

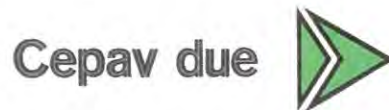
COMMITTENTE:



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 NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03)

PK 115+990.00

Relazione generale

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. Uranta) Data: 06 OTT 2018	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 I 0 3 0 0	0 0 2	A

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data: 21/09/18	
A	Emissione	LUCIA	21/09/18	MERLINI	21/09/18	Data: 21/09/18	
B							
C							

CIG. 751447334A

File: INOR11EE2ROGI0300002A.doc

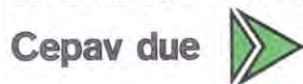


Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

Stampato dal Service di ploggingio ITALFERR S.p.A. ALBA s.r.l.

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 RO GI 030 0 002	Rev. A	Foglio 2 di 18
---------	------------------	-------------	--	-----------	-------------------

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
1.1.	OGGETTO E SCOPO	3
1.2.	BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	3
2.	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	5
3.	NORMATIVE E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO.....	7
3.1.	SPECIFICHE TECNICHE DI RIFERIMENTO.....	7
4.	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	8
4.1.	INQUADRAMENTO GENERALE.....	8
4.2.	OPERE PROVVISORIALI.....	9
4.3.	SEZIONI TIPO STRUTTURALI, GALLERIA ARTIFICIALE	11
5.	ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI	14
5.1.	IMBOCCO LATO MILANO (OVEST) DELLA GALLERIA NATURALE.....	15
5.1.1.	<i>Definizione della stratigrafia di riferimento.....</i>	<i>16</i>
5.1.2.	<i>Andamento della falda.....</i>	<i>17</i>
5.1.3.	<i>Valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici.....</i>	<i>17</i>
6.	FASI ESECUTIVE.....	17

1. INTRODUZIONE

1.1. Oggetto e scopo

Oggetto specifico del documento è la descrizione generale delle opere e degli interventi da realizzarsi per l'imbocco della galleria naturale Lonato lato Milano (GI03) prevista nell'ambito del progetto della linea A.V. – A.C. Torino – Venezia lungo la tratta Milano – Verona.

Tale opera risulta necessaria anche per la realizzazione della galleria artificiale Lonato Ovest GA06 il cui asse pari è compreso tra le progressive 114+565 e 115+990 (lunghezza 1425 m). Essa costituisce il tratto approccio, sul lato Ovest, alla omonima galleria naturale (GN02) e si sviluppa secondo un tracciato affiancato all'autostrada A4 Milano – Venezia. Le due canne della galleria presentano il massimo distanziamento in corrispondenza dell'imbocco del tratto in naturale, mentre diventano un'unica canna sull'uscita Ovest.

1.2. Breve descrizione del progetto

Nell'ambito del tracciato della linea ferroviaria Alta Velocità/ Alta Capacità Milano-Verona, la galleria Lonato, comprende la galleria naturale a doppia canna più lunga della tratta, con una lunghezza complessiva di circa 4.8 km. L'opera complessiva, compresa tra le progressive 114+535 e 122+250 riferite all'asse del binario pari, è suddivisa principalmente in sette parti d'opera distinte (WBS):

- TRINCEA DI APPROCCIO LONATO OVEST (TR04), corrispondente a una trincea di muri ad U, della lunghezza di 30 m, di approccio alla galleria artificiale ovest;
- IMBOCCO LONATO OVEST (GI03), corrispondente ad una paratia di pali tirantata e un consolidamento a tergo delle paratie di uscita della fresa;
- GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06), corrispondente ad una galleria artificiale di lunghezza complessiva pari a 1425 m, con un primo tratto monocanna, a doppio binario, con sezione scatolare, ed un secondo tratto a canne separate con sezione scatolare;
- GALLERIA NATURALE LONATO (GN02), corrispondente ad una galleria naturale a doppia canna a singolo binario, scavata in meccanizzato con lunghezze di 4782 m e 4748 m, tra le progressive 115+990 e 120+772;
- IMBOCCO LONATO EST (GI05), corrispondente ad una paratia di pali tirantata, un consolidamento a tergo delle paratie di uscita della fresa e delle opere di scavo del versante a tergo della paratia;
- GALLERIA ARTIFICIALE LONATO EST (GA07), corrispondente ad una galleria artificiale di lunghezza complessiva pari a 1356 m, con un primo tratto monocanna, a doppio binario, con sezione scatolare, ed un secondo tratto a canne separate con sezione scatolare;
- TRINCEA DI APPROCCIO LONATO EST (TR05), corrispondente a una trincea di muri ad U e una trincea a cielo aperto, della lunghezza di 121 m, di approccio alla galleria artificiale est;

Per quanto concerne l'opera principale costituita dalla galleria naturale, il cui scavo è previsto con l'impiego di una TBM del tipo EPB.

La Galleria Lonato è ubicata poco a sud dell'omonimo abitato di Lonato in adiacenza ad una zona industriale; il tracciato ferroviario interferisce dopo circa 350 m dal primo inizio (nel verso delle progressive crescenti) con l'Autostrada A4 Milano – Venezia, al di sotto della quale dovranno passare le due canne della galleria Lonato con una copertura, rispetto all'autostrada, di circa 10 m.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GI 030 0 002

Rev.
A

Foglio
4 di 18

Il rivestimento della galleria sarà realizzato in conci prefabbricati, che fungono anche da rivestimento definitivo, posti in opera dalla macchina immediatamente dopo ogni fase di avanzamento, ad una ridotta distanza dal fronte.


2. ELABORATI DI RIFERIMENTO

Nel seguito si riporta l'elenco elaborati della WBS GI03, di cui la presente relazione generale costituisce parte integrante:

GI03 - GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO PK 115+990.00

CODICE											DESCRIZIONE
INOR	11	E	E2	R	O	GI	03	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Relazione di confronto PD/PE
INOR	11	E	E2	R	O	GI	03	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Relazione Generale
INOR	11	E	E2	C	L	GI	03	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Relazione di calcolo opere provvisionali
INOR	11	E	E2	C	L	GI	03	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Relazione di calcolo opere provvisionali - allegati numerici
INOR	11	E	E2	R	O	GI	03	0	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Relazione monitoraggio opere all'aperto
INOR	11	E	E2	P	Z	GI	03	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Scavi - Interventi di consolidamento della zona d'imbocco
INOR	11	E	E2	P	9	GI	03	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Sistemazione Definitiva - Planimetria
INOR	11	E	E2	P	9	GI	03	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Scavi - Planimetria
INOR	11	E	E2	F	9	GI	03	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Scavi -Profili longitudinali
INOR	11	E	E2	W	9	GI	03	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Scavi -Sezioni trasversali
INOR	11	E	E2	B	Z	GI	03	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Scavi - Planimetria, sezioni, armatura pista di cantiere
INOR	11	E	E2	P	9	GI	03	0	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Sviluppata paratia (Tav. 1/3)
INOR	11	E	E2	P	9	GI	03	0	0	004	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Sviluppata paratia (Tav. 2/3)
INOR	11	E	E2	P	9	GI	03	0	0	005	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Sviluppata paratia (Tav. 3/3)
INOR	11	E	E2	B	Z	GI	03	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Particolari costruttivi paratie
INOR	11	E	E2	B	Z	GI	03	0	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Armatura pali paratie (Tav. 1/2)
INOR	11	E	E2	B	Z	GI	03	0	0	004	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Armatura pali paratie (Tav. 2/2)
INOR	11	E	E2	P	Z	GI	03	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Planimetria e sezioni monitoraggio paratie e scavi
INOR	11	E	E2	F	9	GI	03	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Sistemazione Definitiva - Profili longitudinali
INOR	11	E	E2	W	9	GI	03	0	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Sistemazione Definitiva - Sezioni trasversali
INOR	11	E	E2	4	T	GI	03	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Tabella materiali
INOR	11	E	E2	B	B	GI	03	0	0	001	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Dima di imbocco e solettone di spinta - Carpenteria 1/2
INOR	11	E	E2	B	B	GI	03	0	0	002	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Dima di imbocco e solettone di spinta - Carpenteria 2/2
INOR	11	E	E2	B	Z	GI	03	0	0	005	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Dima di imbocco e solettone di spinta - Armatura 1/3
INOR	11	E	E2	B	Z	GI	03	0	0	006	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Dima di imbocco e solettone di spinta - Armatura 2/3

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA


ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GI 030 0 002

Rev.
A

Foglio
6 di 18

INOR	11	E	E2	B	Z	GI	03	0	0	007	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Dima di imbocco e solettone di spinta - Armatura 3/3
INOR	11	E	E2	C	L	GI	03	0	0	003	GALLERIA NATURALE LONATO IMBOCCO LATO MILANO (GI03) - PK 115+990.00 - Relazione di calcolo dima di imbocco

3. NORMATIVE E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO

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

3.1. 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 corrispondenza dell'imbocco lato Milano in oggetto è situato nel comune di Lonato e corre parallelamente all'autostrada A4.

La galleria artificiale si pone all'interno dei depositi fluvio-glaciali dell'allogruppo di Lonato e San Giorgio caratterizzati dalla presenza di ghiaie e sabbie, ghiaie e sabbie limose, ghiaia fine con ciottoli, ghiaia grossolana con ciottoli e con presenza di clasti. Le letture piezometriche condotte sui piezometri installati in prossimità di tale zona mostrano come la falda sia prevalentemente situata al di sotto delle quote di fondo scavo o, in alcune tratte di limitata estensione, coincidente o di poco superiore alla quota di fondo scavo.

In Figura 4.1 si presenta una planimetria di imbocco.

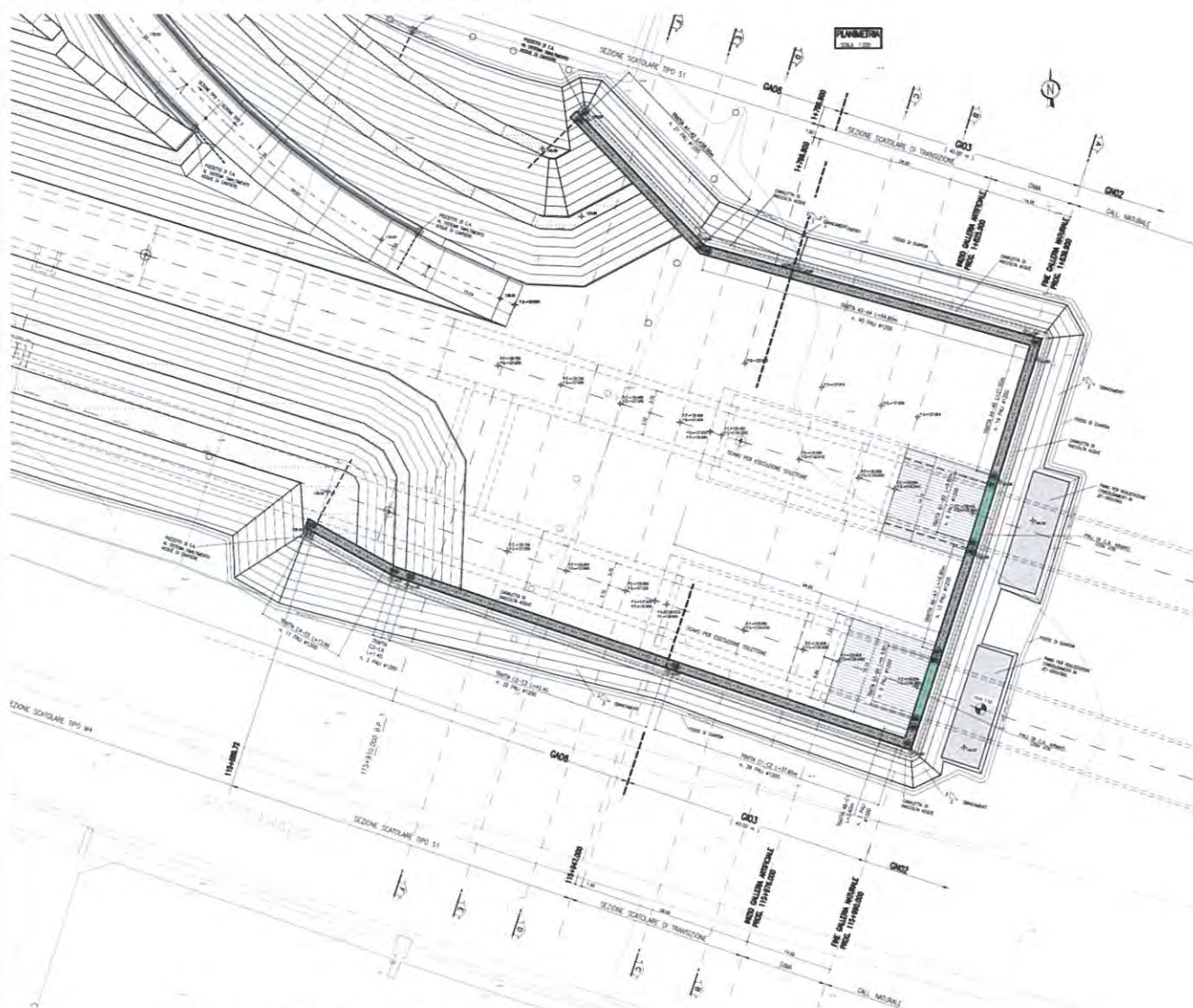


Figura 4.1: Planimetria nella zona di imbocco della galleria naturale lato Milano (GI03)

Le opere ricadenti nella WBS GI03 sono:

- opere di scavo a tergo degli imbocchi;
- consolidamenti in jet-grouting a tergo paratie per entrambe le canne;
- opere di sostegno degli scavi dalla progressiva 115+950 fino a progressiva 115+990 (L=40 m) su entrambe le canne;
- rampa di accesso al piazzale;
- dima di imbocco;
- solettone di appoggio per l'arrivo della fresa.

L'asse pari della galleria Lonato Ovest comincia effettivamente alla progressiva 115+605.00, dopo 14 metri di dima di attacco alla galleria naturale. Il primo concio, lungo 28 metri, presenta una sezione di transizione scatolare di dimensioni variabili, poggiante su un solettone che sarà adoperato anche come base ed elemento di appoggio per la culla della TBM-EPB durante le fasi di arrivo della stessa. Stesso discorso vale per l'asse dispari.

Il concio di transizione scatolare (WBS GA06) ha la funzione di raccordo delle dimensioni interne tra la sezione circolare all'interno della dima (il cui raggio dipende da quello della galleria naturale) e la sezione corrente scatolare monocanna – singolo binario. Dopo tale manufatto la galleria artificiale (WBS GA06) presenta una sezione scatolare monocanna su entrambi i binari.

Dalla progressiva 115+890 circa il binario pari prosegue verso Ovest con una sezione tipo metodo Milano M4. Pertanto lo scavo della galleria avverrà a foro cieco una volta realizzate a cielo aperto le due file di pali e il solettone superiore fino alla progressiva 115+635. Nella stessa zona il binario dispari verrà realizzato con una sezione scatolare a cielo aperto con scavi 3(o)/2(v) e berme intermedie di larghezza 2m ogni 6m di altezza. Per limitare la differenza di spinta tra monte e valle sulla sezione metodo Milano M4 le fasi di costruzione prevedono che verrà realizzata per prima la canna dispari e successivamente verrà realizzata la canna pari.

4.2. Opere provvisionali

Nella parte d'imbocco della galleria naturale e fino alla pk 115+890 circa (canna pari) le opere di sostegno degli scavi saranno costituite da paratie di pali di grande diametro $\phi 1200$ mm a passo 1,4 m di lunghezza variabile da 24 m a 14 m contrastate principalmente con 1 o 2 ordini di tiranti a 4, 5 o 6 trefoli.

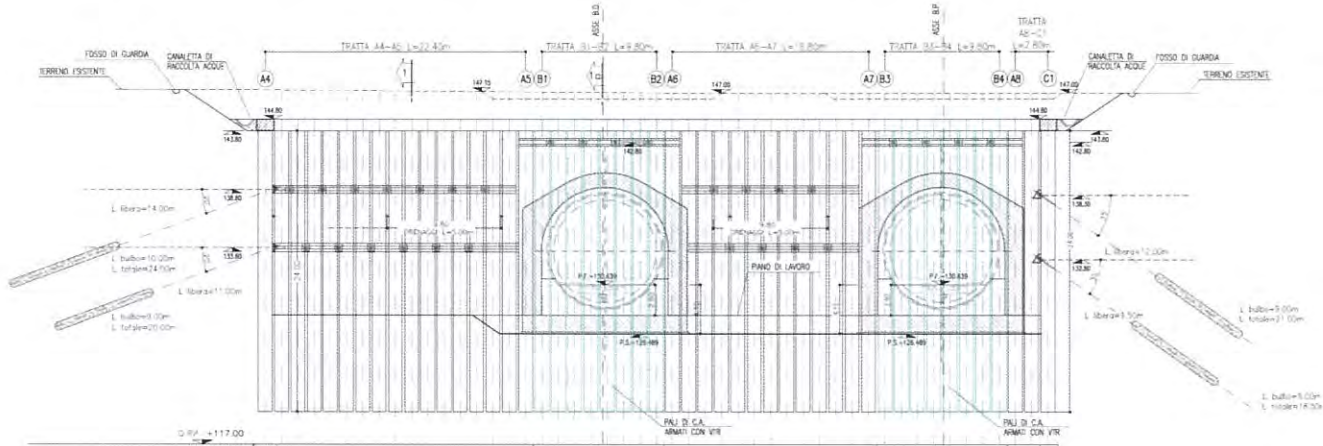


Figura 4.2 – Sviluppata paratia di imbocco

In corrispondenza della zona di uscita della fresa verrà realizzato un tampone in jet grouting a tergo delle paratie costituito da colonne $\phi 1200$ mm con maglia $80\text{cm} \times 80\text{cm}$ di lunghezza massima 16 m fino a circa 11 m di distanza dall'imbocco.

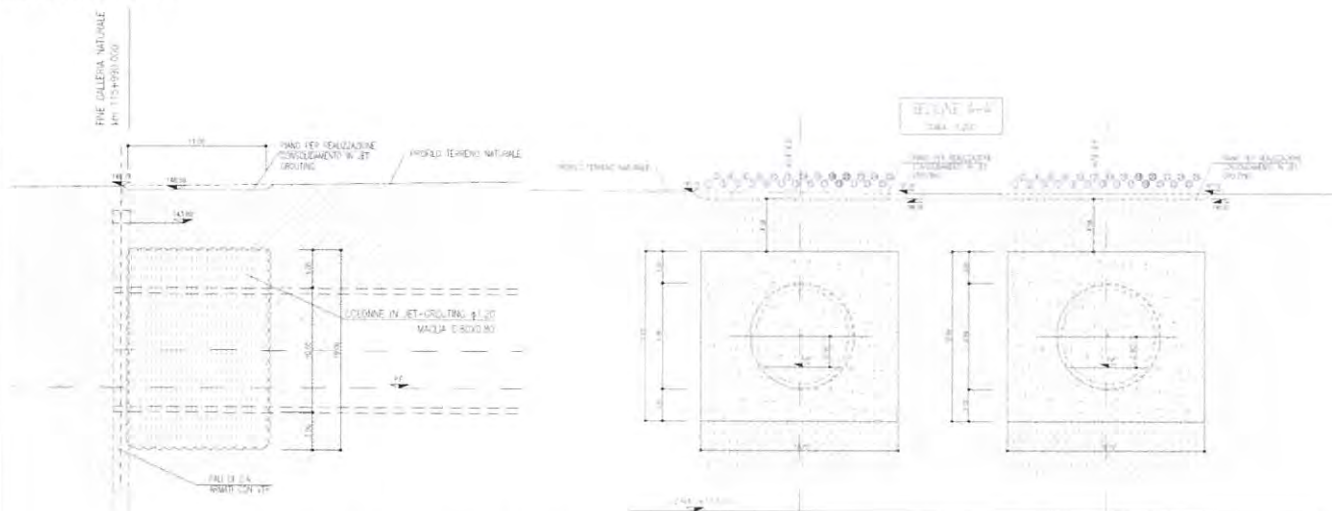


Figura 4.3 – Profilo e sezione del consolidamento in jet-grouting a tergo delle paratie

Al termine dell'esecuzione del consolidamento verrà realizzato lo scavo necessario per il raggiungimento della quota di testa dei pali che avrà pendenza $3(o)/2(v)$ per un'altezza massima di 3,5m. In tale zona verrà realizzato un solo ordine di tiranti a 4 trefoli per evitare interferenze con lo scavo della galleria naturale e le armature dei pali saranno costituite da barre in vetroresina al fine di agevolare l'uscita della fresa.

La paratia lato Sud corre parallelamente all'autostrada A4, in questa zona i tiranti di contrasto delle paratie di pali sono stati previsti inclinati di 35° al fine di non invadere la proprietà autostradale e le travi di ripartizione sono state previste in c.a. continue per tutto il tratto.

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RO GI 030 0 002Rev.
AFoglio
12 di 18

- Dima di imbocco
- Scatolare di transizione
- Sezione scatolare corrente.

La prima di queste opere è parte della WBS GI03 mentre le altre due opere sono parte integrante della WBS GA06.

La zona di transizione, immediatamente successiva alla dima lunga 14m, è costituita da un tratto di sezione scatolare di lunghezza pari a 28 m per entrambi gli assi (separati).

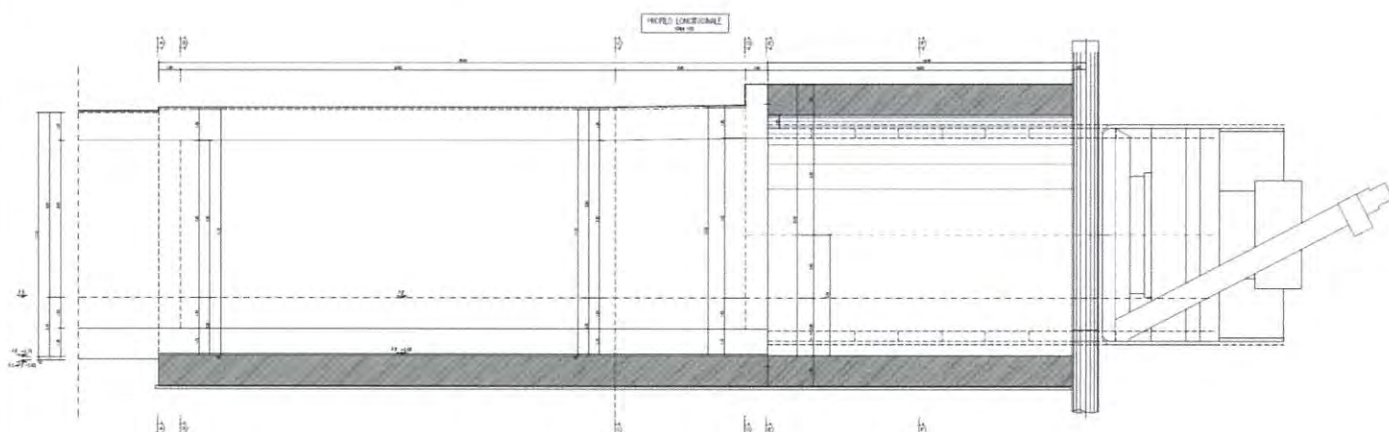


Figura 4.6 - Profilo dima e scatolare di transizione

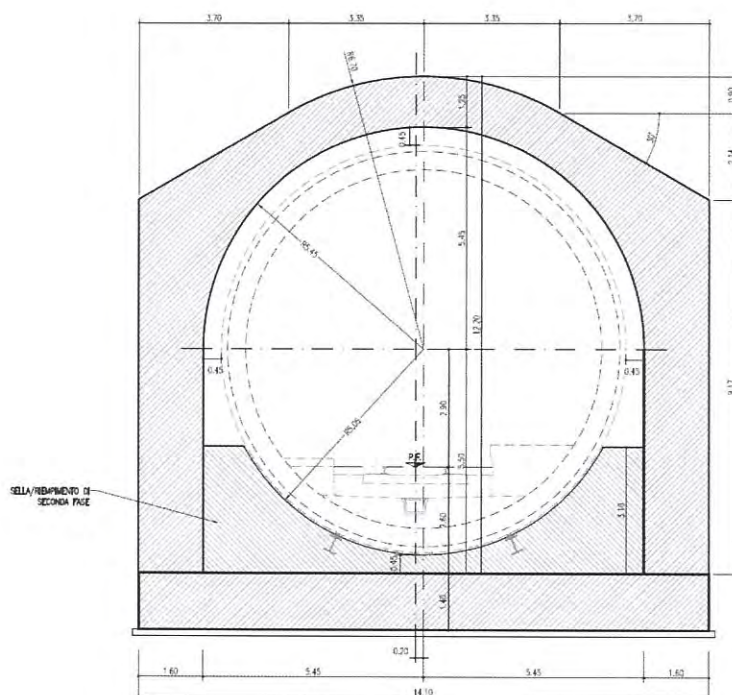


Figura 4.7 - Sezione dima

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GI 030 0 002

Rev.
A

Foglio
13 di 18

In corrispondenza dell'imbocco Ovest si ha l'uscita della fresa e pertanto verrà predisposta una sella metallica su solettone in c.a. per accoglierla.

La dima è una struttura policentrica in c.a. al cui interno saranno installati i medesimi conci della galleria naturale. Il rivestimento esterno della dima ha un spessore di 1,25 m in chiave calotta e 1,60 m sul piedritto mentre il solettone ha uno spessore di 1,4m.

La sezione di transizione (WBS GA06) serve per realizzare il raccordo tra la sezione circolare avente diametro 8,80 m derivante dalla galleria naturale e la sezione scatolare avente luce netta pari a 7,40 m. Tale sezione ha uno spessore sul solettone superiore e sui piedritti di 1,40 m mentre lo spessore del solettone definitivo è pari a 1,15 m.

Tra la dima e lo scatolare di transizione viene posta una sezione di raccordo tra le due denominata "veletta" la cui sezione trasversale è l'unione delle due strutture.

5. ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI

Per la caratterizzazione geologica e geotecnica della galleria Lonato sono state condotte tre principali campagne di indagini geognostiche nel 1992-1994, 2000-2002 e nel 2003-2004 a queste si è aggiunta la campagne condotta nel 2014-2015 per l'esecuzione di sondaggi a supporto del piano di gestione ambientale e del piano di utilizzo terre, e la campagna geognostica integrativa per la progettazione esecutiva svoltasi nel dicembre del 2017.

Durante l'esecuzione dei sondaggi, come riportato nelle precedenti tabelle, sono state eseguite le seguenti indagini:

- prove penetrometriche dinamiche SPT, sia con campionatore sia utilizzando una punta chiusa
- prove di permeabilità Lefranc
- prove pressiometriche Menard
- indagini sismiche cross-hole
- installazione di piezometri a tubo aperto o Casagrande
- analisi granulometriche sui campioni rimaneggiati recuperati

In particolare nei 7 sondaggi eseguiti nella campagna d'indagine geognostica del 2017, AV-LO-CH-01 - 07, sono state condotte sia prove penetrometriche SPT che indagini sismiche cross-hole, con lo scopo di avere maggiori dati per la caratterizzazione dei terreni, dal punto di vista sia della resistenza sia della deformabilità, nelle aree di imbocco, in corrispondenza delle tratte di più alta copertura della galleria naturale, e nella zona del sottoattraversamento dell'autostrada A4. Il piezometro AV-LO-PZ-01 è stato eseguito con lo scopo di comprendere meglio i carichi idraulici a livello della galleria nella zona tra le progressive 118+500 e 119+000 circa, dove potrebbero potenzialmente esserci i carichi idrostatici più elevati.

In Figura 5.1 è riportata l'ubicazione dei sondaggi e delle prove cross-hole eseguite per la campagna geognostica integrativa per la progettazione esecutiva.

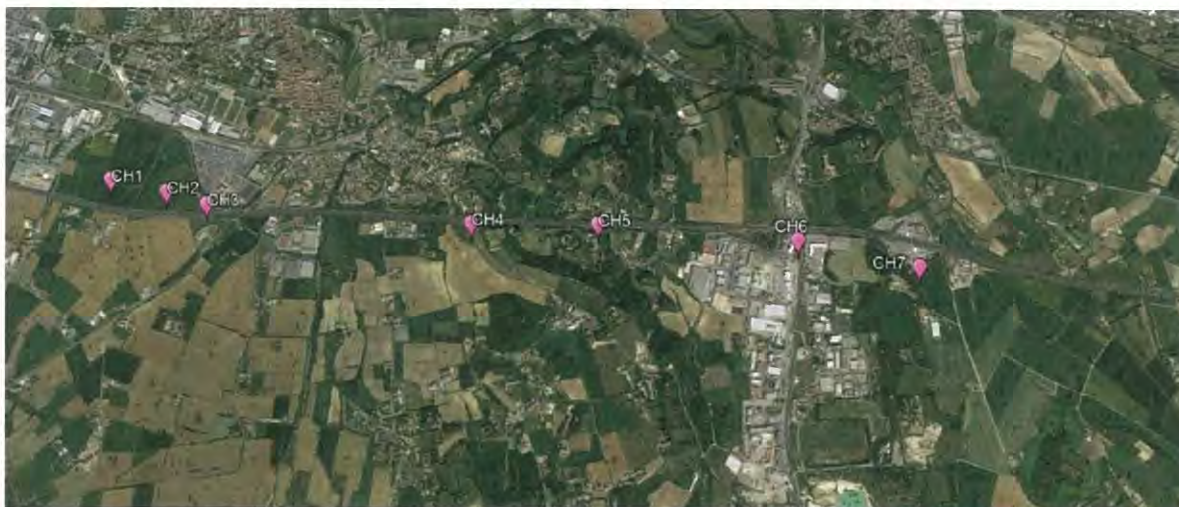


Figura 5.1 – Campagna geognostica integrativa 2017 per la progettazione esecutiva; ubicazione delle coppie di fori di indagine.

In Figura 5.2 si riportano i sondaggi nella zona della galleria Lonato Est utilizzati per la caratterizzazione geotecnica dei terreni.



Figura 5.2- Sondaggi nella zona della galleria artificiale Lonato Ovest

5.1. Imbocco lato Milano (ovest) della galleria naturale

L'imbocco sul lato ovest della galleria naturale Lonato è previsto alla progressiva chilometrica 115+990, tuttavia gli interventi da realizzarsi in corrispondenza dell'imbocco ovest si sviluppano tra le progressive 115+950 e 116+008 circa. In Tabella 5.1 sono riportati i sondaggi utilizzati per la caratterizzazione geotecnica dell'area.

Indagini geognostiche Imbocco lato Milano Galleria Naturale						
Denominazione sondaggio	Campagna	PK [km]	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Lunghezza sondaggio [m]	Distanza asse galleria [m]	Prove / strumentazione installata
S8-XA202G148	2000-2002	115+969	146.40	30.0	5 S	piezometro TA (5 m - 8 m) Lefranc, SPT
AV-LO-CH-01	2017	116+000	147.2	25.0	in asse	SPT, cross-hole

Tabella 5.1 – Indagini geognostiche considerate per la caratterizzazione geotecnica dell'imbocco lato Milano della galleria naturale.

In Figura 5.3 è riportato uno stralcio planimetrico con l'ubicazione dei sondaggi relativamente all'opera da realizzare.

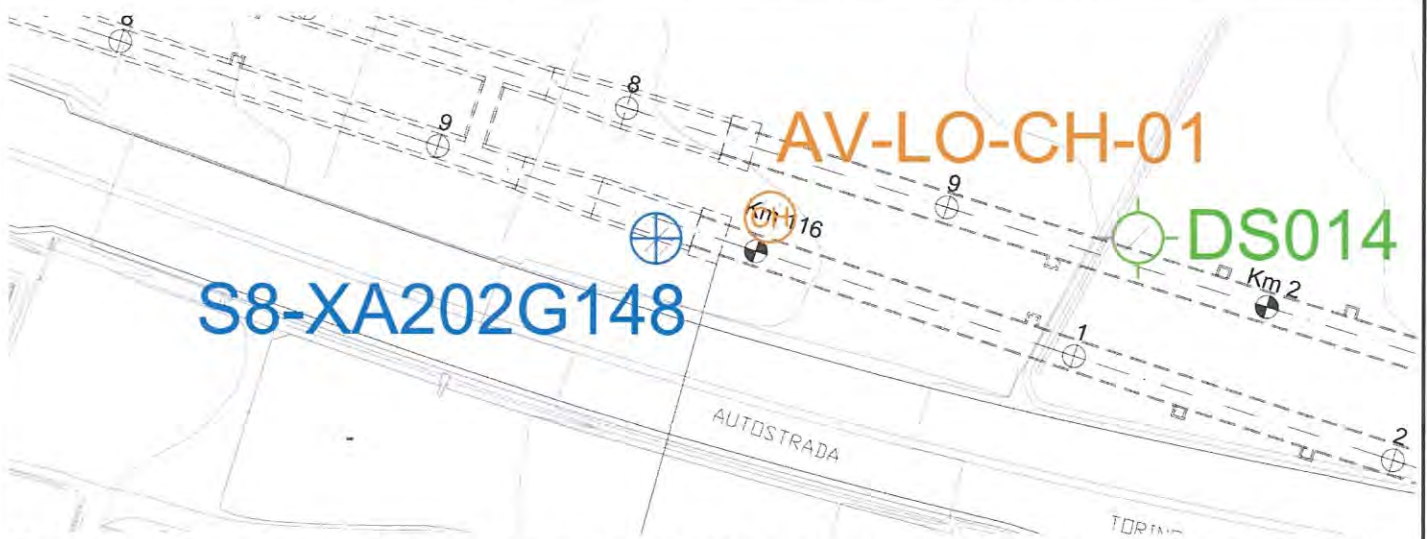


Figura 5.3 – Stralcio planimetrico con l'ubicazione dei sondaggi in corrispondenza dell'imbocco lato Milano della galleria naturale.

5.1.1. Definizione della stratigrafia di riferimento

I due sondaggi eseguiti a carotaggio continuo, S8-XA202G148 e AV-LO-CH-01 hanno raggiunto una profondità rispettivamente di 30 e 25 m dal piano campagna, sufficienti per indagare il sottosuolo fino a circa la profondità di esecuzione delle colonne di jet-grouting previste come opera di sostegno all'imbocco della galleria naturale. In entrambi i sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche SPT e tra il sondaggio AV-LO-CH-01 e una vicina perforazione a distruzione è stata eseguita un'indagine sismica cross-hole.

Le stratigrafie ottenute dai due sondaggi evidenziano una certa variabilità ma risultano comunque coerenti e indicano una decisa prevalenza di ghiaia con sabbia da limosa a con limo per tutta la lunghezza del sondaggio, esclusi i primi 60-80 cm di terreno vegetale.

I materiali risultano essere addensati, e i clasti, composti da diversi litotipi (calcare, arenaria, maiolica, porfido, quarzite), sono poco alterati, con un diametro medio di 3 cm circa e di forma da subarrotondata a subangolosa con bassa sfericità.

Localmente a profondità maggiori di 10 m è stata riscontrata la presenza di strati di sabbia e ghiaia o sabbia ghiaiosa da limosa a con limo. Data la natura dei terreni è possibile inoltre la presenza di trovanti e di livelli decimetrici di materiali con prevalenza di limi e argille.

In Tabella 5.2 è riportata la stratigrafia di progetto relativa alle opere da realizzarsi all'imbocco ovest della galleria naturale.

Strato	Profondità da p.c. [m]	Descrizione stratigrafica
1	da 0 a 1	Terreno vegetale, argilla e limo sabbioso
2	da 1 a 10	Ghiaia addensata con sabbia da limosa a con limo, localmente ciottolosa
3	da 10 a 30	Ghiaia addensata con sabbia da limosa a con limo, localmente sabbia con ghiaia da limosa a con limo

Tabella 5.2 – Stratigrafia di progetto per le opere all'imbocco ovest della galleria naturale Lonato.

5.1.2. Andamento della falda

Il sondaggio S8-XA202G148 è stato attrezzato con un piezometro a tubo aperto con tratto finestrato compreso tra 5 e 8 metri da piano campagna. Tale piezometro non ha mai riscontrato la presenza della falda.

Considerando però che i valori massimi misurati della quota della falda dai due piezometri più vicini a cavallo dell'imbocco, relativi al sondaggio S7-XA202B147 alla progressiva 115+733 e al sondaggio S9-XA202G149 alla progressiva 116+246, sono stati circa di 127.15 m s.l.m. e 131.23 m s.l.m., la quota della falda massima in corrispondenza dell'imbocco può essere valutata pari a circa 129.2 m s.l.m. Cautelativamente la quota della linea piezometrica in questa tratta sarà assunta pari a 129.5 m s.l.m..

5.1.3. Valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici

In conclusione, sulla base delle informazioni reperibili nella relazione geotecnica di Progetto Esecutivo si riporta la caratterizzazione dei terreni per l'opera la galleria Lonato nella zona interessata dalle opere dell'imbocco lato Milano.

Da (m)	A (m)	γ_d (kN/m ³)	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	OCR (-)	K_0 (-)	c'_k (kPa)	ϕ'_k (°)	E_{vc} (MPa)	E_{UR} (MPa)
0	5	20,4	21,5	22,7	1	0,50	0	43,2	283	452
5	10	19,6	20,9	22,3	2	0,78	0	40,4	738	1845
10	15	19,2	20,6	22,0	2	0,78	0	39,3	923	2309
15	20	18,9	21,8	21,8	2	0,78	0	39,4	971	2427
>20		18,9	21,8	21,8	2	0,78	0	39,4	694	1736

Tabella 5.3 – Galleria Lonato, imbocco lato Milano, parametri geotecnici per la progettazione esecutiva delle opere.

6. FASI ESECUTIVE

Di seguito si riportano le fasi esecutive per la realizzazione dell'imbocco lato Milano della galleria Lonato Ovest GA06.

In corrispondenza della zona di uscita della fresa verrà realizzato un tampone in jet grouting a tergo delle paratie costituito da colonne $\phi 1200$ mm con maglia 80cmx80cm di lunghezza massima 16 m fino a circa 11 m di distanza dall'imbocco.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GI 030 0 002

Rev.
A

Foglio
18 di 18

Al termine dell'esecuzione del consolidamento verrà realizzato lo scavo necessario per il raggiungimento della quota di testa dei pali, che avrà pendenza 3(o)/2(v) per un'altezza massima di 3,5m.

La realizzazione della paratia e dello scavo avverranno secondo le seguenti fasi operative:

- 1) preparazione del piano di lavoro per l'esecuzione del tampone in jet grouting ed esecuzione dello stesso;
- 2) scavo fino al raggiungimento della quota di testa dei pali e realizzazione degli stessi;
- 3) realizzazione della trave in c.a. di collegamento in testa pali;
- 4) scavo di sbancamento fino alla profondità di -0.50 m rispetto alla quota del tirante;
- 5) perforazione, posa in opera e pretiro dei tiranti;
- 6) ripetizione delle fasi 4 e 5 per più ordini di tiranti;
- 7) scavo di sbancamento fino alla quota di fondo scavo finale.