

LIAISON 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

GALERIE DE LA MADDALENA – GALLERIA DELLA MADDALENA

GALERIE MADDALENA 1 – GENIE CIVIL – GALLERIA MADDALENA 1 – OPERE CIVILI

NOTE TECHNIQUE DESCRIPTIVE – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	30/11/2012	Première diffusion / Prima emissione	L. PEANO (BG) E. GARIN (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
A	31/01/2013	Révision suite aux commentaires LTF/ Revisione a seguito commenti LTF	L. PEANO (BG) E. GARIN (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
B	23/09/2016	Première émission PRV – révision des fonctionnalités et intégration de la galerie de connexion 1 / Prima emissione PRV – revisione delle funzionalità e integrazione della galleria di connessione 1	M. JANUTOLO (BG) C. SALOT (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
C	27/01/2017	Révision suite aux commentaires TELT/ Revisione a seguito commenti TELT	M. JANUTOLO (BG) C. SALOT (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
D	13/03/2017	Passage au statut AP/ Passaggio allo stato AP	M. JANUTOLO (BG) C. SALOT (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI

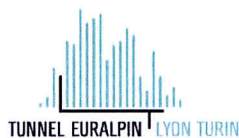


CODE DOC	P	R	V	C	3	A	T	S	3	3	8	2	0	D
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	26	48	20	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	5
1.1 Le gallerie Maddalena 1, Maddalena 1bis e di connessione 1	5
1.2 Modifiche rispetto al progetto Definitivo Approvato	6
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
2.1 Quadro normativo di riferimento	7
2.2 Documenti di progetto	7
2.3 Disposizioni relative alla sicurezza	8
3. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI	8
3.1 Tracciato galleria Maddalena 1	8
3.2 Tracciato galleria Maddalena 1bis	8
3.3 Tracciato galleria di connessione 1	9
3.4 Sistemazione interna – accesso servizi di soccorso	9
3.4.1 Sezione corrente Maddalena 1	9
3.4.2 Sezione corrente galleria di connessione 1	10
3.4.4 Sistema di drenaggio e impermeabilizzazione	13
3.4.5 Alimentazione elettrica	14
3.4.6 Cavi per telecomunicazioni	14
3.4.7 Illuminazione	14
3.5 Ventilazione	14
3.6 Sistemazione interna – stoccaggio rocce verdi	14
3.6.1 Sezione corrente Maddalena 1	14
3.6.2 Nicchie	15
3.6.3 Sezione corrente galleria Maddalena 1bis	17
3.6.4 Sistema di drenaggio e impermeabilizzazione	18
3.6.5 Altri impianti	18
4. REQUISITI DI DURABILITÀ E PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI VAGANTI	18
4.1 Durabilità	18
4.2 Protezione contro le correnti vaganti	19
5. SOSTEGNI E RIVESTIMENTI	19
6. MONITORAGGIO	19
7. CONCLUSIONE	19

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: sezione corrente - galleria Maddalena 1	10
Figura 2: sezione corrente a senso unico - galleria di connessione 1	11
Figura 3: sezione corrente a doppio senso - galleria di connessione 1	11
Figura 4: Sezione delle nicchie di incrocio - Maddalena 1	12
Figura 5: Flussi dei veicoli nella zona di innesto, in fase cantiere verso il fondo di Maddalena 1 (verde) ed in fase d'esercizio (rosso: verso l'area di sicurezza; blu: verso il portale)	13
Figura 6: sezione corrente galleria di Maddalena 1 – stoccaggio rocce verdi	15

Note technique descriptive Maddalena 1 / Relazione tecnica descrittiva Maddalena 1

Figura 7: nicchie galleria Maddalena 1 – stoccaggio rocce verdi	16
Figura 8: galleria Maddalena 1bis – stoccaggio rocce verdi	17

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Documenti riguardanti i requisiti di sicurezza	8
Tabella 2: tabella riassuntiva delle nicchie – tratta in esercizio	13
Tabella 3: tabella riassuntiva delle nicchie – tratta stoccaggio rocce verdi.....	17

RESUME / RIASSUNTO

La présente note descriptive concerne la galerie Maddalena 1 et la galerie de connexion 1 qui la relie au site de sécurité de Clarea au droit du pk 52+589.5 VP du Tunnel de Base.

La galerie de reconnaissance de La Maddalena (qui est déjà creusée) s'appelle, en phase d'exploitation, la galerie de Maddalena 1, comme une deuxième galerie, nommée Maddalena 2, est prévue en proximité. Elle sera utilisée, dans sa première partie, pour l'accès des véhicules bimodaux et de secours au Tunnel de Base (qui passeront ensuite par la galerie de connexion 1 avant de rejoindre le site de sécurité) et, dans sa deuxième partie, pour le stockage irréversible des roches vertes provenant du creusement du Tunnel de Base à proximité de la tête du tunnel à Susa.

La note décrit l'aménagement intérieur de la galerie aussi bien dans le tronçon dédié à l'accès des secours que dans le tronçon réservé au stockage des roches vertes (qui sera inaccessible pendant l'exploitation), les niches prévues et le système d'étanchéité et de drainage. Les mêmes contenus seront décrits également pour la galerie de connexion 1 et pour la galerie Maddalena 1bis, parallèle à la galerie Maddalena 1, d'une longueur de 1.1 km et dédiée au stockage des roches vertes.

La presente relazione descrittiva ha come oggetto la galleria Maddalena 1 e la galleria di connessione 1 che la collega all'area di sicurezza di Clarea in corrispondenza della progressiva pk 52+589.5 BP del Tunnel di Base.

Il cunicolo geognostico della Maddalena (che è già stato scavato) viene chiamato, in fase di esercizio, galleria Maddalena 1, siccome si prevede di affiancarlo con una seconda galleria, denominata Maddalena 2. Questa sarà utilizzata, nella prima parte, per l'accesso dei veicoli bimodali e di soccorso al Tunnel di Base (che transiteranno poi nella galleria di connessione 1 prima di raggiungere l'area di sicurezza) e, nella seconda parte, per lo stoccaggio irreversibile delle rocce verdi provenienti dallo scavo del Tunnel di Base in prossimità dell'imbocco del tunnel a Susa.

La relazione descrive la sistemazione interna della galleria sia nella tratta dedicata all'accesso dei soccorsi che nella tratta destinata allo stoccaggio delle rocce verdi (che sarà inaccessibile durante l'esercizio), le nicchie previste ed il sistema di impermeabilizzazione e di drenaggio. Gli stessi contenuti saranno descritti anche per la galleria di connessione 1 e per la galleria Maddalena 1bis, parallela alla galleria Maddalena 1, di lunghezza 1.1 km e dedicata allo stoccaggio delle rocce verdi.

1. Introduzione

1.1 Le gallerie Maddalena 1, Maddalena 1bis e di connessione 1

Il cunicolo esplorativo della Maddalena è un'opera realizzata ai fini di una migliore conoscenza geologica/geomeccanica/idrogeologica dell'ammasso roccioso. Dal portale 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.

Nel Progetto Definitivo Approvato 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 in fase di approvazione del Progetto Definitivo da parte del CIPE porta allo spostamento dell'area di sicurezza e quindi all'utilizzo di solo una parte della galleria per l'accesso dei soccorsi. Per la restante tratta della galleria, si prevede la messa in deposito delle rocce verdi. Si veda a questo proposito la relazione PRV_C30_7190_20-00-50_10-02.

La tratta di galleria destinata in esercizio all'accesso dei soccorsi, con la relativa galleria di connessione 1, sarà utilizzata in fase cantiere per i lavori di realizzazione dell'area di sicurezza.

La galleria Maddalena 1 presenta i primi 2220 m dedicati all'accesso dei servizi di soccorso e la restante tratta per lo stoccaggio delle rocce verdi. La pendenza massima è del 3.3%.

La galleria di connessione 1 ha una lunghezza totale di 1056 m, con una pendenza massima dell'8.45%.

Per consentire lo stoccaggio completo dei volumi di scavo provenienti dall'intera tratta di TdB in cui si possono incontrare rocce potenzialmente asbestiformi, si è resa necessaria la realizzazione di un'ulteriore galleria di circa 1.1 km, parallela a Maddalena 1 (interdistanza di 50 m tra le due gallerie) e compresa tra le PM 4900 e 6000, denominata "Maddalena 1bis". Il posizionamento di tale galleria nei confronti dell'attuale cunicolo esplorativo è dovuto a considerazioni geometriche (possibilità di avere un tracciato rettilineo e con pendenza uniforme) e geomeccaniche, sulla base delle osservazioni nel cunicolo in quella tratta (instabilità in calotta meno intense ed assenza di faglie importanti – $GSI \geq 45$).

La galleria Maddalena 1bis ha una lunghezza totale di 1159 m, con pendenza massima dell'1.1%.

Lungo la galleria 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 Maddalena 1 destinata alla messa in deposito sotterraneo delle rocce verdi, sono previste 15 nicchie per la logistica di stoccaggio. Inoltre sono integrate le nicchie esistenti.

La progettazione integra il cunicolo esplorativo così come definito dall'as built o dal Progetto Esecutivo nel caso in cui l'as built non sia disponibile. Gli interventi di scavo e sostegno oggetto della presente fase di progetto riguardano le nicchie (salvo quelle esistenti) e la galleria di connessione 1.

1.2 Modifiche rispetto al progetto Definitivo Approvato

Si elencano di seguito le variazioni della galleria della Maddalena rispetto al Progetto Definitivo Approvato:

- **Funzione:** oltre alla finalità geognostica, 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 al PM 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 dalle gallerie Maddalena 2 e di connessione 2, 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).

Il resto della galleria, oltre al PM 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. La tratta non verrà drenata in quanto sarà ritombata completamente.

- **Tracciato:** nel Progetto Definitivo Approvato alla fine della galleria, a partire dal PM 6980 circa, successivamente al lungo tratto in salita con pendenza 1.11 %, era prevista una pendenza negativa del 4 % al fine di raggiungere il ramo per inserimento veicoli bimodali dell'area di sicurezza di Clarea e successivamente una pendenza positiva dello 0.2% per seguire la galleria intertubo dell'area di sicurezza. Peraltro la galleria in fase di esercizio terminava alla progressiva 7181.18 ovvero alla fine della tratta con pendenza negativa (ovvero prima di entrare nell'area di sicurezza).
Con lo spostamento dell'area, sia dal punto di vista costruttivo e di gestione delle acque in fase di scavo che dal punto di vista dello stoccaggio delle rocce verdi, risulta molto più conveniente mantenere la pendenza positiva costante dell'1.11 % fino alla fine della galleria. L'ATI in carico dei lavori ha quindi disposto la modifica della livelletta per questa tratta finale. Lo stoccaggio delle rocce verdi avviene fino alla fine della galleria scavata.
- **Sezioni tipo e geometrie:** per la sezione corrente e le nicchie in questa fase viene integrato l'as built e, laddove questo non è ancora disponibile, il Progetto Esecutivo del cunicolo esplorativo. La ripartizione delle sezioni tipo è nota per la tratta già scavata. Il Progetto Definitivo Approvato considerava il Progetto Definitivo ed il Progetto di Variante Tecnica. Inoltre le sezioni tipo sono aggiornate sulla base delle nuove funzionalità.

Note technique descriptive Maddalena 1 / Relazione tecnica descrittiva Maddalena 1

- Nicchie: l'interdistanza tra le nicchie e le loro dimensioni sono state adattate alle nuove funzionalità ed al percorso dei mezzi di soccorso.
- Ritorno di esperienza geologico/idrogeologico/geomeccanico: l'esperienza dello scavo viene applicata direttamente per la progettazione delle opere previste in questa fase (rivestimento della sezione corrente e delle nicchie esistenti, sostegno e rivestimento delle altre nicchie).

2. Documenti di riferimento

2.1 Quadro normativo di riferimento

Il quadro normativo di riferimento è trattato nell'allegato 4.1 del Dossier Preliminare della Sicurezza (documento PRV_C1_0003_00-00-00_10-03).

2.2 Documenti di progetto

- PRV_C3A_3803_26-48-10 Planimetria generale
- PRV_C3A_3810_26-48-10 Planimetria 1 di 3
- PRV_C3A_3811_26-48-10 Planimetria 2 di 3
- PRV_C3A_3812_26-48-10 Planimetria 3 di 3
- PRV_C3A_3804_26-48-10 Profilo longitudinale generale
- PRV_C3A_3813_26-48-10 Profilo longitudinale 1 di 3
- PRV_C3A_3814_26-48-10 Profilo longitudinale 2 di 3
- PRV_C3A_3817_26-48-10 Profilo longitudinale 3 di 3
- PRV_C3A_3815_26-48-10 Sezioni trasversali della discenderia e del TdB
- PRV_C3A_3816_26-48-10 Sistemazione interna – tratta scavata con TBM – sezione corrente
- PRV_C3A_3805_26-48-10 Sistemazione interna – tratta scavata in tradizionale – sezioni tipo T3-T3p
- PRV_C3A_3806_26-48-10 Sistemazione interna – tratta scavata in tradizionale – sezioni tipo T5-T5i
- PRV_C3A_3807_26-48-10 Sistemazione interna – nicchie NS1 a NS7
- PRV_C3A_7525_26-48-10 Sistemazione interna – zona di innesto con galleria di connessione 1
- PRV_C3A_7526_26-48-10 Sistemazione interna – tratta stoccaggio rocce verdi – sezione corrente
- PRV_C3A_7527_26-48-10 Sistemazione interna – tratta stoccaggio rocce verdi – nicchie NLS
- PRV_C3A_7554_26-48-10 Sistemazione interna – galleria Maddalena 1bis per stoccaggio rocce verdi
- PRV_C3A_7523_26-48-10 Sistemazione interna – tratta stoccaggio rocce verdi – nicchie NE1
- PRV_C3A_7528_26-48-10 Sistemazione interna – tratta stoccaggio rocce verdi – nicchie NE2
- PRV_C3A_7534_26-48-12 Profilo longitudinale generale
- PRV_C3A_7536_26-48-12 Sistemazione interna – sezione corrente – doppio senso di circolazione

Note technique descriptive Maddalena 1 / Relazione tecnica descrittiva Maddalena 1

- PRV_C3A_7521_26-48-12 Sistemazione interna – sezione corrente – senso unico di circolazione
- PRV_C3A_7522_26-48-12 Sistemazione interna – nicchie
- PRV_C3A_3821_26-48-20 Relazione di calcolo dei rivestimenti definitivi
- PRV_C3A_3831_26-48-25 Relazione tecnica sul sistema di drenaggio
- Cunicolo Esplorativo de La Maddalena – progetto Esecutivo (MAD_EXE_...)
- Cunicolo Esplorativo de La Maddalena – As built (MAD_EXE_..._AS BUILT).

2.3 Disposizioni relative alla sicurezza

I requisiti legati alla sicurezza sono principalmente contenuti all'interno del documento PRF_C30_0014_50-02-00_10-10 "Consegna 43 – Specifiche normative funzionali" e relativi allegati PRF_C30_0015_50-02-00_10-10. Nella fase di progettazione sono inoltre stati presi in considerazione i documenti contenuti nella seguente tabella:

Titolo documento	Codice documento
Veicoli di soccorso	PRF_C1_0026_40-04-00_10-01
Impianti e dispositivi di sicurezza – aree di sicurezza	PRF_C1_0011_45-01-00_10-01
Impianti e dispositivi di sicurezza nei tunnel e nelle discenderie	PRF_C1_0012_45-03-00_10-01
Rete antincendio – rete di aspersione – raccolta liquidi pericolosi	PRF_C1_0015_45-06-00_10-01
Schema rete antincendio, rete di aspersione e raccolta liquidi pericolosi	PRF_C1_0016_45-06-00_20-01

Tabella 1: Documenti riguardanti i requisiti di sicurezza

3. Caratteristiche geometriche e funzionali

3.1 Tracciato galleria Maddalena 1

Il tracciato planimetrico si compone come segue:

- Da PM 0 a 300: rettilineo
- Da PM 300 a 1117.08: curva (raggio 1500 m)
- Da PM 1117.08 a 3072.76: rettilineo
- Da PM 3072.76 a 3668.27: curva (raggio 1000 m)
- Da PM 3668.27 a fine opera: rettilineo

Il tracciato altimetrico presenta le seguenti 3 livellette, opportunamente raccordate:

- Da PM 0 a 1500: pendenza in salita 0.343 %
- Da PM 1500 a 4090.97: pendenza in discesa 3.312 %
- Da PM 4090.97 a fine opera: pendenza in salita 1.102 %.

La quota di progetto all'imbocco è pari a 673 m, all'innesto con la galleria di connessione 1 è pari a 654.3 m, mentre a fine galleria è pari a 630.4 m.

Occorre notare che in esercizio sarà possibile percorrere la tratta solo fino alla PM 2245, il resto (deposito rocce verdi) sarà completamente ritombato (vedere § 3.5).

3.2 Tracciato galleria Maddalena Ibis

Il tracciato planimetrico si compone come segue:

- Da PM 0 a 40.72: rettilineo

Note technique descriptive Maddalena 1 / Relazione tecnica descrittiva Maddalena 1

- Da PM 40.72 a 193.44: curva (raggio 350 m)
- Da PM 193.44 a 1109.24: rettilineo
- Da PM 1109.24 a 1159.24: rettilineo (tratta ortogonale rispetto a Maddalena 1).

Il tracciato altimetrico presenta le seguenti livellette:

- Da PM 193.44 a 1109.24: pendenza in salita 1.102 %.
- Da PM 1109.24 a 1159.24: pendenza nulla.

Nel tratto tra la PM 0 e la PM 193.44 si ha una pendenza di 0.85%.

3.3 Tracciato galleria di connessione 1

Il tracciato planimetrico si compone come segue:

- Da PM 0 a 384.68: rettilineo
- Da PM 384.68 a 882.31: curva (raggio 350 m)
- Da PM 882.31 a 1056.6: rettilineo

Il tracciato altimetrico presenta le seguenti 3 livellette, opportunamente raccordate:

- Da PM 0 a 37.42: pendenza in discesa 3.32 %
- Da PM 37.42 a 999.84: pendenza in discesa 8.45 %
- Da PM 999.84 a 1056.6: pendenza nulla (raccordo con la caverna tecnica dell'area di sicurezza di Clarea).

La fine della galleria coincide con l'asse della caverna tecnica al piano E1, che presenta quota 571.4 m.

3.4 Sistemazione interna – accesso servizi di soccorso

3.4.1 Sezione corrente 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 1 (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. Tale strato di regolarizzazione è previsto anche in assenza di centine.

Note technique descriptive Maddalena 1 / Relazione tecnica descrittiva Maddalena 1

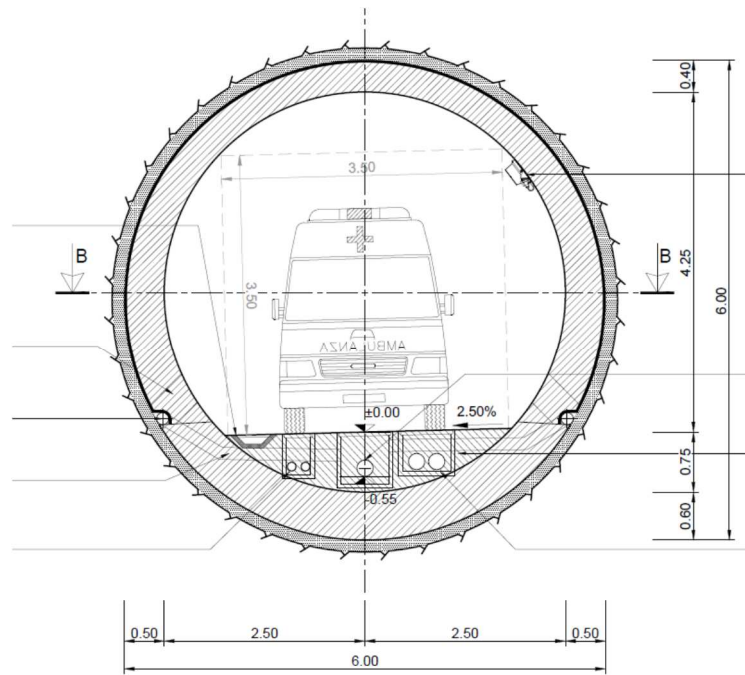


Figura 1: sezione corrente - galleria Maddalena 1

3.4.2 Sezione corrente 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 2 e 3.

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

Note technique descriptive Maddalena 1 / Relazione tecnica descrittiva Maddalena 1

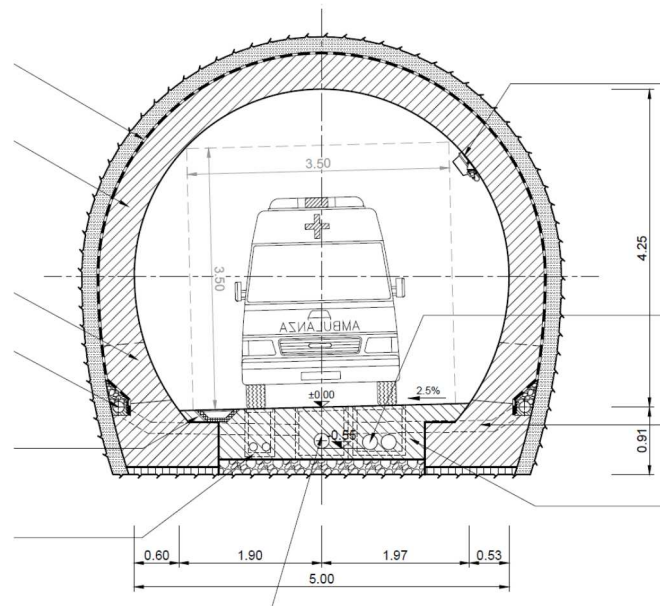


Figura 2: sezione corrente a senso unico - galleria di connessione 1

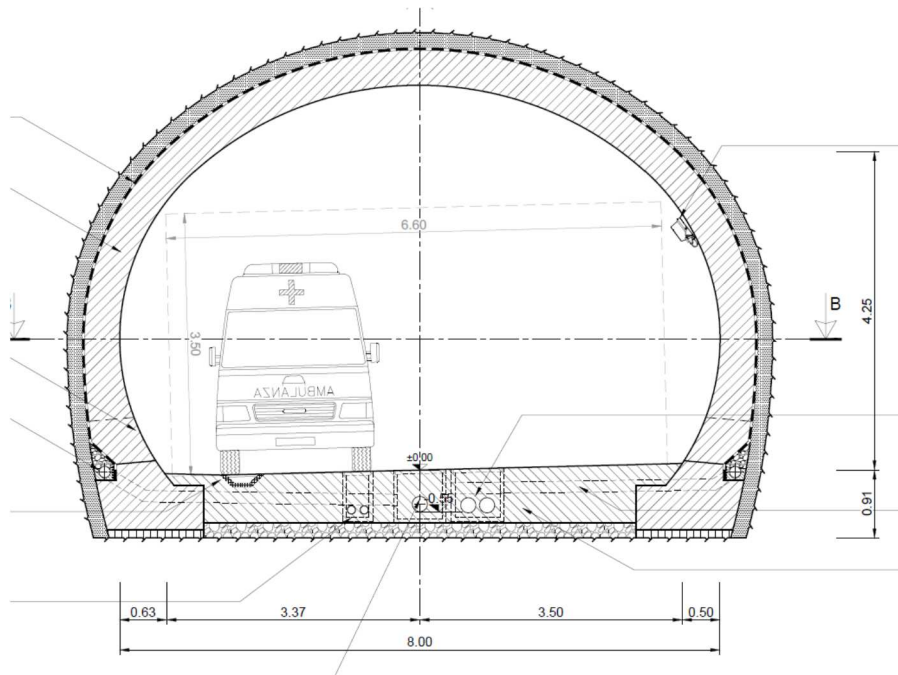


Figura 3: sezione corrente a doppio senso - galleria di connessione 1

3.4.3 Nicchie

Come anticipato nel capitolo introduttivo, sono previste 7 nicchie di incrocio dei veicoli in Maddalena 1. Tali nicchie sono definite "NS", il cui acronimo sta per "nicchie di servizio", in quanto utili in fase di esercizio della linea per l'incrocio dei mezzi per i servizi di soccorso.

La sagoma libera per l'incrocio dei mezzi è di 6.6 x 3.5 m (b x h). La sezione funzionale di tali nicchie è mostrata in figura 4. La sezione presenta un rivestimento definitivo di spessore minimo 50 cm.

Note technique descriptive Maddalena 1 / Relazione tecnica descrittiva Maddalena 1

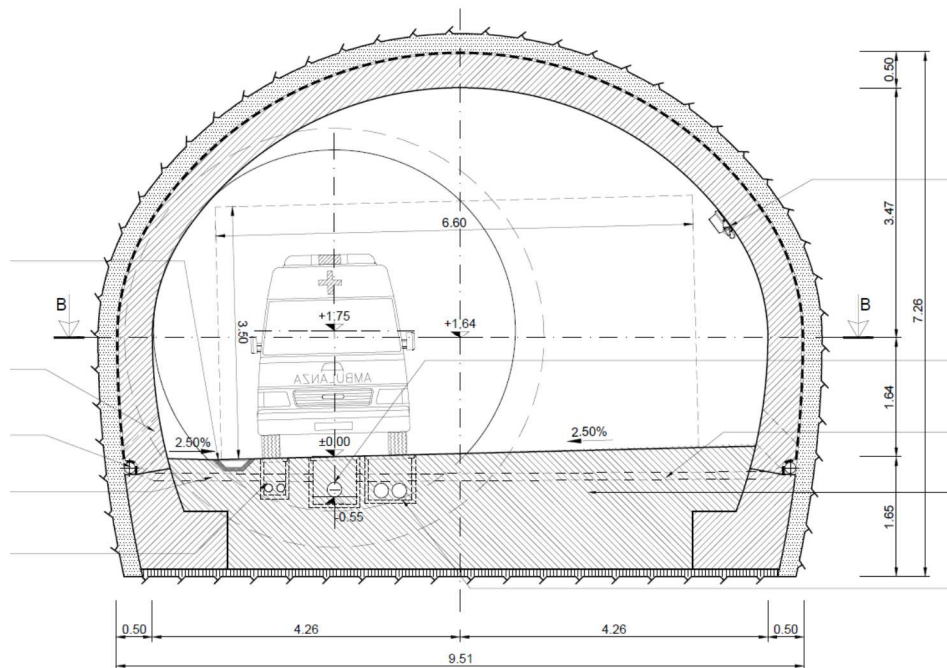


Figura 4: Sezione delle nicchie di incrocio - Maddalena 1

La distanza tra le nicchie è di norma pari a 400 m. Tuttavia, in prossimità delle curve, tale distanza è stata ridotta (170 m per la curva di raggio 1500 m) in modo da garantire la visibilità tra due nicchie consecutive.

Le nicchie per il solo incrocio dei mezzi hanno una lunghezza pari a 30 m, aumentata a 35 m se dotate di cabine per telecomunicazioni (TCL) e 52 m se equipaggiate di cabina elettrica.

Le due nicchie per indagini geognostiche già realizzate, al PM 587 e al PM 1421, e la nicchia prevista al PM 6340 non sono state considerate in quanto, date le loro piccole dimensioni, si prevede di riempirle di cls prima del getto del rivestimento definitivo della sezione corrente.

In corrispondenza dell'innesto tra Maddalena 1 e la connessione 1 (nicchia NS8), è previsto l'incrocio dei veicoli, nonché l'inversione dei veicoli nel ramo cieco verso la parte di galleria dedicata al deposito delle rocce verdi. Inoltre viene ubicata una cabina per telecomunicazioni. Le dimensioni della zona d'innesto sono state definite sulla base di queste funzioni, ma anche per consentire ai veicoli un'adeguata curva per imboccare la connessione 1 senza rallentare (velocità max 30 km/h). Inoltre, in fase cantiere, questa zona permette il passaggio dei mezzi di cantiere dalla connessione 1 verso Maddalena 1 (es. betoniere), quindi in senso contrario rispetto al percorso dei veicoli previsto in fase di esercizio. In figura 5 si sono quindi rappresentati i differenti flussi dei veicoli, che hanno permesso di dimensionare le sezioni.

Note technique descriptive Maddalena 1 / Relazione tecnica descrittiva Maddalena 1

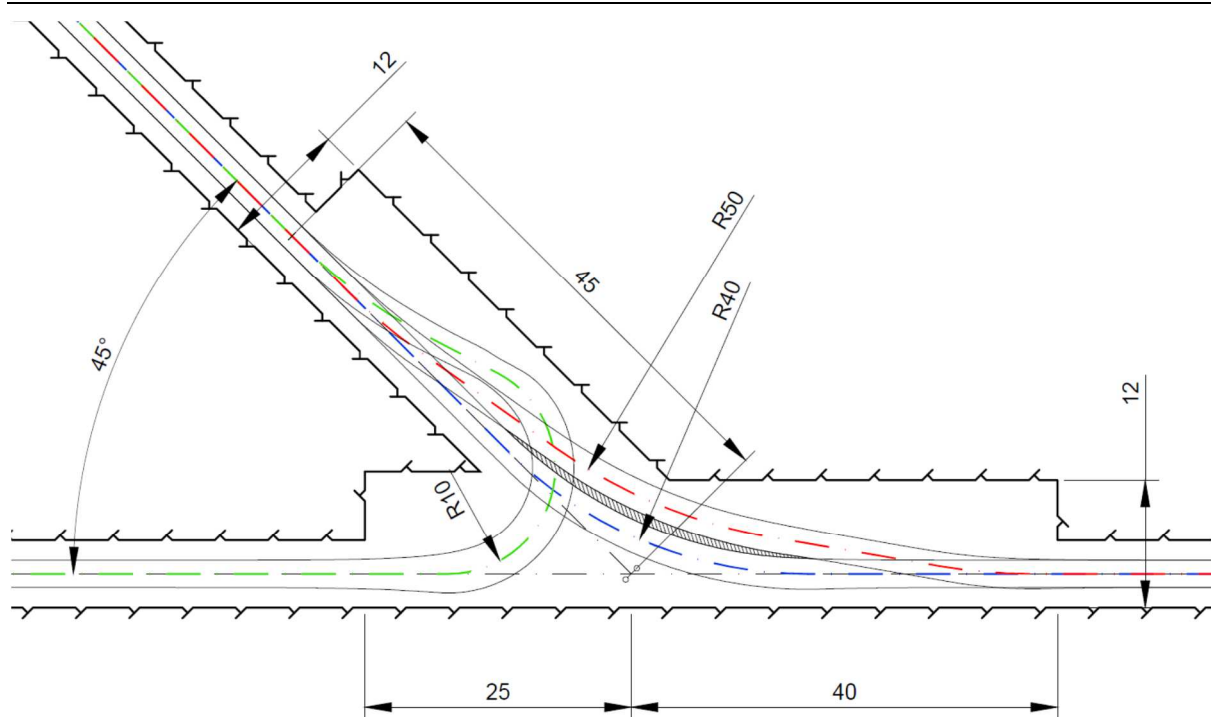


Figura 5: Flussi dei veicoli nella zona di innesto, in fase cantiere verso il fondo di Maddalena 1 (verde) ed in fase d'esercizio (rosso: verso l'area di sicurezza; blu: verso il portale)

Nella galleria di connessione 1 la sezione a senso unico presenta una lunghezza inferiore a 400 m, non vi è dunque di nicchie di incrocio. La sezione è successivamente a doppio senso di marcia. E' necessaria comunque una nicchia per ubicare la cabina per telecomunicazioni.

La tabella seguente riporta l'ubicazione delle nicchie lungo il tracciato, la loro funzione e le loro lunghezze.

NICCHIA	FUNZIONE	PM INIZIO	PM FINE	PM ASSE	LUNGHEZZA (m)
NS1	Incrocio	385	415	400	30
NS2	Incrocio + cabina el.	544	596	570	52
NS3	Incrocio + telecom	722.5	757.5	740	35
NS4	Incrocio	892.5	927.5	910	35
NS5	Incrocio	1065	1095	1080	30
NS6	Incrocio + telecom	1462.5	1497.5	1480	35
NS7	Incrocio + cabina el.	1854	1906	1880	52
NS8	Incrocio + inversione + telecom	2180	2245	2220	65/45*
NS9	Telecom	544*	556*	550	12

* nella galleria di connessione 1

Tabella 2: tabella riassuntiva delle nicchie – tratta in esercizio

3.4.4 Sistema di drenaggio e impermeabilizzazione

Il sistema di drenaggio viene descritto nella relazione PRV_C3A_3831_26-48-25.

3.4.5 Alimentazione elettrica

Per l'alimentazione elettrica del Tunnel di Base sono previsti cavi da 20 kV di tensione disposti in 2 guaine in PVC rigido di diametro 200 mm, con pozzetti disposti ogni 25 m dotati di coperchi in ghisa classe D400 e apertura 1800x600 mm.

3.4.6 Cavi per telecomunicazioni

Per le telecomunicazioni sono previste 2 guaine di cavi in PVC rigido con diametro 110 mm. Sono previsti pozzetti ogni 50 m con chiusini in ghisa di classe D400 e apertura 300x300 mm.

3.4.7 Illuminazione

Lo spazio di circolazione all'interno della galleria sarà illuminato da lampade installate ogni 100 m.

3.5 Ventilazione

In fase di esercizio, l'estrazione fumi della discenderia (Maddalena 1+connessione 1) si effettuerà tramite la sezione stessa, senza condotto specifico. In corrispondenza della caverna tecnica dell'area di sicurezza, al piede della galleria di connessione, un'apposita griglia permette l'estrazione dell'aria verso la galleria di ventilazione (Maddalena 2+connessione 2). La sezione minima utile della discenderia, corrispondente alla tratta di Maddalena 1 scavata con TBM, ha una superficie utile di 17.8 m².

Le specifiche riguardanti la ventilazione in fase di cantiere sono descritte nella relazione PRV_C3A_0886_33-02-02.

3.6 Sistemazione interna – stoccaggio rocce verdi

3.6.1 Sezione corrente Maddalena 1

Nella tratta di Maddalena 1 in cui si prevede lo stoccaggio delle rocce verdi, la sezione non viene provvista di rivestimento definitivo in cls gettato in opera di spessore minimo 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. Tale strato di regolarizzazione è previsto anche in assenza di centine.

In seguito si procede alla messa in opera, in platea, di una membrana impermeabilizzante a spruzzo di spessore minimo 3 mm.

Si getta quindi in opera la platea.

Successivamente, in calotta e piedritto, al di sopra di questa membrana si proietta del cls proiettato di spessore 5 cm per evitare di rovinare la membrana durante le operazioni di manutenzione e posa dei contenitori. Questa operazione viene svolta successivamente allo scavo delle canne del Tunnel di Base e della galleria di connessione 2, in modo che queste fungano da dreno. Lo scavo di queste opere avviene infatti prima delle operazioni di messa in deposito delle rocce verdi.

All'interno della sezione si dispongono i contenitori di forma rettangolare, contenenti al loro interno un conglomerato addensato composto da rocce verdi e polimeri. Si prevedono contenitori di dimensioni 1 m (h) x 2 m (L) x 1 m (b).

I contenitori vengono impilati uno sull'altro, su 4 livelli. Una volta riempito un livello per una tratta di circa 10 m, si effettua un getto di malta cementizia fino a circa 10 cm al di sopra della superficie superiore dei contenitori. La malta cementizia riempie quindi lo spazio laterale tra

Note technique descriptive Maddalena 1 / Relazione tecnica descrittiva Maddalena 1

contenitori e intradosso del rivestimento in cls proiettato e gli interstizi tra i contenitori e permette di costituire uno strato di regolarizzazione per la posa del livello successivo di contenitori.

La sistemazione interna definitiva della sezione corrente con stoccaggio delle rocce verdi viene mostrata nella figura seguente.

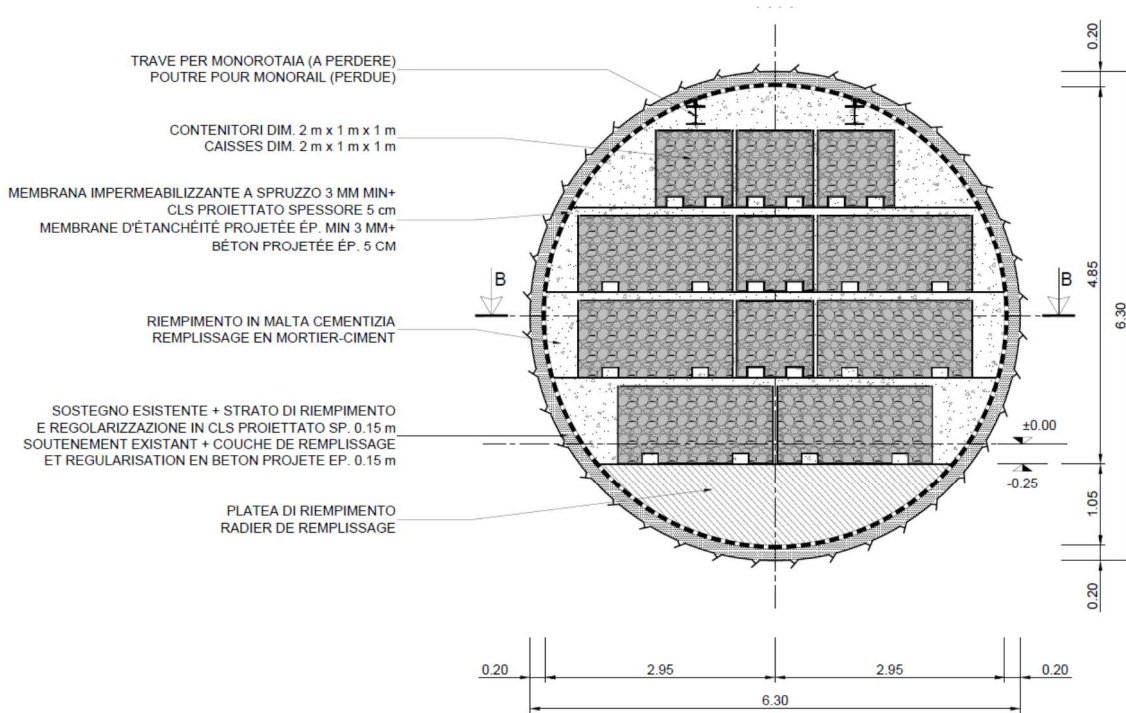


Figura 6: sezione corrente galleria di Maddalena 1 – stoccaggio rocce verdi

Per maggiori dettagli sul sistema e sulla logistica di stoccaggio delle rocce verdi si veda la relazione PRV_C3A_7610_33-02-02.

3.6.2 Nicchie

Per consentire l'incrocio dei veicoli di cantiere (in particolare, i carri gommati di trasporto dei contenitori) e le operazioni logistiche di approvvigionamento (es. stazionamento delle betoniere), ogni 400 m circa si prevedono delle nicchie. Tali nicchie sono state definite "nicchie logistica stoccaggio (NLS)". L'interdistanza asse-asse di 400 m è stata ridotta a 140 m in corrispondenza della curva di raggio 1000 m in modo da garantire la visibilità tra due nicchie consecutive. Quest'interdistanza è stata inoltre modificata leggermente al fine di non ubicare le nicchie nelle zone di faglie osservate durante lo scavo del cunicolo, laddove il GSI è inferiore a 50, e per non interferire con la galleria Maddalena 1bis.

Alle nicchie NLS si sono aggiunte due nicchie esistenti, la nicchia della vasca di rilancio al PM 2+805 (denominata "NE1") e la nicchia della vasca di accumulo al PM 4+091 (denominata "NE2"). Le nicchie per indagini geognostiche, salvo quelle in corrispondenza della nicchia NE1, saranno invece riempite di cls prima della realizzazione del rivestimento definitivo in quanto di piccole dimensioni e quindi non utilizzate.

Note technique descriptive Maddalena 1 / Relazione tecnica descrittiva Maddalena 1

Le nicchie NLS presentano una lunghezza di 35 m lungo la galleria e, per le nicchie NLS3 e NLS9, un ramo di 15 m (lunghezze interne al netto di sostegni e rivestimenti).
 La sistemazione interna per lo stoccaggio delle rocce verdi viene effettuata nello stesso modo che per la sezione corrente, come si può vedere nella figura seguente. I contenitori vengono impilati su 5 livelli.

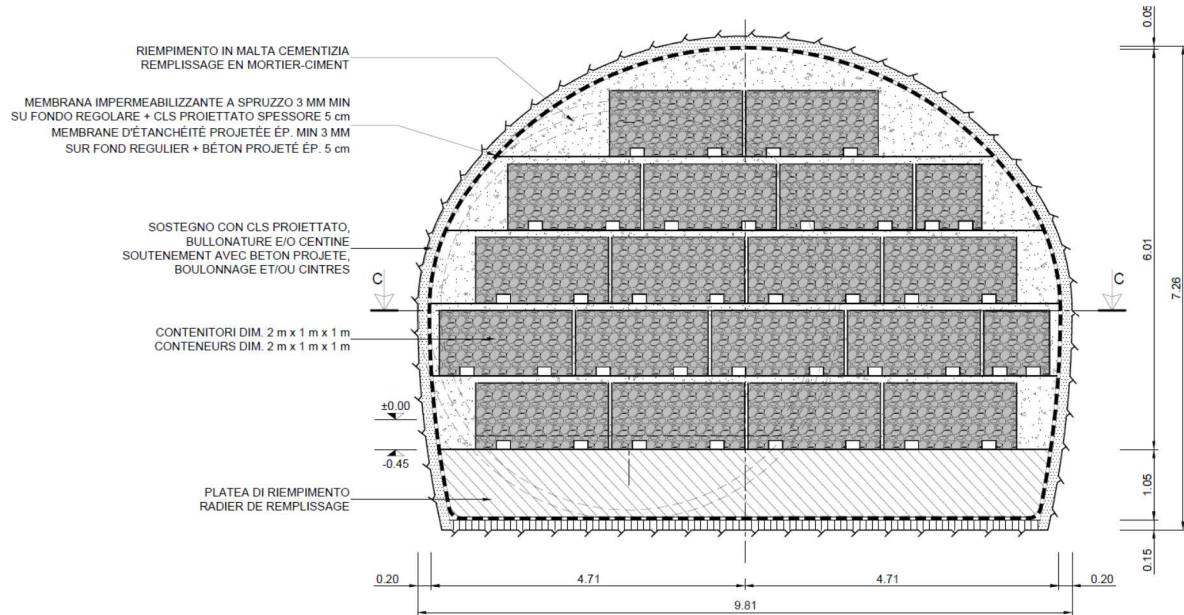


Figura 7: nicchie galleria Maddalena 1 – stoccaggio rocce verdi

Le nicchie NE si sviluppano in senso trasversale rispetto all'asse della galleria e sono state definite sulla base dell'as built per la vasca di rilancio e del Progetto Esecutivo del cunicolo esplorativo per la vasca d'accumulo. Al fine di facilitare lo stoccaggio, le nicchie sono state linearizzate rispetto allo stato attuale, come si può vedere negli elaborati PRV_C3A_7523_26-48-10 e PRV_C3A_7528_26-48-10.

La tabella seguente riporta l'ubicazione delle nicchie nella tratta di stoccaggio delle rocce verdi, con le relative lunghezze (lunghezza allargamento e ramo).

Note technique descriptive Maddalena 1 / Relazione tecnica descrittiva Maddalena 1

NICCHIA	PM INIZIO	PM FINE	PM ASSE	LUNGHEZZA ALLARGAMENTO (m)	LUNGHEZZA RAMO (m)
NLS1	2662.5	2697.5	2680	35	-
NE1	-	-	2805	-	24
NLS2	3062.5	3097.5	3080	35	-
NLS3	3202.5	3237.5	3220	35	15
NLS4	3342.5	3677.5	3360	35	-
NLS5	3482.5	3517.5	3500	35	-
NLS6	3622.5	3657.5	3640	35	-
NLS7	4022.5	4057.5	4040	35	-
NE2	-	-	4091	-	55
NLS8	4382.5	4417.5	4400	35	-
NLS9	4782.5	4817.5	4800	35	15
NLS10	5182.5	5217.5	5200	35	-
NLS11	5582.5	5617.5	5600	35	-
NLS12	6022.5	6057.5	6040	35	-
NLS13	6382.5	6417.5	6400	35	-
NLS14	6782.5	6817.5	6800	35	-
NLS15	7182.5	7217.5	7200	35	-

Tabella 3: tabella riassuntiva delle nicchie – tratta stoccaggio rocce verdi

3.6.3 Sezione corrente galleria Maddalena 1bis

La galleria Maddalena 1bis presenta la stessa sistemazione interna delle nicchie di Maddalena 1.

La galleria Maddalena 1bis non presenta nicchie lungo il suo tracciato.

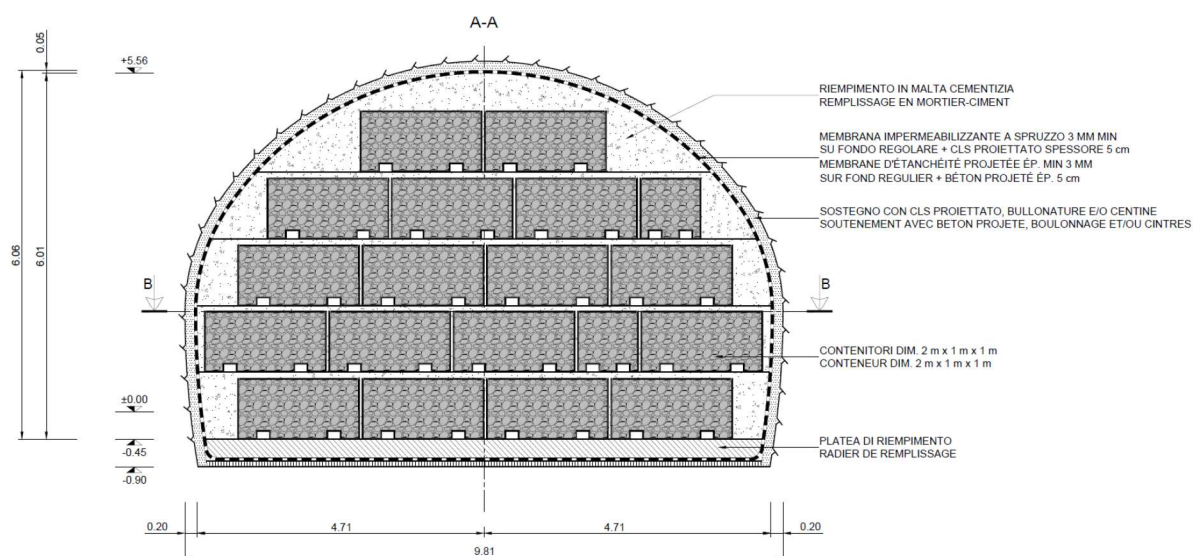


Figura 8: galleria Maddalena 1bis – stoccaggio rocce verdi

3.6.4 Sistema di drenaggio e impermeabilizzazione

La sezione nella configurazione definitiva non viene drenata, bensì viene provvista di impermeabilizzazione full round e ritombata completamente.

L'impermeabilizzazione consiste in una membrana impermeabilizzante a spruzzo di spessore minimo 3 mm. Questa membrana sarà composta da polimeri speciali/modificati e cemento. Questo tipo di membrana è disponibile presso alcuni importanti fornitori di prodotti chimici/cementizi per l'edilizia/ lavori pubblici ed è stata usata per un numero rilevante di gallerie. Si sono definite le seguenti caratteristiche minime:

- Resistenza alla rottura: 2 MPa;
- Aderenza al supporto: 1 MPa.

3.6.5 Altri impianti

La galleria è ritombata completamente, non vi è quindi nessun impianto nella configurazione definitiva (né illuminazione né cavidotti).

4. Requisiti di durabilità e protezione contro le correnti vaganti

4.1 Durabilità

La durabilità, definita come conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali e delle strutture, proprietà essenziale affinché i livelli di sicurezza vengano mantenuti durante tutta la vita dell'opera, è garantita attraverso una opportuna scelta dei materiali e un opportuno dimensionamento delle strutture, comprese le misure di protezione. L'obiettivo è di avere spese di manutenzione il più possibile ridotte.

Le normative di riferimento in merito sono la norma UNI EN 206-1, il capitolato RFI e l'Eurocodice 2 e le Norme Tecniche per le Costruzioni – circolare 2009.

La vita nominale V_n delle gallerie è definita pari a 120 anni.

Il concetto di durabilità concerne in modo particolare il rivestimento definitivo della galleria in calcestruzzo (per la tratta di accesso dei servizi di soccorso): in particolare occorre proteggere le armature dalla corrosione ed il calcestruzzo dagli attacchi. Per questa ragione è prevista un'impermeabilizzazione al fine di proteggere e mantenere asciutta la struttura in calotta e piedritto.

Occorre inoltre definire le caratteristiche del calcestruzzo da impiegare (classi di esposizione) in funzione delle condizioni ambientali lungo il tracciato.

In funzione della classe di esposizione dipendono i requisiti minimi del cls in termini di resistenza e di rapporto a/c , lo spessore minimo di copriferro ed il valore di ampiezza limite di progetto delle fessure.

È stata adottata una classe di esposizione minima XC2, cui corrisponde un copriferro minimo di 3 cm.

Il rapporto massimo a/c è stato adottato pari a 0.5.

Si ricorda inoltre che, al fine di garantire la durabilità, in fase esecutiva il cls deve essere compatto (ovvero con bassa porosità), correttamente formulato e confezionato e gettato in opera attenendosi alle regole di buona pratica (lavorabilità, maturazione, ecc.). Questi aspetti hanno influito sulla scelta delle specifiche del cls per rivestimento definitivo come illustrato in questa relazione, nonché nelle tabelle materiali degli elaborati grafici. Occorrerà predisporre

una procedura di controllo qualità in fase di costruzione. Fondamentale risulta inoltre un controllo periodico della struttura in fase di esercizio.

4.2 Protezione contro le correnti vaganti

Per quanto riguarda la protezione contro le correnti vaganti si veda il documento “PD2_C3A_1629_05-02-00_10-03 Progetto dei tunnel – Predisposizioni civili per la messa a terra elettrica ai fini della protezione contro i contatti indiretti e le correnti vaganti”.

5. Sostegni e rivestimenti

Le caratteristiche dei sostegni e dei rivestimenti sono dettagliate nella relazione PRV_C3A_3821_26-48-20 per quanto riguarda la sezione corrente (Maddalena 1, Maddalena 1bis, connessione 1) e nella relazione PRV_C3A_3835_26-48-20 per quanto riguarda le nicchie e la sezione di innesto (sia per Maddalena 1 che per la connessione 1).

6. Monitoraggio

Il monitoraggio viene descritto nella relazione PRV_C3A_3837_26-48-20_10-04_Relazione tecnica di monitoraggio.

7. Conclusione

La presente relazione ha lo scopo di descrivere le gallerie Maddalena 1, Maddalena 1bis e di connessione 1, relativamente al progetto in variante a seguito della delibera CIPE n°19/2015, denominato "PRV".

In particolare viene descritta la sistemazione interna della galleria, sia per la tratta utilizzata in esercizio per l'accesso dei servizi di soccorso che per la tratta destinata al deposito definitivo delle rocce verdi. Sono illustrate le caratteristiche della sezione corrente e delle nicchie (ubicazione, dimensioni, sagome).