*;
- Piste per i corsi di “*Guida Sicura*”;
- *Strada Provinciale 024 (ex S.S. 24)*, nel tratto in affiancamento all'Autoporto di Susa;
- *Viabilità locale a servizio di frazione Traduerivi* e delle aree comprese tra la sp024 ed il canale Coldimosso.

Risulta inoltre attraversata ed interferita la *linea storica ferroviaria Susa – Torino* (tratta Susa – Bussoleno) nel tratto compreso tra l'abitato di S. Giuliano (viabilità per Borgata Chiodo) e l'ingresso in Susa ad ovest del sovrappasso sulla A32.

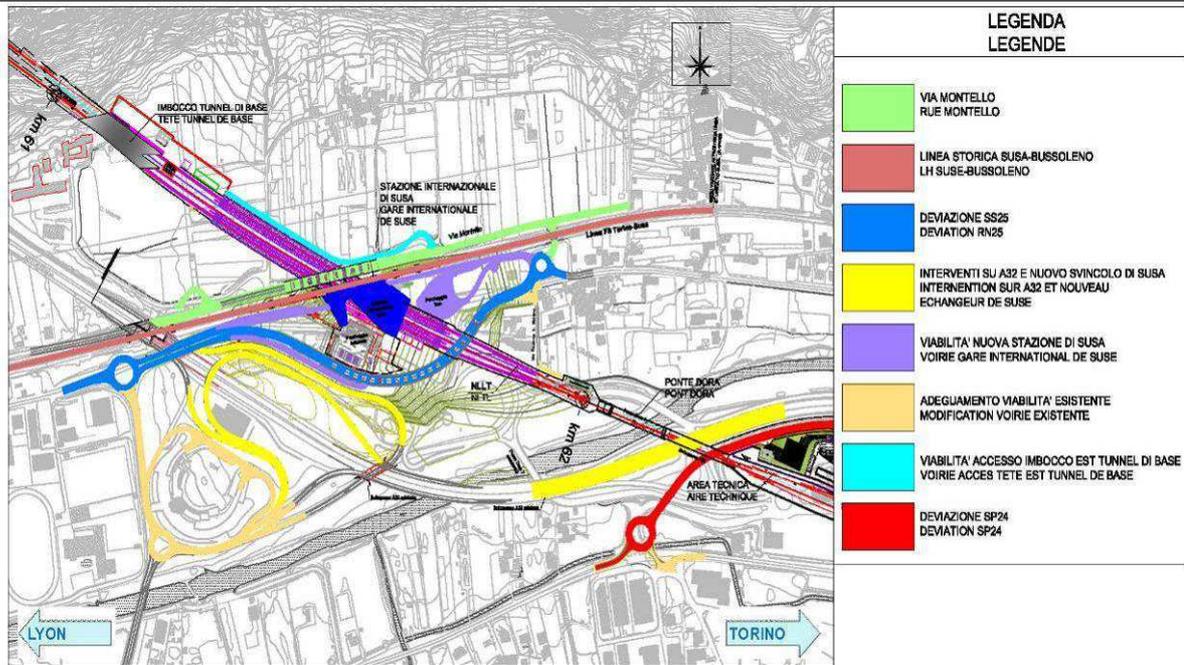


Figura 55 – Planimetria viabilità zona imbocco Tunnel di Base – Ponte Dora

L'interferenza della Nuova Linea non è solo con le opere ferroviarie definitive, ma anche con i cantieri per la realizzazione della stessa e delle opere connesse, rappresentati da approntamenti ed impianti anche di tipologia industriale con insediamenti permanenti per tutta la durata della costruzione dell'opera e le conseguenti necessità di collegamento tra gli stessi per la movimentazione di mezzi e materiali.

In tale contesto si è esaminata e studiata, per il complesso delle opere della Piana di Susa, una fasizzazione degli interventi che consenta di ridurre o, ove possibile, eliminare l'interruzione di esercizio dell'infrastruttura e che comunque concentri, nel primo periodo di durata dei lavori dell'opera principale, gli interventi su di essa, restituendo quindi nel minor tempo possibile al territorio ed all'utenza la fruibilità della viabilità o genericamente del collegamento, o nella forma finale prevista o su sedi con caratteristiche funzionali equivalenti.

6.7.1 Via Montello e viabilità locale

6.7.1.1 Infrastruttura stradale

L'intervento su via Montello consiste in un adeguamento della viabilità esistente con ridefinizione altimetrica della piattaforma stradale per consentire il sottopasso della NLTL al km 61+510 di quest'ultima.

Vi è inoltre una modifica planimetrica che consiste nel prolungamento della strada fino all'intersezione con la strada locale a servizio della Borgata Ambruna. Tale prolungamento, unitamente all'innalzamento della linea ferroviaria Susa-Torino, consente di ovviare al limite di altezza alla circolazione dei veicoli esistente nei sottopassi attualmente in esercizio.

L'innalzamento di via Montello, realizzato pressoché in asse alla attuale viabilità, è previsto in rilevato al di fuori dell'impronta della NLTL ed in manufatto in c.a. al di sotto di essa.

Tale intervento comporta quindi l'interruzione della viabilità esistente e la realizzazione di una viabilità alternativa, ubicata a nord della esistente, per consentire il mantenimento in esercizio del collegamento.

L'intervento comporta anche lo spostamento e la sistemazione della viabilità di accesso a Borgata Braide ed a S. Giacomo.

Nello studio della deviazione provvisoria e dei collegamenti nel corso dei lavori si tiene conto della presenza e dell'accesso al cantiere dell'imbocco est del tunnel di base, che si estende dall'imbocco fino a via Montello.

6.7.1.2 Sottopasso Via Montello

La nuova linea NLTL interferisce con l'attuale sedime stradale di Via Montello e come descritto precedentemente occorre una nuova definizione altimetrica della piattaforma stradale per consentire il sottopasso della nuova linea ferroviaria. Risulta pertanto necessario realizzare un sottopasso che è costituito da uno scatolare di luce 13.50 m, per una lunghezza totale di 159 m.

All'interno dello scatolare corre la carreggiata di Via Montello di larghezza pari a 9.0 m, e due cordoli in grado di accogliere una barriera di sicurezza di classe H3/H4, e dalla parte opposta rispetto alla stazione un marciapiede rialzato di ingombro complessivo pari a 3.0 m. La soletta superiore è in c.a. gettata in opera spessa 140 cm, i muri hanno larghezza di 160 cm e sono incastrati nella fondazione di spessore anch'essa di 160 cm.

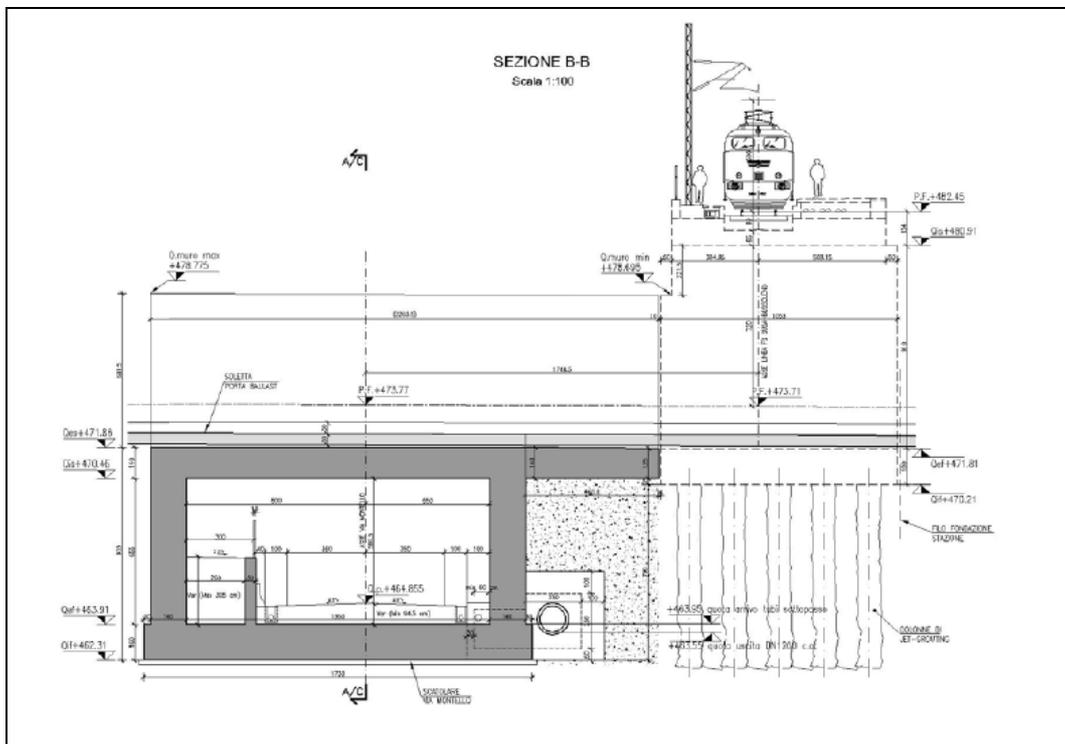


Figura 56 – Sezione Trasversale del Sottopasso

Agli estremi del sottopasso, nelle rampe a Est e ad Ovest, sono altresì previsti tratti di muri in c.a. atti al contenimento del terreno adiacente all'intervento.

Per maggiori dettagli si rimanda alle relazioni “PD2-C3A-TS3-1806 Relazione di calcolo sottopasso Via Montello”, “PD2-C3A-TS3-1816 Relazione di calcolo muri a L Via Montello” e “PD2-C3A-TS3-1817 Relazione di calcolo muri a U Via Montello”

6.7.1.3 Scatolare Linea Storica Susa-Torino

Per consentire il collegamento tra la Via Montello e la Borgata Ambruna, è prevista la realizzazione di un sottopasso scatolare sulla cui soletta superiore è posto il binario dell'adeguamento della linea ferroviaria storica Torino-Susa.

Il sottopasso è costituito da uno scatolare di luce 12.4 m ed altezza di 6.7 m per una lunghezza di circa 9.5 m. La soletta superiore è in c.a. gettata in opera ed è spessa 120 cm, i muri sono spessi 120 cm e sono incastrati nella fondazione di spessore 140 cm.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione “PD2-C3A-TS3-1819 Relazione di calcolo scatolare LS Susa-Torino”.

6.7.1.4 Scatolare Ambruna

Al termine dell'intervento di adeguamento di Via Montello lato Est, per poter collegare la stessa via Montello alla Borgata Ambruna, è prevista la realizzazione di un ulteriore sottopasso scatolare sulla cui soletta superiore è posto il binario dell'adeguamento della linea ferroviaria storica Torino-Susa.

Il sottopasso è costituito da uno scatolare di luce 7.5 m e di lunghezza circa 9 m. La soletta superiore è in c.a. gettata in opera spessa 70 cm, i muri sono spessi 100 cm e sono incastrati nella fondazione di spessore 120 cm.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione “PD2-C3A-TS3-1818 Relazione di calcolo scatolare Ambruna”.

6.7.2 Linea Storica Susa-Torino

6.7.2.1 Infrastruttura ferroviaria

L'intervento sulla linea storica ha il duplice scopo di consentire il sovrappasso della stessa sulla N.L.T.L., alla PK 61+562, e la realizzazione di una fermata che consenta lo scambio passeggeri con la nuova linea in corrispondenza della nuova Stazione Internazionale.

Attualmente la linea storica è in salita da Bussoleno a Susa con pendenza di circa il 10%; l'innalzamento per lo scavalco della nuova linea e la realizzazione della banchina di fermata di lunghezza 180 m, comportano un intervento di modifica altimetrica per un tratto pari a circa 1263 m tra le PK di linea 48+000 (lato est) e 49+263 (lato ovest). L'innalzamento della linea è variabile, con una punta massima di 7 metri in corrispondenza della fine della banchina della nuova stazione di Susa lato Bussoleno.

A parte il tratto di scavalco della NLTL, realizzato con uno scatolare in c.a. a più fornici, l'innalzamento viene realizzato parte in rilevato e parte su opera d'arte in modo da lasciare una certa trasparenza all'infrastruttura. Viene così mantenuto l'attuale ingombro planimetrico della proprietà ferroviaria attraverso l'introduzione di muri sottoscarpa ad altezza variabile.

Con l'occasione vengono adeguati alle dimensioni richieste dalla normativa stradale attualmente in vigore due sottopassi stradali esistenti (via Montello e Borgata Chiodo), mentre un terzo, di accesso a Borgata Ambruna, viene spostato per razionalizzare la rete viabile.

Sono inoltre previsti due nuovi sottopassi veicolari tra la NLTL e la A32.

Lo scavalco della A32 avviene in asse al tracciato esistente ma con un innalzamento del piano ferro pari a circa 3m.

Tale situazione, unitamente all'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) ed alle problematiche connesse alla possibile demolizione con rifacimento dell'attuale scatolare della A32 di sottopasso della linea ferroviaria, ha portato a prevedere lo scavalco dell'A32 con ponte metallico a trave parete di luce 75 m, con appoggio intermedio in corrispondenza dei muri affiancati dei monoliti esistenti e mantenimento di questi ultimi quale galleria artificiale di protezione (sullo stesso manufatto passa comunque via Montello come nella situazione attuale).

Lo scavalco della NLTL è invece realizzato con una struttura scatolare in cemento armato fondato su pali. L'approccio da ambo i lati a questa struttura avviene mediante due impalcati metallici a trave parete, ciascuno a tre campate, con lunghezza complessiva di 112 m per parte. Ciò permette di creare una trasparenza nel rilevato ferroviario, mitigando significativamente l'effetto barriera creato dall'innalzamento della linea ferroviaria Susa-Bussoleno.

Per realizzare l'intervento si è valutata la deviazione temporanea della linea in modo da ridurre al minimo la sospensione dell'esercizio. Tale sospensione è prevista limitata a circa 2÷3 mesi, necessari per il collegamento dei nuovi tratti di linea (rispettivamente deviazione e sede innalzata) con il tracciato in esercizio.

La deviazione provvisoria è prevista in rilevato, a sud della linea esistente, con passaggio sulla A32 utilizzando l'impalcato attualmente utilizzato dalla S.S.25.

Tale scelta comporta la necessità di operare, in fasi successive, spostamenti d'asse della S.S.25 e modifiche della geometria della prevista rotatoria lato Susa.

6.7.2.2 Ponte Linea Storica Torino-Susa su autostrada A32

Come accennato in precedenza lo scavalco dell'Autostrada A32 avverrà con un ponte metallico con impalcato, a via inferiore, continuo su due luci ciascuna da 37.5m. L'impalcato ferroviario è in acciaio e calcestruzzo con due travi pareti portanti con altezza variabile da 3.30 m a 4.00 m .

La larghezza complessiva del ponte è di 7,70 m.

La tipologia e la rigidità delle pile-spalle di estremità sono state studiate in modo da garantire alla struttura una duttilità adeguata e permettere la dissipazione di una parte dell'azione sismica, ottimizzando la capacità di resistenza in funzione della domanda sismica di progetto.

La necessità di permettere lo scavalco della struttura scatolare esistente, contenendo l'innalzamento della livelletta della linea Susa-Bussoleno, ha determinato la sostanziale peculiarità nella disposizione di vincoli dell'impalcato. Le massime azioni verticali infatti competono all'appoggio intermedio situato in corrispondenza dei muri del doppio scatolare esistente, mentre le azioni orizzontali devono essere necessariamente scaricate in corrispondenza delle spalle dell'impalcato di nuova costruzione, su cui la componente verticale del carico è ridotta. L'adozione di un sistema strutturale dissipativo per le pile-spalle, quindi, si è resa necessaria proprio per ridurre le massime azioni orizzontali scaricate sulle pile-spalle in condizioni sismiche, e renderle compatibili con le portate richieste degli appoggi d'estremità.

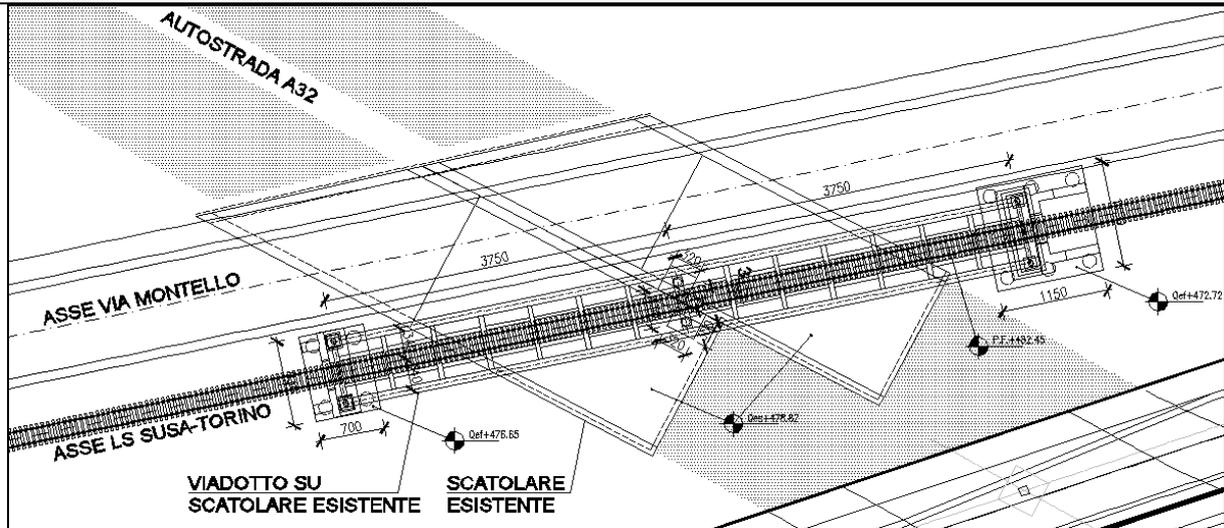


Figura 57 – Planimetria ponte LS su autostrada A32

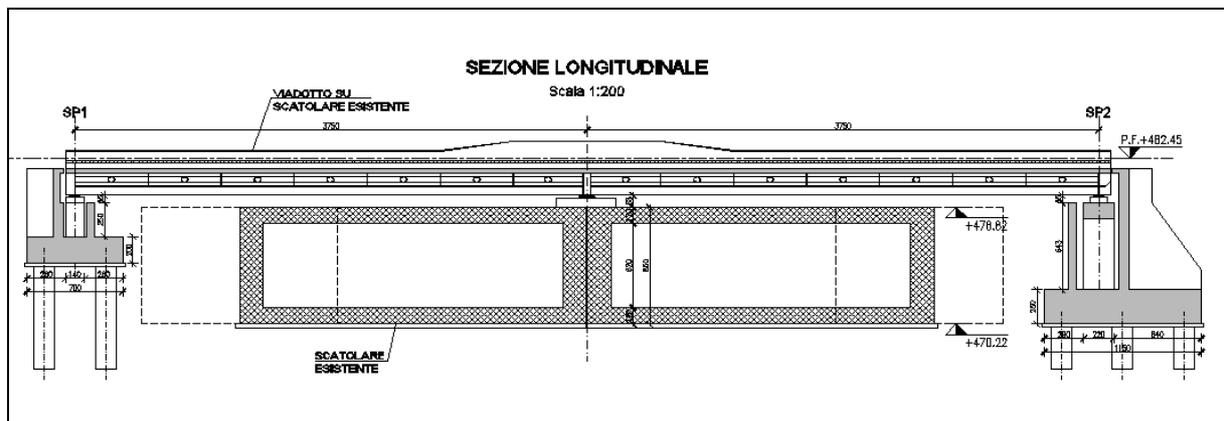


Figura 58 – Sezione longitudinale ponte LS su autostrada A32

Inoltre si è proceduto alla verifica strutturale degli scatolari esistenti di scavalco dell'autostrada A32 per effetto delle azioni trasmesse dall'impalcato ferroviario di nuova concezione.

Per maggiori delucidazioni si rimanda alle relazioni “PD2-C3A-TS3-1500 Viadotto su scatolare esistente – Relazione di calcolo impalcato” e “PD2-C3A-TS3-1509 Relazione di calcolo spalle Ponte LS” e “PD2-C3A-TS3-1547 Relazione di calcolo intervento su scatolare esistente su A32”.

6.7.2.3 Viadotto al di sopra della Stazione Internazionale di Susa

Lo scavalco della NLTL alla PK 61+562 è realizzato con un viadotto costituito da tre elementi: uno scatolare in c.a. a più fornici, scavalcante i 4 binari della Stazione Internazionale di Susa, e due impalcati di approccio in struttura mista acciaio e calcestruzzo ciascuno a tre luci.

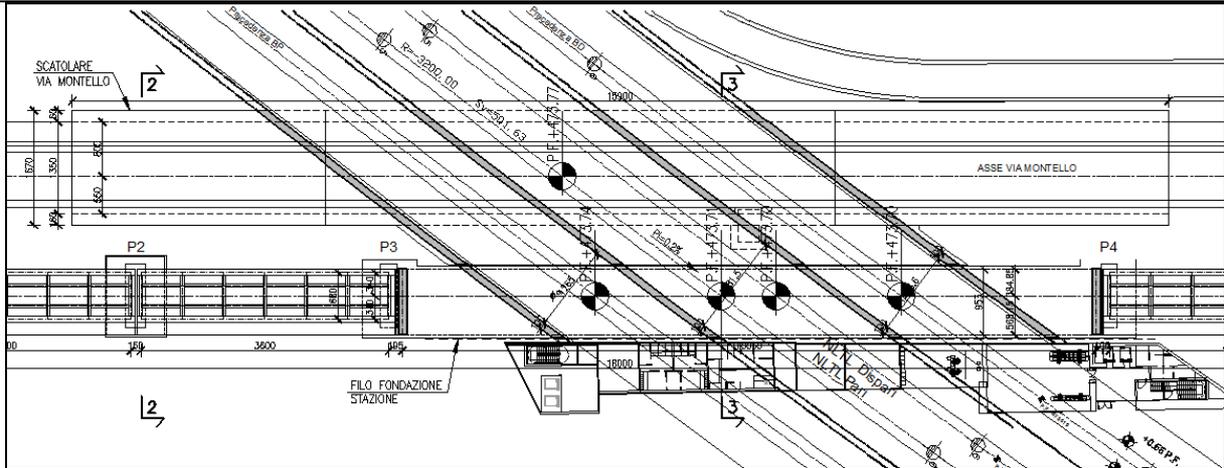


Figura 59 – Planimetria viadotto al di sopra della Stazione Internazionale

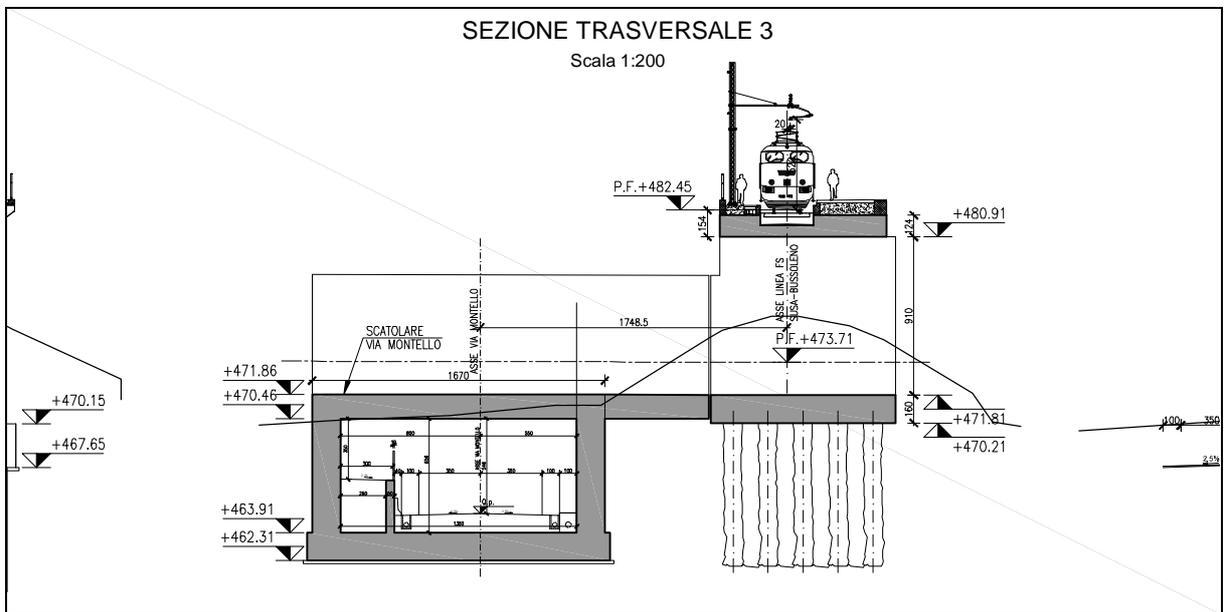


Figura 60 – Sezione trasversale viadotto al di sopra della Stazione Internazionale

Lo **scatolare in c.a.** è realizzato mediante tre campate semplicemente appoggiate per ciascun lato della stazione, le due parti sono collegate mediante una struttura a setti che funge da spalla passante e che consente il transito al suo interno dei binari della nuova linea Torino – Lione e dei binari di precedenza della stazione.

L'impalcato è costituito da una sezione piena in c.a. di spessore 65 cm sotto binario e 124 cm nelle zone laterali. La soletta risulta incastrata in corrispondenza dei setti, e presenta 5 campate di lunghezza (misurata in asse alla linea ferroviaria) pari a $14,52 + 22,56 + 26,27 + 22,64 + 14,61 = 100,60$ metri

I due setti di estremità sono spessi 120 cm, i quattro setti intermedi sono spessi 100 cm e sono disposti in pianta con un angolo di circa 37° rispetto alla linea ferroviaria. La fondazione, spessa 160 cm, è realizzata su colonne di jet-grouting lunghe 8 m, che permettono di trasferire le azioni al terreno senza interessare il vicino scatolare lungo via Montello.

In adiacenza ai setti di estremità, sono incastrati nella medesima fondazione le pile mobili dei viadotti di riva adiacenti alla struttura in esame.

Gli **impalcati metallici di appoggio** sono a via inferiore realizzati mediante lo stesso schema costruttivo; ognuno è costituito da 3 campate di luce ciascuna di 36 metri. L'impalcato è in struttura mista acciaio e calcestruzzo con due travi pareti portanti alte 3,30 m. La tipologia e la rigidità delle pile e delle spalle sono state studiate in modo da garantire alla struttura una duttilità adeguata e permettere la dissipazione di una parte dell'azione sismica, ottimizzando la capacità di resistenza in funzione della domanda sismica di progetto.

In corrispondenza di cambi di rigidità delle fondazioni che intersecano la sede binario con un angolo diverso da quello retto, sono previste delle strutture a vasca di sostegno del ballast della linea NLTL. Nello specifico si è analizzato il comportamento di tale struttura lungo la linea NLTL in corrispondenza della Stazione Internazionale di Susa. La linea NLTL infatti interseca, con un angolo di circa 37° , tre differenti strutture aventi diversi tipi di fondazione ovvero lo scatolare di via Montello, la struttura a setti che regge la linea ferroviaria Susa-Bussoleno e la Stazione Internazionale di Susa.

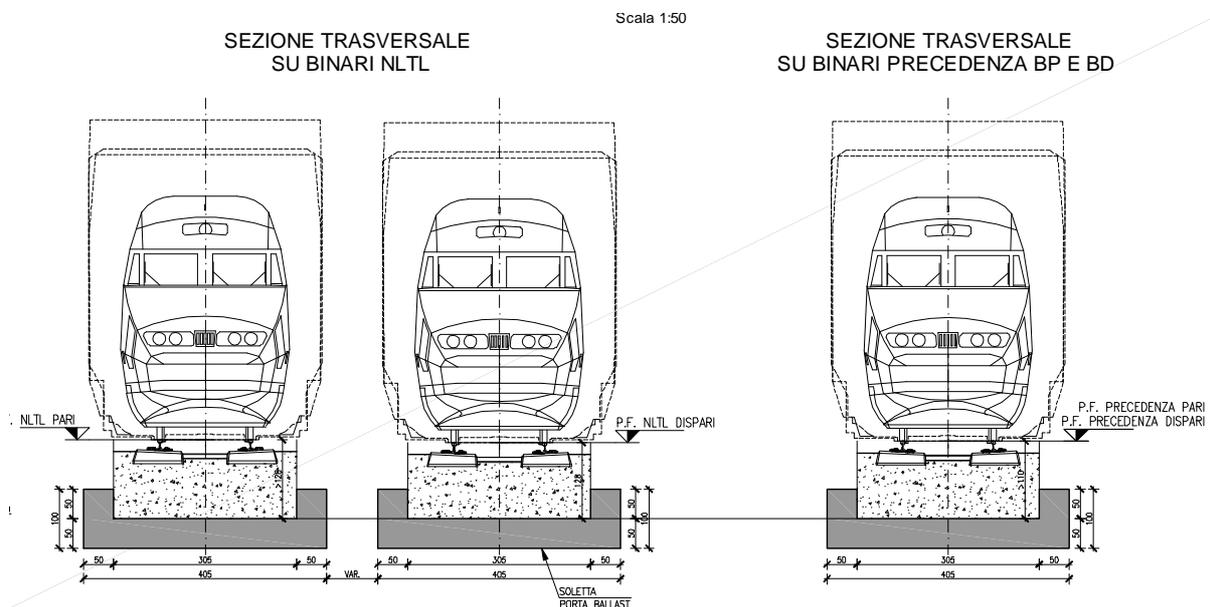


Figura 61 – Particolare solette porta ballast

Per maggiori delucidazioni si rimanda alle relazioni “PD2-C3A-TS3-1538 Relazione di calcolo impalcato viadotto stazione”, “PD2-C3A-TS3-1539 Relazione di calcolo pile e spalle viadotto stazione”, “PD2-C3A-TS3-1540 Relazione di calcolo struttura a setti”, “PD2-C3A-TS3-1541 Relazione di calcolo struttura sotto ballast”.

6.7.2.4 Opere di contenimento del rilevato dell'adeguamento della linea storica Torino-Susa

Al fine di contenere le dimensioni del nuovo rilevato della linea storica Torino-Susa a seguito dell'adeguamento della livelletta ferroviaria sono previsti dei muri a mensola con paramenti verticali di altezza variabile, realizzati con struttura portante in cemento armato ordinario, che svolgono la funzione di sostegno di rilevati del tracciato ferroviario definitivo e provvisorio. In funzione della geometria dell'opera, della collocazione e dei carichi applicati si definiscono complessivamente dodici sezioni tipologiche.

Al fine di consentire il continuo esercizio della linea storica durante la realizzazione delle strutture della nuova linea Torino – Lione, sono previste diverse fasi di esecuzione dei lavori.

In prima fase verranno realizzati i muri per il sostegno del rilevato del tracciato provvisorio, quindi, a deviazione avvenuta, si darà avvio ai lavori di realizzazione dei muri di sostegno del rilevato del tracciato definitivo.

La scelta di adottare muri a mensola per tutte le casistiche nonostante in certe sezioni sarebbe possibile unire due muri contigui in un muro a U è dettata dalla volontà di garantire flessibilità e modularità nella realizzazione delle diverse fasi.

Le strutture di sostegno del tracciato definitivo sono comprese all'interno dei limiti di proprietà di RFI. I muri più prossimi a tali limiti hanno fondazioni su pali trivellati in c.a al fine di contenerne le dimensioni del piede entro i limiti suddetti. Inoltre, considerata l'altezza del rilevato esistente e la prossimità del tracciato provvisorio, per consentire gli scavi necessari alla realizzazione dei muri, si è reso necessario prevedere la realizzazione di una paratia in micropali.

Le fondazioni hanno larghezza e spessore variabili.

Per maggiori delucidazioni si rimanda alla relazione “PD2-C3A-TS3-1494 Relazione di calcolo muri e rilevati”.

6.7.2.5 Deviazione provvisoria della linea storica Torino-Susa

Al fine di realizzare l'innalzamento della livelletta della linea storica sarà necessario operare una deviazione del traffico ferroviario su una deviazione provvisoria a sud della linea esistente per un tratto di circa 1.263 metri (tra le progressive km 49+181 e progressiva 48+000 della linea storica attuale). La deviazione provvisoria ha un andamento sub parallelo al tracciato attuale ma presenta curve che limitano la velocità di linea a 60 Km/h.

La deviazione della linea avviene su rilevato con altezza media di 3.5 m rispetto al piano campagna attuale. Dove si rende necessario contenere i rilevati per non interferire con le lavorazioni della linea storica nell'assetto finale o per limitare gli ingombri sono previsti muri di sostegno del corpo ferroviario.

Lungo lo sviluppo della deviazione temporanea dell'asse ferroviario sono stati previsti tre sottopassi provvisori, necessari per il mantenimento della viabilità locale e per il passaggio dei mezzi e degli impianti di cantiere anche relativamente alla linea NTL.

Sempre per la deviazione provvisoria viene inoltre realizzata un'opera in acciaio per lo scavalco dell'autostrada A32, sulla sede del viadotto attualmente adibito al traffico stradale (SS25).

La descrizione dell'intervento provvisorio dell'infrastruttura è riportata nel documento “PD2-C3A-TS3-1490 Relazione tecnica illustrativa”.

Le opere d'arte provvisorie sono trattate nei seguenti documenti “PD2-C3A-TS3-1527 Relazione di calcolo scatolare provvisorio LS Susa-Torino”, “PD2-C3A-TS3-1528 Relazione di calcolo scatolare provvisorio Via Montello”, “PD2-C3A-TS3-1529 Relazione di calcolo intervento su impalcato esistente SS25” e “PD2-C3A-TS3-1530 Relazione di calcolo pali intervento su impalcato esistente SS25”.

6.7.3 Strada Statale 25

6.7.3.1 Infrastruttura stradale

La strada statale 25, interferisce con le nuove opere (PK 61+778) ed in particolare con la Stazione Internazionale e relative pertinenze, tra via frazione S. Giuliano e la A32, in un tratto ove attualmente corre parallela alla linea ferroviaria Susa-Torino. In tale tratto sono presenti, oltre che gli incroci con la viabilità locale (S. Giuliano, via Montello), anche l'innesto sulla statale dell'attuale sistema di svincolo di Susa della Autostrada A32.

In corrispondenza della NLTL è quindi prevista la modifica piano altimetrica del tracciato con spostamento dell'asse verso sud, al fine di evitare i parcheggi interrati della Stazione Internazionale, e realizzazione di una struttura di sottopasso.

Nel complesso l'intervento previsto si estende per circa 1070 m, tra l'abitato di S. Giuliano ad est e l'inizio del centro abitato di Susa nella zona dei campi sportivi ad ovest.

Da Susa verso Bussoleno le opere previste sono sintetizzabili come segue:

- modifica planimetrica al fine di consentire un nuovo collegamento con gli impianti sportivi di Susa;
- nuova rotatoria di innesto con la viabilità di collegamento con la S.P. 24;
- un primo tratto di 540 m circa con variazione piano altimetrica del tracciato, compreso tra l'attuale sovrappasso alla A32 e la nuova rotatoria a S. Giuliano;
- un tratto in sede di circa 80 m con raccordo altimetrico alla livelletta attuale;
- nuova rotatoria in S. Giuliano con collegamento con via Montello, parcheggi stazione lato est, via Frazione S. Giuliano;
- un ulteriore tratto di circa 70 m per rientrare sulla viabilità esistente dalla rotatoria di S. Giuliano.

L'intervento sulla S.S. 25 e l'analogo intervento sulla linea ferroviaria Susa-Torino consente e/o impone, di intervenire anche sulla viabilità locale per la quale si prevede:

- nuovo collegamento con via Montello e Borgata Ambruna con spostamento dell'innesto sulla S.S. 25 in S. Giuliano e realizzazione di un nuovo sottopasso sotto la linea Susa-Torino con altezza libera a norma (5 m);
- rifacimento del sottopasso di via Borgata Ambruna con realizzazione di manufatto in cemento armato ad altezza ridotta (3,90 m) ad uso ciclopedonale e per veicoli leggeri;
- accesso al parcheggio scoperto lato est della nuova stazione internazionale dalla rotatoria di S. Giuliano;
- Accesso a via Frazione S. Giuliano dall'omonima rotatoria;

Immediatamente ad est del sovrappasso sulla A32 è previsto il collegamento lato ovest con la Stazione Internazionale.

Per la realizzazione dei lavori con mantenimento dell'esercizio nel Progetto Definitivo approvato era prevista la realizzazione di due tratti di viabilità provvisoria tra S. Giuliano e la A32. Nell'attuale fase di revisione progettuale, al fine di limitare il più possibile il numero di interventi e di spostamenti della viabilità (quindi di installazione e rimozione di aree di cantiere), si ritiene di proporre di realizzare un'unica sede provvisoria della SS25 da impostare, come tracciato ed opere, sulla stessa sede della successiva (in ordine di tempi di realizzazione) deviazione della LS Susa-Torino.

In pratica, da S. Giuliano verso Susa, vengono mantenuti il tracciato di uscita dalla rotatoria S. Giuliano della precedente deviazione di 2° fase e il tratto di rientro sul sovrappasso sulla A32 della deviazione di 1° fase; nel tratto intermedio, invece di rientrare sulla attuale sede della SS25, la sede della deviazione si sviluppa, come detto, sullo stesso tracciato della deviazione della linea ferroviaria.

Tale soluzione presenta due vantaggi:

- le opere realizzate per la deviazione della SS25 sono le stesse già previste per la deviazione della sede ferroviaria, ottimizzando occupazioni nel tempo e costruzione;
- la SS25 sulla sede deviata, tra l'altro posta ad una quota superiore rispetto all'esistente, "isola" maggiormente la stessa dall'area di cantiere, separando in modo netto la viabilità principale dallo stesso.

L'unico ulteriore spostamento previsto per la sede della SS25 verrà realizzato successivamente al completamento ed alla apertura del sottopasso previsto al di sotto della LN, quando, per consentire la deviazione provvisoria della LS Susa-Torino, risulta necessario spostare la viabilità dall'attuale impalcato di scavalco della A32, al di sopra dell'impalcato attualmente sede dell'anello di svincolo autostradale.

Rimane la necessità, già presente Progetto Definitivo approvato, di realizzare in prima fase la rotatoria lato Susa con raggio ridotto e di adeguarla, nel momento di spostamento della SS25, tra i due impalcati.

La configurazione finale della S.S.25 e della suddetta rotatoria sarà realizzata solo a seguito dello smantellamento della deviazione provvisoria della linea ferroviaria.

6.7.3.2 Galleria artificiale S.S. 25

Per risolvere l'interferenza tra la NLTL in corrispondenza della nuova Stazione internazionale, alla PK 61+778 è prevista la realizzazione di una galleria artificiale in c.a. della lunghezza di 294 m circa, con sezione scatolare di luce 13 m ed altezza variabile con un minimo di 5.10 m. La galleria è caratterizzata da tre distinti tratti in quanto i sovraccarichi su di essa sono di tre tipologie differenti.

La soletta superiore è realizzata con travi prefabbricate in c.a. e getto di completamento per i primi due segmenti del sottopasso, lo spessore finale è pari a 180 cm. Per il terzo segmento la soletta si presenta con travi e getto di completamento di spessore complessivo pari a 160 cm in un breve tratto, mentre in corrispondenza dei binari della linea ferroviaria LTF si realizza un getto pieno di spessore 140 cm.

I muri per i primi due segmenti del sottopasso sono di spessore 180 cm e sono incastrati nella fondazione, di spessore 200 cm. I muri per il terzo segmento sono da 160 cm e sono incastrati nella fondazione, di spessore 180/160 cm.

Nelle rampe di accesso alla galleria artificiale sono altresì previsti tratti di muri in c.a. con carpenteria ad L e ad U, atti al contenimento del terreno adiacente all'intervento.

Per maggiori delucidazioni si rimanda alle relazioni "PD2-C3A-TS3-1651 Relazione di calcolo scatolare SS25", "PD2-C3A-TS3-1659 Relazione di calcolo muri a U – SS25" e "PD2-C3A-TS3-1660 Relazione di calcolo muri a L - SS25".

6.7.4 Autostrada A32

La NLTL interferisce con il sistema di svincoli esistenti dell'autostrada A32 lato Nord Dora, con l'asse principale della A32 immediatamente a valle del nuovo ponte sulla Dora e con l'area Autoporto – Motor Oasi (CONSEPI), subito dopo il suo passaggio sulla Dora Riparia. L'incrocio tra le due infrastrutture avviene indicativamente alla PK 62+180 della NLTL ed alla PK 35+336 dell'autostrada A32.

Le quote imposte dal vincolo idraulico vigente nel passaggio della NLTL sulla Dora ed il franco richiesto dalla linea A.V. comporta la necessità, oltre che di realizzare un manufatto scatolare di sottopasso della NLTL al di sotto della A32, anche di un innalzamento in sede dell'autostrada. Tale innalzamento, su una lunghezza di intervento di circa 525 m e con una

sopraelevazione massima pari a circa 1,20 m, avviene su un tratto attualmente su rilevato sostenuto da terre armate ed interessato dalla presenza di un manufatto di sottopasso.

L'innalzamento avviene quindi attraverso la realizzazione di un cordolo in c.a. sul lato nord ed addossandosi al corpo stradale della nuova variante alla S.P. 24; tale operazione implica l'occupazione e la necessità di intervento sulle piste dello svincolo di Susa in uscita (direzione Frejus) e, per il solo Autoporto, in entrata (direzione Torino).

Tali interventi impongono l'interruzione del traffico sul tratto autostradale in questione; la continuità di esercizio è comunque garantita attraverso la realizzazione di una deviazione temporanea composta da due corsie provvisorie per senso di marcia.

La viabilità temporanea è realizzata nell'area dell'autoporto, a sud della sede autostradale esistente, su rilevato ed utilizzando la futura sede stradale della Deviazione della S.P. 24. Il tracciato si stacca dalla sede autostradale alla PK 34+750 (progressive SITAF), in corrispondenza dell'innesto delle attuali piste dello svincolo di Susa lato est, e con uno sviluppo di circa 900 m, rientra sull'attuale sede stradale alla PK 35+550, immediatamente a tergo della spalla est del viadotto Autoporto.

La realizzazione della Nuova Linea con occupazione di aree di pertinenza autostradale, comporta da un lato la modifica dell'attuale ed articolato sistema di svincolo e di collegamento tra le diverse funzioni SITAF e CONSEPI (piazzale di stoccaggio mezzi, edifici tecnici e di servizio, autoporto), dall'altro la rilocazione dell'Autoporto e di Motor Oasi.

Tale rilocazione elimina la necessità di collegamento delle aree sud e nord Dora e la necessità delle rampe di svincolo a servizio dell'Autoporto. Viene quindi eliminato l'attuale sistema ad anello di collegamento tra le diverse rampe e le attuali funzioni semplificando l'attuale configurazione.

In direzione Frejus, delle quattro piste di svincolo esistenti (uscita Susa, ingresso da Autoporto, uscita nel piazzale SITAF, ingresso da Susa) vengono mantenuti solo gli ultimi due. Il braccio di ingresso in direzione Frejus, che attualmente passa in galleria artificiale al di sotto dell'area di stoccaggio mezzi pesanti, è spostato a cielo aperto a lato della sede autostradale, in modo tale da non vincolare l'eventuale utilizzo dell'area compresa tra la NLTL e la A32.

In affiancamento allo stesso, lato A32, viene realizzata la nuova pista di uscita a Susa provenendo da Torino, che scavalca con un nuovo manufatto la A 32 e termina sulla viabilità di collegamento tra la SP 24 e la SS 25, realizzata sull'attuale tratto di anello ubicato dietro agli uffici SITAF adeguato a doppio senso di marcia.

Il percorso della pista di uscita di Susa provenendo dal Frejus e la viabilità di servizio SITAF vengono riorganizzati senza occupare aree esterne all'attuale piazzale SITAF.

La modifica del sistema di svincolo deve essere realizzata senza pregiudizio, nel corso dei lavori, dell'esercizio e del livello di servizio dello stesso; le fasi di lavoro e la gestione delle piste di svincolo devono, inoltre, tenere conto delle nuove necessità emerse, quali la messa in sicurezza delle aree di lavoro contro attacchi esterni e la gestione del carreggio Maddalena-Salbertrand.

Tali esigenze, grazie anche alla possibilità di poter procrastinare la realizzazione del ponte sulla Dora della nuova linea ferroviaria, hanno fatto propendere per l'eliminazione delle piste provvisorie previste nel Progetto Definitivo approvato e per la separazione temporale della realizzazione delle opere autostradali in nord e sud Dora.

È prevista quindi una prima fase, immediata all'inizio dei lavori nella Piana di Susa, nella quale si ha lo spostamento della viabilità in ingresso ed uscita dalla A32 sulle attuali rampe di svincolo a servizio dell'Autoporto e viene costruito il nuovo sistema di svincolo in nord Dora. Solo in una seconda fase, successiva all'apertura al traffico quest'ultimo, si realizza l'innalzamento della A32 in sud Dora.

Al fine di limitare commistione tra trasporti di cantiere e viabilità locale, è inoltre prevista nel corso e per la durata dei lavori nella Piana di Susa, la realizzazione di collegamenti ed innesti temporanei tra le aree di cantiere, di seguito descritte, e la A32.

In particolare dalla seconda fase dei lavori, e fino alla fine dei lavori per l'armamento della linea ferroviaria, si prevede il mantenimento in esercizio, per le sole esigenze dei cantieri NLTL (ferroviari ed infrastrutturali) ed attraverso successivi adeguamenti o rifacimenti, delle attuali piste di uscita/ingresso da e per Torino.

Inoltre in entrambe le fasi, in gran parte concomitanti con il periodo di massimo flusso di traffico per i carreggi Maddalena-Salbertrand, e per tutta la durata degli stessi, si prevede il mantenimento di percorsi e di possibilità di uscita/ingresso in A32 da e per il Frejus, che consentano la svolta dei carreggi senza commistione od interferenza con la viabilità ordinaria. Tali collegamenti sono previsti con accesso controllato (presidio e/o sistema tipo telepass) e riservati ai soli mezzi autorizzati, autorizzazioni gestite all'interno dell'organizzazione dei carreggio e della mobilità di cantiere e degli approvvigionamenti su gomma dei cantieri della Piana di Susa.

Per ragioni di compatibilità idraulica con le nuove opere, a fine lavori è prevista la demolizione del ponte Dora 3 (utilizzato dall'attuale pista di uscita di Susa da Torino e dal collegamento Autoporto-Susa), mentre il Ponte Dora 2 (utilizzato dall'anello di svincolo di Susa ad Autoporto) viene mantenuto ad uso ciclopedonale ed a fini manutentivi dell'area riqualificata a verde a sud della nuova Stazione Internazionale.

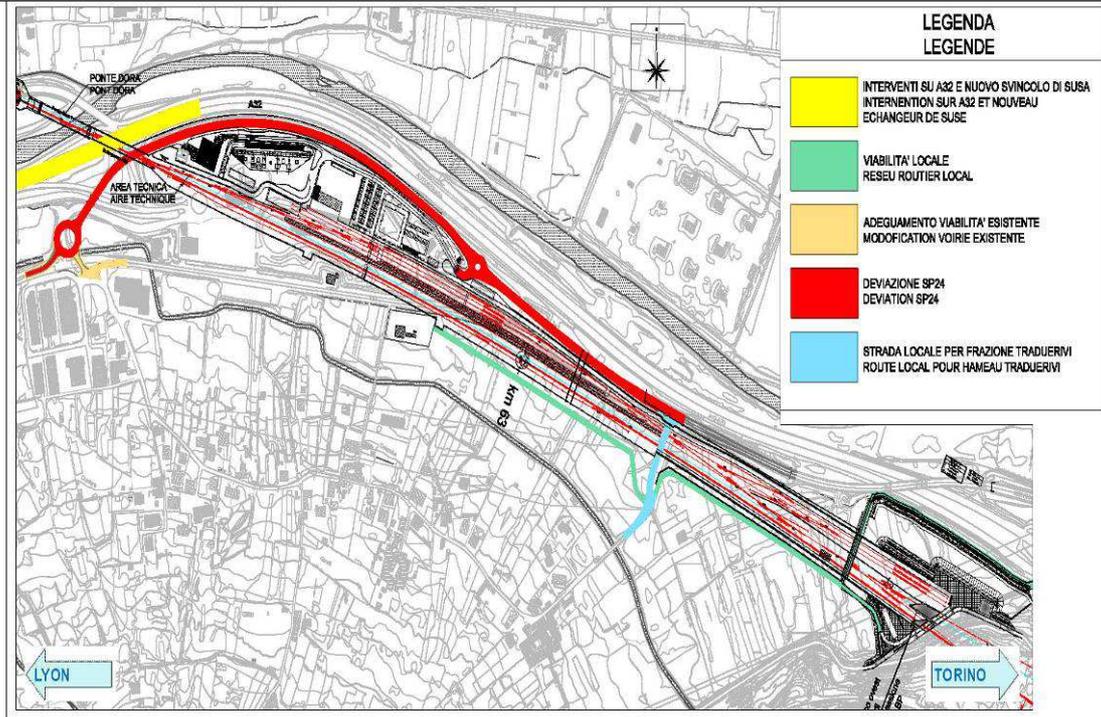


Figura 62 – Planimetria viabilità zona area tecnica di Susa

6.7.5 Strada Provinciale 24

6.7.5.1 Infrastruttura stradale

La Strada provinciale 024 (Ex S.S.24) interferisce con l'Area Tecnica della NLTL nel tratto a sud dell'attuale sovrappasso sulla A32 (Viadotto Cattero), in corrispondenza della frazione Traduerivi e del Centro Guida Sicura – Motor Oasi gestito da CONSEPI.

L'attuale sede stradale deve quindi essere spostata. Seguendo la raccomandazione dell'Osservatorio, della Provincia di Torino e del Comune di Susa, di compattare il più possibile l'occupazione dell'Area Tecnica e della viabilità pubblica da spostare per poter realizzare l'Area Tecnica stessa, si è individuato un corridoio a sud dell'Autostrada A32 ed a nord dell'Area Tecnica su cui ubicare la deviazione della S.P. 24. Tra Autostrada ed Area Tecnica, su richiesta di SITAF, è stata lasciata una fascia della larghezza di alcuni metri che ha lo scopo di:

- essere una zona libera per il passaggio di mezzi manutentivi;
- permettere l'eventuale posa di cavi o condotti in fregio all'autostrada;
- lasciare lo spazio per la deformazione delle barriere di sicurezza, sia dell'A32, sia della S.P.24, in caso di incidente su queste sedi stradali.

La nuova viabilità in variante incrocia la NLTL alla PK 62+230 e si sviluppa per circa 1500 m a partire dalla rotonda già prevista dalla Provincia di Torino (nei pressi della zona di attuale ingresso all'Autoporto dalla SP024 alla rampa sud del sovrappasso Cattero sulla A32).

La suddetta rotonda, analogamente al previsto intervento della Provincia di Torino, comprende la riorganizzazione della viabilità locale di accesso alla zona produttiva in località Blangetti-Traduerivi, all'abitato di Traduerivi lato ovest ed al tratto di sedime della SP024 mantenuto e declassato a viabilità locale.

Dalla rotonda la nuova strada raggiunge con una rampa la quota dell'autostrada poco prima del sovrappasso sulla NLTL, quindi rimane in rilevato in affiancamento all'Autostrada fino al viadotto Cattero.

Nel primo tratto di affiancamento, è previsto l'inserimento tra A32 e SP024 della rampa di ingresso direzione Torino a servizio dell'Area Industriale NLTL.

Nel tratto di affiancamento sono inoltre previsti: una rotatoria che permette, oltre a rallentare la velocità di percorrenza della strada, un comodo e sicuro accesso all'Area Tecnica e di Sicurezza ed il nuovo incrocio a raso con corsia di accumulo per mantenere l'esistente accesso alla Borgata Traduerivi.

Per la realizzazione della variante alla SP024 con mantenimento dell'esercizio nel Progetto Definitivo approvato era prevista una doppia fase di viabilità provvisoria in corrispondenza del nuovo sottopasso alla NLTL per l'accesso est a Traduerivi.

Nella revisione delle fasi costruttive si è cercato di operare delle scelte che consentissero una migliore gestione della sicurezza delle aree di cantiere e, vista la concomitanza tra i lavori sulla SP024 e la realizzazione dell'imbocco ovest del Tunnel di Interconnessione, di realizzare un collegamento indipendente tra lo stesso e l'area dell'attuale Autoporto e la A32.

Si è cercato quindi di:

- realizzare in una unica fase lo spostamento delle SP24 sulla viabilità temporanea;
- ricavare un collegamento tra imbocco TDI e area Autoporto non interferente con la viabilità ordinaria, utilizzando le opere già in progetto;
- procrastinare il più possibile lo spostamento della SP024 tra la A32 e l'area di cantiere.

La deviazione della SP24 è stata quindi prevista ubicata a sud dell'area di cantiere NLTL, all'interno delle occupazioni già previste nel Progetto Definitivo approvato, e fatta passare, come già nel Progetto Definitivo approvato, al di sopra della nuovo sottopasso per la futura viabilità per Traduerivi.

All'interno del manufatto è stata fatta passare la viabilità di cantiere che, sfruttando il tratto di SP024 dismesso, risulta subito collegabile con l'attuale piazzale dell'Autoporto e con la A32.

Mantenendo la SP024 a sud dell'area di cantiere, lo stesso si può estendere fino alla A32, e comprendere, fin dalla fase iniziale, tutte le aree di lavoro su cui si dovrà intervenire.

6.7.5.2 Sottopasso di cantiere sotto SP 24

A valle della rotatoria prevista dalla Provincia di Torino sulla SP24 nella zona industriale di Traduerivi è prevista la realizzazione del sottopasso per la strada di accesso al cantiere.

Il sottopasso è costituito da uno scatolare di luce 10 m ed altezza 5.40 m, per una lunghezza totale di 13.70 m. La soletta superiore è in c.a. gettata in opera di spessore 100 cm, i muri sono spessi 120 cm e la fondazione è spessa 140 cm. Sulla soletta superiore passa la variante della SP 24.

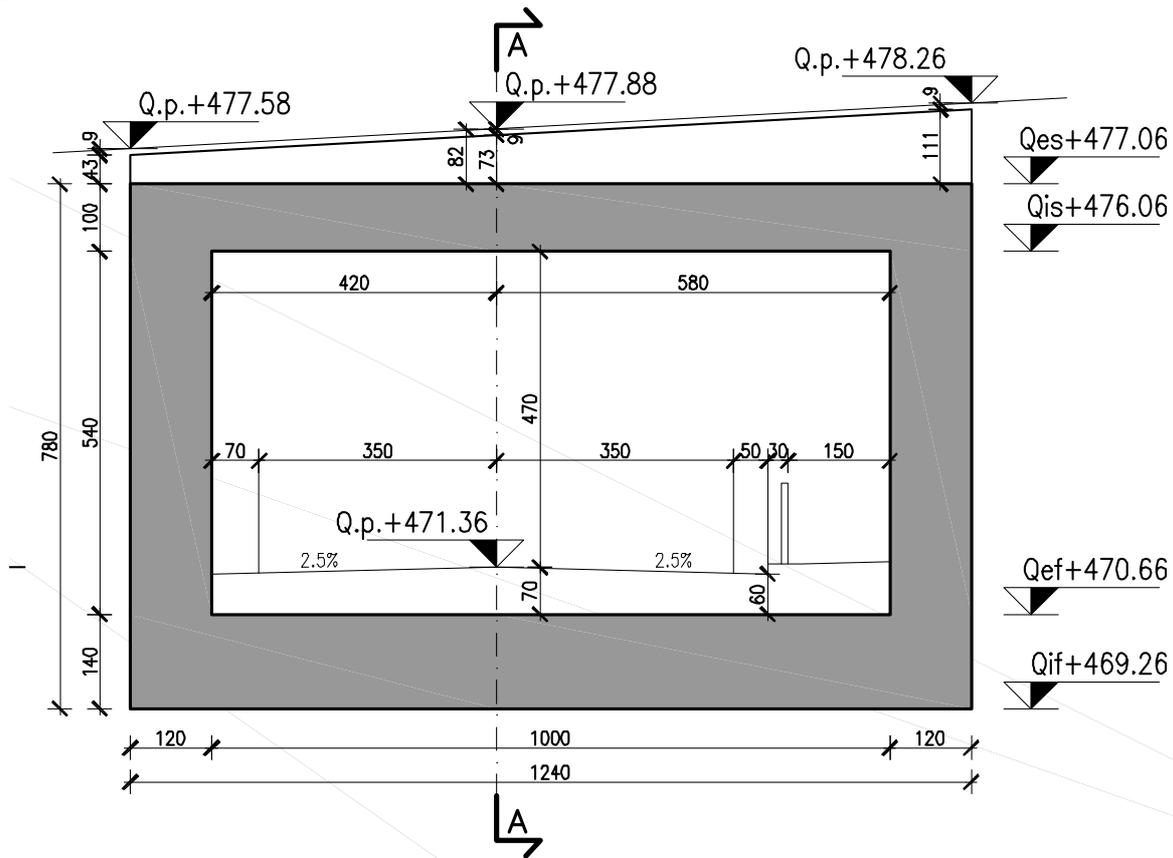


Figura 63 – Sezione trasversale sottopasso di cantiere SP 24

Agli estremi del sottopasso, ad Est e ad Ovest del medesimo sono altresì previsti tratti di muri in c.a. atti al contenimento del terreno adiacente all'intervento.

Per maggiori dettagli si rimanda alle relazioni "PD2-C3A-TS3-1703 Relazione di calcolo sottopasso di cantiere sotto SP 24", "PD2-C3A-TS3-4115 Relazione di calcolo muri a L sottopasso di cantiere sotto Sp024" e "PD2-C3A-TS3-4116 Relazione di calcolo muri a U sottopasso di cantiere sotto SP 24"

6.7.6 Canale Coldimosso

In corrispondenza dell'imbocco ovest del Tunnel di Interconnessione la Linea interferisce con l'esistente canale di alimentazione della centrale idroelettrica di Coldimosso.

Il canale, derivato dalla Dora, ha una portata pari a circa 13 m³/s e, nel tratto in questione, corre a mezza costa a circa 14 m su piano campagna ed è realizzato in pietra con intonacatura in cls.

La quota altimetrica dello scorrevole interferisce con la realizzazione dell'arco di volta del preanello di imbocco in particolare della canna binario pari dell'interconnessione e comunque la posizione del canale non consente la preparazione del fronte di attacco dello scavo in sotterraneo.

Risulta quindi necessario realizzare una leggera deviazione planimetrica del canale, con allontanamento dal versante di circa 15 m e nuovo tracciato su rilevato con attraversamento della NLTL con ponte canale realizzato con struttura scatolare a setti.

Risultando prioritario il contenimento di tempi per la realizzazione delle opere di imbocco del Tunnel di Interconnessione, è prevista la sospensione di esercizio del canale per una durata di

circa 5-6 mesi, necessari per realizzare in contemporanea le opere di imbocco e la sede deviata del canale.

6.8 Opere minori su viabilità locale

6.8.1 Sottopasso Tra Due Rivi

Per consentire il collegamento tra la SP 24 e la Borgata Traduerivi è prevista la realizzazione di un sottopasso della NLTL con sezione scatolare di luce ed altezza variabile. Esso è suddiviso in due tratti:

- Tratto 1 : luce variabile da 22.83 a 12.5 m, altezza 7.6 m per una lunghezza totale di 27.68 m
- Tratto 2 : luce 12.50 m e altezza 6.55 m per una lunghezza totale di 19.67 m

La soletta superiore ha lo spessore pari a 140 cm nel Tratto 1 e 120 cm nel Tratto 2. I muri hanno lo spessore pari a 140 cm nel Tratto 1 e 120 cm nel Tratto 2, con fondazioni, di spessore 160 cm e 140 cm rispettivamente.

A Sud del sottopasso sono previsti altresì tratti di muri in c.a..

Per maggiori dettagli si rimanda alle relazioni “PD2-C3A-TS3-1734 Relazione di calcolo sottopasso Traduerivi”, “PD2-C3A-TS3-1736 Relazione di calcolo muri a L viabilità Traduerivi” e “PD2-C3A-TS3-1737 Relazione di calcolo muri a U viabilità Traduerivi”.

6.8.2 Sovrappasso Coldimosso

Per consentire la realizzazione della rotatoria prevista dalla Provincia di Torino sulla SP 24 nella zona industriale di Traduerivi e di un nuovo ramo della viabilità locale per l'accesso al cantiere dell'Area Tecnica in fase iniziale, è prevista la realizzazione di due opere di scavalco del canale Coldimosso esistente.

Le due opere presentano caratteristiche uguali per quanto riguarda la luce netta pari a 9 m; la struttura è un telaio in c.a. composta da soletta dello spessore 60 cm e da ritti costituenti le spalle di spessore 90 cm; le fondazioni sono su micropali.

La larghezza è di 5 m per il sovrappasso nei pressi della rotatoria e di 10 m per quello necessario alla realizzazione del ramo di viabilità locale.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione “PD2-C3A-TS3-1739 Relazione di calcolo sovrappasso Coldimosso”.

6.8.3 Sottopasso per la fauna

Al Km 63+100 della NLTL è prevista la realizzazione di un manufatto per il passaggio della fauna di larghezza pari a 10 m, suddiviso in due tratti: quello al di sotto della deviazione della S.P. 24 e quello al di sotto dei binari della NLTL ed ai binari di manutenzione dell'Area Tecnica.

Il primo tratto ha altezza di 4.7 m per una lunghezza di circa 16 m, il secondo tratto ha altezza variabile da 7.0 m a 6.2 m per una lunghezza di 65 m circa.

La soletta superiore è in c.a. gettata in opera spessa 100/120 cm, i muri sono spessi 120 cm, la fondazione ha spessore di 140 cm.

Al termine del sottopasso sul lato Nord sono previsti altresì tratti di muri in c.a. con altezza variabile.

Per maggiori dettagli si rimanda alle relazioni “PD2-C3A-TS3-1840 Relazione di calcolo sottopasso faunistico” e “PD2-C3A-TS3-1841 Relazione di calcolo muri sottopasso faunistico”.

6.9 Canali di raccolta delle acque della Piana di Susa

L'interferenza della nuova opera ferroviaria con il reticolo esistente di raccolta delle acque comporta la necessità di regimare le acque del bacino denominato della cascina Vazone, adeguare il riassetto del sistema irriguo e di smaltimento esistente, del quale si deve tenere conto, e la necessità di scaricare le acque di drenaggio del Tunnel di Base recapitandole in Dora.

La rete superficiale progettata, oltre a raccogliere le acque bianche provenienti dalle suddette opere, permette il deflusso delle acque di piattaforma ferroviaria a valle del sistema di trattamento e funge infine da canale di raccolta delle acque a tergo del futuro rilevato arginale della Fascia B di progetto del PAI, che, provenienti dal versante sinistro della valle, altrimenti non troverebbero sfogo in Dora.

Il sistema è costituito da:

- un canale collettore che partendo a monte della Stazione Internazionale di Susa raccoglie le acque dell'impluvio della Cascina Vazone e quelle drenate del Tunnel di Base; esso ha le seguenti caratteristiche principali:
 - tubazione in cls diam. 1500 mm, lunghezza 260 m e pendenza 0.65%;
 - scatolare in c.a. 3,00x2,00 m, lunghezza 1375 m e pendenza 0.47%; ad andamento poligonale sino al recapito nella Dora; sono presenti pozzetti di ispezione ad ogni vertice della poligonale.
- Collettore per lo smaltimento delle acque delle piattaforme stradali dei sottopassi di via Montello e della SS25 costituito da una tubazione in cls diametro 1200 mm, lunghezza 1150 m e pendenza 0.1%; ad andamento poligonale (pressoché parallelo allo scatolare); sono presenti pozzetti di ispezione ad ogni vertice della poligonale. Il recapito delle acque avviene nello scatolare previo impianto di disoleazione.
- Fossi di scolo con rivestimento in cls o in lastre prefabbricate e piccoli canali in c.a. completano il sistema di raccolta e smaltimento delle acque.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione “PD2-C3A-TS3-1857 Canale di scolo delle acque della Piana di Susa - Relazione idraulica”.

6.10 Le interferenze

Nella Piana di Susa il tracciato si sviluppa a cielo aperto, in una zona già densamente infrastrutturata, pertanto si possono individuare numerose interferenze con edifici, infrastrutture e canali.

In tutta l'area del progetto e particolarmente nelle zone all'aperto è stata eseguita un'attenta ricognizione delle interferenze con la rete viaria, con la rete irrigua e di scolo delle acque e con i sotto-sopra servizi.

E' stato preso contatto con tutti i gestori/proprietari dei sotto-sopra servizi al fine di verificare le possibili interferenze e di individuare le ipotesi di risoluzione. Il risultato di tale attività, articolato nelle varie aree geografiche del progetto e suddiviso per tipologia (acquedotti e

fognature, gas, linee elettriche, linee telefoniche, canali irrigui e varie) è raccolto negli specifici dossier “Interferenze”.

Nel seguito si richiamano le principali interferenze:

Tra la pk 61+460 e la pk 61+600 il tracciato interferisce con la viabilità locale (Via Montello), la linea ferroviaria Susa-Torino e la SS25. Tali interferenze vengono risolte rialzando in sede la linea storica (in modo da garantire sulla Linea Nuova il franco di 7,20 m), mentre la SS25 subisce una modifica sia altimetrica, sia planimetrica per l’inserimento della nuova Stazione Internazionale e la modifica complessiva della viabilità, sottopassando la NLTL.

Dopo lo scavalco della Dora Riparia, risolto con la realizzazione di un Ponte ad arco superiore la Linea Nuova sottopassa l’autostrada A32, che sarà rialzata in sede di circa 1,20 m.

Nella zona della Area Tecnica e di Sicurezza il nuovo tracciato interferisce con l’autoporto di Susa, con il Centro di Comando e Controllo di SITAF e con il Centro di Guida Sicura CONSEPI, che dovranno essere rilocalizzati.

Alla pk 62+230 circa si individua l’interferenza con la SP24, che verrà deviata planoaltimetricamente inserendola tra Area Tecnica ed Autostrada A32 fino allo scavalco esistente della A32 che verrà mantenuto inalterato.

Poco prima dell’imbocco del Tunnel dell’Interconnessione esiste una linea elettrica di Alta Tensione di proprietà di RFI che attraversa tutta l’ Area Tecnica. Tale linea sarà portata in cavo sotto il rilevato ferroviario.

Nella zona dell’Area tecnica e di Sicurezza e della zona della deviazione della SP 24, le nuove infrastrutture interferiscono con il Canale agricolo Bealera Grande del Consorzio dell’Inverso di Bussoleno, che verrà opportunamente deviato.

In corrispondenza del portale del Tunnel dell’Interconnessione la Linea interferisce con l’esistente canale della centrale idroelettrica di Coldimosso, che subirà una piccola deviazione per essere sottopassato della NLTL con una breve interruzione dell’esercizio.

Nella Piana di Bussoleno l’interferenza principale è costituita dallo scavalco della SP 24 da parte dell’interconnessione risolta con la realizzazione di un manufatto in c.a. realizzato per fasi.

6.11 Agriparco

Nel Progetto Preliminare, anche su indicazione della Carta Architettonica e del Paesaggio è previsto un parco fluviale lungo la Dora Riparia nella Piana di Susa in tutta la zona della parte all’aperto della linea NLTL. Anche a seguito di incontri con le associazioni dei Coltivatori Diretti, di concerto con gli Enti locali, nel Progetto Definitivo si è studiato, in luogo del parco fluviale, un « Agriparco » che permetta diverse tipologie di paesaggio e di colture.

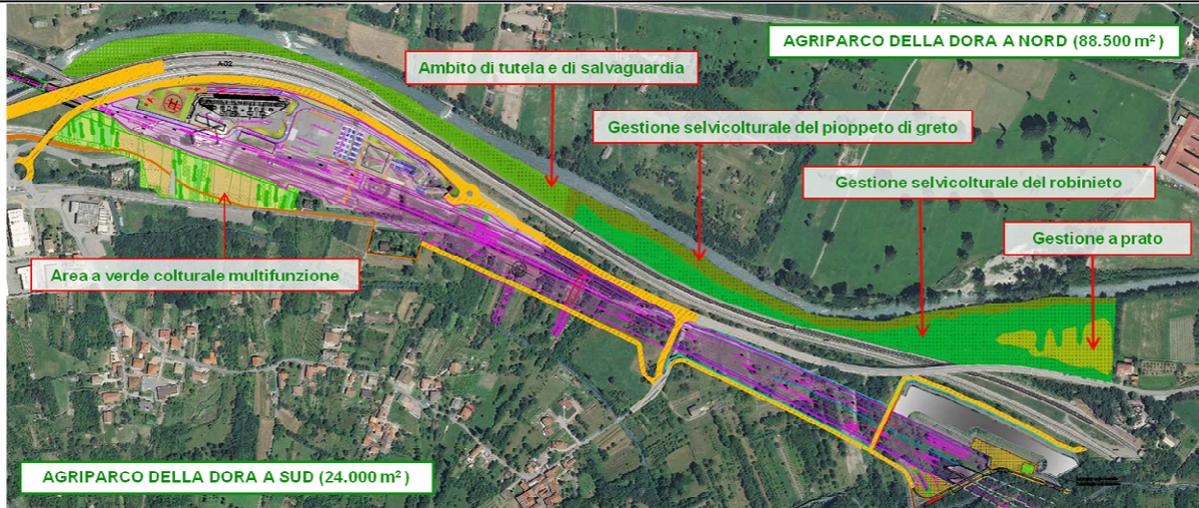


Figura 64 – Planimetria agriparco

L'Agriparco è suddiviso in due zone: Agriparco Nord lungo la sponda in destra Dora tra questa e l'autostrada A32 e Agriparco Sud nella zona dell'attuale autoporto di Susa nei pressi del nuovo ponte sulla Dora che non verrà occupata dalle nuove infrastrutture ferroviarie.

Nello spirito della Territorializzazione del progetto, rispettando anche le prescrizioni del CIPE e le sollecitazioni dell'Osservatorio Tecnico Torino Lione e del Comune di Susa, la realizzazione dell'Agriparco avverrà nelle primissime fasi di costruzione della nuova infrastruttura, in modo da utilizzare l'Agriparco anche come schermatura dell'Area Industriale dell'Autoporto di Susa.

Nell'Agriparco a Nord dell'Area Tecnica di Susa sono previsti interventi di riqualificazione degli spazi aperti orientati alla costituzione di un "verde produttivo" secondo cui le superfici, destinate, in modo prioritario alla produzione agricola, assumono anche una specifica valenza sotto il profilo paesaggistico ed ecosistemico.

Per la fascia perifluviale si prevedono interventi diversificati che comprendono:

- Gestione selvicolturale per la riqualificazione del pioppeto di greto e dei robinieti;
- Nuovi impianti arboreo-arbustivi nelle aree intercluse;
- Realizzazione di aree umide;
- Gestione delle superfici inerbite con la pratica del pascolo e dello sfalcio;
- Interventi per l'incremento della biodiversità faunistica attraverso la costituzione di microhabitat.

Nell'area Sud si prevedono invece interventi agronomici volti a ricostituire le caratteristiche chimico-fisiche e biologiche di suoli oggi coperti dall'asfaltato dell'autoporto.

Entrando nel dettaglio della progettazione, sulle tre superfici destinate ad ospitare gli "orti urbani" si prevede di piantumare alcune siepi arbustive frangivento che, in futuro, possono fungere anche da delimitazione di proprietà. Per la realizzazione di tali siepi si prevede l'utilizzo di alcuni moduli tipologici arbustivi di larghezza pari a 3 m e con differenti lunghezze che, disposti in maniera alternata, conferiranno alle formazioni lineari una suggestione di "codice a barre", riprendendo in tal modo il tema architettonico ricorrente nel Fabbricato Uffici e nella recinzione a Sud dell'Area Tecnica.

Per maggiori informazioni si rimanda al documento "PD2-C3C-TS3-0206 Relazione tecnico descrittiva degli interventi connessi all'Agriparco della Dora" e ai documenti in essa citati.

6.12 Sistemazioni a verde

Gli interventi di mitigazione ambientale proposti sono stati progettati in funzione di diverse problematiche ambientali, paesaggistiche e tecniche, che insieme costituiscono un punto di partenza imprescindibile ad un corretto approccio metodologico. Il progetto di opere di mitigazione ambientale, infatti, ha l'obiettivo principale di rendere meno conflittuale il rapporto tra l'opera in costruzione ed il contesto territoriale in cui essa s'inserisce, prendendo in considerazione diversi aspetti che sarebbe limitante considerare in maniera singola ed univoca, al di fuori di una visione sistemica degli stessi.

Gli interventi proposti sono stati definiti considerando, quindi, i seguenti punti chiave:

- Rispetto della situazione naturalistica e paesaggistica del territorio;
- Mantenimento e riqualificazione delle componenti paesaggistiche presenti;
- Cura nella scelta delle specie vegetali da impiantare nel rispetto del contesto paesaggistico e naturalistico del territorio; tutte le specie utilizzate, come da richiesta CIPE, sono prettamente autoctone ed adatte al contesto ambientale in cui vengono inserite;
- Contenimento dei livelli di intrusione visiva;
- Miglioramenti dal punto di vista faunistico ottenuto progettando alcuni interventi ad hoc quali le aree umide.

In definitiva, gli interventi di mitigazione proposti sono il risultato della necessità di minimizzare l'impatto dell'opera, ma allo stesso tempo sono stati considerati come un'occasione per intervenire alla riqualificazione di alcuni ambiti territoriali degradati o caratterizzati da frammentazione. Essi sono pertanto volti a "ricucire" la continuità paesaggistica intaccata dalle attività antropiche tramite un "restauro paesaggistico ed ambientale delle colture erbacee, arbustive ed arboree".

Per rispondere anche alle prescrizioni del CIPE e alle sollecitazioni dell'Osservatorio Tecnico Torino Lione e del Comune di Susa, alcuni interventi paesaggistico ambientali verranno anticipati già nelle primissime fasi di costruzione ad esempio realizzando, con lo scotico proveniente dalle aree di cantiere, delle dune in terra di altezza di circa 3 m a sezione trapezia lungo gran parte delle recinzioni dei cantieri e dell'area industriale di Susa.

La descrizione delle opere di interventi di mitigazione e ripristino ambientale sono contenute nella relazione "PD2-C3C-TS3-0171" e nei documenti in essa citati.

Entrando nel merito delle singole sistemazioni, relativamente all'area della Piana di Susa, gli interventi si possono così sintetizzare:

Imbocco Est del Tunnel di Base. Nella zona più prossima al versante si prevede la piantumazione di specie arboree arbustive in modo da collegare la sistemazione a verde con la copertura a "sedum" posta sulla galleria artificiale con la vegetazione esistente sul versante non interferita dal cantiere.

La galleria artificiale è ricoperta da un tetto verde estensivo realizzato con l'uso di pannelli vegetati con una miscela di "sedum".

A completamento dell'intervento si prevede la messa in opera di una sistemazione di ingegneria naturalistica consistente in una grata viva in legname sulla scarpata della

sovrastante montagna in modo da conseguire anche una stabilizzazione della scarpata permettendone il rinverdimento e di conseguenza un corretto inserimento dell'opera sul territorio.

Intervento presso l'area di Susa Ovest. L'intervento si compone di una stretta fascia a verde che corre lungo il muro di delimitazione della NLTL dalla parte della borgata Braida a partire dalla piazzola di sicurezza e fino a via Montello.

Interventi presso l'Area di Susa Est. La sistemazione è suddivisa in quattro aree, due a sud e due a nord della nuova ferrovia in cui si prevede l'inerbimento e la realizzazione di moduli arbustivi con la suggestione dei "codici a barre" disposti in maniera alternata a formare siepi caratterizzate da giochi di colore e da altezze sfalsate.

Interventi presso il sottopasso faunistico. L'intervento è mirato a creare condizioni ecologiche favorevoli all'utilizzo del sottopasso stesso da parte della fauna. Pertanto si prevede la creazione di un'area umida di circa 1000 m², l'inerbimento dell'area, il posizionamento di moduli arbustivi e la realizzazione di una barriera artificiale che direzioni il transito degli anfibi verso zone sicure.

Interventi presso il Ponte sulla Dora. Gli interventi riguardano l'area rimaneggiata dai lavori per la costruzione dell'opera d'arte e dell'argine limitrofo. Poiché la zona ricade all'interno della fascia B del PAI non sono possibili la messa a dimora di arbusti o piante ma si è prevista una semplice sistemazione a verde onde evitare ostacoli al deflusso delle acque. Si prevede anche la realizzazione di un'area umida di circa 1500 m² a fini faunistici e l'inerbimento del nuovo argine a protezione dell'abitato di S. Giuliano.

Interventi presso l' Area Tecnica e di Sicurezza di Susa. Gli interventi riguardano diversi ambiti:

- Fascia arbustiva a copertura del muro a nord dell' area di pertinenza ferroviaria. Il suo scopo è quello di mitigare l'impatto paesaggistico della linea nei confronti degli automobilisti transitanti sulla SP 24 e sull'autostrada A 32.
- Fascia arbustiva a copertura del muro a sud dell'Area Tecnica. Il suo scopo è quello di mitigare l'impatto paesaggistico del muro in particolare nei confronti delle due proprietà private limitrofe all'Area Tecnica, per salvaguardare le quali il progetto Definitivo dell'infrastruttura nella Piana di Susa è stato rototraslato rispetto al Progetto preliminare.
Questa fascia è il naturale completamento dell'Agriparco Sud.
- Aiuole interne all'Area Tecnica. Queste aiuole, che dividono spazi adibiti a diverse funzioni nell'Area Tecnica, sono inerbite ed in qualche caso anche piantumate ad arbusti.
- Muri di sostegno dell'elisupeficie. L'intervento a verde consiste nella messa a dimora di piante rampicanti al fine di ricoprire i muri.
- Fascia esterna a nord dell'Area Tecnica compresa tra la deviazione della SP 24 e l'Autostrada A32. Nella fascia compresa tra le due infrastrutture viarie l'intervento consiste in semplice inerbimento di tutta la fascia.

Imbocco Ovest del Tunnel di Interconnessione. L'intervento di mitigazione e recupero ambientale dell'area interessata dall'Imbocco Ovest del Tunnel di Interconnessione è stato

sviluppato con l'intento di ricucire l'intervento antropico con il paesaggio circostante, rispettando quello attualmente presente.

Esso è suddiviso in tre principali aree:

- Intervento a verde, mediante inerbimento e utilizzo di moduli arborei ed arbustivi, sull'area di versante, sovrastante il portale della galleria interessata;
- Copertura della galleria artificiale con la posa di un tetto verde estensivo di pronto effetto realizzato mediante l'uso di pannelli vegetati con una miscela di *Sedum* sp.;
- Intervento a verde sulle superfici in scarpata o in piano limitrofe al piazzale di servizio posto a lato dell'imbocco della galleria.

7. Tunnel di Interconnessione

7.1 Imbocco lato Susa

Per i dettagli si veda il documento “PD2_C3A_4600_65-10-00_10-01_Relazione illustrativa Tunnel dell’Interconnessione di Susa”.

L’imbocco Ovest del tunnel di Interconnessione (TdI) si trova nel comune di Susa; in zona Traduerivi. Si colloca in una zona compresa tra l’attuale Strada Statale n. 24 a Nord e il binario dispari della linea ferroviaria storica posto circa 150 m più a sud dall’asse del binario pari della Nuova Linea Ferroviaria. Il versante dove saranno realizzati gli scavi di sbancamento per la costruzione delle gallerie artificiali è attraversato dal canale idroelettrico Coldimosso a servizio della centrale idroelettrica omonima.

La zona all'aperto della piana di Susa termina all'ingresso della linea nel tunnel dell’Interconnessione che è predisposto anche per divenire in futuro l’ingresso del Tunnel dell’Orsiera. L’imbocco della galleria si trova alla pk 63+807 BP.

La lunghezza della galleria artificiale sul binario pari e di quella sul binario dispari sono diverse in quanto i portali in sotterraneo sui due binari vengono sfalsati per minimizzare l'altezza degli scavi e l’impatto visivo durante i lavori. Il portale sotterraneo del binario dispari è più avanzato rispetto a quello del binario pari.

Anche verso l'esterno la galleria artificiale ha i portali sfalsati per evitare il ricircolo dei fumi tra le due canne in caso di incendio in una di esse.

La galleria artificiale è definita secondo i criteri di inserimento paesaggistico utilizzati anche per il Tunnel di Base.



Figura 65 – Imbocco lato Susa del Tunnel dell'Interconnessione

All’uscita del portale il corpo ferroviario si sviluppa in rilevato. Sul lato del binario dispari si trova un muro di sostegno di lunghezza circa 200 m, necessario a sostenere il rilevato dei tronchini di manovra dell’Area tecnica e di sicurezza che presentano pendenza longitudinale del 2‰. I binari di corsa presentano pendenza più elevata (12,5‰ circa) in quanto devono sottopassare il Canale Coldimosso in corrispondenza della zona di imbocco.

Il Canale Coldimosso è un canale artificiale che ha origine dalla Dora a Susa e convoglia le acque all’impianto idroelettrico di Coldimosso posto a valle della Interconnessione. La portata massima del canale è di 12 m³/s. Nel tratto interferito corre a mezza costa a circa 13 m al di

sopra del piano campagna. L'interferenza viene risolta deviando localmente il canale su una lunghezza di circa 280 m.

Il passaggio sulla NLTL è realizzato con un manufatto in c.a. che sostiene sia la nuova sede del canale sia la viabilità di collegamento del piazzale di imbocco. Il manufatto ha una lunghezza di 73 m e mantiene invariata l'attuale livelletta. La viabilità prima descritta scavalca il portale, per permettere l'accesso al piazzale del fabbricato antincendio posto a nord oltre la NLTL e, in caso di sversamento del canale, evita che l'acqua possa allagare la sottostante ferrovia e il tunnel dell'Interconnessione.

Il manufatto del Canale all'imbocco del Tunnel dell'Interconnessione è un'opera complessa formata da uno scatolare costituito da una soletta piena in c.a. di spessore 40 cm, retta da tre travi rialzate a formare la sezione del canale, di larghezza pari a 5m e la sezione stradale adiacente costituita da una carreggiata larga 3.4 m e due marciapiedi laterali larghi 0.8 e 0.8 m.

L'impalcato risulta incastrato in corrispondenza dei setti delle spalle e del setto centrale. Esso presenta 4 campate di lunghezza (misurata in asse al canale) pari a $17.05 + 22.06 + 21.38 + 12.51 = 73$ metri. La pendenza longitudinale è pari a 0.15 %.

I due setti di estremità sono spessi 100 cm, i tre setti intermedi sono spessi 100 cm e sono disposti in pianta con un angolo medio di circa 57° rispetto alla linea ferroviaria. La fondazione, spessa 120 cm, è realizzata come piastra continua.

Per maggiori dettagli si rimanda ai documenti “PD2-C3A-TS3-4677 Deviazione canale Coldimosso – Relazione di calcolo ponte canale” e “PD2-C3A-TS3-4677 Deviazione canale Coldimosso – Relazione muri di accesso al ponte canale”.

Il piazzale del fabbricato antincendio ha un'area di circa 2400 m^2 ed è posto alla quota di 470 m s.l.m. Il fabbricato antincendio è un edificio ad un piano fuori terra in cemento armato.

La fondazione è costituita da una platea di spessore 50 cm, le strutture verticali consistono in muri e pilastri in cemento armato realizzati in opera ed il solaio è una soletta piena in c.a. di spessore 35 cm.

Per maggiori dettagli si rimanda al documento “PD2-C3A-TS3-4637 Fabbricato all'imbocco – Relazione di calcolo”.

Accostato al portale lato binario dispari si trova l'edificio tecnico contenente la vasca antincendio ed i relativi locali di pompaggio, a servizio del Tunnel dell'Interconnessione. L'accesso a questi locali tecnici ed alla zona di imbocco è garantito da una strada di nuova realizzazione a nord della linea, che si ricollega alla viabilità di servizio dell' Area Tecnica.

si ha in corrispondenza del portale di ingresso con una larghezza di circa 16.30 m, la massima in corrispondenza dell'imbocco in naturale con larghezza di 19.93 m.

Si riportano qui di seguito le sezioni tipologiche della galleria artificiale del binario dispari con indicate le dimensioni.

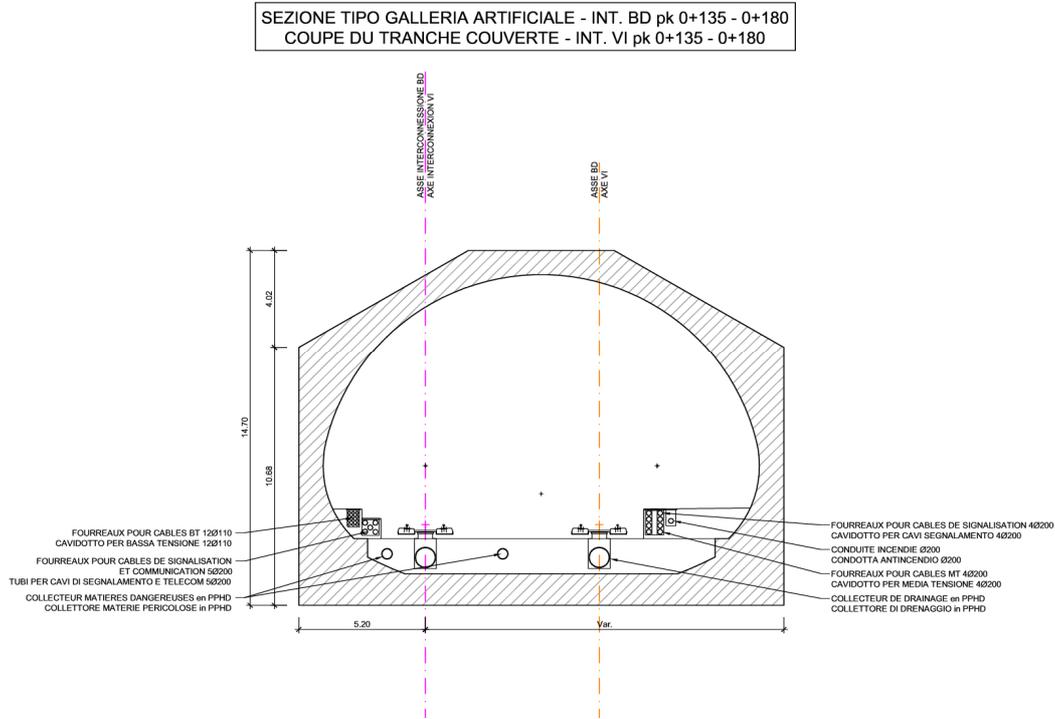


Figura 67 – Sezione galleria artificiale BD

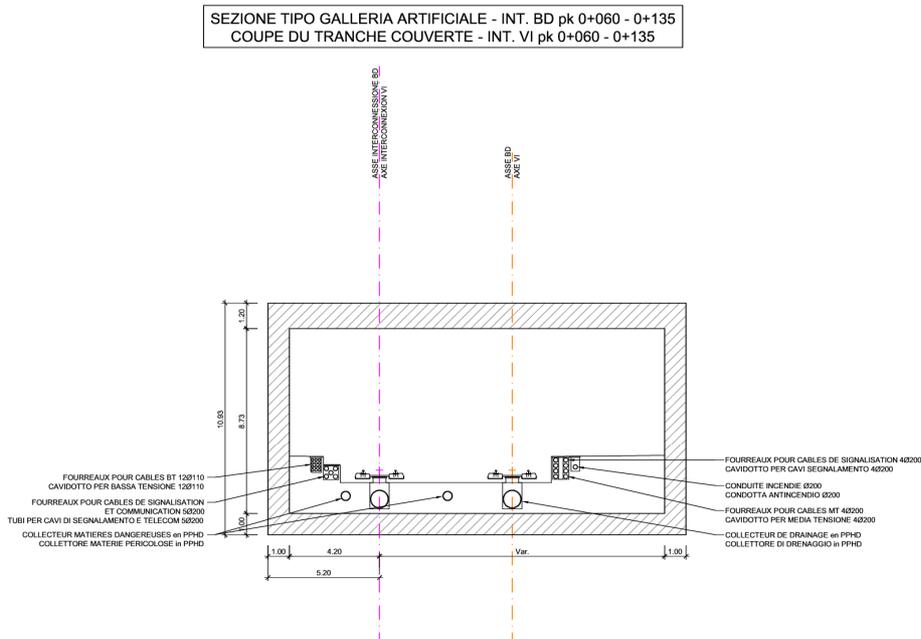


Figura 68 – Sezione galleria scatolare BD

La galleria artificiale del binario pari inizia in corrispondenza della pk 63+805 del binario pari della Nuova Linea Torino Lione e prosegue fino alla pk 63+880. Il tratto è suddiviso in due parti: un primo tratto di lunghezza 50 m con inclusa la struttura di ponte canale a sezione interna rettangolare, la seconda parte di innesto nel camerone naturale a sezione semicircolare per consentire la continuità del cassero in uscita con lunghezza di 25 m.

La larghezza della sezione è variabile per garantire la sagoma minima richiesta in funzione dell'allargamento tra il binario pari della linea nuova e quello di collegamento. La larghezza massima si ha in corrispondenza del portale d'imbocco con circa 16.28 m misurati esternamente.

In corrispondenza dell'imbocco della galleria naturale la larghezza si riduce a 14.9 m.

Si riportano qui di seguito le sezioni tipologiche della galleria artificiale del binario pari con indicate le dimensioni.

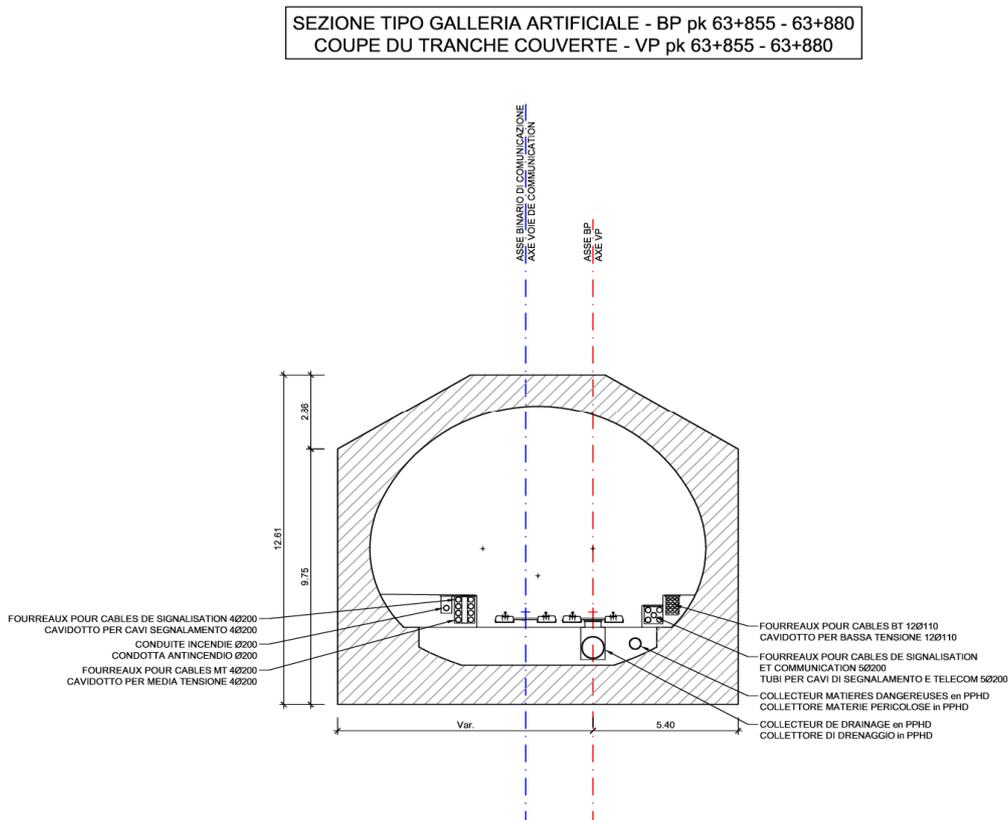


Figura 69 – Sezione galleria artificiale BP

SEZIONE TIPO GALLERIA ARTIFICIALE - BP pk 63+805 - 63+855
 COUPE DU TRANCHE COUVERTE - VP pk 63+805 - 63+855

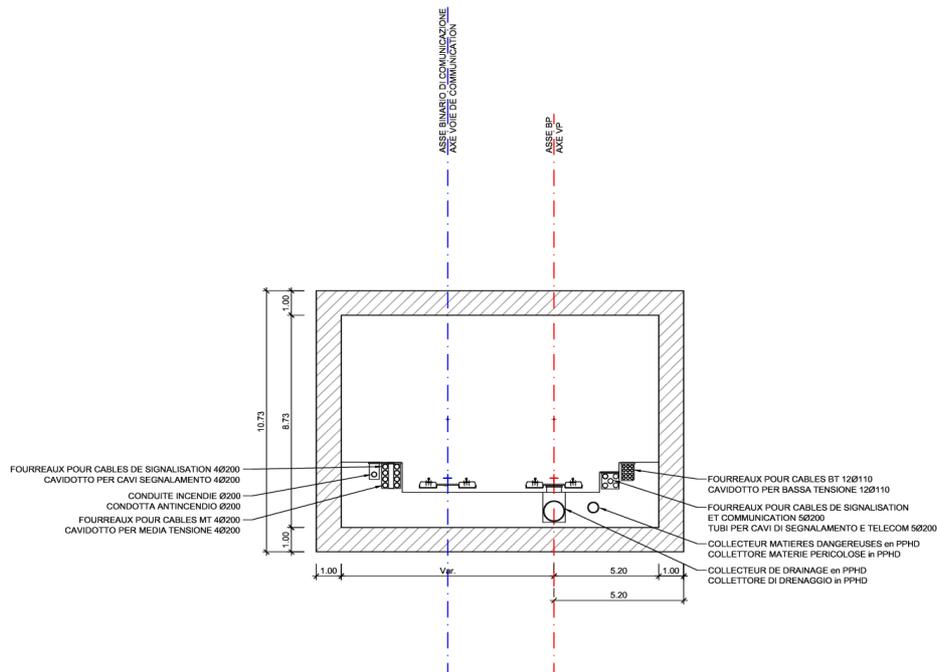


Figura 70 – Sezione galleria scatolare BP

Si riassume nella tabella sottostante la geometria degli imbocchi.

	LUNGHEZZA TRATTI GALLERIE ARTIFICIALI						Lunghezza [m]
	G. ARTIFICIALE RETTANGOLARE			G. ARTIFICIALE SEMICIRCOLARE			
	Pk inizio [km]	Pk fine [km]	Lunghezza [m]	Pk inizio [km]	Pk fine [km]	Lunghezza [m]	
IMBOCCO DISPARI	0+060 INT	0+135 INT	75	0+135 INT	0+180	45	120
IMBOCCO PARI	63+805 LN	63+855 LN	50	63+855 LN	63+880 LN	25	75

Tabella 3 – Lunghezza gallerie artificiali

Nella configurazione finale il tratto di gallerie artificiali comprese tra l'imbocco in naturale e la struttura del ponte canale verrà completamente ritombato e risistemato a verde, la pendenza delle scarpate avrà un rapporto tra il verticale e l'orizzontale compreso tra 1:3 e 2:3 in modo da non prevedere ulteriori interventi per la stabilità del versante. Sarà ripristinato un sentiero pedonale esistente che sale sul versante dal lato esterno del binario pari della nuova linea ferroviaria. Il nuovo sentiero, nel tratto di attraversamento al di sopra della zona d'imbocco, costeggerà il ponte-canale e il suo tratto risistemato.

Le acque di ruscellamento sul pendio, nonostante la pendenza sufficientemente dolce del versante risistemato, saranno convogliate all'interno di due fossi di guardia in terra rivestiti con materiali geosintetici mimetici.

Un fosso sarà sistemato al piede della zona d'intervento a costeggiare il nuovo sentiero pedonale, l'altro sarà posto più a monte rispetto ai limiti di sbancamento e verrà preparato prima dell'inizio dei lavori di scavo in modo da essere subito operativo.

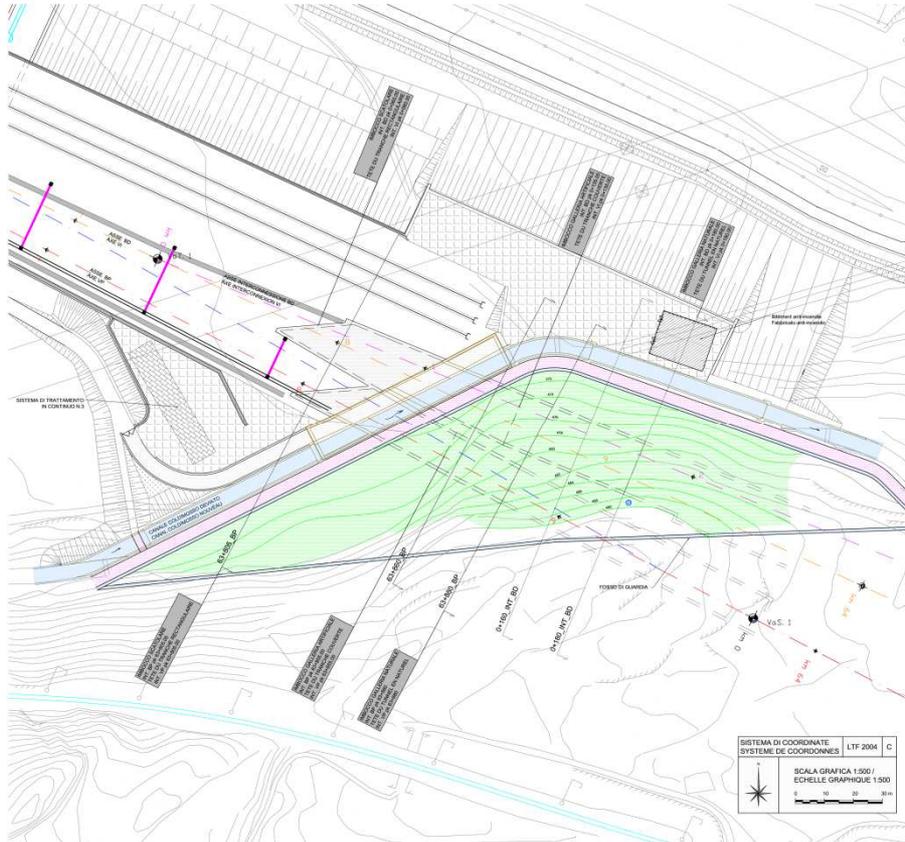


Figura 71 – Planimetria sistemazione finale

7.2 Tratta in sotterraneo

Per i dettagli si veda la relazione PD2_C3A_4700_65-00-00_10-01_Relazione illustrativa Tunnel dell' Interconnessione.

7.2.1 Tracciato

Il tracciato delle gallerie del TdI è stato definito a partire dagli innesti alla NLTL ed alla Linea Storica, in modo da ottimizzare le pendenze ed evitare le interferenze con le gallerie esistenti (autostradale “Prapontin” e ferroviaria “Tanze”) e quelle della NLTL che saranno realizzate in una fase successiva (Tunnel dell’Orsiera).

Di conseguenza sono state definite due gallerie non parallele quasi totalmente in curva, di circa 2 km di lunghezza e con pendenze e raggio di curvatura variabili. La galleria del binario pari è leggermente più lunga, in quanto esterna e con un salto di montone per lo scavalco della futura galleria dell’Orsiera.

Le sezioni tipo e le soluzioni tecniche per l'impermeabilizzazione sono analoghe a quelle descritte per il tunnel di base. Va ricordato che in quest'opera, essendo le pressioni di falda previste inferiori a 10 bar, le gallerie sono state totalmente impermeabilizzate.

Fanno inoltre parte del progetto del TdI i rami di collegamento tra le gallerie e i cameroni di smontaggio delle frese da utilizzarsi in seconda fase per la realizzazione del tunnel dell'Orsiera.

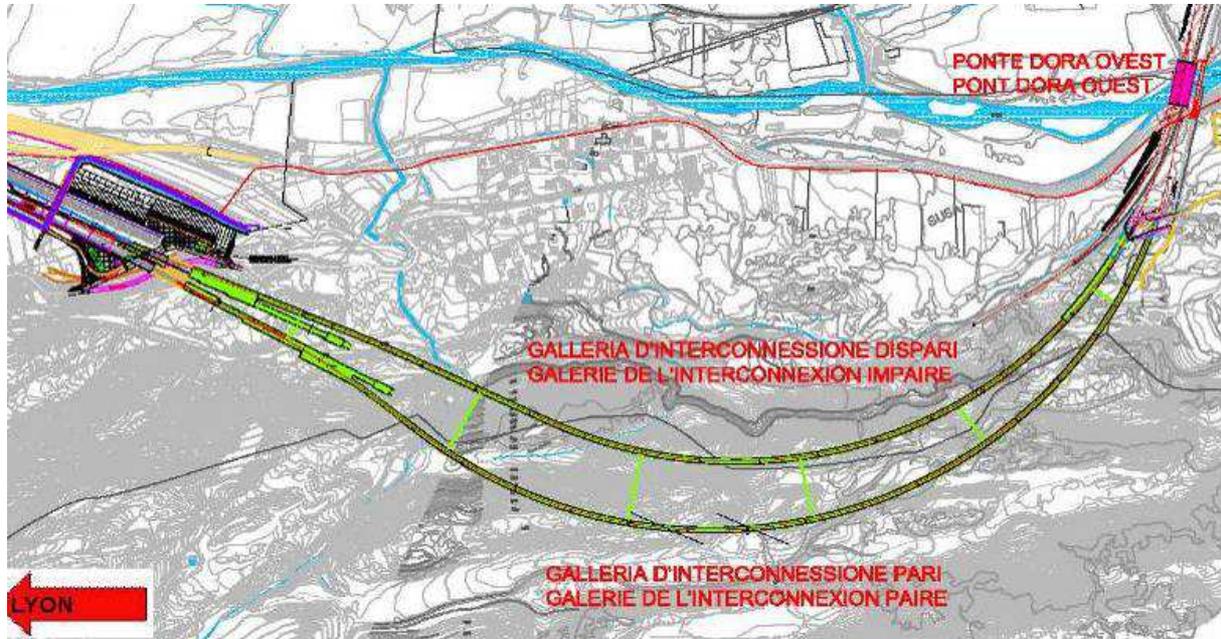


Figura 72 – Planimetria generale interconnessione

7.2.2 Interferenza con la futura galleria dell'Orsiera

Visto il ricoprimento esiguo tra l'arco rovescio della galleria Pari dell'Interconnessione e la chiave del futuro tunnel del Binario Pari dell'Orsiera, è necessario irrigidire la parte inferiore della Galleria Pari dell'Interconnessione lungo la porzione interferita dal futuro scavo dell'Orsiera, al fine di ridurre il rischio di possibili deformazioni e/o danni alla struttura ferroviaria che resterà in esercizio durante lo scavo di tale futura galleria.

A tale scopo sono state inserite due travi longitudinali lungo il contatto tra i piedritti e l'arco rovescio, che permettono di riprendere le deformazioni indotte in direzione trasversale e longitudinale dallo scavo delle future gallerie Pari e Dispari dell'Orsiera. Sono stati previsti inoltre micropali inclinati di ancoraggio nei prolungamenti esterni delle travi di irrigidimento.

7.2.3 Drenaggio delle acque

Per quanto riguarda il drenaggio delle acque del BD, si prevede la raccolta e smaltimento per gravità con raccolta e trattamento presso la zona antistante l'imbocco lato Bussoleno e successivo smaltimento nel fiume Dora.

Per il binario pari, le acque vengono incanalate dal punto alto del salto di montone sopra la futura galleria dell'Orsiera (Pk 0+800) verso gli imbocchi. Verso Bussoleno la raccolta avviene per gravità, mentre verso Susa le acque verranno convogliate nella Galleria dell'Orsiera quando questa sarà costruita in seconda fase. Durante la prima fase, in corrispondenza del punto basso del BP, le acque vengono incanalate verso la caverna di smontaggio della TBM dell'Orsiera e raccolte in una vasca di accumulo per poi essere

pompate con un impianto di sollevamento all'imbocco della galleria. Di lì verranno inviate ad un impianto di trattamento per il loro successivo smaltimento.

Analogamente in questa prima fase l'evacuazione delle acque dal punto basso del binario dispari nel camerone del tunnel dell'Orsiera si farà per pompaggio.

7.3 Imbocco lato Bussoleno

Per i dettagli si veda la relazione PD2_C3A_5710_65-70-00_10-01_Relazione descrittiva imbocco.

7.3.1 Geometria della galleria artificiale

L'imbocco Est del tunnel di Interconnessione si trova nel comune di Bussoleno; la nuova linea di interconnessione passerà a cielo aperto nell'area compresa tra i due binari della linea storica Torino - Modane e il fiume Dora Riparia.

L'ingresso in galleria del binario pari è posto a circa 10 m più a sud rispetto all'imbocco esistente della galleria ferroviaria Tanze, quello del binario dispari è più a sud di circa 30 m.

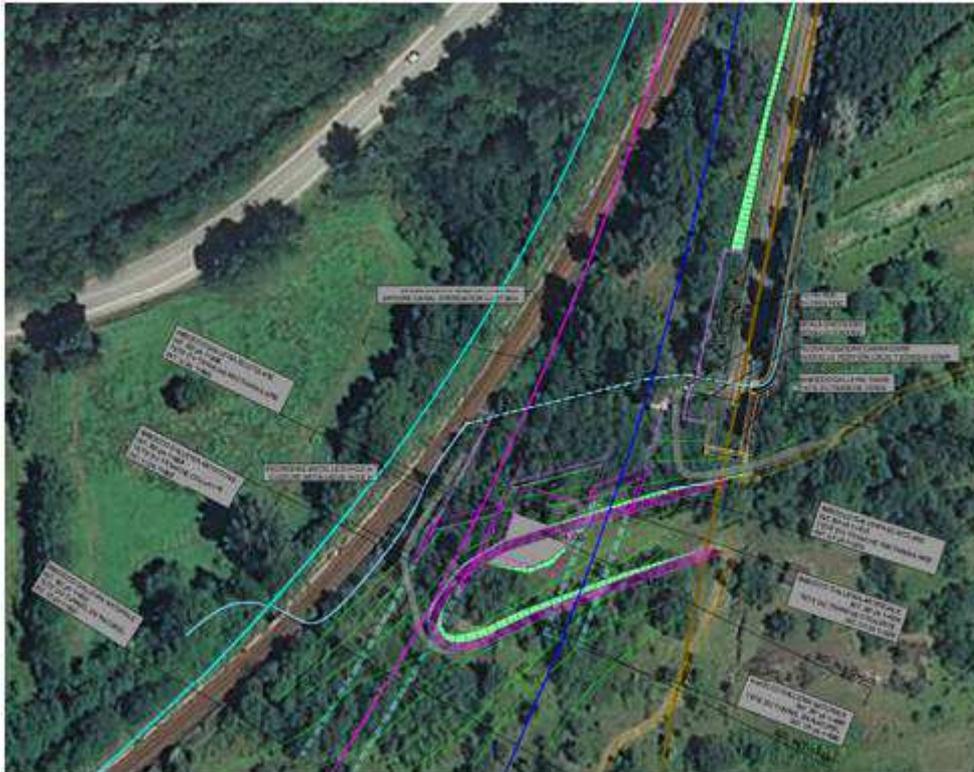


Figura 73 – Area di imbocco durante la fase di cantiere

La zona prevista per l'inizio dello scavo del tunnel di interconnessione, come emerge dai profili geologici, si trova in un'area caratterizzata da scarse coperture con presenza di depositi glaciali e alluvionali.

La quota del piano di fondo scavo richiesta per compiere le lavorazioni, in corrispondenza dell'imbocco, è di 453 m s.l.m. Per raggiungere i punti previsti di inizio scavo della galleria naturale sono necessari degli scavi di sbancamento. Verrà realizzata una trincea per ciascuno dei due imbocchi. Lo scavo in corrispondenza della canna pari si estende per circa 60 m a

partire dalla progressiva chilometrica di imbocco in naturale, quello del binario dispari per circa 100 m. L'altezza massima di sbancamento è di circa 18 m.

Attualmente il piano campagna dell'area di lavoro a ridosso del versante interessato dallo sbancamento si trova a una quota superiore di circa 2 m rispetto al piano di fondo scavo richiesto; anche questa zona verrà ribassata alla quota richiesta.

L'imbocco dell'interconnessione lato Bussoleno è costituito da due gallerie artificiali; planimetricamente i due portali sono sfalsati di circa 20 m. I primi tratti delle gallerie artificiali presentano sezioni interne semicircolari che danno continuità alle sezioni delle rispettive gallerie naturali. L'ultimo tratto dei portali è invece a sezione rettangolare. Esternamente i due portali risultano tagliati diagonalmente rispetto al proprio asse per un miglior inserimento all'interno dell'area.

La galleria artificiale del binario dispari inizia alla pk 1+920 BD e termina alla pk 1+998 BD, ha una lunghezza complessiva di 78 m. La sezione interna circolare si estende per 69 m dalla pk 1+920 BD fino a pk 1+989 BD. Il tratto di scatola artificiale ha una lunghezza di 9 m, misurato sull'asse del binario, dalla pk 1+989 BD alla pk 1+998 BD.

Si riportano qui di seguito le sezioni tipologiche della galleria artificiale del binario dispari con indicate le dimensioni.

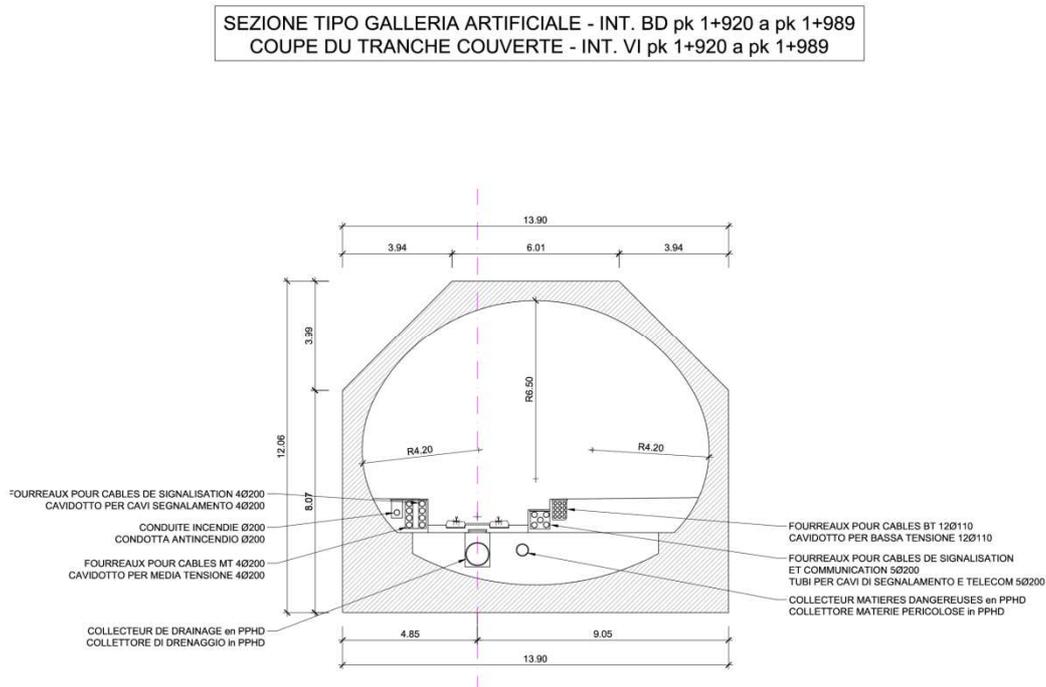


Figura 74 – Sezione galleria artificiale BD

SEZIONE TIPO GALLERIA ARTIFICIALE - INT. BD pk 1+989 pk 1+998
 COUPE DU TRANCHE COUVERTE - INT. VI pk 1+989 pk 1+998

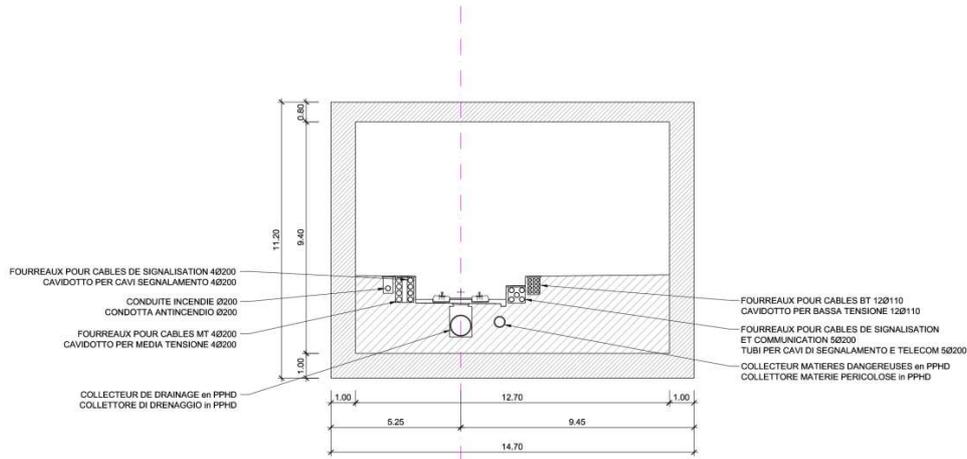


Figura 75 – Sezione scatolare BD

La galleria artificiale del binario pari è lunga 45 m: inizia alla pk 1+890 BP e termina alla pk 1+935 BP con una lunghezza complessiva di 45 m. Il tratto a sezione interna circolare si estende per 36 m dalla pk 1+890 BP alla pk 1+926 BD. La sezione rettangolare che termina all'esterno ha una lunghezza di 9 m, dalla pk 1+926 BP alla pk 1+935 BP. Si riportano qui di seguito le sezioni tipologiche della galleria artificiale del binario pari con indicate le dimensioni.

SEZIONE TIPO GALLERIA ARTIFICIALE - INT. BP pk 1+1890 - 1+926
 COUPE DU TRANCHE COUVERTE - INT. VP pk 1+1890 - 1+926

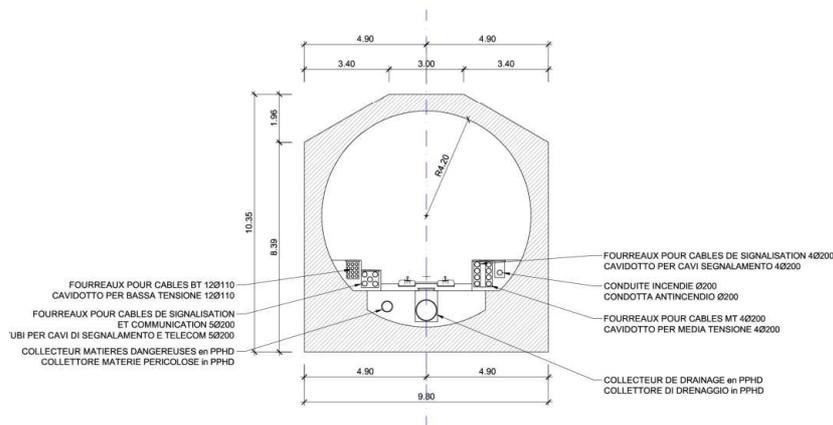


Figura 76 – Sezione galleria artificiale BP

SEZIONE TIPO GALLERIA ARTIFICIALE SCATOLARE - INT. BP pk 1+926 - 1+935
 COUPE DU TRANCHE RECTANGULAIRE - INT. VP pk 1+926 - 1+935

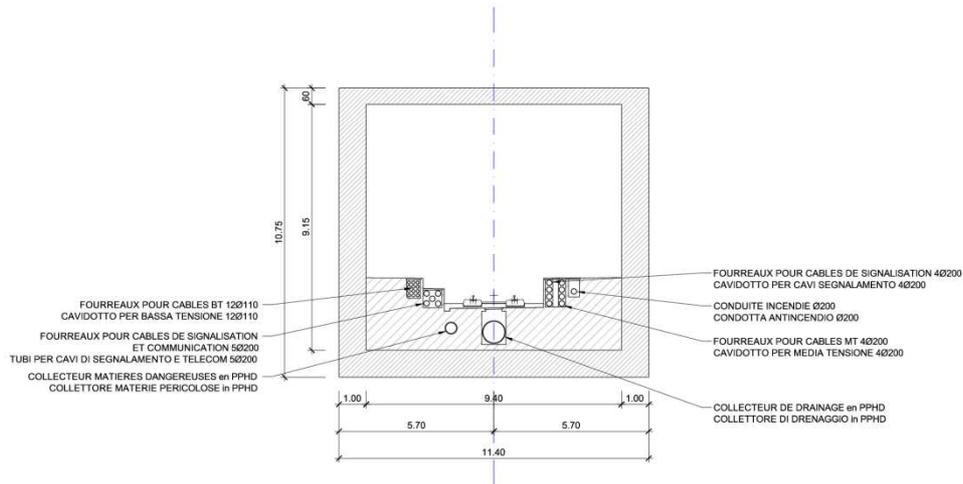


Figura 77 – Sezione scatolare BP

Si riassume nella tabella sottostante la geometria degli imbocchi.

LUNGHEZZA TRATTI GALLERIE ARTIFICIALI							
	G. ARTIFICIALE CIRCOLARE			G. ARTIFICIALE RETTANGOLARE			TOTALE
	Pk inizio [km]	Pk fine [km]	Lunghezza [m]	Pk inizio [km]	Pk fine [km]	Lunghezza [m]	Lunghezza [m]
IMBOCCO DISPARI	1+920	1+989	69	1+989	1+998	9	78
IMBOCCO PARI	1+890	1+926	36	1+926	1+935	9	45

Tabella 4 – Lunghezza gallerie artificiali.

7.3.2 Sistemazione definitiva

L'Interconnessione sbocca lato Bussoleno con due gallerie affiancate ad una interdistanza di circa 30 m. A fianco della galleria Pari, distante circa 25 metri, si trova l'imbocco della Galleria Tanze appartenente al binario Pari della Linea Storica Torino-Modane. Vista la morfologia dei luoghi in questo punto a pendenza dolce, l'ultimo tratto delle gallerie è realizzato in artificiale. Tra i due portali di accesso, in sotterraneo, è stato previsto un edificio tecnico atto a contenere gli impianti di segnalamento e sicurezza a supporto della linea nonché la centrale antincendio con il serbatoio d'acqua.

Tra l'imbocco e i ponti sulla S.P. 24 e sulla Dora è stato ricavato un piazzale a servizio delle gallerie, raggiungibile dal ponte Dora Est, più a valle, ove è prevista una strada di servizio. Il piazzale serve sia i due binari dell'Interconnessione, sia i binari della Linea Storica e su di esso sono ricavati i passaggi a raso per i mezzi bimodali.

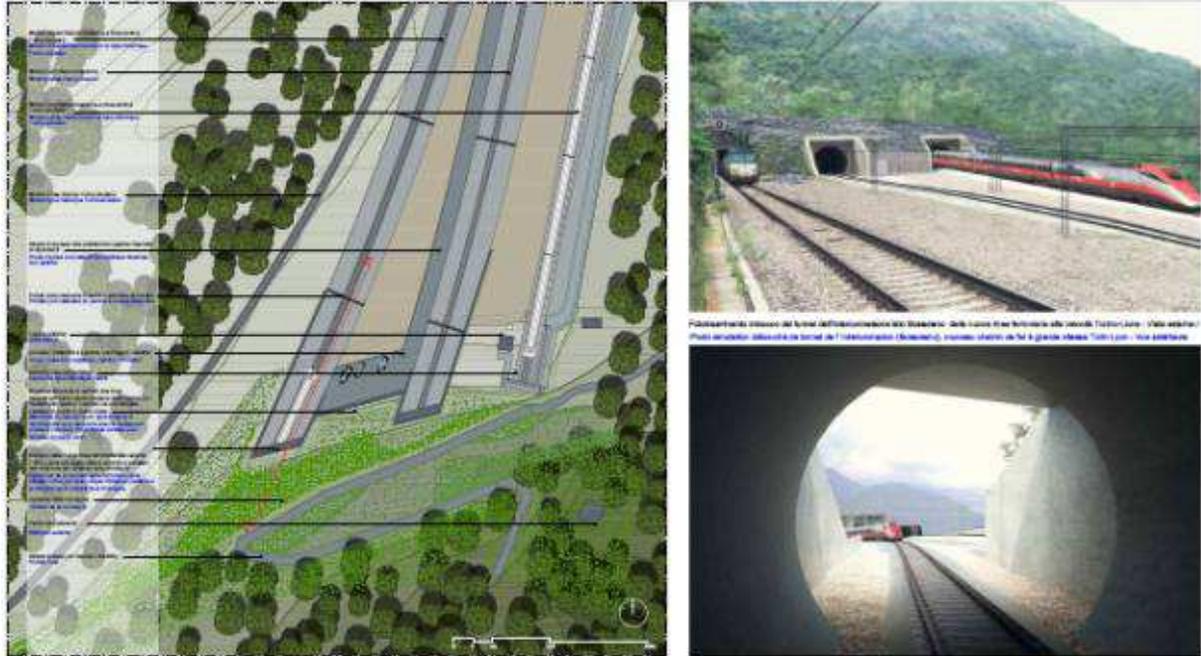


Figura 78 – Tunnel dell'Interconnessione imbocco lato Bussoleno

L'edificio tecnico integrato nell'imbocco Est tra le due gallerie di interconnessione è un fabbricato interrato a due piani di dimensioni 21,0 x 21,50 m circa. Al suo interno hanno sede al piano terra il gruppo di pompaggio ed il serbatoio dell'impianto antincendio della galleria di Interconnessione, la cabina elettrica degli impianti ausiliari e di sicurezza delle gallerie, la sala batteria ed i servizi igienici, ed al piano primo i locali consegna e misura Enel. Questi ultimi due locali hanno accesso indipendente dall'area ferroviaria e sono raggiungibili da un piazzale posto al di sopra dell'imbocco collegato alla viabilità pubblica attraverso una strada poderale, attualmente utilizzata per l'accesso all'area di imbocco della Galleria Tanze (binario pari Linea Storica Torino – Modane).



Figura 79 – Pianta Tunnel imbocco lato Bussoleno Tunnel dell'Interconnessione

La struttura dell'edificio è in c.a. e il rivestimento esterno di facciata è previsto con elementi in doghe di cotto smaltato su una sottostruttura in acciaio zincato secondo gli indirizzi della Carta Architettonica e in analogia a quanto sviluppato nella Piana di Susa.
Per maggiori approfondimenti sul fabbricato si rimanda alla relazione “PD2-CRA-TS3-5779 Progetto architettonico del fabbricato all'imbocco - Relazione illustrativa”.



Figura 80 – Prospetto fabbricato all'imbocco lato Bussoleno

7.3.3 Strade di accesso e canale

La strada poderale esistente verrà ripristinata con un andamento plano- altimetrico analogo a quello attuale; tra i due imbocchi, in corrispondenza dell'accesso al locale ENEL, verrà realizzato un piazzale di circa 100 m² per permettere la manovra ai mezzi.

Dall'area posta al di sopra dell'imbocco sarà possibile accedere alla zona dei portali per mezzo di una strada di servizio collocata tra il muro che si sviluppa a partire dal portale della Galleria Pari e il nuovo piazzale di imbocco della Galleria Tanze (Binario Pari della Linea Storica Torino-Modane).

Nella sistemazione del portale è stato previsto un sifone per il canale ad uso irriguo che attraversa l'area. Tale sifone è necessario sin dalle prime fasi dei lavori.

Il canale irriguo nella configurazione finale sarà deviato all'interno di un sifone idraulico che attraverserà il piazzale di imbocco ad una quota di circa 2 m al di sotto del piano del ferro.

Un'ulteriore viabilità di servizio, che si snoda a partire dalla strada poderale e scende sul versante a lato della galleria artificiale dispari, permetterà di raggiungere il sifone del canale irriguo per le attività di manutenzione.

8. Innesto a Bussoleno

8.1 Generalità

Il tratto all'aperto nella Piana di Bussoleno si estende dall'imbocco Est del tunnel dell'interconnessione alla radice Ovest della stazione di Bussoleno e precisamente al termine del flesso della linea di corsa individuato alla progr Km 0+364,90 binario pari della linea storica Torino-Modane ed alla progr. Km 44+530,76 binario dispari della linea storica Torino-Modane.

Le opere d'arte principali di questo tratto sono il sottopasso stradale della SP 24 in destra Dora, il ponte ferroviario Dora Ovest (Interconnessione Dispari e Linea Storica Torino-Modane Binario Dispari), il ponte ferroviario Dora Est (Interconnessione Pari e strada di accesso RFI all'imbocco Est dell'Interconnessione), due sottopassi nel nuovo corpo ferroviario in sinistra Dora.

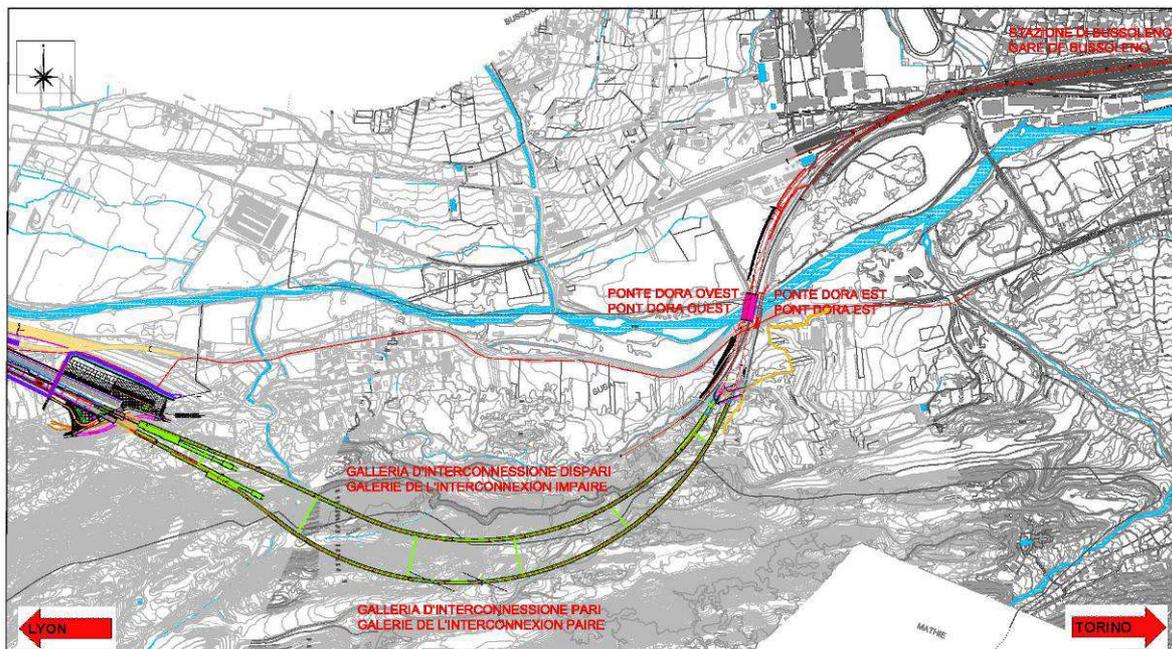


Figura 81 – Planimetria generale interconnessione e dell'ingresso nella stazione di Bussoleno

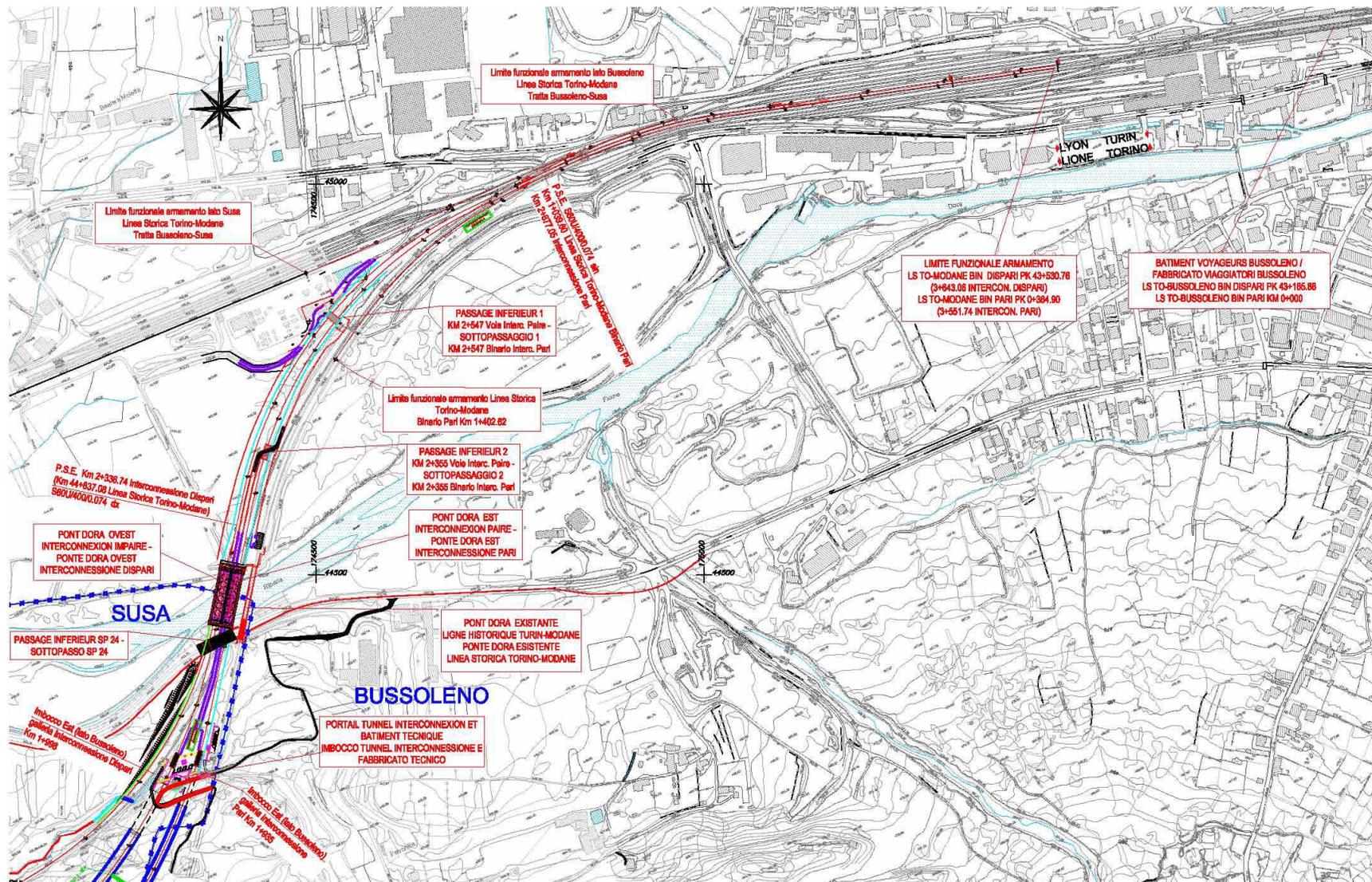


Figura 82 – Planimetria tratto all'aperto interconnessione ed innesto nella stazione di Bussoleno

8.2 Le opere civili all'aperto dell'Interconnessione (tratto di Bussoleno)

In questa zona avviene l'inserimento dell'Interconnessione nella rete ferroviaria storica di RFI per cui subiscono modifiche sia la linea Storica Torino-Modane sia la linea storica Torino-Susa (tratto Bussoleno-Susa). Queste modifiche hanno ricadute sia sull'armamento e sull'impiantistica ferroviaria, sia sulle opere civili (Ponte Dora Dispari e corpo ferroviario). Inoltre, poiché non è possibile interrompere l'esercizio ferroviario sulle linee storiche, è necessario prevedere una complessa fasizzazione delle opere con ricadute significative anche sulle opere civili.

Le opere civili all'aperto della Interconnessione riguardano il tratto dall'imbocco lato Bussoleno del Tunnel dell'Interconnessione alla stazione di Bussoleno e si possono così riassumere:

- Imbocco lato Bussoleno e piazzola di emergenza/servizio allo sbocco del Tunnel dell'Interconnessione e della Galleria Tanze del Binario Pari della Linea Storica Torino-Modane con relativi locali tecnici e strada di accesso;
- Ampliamento del rilevato esistente del Binario Dispari della Linea Storica Torino-Modane per permetterne una leggera deviazione onde consentire l'immissione del Binario Dispari dell'Interconnessione;
- Sottopasso scatolare per il passaggio sotto la ferrovia della Strada Provinciale 24 (ex S.S. 24);
- Ponte Dora Ovest per il Binario Dispari dell'Interconnessione e per il Binario Dispari della Linea Storica Torino-Modane e spostamento del binario dispari della linea storica sul nuovo tracciato;
- Demolizione dell'attuale ponte del Binario Dispari della Linea Storica Torino-Modane;
- Ponte Dora Est per il Binario Pari dell'Interconnessione e per la strada di servizio alla Piazzola allo sbocco del Tunnel di Interconnessione;
- Rilevato per l'Interconnessione e per la Linea Storica Torino-Modane dai Ponti Dora all'ingresso della stazione di Bussoleno, comprendente opere accessorie quali muri, sottopassi e opere di protezione idraulica del piede dei rilevati.
- Adeguamento per l'ingresso nella stazione di Bussoleno

Per ottemperare alla prescrizione contenuta nella nuova STI SRT, e seguendo le indicazioni ricevute da RFI, viene realizzato un punto anticendio in corrispondenza dell'imbocco lato Bussoleno del Tunnel dell'Interconnessione, gli spazi disponibili hanno reso fattibile la realizzazione anche se il marciapiede di soccorso necessariamente dovrà avere la stessa pendenza del binario (12,5 per mille).

Per maggiori dettagli si vedano gli elaborati "PRF-C3A-TS3-8412_68_00_00 – Innesto a Bussoleno – Planimetria Generale 2 di 2"; "PRF-C3A-TS3-8406_68_00_00 – Innesto a Bussoleno – Sezioni Trasversali da pk. 2+250 a pk. 2+350"; "PRF-C3A-TS3-8407_68_00_00 – Innesto a Bussoleno – Sezioni Trasversali da pk. 2+400 a pk. 2+500" e "PRF-C3A-TS3-8408_68_00_00 – Innesto a Bussoleno – Sezioni Trasversali da pk. 2+550 a pk. 2+750".

8.2.1 Ampliamento Rilevato per deviazione Binario Dispari Linea Storica Torino-Modane

Per poter permettere l'immissione del Binario Dispari dell'Interconnessione nel Binario Dispari della Linea Storica Torino-Modane è necessario effettuare una breve deviazione della Linea Storica che comporta la realizzazione di un tratto di rilevato in affiancamento

all'esistente nella zona sul fianco ovest dell'imbocco del Tunnel dell'Interconnessione da tale imbocco fino al ponte Dora Ovest.

8.2.2 Sottopasso scatolare della SP 24

L'Interconnessione interferisce con la SP 24 nel tratto di attuale sottopasso stradale della linea storica Torino Modane.

Oggi la Linea Storica sovrappassa la SP 24 con due ponti in c.a. aventi luce pari a circa 24 m. Gli interventi di progetto prevedono la realizzazione di un nuovo manufatto a sostegno della deviazione del binario dispari della linea storica e del Binario Dispari dell'interconnessione, la demolizione della vecchia sede ferroviaria e la realizzazione del nuovo manufatto per il binario pari dell'interconnessione.

Non viene invece interessato dalle nuove opere il manufatto relativo al Binario Pari della Linea Storica.

L'esigenza di realizzare le opere mantenendo in esercizio la viabilità ed il traffico ferroviario della Linea Storica e la possibilità di realizzare opere di fondazione superficiali su roccia, ha suggerito di adottare per il nuovo sottopasso una soluzione che preveda la realizzazione di un tratto di galleria artificiale al di sotto dei nuovi binari concepita con struttura a portale in c.a. da realizzare senza interruzioni significative del traffico sulla SP 24.

La necessità di messa in esercizio della deviazione del Binario Dispari della Linea Storica prima della demolizione del ponte ferroviario attuale comporta la necessità di realizzare la galleria artificiale in due fasi distinte.

Lo sviluppo totale della galleria artificiale risulta pari a circa 46 m (circa 23 m in prima fase). Il manufatto presenta larghezza interna pari a circa 12,5 m, in grado di accogliere una sezione di tipo C1 (DM 5/11/2001) ed altezza libera superiore a 5 m.

Relativamente al tracciato della SP 24 si prevede unicamente un lieve spostamento d'asse (circa 2,5 m) sul lato Susa ottenuto intervenendo sul raggio della curva stradale.

Per maggiori informazioni si rimanda alle relazioni "PD2-CR2A-TS3-8520 Relazione tecnico illustrativa", "PD2-CR2A-TS3-8528 Relazione di calcolo del sottopasso", "PD2-CR2A-TS3-8528 Relazione di calcolo muri del sottopasso"; per quanto riguarda l'impianto di illuminazione si rimanda alla relazione "PD2-C3A-TS3-5042 Illuminazione sottopasso".

8.2.3 Ponte Dora Ovest

Il nuovo ponte Dora Ovest è realizzato sulla Dora in affiancamento all'esistente ponte in muratura del Binario Dispari della Linea Storica.

È destinato ad accogliere il Binario Dispari deviato della Linea Storica ed il Binario Dispari dell'Interconnessione.

Il nuovo ponte è costituito da un impalcato reticolare in acciaio a via inferiore semplicemente appoggiato, avente luce unica di 75 m, larghezza 15 m circa ed altezza 11 m circa

La sua luce è stata dettata da esigenze idrauliche di scavalco della Dora e da esigenze ferroviarie di non superare i 75 m per evitare di dover porre in opera giunti sul binario, incompatibili con il vicino scambio di innesto dell'Interconnessione sulla Linea Storica.

Planimetricamente la posizione della spalla lato Bussoleno è in comune con il Ponte Dora Est, è opportunamente collegata con la spalla dell'esistente ponte del Binario Pari della Linea Storica ed è coerente con le sistemazioni e le difese di sponda.

Costruttivamente il nuovo ponte si prevede montato a tergo della spalla lato Bussoleno e quindi varato con l'ausilio di pile provvisorie.

Il ponte sarà attrezzato in via provvisoria in modo da accogliere il Binario Dispari della linea storica ed il raccordo ferroviario di collegamento cantiere-linea storica-stazione di Bussoleno.

Al termine dei lavori accoglierà il Binario Dispari della Linea Storica ed Binario Dispari della NLTL nella configurazione definitiva del tracciato.

8.2.4 Ponte Dora Est

Il tracciato del Binario Pari dell'Interconnessione interferisce con l'attuale Binario Dispari della Linea Storica proprio in corrispondenza dell'attuale ponte ferroviario in muratura sulla Dora realizzato nell'800.

Per tale ragione, dopo una verifica positiva con la Soprintendenza ai Beni Culturali ed Architettonici del Piemonte, si è prevista la demolizione dell'attuale ponte, da eseguirsi naturalmente dopo avere realizzato il Ponte Dora Ovest ed aver messo in esercizio la deviazione del Binario Dispari della Linea Storica.

Il nuovo ponte è in struttura metallica a campata unica analogo al ponte Dora Ovest a cui si rimanda per le caratteristiche.

Su questo ponte viene posto il Binario Pari dell'Interconnessione ed una strada di servizio/emergenza per l'accesso da Bussoleno alla piazzola di imbocco dell'Interconnessione e della Galleria Tanze della Linea Storica.

Il nuovo Ponte consente anche di aumentare in modo significativo la luce di deflusso della Dora.

Costruttivamente il nuovo ponte, inserito tra il Dora Ovest ed il ponte reticolare esistente del Binario Pari della Linea Storica, si prevede montato a tergo della spalla lato Bussoleno, quindi varato con l'ausilio di pile provvisorie.

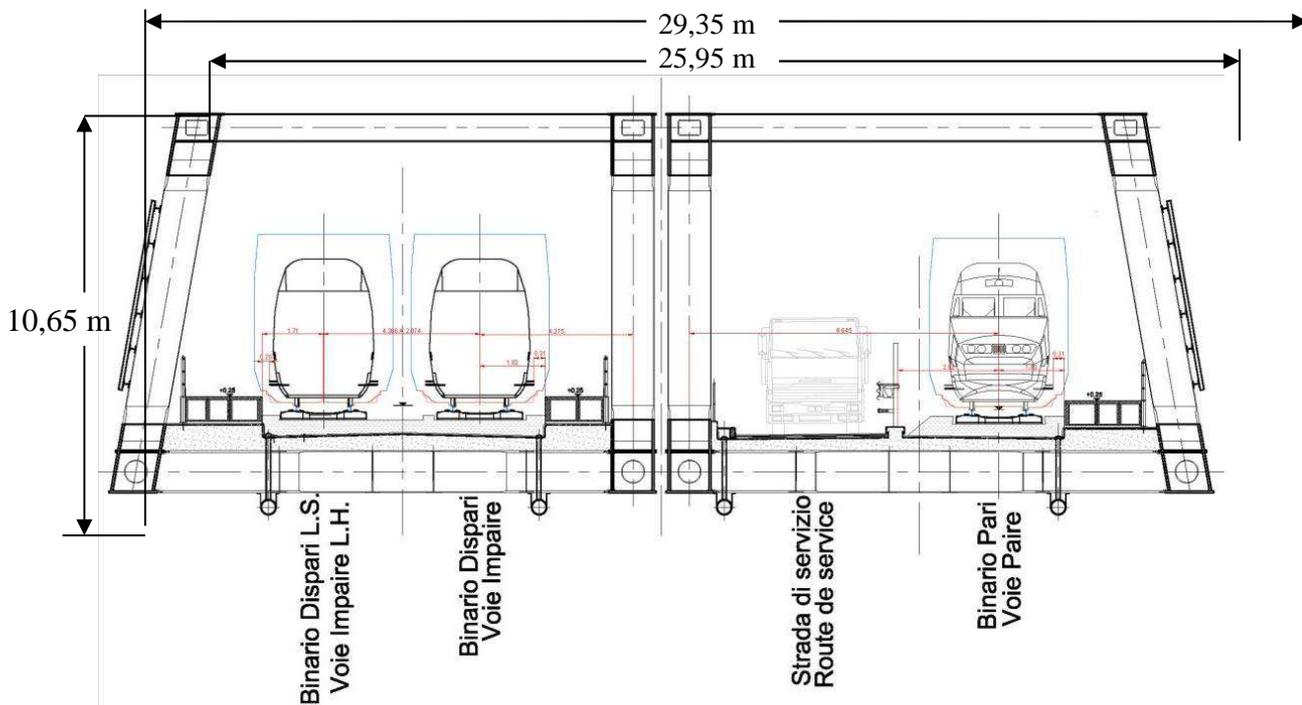


Figura 83 – Sezione trasversale ponti Dora est e Dora ovest a Bussoleno

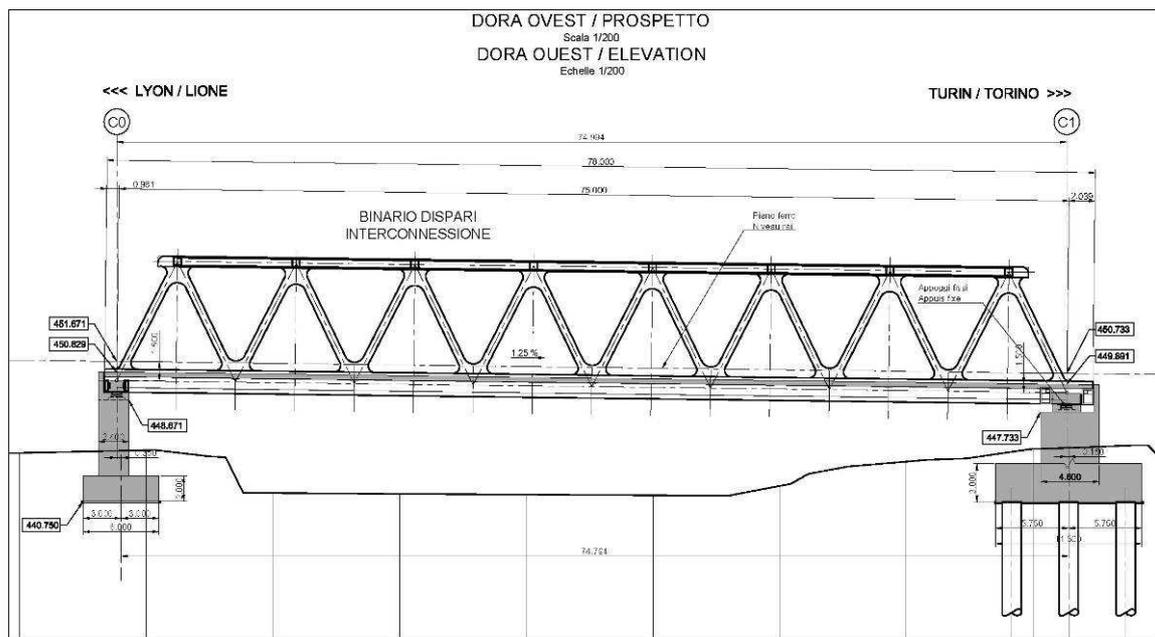


Figura 84 – Prospetto ponti Dora est e Dora ovest a Bussoleno

Per i calcoli dei ponti si rimanda alla relazione “PD2-C3A-TS3-8450 Dimensionamento dell’opera - Nota di calcolo”.

8.2.5 Rilevato dai ponti Dora alla Stazione di Bussoleno

L’attuale corpo ferroviario della Linea Storica tra la stazione di Bussoleno ed i ponti sulla Dora viene ampliato sul lato ovest per poter porre in opera i due nuovi binari dell’Interconnessione. La sua impronta è vincolata dall’esigenza dell’inserimento del tracciato entro la stazione di Bussoleno, con un raggio di curvatura che sia un compromesso accettabile tra la velocità di tracciato e l’occupazione di territorio. La sua altezza è analoga a quella del rilevato oggi esistente.

L’ampliamento del rilevato risulta interferente con la vecchia sottostazione elettrica RFI (già dismessa) che sarà demolita.

Il rilevato risulta parzialmente all’interno della fascia A del PAI della Dora, in affiancamento a quello esistente che è privo di opere atte alla trasparenza idraulica. L’intervento di ampliamento, come dimostrato dagli studi idraulici condotti nel tratto Susa-Bussoleno, diminuisce in maniera insignificante l’area di laminazione della Dora nel tratto a monte degli attuali ponti sulla Dora e non modifica i livelli di massima piena. Comunque nelle modellazioni di progetto è stato preso in considerazione l’argine P.A.I. previsto nel primo stralcio finanziato, posto immediatamente ad Ovest del corpo ferroviario in ingresso nella stazione di Bussoleno.

Nel rilevato esistente, nei pressi della sottostazione elettrica, sono presenti due sottopassi; il primo denominato sottopasso 1 (alla pk 2+540 Binario Pari Interconnessione), che consente il collegamento della viabilità podereale tra i due lati del rilevato stesso, il secondo, denominato sottopasso 2 (alla pk 2+354 Binario Pari Interconnessione) che consente il sottopassaggio del binario Pari dell’interconnessione da parte della strada di servizio di RFI per l’accesso al piazzale Est dell’Interconnessione e al fabbricato di servizio ivi previsto.

Nel rilevato in affiancamento, tra l'attuale binario Pari della Linea Storica ed i binari di Interconnessione è prevista una strada in trincea che, partendo dal nuovo sottopasso 1 si collega al sottopasso 2 e di qui permette l'accesso al Ponte Dora Est per poi servire, come prima detto, il piazzale di imbocco dell'Interconnessione.

Per lo scarico delle acque di piattaforma e dell'eventuale sversamento accidentale di liquidi dai carri ferroviari è prevista una rete di raccolta collegata ad un impianto di trattamento interrato nel nuovo corpo ferroviario stesso in zona limitrofa all'attuale Sotto Stazione Elettrica.

8.2.6 Sottopasso 1 alla pk 2+540 Binario Pari Interconnessione (pk 44+539,30 Linea Storica Dispari)

Il sottopasso è costituito da uno scatolare di luce 7,5 m ed altezza di 5,0 m per una lunghezza di circa 19 m. La soletta superiore è in c.a. gettato in opera ed è spessa 100/120 cm, i muri sono da 120 cm e sono incastrati nella fondazione, di spessore 140 cm. Sulla soletta superiore passano il binario Pari dell'Interconnessione ed il Binario Dispari della Linea Storica Torino-Modane.

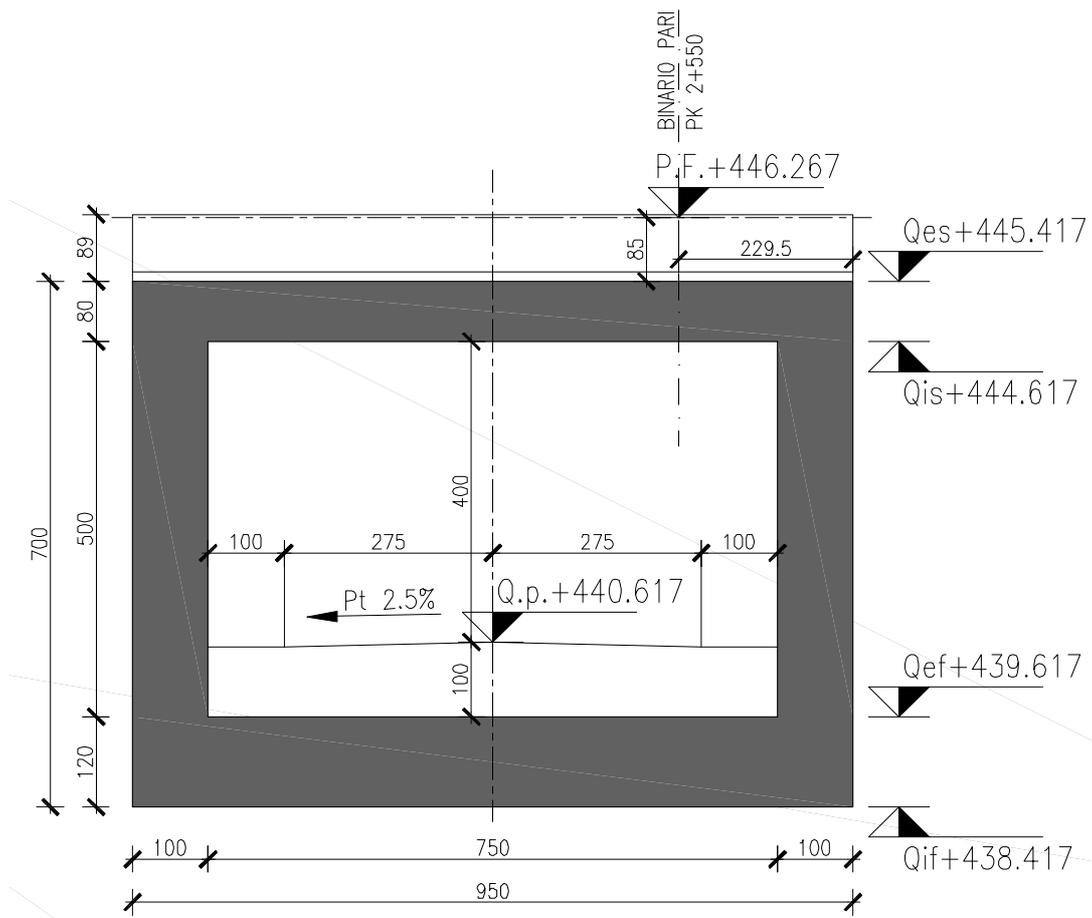


Figura 85 – Sezione trasversale sottopasso 1 a Bussoleno

Per il calcolo del sottopasso si rimanda alla relazione “PD2-C3A-TS3-8524 Relazione di calcolo sottopasso 1 a Bussoleno”.

8.2.7 Sottopasso 2 alla pk 2+354 Binario Pari Interconnessione

Su questo scatolare transita il Binario Pari dell'Interconnessione. Lo scatolare è costituito da una soletta a sezione piena in c.a. di spessore 80 cm; la soletta risulta incastrata in corrispondenza dei setti e presenta 3 campate di lunghezza (misurata in asse alla linea ferroviaria) pari a $5.52 + 9.10 + 4.24 = 18.86$ metri

I setti di estremità sono spessi 100 cm, i due setti intermedi sono spessi 100 cm e sono disposti in pianta con un angolo di circa 50° rispetto alla linea ferroviaria; la fondazione è spessa 160 cm.

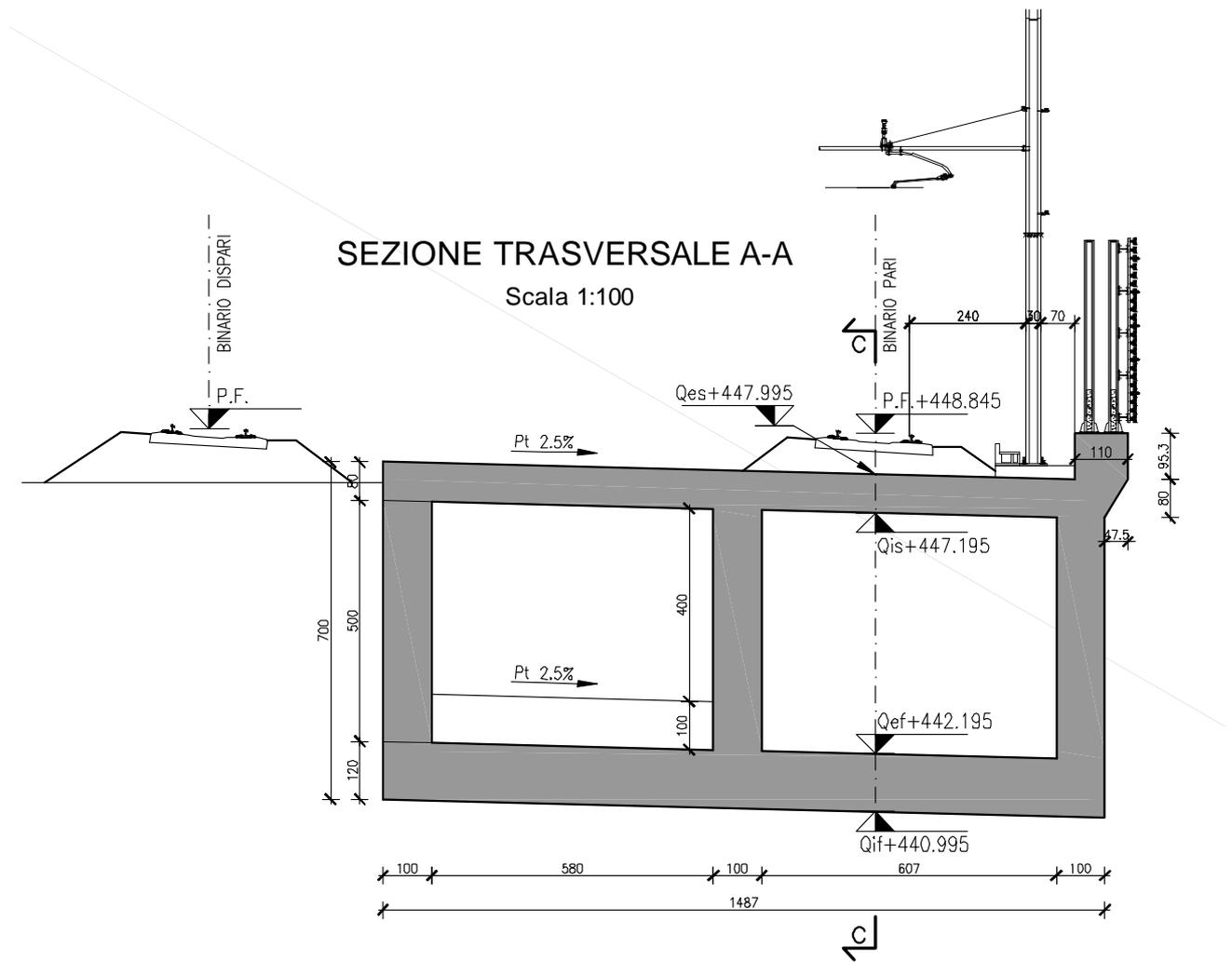


Figura 86 – Sezione trasversale sottopasso 2 a Bussoleno

Per il calcolo del sottopasso si rimanda alla relazione “PD2-C3A-TS3-8525 Relazione di calcolo sottopasso 2 a Bussoleno”.

8.2.8 Opere nella stazione di Bussoleno

Il nuovo corpo ferroviario illustrato al capitolo precedente si ricollega a quello della stazione di Bussoleno all'altezza della Sottostazione Elettrica. Di qui in poi gli interventi riguardano

solo l'armamento e l'impiantistica ferroviaria senza alcuna opera civile di rilievo oltre a basamenti per pali, cavidotti e pozzetti.

8.2.9 Viabilità di accesso all'imbocco del Tunnel di Interconnessione

A fini manutentivi e di sicurezza di esercizio, è prevista la realizzazione di una viabilità carrabile di accesso al piazzale di imbocco est del Tunnel di Interconnessione, con una larghezza minima pari a 4,22 m (sull'impalcato ponte Dora Est). I sottopassi 1 e 2 limitano l'altezza libera minima a 4,00 m, tale comunque da consentire il passaggio dei mezzi di soccorso (autoambulanze e mezzi VVFF). In corrispondenza del sottopasso 2 la strada presenta un flesso con raggi di svolta minimi verificati con sagoma d'ingombro di veicolo di soccorso di 10,00 m di lunghezza e 2,55 m di larghezza.

Lo sviluppo complessivo di nuova realizzazione è pari a circa 750 m e la pendenza massima pari al 7,5%.

La viabilità parte dal piazzale di imbocco e attraversa la SP 24 e la Dora in affiancamento al Binario Pari dell'Interconnessione (nello scavalco della Dora viene utilizzato il ponte ferroviario Dora Est). Procede quindi nel nuovo rilevato ferroviario per un primo tratto in rampa nell'interspazio tra il Binario Pari dell'Interconnessione e la nuova posizione del Binario Dispari della linea storica Torino Modane e successivamente, sottopassato il Binario Pari dell'Interconnessione con il sottopasso 2, procede tra questo e l'attuale Binario Pari della Linea Storica fino a raggiungere l'esistente strada vicinale ed il sottopasso 1.

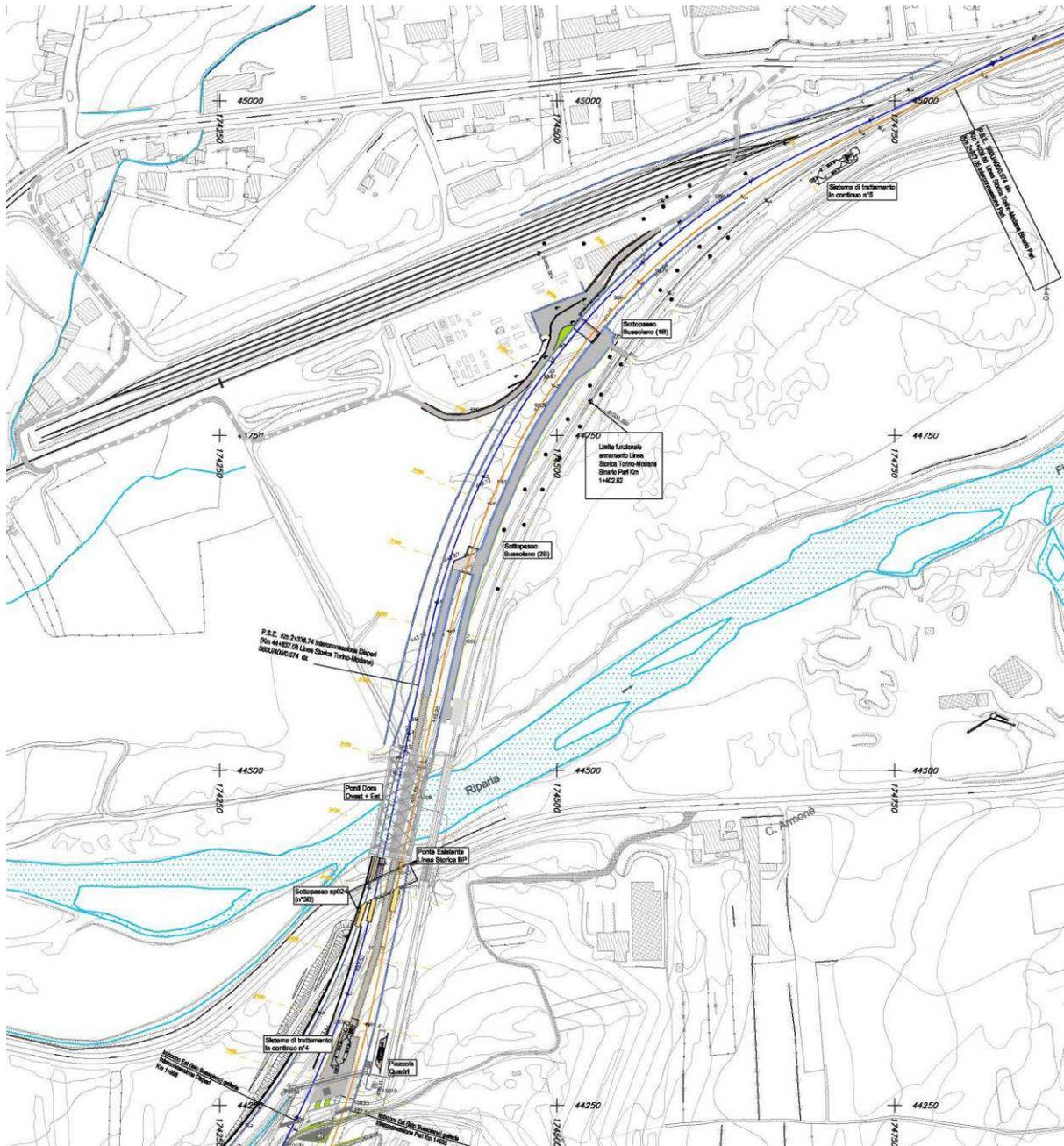


Figura 87 – Planimetria viabilità accesso imbocco

La nuova viabilità in progetto consente tra l'altro la possibilità di realizzare un accesso per veicolo bimodale sul Binario Pari della Linea Storica (quindi a servizio della Galleria Tanze), ubicato nei pressi della spalla lato Bussoleno del ponte ferroviario esistente.

Nei pressi della sottostazione elettrica di Bussoleno la nuova viabilità si collega a est con un sottopasso esistente sotto il corpo ferroviario della Linea Storica e ad ovest con un nuovo sottopasso (sottopasso 1) sotto il nuovo rilevato in progetto.

Al fine di garantire i collegamenti poderali esistenti, si prevede di lasciare libero al transito il collegamento delle aree ai due lati del corpo ferroviario che utilizza i due sottopassi (nuovo ed esistente), impedendo invece l'accesso alla rampa che segue il corpo ferroviario tramite un cancello.

Dal lato ovest del corpo ferroviario, allo sbocco del sottopasso 1, sono possibili due percorsi alternativi.

Il primo, ritenuto come prioritario in caso di emergenza, prevede l'ingresso nell'area ferroviaria di Bussoleno e, con un passaggio a raso sulla linea Susa- Torino, il collegamento con la SS25 tramite l'esistente cancello di ingresso all'ex scalo militare.

Il secondo percorso segue invece la viabilità esistente, costeggiando verso ovest la sottostazione elettrica e la linea Susa Bussoleno fino al passaggio a livello esistente alla fine del fascio binari dell'ex scalo militare, e da qui, sempre lungo viabilità esistente il collegamento con la SS25 in corrispondenza di Regione Tornella

8.2.10 Interventi su opere esistenti e demolizioni.

La realizzazione dell'interconnessione tra NLTL e Linea Storica Torino Modane comporta nell'area di Bussoleno, oltre i già descritti interventi sul tracciato del binario dispari della Linea Storica (spostamento del tracciato, demolizione del ponte in muratura sulla Dora, e del sovrappasso ovest alla SP 24), una serie di interventi e di demolizioni sull'esistente per i quali si rimanda all'elaborato "PD2-C3A-TS3-3295 – Innesto a Bussoleno – planimetria delle demolizioni".

In particolare risulta necessario intervenire nell'area ferroviaria di Bussoleno nei pressi della sottostazione elettrica esistente.

Per consentire la realizzazione del nuovo corpo ferroviario bisogna demolire tre edifici ferroviari, aventi originariamente funzione tecnica ed attualmente dismessi, indicati sulla planimetria citata come edifici 1B, 2B e 3B.



Figura 88 – Edifici ferroviari previsti in demolizione – Edifici 1B e 3B



Figura 89 – Edificio ferroviario previsto in demolizione – Edificio 2B

Risulta necessario anche lo smantellamento di un binario morto posto a servizio dell'edificio 3B. La posizione degli edifici (aderenti all'attuale sottostazione elettrica) e del tracciato, comporta inoltre la necessità di risistemazione della recinzione dell'area e dei piazzali rimanenti a seguito della demolizione, nonché la sistemazione della recinzione e dell'accesso alla sottostazione elettrica.

Tali interventi sono previsti all'avvio dei lavori di realizzazione dell'interconnessione NLT –LS.

All'imbocco del Tunnel di interconnessione è previsto lo spostamento dell'antenna e della cabina del sistema di segnalamento GSR-M che, nella posizione attuale, interferiscono con il binario Pari di Interconnessione.

Sempre nella zona di imbocco è previsto, in concomitanza con la realizzazione del rilevato per il nuovo tracciato del Binario Dispari della Linea Storica, lo spostamento di un canale irriguo in sifone sulla larghezza del piazzale per consentire il sottoattraversamento dei binari dell'interconnessione.

9. Costruzione

Per i dettagli si vedano la relazione “PRV_C3A_6010_33-01-02_10-01_Costruzione - Relazione generale illustrativa costruzione lato Italia” e la relazione “PRV_C30_0085 35-00-00_10-01_Conoprogramma dei lavori - Relazione generale planning di costruzione”.

9.1 Criteri di sviluppo generale

I criteri generali adottati per la scelta dei siti di cantiere hanno ricalcato i principi già adottati in sede di Progetto Definitivo approvato.

In particolare si sono seguiti i seguenti principi:

- rigoroso rispetto delle prescrizioni CIPE in accompagnamento all'approvazione del Progetto Definitivo;
- minimizzazione degli impatti causati dai movimenti di materiali lungo la viabilità stradale esistente;
- ottimizzazione delle attività allo scopo di contenere le occupazioni temporanee del territorio;
- localizzazione dei cantieri in aree a ridotto pregio ambientale;
- massimo utilizzo delle più moderne tecnologie costruttive al fine di minimizzare i tempi di realizzazione delle opere (e quindi i disagi conseguenti ai cantieri);
- rigorosa applicazione delle norme di sicurezza;
- rigorosa applicazione delle norme ambientali e di procedure a salvaguardia ambientale;
- prossimità dei cantieri alle principali vie di comunicazione;
- utilizzo della viabilità secondaria per l'accesso ai cantieri;
- massima autosufficienza degli approvvigionamenti;
- minimizzazione delle emissioni verso l'esterno;
- facilità di allaccio del cantiere alle reti dei pubblici servizi.

Inoltre, rispetto alla precedenti fasi di progettazione si è prestata una particolare attenzione al tema della sicurezza dei cantieri. L'approccio alla definizione delle aree di lavori, dei cantieri di imbocco e dell'area industriale ha tenuto conto degli aspetti e delle precauzioni previste dallo specifico studio di sicurezza condotto per i cantieri italiani.

9.2 Scenario costruttivo di riferimento

Al fine di studiare e dimensionare gli aspetti cantieristici e logistici si è tenuto conto di quanto di seguito illustrato:

- la tipologia, i quantitativi e le tempistiche relative ai materiali provenienti dagli scavi della galleria (marino);
- la possibilità di riutilizzo del marino nell'ambito del progetto (aggregati per conglomerati cementizi, formazione di rilevati, interventi di rimodellamento ambientale, etc.);
- le caratteristiche ed i sistemi di trasporto del marino dalla galleria alle aree industriali dove potrà essere riutilizzato per la realizzazione di aggregati, nonché dalle aree

industriali verso la destinazione finale (siti di deposito definitivo, opere nell'ambito del progetto, etc.);

- le quantità (ed i conseguenti volumi) di materiali da costruzione che sarà necessario stoccare al fine di garantire la continuità dei lavori;
- le caratteristiche ed i sistemi di trasporto dei principali materiali necessari alla costruzione.

9.3 Fasi costruttive delle opere in sotterraneo

9.3.1 Generalità

Lo scenario costruttivo del Tunnel di Base e del Tunnel di Interconnessione utilizzato quale riferimento per la determinazione degli aspetti logistici è sintetizzato nella seguente tabella.

Si riportano solo le opere ricadenti in territorio italiano o che hanno origine da cantieri situati in territorio italiano.

Opera	Pk (BP)		Lunghezza [m]	Metodo di scavo	Direzione di scavo
	Inizio	Fine			
Tunnel di Base + Galleria Maddalena + Area di sicurezza di Clarea	Area di sicurezza di Clarea				
	52+598	53+417	19.200	Tradizionale	↓
	53+417	55+950	3.950	TBM Fresa mista Fronte aperto	
	55+950	57+400	1.450	TBM Fresa mista Fronte confinato	
	57+400	61+076	3.200	TBM Fresa mista Fronte aperto	
	Imbocco Est Tunnel di Base				
Piana di Susa – Opere all'aperto (Stazione Internazionale, opere di linea, viabilità, area tecnica, cavidotto 132 kV, etc.)					
Tunnel di Interconnessione	Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione			D&B	↓
	1.950 m (BP) 1.750 m (BD)				
	Imbocco Est Tunnel di Interconnessione				
Innesto Bussoleno – Opere all'aperto					

Tabella 5 – Scenario costruttivo di riferimento Tunnel di Base (lato Italia) e Tunnel di Interconnessione.

Oltre al tunnel di Base, al Tunnel di Interconnessione e alle opere a cielo aperto (Piana di Susa e Innesto Bussoleno) dal territorio Italiano saranno inoltre realizzati l'area di sicurezza in

sotterraneo di Clarea, e le opere di completamento della galleria Maddalena, la galleria Maddalena 2, i due rami di connessione al tunnel di base e le relative opere di imbocco.

9.3.2 Lavori anticipati

I lavori anticipati consistono nella realizzazione dello svincolo di Chiomonte e nello scavo delle nicchie nella galleria Maddalena 1.

Lo svincolo di Chiomonte viene realizzato dal mese -5 fino al mese 19. Dal mese 20 al mese 22 sono realizzati lavori di finiture.

Sono previste delle nicchie di lunghezza variabile tra 30 e 45 m circa per l'incrocio e l'inversione dei veicoli nella galleria Maddalena 1. Sono scavate con metodologia tradizionale nell'ambito di lavori preparatori finiti al mese 12.

9.3.3 Lavori di costruzione

Tempo di inizio delle attività

Si prevede che i lavori di costruzione all'area di cantiere di Maddalena cominceranno a partire dal mese 13.

Attività di preparazione

La mobilitazione dei mezzi e del personale e la progettazione sono previsti dal mese 13 al mese 16.

La cantierizzazione necessaria agli scavi in sotterraneo dalla galleria Maddalena 1 è realizzata dal mese 17 al mese 18.

La cantierizzazione si prosegue fino al mese 22 per gli altri lavori. Le pareti berlinese e l'imbocco di Maddalena 2 sono realizzati dal mese 17 al mese 22.

Calendario di lavoro

Nel caso di avanzamento con TBM, la settimana lavorativa prevede:

- 3 turni di 8h al giorno (24h/24);
- Per lo scavo:
 - Settimana lavorativa di 6 giorni su 7;
 - 313 giorni lavorativi nell'arco dell'anno solare.
- 1 giorno dedicato alla manutenzione ordinaria ed alle eventuali indagini in avanzamento agli scavi.

Nel caso di avanzamento con metodi tradizionali, la settimana lavorativa prevede:

- 3 turni di 8h al giorno (24h/24);
- Per lo scavo:
 - Settimana lavorativa di 6 giorni su 7;
 - 313 giorni lavorativi nell'arco dell'anno solare.
- 1 giorno dedicato alle indagini in avanzamento agli scavi.

Scavo delle gallerie di connessione 1 e 2

Dal mese fino 19 al mese 45 sono realizzate, dalla galleria Maddalena 1, le opere seguenti con metodologia D&B:

- La galleria di connessione 1 dal mese 19 al mese 28;
- La caverna tecnica (calotta e solo una parte dello stross) e la varie gallerie di accesso alla galleria di connessione 2 dal mese 28 al mese 32;
- La galleria di connessione 2 dal mese 32 al mese 45. Viene scava dalla caverna tecnica di maniera tale che i lavori non interferiscono con quelli della Maddalena 2, che sono sul percorso critico.

Lo scavo del resto dell'area di sicurezza inizia dal mese 46.

Realizzazione della galleria Maddalena 2 e delle nicchie di incrocio

Alla fine della mobilitazione dei mezzi del cantiere della zona di Chiomonte (comprendente gli imbocchi di Maddalena 1 e 2, prevista dal mese 13 a 17 Inizia la cantierizzazione e la realizzazione della zona di imbocco, dal mese 17 a 22 circa.

Dal mese 23 al mese 27, la galleria Maddalena 2 è iniziata con metodologia D&B. In parallelo la fresa dedicata ai lavori successivi viene montata all'esterno, nell'area di cantiere di Maddalena.

Al mese 28 iniziano i lavori di preparazione del lancio della fresa che viene traslata nella tratta precedentemente scavata.

La fresa inizia lo scavo della galleria della Maddalena 2 al mese 30 con una velocità ridotta a metà durante 2 mesi (al passaggio da uno scavo tradizionale ad uno scavo meccanizzato, si sono dimezzate le velocità per tenere conto della curva di apprendimento). Lo scavo di Maddalena 2 con la fresa prosegue fino a raggiungere il Tunnel di Base. I conci vengono messi in opera in avanzamento subito a tergo dello scudo.

La fresa si ferma provvisoriamente nel BP del TdB al mese 42 di maniera tale che il back-up sia al di là della nicchie di incrocio, che vengono realizzate in seguito.

La fermata della fresa permette vari lavori dal mese 42 al mese 45:

- Lo scavo della nicchia di incrocio tra Maddalena 2 e la galleria di connessione 2. Permette la connessione tra Maddalena 2 e l'area di sicurezza che sarà in seguito utilizzata per la ventilazione di diversi fronti di scavo nell'area di sicurezza di Clarea;
- Lo scavo della nicchia di incrocio tra il BP del TdB e Maddalena 2, e l'inizio dello scavo della comunicazione BP/BD. Lo scavo della comunicazione prosegue fino al mese 47. La comunicazione sarà poi utilizzata per l'accesso alla caverna di montaggio della fresa sul BD;
- La preparazione del nastro in previsione della seconda TBM e degli scavi nell'area di sicurezza di Clarea;
- La modifica della ventilazione nell'ottica di ulteriori fronti di scavo sia nell'area di sicurezza di Clarea che nel TdB;
- La manutenzione della fresa.

Realizzazione del Tunnel di Base tra Maddalena 2 e Susa

La fresa, ferma sul BP fino al mese 45, riprende lo scavo al mese 46 in direzione di Susa.

In parallelo, la seconda fresa è montata sul BD dal mese 49 al mese 52. La fresa inizia lo scavo in con una velocità ridotta a metà durante 2 mesi (curva di apprendimento).

Per quanto riguarda lo scavo meccanizzato (con fresa), si considera un incremento progressivo delle cadenze fino ad un massimo del 10% per la seconda canna scavata. L'esperienza acquisita durante la realizzazione della prima canna consente di migliorare la prestazione media conseguibile nella seconda (questo effetto è meno evidente nell'avanzamento D&B).

Per uno "sfasamento" inferiore a 2 mesi tra le due canne, si considera che le macchine siano troppo vicine per poter usare questa esperienza.

Il riempimento in parte bassa sono realizzati in parallelo allo scavo. Le fasi del riempimento sono:

- Riempimento provvisorio della parte bassa
- Camminamento pedonale
- Ventilazione
- Sottoservizi

Per permettere la realizzazione dei rami, gli elementi e le reti posizionati dal lato di questi ultimi saranno sopraelevati o allora dovranno essere messi tutti dallo stesso lato. Si noterà che, per questo fatto, la posizione di questi elementi non sarà sullo stesso lato del tunnel per le due canne.

La realizzazione dei rami (o by-pass) segue quella degli riempimenti, con distanza minima di 400 m dal fronte di scavo e massima di 1000 m.

Nell'ottica di rendere possibile, al completamento delle opere civili, l'installazione di componenti impiantistiche per la fase di esercizio, è stata studiata la fattibilità della realizzazione dei rami trasversali di collegamento intertubo in parallelo all'avanzamento del fronte di ciascuna canna.

Dall'inizio dello scavo dalla seconda canna, il tempo medio di scavo e di rivestimento dei rami è di circa 1.5 mesi (valore medio per i vari tipi di ramo).

Scavo delle rocce verdi

Le frese raggiungono le rocce verdi al mese 78 (BP) e al mese 83 (BD). Si fermano prima durante 3 mesi in maniera tale che le frese a la logistica di cantiere siano messe in conformità con il potenziale carattere asbestiforme della roccia.

Lo scavo con le frese prosegue con una velocità ridotta di 4.0 m/gg che consente il trattamento, il trasporto e lo stoccaggio in sotterraneo delle rocce verdi. Le frese escono a Susa e sono traslate nella galleria artificiale al mese 85 (BP) e al mese 91 (BD) dove vengono lavate prima di essere smontate all'aperto.

La realizzazione a Susa della galleria artificiale anziché la mobilitazione dei mezzi, le installazioni di cantiere e la preparazione dell'imbocco sono innanzitutto previste dal mese 72 al mese 82.

Una galleria pilota di lunghezza di circa 55 m è scavata e riempita di cls dal BP per costituire in fase definitiva un pilastro tra i due tubi del Tunnel di Base. I lavori che necessitano lo smontaggio dei conci sono realizzati durante i mesi 86 e 87 (durata: 1.5 mese). Segue l'alesaggio della caverna dell'imbocco sul BP di lunghezza 55 m con metodo MDI (Martello Demolitore Idraulico) e con una velocità di 32 m/mese (scavo di 130-140 mc/gg) durante i mesi 87 e 88.

Lo scavo delle caverne dell'imbocco sul BD sono realizzate con lo stesso metodo dal mese 91 al mese 97. Le velocità di scavo variano di 30 m/mese (lunghezza 87 m) a 19 m/mese (lunghezza 55 m) considerando una produzione di scavo di 130-140 mc/gg.

Imprevisti

Per le tratte scavate con TBM, oltre agli imprevisti di natura geologica, nella redazione del cronoprogramma si è tenuto conto anche della possibile occorrenza di fermi cantiere per importanti guasti meccanici. Tale evenienza è graficamente rappresentata nel cronoprogramma "spazio-tempo" mediante l'inserimento di un ritardo fittizio alla fine dello scavo; tale ritardo risulta proporzionato alla lunghezza della tratta scavata con TBM, nella misura di circa 2 mesi per ogni 10km di scavo.

L'impatto sui tempi di costruzione determinato dagli imprevisti (geologici e geomeccanici) è più convenientemente trattato, secondo un approccio probabilistico, mediante analisi DAT (Decision Aids in Tunneling), che è stato svolto nella presente fase progettuale (vedi relazione PRV_C3A_8200_39-01-01_10-01"Analisi DAT: illustrazione modello").

Per la tratta scavata con la TBM tra il cantiere di Maddalena e Susa che presenta una lunghezza 10.4 km, si adotta una durata per alea guasti meccanici conservativa di 3 mesi, rappresentata dal mese 97 al mese 99 nel planning di riferimento.

Rivestimento definitivo della zona alesata e finiture

Dal mese 100 al mese 103 sono realizzati i lavori seguenti:

- Rivestimento delle caverne all'imbocco Est del Tunnel di Base sul BP e il BD con velocità di 80 m/mese (velocità ridotta rispetto alla sezione corrente del TdB che presenta una sezione minore);
- Fine dello scavo e del rivestimento dei rami di collegamento;
- Lavori di finiture nel Tunnel di Base prima del passaggio al lotto Impianti.

Fine lavori del lotto opere civili

I lavori del lotto opere civili dedicato all'opere in sotterraneo si fermano al mese 103. Dal mese 104 iniziano i lavori dedicati al lotto impianti che, tuttavia, comprendono lavori civili.

Realizzazione del Tunnel di Base tra l'area di sicurezza di Clarea e Maddalena 2

Lo scavo della galleria di connessione 2 permette un numero maggiore di fronti di scavo dall'area di sicurezza di Clarea. Di conseguenza, si apre un nuovo fronte di scavo dall'area di sicurezza di Clarea verso Susa al mese 47. Il BP e il BD sono rispettivamente scavati con metodo D&B tra l'area di sicurezza e le tratte scavate con frese dal mese 47 al mese 53 e dal mese 54 al mese 64.

Le tratte scavate con metodo tradizionale dalla Francia consentono di ipotizzare che lo scavo ed il getto dell'arco rovescio e del riempimento possano avvenire parallelamente all'avanzamento del fronte, prevedendo normalmente una compartimentazione longitudinale mobile del tratto di galleria interessato, ossia alternando lungo i due paramenti della galleria lo scavo e il getto dell'arco rovescio e l'utilizzo di una rampa in materiale riportato per consentire l'accesso al fronte superiore. Alternativamente, è ipotizzabile il ricorso a ponti reticolari mobili e carrabili che consentono il transito dei mezzi in presenza di lavorazioni in arco rovescio.

Si considera una velocità di avanzamento di 140 m/mese per la realizzazione del rivestimento definitivo a fine scavo del TdB.

Il rivestimento definitivo della tratta del Tunnel di Base scavata in metodo D&B lato Italia è realizzato fino al mese 66.

Area di sicurezza di Clarea

L'area di Clarea è scavata con metodo D&B. Gli scavi iniziano il mese 28 con lo scavo della caverna tecnica, dopo l'arrivo della galleria di connessione 1. A partire dalla caverna tecnica si scavano la galleria di connessione 2 (dal mese 32) e le tratte in tradizionale del TdB (vedi capitolo precedente). La fine degli scavi avviene al mese 73, il completamento del rivestimento definitivo è previsto per il mese 102 circa.

9.3.4 Percorso critico

Le opere sul percorso critico sono le seguenti:

- Berlinese nel cantiere di Maddalena e scavo con metodo tradizionale della galleria di Maddalena 2;
- Scavo con la TBM della galleria di Maddalena 2 e del BP del Tunnel di Base (un ritardo sul BP genererebbe un ritardo sul BD dovuto al flusso di stoccaggio limitato delle rocce verdi nelle due caverne di stoccaggio insieme);
- Scavo e rivestimento del BD del Tunnel di Base;
- Alesaggio e rivestimento del BD nella zona di imbocco.

9.3.5 Sintesi dei lavori

Le fasi maggiori di costruzione sono le seguenti:

- Da 13 a 19: Cantierizzazione esterna e scavo della sezione di innesto Maddalena 1;
- Da 20 a 46: Cantierizzazione, scavo della zona di imbocco, della galleria di connessione 1, della galleria di connessione 2, della Maddalena 2 e dell'innesto con il TdB;

- Da 46 a 73: Scavo D&B area di sicurezza di Clarea;
- Da 46 a 90: Scavo con TBM del TdB;
- Da 86 a 103: Scavo con MDI del TdB nelle rocce verdi e fine del rivestimento del TdB;
- Da 69 a 103: Rivestimento definitivo area di sicurezza di Clarea;
- Da 106 a 121: Rivestimento discenderie e gallerie di connessione, e realizzazione della centrale di ventilazione di Maddalena.

9.4 Tempi di realizzazione nella Piana di Susa

Con riferimento al plannig schematico di seguito allegato, vengono sinteticamente descritte esigenze e priorità inerenti la costruzione della NLTL e gli interventi sulle infrastrutture.

Per maggiori dettagli si rimanda ai documenti: “PRV-C3A_6479_33-50-35_10-01_Relazione fasi-Susa”, “PRV_C3A_6484_33-50-35_30-05_Dossier fasi realizzative” e “PRV_C3A_35-01-03_90-01_Opere Piana di Susa e Bussoleno– Planning “a barres””.

L’eliminazione del cantiere del TDB, del cantiere industriale e del carico su treno a Susa, semplifica, sotto alcuni punti di vista, l’organizzazione delle fasi dei lavori interessanti la piana di Susa; per contro lo slittamento in avanti dell’inizio dei lavori della piana di Susa e del TDI, le esigenze di security sui cantieri e sui trasporti, gli stessi trasporti di cantiere, hanno indotto ad una successione delle fasi che in alcuni casi si discosta da quella proposta nel Progetto Definitivo approvato.

Con riferimento al plannig di sintesi, di seguito allegato, vengono descritte esigenze e priorità inerenti la costruzione della NLTL e gli interventi sulle infrastrutture.

Le date cardine che sono state considerate per l’organizzazione delle fasi di costruzione di Susa, e di conseguenza di Bussoleno, sono rappresentate da:

- avvio delle attività nella piana di Susa a partire dal tempo T0
- arrivo previsto dello scavo del TDB a Susa; quindi realizzazione propedeutica del cantiere per l’imbocco ed il suo collegamento con la A32.
- data di inizio del cantiere di armamento del TDI e del TDB (non modificate rispetto al PD2); quindi completamento delle opere di Bussoleno (rilevati ferroviari, ponti sulla Dora), del Tunnel di Interconnessione e delle opere di piattaforma ferroviaria di Susa (Area Tecnica, ponte sulla Dora, piattaforma ferroviaria in nord Dora).

Gli interventi di costruzione sono stati quindi organizzati in primo luogo per rispettare i suddetti vincoli.

Nel flusso dei lavori risulta inoltre necessario come già nel Progetto Definitivo approvato, dare priorità ad alcuni interventi per poter avere gli spazi o le condizioni per poter eseguire quelli successivi. Inoltre, come detto, in fase di revisione del planning delle opere della Piana di Susa si è data ancor più importanza alla possibilità di collegare le diverse aree di cantiere della piana tra loro e con la A32 e senza utilizzare percorsi di viabilità ordinaria e di avere il più possibile aree di cantiere perimetrabili con recinzioni di sicurezza e piste di sorveglianza, con limitate modifiche all’impronta nel tempo degli stessi.

In sintesi si è individuata quindi la seguente successione nel tempo degli interventi, meglio dettagliata nei paragrafi successivi.

Nord Dora

- Realizzazione del nuovo svincolo della A32 (lo svincolo di Susa Est rimane in esercizio utilizzando le piste dell'Autoporto);
- realizzazione della deviazione temporanea della SS25 e sua messa in servizio;
- realizzazione del sottopasso e della nuova sede della SS25 (possibile solo dopo il completamento del nuovo svincolo della A32);
- realizzazione della deviazione temporanea della linea ferroviaria Susa–Torino e di via Montello (possibile solo dopo l'apertura del sottopasso e della nuova sede della SS25) e la sua messa in servizio;
- realizzazione dell'innalzamento in sede della Susa-Torino e delle opere di scavalco della NLTL e contemporanea realizzazione del sottopasso di via Montello (scavi possibili solo dopo lo spostamento della linea ferroviaria); in contemporanea viene installato il cantiere per l'imbocco est del Tunnel di Base, per il quale si prevede un percorso di collegamento alla A32 indipendente dalla viabilità pubblica;
- messa in esercizio sulla sede modificata delle linee ferroviarie Susa-Torino e completamento della SS25;
- costruzione della stazione Internazionale e completamento delle opere della NLTL.

Sud Dora

- Realizzazione della deviazione temporanea della SP024 e, dopo la sua messa in servizio, del collegamento tra il cantiere imbocco ovest del TDI e l'area ex autoporto;
- spostamento del canale Coldimosso per consentire le opere di imbocco del TDI;
- realizzazione della deviazione temporanea della A32 (possibile dopo l'apertura del nuovo svincolo in nord Dora) e sua messa in servizio;
- innalzamento in sede della A32 e completamento opera di sottopasso della NLTL e successiva messa in servizio;
- realizzazione del ponte della NLTL sulla Dora (possibile nella fase finale del carreggio Maddalena-Salbertrand);
- realizzazione della nuova sede della SP024 e sua messa in servizio;
- completamento delle opere ferroviarie e civili dell'Area Tecnica della NLTL.

Rapport général génie civil / Relazione generale opere civili

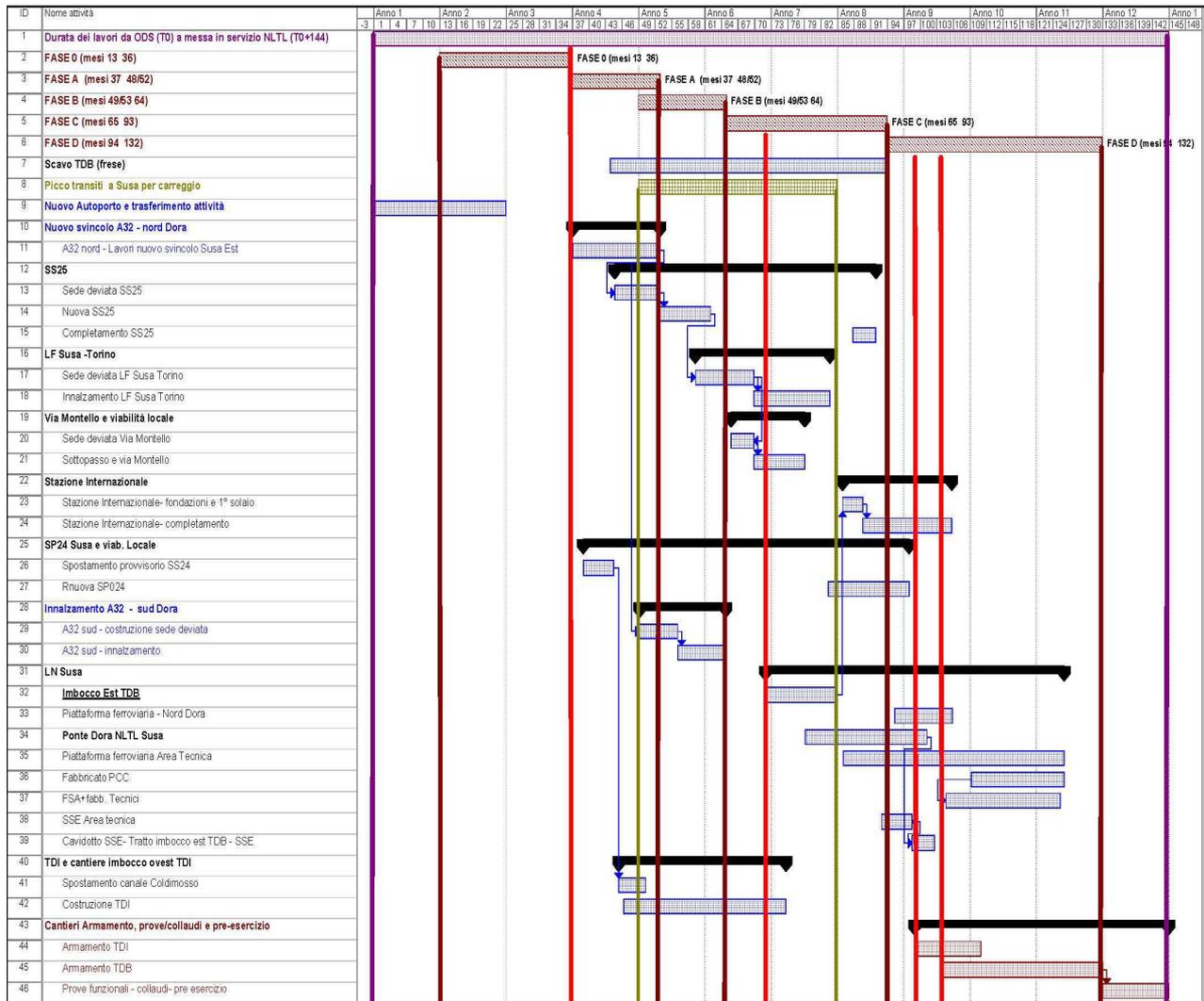


Figura 90 - Planning di riferimento per la costruzione

9.5 Tempi di realizzazione del Tunnel di Interconnessione

Tempo di inizio delle attività

Si richiamano per inquadramento le fasi descritte al paragrafo precedente.

I lavori iniziano al mese 45 con l'interruzione d'esercizio del canale Coldimosso. Come detto, i lavori di scavo del Tunnel di Interconnessione sono legati a quelli di Susa, in maniera tale che il materiale di scavo possa essere utilizzato con adeguamento di pezzatura e selezionatura in loco, per la costruzione dei rilevati della piattaforma ferroviaria nell'attuale area Autoporto – pista di Guida Sicura.

Calendario di lavoro

Per lo scavo con metodi tradizionali (D&B), la settimana lavorativa prevede :

- 3 turni di 8h al giorno (24h/24);
- Settimana lavorativa di 6 giorni su 7;
- 1 giorno dedicato alle indagini in avanzamento agli scavi.

- 313 giorni lavorativi nell'arco dell'anno solare.

Descrizione generale dei lavori

Questo capitolo è dedicato al Tunnel di Interconnessione che comprende:

- Due gallerie di linea di lunghezza 1740 m per il BD e 1850 m per il BP;
- Rami di comunicazione ubicati ad una distanza non superiore a 333 m;
- Caverne NLTL BP e BD (caverne che permettono l'arrivo di un fronte di scavo nella fase 2 del progetto con il futuro Tunnel dell'Orsiera).

Lavori di scavo e gallerie artificiali

I lavori iniziano al mese 45 con l'interruzione d'esercizio del canale Coldimosso e la preparazione degli imbocchi.

Lo scavo della canna Dispari inizia al mese 50 e finisce al mese 69. Lo scavo della canna Pari inizia al mese 50 e finisce al mese 72. La galleria artificiale lato Susa viene completata dal mese 53 al mese 60.

Lo scavo dell'imbocco lato Bussoleno (BD e BP) è realizzato dal mese 55 al mese 62. La galleria artificiale lato Bussoleno, iniziata dal mese 66 al mese 73, viene completata immediatamente dopo la fine dello scavo del TdI, dal mese 69 al mese 76 insieme ai lavori di finitura in galleria.

Realizzazione del Binario Pari

In parallelo allo scavo sono realizzati l'arco rovescio, il rivestimento definitivo e lo scavo delle caverne NLTL e dei rami di comunicazione.

I lavori del Tunnel di Interconnessione vengono completati al mese 76 (6 anni e 4 mesi) immediatamente dopo il rivestimento dei rami di comunicazione e la sistemazione del piazzale lato Bussoleno.

9.6 Tempi di realizzazione a Bussoleno

Tempo di inizio delle attività

I lavori iniziano al mese 37 con l'installazione del cantiere per l'innesto di Bussoleno e i ponti sulla Dora.

Fasi di lavoro

Innesto fase 1

Le fasi di lavoro sono:

- Dal mese 37 al mese 38: Installazione e delimitazione cantieri;
- Dal mese 39 al mese 41: Demolizione degli edifici esistenti;
- Dal mese 39 al mese 54: Realizzazione dei muri e ampliamento dei rilevati lato Ovest;
- Dal mese 39 al mese 45: Realizzazione dei sottopassi e dei muri ovest della rampa di accesso ai rilevati.

Innesto fase 2

Le fasi di lavoro sono:

- Dal mese 71 al mese 73: Spostamento BD LS e completamento dei muri della rampa di accesso ai rilevati;
- Dal mese 72 al mese 77: Completamento dei rilevati.

Ponti sulla Dora

Le fasi di lavoro sono:

- Dal mese 44 al mese 68: Realizzazione ponte Dora Ovest;
- Dal mese 68 al mese 72: Demolizione ponte Dora LS;
- Dal mese 72 al mese 96: Realizzazione ponte Dora Est.

Le opere civili a Bussoleno finiscono al mese 96 (fine anno 8), per consentire a partire dal mese 99, l'armamento ferroviario del TDI.

9.7 Altre aree

Siti di deposito

Il cronoprogramma dei siti di deposito è oggetto della relazione PRV_C3A_TS3_2535.

Cantiere di Salbertrand

Il collegamento all'A32 e il ponte sulla Dora vengono realizzati dal mese 7 al mese 18. L'accesso alla zona di cantiere è possibile dal mese 16. La costruzione del cantiere industriale di Salbertrand e del fascio binari per il caricamento dei treni sono realizzati fino al mese 28. Questi lavori di preparazione dell'area di cantiere sono sul percorso critico.

Le attività di trattamento dei materiali a Salbertrand iniziano al mese 28 e finiscono al mese 123.

La sistemazione finale dell'area viene realizzata dal mese 124 al mese 135.

9.8 Organizzazione dei cantieri

Al fine di permettere la realizzazione delle opere in progetto ricadenti in territorio italiano saranno necessari i seguenti cantieri.

Cantieri di costruzione:

- Cantiere “Innesto Bussoleno”;
- Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Interconnessione”;
- Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione”;
- Area di lavoro di “Susa”
- Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Base”;
- Cantiere “Maddalena”.

Area industriale di supporto alle attività dei cantieri di costruzione:

- Area industriale “Salbertrand”.

In funzione delle tipologie di opere da realizzarsi, i cantieri sono stati distinti in:

- cantieri di imbocco per la realizzazione delle opere in sotterraneo;

- aree di lavoro per la realizzazione delle opere a cielo aperto;
- area industriale di supporto ai cantieri di imbocco.

La **Tabella 6** riporta la denominazione adottata per i cantieri previsti per la realizzazione delle opere di progetto e la descrizione sintetica delle attività svolte o delle opere da esso realizzate.

Denominazione dei cantiere	Principali attività / opere realizzate dal cantiere
Area Industriale “Salbertrand”	Attività di supporto ai cantieri di costruzione: - produzione aggregati - fornitura aggregati e materiali idonei per rilevati - prefabbricazione dei conci - trasporto del marino via treno
Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Base”	Preparazione Imbocco Realizzazione della galleria artificiale di imbocco Est del Tunnel di Base
Cantiere “Imbocco Est Tunnel di Interconnessione” + Cantiere “Innesto Bussoleno”	Imbocco Est del Tunnel di Interconnessione Opere a cielo aperto per l’innesto tra la Linea Nuova Torino-Lione e la Linea Storica Torino-Bardonecchia (rilevati e ponti)
Cantiere “Imbocco Ovest Tunnel di Interconnessione”	Imbocco Ovest del Tunnel di Interconnessione Tunnel di Interconnessione Opere preparatorie a cielo aperto Piana di Susa
Cantiere “Maddalena”	Area di sicurezza in sotterraneo di Clarea Galleria di Maddalena 2 Gallerie di connessione (di Maddalena 1 e 2) Getto dei rivestimenti definitivi delle gallerie di Maddalena 1 e 2 Opere a cielo aperto (centrale di ventilazione) Scavo dei due fornici principali del tunnel di base lato Italia fino all’imbocco di Susa.
Area di lavoro di “Susa Autoporto”	Attività di supporto ai cantieri delle opere a cielo aperto “Piana di Susa”: - Stazione Internazionale - Opere di linea - Ponte sulla Dora - Area Tecnica - Viabilità stradale - Cavidotto 132 kV

Tabella 6 – Denominazione dei cantieri e attività/opere realizzate.

Per tutti i cantieri si prevede l'impiego di tecnologie e di mezzi d'opera omologati per il rispetto dei limiti di emissione stabiliti dalle più recenti norme nazionali e comunitarie alla data di inizio dei lavori.