

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

REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO - REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE
CUP C11J05000030001

GENIE CIVIL – OPERE CIVILI

TUNNEL DE BASE – TUNNEL DI BASE
GALERIE DE LA MADDALENA – GALLERIA DI LA MADDALENA
GALERIE - GENERALITES – GALLERIA – ELABORATI GENERALI

NOTE TECHNIQUE DESCRIPTIVE – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié 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

CODE DOC	P	D	2	C	3	A	T	S	3	3	8	2	0	A	A	P	N	O	T
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		Statut / Stato		Type / Tipo			

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	26	48	20	10	01
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA


Tecnimont
Civil Construction
Dott. Ing. Aldo Mancarella
Ordine Ingegneri Prov. CS - 12982 F




LYON TURIN FERROVIAIRE

LTF sas - 1091 Avenue de la Boisse - BP 80631 - F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 - Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 356 952 - TVA FR 03439556952
Propriété LTF Tous droits réservés - Proprietà LTF 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

RESUME/RIASSUNTO.....	3
1. DESCRIZIONE GENERALE.....	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
2.1 Documenti di progetto	4
2.2 Normativa	5
2.3 Disposizioni relative alla sicurezza	5
3. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI	6
3.1 Tracciato	6
3.2 Sagome e sistemazione interna	6
3.2.1 Sezione corrente.....	6
3.2.2 Nicchie	7
3.2.3 Sistema di drenaggio e pozzo	7
3.2.4 Alimentazione elettrica	8
3.2.5 Cavi per telecomunicazioni	8
3.2.6 Illuminazione	8
3.3 Ventilazione	8
4. REQUISITI DI DURABILITÀ, RESISTENZA AL FUOCO E PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI VAGANTI.....	9
4.1 Durabilità	9
4.2 Resistenza al fuoco.....	9
4.3 Protezione contro le correnti vaganti.....	10
5. RIVESTIMENTI E IMPERMEABILIZZAZIONE	10
5.1 Rivestimenti definitivi	10
5.2 Sistema di impermeabilizzazione.....	11
6. SOSTEGNI DI PRIMA FASE DELLE NICCHIE	12
7. CONCLUSIONI	12

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Sezione corrente	6
------------------------------------------	---

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Tabella riassuntiva delle nicchie	7
Tabella 2 – Rivestimenti definitivi delle sezioni correnti.....	10
Tabella 3 – Rivestimenti definitivi delle nicchie	11
Tabella 4 – Sostegni di prima fase delle nicchie.....	12

RESUME/RIASSUNTO

La présente note descriptive concerne la galerie de La Maddalena. L'ouvrage s'insère dans le site de sécurité de Clarea au droit du Pk 48+412.9 BP du Tunnel de Base.

L'ouvrage est conçu, en phase de chantier, comme galerie de reconnaissance et comme descendrière pour l'attaque de la galerie de ventilation de Val Clarea. Ensuite, pendant la phase d'exploitation, il sera utilisé pour l'accès des véhicules bimodaux et de secours au tunnel de base.

La note décrit les revêtements définitifs, le système d'étanchéité et drainage, l'aménagement intérieur de la galerie et les niches de croisement et de retournement des véhicules.

La presente relazione descrittiva ha come oggetto la galleria di La Maddalena. L'opera si inserisce nel sito di sicurezza di Clarea, in corrispondenza della progressiva Pk 48+412.9 BP del Tunnel di Base.

L'opera è concepita, in fase di cantiere, come cunicolo esplorativo e come discenderia per l'attacco della galleria di ventilazione di Val Clarea. In seguito, durante l'esercizio, svolgerà la funzione di accesso per i veicoli bimodali e per i mezzi di soccorso al tunnel di base.

La relazione descrive i rivestimenti definitivi, il sistema di impermeabilizzazione e drenaggio, la sistemazione interna della galleria e le nicchie di incrocio e inversione dei veicoli.

1. Descrizione generale

Lungo il Tunnel di Base sono previsti 3 siti di sicurezza per la gestione degli interventi in caso di incendio: La Praz, Modane e Val Clarea. L'accesso a quest'ultimo sito dei veicoli bimodali e dei mezzi di soccorso avverrà attraverso la discenderia di La Maddalena.

L'opera, in fase di cantiere, è concepita come cunicolo esplorativo per il futuro Tunnel di Base e come discenderia per l'attacco della galleria di ventilazione di Val Clarea. Lo scavo avverrà a partire dall'area di cantiere della Maddalena.

In seguito saranno realizzati i rivestimenti definitivi e le nicchie. In questo modo il cunicolo potrà avere carattere permanente e sarà utilizzato in fase di esercizio come galleria di accesso al Tunnel di Base per scopi di manutenzione e soccorso. La galleria sarà dunque adibita al transito di veicoli bimodali.

L'opera avrà una lunghezza totale di 7181.18 m e una pendenza massima del 4.0 %.

Lungo il tracciato sono previste 22 nicchie di incrocio dei veicoli. Di esse, 4 saranno equipaggiate di cabina elettrica, 6 di cabina per telecomunicazioni e 1 di entrambe. E' inoltre prevista una nicchia di incrocio e inversione dei mezzi.

L'obiettivo del presente rapporto è la descrizione dei rivestimenti definitivi, del sistema di impermeabilizzazione e drenaggio, della sistemazione interna, delle nicchie e del pozzo di drenaggio. Il documento non include gli interventi di scavo e sostegno, i quali sono invece oggetto del Progetto Definitivo (CMC - 2011) e del Progetto di Variante Tecnica (ITF - 2009) del cunicolo esplorativo. Fanno eccezione lo scavo e i sostegni delle nicchie, le quali sono realizzate in seguito per allargamento del cunicolo e sono dunque oggetto della presente fase di progetto, denominata PD2.

2. Documenti di riferimento

2.1 Documenti di progetto

- PD2-C3A-TS3-3821 Relazione Tecnica di Calcolo – Galleria de La Maddalena;
- PD2-C3B-TS3-3803 Planimetria generale;
- PD2-C3B-TS3-3810 Planimetria 1/3;
- PD2-C3B-TS3-3811 Planimetria 2/3;
- PD2-C3B-TS3-3812 Planimetria 3/3;
- PD2-C3B-TS3-3804 Profilo longitudinale generale;
- PD2-C3B-TS3-3813 Profilo longitudinale 1/3;
- PD2-C3B-TS3-3814 Profilo longitudinale 2/3;
- PD2-C3B-TS3-3814 Profilo longitudinale 3/3;
- PD2-C3B-TS3-3815 Sezione trasversale della discenderia e del TdB
- PD2-C3B-TS3-3816 Sistemazione interna – Tratta scavata con TBM - Sezione corrente;
- PD2-C3B-TS3-3805 Sistemazione interna – Tratta scavata in tradizionale – Sezioni tipo T3, T4, T4a;

- PD2-C3B-TS3-3806 Sistemazione interna – Tratta scavata in tradizionale – Sezioni tipo T5;
- PD2-C3A-TS3-3829 Sistemazione interna pozzo di drenaggio 1/2;
- PD2-C3A-TS3-3830 Sistemazione interna pozzo di drenaggio 2/2
- PD2-C3A-TS3-3822-3823 Scavo e sostegno – Nicchie di incrocio veicoli – Sezioni tipo S1-S2
- PD2-C3A-TS3-3825 Scavo e sostegno – Nicchia di inversione
- PD2-C3A-TS3-3826 Carpenterie – Sezioni correnti
- PD2-C3A-TS3-3827 Carpenterie – Nicchie di incrocio veicoli
- PD2-C3A-TS3-3828 Carpenterie – Nicchie di inversione
- PD2-C3A-TS3-3831 Relazione tecnica sul sistema di drenaggio
- PD2-C3A-TS3-3832 Sistema di drenaggio acque di falda – Sezione schematica longitudinale
- PD2-C3A-TS3-3833 Sistema di drenaggio acque di falda – Sezione corrente;
- PD2-C3A-TS3-1629 Progetto dei tunnel – Predisposizioni civili per la messa a terra elettrica ai fini della protezione contro i contatti indiretti e le correnti vaganti;
- PP2-MA1-ITF-0129-0130-0131-0202-A – Sezioni tipo scavo e consolidamento tradizionale
- VEN-CMC-0044-A – Idraulica galleria – Pozzi di accumulo acqua – Sezioni di scavo e consolidamento;
- VEN-CMC-0027a0041-A – Sezioni tipo di scavo e consolidamento meccanizzato

2.2 Normativa

Il quadro normativo di riferimento è trattato all'interno del documento PD2-C30-TSE3-1113 "Consegna 44 - Norme Tecniche – Quadro normativo".

2.3 Disposizioni relative alla sicurezza

Le disposizioni in termini di sicurezza sono principalmente oggetto del documento PD2-C30-TSE3-0014 "Consegna 43 – Specifiche normative funzionali" e dei relativi allegati PD2-C30-TSE3-0015.

Sono inoltre presi in conto i seguenti documenti:

- PD2-C1-TS3-0009 Veicoli di soccorso;
- PD2-C1-TS3-0011 e PD2-C1-TS3-0012 Impianti e dispositivi di sicurezza;
- PD2-C1-TS3-0015 e PD2-C1-TS3-0016 Rete antincendio, rete di aspersione e raccolta liquidi pericolosi.
- PD2-C1-TS3-0026 Interventi di soccorso nelle aree di sicurezza;

3. Caratteristiche geometriche e funzionali

3.1 Tracciato

Il tracciato planimetrico si compone come segue:

- Da Prog. 0+0.00 a 0+300.00: rettilifo
- Da Prog. 0+300.00 a 1+117.08: curva (raggio 1500 m)
- Da Prog. 1+117.08 a 3+072.75: rettilifo
- Da Prog. 3+072.75 a 3+668.26: curva (raggio 1000 m)
- Da Prog. 3+668.26 a 7+181.18: rettilifo

Il tracciato altimetrico presenta le seguenti 4 livellette, opportunamente raccordate:

- Da Prog. 0+0.00 a 1+500.00: pendenza in salita 0.35 %
- Da Prog. 1+500.00 a 4+090.98: pendenza in discesa -3.32 %
- Da Prog. 4+090.98 a 6+979.66: pendenza in salita 1.11 %
- Da Prog. 6+979.66 a 7+181.18: pendenza in discesa -4.00 %

3.2 Sagome e sistemazione interna

3.2.1 Sezione corrente

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 al sito 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 i gabarit è illustrata in **Figura 1** (rappresentata secondo la carpenteria predominante, corrispondente alla tratta scavata con TBM).

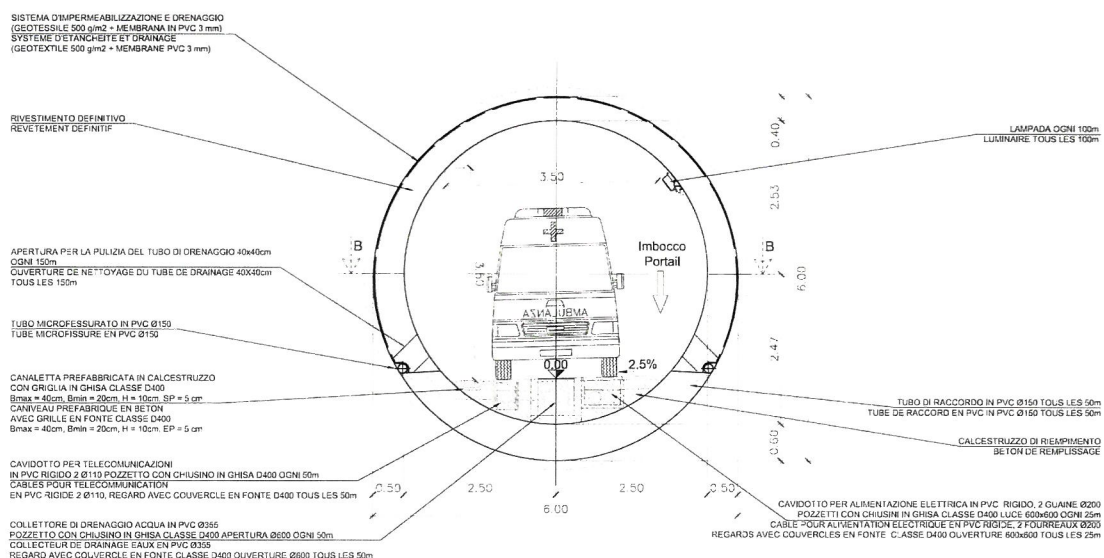


Figura 1 – Sezione corrente

3.2.2 Nicchie

Come anticipato nel capitolo introduttivo, sono previste 22 nicchie di incrocio dei veicoli e 1 nicchia di incrocio e inversione.

La sagoma libera per l'incrocio dei mezzi è di 6.6 x 3.5 m (b x h).

Nella nicchia di inversione, il gabarit nella zona di manovra è di 3.5 x 3.5 m (b x h).

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 e a 140 m per la curva con raggio 1000 m) in modo da garantire la visibilità tra due nicchie consecutive. Per la stessa ragione è stata piazzata una nicchia in corrispondenza del punto basso del profilo.

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), 52 m se equipaggiate di cabina elettrica, e 57 m per la nicchia N7 (Pk 1+851.5 – 1+908.5), che ospita entrambi i tipi di cabina.

La **Tabella 1** riporta l'ubicazione delle nicchie lungo il tracciato, la loro funzione e le loro lunghezze.

NICCHIA	FUNZIONE	PK. INIZIO	PK. FINE	LUNGHEZZA (m)
N1	Incrocio	0+385	0+415	30
N2	Incrocio + cabina el.	0+544	0+596	52
N3	Incrocio	0+725	0+755	30
N4	Incrocio + TCL	0+892.5	0+927.5	35
N5	Incrocio	1+065	1+095	30
N6	Incrocio	1+465	1+495	30
N7	Incrocio + cabina el. + TCL	1+851.5	1+908.5	57
N8	Incrocio	2+265	2+295	30
N9	Incrocio + TCL	2+662.5	2+697.5	35
N10	Incrocio	3+065	3+095	30
N11	Incrocio e inversione	3+205	3+235	30
N12	Incrocio + cabina el.	3+334	3+386	52
N13	Incrocio	3+485	3+515	30
N14	Incrocio + TCL	3+622.5	3+657.5	35
N15	Incrocio	4+025	4+055	30
N16	Incrocio	4+140	4+170	30
N17	Incrocio + TCL	4+537.5	4+572.5	35
N18	Incrocio + cabina el.	4+929	4+981	52
N19	Incrocio + TCL	5+337.5	5+372.5	35
N20	Incrocio	5+740	5+770	30
N21	Incrocio + TCL	6+137.5	6+172.5	35
N22	Incrocio + cabina	6+529	6+581	52
N23	Incrocio	6+940	6+970	30

Tabella 1 – Tabella riassuntiva delle nicchie

3.2.3 Sistema di drenaggio e pozzo

Il sistema di drenaggio delle acque di carreggiata è separato da quello delle acque di falda a mezzo di un'apposita canaletta.

Il collettore centrale delle acque di falda, costituito da un tubo in PVC di diametro 355 mm, è dotato di pozzetti di ispezione disposti ogni 50 m, con chiusini in ghisa classe D400 e apertura $\phi 600$.

L'ispezione e la pulizia dei tubi di drenaggio posti al di sopra delle murette avviene invece tramite aperture nel rivestimento definitivo di dimensioni 40 x 40 cm poste ogni 150 m.

Il drenaggio delle acque di carreggiata è realizzato a mezzo di una canaletta prefabbricata in calcestruzzo ubicata al ciglio della piattaforma stradale, chiusa da una griglia carrabile.

Le acque di falda drenate dalla galleria saranno sversate nel collettore di drenaggio del Tunnel di Base (binario dispari) mediante un pozzo realizzato in corrispondenza del punto basso del profilo longitudinale e collegato al by-pass sottostante. Tale pozzo, durante la fase di cantiere, sarà dotato di pompe e utilizzato per l'aggettamento delle acque drenate dal cunicolo (si veda il Progetto Definitivo (CMC - 2011). In seguito l'opera sarà resa permanente attraverso la realizzazione del rivestimento definitivo.

In pratica le acque saranno convogliate in un tubo, il quale discenderà attraverso il pozzo fino alla quota del by-pass e da quest'ultimo sarà raccordato al collettore delle acque di falda del Tunnel di Base.

Il pozzo sarà utilizzato anche per il drenaggio delle acque di carreggiata. Queste non saranno tuttavia sversate nel Tunnel di Base, bensì accumulate all'interno di un serbatoio realizzato sfruttando la parte inferiore del pozzo situata al di sotto della quota del by-pass. La profondità totale del pozzo sarà di circa 22 m rispetto alla quota di progetto della Galleria della Maddalena.

Per maggiori dettagli circa il pozzo di drenaggio si vedano i relativi elaborati grafici.

3.2.4 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.

3.2.5 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.

3.2.6 Illuminazione

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

3.3 Ventilazione

In fase di esercizio, la zona di estrazione fumi avrà una superficie utile (sulla sezione predominante, corrispondente alla tratta scavata con TBM) di 17.8 m².

Le specifiche riguardanti la ventilazione in fase di cantiere sono descritte nella relazione PD2-C3A-TS3-0886 (capitolo 33-02-02).

4. Requisiti di durabilità, resistenza al fuoco 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 ridotti.

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 della Galleria della Maddalena è definita pari a 100 anni. Per una classe d'uso della struttura IV, la vita di riferimento è di 200 anni.

Il concetto di durabilità concerne in modo particolare il rivestimento definitivo della galleria in calcestruzzo armato: in particolare occorre proteggere le armature dalla corrosione ed il calcestruzzo dagli attacchi. Per questa ragione è prevista un'impermeabilizzazione (si veda il paragrafo 5.2) 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 c.a. 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 Resistenza al fuoco

Come indicato nella consegna 37 (principi del quadro regolamentare della sicurezza; documento PD2-C30-TS3-0002), le strutture in galleria devono rispettare le seguenti esigenze:

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

- della STI sicurezza, ovvero assicurare una resistenza al fuoco secondo la curva EUREKA (salita in potenza in 5 minuti, livello di 1200°C per 55 minuti, quindi caduta della temperatura in 110 minuti).

Trattandosi di galleria adibita al transito di veicoli leggeri, i carichi di incendio secondo le curve ISO834, HC ed Eureka non sono da ritenersi dimensionanti.

4.3 Protezione contro le correnti vaganti

Per quanto riguarda la protezione contro le correnti vaganti si veda il documento “**PD2-C3A-TS3-1629 Progetto dei tunnel – Predisposizioni civili per la messa a terra elettrica ai fini della protezione contro i contatti indiretti e le correnti vaganti**”.

5. Rivestimenti e impermeabilizzazione

5.1 Rivestimenti definitivi

I rivestimenti definitivi delle sezioni correnti saranno realizzati di norma in calcestruzzo non armato. Tuttavia, per le platee e gli archi rovesci lungo le tratte scavate in tradizionale è stata prevista un'incidenza di armatura di 50 kg/m³. Inoltre, per la tratta scavata con TBM, la calotta dovrà essere armata in corrispondenza delle faglie, ovvero laddove è adottata la sezione tipo di sostegno F5 (si veda il Progetto Definitivo CMC – 2011 del cunicolo esplorativo).

Per quanto riguarda le nicchie di incrocio, sono previste due sezioni tipo, rispettivamente con e senza arco rovescio. Per la prima è stato adottato un rivestimento in calcestruzzo non armato, per la seconda è prevista un'armatura di 50 kg/m³.

Il rivestimento della nicchia di inversione sarà realizzato in calcestruzzo armato (50 kg/m³) e sarà dotato di arco rovescio.

Per il pozzo di drenaggio è stato adottato un rivestimento definitivo in calcestruzzo armato di spessore 40 cm. L'incidenza di armatura è prevista pari a 90 kg/m³.

La **Tabella 2** e la **Tabella 3** (relative rispettivamente alle sezioni correnti e alle nicchie) riassumono gli spessori di calotta e arco rovescio/platea, e le relative incidenze di armatura (ove prevista).

SEZ. TIPO	Spessore calotta (cm)	Incid. armatura calotta (kg/m ³)	Spessore A.R. (cm)	Incid. armatura A.R. (kg/m ³)
Scavo TBM	40 (in chiave)	-	60 (in chiave)	-
Scavo tradizionale Sez.T3-T4-T4a	85	-	105	50
Scavo tradizionale Sez.T5	50-110	-	60 (in chiave)	50

Tabella 2 – Rivestimenti definitivi delle sezioni correnti

Note Technique Galerie de La Maddalena / Relazione descrittiva galleria di La Maddalena

SEZ. TIPO	Spessore calotta (cm)	Incid. armatura calotta (kg/m ³)	Spessore A.R. (cm)	Incid. armatura A.R. (kg/m ³)
Incrocio – Sez.S1	50	-	-	-
Incrocio – Sez.S2	50	50	60	50
Inversione	50	50	60	50

Tabella 3 – Rivestimenti definitivi delle nicchie

Dettagli relativi al tipo di calcestruzzo e di acciaio impiegati sono riportati nelle tabelle materiali degli elaborati grafici relativi alle carpenterie.

5.2 Sistema di impermeabilizzazione

I rivestimenti definitivi sono impermeabilizzati in calotta e piedritto a mezzo di un sistema così composto:

- Strato di geotessile con densità $\geq 500 \text{ g/mm}^2$ fissato alla superficie del calcestruzzo proiettato, che garantisce il drenaggio delle acque di falda;
- Membrana di impermeabilizzazione in PVC di spessore $\geq 3 \text{ mm}$, fissata al geotessile con metodi speciali senza penetrazione.

Le acque di falda sono evacuate attraverso 2 tubi di drenaggio microfessurati ($\phi 150 \text{ mm}$) posti al di sopra delle murette, raccordati ogni 50 m con il tubo collettore centrale $\phi 355 \text{ mm}$ a mezzo di tubi trasversali $\phi 150 \text{ mm}$.

Il sistema di impermeabilizzazione è messo in opera prima del getto del rivestimento definitivo.

Per maggiori dettagli sul sistema di impermeabilizzazione si vedano le tabelle materiali riportate negli elaborati grafici relativi alle carpenterie.

6. Sostegni di prima fase delle nicchie

Le nicchie sono realizzate tramite demolizione dei sostegni di prima fase della sezione corrente e successivo allargo della sagoma di scavo.

Per le nicchie di incrocio, sono previste 2 sezioni tipo di scavo e sostegno (1 sezione bullonata e 1 sezione centinata). Per la nicchia di inversione, è previsto un sostegno costituito da centine e calcestruzzo proiettato.

La **Tabella 4** riporta gli interventi di sostegno adottati per le nicchie:

SEZ. TIPO	Bulloni radiali	Cls proiettato calotta	Cls proiettato fronte	Dosaggio fibre d'acciaio	Centine
Nicchia incrocio Sez. tipo S1	Swellex Mn 24 (o equiv.), L= 4.0m, passo trasv. 1.5 m passo long. 1.5 m	15cm fibrorinf.+ 5cm senza fibre	10cm fibrorinf. (se necessario)	35kg/m ³	-
Nicchia incrocio Sez. tipo S2	-	20cm fibrorinf.+ 5cm senza fibre	10cm fibrorinf (se neces.)	35kg/m ³	HEB 180 passo 1.00m
Nicchia inversione	-	20cm fibrorinf.+ 5cm senza fibre	10cm fibrorinf (se neces.)	35kg/m ³	HEB 180 passo 1.00m

Tabella 4 – Sostegni di prima fase delle nicchie

Maggiori dettagli circa i sostegni e le fasi esecutive sono forniti negli elaborati grafici e nelle relative “tabelle materiali”.

7. Conclusioni

La presente relazione ha lo scopo di descrivere la galleria di La Maddalena, relativamente alla fase di Progetto Definitivo denominata PD2.

In particolare sono descritti rivestimenti definitivi, il sistema di impermeabilizzazione e drenaggio e la sistemazione interna della galleria. Sono inoltre illustrate le caratteristiche delle nicchie (ubicazione, sagome, sostegni e rivestimenti) e del pozzo di drenaggio.