

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA      Tratta MILANO – VERONA**  
**Lotto funzionale Brescia-Verona**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16)**

**Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85**

**Relazione generale**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio <b>Cepav due</b>  Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Taranta)  Data: _____	Valido per costruzione   Data: _____

COMMESSA      LOTTO      FASE      ENTE      TIPO DOC      OPERA/DISCIPLINA      PROGR      REV

I	N	O	R	1	1	E	E	2	R	O	G	A	1	6	0	0	0	0	2	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	
A	Emissione	REGE	22/06/18	MERLINI	22/06/18	22/06/18	
B							
C							

CIG. 751447334A      File: ANOR11EE2ROGA1600002A\_10.doc



CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RO GA 160 0 002

Rev.  
A

Foglio  
2 di 20

## INDICE

1.	INTRODUZIONE .....	3
1.1.	OGGETTO E SCOPO .....	3
1.2.	BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	3
2.	ELABORATI DI RIFERIMENTO .....	4
3.	NORMATIVE E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO .....	5
3.1.	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI .....	5
3.2.	SPECIFICHE TECNICHE DI RIFERIMENTO .....	6
4.	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	7
4.1.	INQUADRAMENTO GENERALE.....	7
4.2.	SCAVI E OPERE PROVVISORIALI .....	8
4.3.	GALLERIA ARTIFICIALE .....	10
4.4.	INTERFERENZE LUNGO IL TRACCIATO.....	13
5.	ASPETTI IDRAULICI .....	15
5.1.	SMALTIMENTO ACQUE INTERNE DI PIATTAFORMA .....	15
5.2.	REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE ESTERNE.....	17
5.3.	SISTEMA DI ABBASSAMENTO DELLA FALDA CON POZZI DRENANTI.....	18
6.	MONITORAGGIO .....	20
6.1.	MONITORAGGIO DELLA FALDA .....	20
6.2.	MONITORAGGIO DELLE PARATIE PROVVISORIALI.....	20
6.3.	MONITORAGGIO DEGLI SCAVI A CIELO APERTO E DELLA SCARPATA LUNGO L'AUTOSTRADA A4 .....	20

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1. Oggetto e scopo

Oggetto specifico del documento è la descrizione generale delle opere e degli interventi da realizzarsi per la galleria artificiale ovest GA16.

### 1.2. Breve descrizione del progetto

Nell'ambito della progettazione esecutiva della linea ferroviaria Alta Velocità/Alta Capacità Milano-Verona la galleria San Giorgio in Salici è suddivisa in tre opere distinte (WBS):

- SAN GIORGIO IN SALICI OVEST, corrispondente ad una galleria artificiale monocanna, a doppio binario, con sezione policentrica (GA16);
- SAN GIORGIO IN SALICI, corrispondente ad una galleria naturale monocanna, a doppio binario (GN04);
- SAN GIORGIO IN SALICI EST, corrispondente ad una galleria artificiale monocanna, a doppio binario con sezione policentrica (GA17).

La Galleria San Giorgio in Salici è ubicata poco a sud dell'omonimo abitato, posto nel Comune di Sona, in provincia di Verona tra le località di Castelnuovo del Garda e Sommacampagna; il tracciato ferroviario interferisce nel suo primo tratto (nel verso delle progressive crescenti) con l'Autostrada A4 Milano – Venezia, per poi svilupparsi leggermente a Nord della stessa.

Il presente documento riguarda in particolare il tratto in artificiale sul lato ovest, corrispondente alla WBS GA16, che si sviluppa tra le progressive 140+181.85 e 140+502.85 a sud dell'autostrada A4 e risulta di lunghezza complessiva pari a 321 m. Planimetricamente la galleria è posta in rettilineo, la pendenza longitudinale è pressoché nulla e la quota di chiave della calotta è posta ad una profondità massima di 5.5 m da p.c.

La sezione della galleria è costituita da una sagoma policentrica il cui profilo interno coincide con la sagoma interna della galleria naturale. La tipologia strutturale in esame presenta notevoli vantaggi statici per la favorevole geometria della struttura che consente di ridurre sensibilmente le sollecitazioni flessionali. Tale tipologia pertanto risulta idonea per forti coperture.

Dal punto di vista geologico la galleria attraversa tratte costituite prevalentemente da depositi glaciali e/o fluvioglaciali, materiali aventi litologia prevalente di limi-sabbiosi e ghiaie-limose, le cui caratteristiche meccaniche sono riportate nella Relazione Geotecnica.

## 2. ELABORATI DI RIFERIMENTO

Nel seguito si riporta l'elenco elaborati della WBS GA16, di cui la presente relazione generale costituisce parte integrante.

CODICE DOCUMENTO										DESCRIZIONE	
INOR	11	E	E2	F	6	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Profilo geologico e geotecnico
INOR	11	E	E2	R	O	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Relazione di confronto PD/PE
INOR	11	E	E2	R	O	GA	16	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Relazione Generale
INOR	11	E	E2	R	O	GA	16	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Relazione sul monitoraggio
INOR	11	E	E2	C	L	GA	16	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Relazione di calcolo opere provvisionali
INOR	11	E	E2	C	L	GA	16	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Relazione di calcolo opere provvisionali - allegati numerici
INOR	11	E	E2	C	L	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Relazione di calcolo
INOR	11	E	E2	C	L	GA	16	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Relazione di calcolo - Allegati numerici
INOR	11	E	E2	P	8	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sistemazione definitiva - Planimetria Generale
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sezione tipo corrente - carpenteria e particolari costruttivi
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	16	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sezione tipo con nicchie - carpenteria e particolari costruttivi
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	16	0	9	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sistema di impermeabilizzazione - Sezione tipo e particolari costruttivi
INOR	11	E	E2	P	8	GA	16	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Scavi - Planimetria generale
INOR	11	E	E2	F	Z	GA	16	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Scavi - Profilo longitudinale, sezione tipo e particolari
INOR	11	E	E2	W	9	GA	16	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 1/3)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	16	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 2/3)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	16	0	1	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Scavi - Sezioni trasversali (Tav. 3/3)
INOR	11	E	E2	F	Z	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sistemazione definitiva - Profilo longitudinale e sezione tipo
INOR	11	E	E2	W	9	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sistemazione definitiva-Sezioni trasversali (TAV. 1/3)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	16	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 2/3)
INOR	11	E	E2	W	9	GA	16	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sistemazione definitiva - Sezioni trasversali (TAV. 3/3)
INOR	11	E	E2	P	9	GA	16	0	5	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Pianta Piano ferro, sezione longitudinale e vista dall'alto (TAV. 1/3)
INOR	11	E	E2	P	9	GA	16	0	5	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Pianta Piano ferro, sezione longitudinale e vista dall'alto (TAV. 2/3)

CODICE DOCUMENTO											DESCRIZIONE
INOR	11	E	E2	P	9	GA	16	0	5	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Pianta Piano ferro, sezione longitudinale e vista dall'alto (TAV. 3/3)
INOR	11	E	E2	P	9	GA	16	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Opere provvisoriale - Paratia pk 140+462.85 - Pianta
INOR	11	E	E2	P	9	GA	16	0	1	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Opere provvisoriale - Paratia pk 140+462.85 - Prospetto e sezioni
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	16	0	1	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Opere provvisoriale - Paratia pk 140+462.85 - Sezioni tipo e particolari
INOR	11	E	E2	B	A	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Conci 1A e 1B con nicchie - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	16	0	0	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Conci 2-4-5-6-7-8-9-12 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	16	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Conci 3-11 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	16	0	0	004	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Concio 10 con nicchie - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	A	GA	16	0	0	005	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Concio 13 - Carpenteria
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	16	0	0	003	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sezione tipo corrente - Armatura
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	16	0	0	004	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Sezione tipo con nicchie - Armatura
INOR	11	E	E2	P	Z	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Monitoraggio - Planimetria e sezioni
INOR	11	E	E2	4	T	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Tabella materiali
INOR	11	E	E2	P	9	GA	16	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Opere provvisoriale - Paratia per salvaguardia edificio pk 140+180 - Pianta
INOR	11	E	E2	P	9	GA	16	0	1	004	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Opere provvisoriale - Paratia per salvaguardia edificio pk 140+180 - Prospetto e sezioni
INOR	11	E	E2	B	Z	GA	16	0	1	002	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Opere provvisoriale - Paratia per salvaguardia edificio pk 140+180 - Sezioni tipo e particolari
INOR	11	E	E2	B	B	GA	16	0	0	001	GALLERIA ARTIFICIALE SAN GIORGIO IN SALICI OVEST (GA16) - Da Pk 140+181.85 a Pk 140+502.85 - Timpano concio 1 - Armatura e particolari

### 3. NORMATIVE E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO

#### 3.1. Normative e raccomandazioni

Il quadro normativo alla base della presente revisione progettuale viene nel seguito riportato:

- **D. M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 (NTC 2008)** "Nuove Norme tecniche per le costruzioni"
- **CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617** "Istruzione per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008"

- **Legge 05.11.1971 n. 1086** "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- **UNI EN 1992-1-1 novembre 2005 (EC2)** "Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1: Regole generali e regole per edifici"
- **UNI EN 1998-5 gennaio 2005 (EC8)** "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica– Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici"
- **Regolamento U.E. nr. 1299/2014 della commissione del 18 novembre 2014** relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea. Pubblicato su Gazzetta Ufficiale anno 156° n°10 del 5 febbraio 2015.
- **Regolamento U.E. nr. 1303/2014 della commissione del 18 novembre 2014** relativo alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell'Unione europea (*norma STI*)
- **AICAP-AGI (2012). Ancoraggi nei terreni e nelle rocce.** Raccomandazioni

### 3.2. Specifiche tecniche di riferimento

La presente revisione progettuale, fa riferimento al nuovo Manuale di Progettazione RFI.

- Manuale di Progettazione delle Opere Civili. Parte II – Sezione 4 – Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A). Emissione 30/12/2016;
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili. Parte II – Sezione 3 – Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A). Emissione 30/12/2016;
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili. Parte II – Sezione 6 – Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A). Emissione 30/12/2016;
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili. Parte II – Sezione 2 – Ponti e strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A). Emissione 30/12/2016;
- Specifica funzionale per il sistema di protezione e controllo accessi delle Gallerie Ferroviarie (RFI DPO PA LG A). Emissione 5/5/2008;



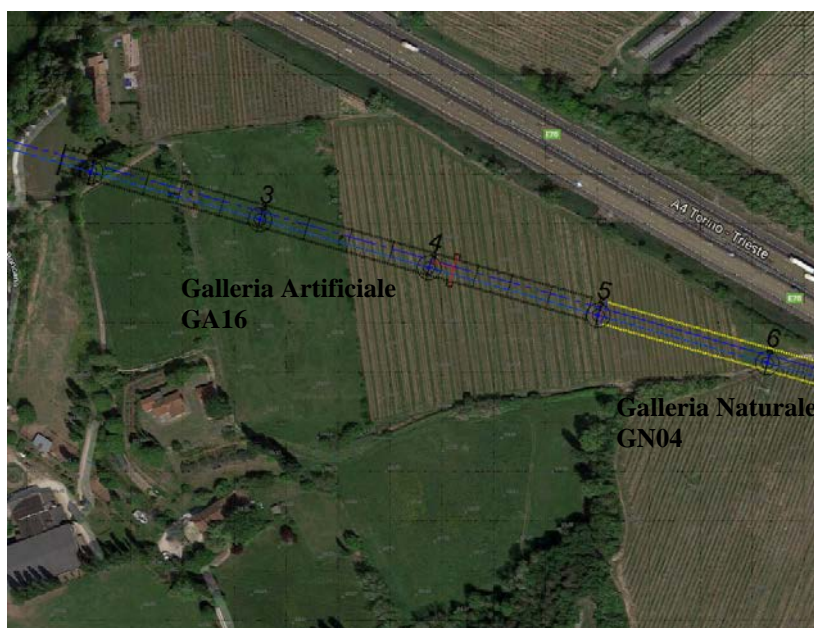
## 4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

### 4.1. Inquadramento generale

Il tratto di galleria artificiale in oggetto è ubicato in un'area leggermente a sud del tracciato autostradale della A4, tra gli abitati di Castelnuovo del Garda e San Giorgio in Salici, in un'area agricola a quote circa comprese tra 115 e 123 m slm.

L'opera si estende tra le progressive 140+181.85 e 140+502.85 per una lunghezza complessiva di 321 m, a partire da un tratto in trincea della lunghezza di circa 60 m sostenuto da muri ad "U" (WBS TR21) appena ad est del Viadotto Tione, per finire in prossimità della dima dell'imbocco ovest della Galleria Naturale San Giorgio in Salici (WBS GN04).

In Figura 4.1 è riportato a titolo esemplificativo uno stralcio planimetrico con l'ubicazione dell'opera.



**Figura 4.1 – Stralcio planimetrico con ubicazione delle opere.**

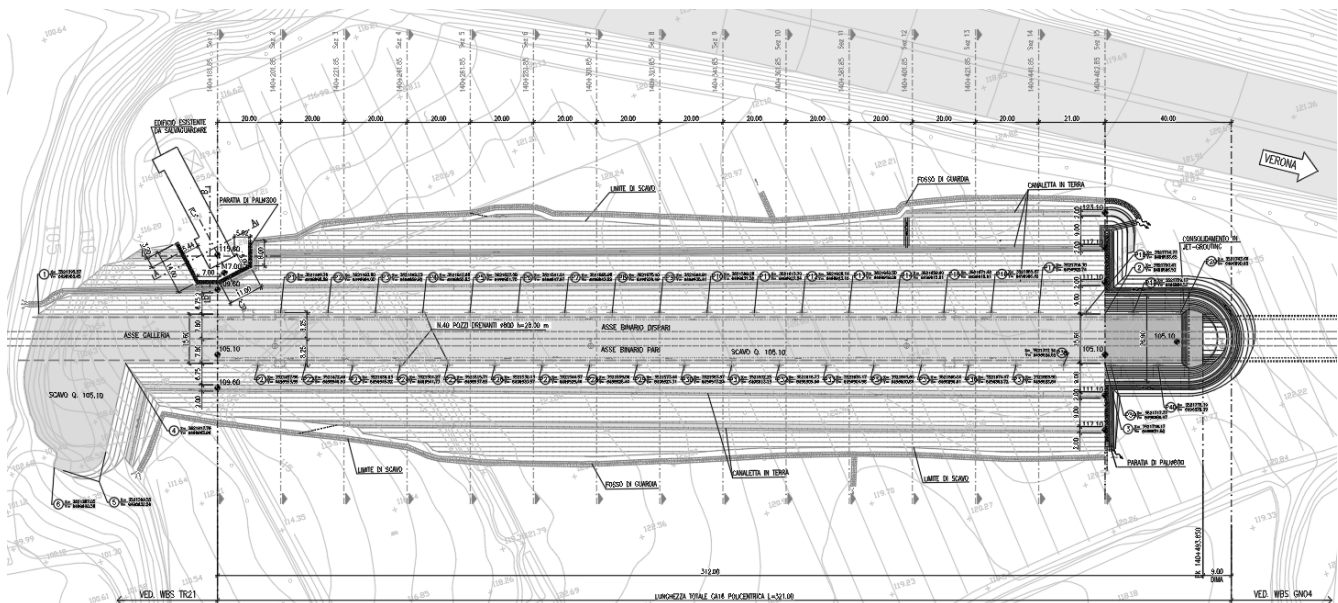
La galleria artificiale GA16 è situata sul terrazzo fluviale in sponda sinistra del Fiume Tione, e interessa terreni sabbioso limosi e sabbioso limosi con ghiaia intercalati da livelli di limo o limo argilloso. I materiali interessati sono dunque caratterizzati da una sensibile presenza di fini, che può anche superare il 50% in peso dei terreni.

La quota della falda risulta piuttosto superficiale con quote comprese tra circa 117 e 122 m slm per quanto riguarda i valori minimi e massimi misurati. La quota della falda massima risulta sempre superiore alla quota di chiave di calotta, pertanto deve essere debitamente tenuta in conto sia per il calcolo della struttura della galleria artificiale sia per la stabilità degli scavi provvisori.

Per un maggior dettaglio relativo alle condizioni geotecniche presenti in sito e alle proprietà dei terreni interessati, si rimanda alla relazione geotecnica.

## 4.2. Scavi e opere provvisionali

Nello stralcio planimetrico in Figura 4.2 si presentano gli interventi e le opere necessarie per il raggiungimento dei piani di scavo per la realizzazione della galleria artificiale San Giorgio in Salici ovest.



**Figura 4.2 – Planimetria di scavo galleria artificiale San Giorgio ovest.**

Gli scavi sono realizzati senza sostegni dalla progressiva 140+181.85 fino alla progressiva 140+462.85 ca., ad eccezione del tratto in corrispondenza del fabbricato alla progressiva 140+180 circa. La geometria dello scavo è su banche di altezza di 6 m e con pendenza 2:3 e raggiunge una altezza massima di circa 18.90 m. Perimetralmente agli scavi è presente un fosso di guardia per la raccolta delle acque meteoriche esterne.

Alla progressiva 140+462.85 ca., in corrispondenza delle opere relative all'imbocco della galleria naturale, saranno realizzate due paratie provvisionali poste ortogonalmente rispetto all'asse della galleria, che si rendono necessarie per garantire continuità tra le opere di imbocco stesse e gli scavi della galleria artificiale. Le due partire della lunghezza di circa 19 m si sviluppano a destra del binario pari e a sinistra del binario dispari in corrispondenza delle opere di sostegno relative all'imbocco della galleria naturale e si rendono necessarie per sostenere il terreno al termine dello sbancamento a cielo aperto.

La paratia provvisoria alla progressiva 140+462.85 ha un'altezza libera massima di 9.5 m, e sarà costituita da pali del diametro di 800 mm a passo 1 m, con lunghezze di 18, 14 e 10 m. La paratia di pali che raggiunge la profondità maggiore sarà contrastata da un ordine di tiranti a 4 trefoli, mentre gli altri due tratti di paratia saranno realizzati senza ancoraggi. Nel tratto tirantato la trave di ripartizione sarà costituita da due profilati metallici HEB 180. I pali verranno solidarizzati in testa mediante la realizzazione di una trave di collegamento delle dimensioni 1.0 m x 0.6 m (base x altezza). In Figura 4.3 è riportata una vista in pianta della paratia provvisoria di pali, e in Figura 4.4 la relativa sviluppata.



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RO GA 160 0 002

Rev.  
A

Foglio  
9 di 20

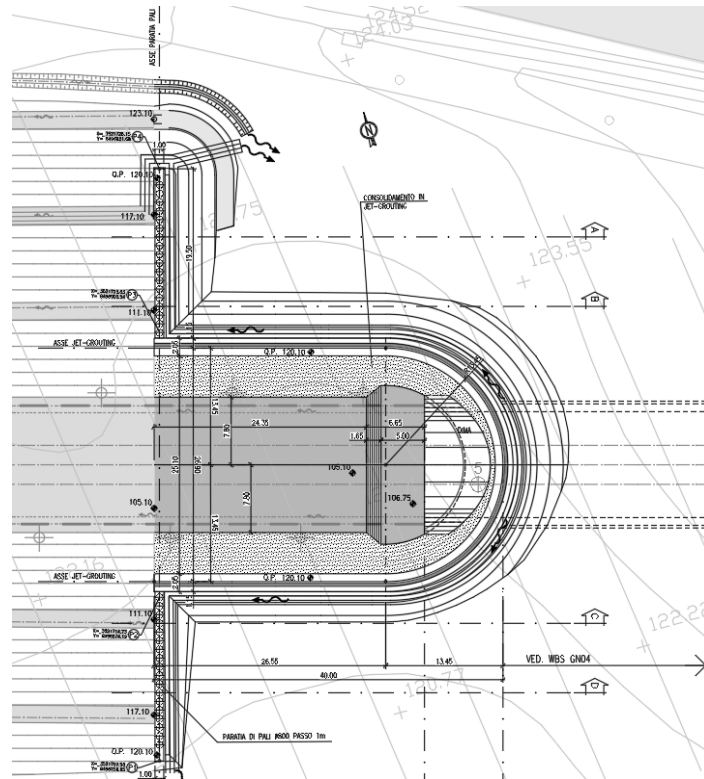


Figura 4.3 – Vista in pianta della paratia alla progressiva 140+462.85.

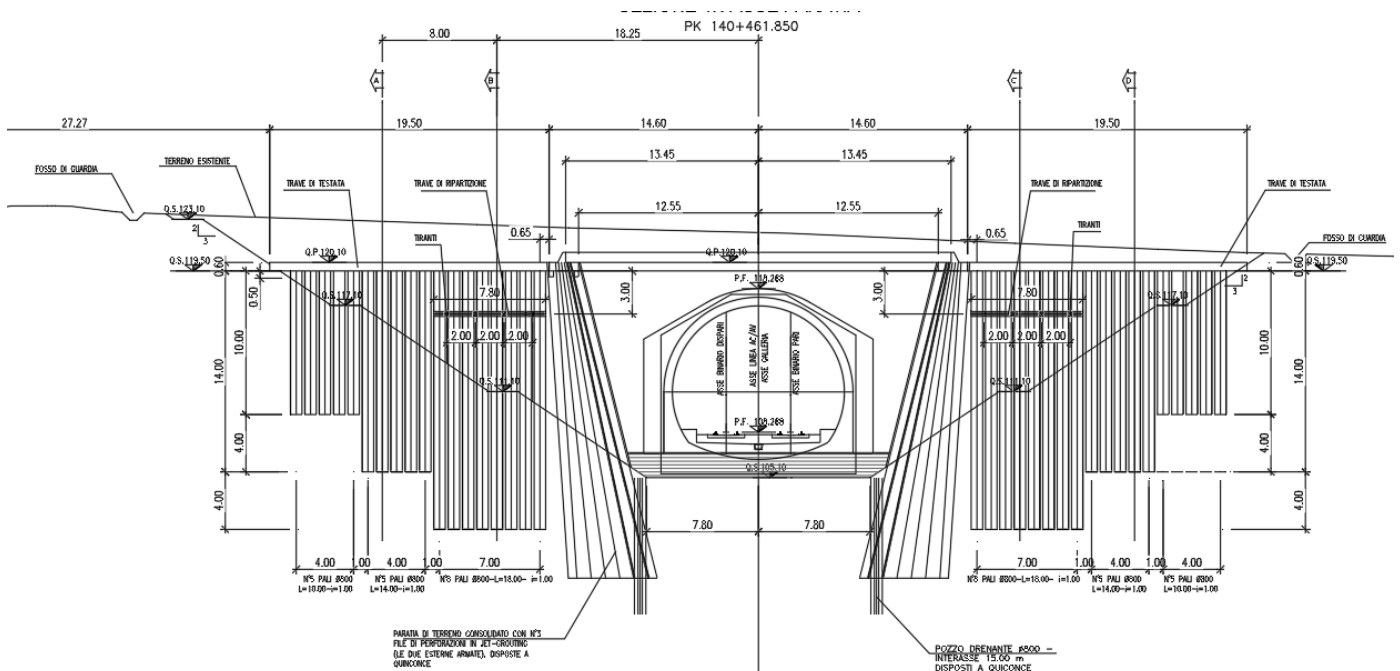


Figura 4.4 - Sviluppata della paratia alla progressiva 140+462.85.

Alla progressiva 140+180 ca. si rende inoltre necessaria un'ulteriore paratia provvisoria per preservare l'edificio civile interferente con gli scavi a cielo aperto. La paratia si sviluppa attorno alla parte di edificio interessata per una lunghezza complessiva di circa 40 m, la massima altezza libera risulta essere di circa 7 m.

La paratia sarà costituita da pali trivellati del diametro di 800 mm e passo 1 m, con lunghezze di 8 e 14 m. I pali verranno solidarizzati in testa mediante la realizzazione di una trave di collegamento delle dimensioni 1.0 m x 0.6 m (base x altezza). In Figura 4.5 è riportata la vista in pianta e la sviluppata della paratia provvisoria di pali a salvaguardia dell'edificio da preservare.

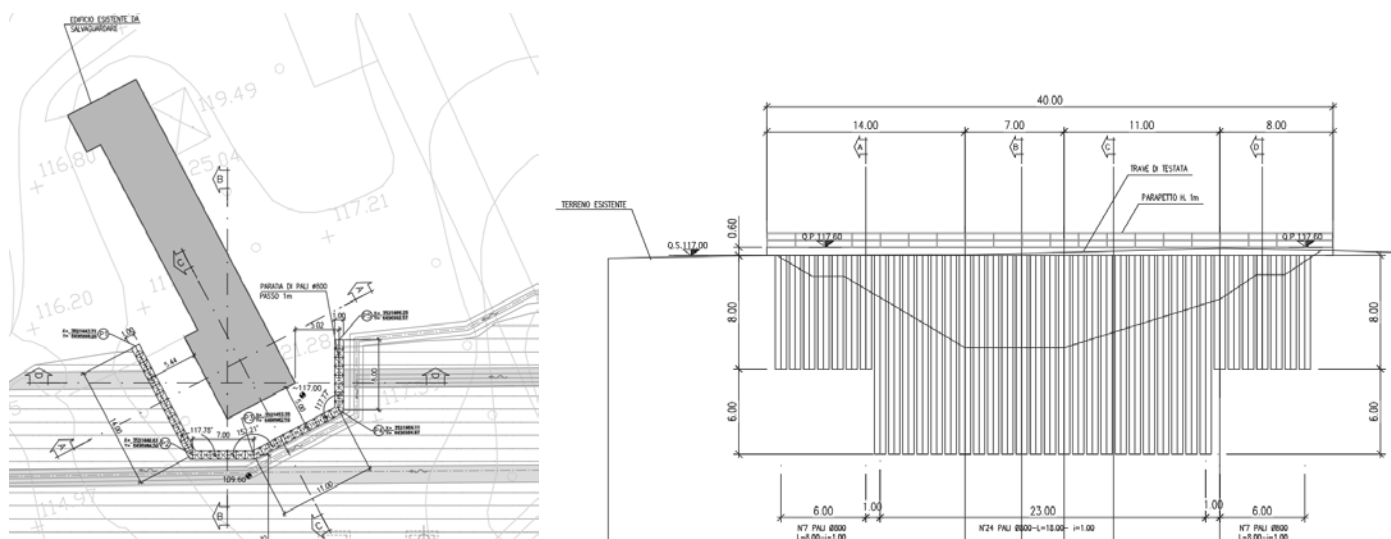


Figura 4.5 – Vista in pianta e sviluppata della paratia provvisoria di pali alla progressiva 140+180 ca.

### 4.3. Galleria artificiale

La galleria artificiale San Giorgio in Salici ovest (GA16) costituisce il tratto di approccio sul lato ovest alla omonima galleria naturale ed è compresa circa tra le progressive 140+181.85 e 140+502.85 per una lunghezza di 321 m. Il tratto finale della galleria artificiale, in corrispondenza della galleria naturale, si sviluppa per 9 metri all'interno del tratto protetto dalla dima di attacco della galleria naturale.

Planimetricamente la galleria è posta in rettilineo con pendenza longitudinale pressoché nulla, la quota di chiave della calotta è posta ad una profondità massima di 3 m dal piano campagna nella configurazione finale di ritombamento. La sezione tipo adottata è a singola canna a doppio binario con asse rettilineo.

È prevista una sola tipologia di altezza interna pari a 10.69 m, ovvero 8.8 m dal piano del ferro all'intradosso della calotta superiore. La sezione trasversale presenta una sagoma policentrica, con forma pressoché circolare e con fondazione a platea, il cui profilo interno coincide con la sagoma interna della galleria naturale in prosecuzione (GN04).

In Figura 4.4 è riportata la sezione tipo prevista per l'intero tratto della galleria artificiale e in Figura 4.5 e Figura 4.6 sono riportate le sezioni in corrispondenza delle nicchie tecnologiche presenti nei conci 1 e 10.



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RO GA 160 0 002

Rev.  
A

Foglio  
11 di 20

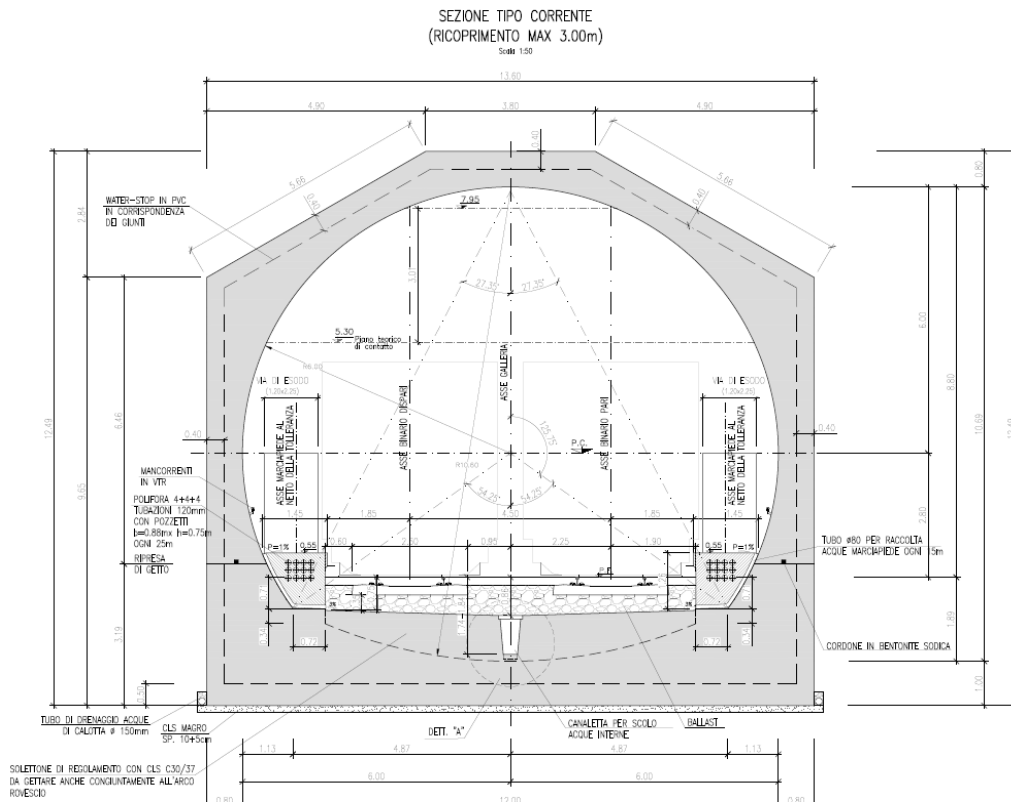


Figura 4.6 – Sezione tipo della galleria artificiale GA16.

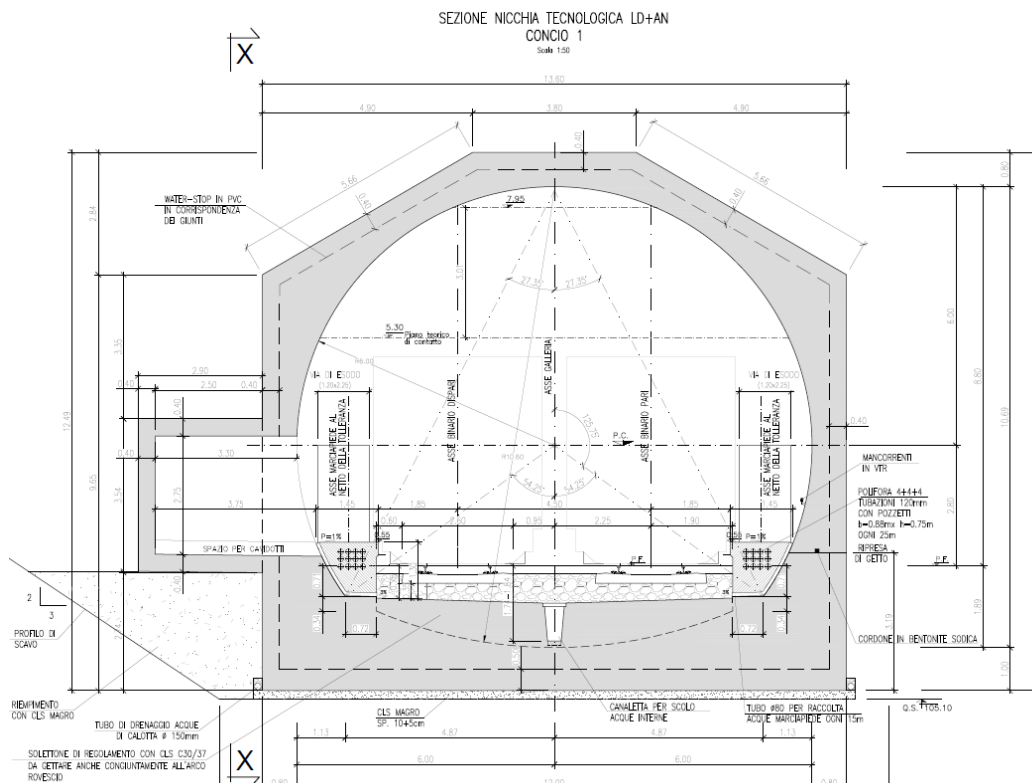
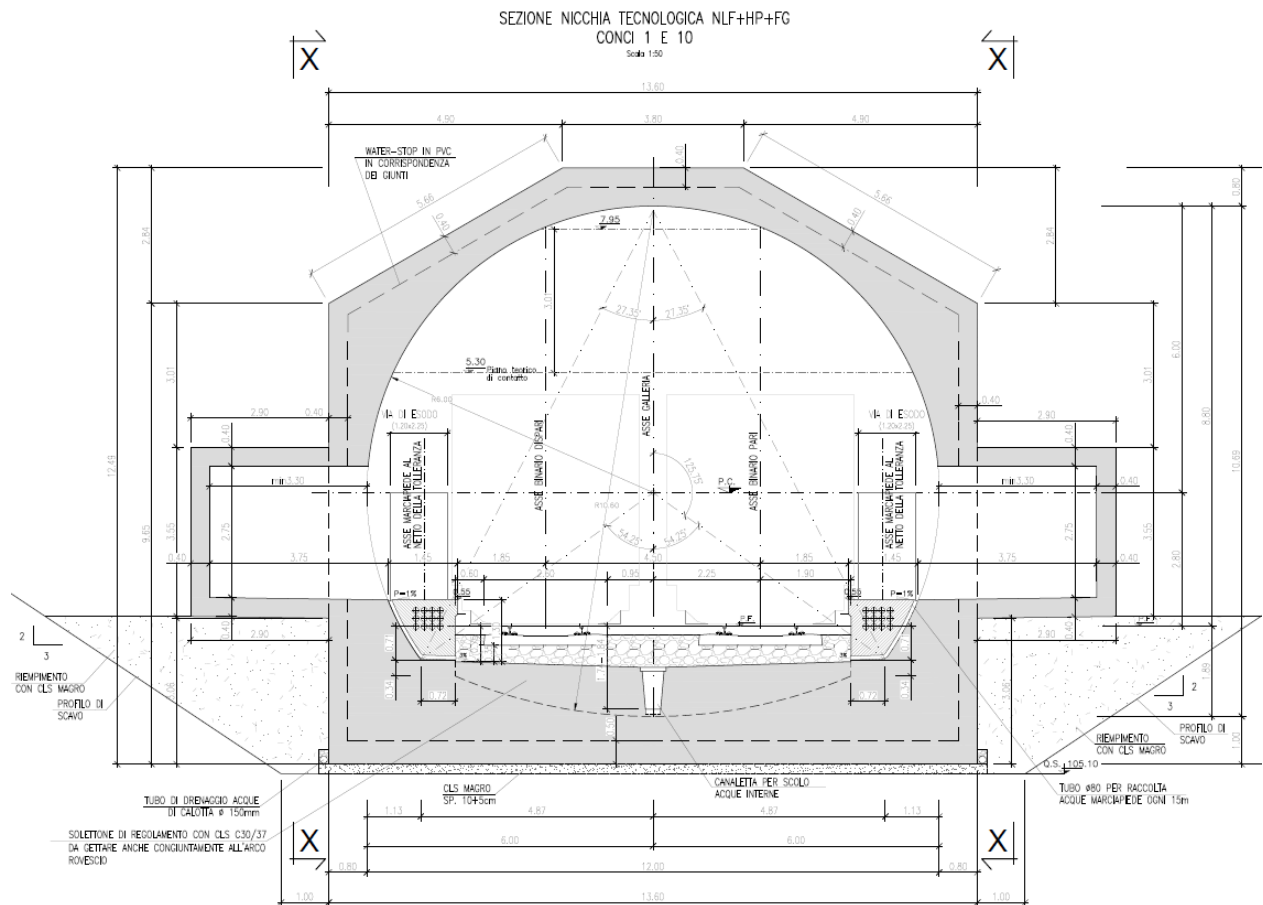


Figura 4.7 - Sezione tipo della galleria artificiale GA16 con nicchia LD+AN.



**Figura 4.8 Sezione tipo della galleria artificiale GA16 con nicchie NLF+HP+FG.**

La struttura è interamente realizzata in c.a. mediante getto in opera, in seguito alla realizzazione dello scavo a cielo aperto. In totale è prevista la realizzazione di 26 conci con lunghezze di 12,5, 10 e 9,5 m. Inoltre è previsto un ulteriore concio nel tratto finale, in corrispondenza della dima d'attacco della galleria naturale, che sarà in comune con il concio del primo campo della galleria naturale, in modo da evitare la realizzazione di un giunto in corrispondenza del passaggio tra la galleria artificiale e la naturale.

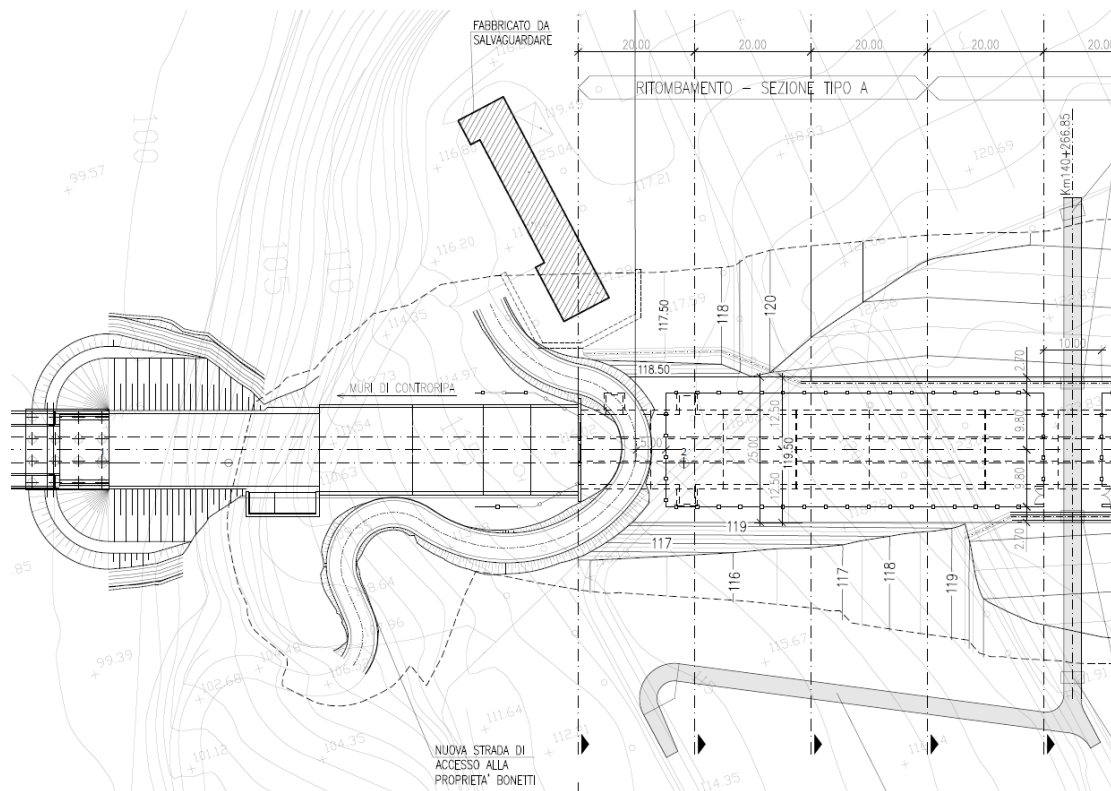
Lungo lo sviluppo della galleria sono presenti due coppie di nicchie tecnologiche (NFL + HP + FG) alle progressive 140+200,60 e 140+408,10, rispettivamente nei conci 1B e 10A, ed una nicchia LD + AN alla progressiva 140+188,10 sul lato Binario Pari nel concio numero 1A.

L'impermeabilizzazione della galleria è eseguita con una doppia guaina in PVC dello spessore di 2 mm e con l'inserimento di waterstop in corrispondenza dei giunti strutturali. In tutte le riprese di getto, sia verticali che orizzontali, dovrà inoltre essere inserito un cordone bentonitico espansivo.

#### 4.4. Interferenze lungo il tracciato

Lungo il tracciato della galleria artificiale, i primi sei conci (1A, 1B, 2A, 2B, 3A e 3B) interferiscono a piano campagna con delle strade poderali, la cui viabilità è limitata all'uso esclusivo per l'accesso ai fondi agricoli. La viabilità presente verrà ripristinata una volta completato il ritombamento dell'opera.

Inoltre la realizzazione delle opere della successiva WBS TR21 interferisce con la strada di accesso all'edificio alla progressiva 140+180 circa. Tale strada di accesso verrà ripristinata come in Figura 4.9 al di sopra del primo concio della galleria artificiale, una volta completato il ritombamento.



**Figura 4.9 – Ripristino della viabilità esistente relativa alla strada di accesso all'edificio alla progressiva 140+180 ca. e alle strade poderali in corrispondenza dei conci 1A e 1B della galleria artificiale.**

Per garantire l'accessibilità all'edificio durante la realizzazione delle opere, le fasi esecutive saranno le seguenti:

- Realizzazione della paratia di pali alla progressiva 140+180 ca., per preservare l'edificio stesso;
- Realizzazione degli scavi relativi alla galleria artificiale GA16;
- Realizzazione dei conci 1 e 2 della galleria artificiale;
- Ritombamento e sistemazione finale del concio 1;
- Realizzazione della nuova viabilità di accesso all'edificio, di ripristino alla esistente;
- Realizzazione delle opere relative alla WBS TR21 e conseguente interruzione dell'accesso esistente.



Infine circa in corrispondenza del concio 13B è presente un'interferenza con un canale irriguo consortile costituito da una tubazione interrata che dovrà essere ripristinata nella sua posizione originale al termine dei lavori di realizzazione della galleria artificiale.

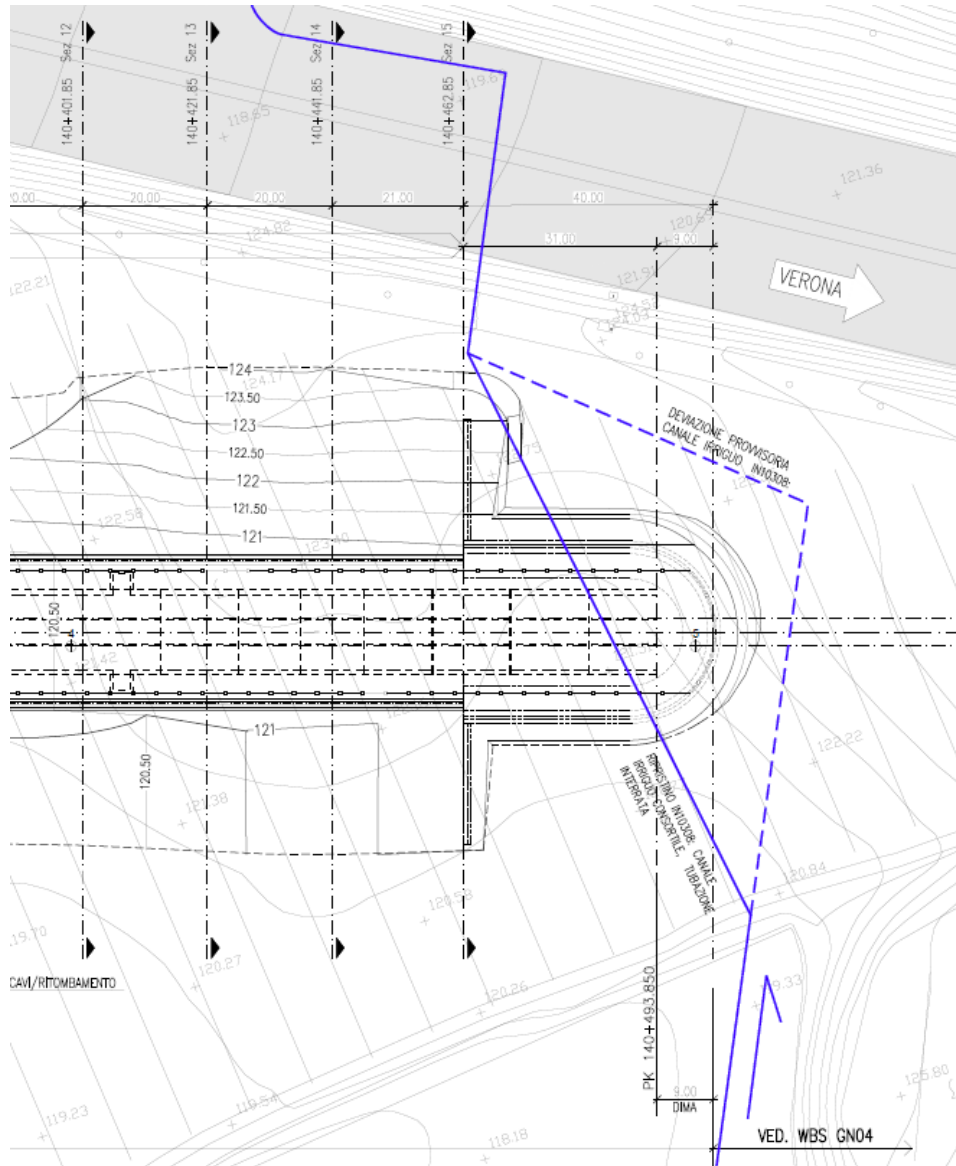


Figura 4.10 – Interferenza con il canale consortile interrato in corrispondenza del concio 13B.

## 5. ASPETTI IDRAULICI

### 5.1. Smaltimento acque interne di piattaforma

Il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma della galleria San Giorgio in Salici, prevede una direzione naturale di scorrimento con verso costante da est ad ovest, ma con pendenze molto ridotte nei tratti corrispondenti alla GA16 e alla GN04 in termini di pendenza della livelletta del piano ferro. In particolare le pendenze del p.f. per i tre tratti sono:

- Tratto GA17 (est): pendenza 0,460%
- Tratto GN04: pendenza 0,023%
- Tratto GA16 (ovest): pendenza 0,023%

Le pendenze della galleria naturale e della galleria artificiale ovest risultano quindi insufficienti per il corretto funzionamento a gravità del sistema di smaltimento costituito dalla canaletta di drenaggio prefabbricata.

Per questo motivo viene introdotta una soluzione a gravità con posizione variabile della canaletta di drenaggio delle acque al di sotto del ballast nei tratti della GN04 e della GA16, sfruttando per questo scopo lo spazio di riempimento in arco rovescio.

DETTAGLIO "A"  
(POSIZIONE VARIABILE CANALETTA PER SCOLO ACQUE)  
Scala 1:20

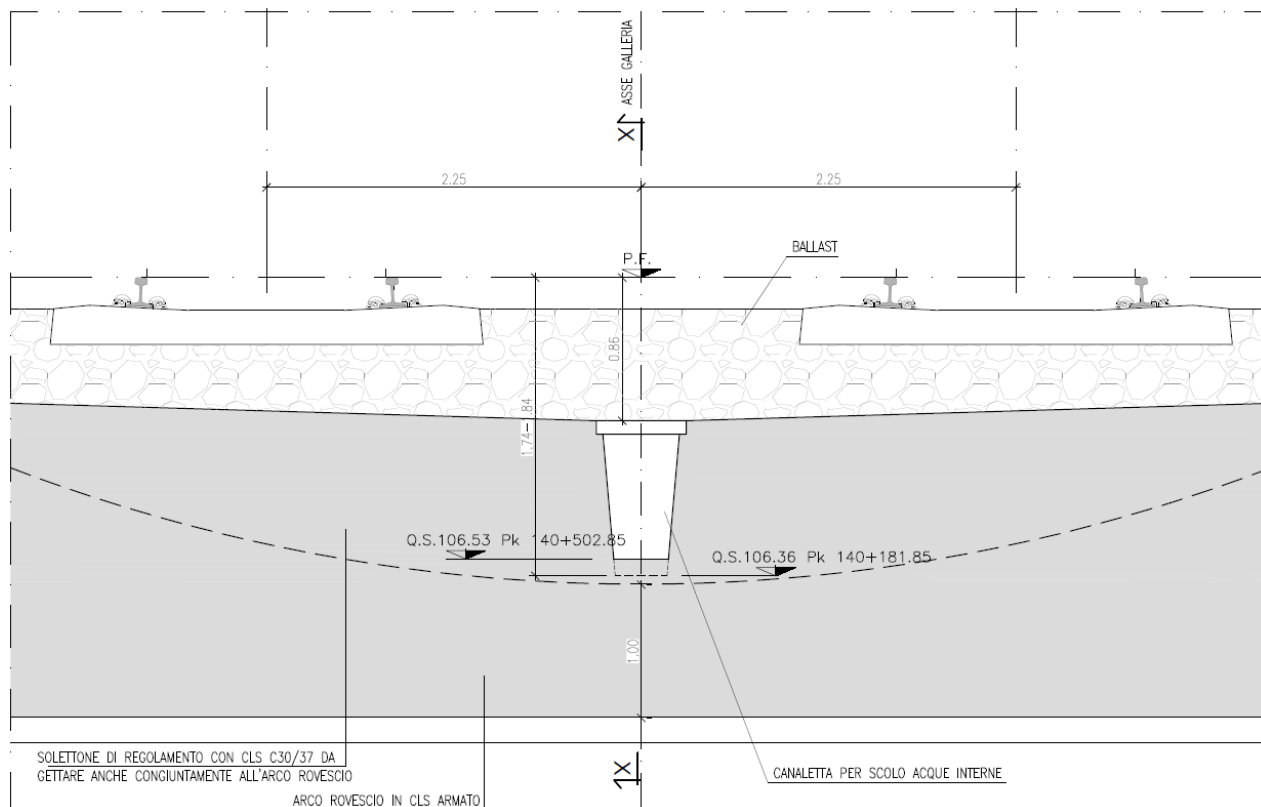


Figura 5.1 – Particolare della canaletta di smaltimento acque con posizione variabile.

La canaletta di drenaggio ottenuta come un risparmio all'interno del getto di riempimento dell'arco rovescio in calcestruzzo, di forma trapezoidale, ha dimensioni interne pari a 0.46 m nel punto più alto e 0.31 m nel punto più basso per un'altezza variabile tra 0.75 m e 0.85 m, ed è posizionata nella zona centrale della sezione della galleria.

Il sistema idraulico di smaltimento delle acque di piattaforma della galleria San Giorgio è strutturato, come descritto negli elaborati della sezione specifica, in modo tale da non consentire la connessione idraulica delle canalette di smaltimento tra il tratto all'aperto e la galleria artificiale in corrispondenza dell'imbocco est. Nella transizione tra la TR22 e la GA17 è infatti previsto uno scarico verso l'esterno, nel quale le acque provenienti dal tratto di approccio compreso tra la Pk 143+573 e la Pk 143+840, verranno intercettate da un impianto di sollevamento posto in prossimità dell'imbocco stesso.

Il sistema complessivo GA17 -> GN04 -> GA16 quindi è organizzato in modo da raccogliere soltanto le acque di scolo dalla piattaforma e dai marciapiedi che possono percolare dai convogli in ingresso. Tali contributi generano portate in assoluto molto basse.

Il sistema sarà in grado comunque di convogliare verso l'esterno anche eventuali liquidi presenti in galleria dovuti a sversamenti accidentali all'interno della stessa.

La transizione in uscita dalla GA16 alla TR21 invece garantisce la connessione con il sistema di smaltimento delle acque meteoriche nel tratto protetto all'aperto.

Le pendenze della canaletta centrale assumono quindi in generale valori diversi rispetto alla livelletta ferroviaria, ed in particolare:

- Tratto GA17: pendenza 0,46 %, con distanza PF – QS (quota scorrimento) pari a 124 cm, costante
- Tratto GN04: pendenza 0,06 % con distanza PF – QS (quota scorrimento) variabile tra 124 cm e 174 cm;
- Tratto GA16: pendenza 0,06 % con distanza PF – QS (quota scorrimento) variabile tra 174 cm e 184 cm;

La canaletta del drenaggio interno della galleria è dotata di un coperchio carrabile cieco e ogni 15 metri è posizionato un tratto di copertura grigliato della lunghezza di 1 m, tramite i quali avviene l'alimentazione della canaletta stessa.

In prossimità delle griglie di raccolta acqua della canaletta, e in corrispondenza dei marciapiedi laterali, sono posizionati i tubi di drenaggio da 80 mm per la raccolta delle acque dei marciapiedi. Questi tubi, anch'essi con interasse di 15 m, convogliano l'acqua dei marciapiedi e la scaricano sul massetto di riempimento che a sua volta è conformato in modo da convogliare l'acqua presente verso la canaletta di drenaggio. Il pavimento delle nicchie è leggermente inclinato verso il piano del ferro, così da poter convogliare tutte le acque all'interno di pilette poste accanto ad ogni marciapiede il quale ha a sua volta pendenza in direzione contraria rivolta verso l'esterno lungo tutta la galleria.

In questo modo le acque interne vengono convogliate verso l'imbocco della galleria artificiale ovest e successivamente nel sistema di smaltimento della trincea protetta TR21.

Il drenaggio delle acque di calotta, necessario essendo la galleria sotto falda, verrà gestito in modo indipendente tramite due tubazioni fessurate in PVC da 150 mm. Le tubazioni drenanti sono disposte alla base del sistema di impermeabilizzazione della calotta e lungo tutto lo sviluppo dei piedritti laterali, in corrispondenza dell'estradosso dei conci (al di fuori dell'impronta della galleria), e di qui direzionati lungo lo sviluppo longitudinale della galleria fino all'uscita dai portali del tratto in artificiale.

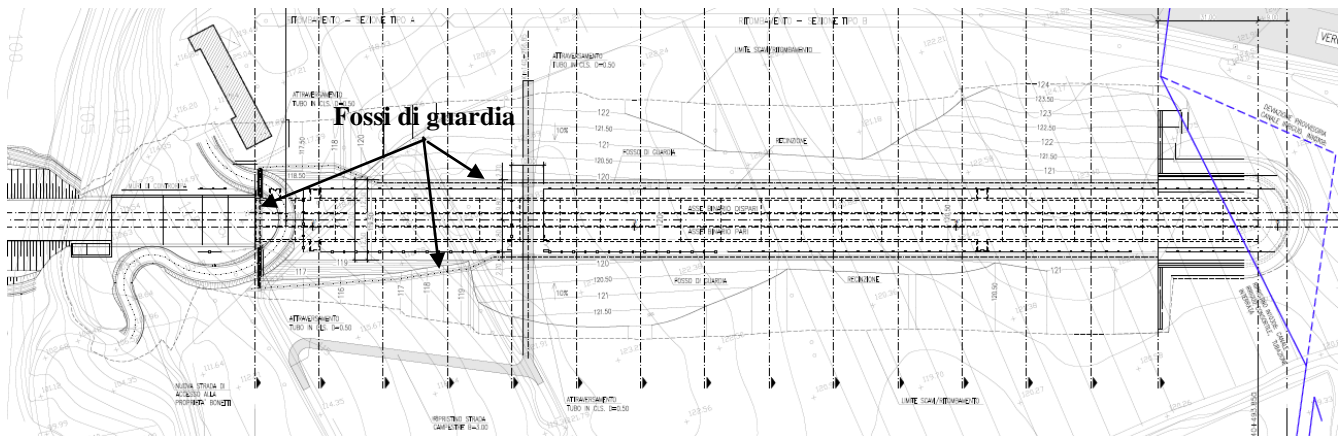
A differenza di altri sistemi di drenaggio previsti in altre gallerie del lotto, in questo caso si è preferito non prevedere tubi di scarico del drenaggio esterno verso la canaletta centrale sotto ballast, e pozzetti di ispezione delle tubazioni, per evitare di creare situazioni di discontinuità nel rivestimento definitivo, essendo la galleria sotto falda.

I due sistemi di drenaggio, delle acque di piattaforma interne e delle acque di calotta, risultano quindi totalmente indipendenti.

## 5.2. Regimentazione delle acque esterne

Nella configurazione finale è prevista la realizzazione di due fossi di guardia planimetricamente posizionati lungo l'intero sviluppo della galleria artificiale sul lato destro e sinistro di quest'ultima, come indicato in Figura 5.2. La finalità dell'intervento è quella di agevolare l'evacuazione delle acque meteoriche in questo tratto che presenta in gran parte una geometria concava del ritombamento finale, e quindi di evitare possibili accumuli e ristagni d'acqua in superficie. È inoltre presente un fosso di guardia in corrispondenza del timpano all'imbocco della galleria.

I fossi di guardia avranno uno scarico diretto nel sistema di smaltimento delle acque di piattaforma in corrispondenza della trincea TR21e successivamente conferite al recettore naturale.



**Figura 5.2 – Sistema di drenaggio delle acque esterne nella sistemazione definitiva.**

Durante gli scavi e per tutto il periodo necessario alla realizzazione delle opere verrà invece adottato un sistema di gestione delle acque meteoriche esterne che prevede la realizzazione di un fosso di guardia perimetrale all'intera area e ulteriori canalette di scolo in corrispondenza delle berme dello scavo. Le acque raccolte verranno successivamente convogliate nel sistema di smaltimento della trincea TR21 e successivamente conferite nel recettore naturale.



**Figura 5.3 – Sistema di drenaggio delle acque esterne in fase di scavo.**

Al piede degli scavi, su entrambi i lati, verranno inoltre realizzate delle trincee drenanti in cui verranno posti dei tubi fessurati in PVC del diametro di 150 mm per l'evacuazione delle acque da fondo scavo.

### 5.3. Sistema di abbassamento della falda con pozzi drenanti

La soluzione prevista per l'abbattimento della falda durante le fasi di scavo della trincea a cielo aperto, di realizzazione delle opere provvisorie di sostegno degli scavi e di imbocco della galleria naturale, e di realizzazione della galleria artificiale, consiste nella realizzazione di due file con 20 pozzi ciascuna del diametro di 800 mm, posti esternamente all'ingombro dei piedritti della galleria, aventi una lunghezza di 28 m, ed un interasse longitudinale di circa 15 m e trasversale di circa 16.6 m.

I pozzi di aggotamento sono stati dimensionati per consentire, su tutta l'area di scavo, un abbassamento della falda dalla posizione di soggiacenza massima di progetto ad una quota massima di fondo scavo con un minimo franco di sicurezza pari ad 1 m sotto la quota di fondo scavo.

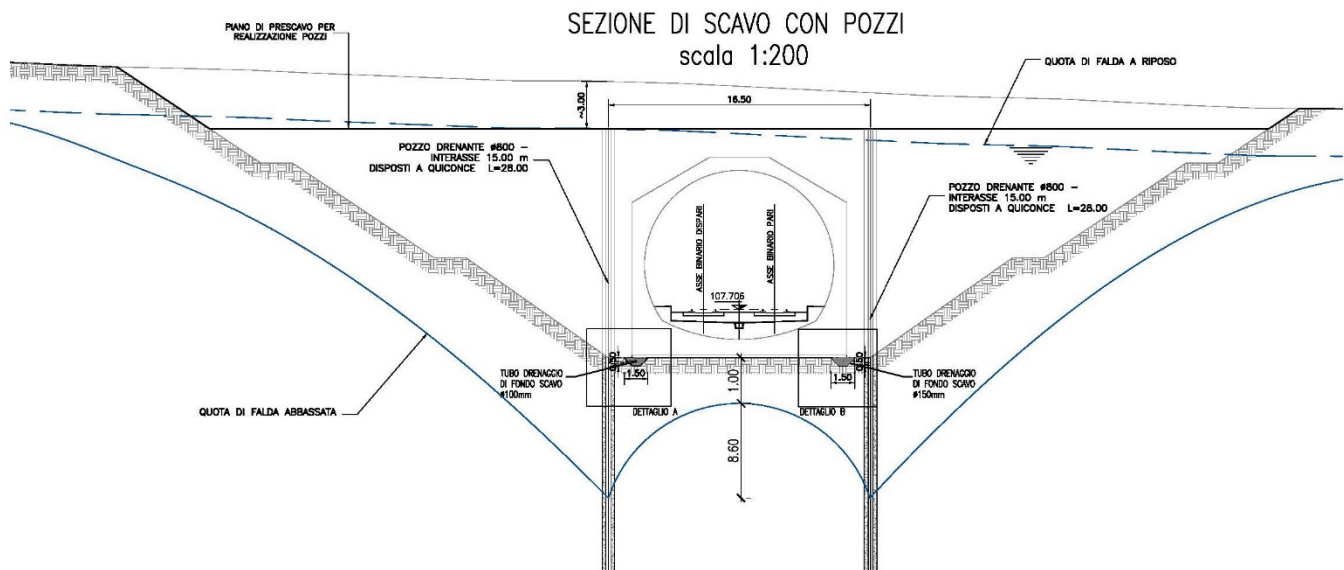
La portata totale da emungere  $Q$  in ciascuna zona è calcolata secondo formulazioni di letteratura illustrate nella relazione specifica, in cui viene considerato l'effetto complessivo della batteria di pali.

Le caratteristiche geometriche di progetto risultanti vengono di seguito elencate:

- portata di aggotamento di ogni singolo pozzo pari a 1.2 l/s;
- diametro pozzo 800 mm;
- lunghezza pozzo 28 m;
- lunghezza filtro 4 m;
- interasse longitudinale dei pozzi ca. 15 m;
- distanza trasversale dei pozzi ca. 16.6 m;
- abbassamento falda 12.9 m;
- raggio influenza singolo pozzo 67 m.



Ne consegue che il cono di depressione generato dal pompaggio, assume la forma riportata in Figura 6-4 con un raggio di circa 67 m, ed un approfondimento della quota idrica all'interno del pozzo rispetto alla quota iniziale della falda pari a 21.5 m, necessario a garantire il fondo scavo asciutto a cui vanno aggiunti i 4 m del filtro per un totale dell'opera di 25.5 m.



**Figura 5.4 – Schema del sistema di dewatering in corrispondenza della galleria artificiale ovest.**

La scelta di porre la lunghezza del pozzo a 28 m è dettata dal fatto di garantire un certo franco per la quota idraulica da ottenere all'interno del pozzo (circa 2.5 m) per il corretto funzionamento delle pompe ad immersione.

Inoltre l'abbassamento idrico interno al pozzo è legato alla permeabilità del terreno, valore questo di difficile precisa determinazione.

## 6. MONITORAGGIO

I monitoraggi previsti nel tratto della galleria artificiale GA16 hanno le seguenti finalità:

- Monitorare la falda e le condizioni idrauliche nell'area degli scavi;
- Valutare gli spostamenti delle opere provvisionali previste e del terreno a tergo di esse;
- Valutare gli spostamenti dovuti agli scavi con particolare riferimento alla possibile interferenza con la scarpata lungo l'autostrada A4.

Di seguito si riportano brevemente i monitoraggi previsti, per una descrizione più dettagliata fare riferimento alla Relazione di monitoraggio.

### 6.1. Monitoraggio della falda

A tal scopo verranno realizzati 6 piezometri alle progressive 140+220, 140+340 e 140+460 circa, in corrispondenza del ciglio su entrambi i lati dello scavo a cielo aperto. I piezometri previsti sono di tipo Casagrande con la cella installata 2 m al di sotto della quota di fondo scavo.

### 6.2. Monitoraggio delle paratie provvisionali

Per quanto riguarda la paratia provvisoria alla pk 140+462 ca., il monitoraggio prevede su entrambi i lati della paratia, a destra e a sinistra della galleria, l'installazione di 3 mire ottiche sulla trave di coronamento in corrispondenza dei tre tratti con diversa lunghezza dei pali, di 2 mire ottiche in corrispondenza della trave di ripartizione nel tratto della paratia tirantata e di una cella di carico toroidale in corrispondenza del tirante più esterno della paratia con la massima altezza di scavo.

È inoltre prevista la realizzazione di due capisaldi topografici a tergo di ogni lato della paratia per monitorare gli spostamenti del terreno in superficie.

Per quanto riguarda la paratia di sostegno in corrispondenza del fabbricato da preservare alla pk 140+180 ca., è prevista l'installazione di 5 mire ottiche sulla trave di coronamento e di 3 capisaldi topografici nel terreno a tergo della paratia. Sull'edificio attiguo verranno inoltre installate ulteriori 12 mire ottiche in corrispondenza della parte prossima agli scavi.

### 6.3. Monitoraggio degli scavi a cielo aperto e della scarpata lungo l'autostrada A4

La trincea di scavo a cielo aperto si estende fino ad una distanza di circa 20 m dal ciglio dell'autostrada A4, risulta dunque necessario predisporre dei monitoraggi al fine di valutare le possibili deformazioni sulla scarpata autostradale indotte dagli scavi. A tal riguardo verranno realizzati 8 caposaldi topografici posizionati parallelamente all'autostrada sulla sommità della scarpata. I caposaldi verranno posizionati tra circa le progressive 140+360 e 140+500, e saranno equispaziati di 20 m.

Verrà inoltre realizzato un inclinometro in prossimità del ciglio degli scavi a cielo aperto alla progressiva 140+440 circa, per monitorare l'eventuale formazione di superfici di scorrimento interne al fronte di scavo. L'inclinometro avrà una lunghezza di 29 m e raggiungerà una profondità di 10 m maggiore rispetto la quota di fondo scavo.