

LIASON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

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

TUNNEL DE BASE – TUNNEL DI BASE
SITE DE SECURITE DE CLAREA – AREA DI SICUREZZA DI CLAREA
ETUDE DE LAYOUT – STUDIO DI LAYOUT

RAPPORT TECHNIQUE – RELAZIONE TECNICA

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	13.09.2013	Première diffusion / Prima emissione	F.MEMMI (AMB) D. FLOREANI (AMB)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
A	14.02.2014	Révision suite aux commentaires de LTF/ Revisione a seguito dei commenti di LTF	F.MEMMI (AMB) D. FLOREANI (AMB)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON C. OGNIBENE
B	31.03.2014	Mise au statut AP / Messa allo stato AP	F.MEMMI (AMB) D. FLOREANI (AMB)	C. SALOT C. OGNIBENE	L. CHANTRON C. OGNIBENE
C	15.10.2016	Première émission PRV – révision général du layout / Prima emissione PRV – revisione generale del layout	M. JANUTOLO (BG) C. SALOT (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
D	23.12.2016	Révision suite aux commentaires de TELT et passage au statut AP/ Revisione a seguito dei commenti di TELT e passaggio allo stato AP	M. JANUTOLO (BG) C. SALOT (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI

CODE DOC	P	R	V	C	3	A	T	S	3	3	7	0	0	D
	Phase / Fase		Sigla étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	26	46	10	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)

SOMMAIRE / INDICE

1. INTRODUZIONE	7
1.1 GENERALITÀ	7
1.2 MODIFICHE RISPETTO AL PR	8
1.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	9
1.4 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	10
2. REQUISITI DI BASE	10
2.1 REQUISITI PER LA SICUREZZA	10
2.2 REQUISITI PER GLI IMPIANTI.....	10
3. REQUISITI TECNICI E FUNZIONALI	11
3.1 ESERCIZIO E MANUTENZIONE	11
3.2 SICUREZZA	11
3.2.1 Installazioni e impianti antincendio.....	11
3.2.2 Resistenza al fuoco delle strutture permanenti e delle porte	12
3.2.3 Raccolta ed evacuazione dei liquidi pericolosi.....	12
3.2.4 Requisiti per le strutture adibite agli interventi di soccorso	12
3.3 IMPIANTI FERROVIARI E NON FERROVIARI	14
3.3.1 Ventilazione.....	14
3.3.2 Locali tecnici	14
3.4 SOVRACCARICHI.....	15
4. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI	16
4.1 CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	16
4.2 GALLERIA IN LINEA	17
4.3 GALLERIA INTERTUBO CON SALA D'ACCOGLIENZA	19
4.4 RAMI DI COLLEGAMENTO.....	21
4.5 CAVERNA OVEST	23
4.6 RAMO PER INSERIMENTO VEICOLI BIMODALI SUL BINARIO.....	24
4.7 CAVERNA TECNICA.....	25
4.8 LOCALI TECNICI.....	26
4.9 GALLERIA LOGISTICA	28
5. IMPERMEABILIZZAZIONE E DRENAGGIO IN FASE DI ESERCIZIO.....	29
5.1 IMPERMEABILIZZAZIONE.....	29
5.2 GALLERIA IN LINEA	30

Rapport technique / Relazione tecnica

5.3	RAMI DI COLLEGAMENTO	30
5.4	CAVERNA OVEST	31
5.5	RAMO PER INSERIMENTO VEICOLI BIMODALI.....	31
5.6	GALLERIA INTERTUBO.....	31
5.7	GALLERIA INTERTUBO CON SALA D'ACCOGLIENZA.....	32
5.8	CAVERNA TECNICA.....	32
5.9	STOCCAGGIO DEI LIQUIDI PERICOLOSI.....	33
5.10	GALLERIA LOGISTICA	33
6.	APPROVVIGIONAMENTO	33
6.1	APPROVVIGIONAMENTO ENERGIA ELETTRICA.....	33
6.2	APPROVVIGIONAMENTO ACQUA	33
6.3	IMPIANTI CIVILI	33
7.	COSTRUZIONE E FASAGGIO DEI LAVORI.....	33
8.	MONITORAGGIO.....	34
8.1	SCOPO	34
8.2	STAZIONI DI MISURA	34
8.3	CRITERI DI POSIZIONAMENTO E FREQUENZA DI LETTURA.....	35
8.4	ALTRE MISURE	36
ALLEGATO 1: SCHEMA DEI CARICHI NELLE SOLETTE DELLA CAVERNA TECNICA.....		37

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1</i>	<i>– Configurazione planimetrica dell'area di sicurezza</i>	<i>16</i>
<i>Figura 2</i>	<i>– Sezione tipo della galleria in linea con marciapiede [17]</i>	<i>18</i>
<i>Figura 3</i>	<i>– Particolare della zona di inserimento dei veicoli bimodali sul binario [10]</i>	<i>19</i>
<i>Figura 4</i>	<i>– Galleria intertubo: sezione trasversale [21]</i>	<i>19</i>
<i>Figura 5</i>	<i>– Galleria intertubo e sala d'accoglienza: sezione trasversale [20]</i>	<i>21</i>
<i>Figura 6</i>	<i>– Ramo di collegamento e per i servizi di soccorso: sezione trasversale [27]</i>	<i>22</i>
<i>Figura 7</i>	<i>– Ramo di collegamento e per i servizi di soccorso: sezione di giunzione [27]</i>	<i>22</i>
<i>Figura 8</i>	<i>– Ramo per veicoli bimodali est: sezione trasversale [28]</i>	<i>23</i>
<i>Figura 9</i>	<i>– Ramo per servizi di soccorso: sezione trasversale [28].....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 10</i>	<i>– Ramo di collegamento: sezione trasversale [28]</i>	<i>23</i>
<i>Figura 11</i>	<i>– Ramo per veicoli bimodali Ovest: sezione trasversale [28].....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 12</i>	<i>– Caverna ovest: sezione trasversale [22]</i>	<i>24</i>
<i>Figura 13</i>	<i>– Ramo per inserimento veicoli bimodali (sezione F-F) [23]</i>	<i>25</i>
<i>Figura 14</i>	<i>– Caverna tecnica: sezione longitudinale [6]</i>	<i>26</i>
<i>Figura 15</i>	<i>– Caverna tecnica: sezione trasversale [19]</i>	<i>26</i>
<i>Figura 16</i>	<i>– Galleria logistica [29]</i>	<i>29</i>

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Documenti di riferimento	10
Tabella 2: Documenti riguardanti i requisiti di sicurezza	10
Tabella 3: Documenti riguardanti i requisiti per gli impianti	11
Tabella 4: Requisiti delle infrastrutture per i soccorsi e le vittime	13
Tabella 5: Esigenze per i locali tecnici.....	15
Tabella 6: superficie dei locali tecnici.....	28

RESUME / RIASSUNTO

L'objet du présent rapport est le site de sécurité souterrain de Clarea. Celui-ci présente une longueur totale d'environ 838 m et son axe se situe au pK 52+164.5. Il est au pied de la galerie de connexion 1 (qui le relie à la galerie Maddalena 1) et de la galerie de connexion 2 (qui le relie à la galerie Maddalena 2).

La variante qui fait suite à la prescription n. 235 du CIPE porte à un certain nombre de modifications par rapport au PR, dont les principales sont détaillées ci-après :

- L'axe du site (c.à.d. l'axe de la salle d'accueil) est déplacé au pk 52+164.5, soit à une distance de 20 km de l'axe de la salle d'accueil du site de sécurité de Modane. Le site de sécurité passe en territoire italien, pour cela il est intégré au "Progetto di Variante" (PRV) ;
- La caverne technique est excentrée par rapport au site et se situe à l'extrémité coté Italie, à 50 m environ du rameau pour les véhicules bimodaux. Les galeries de connexion 1 et 2 arrivent dans cette caverne ;
- La galerie en ligne est rectiligne depuis l'extrémité coté France jusqu'au pk 52+316 (L=440 m), puis elle présente un raccord parabolique (clothoïde). Dans la configuration du PR, elle était rectiligne sur toute sa longueur. Cette galerie est prolongée au-delà des 30 m depuis l'axe du rameau pour véhicules bimodaux, jusqu'à arriver à la caverne technique.
- La galerie intertube et les rameaux du site sont adaptés à la clothoïde du tracé ferroviaire.
- Une galerie logistique qui sert pour le transport des roches vertes vers le dépôt de Maddalena 1 est ajoutée.

Oggetto della presente relazione è l'area di sicurezza di Clarea che presenta una lunghezza totale di circa 838 m ed il suo asse è situato alla pK 52+164.5. Si trova al piede della galleria di connessione 1 (che la collega alla galleria Maddalena 1) e della galleria di connessione 2 (che la collega alla galleria Maddalena 2).

La variante che fa seguito alla prescrizione n° 235 del CIPE porta ad un certo numero di modifiche, di cui le principali sono dettagliate nel seguito:

- L'asse dell'area (ovvero l'asse della sala di 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, per questo è integrata al Progetto di Variante (PRV);
- La caverna tecnica è decentrata rispetto all'area ed è situata all'estremità lato Italia, a 50 m dal ramo per veicoli bimodali. Le galeries di connessione 1 e 2 giungono in tale caverna;
- La galleria in linea è rettilinea dall'estremità lato Francia fino alla pk 52+316 (L=440 m), mentre si trova successivamente in raccordo parabolico (clothoïde). 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 clothoïde del tracciato ferroviario.
- Si è aggiunta una galleria logistica che serve per il trasporto delle rocce verdi verso il deposito di Maddalena 1.

Rapport technique / Relazione tecnica

1. Introduzione

1.1 Generalità

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.

Oggetto del presente documento è l'area di sicurezza di Clarea, 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.

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 Maddalena 1 e 2 tramite apposite gallerie di connessione, che giungono nella caverna tecnica.

L'area è situata nelle unità geomeccaniche dei micascisti e gneiss minuti di Clarea (UGD 7). La copertura varia da 1020 m a 1340 m circa.

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 (cfr. [20]). 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 (cfr. [2] e [5]). 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 (cfr. [2][5][13][14]).

Nell'area è inoltre presente una galleria logistica che serve in fase cantiere per il trasporto delle rocce verdi e che sarà mantenuta in fase definitiva chiusa da apposite porte che ne consentano l'accesso solo al personale addetto alla manutenzione.

1.2 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, per questo è integrata al Progetto di Variante (PRV). 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 previsto in PD2: 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 PD2.
- **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. Per quanto riguarda la ventilazione, si vedano gli elaborati riportati in Tabella 3.
- **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). Le caverne di smontaggio all'estremità Ovest sono rappresentate nel capitolo 26-19 relativo alla sezione corrente lato Italia.
- **Integrazione del ritorno di esperienza del cunicolo esplorativo della Maddalena.** Questo ha riguardato in particolare la definizione e verifica delle sezioni tipo. Per quest'aspetto si veda l'elaborato [29].
- **Aggiunta della galleria logistica.** Tale galleria, che è relativa allo stoccaggio in sotterraneo delle rocce verdi introdotto con questa variante, è descritta al § 4.9.

Rapport technique / Relazione tecnica

1.3 Documenti di riferimento

I documenti di riferimento del capitolo 26-46 (area di sicurezza di Clarea) sono riassunti nella tabella seguente:

Riferimento	Titolo documento	Codice documento
[1]	Géométrie - Schéma de définition en plan	PRV_C3A_3701_26-46-10
[2]	Vue en plan et coupe longitudinale en axe à l'intertube 1/4	PRV_C3A_3702_26-46-10
[3]	Vue en plan et coupe longitudinale en axe à l'intertube 2/4	PRV_C3A_3703_26-46-10
[4]	Vue en plan et coupe longitudinale en axe à l'intertube 3/4	PRV_C3A_3704_26-46-10
[5]	Vue en plan et coupe longitudinale en axe à l'intertube 4/4	PRV_C3A_3705_26-46-10
[6]	Caverne technique - Vue en plan E-1 et coupe longitudinale	PRV_C3A_3706_26-46-10
[7]	Caverne technique - Vue en plan E-2	PRV_C3A_3707_26-46-10
[8]	Caverne technique - Vue en plan E-3	PRV_C3A_3708_26-46-10
[9]	Caverne Ouest - Vue en plan E0, E1	PRV_C3A_3709_26-46-10
[10]	Zone d'enraillement des véhicules bi-modaux sur les voies	PRV_C3A_3710_26-46-10
[11]	Caverne Technique - Coupes 1-2	PRV_C3A_3711_26-46-10
[12]	Caverne Technique - Coupe 3	PRV_C3A_3712_26-46-10
[13]	Caverne Technique - Coupes 4-5	PRV_C3A_3713_26-46-10
[14]	Caverne Technique - Coupes 6-7	PRV_C3A_3714_26-46-10
[15]	Caverne Technique - Coupes 8-9	PRV_C3A_3715_26-46-10
[16]	Géométrie - Coupes descriptives	PRV_C3A_3716_26-46-10
[17]	Galerie en ligne avec trottoir - Coupe type A-A	PRV_C3A_3717_26-46-10
[18]	Galerie en ligne sans trottoir - Coupe type Abis-Abis	PRV_C3A_3718_26-46-10
[19]	Caverne Technique - Coupe type B-B	PRV_C3A_3719_26-46-10
[20]	Galerie Intertube et salle d'accueil - Coupe type C-C	PRV_C3A_3720_26-46-10
[21]	Galerie Intertube - Coupe type D-D	PRV_C3A_3721_26-46-10
[22]	Caverne Ouest - Coupes transversale E-E et Eb-Eb	PRV_C3A_3722_26-46-10
[23]	Rameau pour enraillement des véhicules bi-modaux sur les voies - Coupe type F-F	PRV_C3A_3723_26-46-10
[24]	Rameau pour enraillement des véhicules bi-modaux sur les voies - Coupe type G-G	PRV_C3A_3724_26-46-10
[25]	Albraque est - Coupe type H-H	PRV_C3A_3725_26-46-10
[26]	Albraque ouest - Coupe type I-I	PRV_C3A_3726_26-46-10
[27]	Rameau de communication et jonction - Coupes type J-J et P-P	PRV_C3A_3727_26-46-10
[28]	Coupes transversales L-L M-M N-N et O-O	PRV_C3A_3733_26-46-10
[29]	Galerie logistique – coupe type R-R	PRV_C3A_7484_26-46-10
[30]	Rapport technique et de calcul des soutènements	PRV_C3A_3730_26-46-20
[31]	Note de calcul du revêtement définitif	PRV_C3A_3731_26-46-20
[32]	Note de calcul au feu	PRV_C3A_3699_26-46-20
[33]	Sections de mesure	PRV_C3A_3806_26-46-20
[34]	Rameau pour véhicules bi-modaux ouest - Coordination	PRV_C3A_3830_26-46-25
[35]	Rameau pour véhicules bi-modaux ouest - Détails et coupes I	PRV_C3A_3831_26-46-25
[36]	Rameau d'accès de secours - Coordination	PRV_C3A_3832_26-46-25
[37]	Rameau d'accès de secours - Détails et coupes	PRV_C3A_3833_26-46-25
[38]	Rameau de communication - Coordination	PRV_C3A_3834_26-46-25
[39]	Rameau de communication - Détails et coupes	PRV_C3A_3835_26-46-25
[40]	Caverne Technique - Coordination - 1	PRV_C3A_3836_26-46-25

Rapport technique / Relazione tecnica

[41]	Caverne Technique - Coordination - 2	PRV_C3A_3837_26-46-25
[42]	Caverne Technique - Coordination - 3	PRV_C3A_3838_26-46-25
[43]	Rameau pour véhicules bi-modaux est - Coordination	PRV_C3A_3839_26-46-25
[44]	Rameau pour véhicules bi-modaux est - Détails et coupes	PRV_C3A_3840_26-46-25
[45]	DOSSIER PRELIMINAIRE SICUREZZA - Allegato 4.1 - Quadro regolamentare del progetto e Non Conformità corrispondenti	PRV_C1_0003_00-00-00
[46]	Consegna 43 – Specifiche normative funzionali	PRF_C30_0014_50-02-00
[47]	Consegna 43 – Specifiche normative funzionali - allegati	PRF_C30_0015_50-02-00
[48]	Vue en plan des installations de chantier	PRV_C3A_6450_33-02-08
[49]	Coupe des installations de chantier	PRV_C3A_6451_33-02-08
[50]	Phasage de construction du site de sécurité de Clarea	PRV_C3A_6452_33-02-08
[51]	Rapport général planning coté Italie	PRV_C30_0085_35-00-00
[52]	Planning "chemin de fer" du site de sécurité de Clarea	PRV_C3A_7857_35-01-02
[53]	Planning Gantt du site de sécurité de Clarea et des galeries de Maddalena	PRV_C3A_7854_35-01-02
[54]	Relazione relativa alla gestione delle rocce verdi	PRV_C3A_7610_33-02-02

Tabella 1: Documenti di riferimento

Ulteriori documenti di riferimento sono contenuti nelle tabelle 2 e 3.

1.4 Quadro normativo di riferimento

Il quadro normativo di riferimento è trattato nell'allegato 4.1 del Dossier Preliminare della Sicurezza (documento [45]).

2. Requisiti di base

2.1 Requisiti per la sicurezza

I requisiti legati alla sicurezza sono principalmente contenuti all'interno del documento [45] e relativi allegati [46]. Nella fase di progettazione sono inoltre stati presi in considerazione i documenti contenuti nella seguente tabella:

Riferimento	Titolo documento	Codice documento
[55]	Intervento dei soccorsi nelle aree di sicurezza	PRF_C1_0026_40-02-00_10-02
[56]	Veicoli di soccorso	PRF_C1_0026_40-04-00_10-01
[57]	Impianti e dispositivi di sicurezza – aree di sicurezza	PRF_C1_0011_45-01-00_10-01
[58]	Impianti e dispositivi di sicurezza nei tunnel e nelle discenderie	PRF_C1_0012_45-03-00_10-01
[59]	Rete antincendio – rete di aspersione – raccolta liquidi pericolosi	PRF_C1_0015_45-06-00_10-01
[60]	Schema rete antincendio, rete di aspersione e raccolta liquidi pericolosi	PRF_C1_0016_45-06-00_20-01
[61]	Veicoli di soccorso	PRF_C1_0009_40-04-00_10-01

Tabella 2: Documenti riguardanti i requisiti di sicurezza

2.2 Requisiti per gli impianti

I requisiti legati agli impianti sono contenuti nei documenti elencati nella tabella seguente:

Rapport technique / Relazione tecnica

Riferimento	Titolo documento	Codice documento
[62]	Studio della ventilazione e dell'estrazione fumi nelle aree di sicurezza.	PRV_C2B_0013_40-01-00_10-01
[63]	Analisi funzionali degli impianti di ventilazione nelle aree di sicurezza.	PRV_C2B_0014_40-01-00_10-02
[64]	Studio tecnologico degli impianti di ventilazione delle aree di sicurezza.	PRV_C2B_0015_40-01-00_10-03
[65]	Planimetrie installazione apparecchiature nella galleria Maddalena 1	PRV_C2B_1520_40-01-48_30-01
[66]	Layout disposizione sezionatori e quadri sistema MATS	PRV_C2B_0298_30-20-46_30-01
[67]	Pianta della stazione di pompaggio della rete idranti e dell'impianto ad acqua nebulizzata	PRV_C2B_1774_60-00-46_30-04
[68]	Planimetria installazione apparecchiatura di ventilazione nell'area di sicurezza di Clarea	PRV_C2B_1500_40-01-46_30-01

Tabella 3: Documenti riguardanti i requisiti per gli impianti

3. Requisiti tecnici e funzionali

3.1 Esercizio e manutenzione

La sagoma minima per l'accesso dei veicoli per la manutenzione deve presentare una larghezza e una altezza pari a 3.5m. In caso di incrocio con circolazione in doppio senso la sagoma deve essere di 6.6 x 3.5m.

3.2 Sicurezza

Nei paragrafi successivi si riportano in sintesi i requisiti di sicurezza per l'area di sicurezza di Clarea. I requisiti riguardano:

- Installazioni e impianti antincendio;
- Resistenza al fuoco delle strutture permanenti (es. rivestimenti) e delle porte;
- Drenaggio ed evacuazione dei liquidi pericolosi;
- Requisiti per le strutture adibite agli interventi di soccorso:
 - Galleria intertubo e sala di accoglienza;
 - Percorsi di evacuazione delle vittime;
 - Percorsi di accesso dei soccorsi;
 - Percorsi di accesso dei veicoli bimodali.

3.2.1 Installazioni e impianti antincendio

I requisiti riguardanti le installazioni e gli impianti antincendio sono contenuti nel documento [58]. È possibile sintetizzare i suddetti requisiti come segue:

- In tutte le gallerie dell'area di sicurezza è prevista una serie di installazioni permanenti di protezione e lotta antincendio. In particolare:
 - Un sistema con condotta d'estinzione capace di fornire una portata di 120m³/h per mezzo di idranti distribuiti ogni 50m lungo le gallerie;
 - Un sistema di nebulizzazione su tutta la lunghezza della galleria in linea.

- L'acqua necessaria per il trattamento degli incendi è contenuta in un serbatoio di stoccaggio della capacità di 520m³ situato all'estremità ovest dell'area di sicurezza, al livello E0 delle Caverna ovest (cfr. doc. [9]). Il serbatoio è stato dimensionato per una capacità utile netta di 520m³.

3.2.2 Resistenza al fuoco delle strutture permanenti e delle porte

Le partizioni interne ed il rivestimento definitivo della caverna tecnica e della galleria in linea devono rispettare le seguenti esigenze:

- Norma Francese ITI 98-300: le strutture devono presentare una resistenza al fuoco di 4 ore con riferimento alla curva di temperatura ISO 834 e 2 ore con riferimento alla curva di temperatura HC;
- Norma Italiana UNI 11076: le strutture devono presentare una resistenza al fuoco di 2 ore con la curva RWS.

Si rimanda al documento [32] per maggiori dettagli.

Le porte installate dovranno possedere la denominazione “tagliafuoco” e quindi presentare una resistenza al fuoco di classe minima HCM90.

3.2.3 Raccolta ed evacuazione dei liquidi pericolosi

I requisiti riguardanti la raccolta e lo stoccaggio dei liquidi pericolosi sono complementari ai requisiti per la prevenzione degli incendi (doc. [59]).

Il sistema di raccolta dei liquidi pericolosi giacenti sul binario deve permettere di limitare la superficie potenziale massima di una pozza a 50m² al fine di limitare il carico di incendio in caso di incidente. Deve anche permettere lo scolo per gravità dei liquidi pericolosi dalla superficie del binario verso le canalette di raccolta. Si prevede la realizzazione di una canaletta longitudinale all'estremità della soletta al di sotto dei binari e di canalette trasversali ogni 12 m. La pendenza longitudinale della soletta permetterà lo scolo dei liquidi pericolosi verso le canalette trasversali. La canaletta trasversale scarica sulla canaletta longitudinale, che a sua volta scarica nel collettore principale. È prevista l'installazione di pozzetti sifonati ogni 48 m che permettono di impedire la propagazione dell'incendio in caso di innesco. Nei collettori, i liquidi sono evacuati per gravità fino al serbatoio di raccolta. In caso di incendio o di un incidente chimico e a seguito del riempimento di un serbatoio di stoccaggio, lo svuotamento del serbatoio viene effettuato mediante vagoni cisterna. I serbatoi situati a monte dell'area di sicurezza hanno una capacità massima corrispondente al contenuto massimo di un vagone cisterna, cioè 120m³ di carburante. I serbatoi situati a valle dell'area di sicurezza hanno una capacità massima pari a 760m³ per via del sistema antincendio che incrementerebbe le portate di materiale pericoloso diluito in caso di incidente.

3.2.4 Requisiti per le strutture adibite agli interventi di soccorso

Galleria intertubo e sala d'accoglienza

I requisiti riguardanti la galleria intertubo e la sala di accoglienza sono contenuti nel documento [57]. È possibile sintetizzare i requisiti come segue:

- La capienza minima della sala d'accoglienza deve essere pari a 1200 persone. Tale valore corrisponde alla capacità di un treno viaggiatori a pieno carico. Il percorso di accesso per le vittime, in caso di incidente, non deve presentare nessun tipo di

ostacolo (es. scale, rampe ecc..). Le persone da evacuare dalla galleria in linea in caso di incidente accederanno alla sala di accoglienza attraverso gli otto rami di collegamento previsti a questo scopo. La sala d'accoglienza sarà pertanto ubicata al di sotto della galleria intertubo per un tratto di lunghezza pari a 400m e sarà collegata direttamente con quest'ultima mediante delle scale per l'accesso dei servizi di soccorso situate a monte e a valle della sala.

- I requisiti per la galleria intertubo sono trattati nel paragrafo dedicato ai percorsi di accesso dei soccorsi.

Percorsi di evacuazione delle vittime

I requisiti riguardanti il dimensionamento geometrico delle vie di fuga per le vittime in caso di incidente sono contenuti nel documento [57].

Le misure seguenti sono state considerate:

- Interasse tra i rami di collegamento nelle aree di sicurezza: 50m;
- Larghezza minima delle porte dei rami di collegamento: 1.4m;
- Larghezza minima del marciapiede di evacuazione e soccorso: 3.0m;
- Altezza libera minima al di sopra del marciapiede per l'evacuazione dei passeggeri: 2.25 m.

Percorsi di accesso dei soccorsi

I requisiti riguardanti i percorsi di accesso dei soccorsi sono contenuti nel documento [57].

Le misure seguenti sono state considerate:

- Altezza minima libera: 3.5m;
- Larghezza minima pari a 3.5m a senso unico con la possibilità di incrocio ogni 400m;
- Larghezza minima di 6.6m nelle parti con traffico a doppio senso;
- Accesso delle squadre di soccorso ai binari indipendente dal percorso di evacuazione delle vittime;
- Possibilità di stazionamento sul lato sinistro senza ostruire il passaggio degli altri veicoli di intervento.

In caso di incidente è previsto il raggruppamento dei mezzi di soccorso al livello E1 nella caverna ovest dell'area di sicurezza presso il posto di controllo avanzato (PCA). Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato grafico [9]. Le vittime potranno ricevere i primi soccorsi nei punti di raccolta vittime ubicati alle due estremità della sala d'accoglienza.

Nella Tabella 4 sono riassunti i requisiti riguardanti gli spazi per i soccorsi e le vittime:

Secours / Soccorsi			
A1	Point de regroupement des moyens	Punto di raggruppamento di mezzi	200 m ²
A2	Poste de commande avancé	Posto di controllo avanzato	20 m ² , h= 4.8 m
A3	Point de rassemblement des victimes	Punto di raccolta vittime	2x125 m ² , h= 3.2 m
A4	Point de rassemblement des victimes	Punto di raccolta vittime	2x125 m ² , h= 3.2 m

Tabella 4: Requisiti delle infrastrutture per i soccorsi e le vittime

Percorsi di accesso dei veicoli bimodali

I requisiti riguardanti l'accesso dei veicoli bimodali alla galleria in linea sono contenuti nel documento [61].

Le misure seguenti sono state considerate:

- Altezza minima libera pari a 3.5m;
- Larghezza minima pari a 2.55m;
- Lunghezza pari a 8m;
- Peso massimo pari a 19t.

3.3 Impianti ferroviari e non ferroviari

3.3.1 Ventilazione

La ventilazione dell'area di sicurezza è realizzata per mezzo del condotto specifico in arrivo dalla galleria Maddalena 2 e galleria di connessione 2. L'aria fresca attraversa la caverna in calotta per raggiungere il locale di ventilazione ubicato al livello E2. L'aria fresca è poi inviata verso la sala d'accoglienza tramite un condotto di circa 4.65 m². Tramite griglie disposte ogni 50 m si alimenta in aria fresca la galleria intertubo. Le griglie di ventilazione di dimensioni 1x1.5 m ogni 50 m e le aperture in corrispondenza delle scale di accesso permettono il successivo trasferimento dell'aria verso la sala d'accoglienza.

In caso di incidente all'interno delle gallerie in linea, l'estrazione dei fumi di combustione dal Tunnel di Base avverrà mediante delle griglie di estrazione posizionate nella soletta intermedia del condotto di estrazione fumi in calotta. La sezione d'aria minima per ogni condotto di estrazione fumi è di 27 m². L'aspirazione viene effettuata con due tipi di griglie di estrazione:

- Griglie di estrazione puntuali ubicate alle estremità dell'area di sicurezza (2 griglie per ogni binario);
- Griglie di estrazione ripartite ubicate tra i rami (11 griglie per ogni binario).

L'aria estratta viene aspirata nella galleria Maddalena 2 e galleria di connessione 2, grazie alla centrale di ventilazione di Maddalena 2 situata all'imbocco.

In caso di incidente all'interno della galleria Maddalena 1 e galleria di connessione 1, i fumi prodotti dalla combustione verranno estratti anche in questo caso dalla galleria Maddalena 2 e galleria di connessione 2 mediante un'apposita griglia di estrazione posizionata nella soletta tra piano E2 e piano E3 della caverna tecnica in corrispondenza della galleria intertubo.

3.3.2 Locali tecnici

Le esigenze che riguardano i locali tecnici nell'area di sicurezza di Clarea sono descritte nella tabella seguente.

Rapport technique / Relazione tecnica

Eléctricité / Elettricità			
E1	Poste électrique MT / BT de dérivation	Cabina elettrica MT / BT smistamento	145 m ² , h= 3.6 / 4.3 m
E2	Poste électrique MT / BT réseau incendie et brumisation	Cabina elettrica MT / BT antincendio e brumizzazione	450 m ² , h= 4.8 m
E3	Poste électrique MT / BT ventilation tunnel	Cabina elettrica MT / BT ventilazione tunnel	180 m ² , h= 3.6 / 4.3 m
Ventilation / Ventilazione			
V1	Ventilation site de sécurité	Ventilazione area di sicurezza	450 m ² , h= 4.3 / 4.8m
●	Trappe d'extraction répartie	Griglie di estrazione ripartita	
◎	Trappe d'extraction massive	Griglie di estrazione puntuale	
Anti-Incendie / Anti-Incendio			
I1	Réservoir de stockage eau	Serbatoio di stoccaggio	520 m ³
I2	Groupe de pompage et poste électrique	Gruppo di pompaggio e cabina elettrica	175 m ² , h= 3.85 m
I3	Albraque	Serbatoio di accumulo	120 m ³
I4	Albraque	Serbatoio di accumulo	760 m ³
Signalisation / Segnalamento			
S1	Signalisation	Segnalamento	235 m ² , h= 3.6 / 4.3 m
Télécom / Telecom			
T1	Télécom	Telecomunicazioni	130 m ² , h= 4.3 / 4.8 m
T2	Réseau de données	Rete dati / Remotizzazione	65 m ² , h= 4.0 m

Tabella 5: Esigenze per i locali tecnici

3.4 Sovraccarichi

I sovraccarichi permanenti e variabili da considerarsi per il dimensionamento delle strutture interne per le varie sezioni componenti l'area di sicurezza sono i seguenti:

- Veicoli bimodali (che transitano nella galleria intertubo fino alla caverna Ovest e nei rami per i veicoli bimodali): peso tot. max. 19 t.
- Pressione/depressione nel condotto estrazione fumi (dal risultato delle simulazioni aerauliche): max ± 6.6 kPa (in galleria in linea e caverna tecnica). Si tratta del valore massimo, non di quello "a regime".
- Pressione/depressione dovuta al passaggio del treno (in galleria in linea e caverna tecnica): max ± 10 kPa (secondo STI Infrastruttura 2014). La Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema infrastruttura (STI 2014) indica infatti che tutte le gallerie o strutture sotterranee destinate alla circolazione a velocità superiori o uguali a 200 km/h devono garantire che la variazione della pressione massima in galleria, causata dal passaggio di un treno che viaggia alla velocità massima consentita, non sia superiore a 10 kPa. Questo valore corrisponde all'ordine di grandezza calcolato negli studi aerodinamici e non va addizionato alle perdite di carico della ventilazione. L'aspirazione fumi della galleria avviene quando il treno si è fermato in corrispondenza dell'area di sicurezza, quindi in concomitanza del passaggio del treno vi è solo la ventilazione igienica della galleria, con pressioni pressoché nulle.
- Pressione/depressione nel condotto di ventilazione area di sicurezza – o condotto di immissione aria fresca – (nella galleria intertubo ed in caverna tecnica): ± 1.5 kPa.
- Peso dei ventilatori ripartito mediante la loro piastra d'appoggio (si veda l'elaborato [66]), nel locale ventilazione area di sicurezza (soletta tra piano E2 e piano E1 della caverna tecnica): max +8 kPa.

Rapport technique / Relazione tecnica

- Carico dovuto al paranco elettrico per spostare i ventilatori, che scorre su un binario appeso al soffitto del locale ventilazione area di sicurezza (e quindi grava sulla soletta tra piano E3 e piano E2; si veda l'elaborato [67]): 3.2 t.
- Peso degli impianti/attrezzature presenti nei locali apparecchiature sicurezza ferroviaria/apparecchiature video/ telecomunicazioni / corridoi (soletta tra piano E2 e piano E1): max + 10 kPa.
- Personale (in tutte le strutture accessibili): 2 kPa.
- Cabine elettriche MT/BT (nella caverna Ovest ed al piano E1 della caverna tecnica): peso tot. 8.3 t ripartiti su quattro punti di appoggio (ruote) con interasse 1.3x1.3 m (quindi 21 kN). Siccome per accedere al piano E1 della caverna tecnica occorre transitare dal piano E2 (attraversando il corridoio) per poter utilizzare il montacarichi, tale carico è stato considerato anche sul piano E2 (corridoio), in alternativa ai 10 kPa degli impianti.

In allegato si riportano nelle planimetrie della caverna tecnica i carichi agenti sulle varie strutture interne.

4. Caratteristiche geometriche e funzionali

4.1 Configurazione planimetrica

In Figura 2 si riporta la configurazione planimetrica dell'area di sicurezza di Clarea. Per maggiori dettagli si rimanda ai documenti da [2] a [5]:

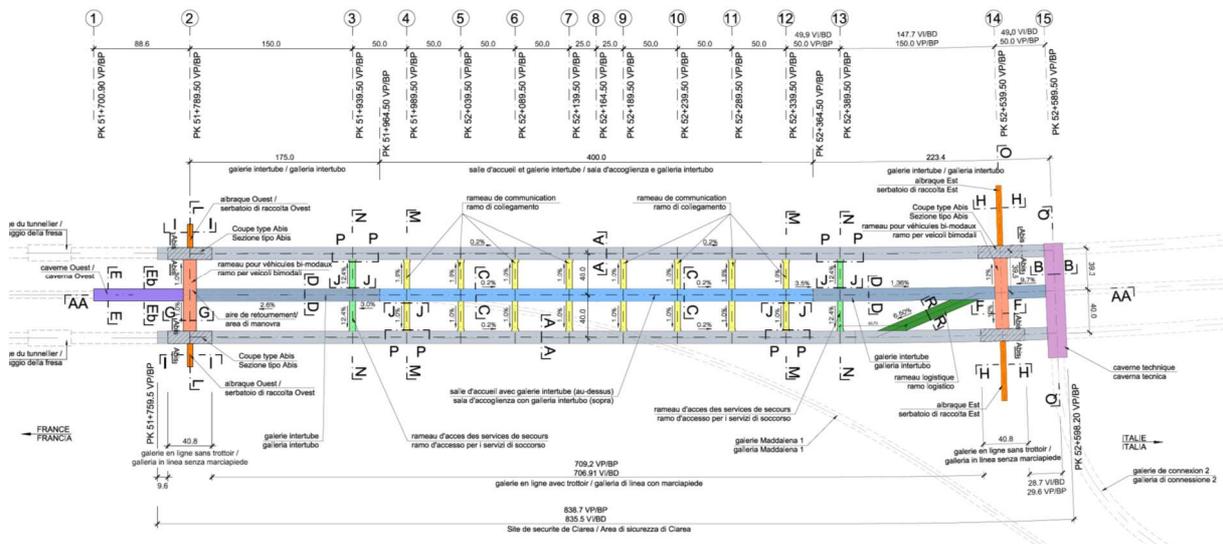


Figura 1 – Configurazione planimetrica dell'area di sicurezza

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);

Rapport technique / Relazione tecnica

- 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 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 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.

4.2 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 (cfr. documento [17]). Le dimensioni interne della sezione allargata della galleria in linea sono pari a circa 10.4m in larghezza e circa 11.5m in altezza (cfr. Figura 3). 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.

Rapport technique / Relazione tecnica

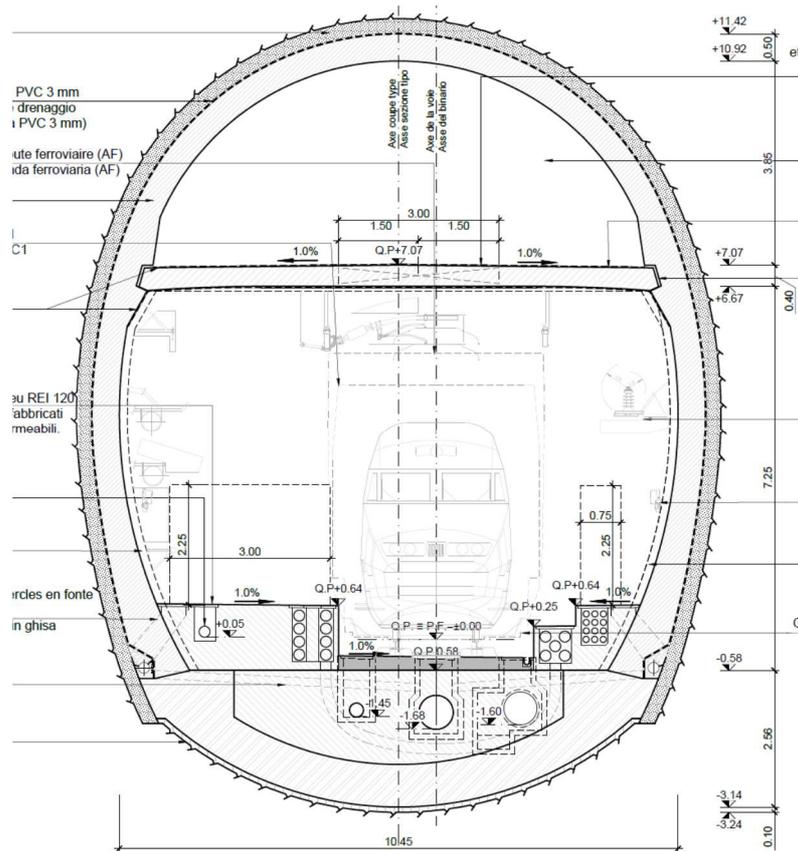


Figura 2 – Sezione tipo della galleria in linea con marciapiede [17]

Il marciapiede di soccorso è presente su buona parte della lunghezza dell'area (753.9 m sul BD e 757.1 m sul BP), 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 (cfr. documento [10] e Figura 3). 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.

Rapport technique / Relazione tecnica

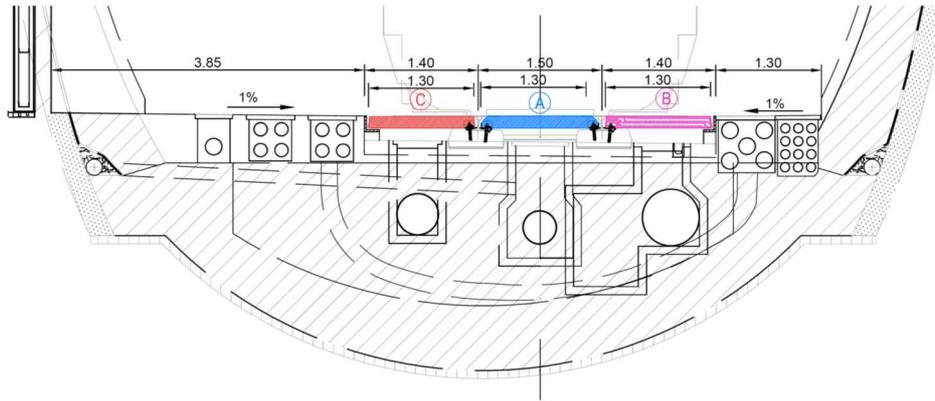


Figura 3 – Particolare della zona di inserimento dei veicoli bimodali sul binario [10]

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.

4.3 Galleria intertubo con sala d'accoglienza

La galleria intertubo è ubicata tra le gallerie in linea ad una distanza pari generalmente a 40m 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 4.

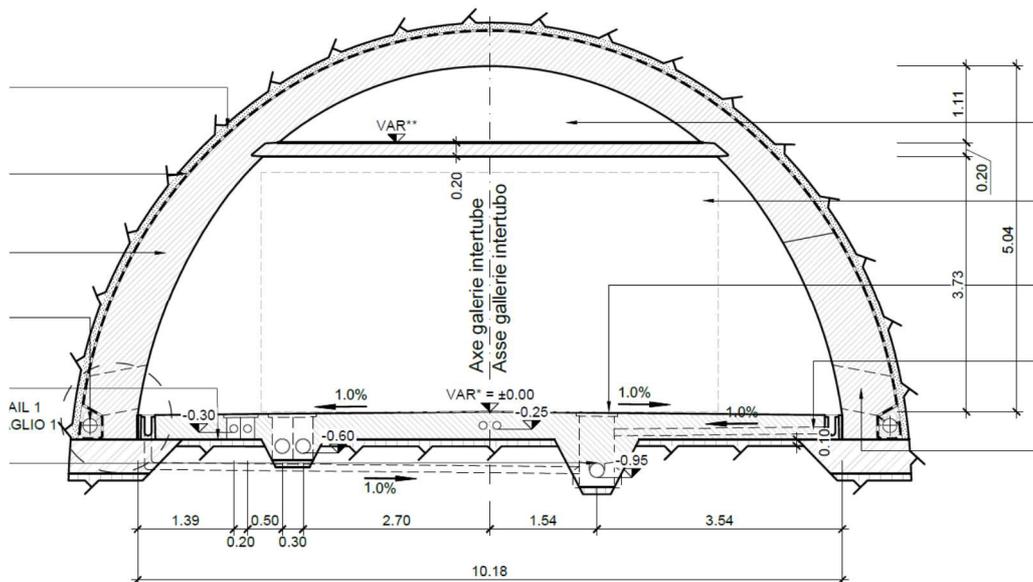


Figura 4 – Galleria intertubo: sezione trasversale [21]

Rapport technique / Relazione tecnica

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. Successivamente, da est verso ovest, il percorso altimetrico della galleria intertubo si sviluppa come segue:

- tratto con pendenza discendente fino a 9.7% di lunghezza pari a 49.5 m tra l'asse della caverna tecnica e l'asse del ramo di inserimento dei veicoli bimodali Est;
- tratto con pendenza ascendente pari a 1.4 % fino al ramo per i servizi di soccorso;
- tratto con pendenza costante ascendente pari a 3.4% di lunghezza 25m circa;
- tratto con pendenza costante ascendente e pari a quella della galleria in linea (0.2%) con lunghezza pari a 400m corrispondente con la sezione di galleria in linea con sala di accoglienza;
- tratto con pendenza discendente pari al 3% con lunghezza 25 m circa;
- tratto finale con pendenza discendente pari a 2.5% con lunghezza 150 m circa fino al ramo di inserimento dei veicoli bimodali Ovest.

Per maggiori dettagli sulla disposizione altimetrica della galleria intertubo si rimanda agli elaborati grafici [2], [3], [4] e [5].

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. Maggiori dettagli relativi al SAS si trovano nell'elaborato [64].

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 in Figura 5.

Rapport technique / Relazione tecnica

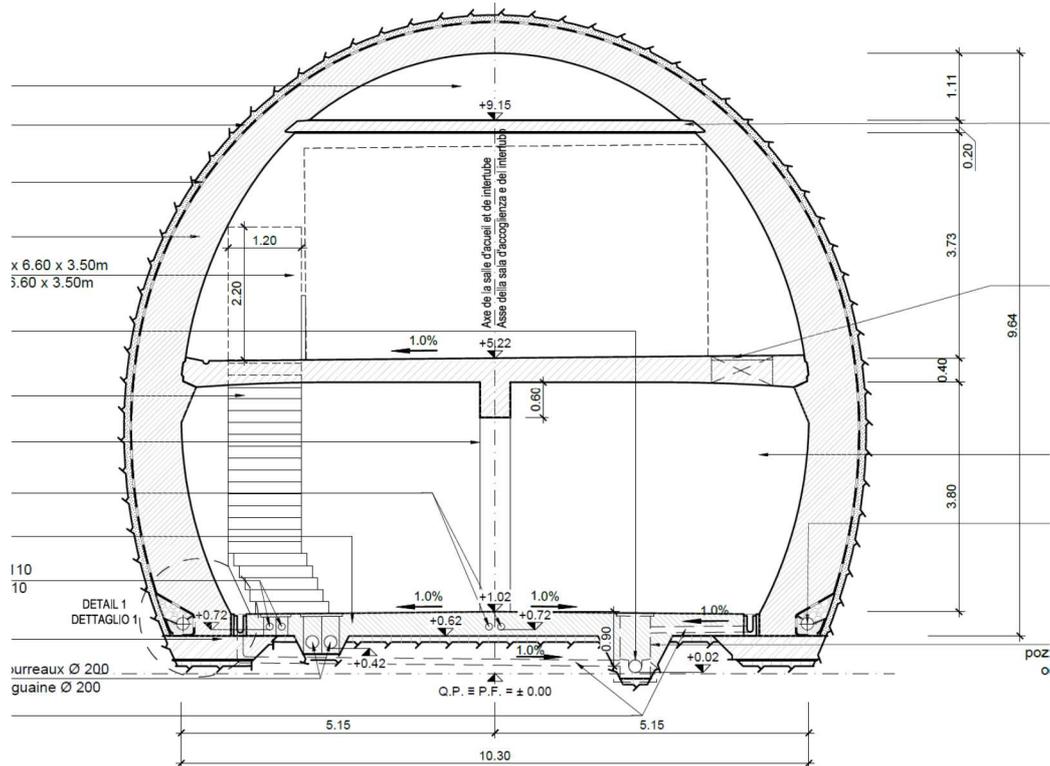


Figura 5 – Galleria intertubo e sala d'accoglienza: sezione trasversale [20]

Il dimensionamento della soletta intermedia tra la galleria intertubo e la sala di accoglienza è oggetto del documento [31]. La soletta intermedia è stata dimensionata per assorbire i carichi derivanti dal passaggio dei veicoli bimodali dentro la galleria intertubo con l'ipotesi conservativa di incrocio tra due veicoli. La struttura risultante è composta da:

- una soletta avente spessore 35cm;
- una trave longitudinale sull'asse della sezione con altezza pari a 60cm e spessore pari a 50cm;
- pilastri a sezione quadrata 50x50cm situati al centro della sala d'accoglienza con interasse pari a 5m.

La soletta è appoggiata sulla trave e su appoggi laterali facenti parte del rivestimento definitivo della sezione. La trave è appoggiata a sua volta su pilastri.

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 (cfr. § 4.5).

4.4 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

Rapport technique / Relazione tecnica

dei soccorsi dalla galleria intertubo sul binario. Due ulteriori rami sono previsti alle estremità Ovest ed Est dell'area 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 [27]. 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.

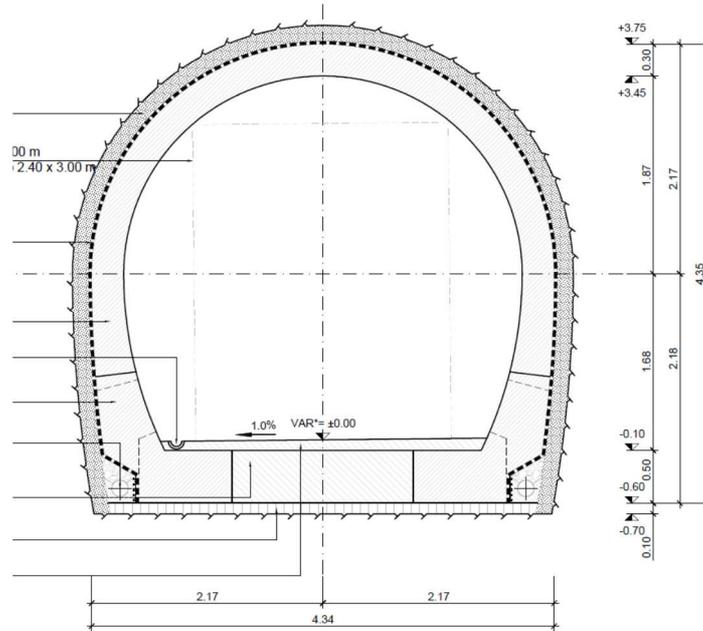


Figura 6 – Ramo di collegamento e per i servizi di soccorso: sezione trasversale [27]

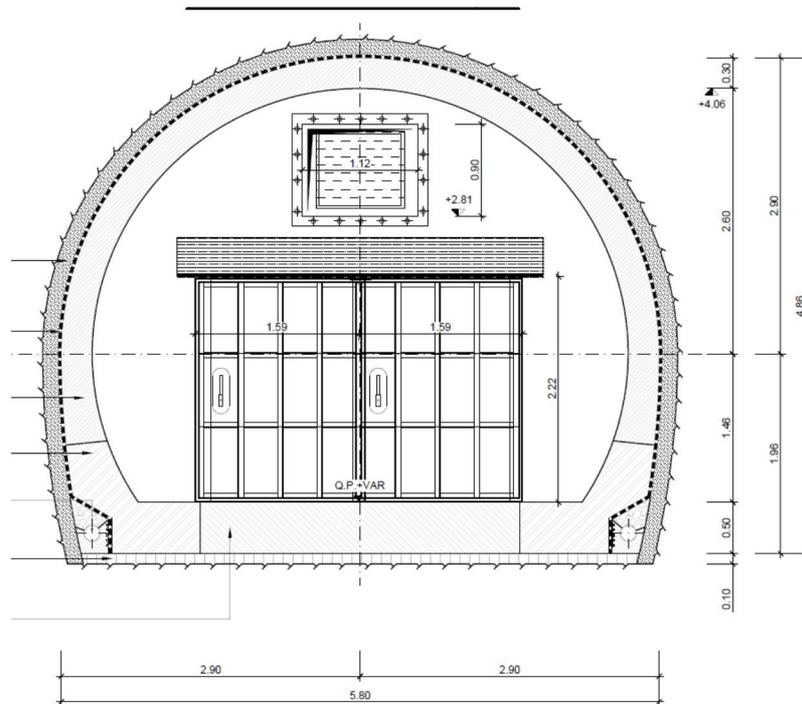


Figura 7 – Ramo di collegamento e per i servizi di soccorso: sezione di giunzione [27]

Rapport technique / Relazione tecnica

Successivamente si riportano le sezioni trasversali dell'area di sicurezza all'altezza dei differenti rami.

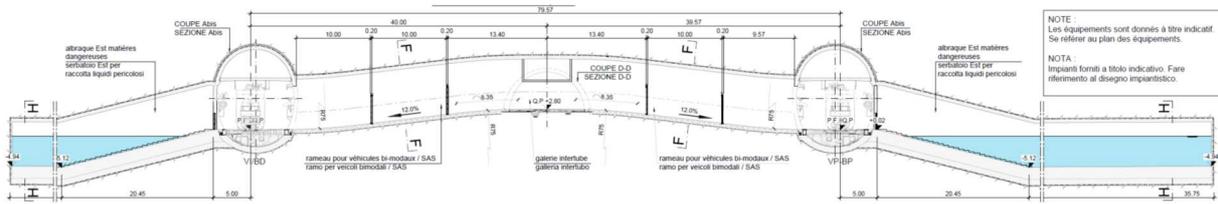


Figura 8 – Ramo per veicoli bimodali est: sezione trasversale [28]

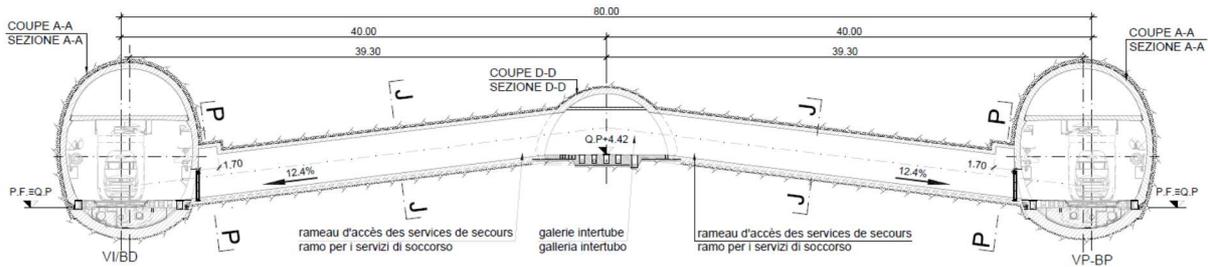


Figura 9 – Ramo per servizi di soccorso: sezione trasversale [28]

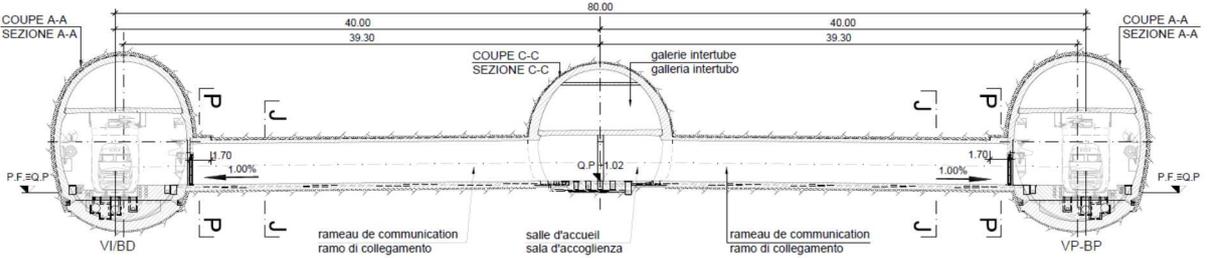


Figura 10 – Ramo di collegamento: sezione trasversale [28]

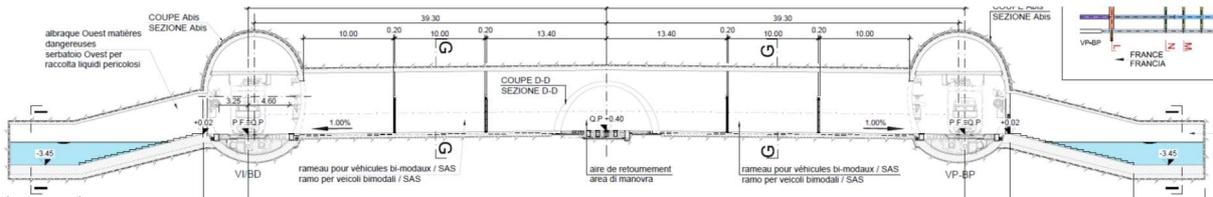


Figura 11 – Ramo per veicoli bimodali Ovest: sezione trasversale [28]

4.5 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 (cfr. [9], [22]): 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. In Figura

12 si riporta la sezione trasversale tipo della caverna ovest. Per maggiori dettagli si rimanda al documento [22].

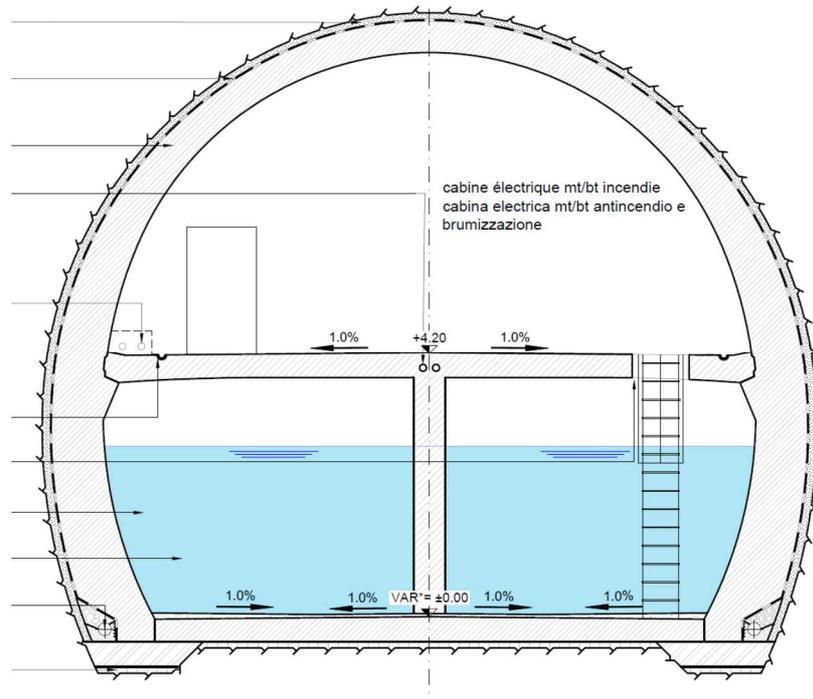


Figura 12 – Caverna ovest: sezione trasversale [22]

4.6 Ramo per inserimento veicoli bimodali 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.

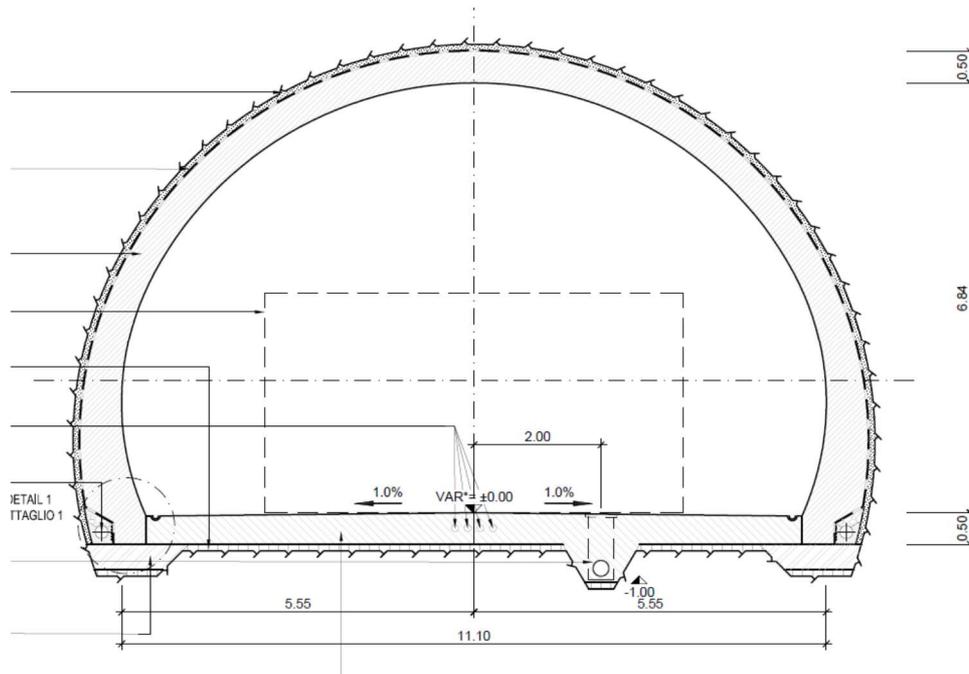


Figure 13 – Ramo per inserimento veicoli bimodali (sezione F-F) [23]

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 rettilo che in curva (per questa ragione nella sezione tipo trasversale lo spazio utile sembra essere sovrabbondante rispetto alla sagoma limite in rettilo).

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. Maggiori dettagli relativi ai SAS si trovano nel documento [65].

Tali rami ospitano inoltre le installazioni per la messa a terra della catenaria. Maggiori dettagli si trovano nel documento [66].

4.7 Caverna tecnica

Nelle figure seguenti si riporta una sezione trasversale tipo e la sezione longitudinale della caverna tecnica dell'area di sicurezza. Per maggiori dettagli si rimanda ai documenti specifici [6] e [19].

Rapport technique / Relazione tecnica

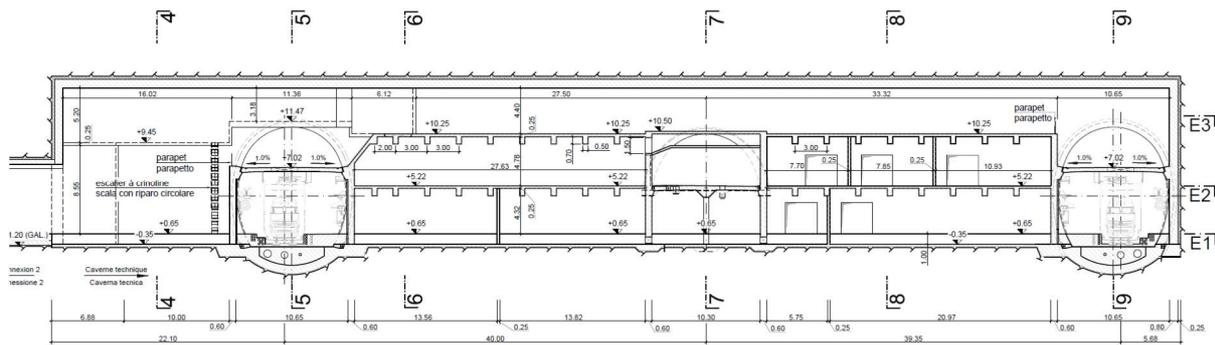


Figura 14 – Caverna tecnica: sezione longitudinale [6]

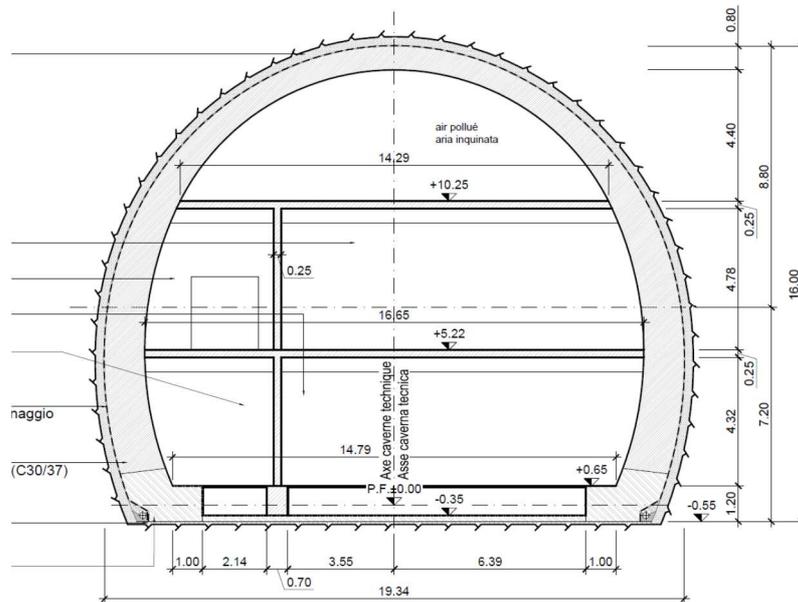


Figura 15 – Caverna tecnica: sezione trasversale [19]

La caverna tecnica è posizionata al piede delle gallerie di connessione 1 e 2. Nella configurazione planimetrica dell'area di sicurezza la caverna tecnica si pone all'estremità Est e presenta una lunghezza di 107 m. La caverna tecnica ha una sezione libera di larghezza massima pari a 16.6 m e un'altezza pari a 14m. La pendenza della caverna è nulla.

I locali tecnici sono ubicati nella caverna tecnica e disposti su tre livelli differenti denominati E1, E2 ed E3 (cfr. doc. [6] [7] [8]) i quali risultano separati da solette intermedia di spessore pari a 25cm poggiante su delle travi trasversali 50x50cm disposte in direzione trasversale con interasse di 7m.

In fase di esercizio la caverna tecnica avrà diverse funzioni:

- Condotti di ventilazione e punti di estrazione fumi in caso di incidente;
- Locali tecnici descritti al paragrafo seguente.

4.8 Locali tecnici

I locali tecnici sono stati principalmente raggruppati in due punti distinti dell'area di sicurezza:

Rapport technique / Relazione tecnica

- Caverna Ovest;
- Caverna tecnica.

Nella caverna Ovest, al livello superiore E1, si trovano una cabina elettrica MT/BT antincendio e brumizzazione ed un posto di controllo avanzato (P.C.A.) ubicato nei pressi del punto di raggruppamento dei mezzi. Al livello inferiore sono ubicati un serbatoio di stoccaggio dell'acqua e un locale gruppo di pompaggio. Il punto di raggruppamento dei mezzi è un parcheggio illuminato con una capacità di accoglienza di 6 veicoli e dotato di un'area per inversione dei veicoli. La sua superficie è pari a circa 200 m². Il posto di controllo avanzato (P.C.A.) è una sala di circa 20 m².

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.

Nella tabella seguente si riassumono le superfici dei locali tecnici.

Rapport technique / Relazione tecnica

Tipo di locale	Ubicazione	Superficie [m ²]
POSTE ÉLECTRIQUE MT/BT DE DÉRIVATION CABINA MT/BT SMISTAMENTO	Caverna tecnica - E1	147.80
POSTE ÉLECTRIQUE MT/BT VENTILATION TUNNEL CABINA MT/BT VENTILAZIONE TUNNEL	Caverna tecnica - E1	183.40
LOCAL / SIGNALISATION ET TÉLÉCOM CAVEDIO / SEGNALAMENTO E TELECOMUNICAZIONI	Caverna tecnica - E1	62.2
COULOIR CORRIDOIO	Caverna tecnica - E1	243.8
RÉSEAU DES DONNÉES RETI DATI / REMOTIZZAZIONE	Caverna tecnica - E1	64.6
SIGNALISATION SEGNALAMENTO	Caverna tecnica - E1	235.6
LOCAL VENTILATION SITE DE SÉCURITE LOCALE VENTILAZIONE AREA DI SICUREZZA	Caverna tecnica - E2	460.0
COULOIR CORRIDOIO	Caverna tecnica - E2	114.0
LOCAL ÉQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ FERROVIAIRE LOCALE VENTILAZIONE AREA DI SICUREZZA	Caverna tecnica - E2	93.5
LOCAL DES ÉQUIPEMENTS VIDEO LOCALE APPARECCHIATURE VIDEO	Caverna tecnica - E2	95.4
TÉLÉCOM TELECOMUNICAZIONI	Caverna tecnica - E2	132.6
GROUPE DE POMPAGE ET POSTE ELECTRIQUE GRUPPO DI POMPAGGIO E CABINA ELETTRICA	Caverna Ovest	175.0
POSTE DE COMMANDE AVANCE POSTO DI CONTROLLO AVANZATO	Caverna Ovest	20.0

Tabella 6: superficie dei locali tecnici

4.9 Galleria logistica

Come descritto nella relazione [54], in fase cantiere, per il trasporto dei contenitori contenenti il marino di rocce verdi, i mezzi scelti (simili ai carri porta-conci) non riescono a girare nel ramo di inserimento dei veicoli bimodali per cui si è resa necessaria la realizzazione di una galleria logistica di collegamento tra galleria in linea e galleria intertubo, inclinata di circa 22° rispetto agli assi di queste gallerie e con pendenza pari a 6.5%.

In fase di esercizio, come per la galleria di collegamento logistico nell'area di sicurezza di Modane, si mantiene tale galleria in quanto può essere utile per l'accesso di mezzi, personale, ecc... per la manutenzione. L'accesso della galleria avviene tramite porte che normalmente dovranno essere mantenute chiuse. Analogamente al ramo per inserimento dei veicoli bimodali, le due porte delimitano un SAS.

La sezione di tale galleria è mostrata nella figura seguente. Presenta un'altezza libera interna massima di 5.1 m ed una larghezza massima di 8 m. Questo consente di avere lo spazio sufficiente per la sagoma limite dei veicoli a doppio senso di marcia (6.6 x 3.5 m).

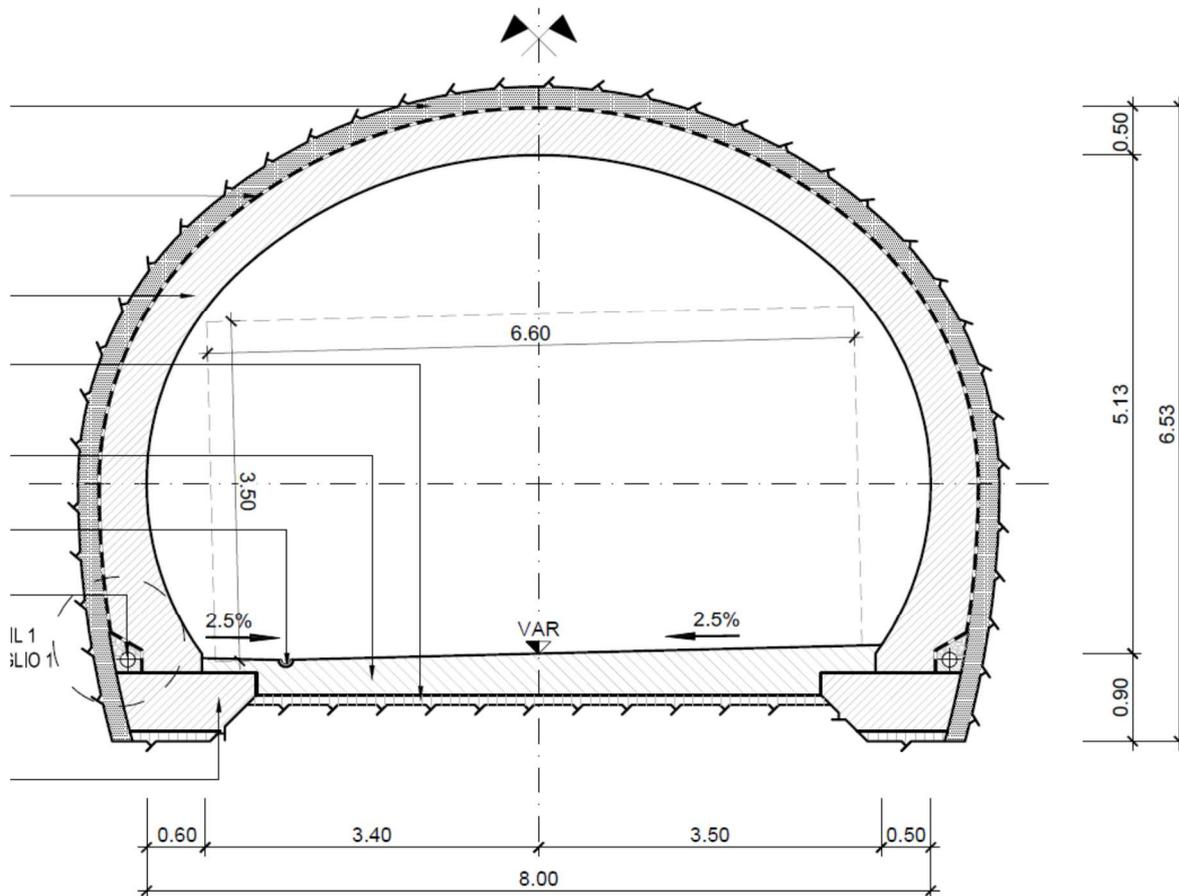


Figura 16 – Galleria logistica [29]

5. Impermeabilizzazione e drenaggio in fase di esercizio

5.1 Impermeabilizzazione

Tutte le opere, ad eccezione dei serbatoi di raccolta liquidi pericolosi, sono drenate per tutta la loro lunghezza.

Il sistema di impermeabilizzazione copre l'insieme della volta fino ai tubi di drenaggio in piedritto. E' composto da:

- Membrana in PVC di spessore minimo 3 mm, montata con metodi speciali senza penetrazione (p.es. la membrana di impermeabilizzazione è fissata da un sistema velcro);
- Geotessile 500 g/m², fissato direttamente sulla superficie di cls proiettato, avente funzione di protezione per lo strato di impermeabilizzazione sottostante contro i danni generati dalla superficie rugosa e disomogenea del cls proiettato e funzione di drenaggio delle acque sotterranee fino ai tubi di drenaggio laterale per via di un volume libero creato durante il getto del cls grazie alla resistenza a compressione di tale materiale.

La membrana PVC e il geotessile sono messi in opera prima del getto del rivestimento definitivo.

5.2 Galleria in linea

Nella galleria in linea le acque di infiltrazione sono drenate da tubi di drenaggio microfessurati ($\varnothing 200$ mm) in PVC posizionati lungo i piedritti. I tubi laterali portano l'acqua verso il collettore centrale attraverso dei tubi trasversali in PVC ($\varnothing 200$ mm), posizionati ogni 50 m. I collettori sono posizionati al di sotto del piano di scorrimento della galleria in linea ed hanno di conseguenza la stessa pendenza dei binari (0.2%). Si prevedono dei collettori in PVC DN630 sia per il BP che per il BD (vedere documento [17]).

I pozzetti di ispezione e manutenzione della rete sono previsti ogni 50 m:

- All'intersezione tra tubi laterali e trasversali per poter garantirne la manutenzione (chiusini in ghisa di classe D400, dimensione 400 x 400 mm);
- All'intersezione tra i tubi trasversali ed il collettore principale, ai fini di manutenzione e controllo. Devono anche essere a tenuta stagna in modo da evitare che le acque provenienti dalla soletta di scorrimento, potenzialmente pericolose, non entrino nella rete di drenaggio delle acque di infiltrazione. I coperchi hanno dimensioni 50 x 50 cm.

Il drenaggio dei liquidi pericolosi che provengono dalla superficie di scorrimento, sia inevitabili (come quelli dovuti al lavaggio del tunnel), sia accidentali (perdite accidentali di liquidi pericolosi di un treno, acqua di estinzione del sistema di nebulizzazione a causa di un incendio), è previsto mediante una canaletta longitudinale all'estremità della soletta di scorrimento al di sotto dei binari e di canalette trasversali ogni 12 m. La pendenza longitudinale e trasversale della soletta permettono lo scolo delle acque verso le canalette. Le canalette scolano poi verso il collettore centrale, situato sotto i binari, che presenta una pendenza di 0.2%, corrispondente a quella dei binari.

Ogni 48 m si dispone un pozzetto sifonato (classe B125, apertura 500x500mm), che permette di impedire la propagazione del fuoco all'interno del sistema di canalizzazione dei liquidi pericolosi. I collettori stessi sono in HDPE (High density polyethylene) resistente agli agenti chimici ed alle alte temperature. Tutti i liquidi pericolosi sono sversati verso i serbatoi di stoccaggio situati a valle dell'area di sicurezza e con una capacità di 760 m³, per ciascuna canna.

5.3 Rami di collegamento

Il drenaggio delle acque di infiltrazione viene effettuato con tubi microfessurati in PVC ($\varnothing 150$ mm) posizionati ai piedritti. Il sistema di impermeabilizzazione in volta, come descritto nel paragrafo precedente, permette il drenaggio delle acque verso i tubi microfessurati. I tubi microfessurati scaricano direttamente l'acqua sui pozzetti di ispezione della galleria in linea del TdB. Da quel punto le acque passano sul collettore principale delle acque posizionato sotto la soletta di scorrimento.

Il drenaggio di eventuali liquidi pericolosi presenti all'interno dei rami viene effettuato mediante una cunetta semicircolare posizionata nella pavimentazione in adiacenza ad un piedritto. A partire dalla cunetta i liquidi sono sversati nelle canalette e poi nel collettore principale dei liquidi pericolosi sotto la soletta di scorrimento della galleria in linea e poi stoccati nel serbatoio di raccolta a valle dell'area di sicurezza. Maggiori dettagli si trovano nei documenti [37] e [38].

5.4 Caverna Ovest

La caverna Ovest è formata da una sezione a due livelli, chiamati E0 e E1. Il livello E0 si trova al di sotto del livello dei binari e forma il serbatoio d'acqua VA5 ed un locale di pompaggio GPA5.

Il sistema di pompaggio delle acque di infiltrazione è formato da tubi microfessurati in PVC (Ø200 mm) posizionati nei piedritti (vedere documento [22]); le acque saranno scaricate su un pozzetto di raccolta situato alla pk 51+766.9. Da qui, mediante pompe ad immersione, le acque saranno pompate sul sistema di drenaggio della sezione corrispondente al punto di raggruppamento dei veicoli (vedere elaborato [9]).

Considerato l'uso particolare del livello E0 della caverna Ovest, si assume che i liquidi pericolosi prodotti eventualmente in questa zona possano derivare solo dall'esercizio delle installazioni presenti nel locale GPA5. La loro raccolta avviene durante la manutenzione ordinaria prevista nella fase operativa. Al fine di facilitare la manutenzione, dei dispositivi di ritenuta per liquidi pericolosi dovranno essere disposti sotto le installazioni. La raccolta dei liquidi pericolosi presenti al livello E1 avviene per gravità. I liquidi saranno raccolti da una cunetta semicircolare posta ai margini della soletta intermedia (vedere documento [22]) e successivamente saranno sversati su un pozzetto di raccolta posizionato nel ramo per inserimento veicoli bimodali Ovest. A partire da qui i liquidi saranno sversati, attraverso il ramo più vicino, nel collettore principale situato sotto la soletta di scorrimento nella galleria in linea ed infine verso il serbatoio di raccolta situato a valle dell'area di sicurezza (vedere doc. [34] e [35]).

5.5 Ramo per inserimento veicoli bimodali

Il sistema di drenaggio delle acque di infiltrazione dei rami per inserimento veicoli bimodali nel collettore principale è uguale a quello dei rami di collegamento. Siccome la sezione dei rami di accesso per veicoli bimodali è più grande rispetto a quella dei rami di collegamento, i tubi microfessurati avranno diametro di 200 mm.

La raccolta dei liquidi pericolosi avviene per gravità. I liquidi sono raccolti all'interno di canalette semi-circolari posizionate ai bordi esterni delle sezioni (si vedano i doc. [23] e [24]). Grazie alla loro pendenza naturale, i liquidi si scaricheranno sulla galleria in linea, dove, all'intersezione tra ramo e galleria in linea si scaricheranno verso un pozzetto di raccolta e successivamente sul collettore principale dei liquidi pericolosi posizionate al di sotto della soletta di scorrimento. Maggiori dettagli si trovano nei documenti [34], [35], [43] e [44].

5.6 Galleria intertubo

La galleria intertubo (sezione D-D) si trova tra le pk 51+789.5 e 51+964.5 (lunghezza 150 m) e tra le pk 52+364.5 e 52+589.5 (lunghezza 223.4 m). In queste due tratte la sezione è costituita unicamente dalla galleria intertubo e non dalla sala di accoglienza.

Come per le altre sezioni dell'area di sicurezza, il sistema di drenaggio delle acque di infiltrazione è costituito da tubi microfessurati di diametro 200 mm situati ai piedritti. I pozzetti di ispezione e manutenzione sono disposti ogni 50 m. Le acque raccolte sono scaricate sui pozzetti di raccolta posizionate all'intersezione dei rami per inserimento veicoli bimodali con la galleria intertubo. Successivamente via i rami per veicoli bimodali le acque sono condotte sul collettore principale di drenaggio posizionato sotto la superficie di scorrimento della galleria in linea.

La raccolta dei liquidi pericolosi avviene per gravità (vedere doc. [21]): i liquidi saranno evacuati con delle canalette 250x200 mm con griglie in ghisa classe D400, situate ai margini

della soletta. Tubi di connessione ogni 50 m garantiscono lo scarico dei liquidi delle canalette verso il collettore centrale in PEHD Ø200 posizionato sotto la soletta. Il collettore è provvisto di pozzetti ogni 50 m per permettere il controllo e la manutenzione ordinaria della rete. I collettori scaricano i liquidi sul collettore del ramo per inserimento veicoli bimodali poi sul collettore principale delle gallerie in linea, attraverso dei pozzetti di raccolta situati alle intersezioni.

5.7 Galleria intertubo con sala d'accoglienza

La galleria intertubo con sala d'accoglienza (sezione C-C) è situata tra le pk 51+964.5 e 52+364.5 su una lunghezza totale di 400 m.

Il sistema di drenaggio delle acque di infiltrazione è costituito da tubi microfessurati in PVC Ø200 presenti su tutta la lunghezza della sezione e interrotti solo da pozzetti di ispezione e controllo ogni 50 m (in corrispondenza con l'intersezione con i rami di collegamento). L'acqua drenata è scaricata nei pozzetti e da quel punto nella rete di drenaggio dei rami di collegamento descritta in precedenza.

Il sistema di raccolta liquidi pericolosi è costituito da due sistemi: uno per la galleria intertubo (primo piano) e l'altro per la sala d'accoglienza. I due sistemi sono separati. Questa scelta risulta dall'obiettivo di garantire al massimo la sicurezza dei passeggeri che sono devono utilizzare la sala di accoglienza. La separazione delle due reti impedisce la propagazione di un incendio verso la sala di accoglienza. La separazione tra galleria intertubo e sala d'accoglienza è costituita da una soletta intermedia appoggiata al rivestimento. Per ragioni statiche non è possibile inserire una canaletta immersa in questa soletta. La raccolta dei liquidi pericolosi in questo tratto di galleria intertubo viene effettuata per gravità attraverso la pendenza naturale (0.2% come il TdB) attraverso delle cunette semicircolari posizionate alle estremità della soletta (vedere doc. [20]). I liquidi sono scaricati su un pozzetto di raccolta situato dopo la pk 52+364.5 o prima della pk 51+964.5 e così giungono sul sistema di raccolta previsto per la sezione D-D, descritto nel paragrafo precedente.

La raccolta dei liquidi pericolosi potenzialmente presenti nella sala d'accoglienza viene effettuata tramite delle canalette 250x200 mm con griglie in ghisa classe D400, posizionate ai margini esterni della sezione (vedere doc. [20]). Attraverso dei tubi di raccordo in PVC Ø100, previsti ogni 50 m, i liquidi pericolosi sono scaricati sul collettore principale dei liquidi pericolosi in PEHD Ø200, posizionati sotto la soletta. Il collettore è provvisto di pozzetti di controllo e di manutenzione ogni 50 m. Il collettore continuerà sul ramo di collegamento alla pk 52+339.5, al fine di scaricare tali liquidi sul collettore della galleria in linea.

5.8 Caverna tecnica

La volta della caverna tecnica sarà drenata mediante tubi microfessurati Ø200, posizionati ai piedritti. Sono previsti dei pozzetti di ispezione e manutenzione ogni 20 m. Le acque drenate sono scaricate verso i pozzetti di ispezione situati in corrispondenza della galleria in linea e successivamente verso il collettore principale.

Per via della specifica destinazione d'uso della caverna tecnica, i liquidi pericolosi sono smaltiti con lo stesso sistema previsto per il livello E0 della caverna Ovest. Tutte le misure atte a ridurre ed impedire eventuali perdite di liquidi pericolosi devono essere prese direttamente al piede delle installazioni.

5.9 Stoccaggio dei liquidi pericolosi

Lo stoccaggio dei liquidi pericolosi, che provengono dall'area di sicurezza di Clarea, si effettua con dei serbatoi di stoccaggio, posizionati a monte e a valle dell'area di sicurezza per ciascuna canna (sezioni H-H e I-I).

Contrariamente alle altre sezioni dell'area, il drenaggio di tali serbatoi (vedere doc. [25] e [26]) non avviene mediante tubi microfessurati disposti nei piedritti, ma mediante dei collettori di drenaggio in PVC Ø200 posizionati in calotta. Questi collettori sono connessi ad un sistema di dreni permanenti nell'ammasso costituito da tubi in PVC di diametro 2 pollici. I tubi posizionati in calotta permettono lo scolo delle acque per gravità verso il Tunnel di Base, dove saranno scaricate nel collettore principale di drenaggio della galleria in linea. Di conseguenza i serbatoi sono provvisti di un'impermeabilizzazione full round.

5.10 Galleria logistica

Nella galleria logistica, il sistema di drenaggio delle acque di infiltrazione e dei liquidi pericolosi è uguale a quello dei rami per inserimento veicoli bimodali. Entrambi vengono evacuati verso la galleria in linea.

L'unica differenza è rappresentata dalla presenza di una sola canaletta semi-circolare anziché due. La pendenza della sezione in senso trasversale è quindi ad una sola falda verso la canaletta anziché a due falde.

6. Approvvigionamento

6.1 Approvvigionamento energia elettrica

L'alimentazione in energia elettrica viene garantita da cavidotti posizionati sotto i marciapiedi del TdB. Questi cavi sono smistati nella caverna tecnica, dove peraltro si abbassa la tensione, per adattarla alle esigenze e macchine utilizzate nell'area di sicurezza. L'alimentazione delle macchine viene garantita da cavidotti in soletta o attaccati alle pareti delle varie sezioni. L'accesso per la manutenzione e l'installazione è garantito dalle camere di tiro. Maggiori dettagli si trovano nei documenti del capitolo 35-05-46 del lotto C2B.

6.2 Approvvigionamento acqua

L'alimentazione del serbatoio VA5, situato al livello E0 della caverna Ovest viene garantita da una condotta d'acqua derivata direttamente dalla rete di alimentazione degli idranti situati nel Tunnel di Base. La condotta è in acciaio nero senza saldatura con diametro 200 mm (v. doc. [24], [34] e [35]). Il locale di pompaggio sarà posizionato nella caverna ovest. Le pompe sono raddoppiate per motivi di affidabilità e sicurezza dell'intero sistema. Maggiori dettagli si trovano nel documento [67].

6.3 Impianti civili

Gli impianti civili (drenaggi, cavidotti elettrici e telecom, rete antincendio, ecc...) sono mostrati nel capitolo 26-46-25 (elaborati da [34] a [44]).

7. Costruzione e fasaggio dei lavori

Per la costruzione, si rimanda agli elaborati [48], [49], e [50].

Per il planning di costruzione, si rimanda alla relazione [51], al cronoprogramma "chemin de fer" [52] ed al cronoprogramma Gantt [53].

8. Monitoraggio

8.1 Scopo

Con il monitoraggio del comportamento della sezione scavata e provvista di sostegno si verificheranno le ipotesi ed i criteri che sono stati definiti durante la fase di progettazione. Nel caso di differenze fra il comportamento incontrato e quello previsto, i parametri ed i criteri usati per la determinazione del comportamento allo scavo ed il sostegno di prima fase dovranno essere rivisti. Nel caso in cui le convergenze ed i sostegni di prima fase siano maggiori di quelli previsti, è necessaria un'indagine dettagliata sui motivi del differente comportamento. Se necessario, saranno da eseguire ulteriori indagini. Se invece il comportamento del sistema sarà migliore di quello previsto, saranno comunque utili delle analisi per capirne le motivazioni ed i risultati dovranno essere usati per calibrare il modello.

Il piano di indagini integrative nella gallerie dell'area di sicurezza di Clarea si propone essenzialmente i seguenti obiettivi:

- Verifica tridimensionale dell'evoluzione deformativa della cavità (fronte e profilo di scavo) in relazione sia al fattore tempo ed al progressivo allontanamento del fronte, sia alle caratteristiche geostrutturali e geomeccaniche dell'ammasso;
- Controllo tridimensionale dello sviluppo della fascia plastica in avanzamento al fronte di scavo ed al contorno;
- Verifica dell'interazione ammasso-sistema di supporto;
- Analisi dello stato di sollecitazione nelle strutture di sostegno, con particolare attenzione ad eventuali condizioni di anisotropia tensionale.

L'elaborato [33] mostra il sistema di monitoraggio previsto per l'area di sicurezza di Clarea.

La distanza tra le stazioni di monitoraggio sarà da adattare in funzione delle condizioni geologiche incontrate.

Il sistema di monitoraggio proposto ed illustrato nel dettaglio nel seguito è stato definito rispettando le attività minime di monitoraggio del capitolato costruzioni opere civili RFI ed anche sulla base delle raccomandazioni AFTES "Méthodes d'auscultation des ouvrages souterrains".

8.2 Stazioni di misura

E' previsto l'utilizzo di due tipologie di stazioni di monitoraggio: stazioni principali e stazioni secondarie.

Stazioni secondarie

Le stazioni secondarie avranno la funzione specifica di monitorare le convergenze della sezione di scavo per stabilire l'evoluzione deformativa della cavità. I dati raccolti verranno immagazzinati in appositi data-base sempre a disposizione della direzione lavori.

L'equipaggiamento delle sezioni secondarie comprende:

- Mire ottiche;

Per maggiori dettagli sulle stazioni secondarie sul numero e sul posizionamento della strumentazione prevista si rimanda al documento [33].

Stazioni principali

Le stazioni principali, oltre che permettere il monitoraggio delle convergenze della sezione di scavo per la definizione dell'evoluzione deformativa della cavità, permetteranno di monitorare il comportamento dell'ammasso roccioso intorno alla cavità mediante estensimetri multibase. Inoltre tali sezioni saranno dotate di strumenti per l'analisi dello stato di sollecitazione delle strutture del sostegno. I dati raccolti verranno immagazzinati in appositi data-base sempre a disposizione della direzione lavori.

L'equipaggiamento delle sezioni principali comprende:

- Mire ottiche;
- Celle di pressione radiale;
- Estensimetri multibase;
- Celle di carico installate al di sotto del piede delle centine.

Per maggiori dettagli sulle stazioni secondarie sul numero e sul posizionamento della strumentazione prevista si rimanda al documento [33].

8.3 Criteri di posizionamento e frequenza di lettura

Stazioni principali

Le stazioni di monitoraggio principali saranno installate con una distanza massima pari a 100 m. Esse saranno installate inoltre nelle zone fortemente fratturate/di faglia e nelle zone di innesto tra le opere principali previste per l'area di sicurezza di Clarea (innesto gallerie in linea – caverna tecnica, innesto galleria intertubo – rami per inserimento veicoli bimodali, innesto rami per inserimento dei veicoli bimodali – gallerie in linea). Per le sezioni "piccole" (I-I, P-P e J-J) la messa in opera di stazioni principali non è prevista; se necessario, potrebbe essere disposta dalla direzione lavori in fase esecutiva.

In linea generale, l'installazione delle stazioni principali dipenderà dalle effettive condizioni di fratturazione.

La frequenza di lettura per tutte le stazioni principali dovrà essere giornaliera e il periodo di lettura si estenderà fino alla completa stabilizzazione delle convergenze.

Stazioni secondarie

Le stazioni di monitoraggio secondarie verranno installate per tutte le sezioni di scavo "grandi" (B-B), "medio-grandi" (A-A) e "medie" (A-A, C-C, D-D, E-E, F-F, H-H e R-R) dell'area di sicurezza di Clarea con una distanza massima pari a 50 m. In realtà, come si può vedere nell'elaborato [33], dato che le stazioni principali comprendono le mire ottiche previste per le stazioni secondarie ed hanno passo doppio rispetto alle secondarie (100 m), il passo tra stazioni secondarie vere e proprie è pari in generale a 100 m.

Per le sezioni "piccole" (I-I, P-P e J-J), la messa in opera di stazioni secondarie non è prevista; se necessario, potrebbe essere disposta dalla direzione lavori in fase esecutiva.

La direzione lavori potrà ordinare la riduzione della distanza tra le stazioni secondarie in presenza di cambi repentini della litologia.

La frequenza di lettura per tutte le stazioni secondarie dovrà essere giornaliera e il periodo di lettura si estenderà fino alla completa stabilizzazione delle convergenze.

8.4 Altre misure

Oltre alle stazioni di monitoraggio, è necessario eseguire un rilievo del fronte di scavo almeno ogni 50 m e comunque in presenza di zone fratturate ed eventuali cambiamenti litologici.

Inoltre sarà anche disposto un sistema per il rilevamento dei fenomeni di rockburst con metodi microsismici come messo in opera nel cunicolo esplorativo della Maddalena.

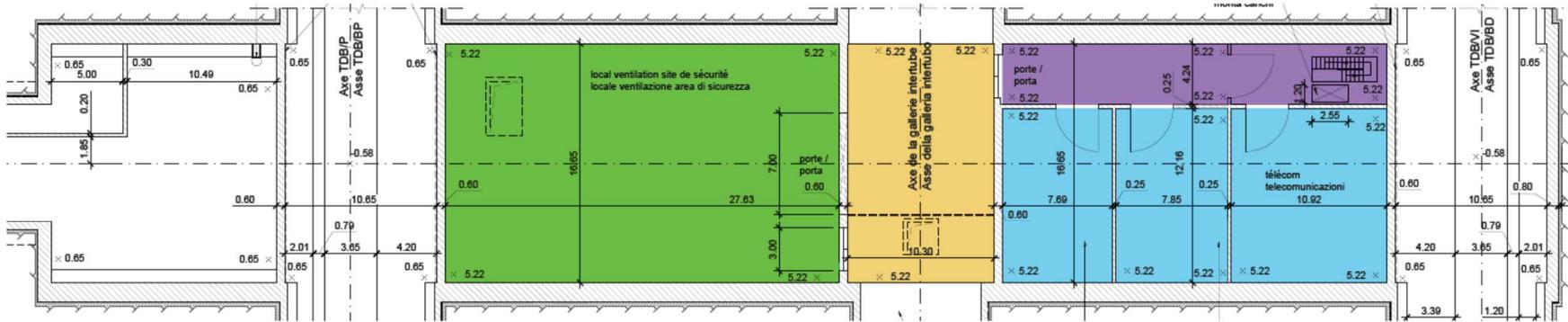
Il monitoraggio microsismico avrà le seguenti finalità:

- determinazione della posizione delle sorgenti di rocknoise
- valutazione dei livelli di magnitudo
- studio del meccanismo focale
- caratterizzazione statistica degli ammassi rocciosi in funzione del numero di eventi microsismici e della loro energia
- valutazione del rischio di rockburst.

Come proposto per il cunicolo esplorativo, qualora in alte frequenze dei sonogrammi (superiori a 250 hz) compaiano tracce continue perduranti oltre 3 ore un sistema di allerta può essere attivato, previa verifica visiva e uditiva dell'ammasso nei primi 3 diametri dal fronte di scavo e verifica dei sonogrammi stessi.

Allegato 1: schema dei carichi nelle solette della caverna tecnica

Piano E2



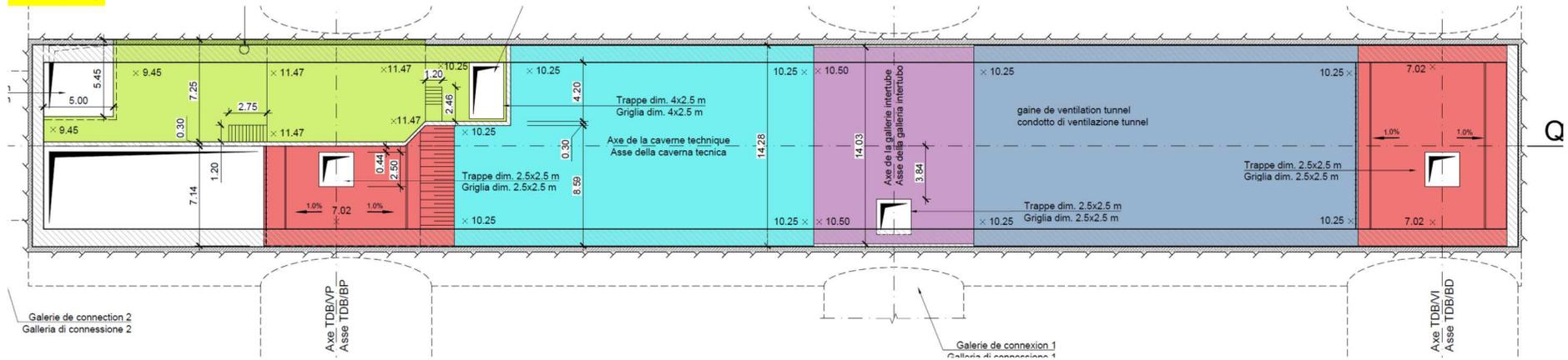
LEGENDA / LEGENDE

1	Veicoli bimodali (peso tot. max 19 t) + personale (2 kPa)
2	Ventilatori (8 kPa) + personale (2 kPa)
3	Passaggio cabine elettriche MT/BT (peso tot. 8.3 t) o impianti/attrezzature compreso personale (10 kPa)
4	Impianti/attrezzature compreso personale (10 kPa)
5	Ventilazione area di sicurezza – apporto aria fresca (±1.5 kPa)
6	Passaggio del treno (±10 kPa, sul lato inferiore) *
7	Estrazione fumi (max. ± 6.6 kPa)
8	Estrazione fumi (max. ± 6.6 kPa) + carico del paranco (3.2 t, su guide, sul lato inferiore)
9	Estrazione fumi (max. ± 6.6 kPa) + ventilazione area di sicurezza – apporto aria fresca (±1.5 kPa, sul lato inferiore)

* L'estrazione fumi viene trascurata in quanto fornisce pressioni/depressioni di valore inferiore e non avviene mai in contemporanea

Rapport technique / Relazione tecnica

Piano E3



LEGENDA / LEGENDE

1	Veicoli bimodali (peso tot. max 19 t) + personale (2 kPa)
2	Ventilatori (8 kPa) + personale (2 kPa)
3	Passaggio cabine elettriche MT/BT (peso tot. 8.3 t) o impianti/attrezzature compreso personale (10 kPa)
4	Impianti/attrezzature compreso personale (10 kPa)
5	Ventilazione area di sicurezza – apporto aria fresca (±1.5 kPa)
6	Passaggio del treno (±10 kPa, sul lato inferiore) *
7	Estrazione fumi (max. ± 6.6 kPa)
8	Estrazione fumi (max. ± 6.6 kPa) + carico del paranco (3.2 t, su guide, sul lato inferiore)
9	Estrazione fumi (max. ± 6.6 kPa) + ventilazione area di sicurezza – apporto aria fresca (±1.5 kPa, sul lato inferiore)

* L'estrazione fumi viene trascurata in quanto fornisce pressioni/depressioni di valore inferiore e non avviene mai in contemporanea