



**NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE**  
**PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE**  
**CUP C11J05000030001**  
**Lotto Costruttivo 1 – Opera anticipatoria propedeutica**

**Chantier Opérationnel 04 – Cantiere Operativo 04**  
**CIG Ze11ed230d**

**Travaux de réalisation des niches de retournement et d'aménagement intérieur de la galerie de La Maddalena, transport et mise en dépôt des matériaux excavés**  
**Lavori di realizzazione delle nicchie di interscambio e di sistemazione interna della galleria La Maddalena, trasporto e messa a deposito del materiale di scavo**

**Etudes d'exécution – Progetto Esecutivo**  
**Génie civil – Opere civili**

**Rapport de comparaison entre Projet définitif et Etudes d'exécution – Relazione di rispondenza Progetto Definitivo e Progetto Esecutivo**  
**Art. 20 Allegato XXI D.Lgs. N. 163/2006**

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	24.04.2020	Première diffusion/Prima emissione	G. LODIGIANI	M. GATTI	G. CASSANI
A	08.05.2020	Révision suite aux commentaires / Revisione a seguito commenti	G. LODIGIANI	M. GATTI	G. CASSANI
B	29.05.2020	Elaboré approuvé avec transposition Commentaires TELT/ Elaborato approvato con recepimento commenti TELT	G. LODIGIANI	M. GATTI	G. CASSANI
C	29.05.2020	Elaboré approuvé avec transposition Commentaires TELT/ Elaborato approvato con recepimento commenti TELT	G. LODIGIANI	M. GATTI	G. CASSANI

0	4	A	1	7	3	5	7	0	0	0	0	-	-	0	Z	
Cantiere Operativo Chantier Opérationnel			Contratto Contrat				Opera Ouvrage			Tratta Tronçon	Parte Partie					

E	R	E	G	N	0	1	0	3	C
Fase Phase	Tipo documento Type de document	Oggetto Objet	Numero documento Numéro de document			Indice			

-
Scala / Echelle

A	P
Stato / Statut	

Indirizzo / Adresse GED			

**Il progettista / Le designer**

**L'appaltatore / L'entrepreneur**

**Il Direttore dei Lavori / Le Maître d'Oeuvre**



## SOMMAIRE / INDICE

1	INTRODUZIONE.....	4
1.1	Quadro autorizzativo, approvativo e prescrittivo di riferimento.....	4
1.1.1	Quadro autorizzativo per la costruzione in Lotti costruttivi .....	4
1.1.2	Quadro approvativo e prescrittivo di riferimento.....	5
1.2	Attività nelle quali si inserisce la progettazione.....	6
1.3	Inquadramento delle opere nell'ambito della programmazione dei lavori del Cantiere de La Maddalena.....	7
1.4	Iter di progettazione .....	7
2	ITER PROGETTUALE ANTECEDENTE IL PROGETTO ESECUTIVO .....	8
2.1	Progetto Definitivo (PD2) .....	8
2.2	Progetto di Variante (PRV).....	10
2.3	Progetto Esecutivo.....	13
2.4	Confronto PRV - PE .....	13
3	STRUTTURA WBS E OPERE MINORI .....	14
4	ASPETTI PROGETTUALI .....	16
4.1	Realizzazione delle nicchie .....	16
4.1.1	Sezioni tipo di scavo delle nicchie .....	19
4.1.2	Dimensioni sezione.....	21
4.2	Risoluzione dell'interferenza con gli impianti presenti in galleria .....	23
4.3	Realizzazione di un piano stradale provvisorio .....	25
4.4	Completamento del rivestimento provvisorio del cunicolo.....	26
4.5	Rivestimenti definitivi .....	26
4.6	Organizzazione lavori.....	26
4.7	Monitoraggio .....	31
5	ASPETTI AMBIENTALI.....	34
5.1	Piano di gestione ambientale .....	34
5.2	Piano di utilizzo delle terre .....	35
5.3	Piano di gestione rifiuti.....	36
5.4	Piano di gestione in caso di materiali contenenti amianto .....	36
5.5	Materiale radioattivo.....	36
5.6	Paesaggistica.....	37

## RESUME / RIASSUNTO

Ce rapport est établi dans le cadre du projet exécutif des travaux prévus pour la construction des niches d'échange à l'intérieur du tunnel exploratoire de La Maddalena et pour l'installation du revêtement de la première phase à l'intérieur du tunnel lui-même, pour toute la section excavée au TBM.

En particulier, l'objectif du document est l'évaluation des différences entre les solutions identifiées dans le projet définitif (PRV) et les propositions de projet formulées dans le projet exécutif, tant du point de vue des travaux de génie civil que du point de vue de la conception.

Après un encadrement du processus de conception préalable à la rédaction du projet exécutif, les éléments particuliers du projet sont analysés en détail, en mettant en évidence les éléments de nouveauté par rapport aux phases de conception précédentes.

La presente Relazione viene redatta nell'ambito del Progetto Esecutivo dei lavori previsti per la realizzazione delle nicchie di interscambio da eseguirsi all'interno del cunicolo esplorativo La Maddalena e per la posa in opera del rivestimento di prima fase all'interno della galleria stessa, per tutto il tratto scavato con TBM.

In particolare l'obiettivo del documento è la valutazione delle differenze tra le soluzioni individuate nel Progetto Definitivo (PRV) e le proposte progettuali formulate in sede di Progetto Esecutivo, sia dal punto di vista delle opere civili che sotto l'aspetto progettuale.

Dopo un inquadramento dell'iter progettuale antecedente la redazione del Progetto Esecutivo vengono analizzati nel dettaglio gli elementi peculiari del progetto, evidenziandone gli elementi di novità rispetto alle precedenti fasi progettuali.

## 1 INTRODUZIONE

La presente Relazione di rispondenza fra Progetto Definitivo e Progetto Esecutivo è relativa ai *“Lavori di realizzazione delle nicchie di interscambio e di sistemazione interna della galleria La Maddalena, trasporto e messa a deposito del materiale di scavo della Nuova Linea ferroviaria Torino Lione”*, redatta ai sensi dell’art. 20, comma 1, dell’Allegato XXI del D.Lgs. n° 163/2006, fornendo gli elementi specifici utili per argomentare l’attestazione di cui al comma 4 del sopra richiamato art. 20 (*...attestazione della rispondenza [del Progetto Esecutivo] al Progetto Definitivo*), nonché le motivazione che hanno portato all’introduzioni di eventuali modifiche rispetto al Progetto Esecutivo.

Allo scopo di inserire l’opera oggetto del presente documento nell’ambito dell’iter procedurale seguito dal Progetto Definitivo della parte italiana della sezione transfrontaliera della Nuova Linea ferroviaria Torino-Lione, di seguito si riportano:

- I riferimenti autorizzativi per la costruzione in lotti costruttivi e il quadro approvativo/prescrittivo relativo al Progetto Definitivo,
- le attività nell’ambito delle quali si inserisce la progettazione esecutiva dei lavori delle Nicchie di interscambio della galleria La Maddalena,
- l’inquadramento delle opere nel contesto dei lavori del Cantiere de La Maddalena,
- Il quadro autorizzativo, approvativo e prescrittivo di riferimento.

### 1.1 Quadro autorizzativo, approvativo e prescrittivo di riferimento

#### 1.1.1 Quadro autorizzativo per la costruzione in Lotti costruttivi

In data 7 agosto 2017 il CIPE, con Delibera n° 67 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 19 del 24 gennaio 2018, ha autorizzato la realizzazione dei lavori della Nuova linea ferroviaria Torino-Lione, sezione internazionale - parte comune italo-francese, sezione transfrontaliera per Lotti costruttivi e l’avvio del 1° e 2° Lotto costruttivo.

La suddivisione in Lotti costruttivi risulta essere la seguente:

Lotto costruttivo	Opere
1°	Tunnel di base 1^ Fase A
2°	Opere all'aperto Francia
3°	Tunnel di base (Completamento)
4°	Opere all'aperto Italia
5°	Attrezzaggio tecnologico

Nel rimandare alla suddetta Delibera n° 67/2017 la descrizione dettagliata dell’articolazione dei Lotti costruttivi e delle opere che li compongono, si evidenzia che i lavori afferenti il Progetto Esecutivo per la realizzazione delle Nicchie di interscambio e di sistemazione interna della galleria La Maddalena sono stati inseriti nel Lotto costruttivo n° 1. Qui di

seguito si riporta lo stralcio della Delibera che richiama questo inserimento (v. Allegato 1 alla Delibera n° 67/2017, pagg. 82 e 83 della G.U.):

*Primo Lotto costruttivo (Lotto 1) Tunnel di base.*

*Il primo Lotto costruttivo (Lotto 1), non funzionale, della fase di realizzazione delle opere principali prevede l'attuazione degli interventi di seguito dettagliati relativi all'esecuzione delle opere civili del tunnel di base in Francia ed in Italia...*

.....(omissis).....

*Versante italiano*

.....(omissis).....

***esecuzione delle nicchie d'interscambio per la discenderia Maddalena 1, rinviando il rivestimento definitivo e le finiture alla fase esecutiva dell'attrezzaggio tecnologico.***

.....(omissis).....

### **1.1.2 Quadro approvativo e prescrittivo di riferimento**

La Progettazione delle opere della parte italiana della sezione transfrontaliera della Nuova linea ferroviaria Torino-Lione è stato oggetto di cinque delibere di approvazione del CIPE (ivi compresa la Delibera n. 86/2010 di approvazione del cunicolo esplorativo de La Maddalena quale opera anticipatoria a carattere geognostico) a fronte delle quali lo sviluppo del Progetto Esecutivo deve ottemperare al quadro prescrittivo contenuto nelle stesse delibere.

Nel dettaglio le delibere sono le seguenti:

- Delibera n. 57 del 22 novembre 2011, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale del 3 agosto 2011 con la quale il CIPE ha approvato il Progetto Preliminare della parte italiana della sezione transfrontaliera,
- Delibera n° 19 del 20 febbraio 2015, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 181 del 6 agosto 2015, con la quale il CIPE ha approvato il Progetto Definitivo della parte italiana della sezione transfrontaliera,
- Delibera n° 30 del 21 marzo 2018, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 185 del 10 agosto 2018, con la quale il CIPE ha approvato il Progetto Definitivo della variante cantierizzazione in ottemperanza alla prescrizione n° 235 della Delibera CIPE n° 19/2015 nell'ambito del 1° Lotto Costruttivo,
- Delibera n° 39 del 26 aprile 2018, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 185 del 10 agosto 2018, con la quale il CIPE ha approvato la parziale modifica degli allegati alla delibera CIPE n° 30/2018 e, in particolare, di alcune prescrizioni richieste dal Ministero Beni ed Attività Culturali e del Turismo.”



### **1.3 Inquadramento delle opere nell'ambito della programmazione dei lavori del Cantiere de La Maddalena**

L'attuale cantiere de La Maddalena sarà oggetto di futuro ampliamento e integrazione per poter realizzare il complesso delle attività afferenti ai Cantieri Operativi 3 e 4 già richiamate (opere di scavo, estrazione dello smarino e realizzazione del rivestimento sia dell'area di sicurezza in sotterraneo "Clarea", sia della tratta italiana del tunnel di base del Moncenisio, compresa tra l'area di sicurezza e l'imbocco Est di Susa). La prima macro fase del Cantiere Operativo 4 comprende la realizzazione, a partire dall'estate del 2020 e pressoché in contemporanea di due opere anticipatorie dei lavori del Tunnel di base.

In particolare:

- lo Svincolo di Chiomonte in fase dei cantieri, il cui Progetto Esecutivo è stato depositato in verifica di attuazione ed ai sensi dell'art. 169 D.lgs 163/2006 in data 27 luglio 2018 n. prot. 1449/TELT\_EO/1100/TEC/18,
- le Nicchie di interscambio all'interno del Cunicolo esplorativo del La Maddalena.

Per quanto attiene ai lavori delle Nicchie di interscambio si precisa che essi non necessitano di alcun ampliamento delle aree di cantiere in quanto tali aree sono già in possesso della Società Telt, insistendo sul perimetro dell'attuale cunicolo esplorativo de La Maddalena in essere. Allo scopo si rimanda al documento di Progetto Esecutivo 04A\_1735700\_OO--\_0\_Z\_E\_PL\_GN\_109: Piano particellare di esproprio e di occupazione temporanee.

### **1.4 Iter di progettazione**

Allo scopo di meglio individuare la presente fase di Progettazione esecutiva nell'ambito dello sviluppo della progettazione dell'opera e di identificare il corretto quadro di raffronto fra Progetto Definito approvato e Progetto Esecutivo, nel Cap. 2 si riporta l'iter di progettazione antecedente allo sviluppo del Progetto Esecutivo.

Per una maggiore comprensione della rispondenza fra Progetto Definitivo approvato e Progetto Esecutivo, una tabella riassume sinteticamente le modifiche introdotte.

## 2 ITER PROGETTUALE ANTECEDENTE IL PROGETTO ESECUTIVO

Il Progetto Esecutivo, di cui il presente documento è parte, rappresenta l'elemento conclusivo di un iter progettuale che ha avuto inizio nel 2012-13 con la redazione del Progetto Definitivo PD2, successivamente definito, nel 2016-17, con la redazione del Progetto di Variante PRV. La parte di progetto relativa alle nicchie (estratta dal PRV approvato in quanto opera anticipatoria come da comunicazione formale agli enti da parte di TELT del 4 Luglio 2018 n prot. 168/TELT\_PECO/83/TEC/18) è stata poi ulteriormente aggiornata nel 2018, al fine di adeguarla alle effettive condizioni di as-built del cunicolo.

Nel seguito si riporta una breve descrizione dei principali elementi caratterizzanti le diverse fasi progettuali.

### 2.1 Progetto Definitivo (PD2)

Il Progetto Definitivo PD2 prevedeva che l'accesso al sito di sicurezza Val Clarea (situato nei pressi del confine tra l'Italia e la Francia) venisse realizzato attraverso la discenderia della galleria La Maddalena.

La galleria La Maddalena era quindi concepita, in fase di cantiere, come cunicolo esplorativo per la successiva realizzazione del Tunnel di Base e come discenderia per l'attacco della galleria di ventilazione del sito di sicurezza di Val Clarea. In fase di esercizio la discenderia sarebbe stata quindi utilizzata come discenderia di accesso al sito di sicurezza stesso.

Successivamente al completamento dello scavo del cunicolo si prevedeva lo scavo delle nicchie ed il getto dei rivestimenti definitivi, in modo tale da adibire la galleria al transito di veicoli bimodali per l'accesso al Tunnel di Base, oltre a garantire spazi per la manutenzione o il soccorso.

Era prevista la realizzazione di 23 nicchie di incrocio per i veicoli, delle quali 4 equipaggiate di cabina elettrica, 6 di cabina per telecomunicazioni, una di entrambe, e una prevista sia per l'incrocio che per l'inversione dei veicoli.

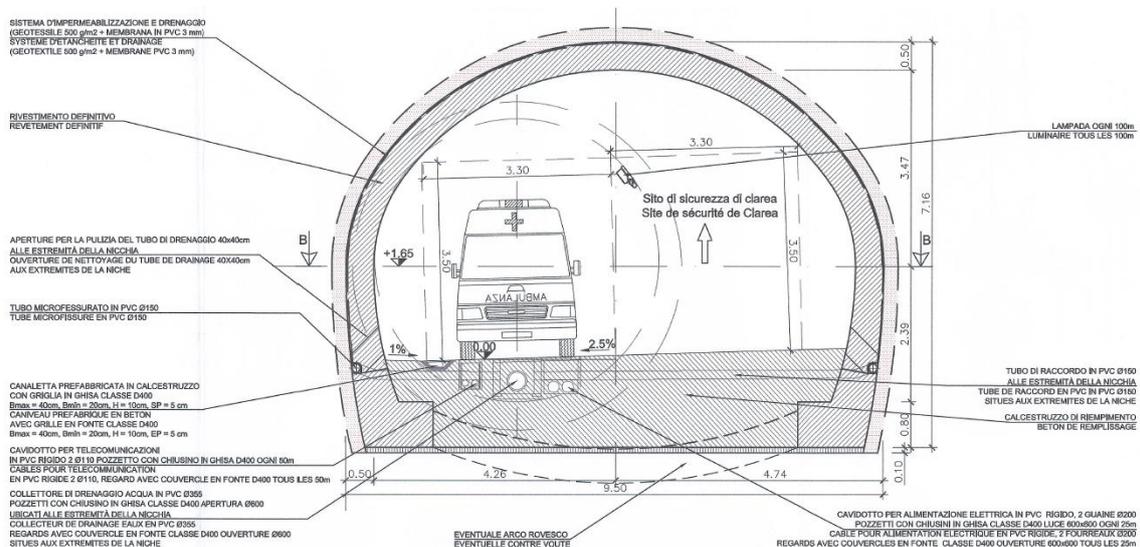
NICCHIA	FUNZIONE	Pk. INIZIO	PK. FINE	LUNGHEZZA (m)
N1	Incrocio	0+385	0+415	30
N2	Incrocio + cabina el.	0+544	0+596	52
N3	Incrocio	0+725	0+755	30
N4	Incrocio + TLC	0+892.5	0+927.5	35
N5	Incrocio	1+065	1+095	30
N6	Incrocio	1+465	1+495	30
N7	Incrocio + cabina el. + TCL	1+851.5	1+908.5	57
N8	Incrocio	2+265	2+295	30
N9	Incrocio + TCL	2+662.5	2+697.5	35
N10	Incrocio	3+085	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 previste dal PD2**

Il progetto prevedeva il mantenimento di una sagoma libera per l'incrocio dei mezzi pari a 6.6x3.5 m, con una zona di manovra per la nicchia di inversione di 3.5x3.5 m.

Le nicchie, posizionate sul lato destro del cunicolo esplorativo, avevano un'interdistanza pari a 400 m nei tratti rettilinei, 170 m nel primo tratto di curva verso destra a raggio 1500 m e 140 m nel secondo tratto di curva verso sinistra a raggio 1000 m, in modo da garantire sempre la visibilità tra due nicchie consecutive.

Il progetto prevedeva infine la realizzazione del sistema di impermeabilizzazione e drenaggio e del rivestimento definitivo lungo tutta la galleria già realizzata e in corrispondenza delle nicchie da realizzare, compresa la sistemazione finale della galleria (piano viabile, cavidotti, illuminazione ecc.), come illustrato nella seguente Figura 2.



**Figura 2 – Sistemazione finale nicchie PD2**

## 2.2 Progetto di Variante (PRV)

Il Progetto di Variante ha previsto lo spostamento del sito di sicurezza di Val Clarea di circa 4.5 km verso l'imbocco di Susa del Tunnel di Base. Conseguentemente solo la prima parte del cunicolo La Maddalena (fino alla pk 2+200 circa) rimane adibita a via d'accesso al sito di sicurezza, mentre il tratto rimanente viene destinato al futuro eventuale stoccaggio delle rocce verdi, qualora amiantifere, che saranno scavate nel tratto del Tunnel di Base in corrispondenza dell'imbocco di Susa.

Il PRV prevede inoltre la realizzazione di una galleria di connessione, scavata in tradizionale, che parte dalla progressiva 2+200 ca. della galleria La Maddalena e la collega al futuro sito di sicurezza di Val Clarea, e di una galleria denominata Maddalena 1bis, che si sviluppa parallela all'attuale galleria della Maddalena tra le progressive 4+900 e 6+000 ca., anch'essa scavata in tradizionale e che sarà utilizzata esclusivamente per lo stoccaggio delle rocce verdi.

In fase di cantiere l'attuale galleria La Maddalena, fino alla progressiva 2+200 ca., sarà quindi utilizzata come via d'accesso per la realizzazione della galleria di connessione e dell'area di sicurezza di Val Clarea, mentre il tratto successivo, dalla progressiva 2+200 ca., sarà utilizzato come via d'accesso per la realizzazione della galleria Maddalena 1bis, e per la messa in deposito definitiva delle rocce verdi.

In fase di esercizio verrà quindi solamente utilizzato il tratto di galleria La Maddalena fino alla progressiva 2+200 ca. per l'accesso dei mezzi di soccorso o di servizio all'area di sicurezza di Val Clarea.

Si prevede quindi la realizzazione di 8 nicchie di incrocio dei mezzi nella tratta di accesso ai mezzi di soccorso, fino alla progressiva 2+200 ca. Di queste 2 sono equipaggiate di cabina elettrica, 2 di cabina per le telecomunicazioni e l'ultima nicchia in corrispondenza dell'innesto con la galleria di connessione, è prevista con una sezione allargata e la possibilità di inversione dei veicoli e equipaggiata con cabina per le telecomunicazioni.

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*

**Tabella 2 – Tabella riassuntiva delle nicchie previste dal PRV nel tratto del tunnel utilizzato in fase di esercizio come via di accesso al sito di sicurezza**

Nel tratto successivo è prevista la realizzazione di ulteriori 15 nicchie che serviranno in fase di lavoro per garantire l'incrocio dei mezzi d'opera e verranno progressivamente riempite con il procedere delle operazioni di stoccaggio delle rocce verdi.

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 previste dal PRV nel tratto del tunnel utilizzato per lo stoccaggio delle rocce verdi**

Anche il PRV prevede la realizzazione di un sistema di impermeabilizzazione e drenaggio e del rivestimento definitivo, compresa la sistemazione finale della galleria, ma solo fino alla pk 2+200 ca.. Nel tratto successivo di stoccaggio delle rocce verdi è previsto invece solamente il completamento del rivestimento provvisorio e la realizzazione dell'impermeabilizzazione con uno strato di membrana impermeabilizzante a spruzzo sull'intero profilo di scavo. In quest'ultimo tratto non sono inoltre previsti impianti in quanto la galleria sarà completamente ritombata.

Per quanto riguarda le nicchie, l'interdistanza è stata leggermente variata in modo da non ubicarle nelle zone di faglia (GSI<50), e per non interferire con la galleria Maddalena 1bis (scavata sul lato sinistro della galleria La Maddalena).

Per passare alla fase esecutiva si è reso necessario adeguare il progetto delle nicchie del PRV alla reale situazione di AS BUILT del cunicolo della Maddalena pertanto nel 2018, propedeuticamente alla messa in gara dei lavori di realizzazione delle nicchie di interscambio e di realizzazione del rivestimento di prima fase all'interno della galleria La Maddalena, i contenuti del PRV sono stati ripresi e adattati alle effettive condizioni del cunicolo.

Con riferimento alle lavorazioni di realizzazione delle nicchie di interscambio il progetto prevede l'esecuzione di tutte le nicchie NS, dalla 1 alla 8, previste dal PRV, che sono identiche come posizione e dimensioni per entrambe le missioni, ad eccezione del ramo della nicchia NS8 verso la galleria di collegamento.

Non viene invece realizzata la nicchia NLS15 che era prevista nel PRV tra le progressive 7+182.5 e 7+217.5, in quanto collocata oltre la progressiva finale della galleria realizzata (7+020) (vedi parere CTVA n. 2471 del 21/07/2017).

Missione 2 (PRV)					
Nicchia	Funzione	Pk. Inizio	Pk. Fine	Lunghezza [m]	Lunghezza ramo [m]
NS1	Incrocio	0+385.0	0+415.0	30	-
NS2	Incrocio + cab. el.	0+544.0	0+596.0	52	-
NS3	Incrocio + TLC	0+725.0	0+755.0	30	-
NS4	Incrocio	0+892.5	0+927.5	35	-
NS5	Incrocio	1+065.0	1+095.0	30	-
NS6	Incrocio + TLC	1+462.5	1+497.5	35	-
NS7	Incrocio + cab. el.	1+854.0	1+906.0	52	-
NS8	Incrocio e inversione + TLC	2+180.0	2+245.0	65	-
NLS1	incrocio - stoccaggio	2+662.5	2+697.5	35	-
NLS2	incrocio - stoccaggio	3+062.5	3+097.5	35	-
NLS3	incrocio - stoccaggio	3+202.5	3+237.5	35	15
NLS4	incrocio - stoccaggio	3+342.5	3+377.5	35	-
NLS5	incrocio - stoccaggio	3+482.5	3+517.5	35	-
NLS6	incrocio - stoccaggio	3+622.5	3+657.5	35	-
NLS7	incrocio - stoccaggio	4+022.5	4+057.5	35	-
NLS8	incrocio - stoccaggio	4+382.5	4+417.5	35	-
NLS9	incrocio - stoccaggio	4+782.5	4+817.5	35	15
NLS10	incrocio - stoccaggio	5+182.5	5+217.5	35	-
NLS11	incrocio - stoccaggio	5+582.5	5+617.5	35	-
NLS12	incrocio - stoccaggio	6+022.5	6+057.5	35	-
NLS13	incrocio - stoccaggio	6+382.5	6+417.5	35	-
NLS14	incrocio - stoccaggio	6+782.5	6+817.5	35	-

**Tabella 3 – Nicchie da realizzare a seguito dell'aggiornamento progettuale**

Viene inoltre apportata una leggera variazione alle dimensioni delle nicchie stesse, con un innalzamento della quota di fondo scavo da -1,65m a -0,54m rispetto alla quota di progetto.

Considerando inoltre la presenza di alcuni impianti lungo il cunicolo, collocati sul paramento destro della galleria, il progetto prevede una serie di lavorazioni per la risoluzione delle interferenze con essi non previste in fase di PRV. In dettaglio:

- Dalla pk 0+198 fino alla pk 4+130 ca. (ovvero fino alla nicchia NE2) in cui sono presenti le tubazioni per l'evacuazione delle acque, i cavi di media tensione e la tubazione antincendio si prevede lo spostamento degli impianti in corrispondenza dell'arco rovescio della galleria già realizzata e il loro ricoprimento con il materiale di riempimento del piano stradale e dalla platea provvisoria in calcestruzzo.
- Dalla pk 4+130 ca. fino alla pk 7+020 (progressiva finale di scavo della galleria) non sono presenti installazioni in galleria. In questa tratta verrà installata solamente la tubazione antincendio in corrispondenza dell'arco rovescio in galleria.

Propedeuticamente all'esecuzione dei lavori il progetto prevede inoltre la realizzazione di un piano stradale provvisorio lungo tutto lo sviluppo del cunicolo per la movimentazione dei mezzi di lavoro. Anche questa lavorazione non era inizialmente prevista in fase di PRV, in quanto originariamente prevista da realizzarsi in fase costruzione del cunicolo esplorativo.

Rimangono invece sostanzialmente invariati il completamento del rivestimento provvisorio già presente con la realizzazione di uno strato di calcestruzzo proiettato di 15 cm con rete elettrosaldata e la realizzazione del sistema di impermeabilizzazione e drenaggio e del rivestimento definitivo (fasi opzionali).

## 2.3 Progetto Esecutivo

Successivamente allo svolgimento della gara (2019) Il Progetto Esecutivo viene sviluppato nel 2020 sulla base dei contenuti dell'Offerta Tecnica presentata in fase di gara e sviluppata sulla base delle indicazioni dell'ultimo adeguamento del PRV.

Come descritto più in dettaglio nei capitoli seguenti il P.E. prevede la realizzazione di 22 nicchie di interscambio da eseguirsi all'interno del cunicolo esplorativo La Maddalena e la posa in opera del rivestimento di prima fase all'interno della galleria stessa, per tutto il tratto scavato con TBM.

Le nicchie verranno realizzate secondo una specifica scansione dei lavori in tratte di lunghezza mediamente pari a circa 1500 m, prevedendo l'allargamento della sezione del cunicolo secondo differenti sezioni tipo di scavo, definite in funzione del contesto geomeccanico e di copertura di volta in volta incontrato. Sarà anche realizzato un piano stradale provvisorio lungo tutto lo sviluppo della galleria per consentire la movimentazione dei mezzi d'opera.

L'intervento sarà quindi completato mediante la posa in opera del rivestimento di prima fase del cunicolo, costituito da uno strato di spritz beton di 15 cm di spessore, fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata.

## 2.4 Confronto PRV - PE

I principali elementi di differenziazione introdotti in fase di Progetto Esecutivo sono sintetizzati nella seguente Tabella 4. Per una descrizione più dettagliata si rimanda comunque ai capitoli successivi.

PRV	PE
Realizzazione di 23 nicchie di interscambio	Realizzazione di 22 nicchie di interscambio (la nicchia NLS15, che era prevista tra le progressive 7+182.5 e 7+217.5, risulterebbe collocata oltre la progressiva finale della galleria realizzata (7+020)) ai sensi del parere CTVA n. 2471 del 21/07/2017.
	Modifica della posizione di alcune nicchie NLS (tratto stoccaggio rocce verdi) per garantire condizioni di scavo più favorevoli.
2 sezioni tipo di scavo delle nicchie (S1 ed S2).	5 sezioni tipo di scavo delle nicchie (S1-1, S1-2, S1-3, S2-1 ed S2-2) per garantire una maggiore flessibilità di intervento.
Quota di fondo scavo a -1.65m da quota progetto	Quota di fondo scavo a -0.54m da quota progetto per consentire l'alloggiamento degli impianti in arco rovescio.
	Spostamento degli impianti posizionati a paramento ed interferenti con le lavorazioni e creazione di una pista carrabile provvisoria

PRV	PE
Realizzazione del rivestimento definitivo del cunicolo.	L'esecuzione del rivestimento definitivo del cunicolo è stata stralciata dal presente Progetto Esecutivo per essere rimandata ad un appalto successivo
Predisposizione di specifiche sezioni di monitoraggio su 4 nicchie.	Predisposizione di specifiche sezioni di monitoraggio su tutte le 22 nicchie da realizzarsi.

Tabella 4 – Confronto PRV – PE

### 3 STRUTTURA WBS E OPERE MINORI

Secondo la struttura della WBS (Work Breakdown Structure) attribuita a tutto il progetto della Torino Lione la WBS di riferimento dei lavori in oggetto identifica principalmente, escluso le opere di cantierizzazione, al livello 7:

- la GN20 - MADDALENA I 20;
- una porzione della GN28 - CONNESSIONE MADDALENA I 28;

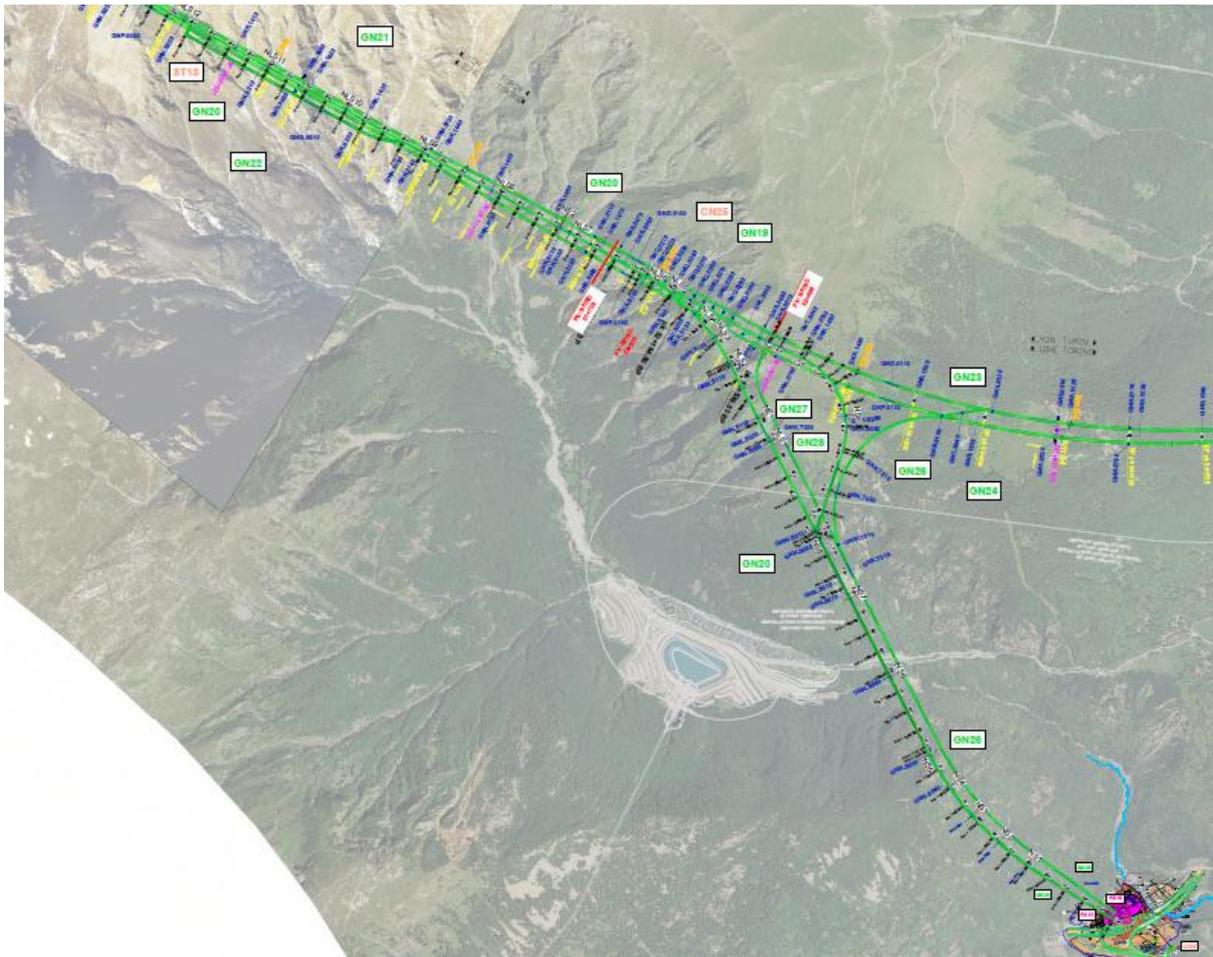


Figura 3 – Struttura WBS

In particolare all'interno della GN20 e GN28 la famiglia principale "GN (Galleria naturale)" presenta le seguenti opere minori:

<b>Identificativo Nicchia da progetto</b>	<b>Codice Opera Minore Nicchia WBS</b>	<b>Descrizione IT</b>
	<b>GNK.S010</b>	<b>DISCENDERIA MADDALENA I 01</b>
	<b>GNK.S020</b>	<b>DISCENDERIA MADDALENA I 02</b>
<b>NS1</b>	<b>GNN.S010</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 01 (NS1)</b>
<b>NS2</b>	<b>GNN.S020</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 02 (NS2)</b>
<b>NS3</b>	<b>GNN.S030</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 03 (NS3)</b>
<b>NS4</b>	<b>GNN.S040</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 04 (NS4)</b>
<b>NS5</b>	<b>GNN.S050</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 05 (NS5)</b>
<b>NS6</b>	<b>GNN.S060</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 06 (NS6)</b>
<b>NS7</b>	<b>GNN.S070</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 07 (NS7)</b>
<b>NS8</b>	<b>GNN.S080</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 08 (NS8)</b>
<b>NLS1</b>	<b>GNN.S090</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 09 (NLS1)</b>
<b>NE1</b>	<b>GNN.S100</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 10 (NE1)</b>
<b>NLS2</b>	<b>GNN.S110</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 11 (NLS2)</b>
<b>NLS3</b>	<b>GNN.S120</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 12 (NLS3)</b>
<b>NLS4</b>	<b>GNN.S130</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 13 (NLS4)</b>
<b>NLS5</b>	<b>GNN.S140</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 14 (NLS5)</b>
<b>NLS6</b>	<b>GNN.S150</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 15 (NLS6)</b>
<b>NLS7</b>	<b>GNN.S160</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 16 (NLS7)</b>
<b>NE2</b>	<b>GNN.S170</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 17 (NE2)</b>
<b>NLS8</b>	<b>GNN.S180</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 18 (NLS8)</b>
<b>NLS9</b>	<b>GNN.S190</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 19 (NLS9)</b>
<b>NLS10</b>	<b>GNN.S200</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 20 (NLS10)</b>
<b>NLS11</b>	<b>GNN.S210</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 21 (NLS11)</b>
<b>NLS12</b>	<b>GNN.S220</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 22 (NLS12)</b>
<b>NLS13</b>	<b>GNN.S230</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 23 (NLS13)</b>
<b>NLS14</b>	<b>GNN.S240</b>	<b>NICCHIA MADDALENA I 24 (NLS14)</b>

Tabella 5 – Opere minori

## 4 ASPETTI PROGETTUALI

Nei successivi paragrafi vengono descritti i principali elementi del progetto, evidenziando per ciascuno le differenze apportate rispetto alle precedenti soluzioni (se presenti). Per quanto riguarda gli aspetti di carattere ambientale si rimanda invece al successivo capitolo 5.

### 4.1 Realizzazione delle nicchie

Il Progetto Esecutivo prevede la realizzazione di 22 nicchie di interscambio, di cui 8 a carattere definitivo e 14 destinate invece allo stoccaggio irreversibile delle rocce verdi provenienti dallo scavo del Tunnel di Base.

Nello specifico lungo il primo tratto del cunicolo sono previste 7 nicchie di incrocio dei veicoli (di cui 2 equipaggiate di cabina elettrica e 2 di cabina telecomunicazioni) a cui se ne aggiunge un'ottava all'innesto con la galleria di connessione 1 (anch'essa da equipaggiarsi con cabina telecomunicazioni).

Posizione e numero di queste nicchie, denominate nicchie NS, restano invariate rispetto al PRV.

Nicchia	PRV			PROGETTO ESECUTIVO		
	da pk	a pk	Lunghezza	da pk	a pk	Lunghezza
	km	km	m	km	km	m
<b>NS1</b>	385	415	30	385	415	30
<b>NS2</b>	544	596	52	544	596	52
<b>NS3</b>	722.5	757.5	35	722.5	757.5	35
<b>NS4</b>	892.5	927.5	35	892.5	927.5	35
<b>NS5</b>	1065	1095	30	1065	1095	30
<b>NS6</b>	1462.5	1497.5	35	1462.5	1497.5	35
<b>NS7</b>	1854	1906	52	1854	1906	52
<b>NS8</b>	2180	2245	65	2180	2245	65

Tabella 6 – Confronto posizione nicchie nel tratto del tunnel utilizzato in fase di esercizio come via di accesso al sito di sicurezza

Il secondo tratto prevede invece la realizzazione di 14 nicchie per la logistica di stoccaggio, una in meno rispetto a quanto previsto da PRV in quanto la nicchia NLS15, che era prevista tra le progressive 7+182.5 e 7+217.5, risulterebbe collocata oltre la progressiva finale della galleria realizzata (7+020).

Come sintetizzato nella seguente Tabella 3 si è inoltre previsto lo spostamento di alcune nicchie (in rosso) rispetto alla posizione prevista nel PRV approvato. Gli spostamenti introdotti sono sintetizzati anche nella figura seguente in cui vengono rappresentate in blu le nicchie che hanno mantenuto invariata la loro posizione ed in rosso quelle con posizione modificata (in grigio è rappresentata la posizione originaria).

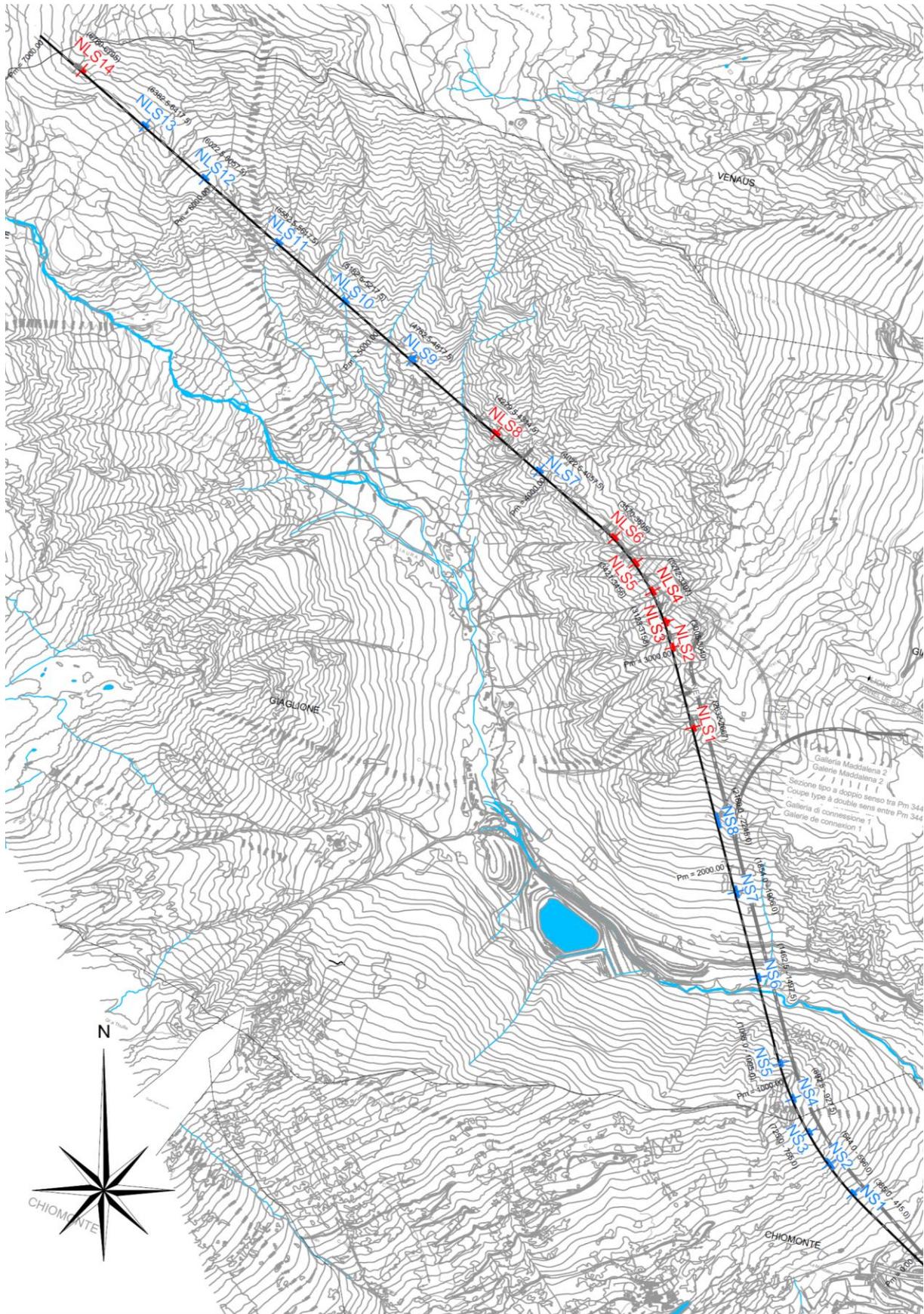


Figura 4 – Nicchie – Confronto Progetto Esecutivo – PRV

Nicchia	PRV			PROGETTO ESECUTIVO		
	da pk	a pk	Lunghezza	da pk	a pk	Lunghezza
	km	km	m	km	km	m
NLS1	2662.5	2697.5	35	2632	2667	35
NLS2	3062.5	3097.5	35	3005	3040	35
NLS3	3202.5	3237.5	35	3123	3158	35
NLS4	3342.5	3377.5	35	3272	3307	35
NLS5	3482.5	3517.5	35	3421	3456	35
NLS6	3622.5	3657.5	35	3570	3605	35
NLS7	4022.5	4057.5	35	4022.5	4057.5	35
NLS8	4382.5	4417.5	35	4279.5	4314.5	35
NLS9	4782.5	4817.5	35	4782.5	4817.5	35
NLS10	5182.5	5217.5	35	5182.5	5217.5	35
NLS11	5582.5	5617.5	35	5582.5	5617.5	35
NLS12	6022.5	6057.5	35	6022.5	6057.5	35
NLS13	6382.5	6417.5	35	6382.5	6417.5	35
NLS14	6782.5	6817.5	35	6760	6795	35
NLS15	6382.5	6417.5	35			

**Tabella 7 – Confronto posizione nicchie nel tratto del tunnel utilizzato per lo stoccaggio delle rocce verdi**

Nel dettaglio lo spostamento della nicchia NLS1 verso l'imbocco (circa 30m) ha consentito di evitare quasi completamente l'interferenza degli scavi con le centine UPN 120 applicate sulla calotta del cunicolo nei tratti scavati con sezione tipo F3c1 (per dettagli relativi alle sezioni si faccia riferimento all'elaborato di P.E. MAD-EXE-VEN-0142-A-PA-PLA).

Per le successive 5 nicchie (NLS2 – NLS3 – NLS4 – NLS5 – NLS6), localizzate in corrispondenza di una curva con raggio  $R = 1000\text{m}$ , gli spostamenti sono dettati non solo da ragioni di opportunità ma anche dalla necessità di garantire condizioni di visibilità. Lo spostamento consente di evitare di approcciare gli scavi in presenza di centine UPN in calotta (nicchia NLS2) ma soprattutto nelle zone dove in fase di scavo si è reso necessario il posizionamento di centine HEB 180 e blindaggi metallici associati alle sezioni di scavo F4 e F5 (nicchie NLS4 – NLS5 – NLS6). Per dettagli relativi alle sezioni di scavo del cunicolo si faccia riferimento agli elaborati di P.E. MAD-EXE-VEN-0156-E-AP-PLA e MAD-EXE-VEN-0157-C-AP-PLA). Solo la nicchia NLS3 risulta penalizzata dallo spostamento, necessario per garantire la visibilità, andando ad interessare per 15m una porzione di cunicolo scavata con sezione F5 (nel complesso comunque gli spostamenti hanno consentito di ridurre l'estensione degli scavi in tratte centinate/blindate).

Anche per la nicchia NLS8, in rettilineo, lo spostamento consente di realizzare lo scavo in un tratto scavato con sezione tipo F3c1 invece che F4-F5. Da ultimo anche per la nicchia NLS14 un anticipo di circa 22m consente di evitare tratti con blindaggio.

Una sintesi delle sezioni di scavo del cunicolo previste in corrispondenza delle nicchie prima e dopo gli spostamenti previsti è riportata nella seguente Tabella 8. Come si può osservare, pur conservando i requisiti del progetto definitivo (la visibilità è garantita e l'interdistanza massima è di circa 500 m – in un tratto in rettilineo - contro i 460 m previsti in PRV), le modifiche introdotte consentono una notevole ottimizzazione del contesto di scavo.

Nicchia	PRV			PROPOSTA P.E.			
	da pk	a pk	Sezioni tipo cunicolo	da pk	a pk	Spostamento	Sezioni tipo cunicolo
	km	km		km	km		
NLS1	2662.5	2697.5	F3c - 5m F3c1 - 30m	2632	2667	-30.5	F3c - 34m F3c1 - 1m
NLS2	3062.5	3097.5	F3c1	3005	3040	-57.5	F3c
NLS3	3202.5	3237.5	F3c1	3123	3158	-79.5	F3c1 - 20m F5 - 15m
NLS4	3342.5	3377.5	F3c1 - 7.5m F4 - 27.5m	3272	3307	-70.5	F3c - 16m F3c1 - 19m
NLS5	3482.5	3517.5	F4 - 4.5m F5 - 30.5m	3421	3456	-61.5	F3c1
NLS6	3622.5	3657.5	F3c1 - 32.5m F4 - 2.5m	3570	3605	-52.5	F3c1
NLS8	4382.5	4417.5	F4 - 20m F5 - 15m	4279.5	4314.5	-103.0	F3c1
NLS14	6782.5	6817.5	FMV - 28.5m F4 - 6.5m	6760	6795	-22.5	FMV

Tabella 8 – Spostamento nicchie – Sezioni di scavo cunicolo

#### 4.1.1 Sezioni tipo di scavo delle nicchie

Il PRV, prevedeva di affrontare lo scavo delle nicchie con riferimento a due possibili sezioni di scavo:

- **Sezione tipo S1:** il rivestimento di prima fase è costituito da spritz beton (20 cm. 5 cm fibrorinforzato + 15 cm armato con rete elettrosaldata) e bullonatura radiale con bulloni tipo Swellex Mn24 di lunghezza pari a L=5.0m (6.0m per la nicchia NS8 di dimensioni maggiori) disposti a passo 1.50m (trasv.) x 2.00m (long.).
- **Sezione tipo S2:** il rivestimento di prima fase è costituito da spritz beton (25 cm. 5 cm fibrorinforzato + 20 cm armato con rete elettrosaldata) e centine metalliche tipo HEB180 disposte a passo 1,0m.

In Progetto Esecutivo si è ricercata una maggiore flessibilità di intervento con l'introduzione di un maggior numero di sezioni tipo di scavo (definite imponendo una variabilità degli interventi sulla base delle due sezioni proposte nelle fasi progettuali precedenti), i cui elementi costitutivi sono riassunti nel seguito. Per un maggiore dettaglio si rimanda alla Relazione Generale (04A-1735700-OO---0-Z-E-RE-GN-0102) e alla relazione tecnica delle nicchie (04A-1735700-OO---0-Z-E-RE-GC-0704).

Sezione Tipo	Criterio di applicazione
S1-1	<p>La sezione tipo S1-1 è prevista per scavi all'interno dello Gneiss di Ambin per le situazioni geologiche e geomeccaniche più favorevoli, laddove in fase di scavo del cunicolo si sono rilevati valori di GSI pari a 80-90, che hanno richiesto un'applicazione sporadica di interventi di bullonatura. La sezione potrà essere applicata anche nei primi tratti all'interno del Complesso di Clarea, con coperture di 300-400 m circa, nei tratti in cui si sono rilevati valori di GSI pari a circa 80.</p> <p>In particolare la sezione verrà applicata laddove l'ammasso non evidenzia alcuna criticità geologica quali fenomeni di instabilità (dislocazioni di cunei rocciosi, rilasci tensionali) né la presenza (se non eventualmente molto localizzata) di zone tettonizzate e/o faglie.</p>

Sezione Tipo	Criterio di applicazione
S1-2	La sezione tipo S1-2 è prevista per scavi sia all'interno del Complesso di Ambin che del Complesso di Clarea in presenza di un ammasso con buone caratteristiche geologico-geomeccaniche, caratterizzato da valori di GSI superiori a 60 e limitati fenomeni deformativi e/o di instabilità, che hanno richiesto nel corso dello scavo del cunicolo l'applicazione di sezioni tipo semplicemente bullonate, a varia intensità di bullonatura e, localmente, con installazione di rete elettrosaldata sul profilo di scavo (F1, F2, F3c) ovvero sezioni bullonate prevedenti, ad integrazione, l'installazione di rete e centine full round UPN 120 quale ulteriore intervento di presidio nei confronti dei fenomeni di rilascio gravitativo (F3c1).
S1-3	La sezione tipo S1-3 è prevista per scavi all'interno del Complesso di Clarea in presenza di un ammasso con caratteristiche geologico-geomeccaniche intermedie, caratterizzato da valori di GSI prossimi a 60 e con potenziale rischio di formazione di cunei e/o fenomeni di splaccaggio. La sezione verrà applicata in contesti che hanno richiesto nel corso dello scavo del cunicolo l'applicazione di interventi di bullonatura al contorno accoppiati con centine UPN 120 quale ulteriore intervento di presidio nei confronti di possibili fenomeni di rilascio gravitativo (F3c1).
S2-1	La sezione tipo S2-1 è prevista per le tratte scavate nel Complesso di Clarea in contesti ad elevate coperture, superiori ai 1000m, ma in presenza di condizioni geomeccaniche intermedie-buone, caratterizzate da valori di GSI $\geq 60$ . La sezione verrà applicata prevalentemente in contesti che, anche per l'elevato stato tensionale indotto dalla configurazione di copertura, hanno richiesto nel corso dello scavo del cunicolo la messa in opera sistematica di centine e pannellature metalliche full round (con campo di variabilità degli interventi che spazia dalla sezione tipo FMV – con centine HEB 120 passo 1.35 m - alla sezione tipo F4, con pannelli di profondità nell'ordine del mezzo metro - costituiti da doppia centina HEB 120 - posti ad interasse di 1,40m).
S2-2	La sezione tipo S2-2 è prevista per le tratte in cui le caratteristiche dell'ammasso roccioso risultano più scadenti, con un GSI compreso tra 50 e 60 o inferiore. In queste condizioni possono insorgere, in seguito allo scavo, fenomeni di plasticizzazione più estesi al contorno del cavo, con convergenze e fenomeni di instabilità più marcati. La sezione verrà applicata prevalentemente in contesti che hanno richiesto nel corso dello scavo del cunicolo la messa in opera sistematica di centine e pannellature metalliche full round (con campo di variabilità degli interventi che spazia dalla sezione tipo FMV – con centine HEB 120 passo 1.35 m - alla sezione tipo F5, con pannelli di profondità nell'ordine del mezzo metro - costituiti da doppia centina HEB 120 - posti in adiacenza a costituire un blindaggio continuo).

Tabella 9 – Criterio di applicazione sezioni di scavo nicchie

#### 4.1.1.1 Sezione tipo S1-1

La sezione tipo S1-1 è costituita dai seguenti interventi:

- Bulloni radiali tipo Swellex Pm 24, di lunghezza  $L \geq 4.00$  m, maglia 2.0m (trasv.) x 2.0 m (long.);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata al contorno sp. 20,0 cm (5.0 cm + 15.0 cm);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata al fronte di scavo sp.  $\geq 5.0$  cm a fine sfondo (profondità massima pari a 4.0 m).

#### **4.1.1.2 Sezione tipo S1-2**

La sezione tipo S1-2 è costituita dai seguenti interventi:

- Bulloni radiali tipo Swellex Pm 24, di lunghezza  $L \geq 5.00$  m, maglia 1.5m (trasv.) x 2.0 m (long.);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldada al contorno sp. 20,0 cm (5.0 cm + 15.0 cm);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldada al fronte di scavo sp.  $\geq 5.0$  cm a fine sfondo (profondità massima pari a 2.0 m).

#### **4.1.1.3 Sezione tipo S1-3**

La sezione tipo S1-3 è costituita dai seguenti interventi:

- Bulloni radiali tipo Swellex Pm 24, di lunghezza  $L \geq 5.00$  m, maglia 1.0 m (trasv.) x 1.0 m (long.);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldada al contorno sp. 20,0 cm (5.0 cm + 15.0 cm);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldada al fronte di scavo sp.  $\geq 5.0$  cm a fine sfondo (profondità massima pari a 2.0 m).

#### **4.1.1.4 Sezione tipo S2-1**

La sezione tipo S2-1 è costituita dai seguenti interventi:

- Centina metallica 1 HEB 180 a passo 1.30 m;
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldada al contorno sp. 25,0 cm (5.0 cm + 20.0 cm);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldada al fronte di scavo sp.  $\geq 5.0$  cm a fine sfondo (profondità massima pari a 1.3 m).

#### **4.1.1.5 Sezione tipo S2-2**

La sezione tipo S2-2 è costituita dai seguenti interventi:

- Centina metallica 1 HEB 180 a passo 1.00 m;
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldada al contorno sp. 25,0 cm (5.0 cm + 20.0 cm);
- Spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldada al fronte di scavo sp.  $\geq 5.0$  cm a fine sfondo (profondità massima pari a 1.0 m).

### **4.1.2 Dimensioni sezione**

La sagoma delle nicchie è costante (a meno di una differenza di 5cm sul profilo di scavo, dettata dal diverso spessore del priverimento previsto per le sezioni tipo S1 [20cm] ed S2 [25cm]) ed è rappresentata nella seguente Figura 5. In particolare ciascuna nicchia avrà un'altezza di circa 6,40m ed una larghezza massima, in corrispondenza del piano dei centri, di circa 9,70m.

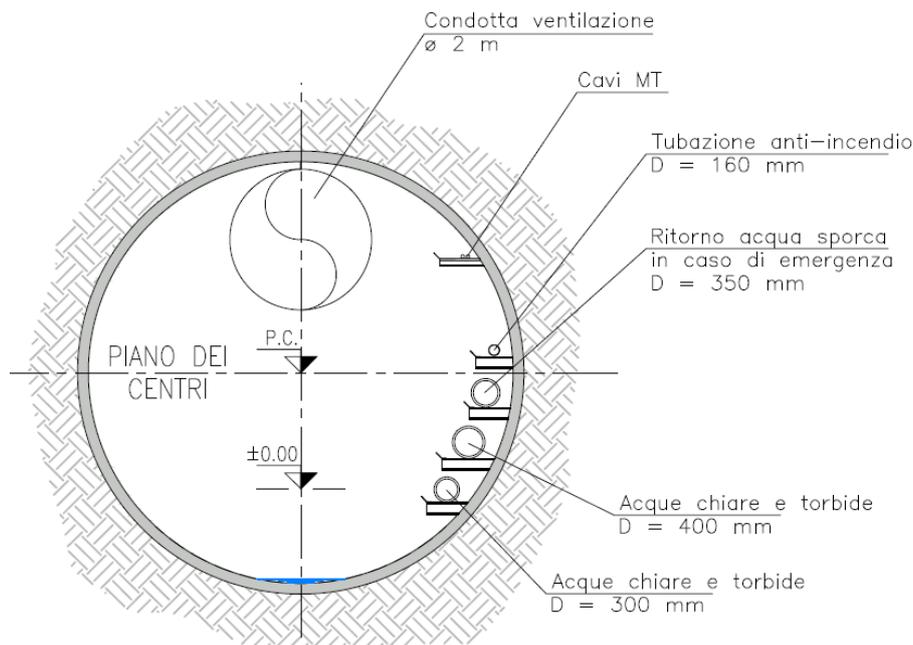


## 4.2 Risoluzione dell'interferenza con gli impianti presenti in galleria

Il Progetto Esecutivo è stato adeguato alle reali condizioni della galleria e prevede l'esecuzione di alcune lavorazioni specifiche legate alla necessità di risolvere l'interferenza con gli impianti attualmente presenti sul paramento destro del cunicolo, la cui presenza non è compatibile con l'esecuzione delle lavorazioni previste.

In dettaglio, come indicato in Figura 7, sono presenti:

- Tubazioni per evacuazione delle acque di falda ( $\varnothing 400$ ,  $\varnothing 350$  e  $\varnothing 300$  mm);
- Tubazione antincendio ( $\varnothing 160$  mm);
- Cavi elettrici di media tensione;



**Figura 7 – Schema degli impianti presenti a paramento**

Le tre tubazioni da 400, 350 e 300 mm sono presenti in galleria fino alla progressiva 4+130 ca..

I due cavi elettrici di media tensione sono anch'essi presenti in galleria fino alla progressiva 4+130 ca..

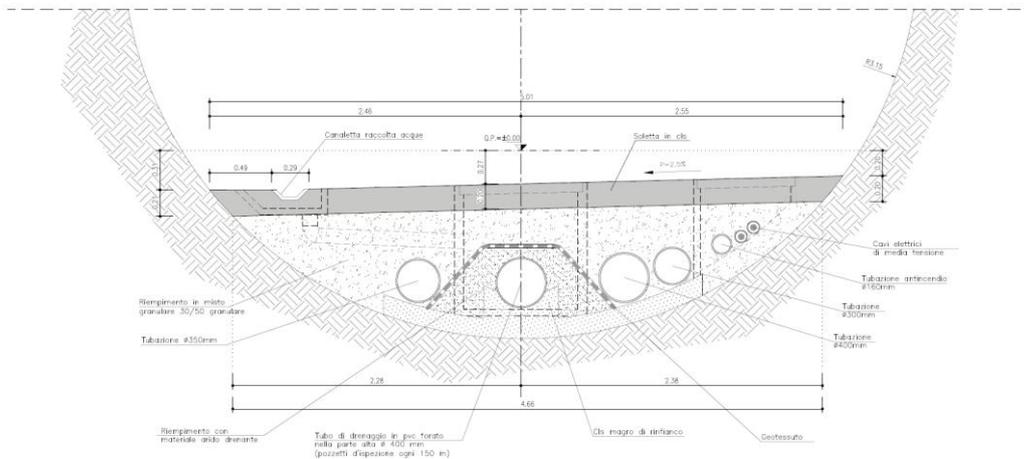
La tubazione antincendio da 160 mm è presente nel tratto dall'imbocco fino alla progressiva 4+130, e garantisce l'adeguata sicurezza fino alla nicchia NE2 nella quale sono sempre operative le pompe per l'evacuazione delle acque.

In base a queste considerazioni la problematica relativa alle installazioni presenti in galleria potrà essere distinta per le seguenti tratte:

- **Tratta 1.** Dalla pk 0+198 fino alla pk 4+130 ca. (ovvero fino alla nicchia NE2) in cui sono presenti le tubazioni per l'evacuazione delle acque, i cavi di media tensione e la tubazione antincendio. In questa tratta le tubazioni e i cavi di media tensione saranno spostati in corrispondenza dell'arco rovescio della galleria già realizzata e ricoperti con materiale di riempimento del piano stradale (misto 30/50) e con una platea

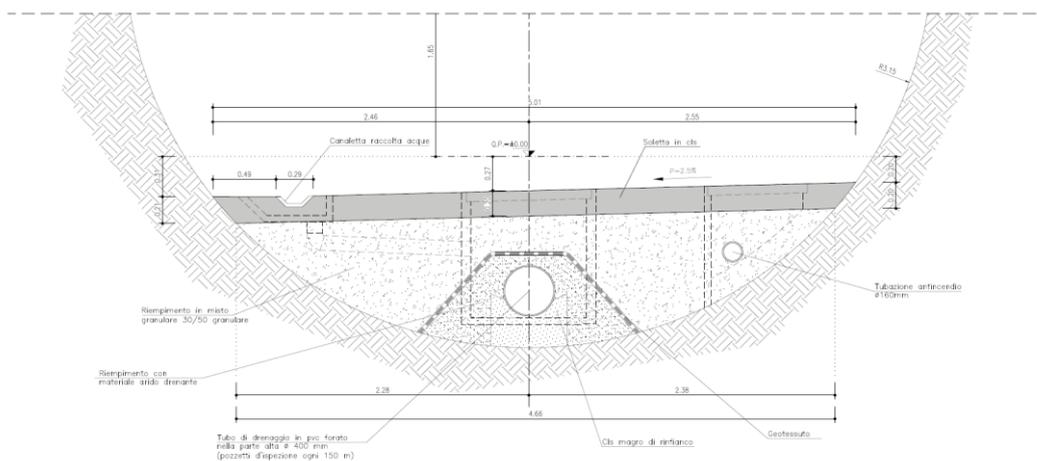
provvisoria in calcestruzzo di spessore pari a 20cm. Più in dettaglio le fasi esecutive saranno:

- Messa in opera in arco rovescio del tubo di drenaggio opportunamente protetto con materiale arido drenante e uno strato di geotessuto;
- Smontaggio delle tubazioni sul paramento destro della galleria e loro riposizionamento in arco rovescio;
- Smontaggio dei cavi di media tensione sul paramento destro della galleria e loro riposizionamento in arco rovescio;
- Riempimento dell'arco rovescio della galleria con materiale di scavo frantumato (o fornitura equivalente);
- Realizzazione della platea di calcestruzzo con spessore 20 cm.



**Figura 8 – Risoluzione interferenza impianti – Tratta 1: fino a pk 4+130 circa**

- **Tratta 2.** Dalla pk 4+130 ca. fino alla pk 7+020 (progressiva finale di scavo della galleria) non sono presenti installazioni in galleria. In questa tratta verrà installata solamente la tubazione antincendio in corrispondenza dell'arco rovescio in galleria e quindi realizzata la platea in calcestruzzo.



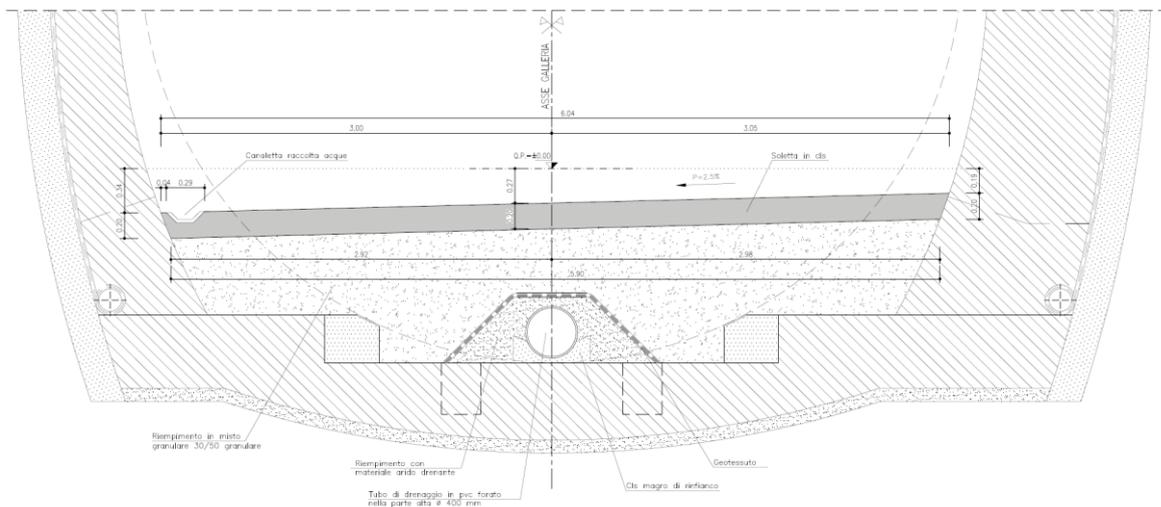
**Figura 9 – Risoluzione interferenza impianti – Tratta 2: da pk 4+130 circa a pk 7+020 circa**

Tali lavorazioni non erano previste nel PRV in quanto originariamente prevista da realizzarsi in fase costruzione del cunicolo esplorativo.

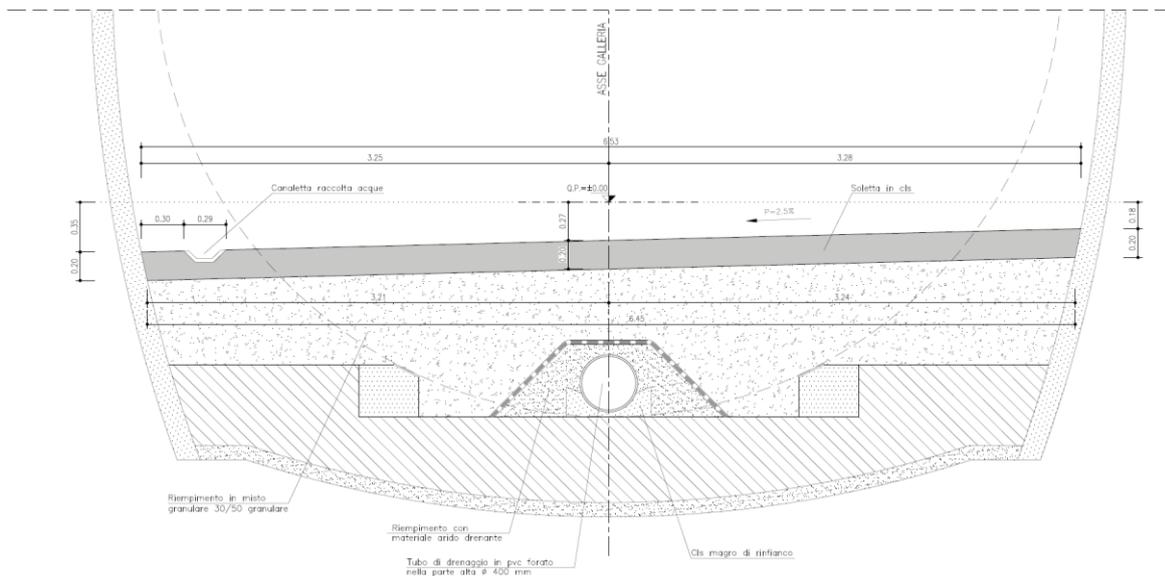
### 4.3 Realizzazione di un piano stradale provvisorio

Come anticipato, lungo tutto il tracciato del cunicolo si provvederà all'esecuzione di un piano stradale provvisorio, realizzato mediante posa in opera di un riempimento in misto granulare 30/50 e getto di una platea in calcestruzzo di spessore pari a 20,0 cm, armata con rete elettrosaldata.

Il piano stradale verrà previsto non solo nelle tratte in cui si provvederà allo spostamento in arco rovescio degli impianti presenti a paramento (come descritto nel paragrafo precedente) ma anche per il tratto compreso tra progressiva Km 0+000 e Km 0+198 circa, scavato in tradizionale, in cui risulta già realizzato il pre-rivestimento e buona parte del rivestimento definitivo (arco rovescio e parte del rivestimento di calotta).



**Figura 10 – Realizzazione del piano stradale provvisorio nel tratto scavato in tradizionale (tra progressiva Km 0+000 e Km 0+117,6 circa)**



**Figura 11 – Realizzazione del piano stradale provvisorio nel tratto scavato in tradizionale (tra progressiva Km 0+117,6 e Km 0+198 circa)**

Anche queste lavorazioni non erano previste nel PRV originario, in quanto originariamente prevista da realizzarsi in fase costruzione del cunicolo esplorativo.

#### 4.4 Completamento del rivestimento provvisorio del cunicolo

Successivamente alla realizzazione della platea carrabile si potrà procedere con l'esecuzione del rivestimento di prima fase della galleria, che sarà costituito da uno strato di 15 cm di spritz beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata.

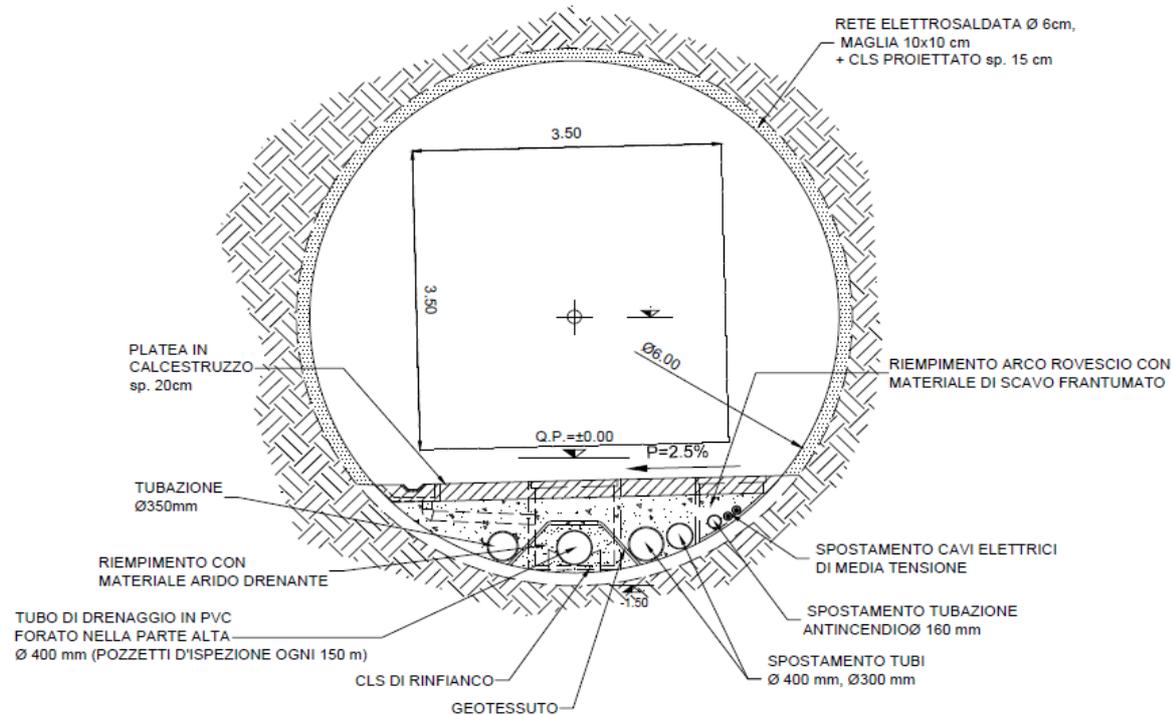


Figura 12 – Sistemazione interna – esecuzione del rivestimento di prima fase

La lavorazione è sostanzialmente analoga a quanto previsto nel PRV.

#### 4.5 Rivestimenti definitivi

L'esecuzione del rivestimento definitivo del cunicolo, prevista da PRV, è stata stralciata dal presente incarico per essere rimandata ad un'altra fase esecutiva.

#### 4.6 Organizzazione lavori

il Progetto Esecutivo prevede l'esecuzione di lavorazioni esclusivamente in sotterraneo. Non sono previste quindi modifiche all'area di cantiere in corrispondenza dell'imbocco, che rimarrà sostanzialmente invariata rispetto a quanto previsto in fase di scavo del cunicolo, come illustrato schematicamente nella seguente Figura 13, in cui sono evidenziate le due aree che costituiscono il cantiere:

- Area principale in prossimità dell'imbocco in cui verranno svolte le attività di scavo e movimentazione del materiale.
- Area secondaria in cui è presente l'impianto di trattamento delle acque.

Le due aree sono collegata da una pista di cantiere interna.

Il Piano particellare di esproprio risulta di conseguenza invariato.



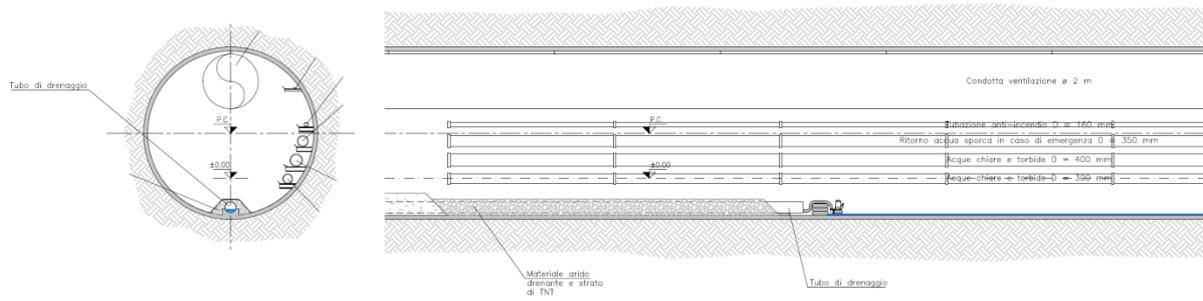


Figura 14 – Fase 1

Per le tratte di lavoro in cui si prevede di procedere in direzione opposta alla corrente delle acque di infiltrazione dall'ammasso raccolte in arco rovescio si dovrà eseguire preventivamente un piccolo sbarramento con sacchi di sabbia (o tecnica speditiva equivalente) funzionale all'arginamento della portata defluente verso i minimi altimetrici del tracciato. L'accumulo dovrà essere gestito mediante pompa acqua/fanghi sommersa ad alimentazione elettrica con recapito tramite manichetta dapprima in 2 dei 2 tubi in ferro liberi a paramento e successivamente, non appena posata, direttamente nel troncone di tubo di raccolta in arco rovescio già messo in opera.

Per lo spostamento a tappe di 12m della tubazione attiva di pompaggio acque si procederà ogni volta al momentaneo spegnimento delle pompe, l'acqua si accumulerà nelle predisposte vasche di accumulo, che verrà prontamente riattivata non appena la tubazione (step di 12m) sarà posizionata sul fondo e collegata alla tubazione a paramento mediante opportuna tubazione spiralata PN10.



Figura 15 – Pompa acqua/fanghi + tubo spiralato per collegamento prov. Pipeline

## Fase 2: Spostamento delle tubazioni

Spostamento delle tubazioni attualmente disposte a paramento per trincee di 12m (per il tratto tra pk 0+198 e pk 4+130) o 18m (per il tratto tra pk 4+130 e pk 7+020).

Durante le operazioni di trasferimento le tubazioni di evacuazione delle acque di falda (400 mm, 350 mm e 300 mm), la tubazione anti-incendio e i cavi elettrici di media tensione dovranno essere mantenuti in servizio. In particolare l'intervento verrà effettuato dapprima sulle tubazioni 350 mm del secondo livello di emergenza e successivamente, in modo alterno, sulle due tubazioni del primo livello di emergenza (400 mm / 300 mm), con flusso

garantito (costantemente pari a 60-80 l/s) sulla tubazione di primo livello non interessata dallo spostamento.

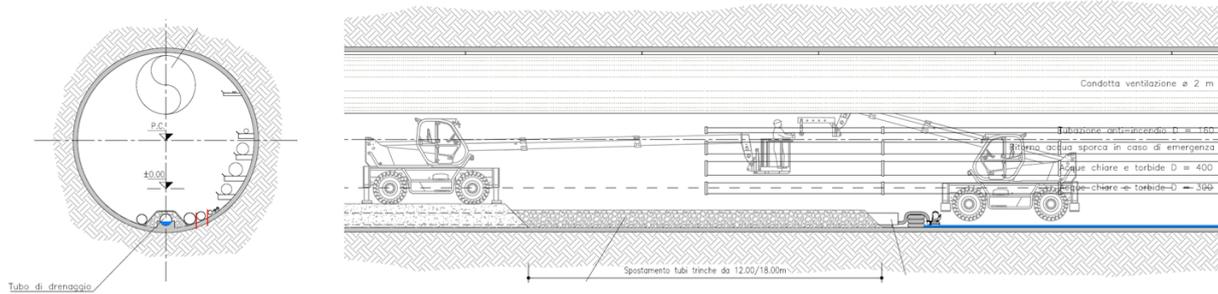


Figura 16 – Fase 2

Nel caso nel corso delle lavorazioni si rilevino condizioni di eccessivo ammaloramento delle tubazioni si provvederà alla loro sostituzione con posa in opera in arco rovescio di tubi nuovi.

### Fase 3: Realizzazione del riempimento con misto 30/50

Realizzazione del riempimento con misto 30/50 sul tratto di 12m – 18m in cui si è effettuato lo spostamento delle tubazioni.

Il riempimento verrà effettuato con materiale proveniente dall'esterno per il primo tratto di lavoro di 1500m, mentre nei successivi si utilizzerà il materiale ricavato dallo scavo delle nicchie.

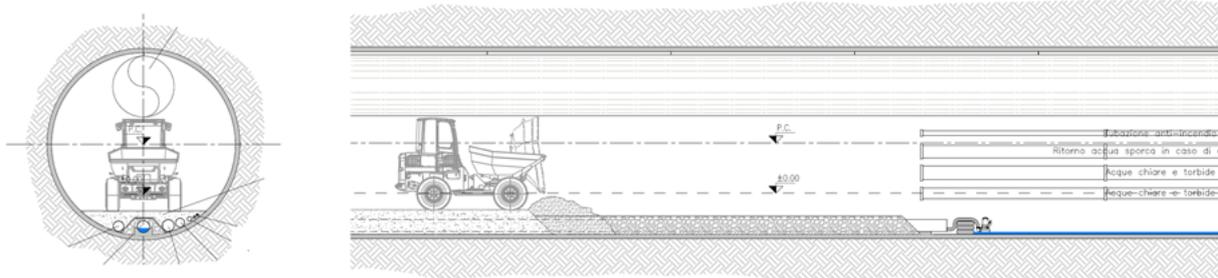


Figura 17 – Fase 3

### Fase 4: Getto della soletta in calcestruzzo

Dopo aver ripetuto le fasi precedenti per 6 settori consecutivi, completando quindi una tratta di 72-108m, si provvederà alla realizzazione (a ritroso, dall'interno della galleria verso l'imbocco) dei campi di getto della soletta in cls, su tutto lo sviluppo delle 6 trincee (72/108m a seconda che il cantiere sia ubicato prima o dopo la pk 4+130).

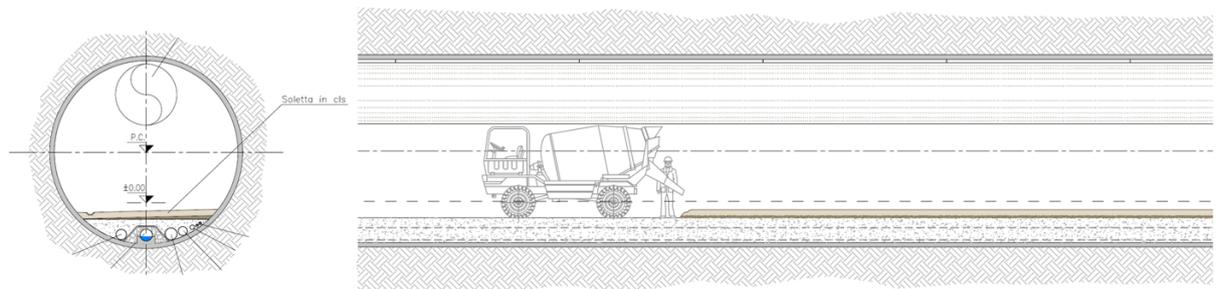


Figura 18 – Fase 4

### Fase 5: Completamento della tratta da 1500m

Le fasi precedenti (dalla 1 alla 4) verranno ripetute fino al completamento di una tratta da 1500m circa.

### Fase 6: Scavo delle nicchie

Completata la pista carrabile si potrà procedere allo scavo delle nicchie sul tratto da 1500m in oggetto, avanzando dall'imbocco verso l'interno della galleria.

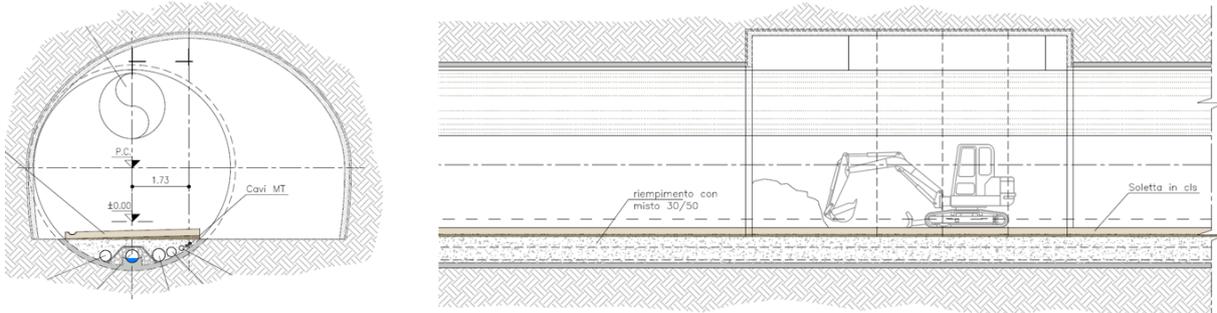


Figura 19 – Fase 6

Ai fini di un'ottimizzazione dei tempi di lavoro, lo smarino risultante da ogni volata sarà trasportato immediatamente dopo lo sfumo dalla nicchia  $i^{\text{esima}}$  alla nicchia  $(i-1)^{\text{esima}}$  (ovvero in quella subito precedente) liberando il più rapidamente possibile la zona di lavoro al fine di procedere con le attività di disaggio e messa in sicurezza. Successivamente, in ombra ad altre lavorazioni, lo smarino verrà trasportato dalla nicchia  $(i-1)^{\text{esima}}$  alla zona dedicata all'impianto di frantumazione e/o al deposito esterno.

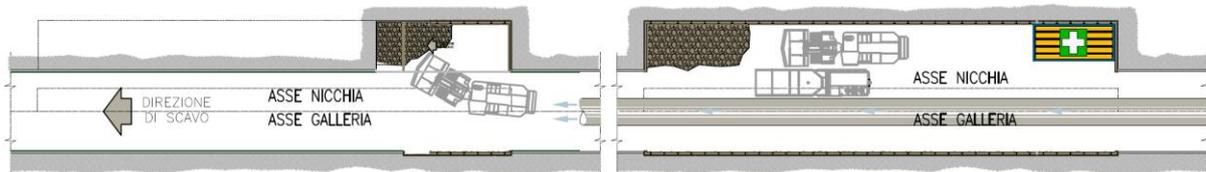


Figura 20 – Schema smarino

### Fase 7: Inizio lavorazioni sul tratto di 1500m successivo

Successivamente al completamento dell'ultima nicchia su di un tratto di 1500m circa si potrà procedere con i lavori di posa del tubo di drenaggio e spostamento delle tubazioni sulla successiva tratta di 1500m circa, procedendo con la fasistica descritta in precedenza.

### Fase 8: Esecuzione del rivestimento di prima fase

Contestualmente ai lavori sulla tratta di 1500m circa  $i^{\text{esima}}$ , si procederà all'esecuzione del rivestimento di prima fase (strato di 15 cm di spritz beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata) sul tratto di 1500m circa  $(i-1)^{\text{esimo}}$ .

Per ragioni logistiche l'attività non potrà essere effettuata quando sulla tratta successiva saranno in atto le operazioni di riempimento delle trincee di 12m o il getto della soletta, ma solo in concomitanza con le lavorazioni di posa della tubazione di raccolta in arco rovescio o di trasferimento delle tubazioni impiantistiche.

Per ovvie ragioni di sicurezza in questa fase dovrà essere garantita la transitabilità completa della galleria dai cantieri più avanzati per la formazione della pista ovvero per lo scavo delle

nicchie verso il piazzale di imbocco. Il treno di mezzi coinvolti nelle lavorazioni per il getto spritz dovrà pertanto comprendere un mezzo di traino posto dal lato imbocco in grado di intervenire in tempi ridotti in caso di necessità per liberare il campo per il passaggio di mezzi di emergenza o evacuazione.

#### 4.7 Monitoraggio

Dal momento che l'esecuzione del rivestimento definitivo del cunicolo è stata stralciata dal presente incarico per essere rimandata ad un appalto successivo, il Progetto Esecutivo ha previsto un'integrazione del sistema di monitoraggio di PRV, che prevedeva il monitoraggio di sole 4 nicchie con la predisposizione di una sezione di monitoraggio costituita da 4 mire ottiche rimovibili per misurare le deformazioni del cavo e 2 estensimetri multibase di lunghezza non inferiore a 12 m per la misura delle deformazioni e dell'estensione della fascia plastica (rif. elab. PRV-C3A-TS3-3837-C-AP-NOT "Relazione Tecnica di Monitoraggio").

Nicchia	Pk inizio	Pk fine	Lunghezza	Monitoraggio	
				Mire e prismi	Estensimetro multibase
				[n° sezioni]	[n° sezioni]
NS8	2180	2245	65	1	1
NLS4	3342.5	3377.5	35	1	1
NLS5	3482.5	3517.5	35	1	1
NIS9	4782.5	4817.5	35	1	1
				<b>4</b>	<b>4</b>

Tabella 10 – Sintesi strumentazione di monitoraggio PRV

Nell'ottica di garantire un controllo più capillare dell'opera nel periodo che intercorrerà tra l'esecuzione degli scavi ed il getto dei rivestimenti in calcestruzzo il sistema di monitoraggio è stato implementato prevedendo la predisposizione di specifiche sezioni di monitoraggio su tutte le 22 nicchie da realizzarsi.

In particolare nel corso dell'esecuzione dei lavori si prevederà l'installazione di una sezione di misura, costituita da 4 mire topografiche, ogni 20 m circa per tutta l'estensione della nicchia in fase di realizzazione, prevedendo inoltre due ulteriori sezioni prima e dopo l'area interessata dagli scavi.

La frequenza di esecuzione delle misure sarà indicativamente di una lettura al giorno, ma potrà essere calibrata in relazione agli avanzamenti giornalieri, al fine di valutare potenziali comportamenti anomali dell'ammasso e/o della struttura e poter eventualmente intervenire con adeguati interventi integrativi sugli specifici settori che ne risultino interessati.

In corrispondenza delle tratte in cui in fase di scavo del cunicolo si è resa necessaria la posa in opera di elementi metallici di blindaggio, alla misura delle convergenze si accoppierà il controllo dello stato tensionale delle centine costituenti i pannelli di blindaggio, mediante posa in opera di barrette estensimetriche (sempre in numero di 4 per sezione) che consentano di verificare possibili effetti sui rivestimenti indotti dalle operazioni di scavo, associati a modificazioni dello stato tensionale nell'ammasso nell'immediato contorno della galleria.

Per il periodo successivo allo scavo delle nicchie si sono definite 3 differenti sezioni di monitoraggio definite come indicato nel seguito:

- Sezione di monitoraggio convergenze  
5 mire ottiche per la misura di convergenza del cavo;
- Sezione di monitoraggio dello stato tensionale del prerivestimento  
3 strain gauges montati sulle ali delle centine
- Sezione di monitoraggio delle deformazioni al contorno del cavo  
2 estensimetri multibase, di lunghezza non inferiore a 12 m, per la misura delle deformazioni e dell'estensione della fascia plastica al contorno della sagoma di scavo.

La frequenza di lettura dovrà essere giornaliera fino al raggiungimento della stabilizzazione delle misure. Successivamente dovrà prevedersi una lettura a settimana (per 4 settimane dopo la stabilizzazione delle misure) ed infine una lettura mensile fino all'esecuzione del rivestimento definitivo. Le frequenze potranno in ogni caso essere rimodulate in corso d'opera in funzione delle misure rilevate.

Le sezioni verranno messe in opera ad una distanza massima di 1.0 m dal fronte di scavo e provvedendo all'immediata esecuzione della lettura di zero, minimizzando quindi l'entità delle deformazioni scontate dalla struttura prima dell'inizio del monitoraggio.

Per quanto riguarda l'ubicazione delle sezioni:

- Le sezioni di monitoraggio delle convergenze saranno previste in corrispondenza di ciascuna nicchia, collocando le sezioni ad un interasse pari a circa 20m e mantenendo attive anche le sezioni prima e dopo l'allargo poste in opera in fase di scavo. Una sezione di convergenza sarà prevista anche in corrispondenza di ciascuno dei due rami di inversione presenti alle nicchie NLS4 e NLS9.
- Le sezioni di monitoraggio dello stato tensionale saranno previste in corrispondenza di ogni nicchia in cui lo scavo verrà effettuato con posa in opera di centine metalliche (n°1 sezione per ogni nicchia). Si prevedrà inoltre una sezione in corrispondenza di ciascuno dei gruppi di 3 centine ravvicinate poste in opera ai lati degli innesti dei rami e della galleria di connessione, per un totale di 6 sezioni ulteriori.
- Le sezioni di monitoraggio delle deformazioni al contorno del cavo verranno ubicate in corrispondenza delle seguenti nicchie:
  - **Nicchia NS8**, in cui è localizzato l'innesto con la galleria di connessione 1, data la sezione più grande e la presenza di un innesto tra due differenti cunicoli;
  - **Nicchie NLS4 e NLS9** in cui verranno realizzati i due rami di inversione per i mezzi d'opera;
  - **Nicchie NLS3 e NLS 14** a cui, secondo quanto rilevato nel corso degli scavi del cunicolo, corrispondono valori minimi di GSI.

Una sintesi delle sezioni previste è riportata nella seguente tabella:

Nicchia	Pk inizio	Pk fine	Lunghezza	Sezione Cunicolo	Monitoraggio		
					Mire e prismi	Strain gauges	Estensimetro multibase
					[n° sezioni]	[n° sezioni]	[n° sezioni]
NS1	385	415	30	F1	2		
NS2	544	596	52	F1-F2	3		
NS3	722.5	757.5	35	F1-F2	2		
NS4	892.5	927.5	35	F1-F2-F3c	2		
NS5	1065	1095	30	F1-F2	2		
NS6	1462.5	1497.5	35	F1-F2	2		
NS7	1854	1906	52	F3c	3		
NS8	2180	2245	65	F3a-F3c-F3c1	4	2.00	1
NLS1	2632	2667	35	F3c-F3c1	2		
NLS2	3005	3040	35	F3c	2		
NLS3	3123	3158	35	F3c1-F5	2	1	1
NLS4	3272	3307	35	F3c-F3c1	2	2	1
		RAMO	15		1		
NLS5	3421	3456	35	F3c1	2		
NLS6	3570	3605	35	F3c1	2		
NLS7	4022.5	4057.5	35	F3c1	2		
NLS8	4279.5	4314.5	35	F3c1	2		
NLS9	4782.5	4817.5	35	F4	2	3	1
		RAMO	15		1		
NLS10	5182.5	5217.5	35	FMV-F4	2	1	
NLS11	5582.5	5617.5	35	FMV	2	1	
NLS12	6022.5	6057.5	35	FMV	2	1	
NLS13	6382.5	6417.5	35	FMV	2	1	
NLS14	6760	6795	35	FMV	2	1	1
<b>TOTALE</b>					<b>50</b>	<b>13</b>	<b>5</b>

Tabella 11 – Sintesi strumentazione di monitoraggio

## 5 ASPETTI AMBIENTALI

### 5.1 Piano di gestione ambientale

Il Piano di Gestione Ambientale (PGA) per il cantiere Nicchie è stato redatto in conformità alle “Linee Guida Operative per la redazione del Piano di Gestione Ambientale dei contratti lavori – lato Italia” (prima emissione del 05/02/2020).

A livello generale, gli impatti sulle componenti ambientali non cambiano da PRV a PE. Alcune modifiche sono state tuttavia apportate nell’ambito del piano dei controlli (monitoraggio interno al cantiere). Le principali differenze rispetto a quanto previsto da PRV consistono dunque nella ricodifica delle stazioni di monitoraggio interno e il loro riposizionamento, nella variazione di alcune delle frequenze di monitoraggio, nella definizione delle nuove modalità di condivisione dei dati attraverso il Portale Ambientale TELT. Per quanto riguarda le singole componenti ambientali, si riporta di seguito un dettaglio delle modifiche apportate.

– Qualità dell’aria

Il monitoraggio in continuo del particolato atmosferico, dapprima previsto per tutta la durata dei lavori, viene concentrato solamente durante i periodi di scavo e movimentazione del materiale terrigeno.

– Monitoraggio dell’amianto aerodisperso

La frequenza di monitoraggio viene distinta secondo quanto previsto dal cronoprogramma lavori, prevedendo analisi settimanali in fase di scavo e quindicinali in assenza di scavo.

– Rumore

Le soglie di attenzione presso il punto di monitoraggio, il cui superamento potrebbe provocare il mancato rispetto dei limiti presso i recettori presenti nell’area di intervento (Borgata Clarea e Museo Archeologico) sono state ridefinite alla luce della nuova Valutazione Previsionale di Impatto Acustico allegata al PE.

– Vibrazioni

Le misure effettuate nel corso della realizzazione del cunicolo esplorativo per attività analoghe hanno evidenziato un’assenza di criticità con livelli vibrazionali ampiamente inferiori ai valori limite di soglia previsti dalla normativa. Di conseguenza si è scelto di limitare il monitoraggio della componente vibrazionale alle prime volate eseguite per lo scavo con esplosivo. In assenza di superamenti dei valori soglia nell’ambito di questi primi rilievi, il monitoraggio della componente sarà sospeso.

– Qualità dell’acqua

Nessuna modifica

– Protezione suolo e sottosuolo (terre e rocce)

Nessuna modifica

– Radiazioni ionizzanti

Analogamente a quanto previsto per l’atmosfera, l’analisi della radioattività sul particolato aerodisperso è eseguita solo durante le attività di scavo e movimentazione dello stesso.

## 5.2 Piano di utilizzo delle terre

Il Piano di Utilizzo delle terre si innesta sulla conferma del quadro generale degli interventi previsti dal PRV, pur beneficiando di alcune migliorie tecniche, circostanziate e legate a specifiche finalità operative. Le decisioni prese in fase di PE per quanto concerne la gestione delle terre, che si prevede completamente interna alla macro-opera Nuova Linea Torino-Lione (a meno delle caratterizzazioni ambientali di CO), porterà ad indubbi benefici ambientali in termini di riduzione del traffico e ottimizzazione dell'utilizzo delle materie prime. In particolare, si evidenziano i seguenti tratti salienti, costituenti modifiche o approfondimenti rispetto al PRV:

- Importazione, nell'ambito della fase 1 delle lavorazioni, di misto granulare da siti esterni per il riempimento dei primi 1500 m circa dell'arco rovescio del tunnel De La Maddalena. Ciò permette il miglioramento delle procedure operative, così da ottimizzare il processo industriale di realizzazione dell'opera;
- Utilizzo del ritorno dell'esperienza del cunicolo De La Maddalena (RDP dei cumuli scavati) come modalità di caratterizzazione merceologica, geologica ed ambientale dei materiali da scavo in fase progettuale, nonché per la valutazione del fondo naturale;
- Previsione di gestire la totalità del marino come sottoprodotto (alla luce della caratterizzazione di *ante operam*) all'interno del progetto della Nuova Linea Torino - Lione: la volumetria da riutilizzare internamente è lavorata e gestita in situ, mentre quella in esubero è frantumata e stoccata all'interno del sito di produzione come deposito in attesa di utilizzo in futuri cantieri della NLTL;
- Per quanto riguarda i riutilizzi delle terre e rocce da scavo, tenendo conto che la gestione delle terre si pone come obiettivo di ottimizzare i fabbisogni complessivi del cantiere in essere per i cantieri successivi della Torino Lione, le previsioni progettuali prevedono di gestire tutto il materiale scavato come sottoprodotto internamente al progetto della Nuova Linea Torino-Lione (NLTL). In particolare il materiale viene utilizzato per il riempimento dell'arco rovescio del presente progetto e, per la quota in esubero, il suo utilizzo è stato individuato nell'ambito del PRV approvato, con particolare riferimento al documento "PRV\_C3A\_TS3\_6042\_E BilancioMaterialiScavoEcostruzione\_E\_F", nel quale si evidenzia all'interno del progetto un deficit di aggregato pari a 33.409 ton, relativo al secondo anno dall'inizio dei lavori, quando ancora non si è iniziato a scavare i tunnel. A tal proposito sono state previste all'interno del cantiere idonee aree per il deposito temporaneo del suddetto materiale;
- Alla luce delle considerazioni fatte sul fondo naturale, non sono stati previsti destini esterni con valori di fondo compatibili con quelli delle nicchie, in quanto questi ultimi risultano inferiori alle CSC di colonna A (tab. 1 All. 5 Tit. V Parte IV D. Lgs 152/2006).

Non sono state incluse nella presente sezione tutte quelle modifiche inerenti agli eventuali riadattamenti della posizione delle nicchie o alle modalità costruttive/operative non strettamente pertinenti alla gestione delle TRS come sottoprodotti, al cronoprogramma, alla cantierizzazione, alla gestione dei rifiuti e dei materiali contenenti amianto, per cui si rimanda ai paragrafi di riferimento.

### 5.3 Piano di gestione rifiuti

Il Piano di gestione dei rifiuti rappresenta un documento redatto *ex novo* rispetto al Progetto Definitivo. Esso contiene le informazioni sulle tipologie di rifiuti da costruzione e demolizione producibili durante le attività di cantiere.

Nel documento vengono definite le modalità per una corretta gestione dei rifiuti prodotti secondo quanto definito dalla normativa vigente, in particolare:

- Gestione amministrativa e tracciabilità (registro c/s, Formulari, MUD)
- Gestione operativa (criteri di tenuta del deposito temporaneo)

Particolare rilevanza è data alla gestione dei rifiuti classificati con CER 170504, ossia le terre e rocce da scavo che per caratteristiche chimico/fisiche o incertezza del riutilizzo non possono essere assoggettate al regime dei sottoprodotti.

Sono inoltre definite ulteriori pratiche da adottare finalizzate alla riduzione dei quantitativi di rifiuti prodotti e degli impatti ambientali ad essi associati.

Viene infine fornita un'indicazione di massima dei potenziali siti di destino dei rifiuti individuati.

### 5.4 Piano di gestione in caso di materiali contenenti amianto

Pur non essendosi verificati nel corso degli scavi del cunicolo esplorativo ritrovamenti di materiale amiantifero (come validato anche dalla CTVA nella verifica di attuazione) in continuità con i criteri già adottati durante lo scavo del cunicolo si è redatto il Piano di gestione dei materiali contenenti amianto, che illustra le modalità operative e le azioni che verranno intraprese nel caso in cui, durante le fasi di scavo, vi saranno le condizioni per cui si entrerà in contatto con materiali potenzialmente contenenti fibre asbestiformi (pietre verdi).

Come anticipato, le previsioni di gestione del materiale da scavo sono state elaborate alla luce del ritorno dell'esperienza dello scavo del Cunicolo de La Maddalena, che sono fonte da indagini di ante-operam. Le indagini e le analisi eseguite al fronte di scavo e lungo la galleria, non hanno evidenziato in nessun caso la presenza di fibre di amianto. Al riguardo si rimanda al documento "Verifica esiti ambientali del cunicolo esplorativo de La Maddalena - MADMS5GIA0001AAPNOT".

Sulla base di tali risultanze, nel Piano di gestione in caso di materiali contenenti amianto del Progetto Esecutivo del cantiere delle Nicchie sono state ridefinite le modalità di indagine della presenza di minerali asbestiformi, associate alle classi di rischio amianto (RA).

Mentre i criteri per la definizione delle 4 classi RA e le soglie di riferimento rimangono invariati, si è infatti proposto di limitare l'esecuzione di sondaggi a distruzione e carotaggi solamente alla classe più alta (RA-3). Per le classi da 0 a 2 si procederà solamente alla valutazione dell'amianto aerodisperso (come previsto dal PGA) e al prelievo di campioni dai cumuli di smarino.

### 5.5 Materiale radioattivo

Pur non essendovi stati nel corso dei lavori ritrovamenti di materiale radioattivo (come validato anche dalla CTVA nella verifica di attuazione), si è redatto uno specifico documento di Linee Guida in caso di materiale radioattivo al fronte, in continuità con quanto previsto per lo scavo del cunicolo.

Le previsioni di gestione del materiale da scavo sono state elaborate alla luce del ritorno dell'esperienza dello scavo del Cunicolo de La Maddalena, che sono fonte da indagini di ante-operam. Tali indagini hanno consentito di poter affermare che non si prevede il rinvenimento di

materiale con rischi radioattivi. Al riguardo si rimanda al documento "Verifica esiti ambientali del cunicolo esplorativo de La Maddalena - MADMS5GIA0001AAPNOT".

## 5.6 Paesaggistica

La relazione paesaggistica è stata redatta tenendo conto dell'attuale configurazione del cantiere. All'interno del cunicolo le modifiche apportate al PE non impattano dal punto di vista paesaggistico; all'esterno le modifiche effettuate sono solamente temporanee e legate alla cantierizzazione.