

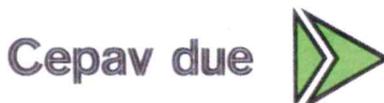
COMMITTENTE:



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 LONATO OVEST (GA06)

DA PK 114+565.00 A PK 115+990.00

### Relazione generale

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio <b>Cepav due</b> <i>Consorzio Cepav due          Il Direttore del Consorzio          (Ing. T. Taranta)</i> 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 0 6 0 0	0 0 2	A

PROGETTAZIONE							IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	
A	Emissione	LUCIA	16/11/2018	<i>MERLUCCI</i>	16/11/2018	16/11/2018	
B							
C							

CIG. 751447334A

File: INOR11EE2ROGA0600002A.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RO GA 060 0 002

Rev.  
A

Foglio  
2 di 37

## 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 .....	10
3.1.	SPECIFICHE TECNICHE DI RIFERIMENTO .....	10
4.	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	11
4.1.	INQUADRAMENTO GENERALE .....	11
4.2.	OPERE PROVVISORIALI .....	12
4.3.	SEZIONI TIPO STRUTTURALI, GALLERIA ARTIFICIALE .....	21
4.4.	BYPASS .....	28
5.	ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI .....	30
5.1.	GALLERIA ARTIFICIALE LATO OVEST (GA06).....	31
5.1.1.	<i>Definizione stratigrafie di riferimento</i> .....	31
5.1.2.	<i>Andamento della falda</i> .....	32
5.1.1.	<i>Valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici</i> .....	33
6.	IDRAULICA .....	34
7.	FASI ESECUTIVE .....	35
7.1.	ZONA DA PK 115+640 A PK 115+890 .....	35
7.2.	ZONA CVF IV30.....	36
7.3.	ZONA FERALPI .....	37
7.4.	ZONA CVF IV42 VIA FACCENDINA.....	37

## 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 GA06.

La galleria Lonato Ovest (GA06), si articola secondo due canne distinte: l'asse dispari è compreso tra le progressive 0+415.093 e 1+839.900 (lunghezza 1425m) mentre l'asse pari si estende tra 114+565.000 e 115+990.00 (lunghezza 1425 m). Essa costituisce il tratto approccio sul lato Ovest, alla omonima galleria naturale (GN02) e si sviluppa secondo un tracciato in affiancamento all'autostrada A4 Milano – Venezia. La galleria si sviluppa su un'unica canna doppio binario per un tratto di lunghezza pari a 325 m dall'uscita Ovest verso Est, dopo tale tratta la galleria si sviluppa a doppia canna le quali presentano il massimo distanziamento in corrispondenza dell'imbocco della galleria naturale.

### 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



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RO GA 060 0 002

Rev.  
A

Foglio  
4 di 37

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 GA06, di cui la presente relazione generale costituisce parte integrante:

Codifica documento	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06)
INOR11EE2F6GA0600001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Profilo geologico e geotecnico
INOR11EE2ROGA0600001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Relazione di confronto PD/PE
INOR11EE2ROGA0600002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Relazione Generale
INOR11EE2CLGA0601001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Relazione di calcolo opere provvisionali
INOR11EE2CLGA0601002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Relazione di calcolo opere provvisionali - allegati numerici
INOR11EE2CLGA0600001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Relazione di calcolo galleria
INOR11EE2CLGA0600002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Relazione di calcolo galleria - allegati numerici
INOR11EE2ROGA0600003	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Relazione di monitoraggio
INOR11EE2CLGA0600003	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Dimensionamento pali gallerie artificiali realizzate con il metodo top-down
INOR11EE2P7GA0600001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Planimetria (TAV. 1/2)
INOR11EE2P7GA0600002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Planimetria (TAV. 2/2)
INOR11EE2F7GA0600001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Profilo longitudinale BP (TAV. 1/2)
INOR11EE2F7GA0600002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Profilo longitudinale BP (TAV. 2/2)
INOR11EE2F7GA0600003	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Profilo longitudinale BD (TAV. 1/2)
INOR11EE2F7GA0600004	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Profilo longitudinale BD (TAV. 2/2)
INOR11EE2P9GA0605001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV. 1/9)
INOR11EE2P9GA0605002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV. 2/9)
INOR11EE2P9GA0605003	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV. 3/9)
INOR11EE2P9GA0605004	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV. 4/9)
INOR11EE2P9GA0605005	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV. 5/9)
INOR11EE2P9GA0605006	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV. 6/9)
INOR11EE2P9GA0605007	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV. 7/9)
INOR11EE2P9GA0605008	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV. 8/9)
INOR11EE2P9GA0605009	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.(TAV. 9/9)
INOR11EE2P8GA0601001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi - Planimetria parte Ovest - Fasi 1 e 2 (Tav. 1/3)
INOR11EE2P8GA0601002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi - Planimetria parte Ovest - Fasi 3 e 4 (Tav. 2/3)
INOR11EE2P8GA0601003	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi - Planimetria parte Ovest - Fasi 5 e 6 (Tav. 3/3)
INOR11EE2P8GA0601004	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi - Planimetria parte Centrale (Feralpi) - Fasi 1 e 2 (Tav. 1/3)
INOR11EE2P8GA0601005	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi - Planimetria parte Centrale (Feralpi) - Fasi 3 e 4 (Tav. 2/3)
INOR11EE2P8GA0601006	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi - Planimetria parte Centrale (Feralpi) - Fasi 5 e 6 (Tav. 3/3)
INOR11EE2P8GA0601007	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi - Planimetria parte Est - Fasi 1 e 2 (Tav. 1/3)

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 RO GA 060 0 002Rev.  
AFoglio  
6 di 37

Codifica documento	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06)
INOR11EE2P8GA0601008	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi - Planimetria parte Est - Fasi 3 e 4 (Tav. 2/3)
INOR11EE2P8GA0601009	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi - Planimetria parte Est - Fasi 5 e 6 (Tav. 3/3)
INOR11EE2P8GA0601012	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi - Planimetria parte Centrale (Feralpi) - Fasi realizzative piazzale (Tav. 1/2)
INOR11EE2P8GA0601013	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi - Planimetria parte Centrale (Feralpi) - Fasi realizzative piazzale (Tav. 2/2)
INOR11EE2W9GA0601001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi di prima fase per realizzazione solettone - Sezioni (Tav. 1/3)
INOR11EE2W9GA0601002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi di prima fase per realizzazione solettone - Sezioni (Tav. 2/3)
INOR11EE2W9GA0601003	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi di prima fase per realizzazione solettone - Sezioni (Tav. 3/3)
INOR11EE2W9GA0601004	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi di seconda fase per avanzamento a foro cieco - Sezioni (Tav. 1/3)
INOR11EE2W9GA0601005	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi di seconda fase per avanzamento a foro cieco - Sezioni (Tav. 2/3)
INOR11EE2W9GA0601006	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scavi di seconda fase per avanzamento a foro cieco - Sezioni (Tav. 3/3)
INOR11EE2P9GA0601001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata paratie provvisionali A e B
INOR11EE2P9GA0601002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata paratia provvisoriale C
INOR11EE2P9GA0601003	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata paratia provvisoriale D pk 115+639,81
INOR11EE2PZGA0601001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata paratia provvisoriale E pk 115+223
INOR11EE2BZGA0601001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata paratia provvisoriale F e armatura pali pk 114+566
INOR11EE2PZGA0601002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata paratia e particolari costruttivi zona cvf IV30
INOR11EE2BZGA0601002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata paratia e particolari costruttivi zona Wierer
INOR11EE2BZGA0601003	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata paratia e particolari costruttivi zona Feralpi Tav (1/2)
INOR11EE2BZGA0601010	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata paratia e particolari costruttivi zona Feralpi Tav (2/2)
INOR11EE2BZGA0601004	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata paratia e particolari costruttivi zona piazzola di sosta
INOR11EE2P9GA0600001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata pali sezioni top-down (Tav. 1/7)
INOR11EE2P9GA0600002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata pali sezioni top-down (Tav. 2/7)
INOR11EE2P9GA0600003	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata pali sezioni top-down (Tav. 3/7)
INOR11EE2P9GA0600004	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata pali sezioni top-down (Tav. 4/7)
INOR11EE2P9GA0600005	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata pali sezioni top-down (Tav. 5/7)
INOR11EE2P9GA0600006	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata pali sezioni top-down (Tav. 6/7)
INOR11EE2P9GA0600007	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sviluppata pali sezioni top-down (Tav. 7/7)
INOR11EE2BZGA0601005	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Armatura pali paratia A e B
INOR11EE2BZGA0601006	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Armatura pali paratia C
INOR11EE2BZGA0601007	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Armatura pali paratia D pk 115+639,81

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 RO GA 060 0 002Rev.  
AFoglio  
7 di 37

Codifica documento	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06)
INOR11EE2BZGA0601008	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Armatura pali paratia E pk 115+223
INOR11EE2P8GA0601010	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Planimetria e sezioni monitoraggio paratie e scavi Tav 1/3
INOR11EE2P8GA0601011	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Planimetria e sezioni monitoraggio paratie e scavi Tav 2/3
INOR11EE2PZGA0601003	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Planimetria e sezioni monitoraggio paratie e scavi Tav 3/3
INOR11EE2BZGA0601009	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Particolari costruttivi opere provvisoriali
INOR11EE2P8GA0600001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sistemazione finale - planimetria (Tav. 1/3)
INOR11EE2P8GA0600002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sistemazione finale - planimetria (Tav. 2/3)
INOR11EE2P8GA0600003	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sistemazione finale - planimetria (Tav. 3/3)
INOR11EE2W9GA0600001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sistemazione finale - sezioni (Tav. 1/4)
INOR11EE2W9GA0600002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sistemazione finale - sezioni (Tav. 2/4)
INOR11EE2W9GA0600003	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sistemazione finale - sezioni (Tav. 3/4)
INOR11EE2W9GA0600004	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sistemazione finale - sezioni (Tav. 4/4)
INOR11EE2BZGA0600001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo S1 - Carpenteria
INOR11EE2BZGA0600024	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M4 - Carpenteria
INOR11EE2BZGA0600002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M1 conci 3, 4, 6, 7, 8 - Carpenteria
INOR11EE2BZGA0600034	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M1 conci 9, 10, 11, 13, 14 - Carpenteria
INOR11EE2BZGA0600022	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M3bis conci 28, 29, 31 - Carpenteria
INOR11EE2BZGA0600042	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M3 conci dal 32 al 39 - Carpenteria
INOR11EE2BZGA0600003	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M2bis conci dal 15 al 23 - Carpenteria
INOR11EE2BZGA0600004	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scatolare di transizione binario dispari - Carpenteria 1/2
INOR11EE2BZGA0600005	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scatolare di transizione binario dispari - Carpenteria 2/2
INOR11EE2BZGA0600018	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scatolare di transizione binario pari - Carpenteria 1/2
INOR11EE2BZGA0600019	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scatolare di transizione binario pari - Carpenteria 2/2
INOR11EE2BZGA0600006	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - By pass 2 - carpenteria
INOR11EE2BZGA0600007	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo S1 - Carpenteria Nicchie
INOR11EE2BZGA0600043	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M4 - Carpenteria Nicchie NLF+NRDG+FG
INOR11EE2BZGA0600044	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M4 - Carpenteria Nicchie TT
INOR11EE2BZGA0600023	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M1 - Carpenteria Nicchie concio 2
INOR11EE2BZGA0600045	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M1 - Carpenteria Nicchie concio 5
INOR11EE2BZGA0600046	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M1 - Carpenteria Nicchie concio 12
INOR11EE2BZGA0600025	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M1 - Concio n°1 cvf IV42 - Carpenteria
INOR11EE2BZGA0600047	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M2bis - Concio n°24 - Carpenteria

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 RO GA 060 0 002Rev.  
AFoglio  
8 di 37

Codifica documento	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06)
INOR11EE2BZGA0600026	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M3bis - Concio n°25 - Carpenteria
INOR11EE2BZGA0600027	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M3bis - Concio n°26 - Carpenteria
INOR11EE2BZGA0600028	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M3bis - Concio n°27 - Carpenteria
INOR11EE2BZGA0600029	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M3bis - Concio n°30 - Carpenteria
INOR11EE2BZGA0600030	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Bypass 1 - Concio n°40 - Carpenteria (Tav. 1/2)
INOR11EE2BZGA0600048	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Bypass 1 - Concio n°40 - Carpenteria (Tav. 2/2)
INOR11EE2BZGA0600031	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M4 - Conci n°42.d e 42.p - Carpenteria
INOR11EE2BZGA0600049	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Particolari costruttivi - Carpenterie
INOR11EE2BZGA0600008	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo S1 - Armatura
INOR11EE2BZGA0600032	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M4 - Armatura
INOR11EE2BZGA0600009	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M1 conci 3, 4, 6, 7, 8 - Armatura
INOR11EE2BZGA0600050	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M1 conci 9, 10, 11, 13, 14 - Armatura
INOR11EE2BZGA0600010	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M2bis conci dal 15 al 21 - Armatura
INOR11EE2BZGA0600059	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M2bis conci 22 e 23 - Armatura
INOR11EE2BZGA0600011	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M3bis conci 28, 29, 31 - Armatura
INOR11EE2BZGA0600051	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M3 conci dal 32 al 39 - Armatura
INOR11EE2BZGA0600012	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scatolare di transizione binario dispari - Armatura 1/2
INOR11EE2BZGA0600013	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scatolare di transizione binario dispari - Armatura 2/2
INOR11EE2BZGA0600020	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scatolare di transizione binario pari - Armatura 1/2
INOR11EE2BZGA0600021	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Scatolare di transizione binario pari - Armatura 2/2
INOR11EE2BZGA0600014	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - By pass 2 - armatura
INOR11EE2BZGA0600052	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo S1 - By pass 2 - armatura di rinforzo
INOR11EE2BZGA0600015	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo S1 - Nicchie NLF+NRDG+FG - armatura
INOR11EE2BZGA0600016	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo S1 - Nicchie TT - armatura
INOR11EE2BZGA0600033	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M1 - Nicchie concio 2 - armatura
INOR11EE2BZGA0600053	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M1 - Nicchie concio 5 - armatura
INOR11EE2BZGA0600054	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M1 - Nicchie concio 12 - armatura
INOR11EE2BZGA0600055	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M4 - Nicchie NLF+NRDG+FG - armatura
INOR11EE2BZGA0600056	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M4 - Nicchie TT - armatura
INOR11EE2BZGA0600035	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M1 - Concio n°1 cvf IV42 - Armatura
INOR11EE2BZGA0600057	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M2bis - Concio n°24 - Armatura
INOR11EE2BZGA0600036	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M3bis - Concio n°25 - Armatura

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 RO GA 060 0 002Rev.  
AFoglio  
9 di 37

Codifica documento	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06)
INOR11EE2BZGA0600037	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M3bis - Concio n°26 - Armatura
INOR11EE2BZGA0600038	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M3bis - Concio n°27 - Armatura
INOR11EE2BZGA0600039	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M3bis - Concio n°30 - Armatura
INOR11EE2BZGA0600040	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Bypass 1 - Concio n°40 - Armatura Tav (1/2)
INOR11EE2BZGA0600058	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Bypass 1 - Concio n°40 - Armatura Tav (2/2)
INOR11EE2BZGA0600041	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sezione tipo M4 - Conci n°42.d e 42.p - Armatura
INOR11EE2BZGA0609001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Impermeabilizzazione e opere di drenaggio. Particolari costruttivi transizione Galleria Artificiale
INOR11EE2BZGA0609002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Impermeabilizzazione e opere di drenaggio. Particolari costruttivi sezione S1 e M4
INOR11EE2BZGA0609003	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Impermeabilizzazione e opere di drenaggio. Particolari costruttivi sezione M1, M2bis e M3bis-M3
INOR11EE2P8GA0606001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sistema di smaltimento delle acque meteoriche esterne. Fase provvisoria. Planimetria (Tav. 1/2)
INOR11EE2P8GA0606002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sistema di smaltimento delle acque meteoriche esterne. Fase provvisoria. Planimetria (Tav. 2/2)
INOR11EE2P8GA0606003	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sistema di smaltimento delle acque meteoriche esterne. Fase definitiva. Planimetria (Tav. 1/2)
INOR11EE2P8GA0606004	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Sistema di smaltimento delle acque meteoriche esterne. Fase definitiva. Planimetria (Tav. 2/2)
INOR11EE2PZGA0609001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Cabina elettrica - Piante e sezioni
INOR11EE2PBGA0609001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Cabina elettrica - Prospetti
INOR11EE2BZGA0609005	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Cabina elettrica - Armatura elevazioni
INOR11EE2BZGA0609004	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Cabina elettrica - Armatura travi e solaio
INOR11EE2PBGA0609002	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Torrini di ventilazione - Piante e sezioni
INOR11EE2BZGA0609006	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Torrini di ventilazione - Armatura elevazioni
INOR11EE2BZGA0609007	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Torrini di ventilazione - Armatura travi e solaio
INOR11EE24TGA0600001	GALLERIA ARTIFICIALE LONATO OVEST (GA06) - DA PK 114+565 A PK 115+990 - Tabella materiali

Codifica documento	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02)
INOR11EE2RBGN0200001	GALLERIA LONATO (GA06 - GI03 - GN02 - GI05 - GA07 - TR05) - Da Pk 114+565.00 a Pk 122+197.10 - Relazione geotecnica

### 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*)

#### 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 oggetto è situato nel comune di Lonato a Sud dell'abitato di Lonato e si pone in adiacenza all'autostrada A4 posta a Sud della galleria.

In Figura 4.1 si presenta una planimetria generale.



**Figura 4.1: Planimetria generale**

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.

La galleria artificiale Lonato Ovest inizia alla pk 114+565, lungo il tracciato, a partire dall'imbocco lato Ovest si realizza una galleria con il metodo Milano (top-down) monocanna doppio binario fino alla progressiva 114+900, da tale punto e fino alla progressiva 115+473 la galleria prosegue con sempre una sezione metodo Milano in cui i due binari sono separati da una fila di pali intermedia aggiuntiva alle due file laterali. In particolare dalla pk 114+900 alla pk 115+100 (200m) la fila di pali centrali risulta finestrata mentre da pk 115+100 a pk 115+473 la fila di pali centrali separerà completamente i due binari e sarà inglobata in un setto continuo.

Dalla progressiva 115+473, in cui è presente un bypass, fino alla progressiva 115+640 circa la galleria prosegue a canne separate singolo binario con due gallerie metodo Milano. Sulla canna pari tale soluzione prosegue fino alla progressiva 115+890 circa mentre sulla canna dispari dalla progressiva 115+640 alla progressiva 115+948 la galleria prosegue con una soluzione scatolare a singolo binario. La soluzione scatolare è presente anche sulla canna pari per un tratto di 58m dalla soluzione metodo Milano fino alla progressiva 115+948. Da tale progressiva fino alla progressiva 115+976 su entrambe le canne è presente sia uno scatolare di transizione sia il solettone necessario per accogliere la TBM-EPB in arrivo dalla galleria naturale. Il concio di transizione scatolare di lunghezza 28m ha la funzione di raccordo delle dimensioni interne tra la sezione con un centro della dima (il cui raggio dipende da quello della galleria naturale) e la sezione corrente scatolare monocanna – singolo binario. La dima (WBS GI03), su entrambe le canne, ha una lunghezza di 14m e arriva fino all'imbocco della galleria naturale posto alla progressiva 115+990.

#### 4.2. Opere provvisionali

Nella planimetria in Figura 4.2 si presentano le opere necessarie per il raggiungimento dei piani di scavo per la realizzazione della galleria artificiale Lonato Ovest nella zona che va dall'imbocco posto alla progressiva km 115+990 fino alla progressiva km 115+890.



Figura 4.2 – Planimetria di scavo imbocco lato Milano galleria artificiale Lonato

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.

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

- 1) preparazione del piano di lavoro fino alla quota di testa dei pali;
- 2) realizzazione dei pali;
- 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 del livello in esame;
- 6) Ripetizione delle fasi 4 e 5 nel caso di più ordini di tiranti;
- 7) scavo di sbancamento fino alla quota di fondo scavo finale.

La paratia lato Sud da pk 115+890 a pk 115+950 corre parallelamente all'autostrada A4, in questa zona i tiranti di contrasto delle paratie di pali sono stati previsti inclinati di  $35^\circ$  al fine di non invadere la proprietà autostradale e le travi di ripartizione sono state previste in c.a. continue per tutto il tratto.

In tale area le opere provvisorie ricadenti nella WBS GA06 sono costituite da una parte delle paratie di imbocco (Figura 4.2), in particolare il tratto che va dalla progressiva 115+890 fino a progressiva 115+950 (L=60 m) su entrambe le canne, e dalla paratia di sostegno provvisoria di II fase (Figura 4.3) il cui asse è disposto trasversalmente all'asse della galleria alla pk 115+889,12. Quest'ultima opera è necessaria per l'attacco dello scavo a foro cieco della canna pari Metodo Milano alla pk 115+890.

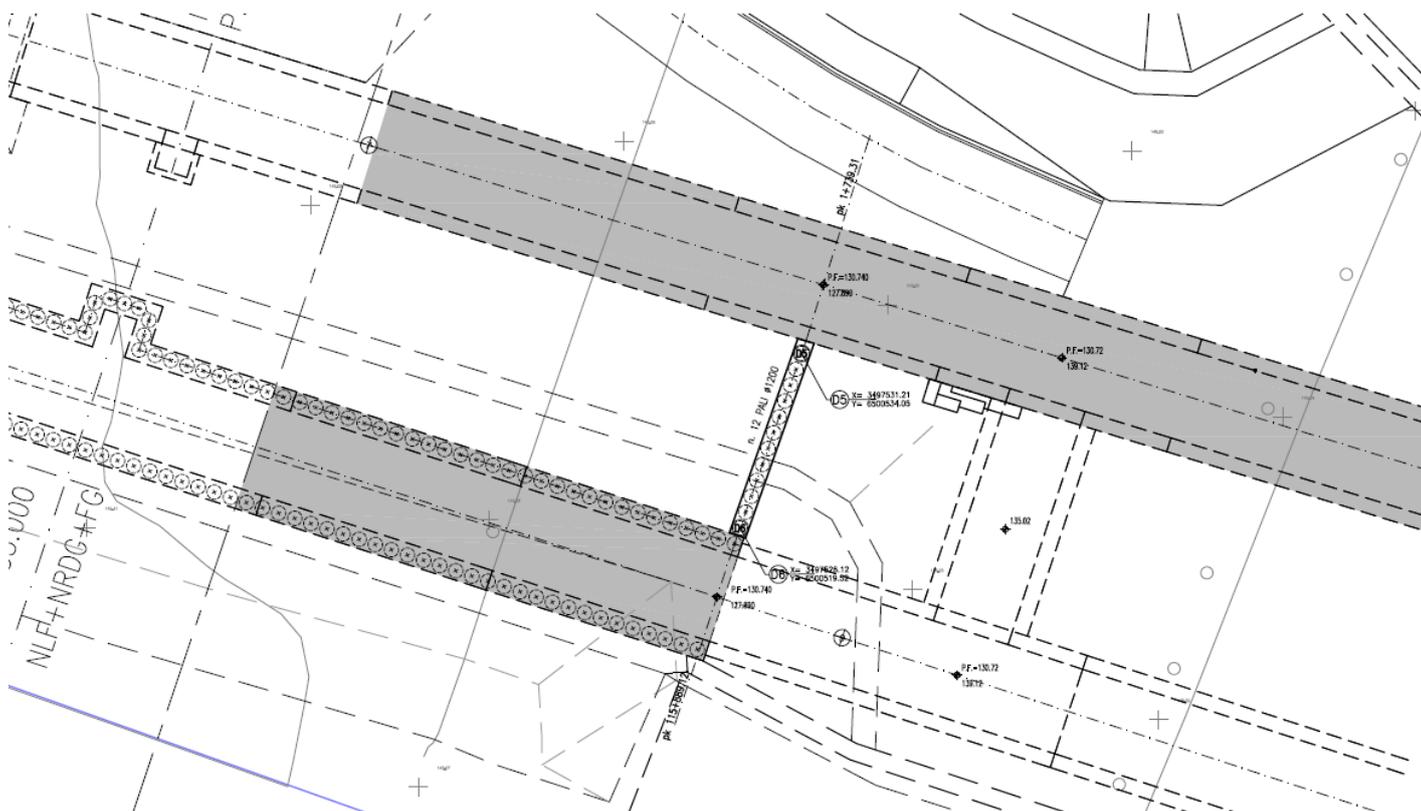


Figura 4.3 – Paratia di II fase alla pk 115+889,12



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RO GA 060 0 002

Rev.  
A

Foglio  
14 di 37

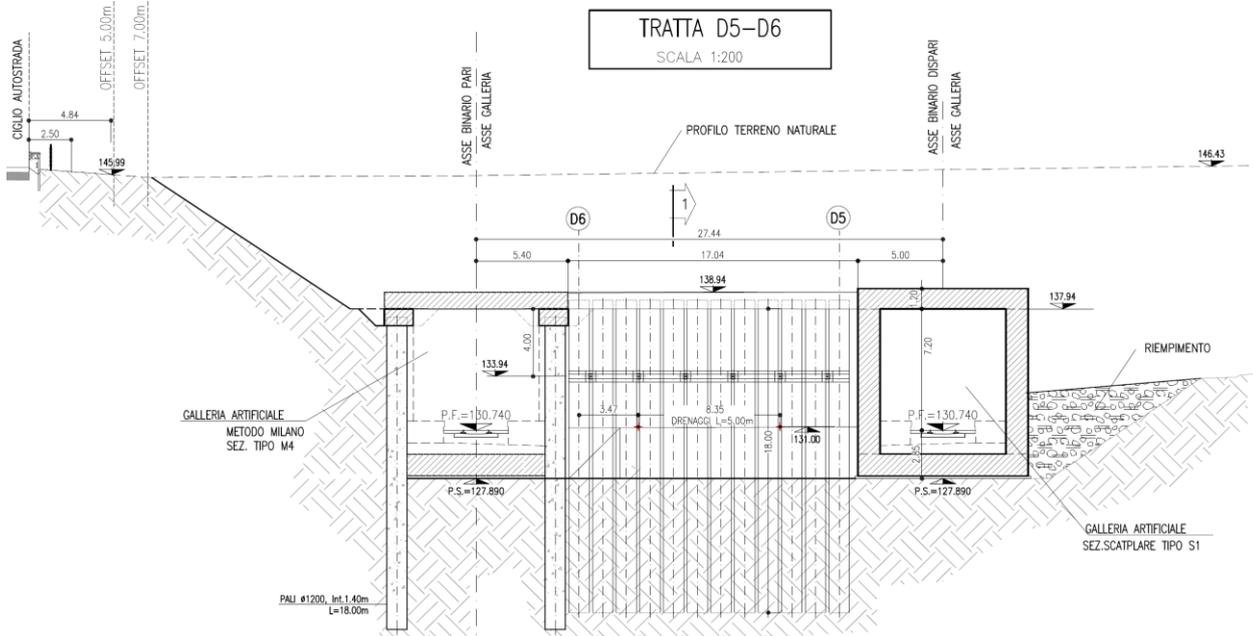


Figura 4.4 – Paratia alla pk 115+889,13

Dalla progressiva 115+890 circa il binario pari prosegue verso Ovest con una sezione tipo metodo Milano M4 in quanto si vuole garantire un livello di sicurezza maggiore rispetto a quanto previsto nel progetto definitivo, inoltre non è presente lo spazio per l'allocazione dei tiranti di contrasto di una eventuale opera provvisoria a causa del progressivo avvicinamento della proprietà autostradale. 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+639,81. 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 e ritombata per prima la canna dispari, solo successivamente verrà realizzata la canna pari.

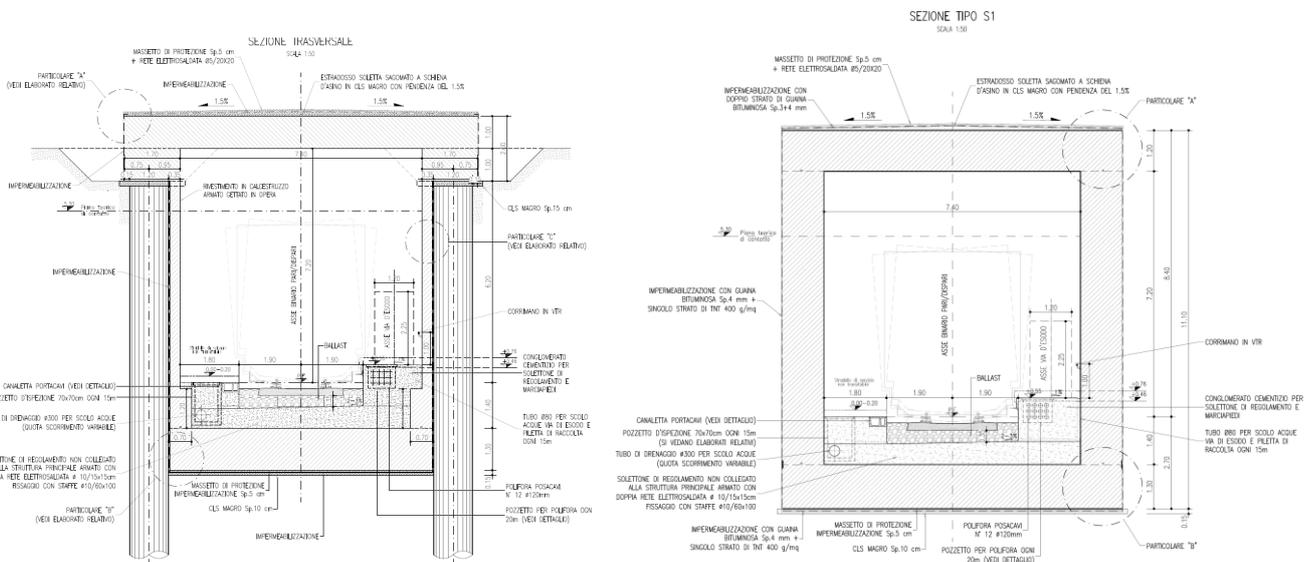
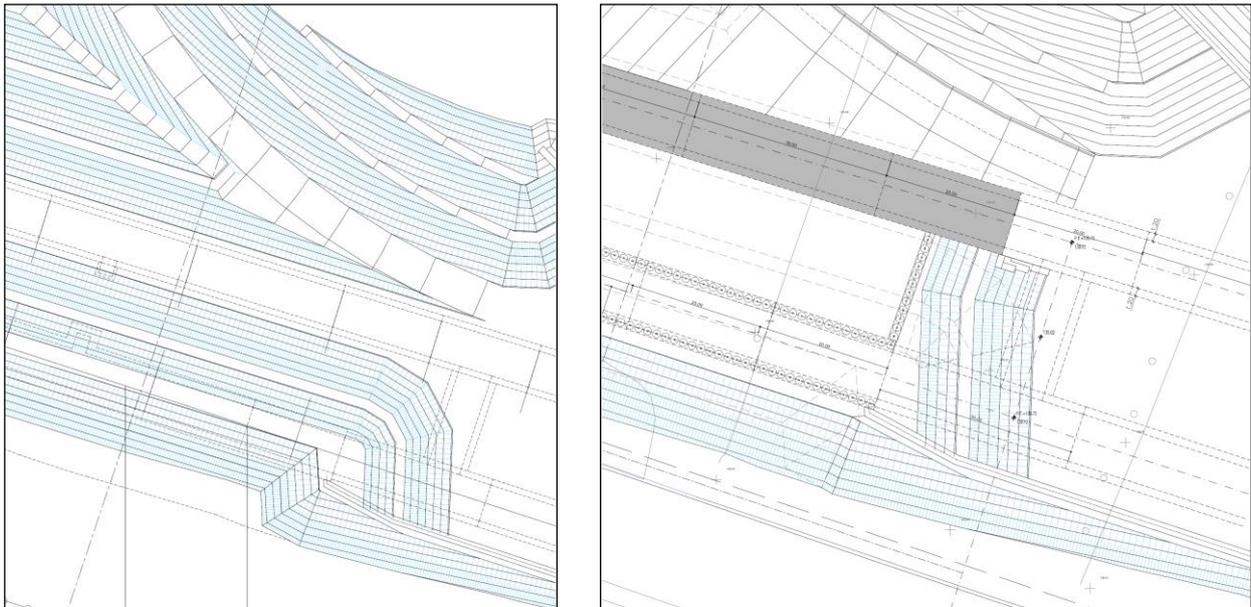


Figura 4.5 – Sezioni tipo M4 e sezione tipo S1 tra la pk 115+635 e la pk 115+890

Le fasi prevedono:

- realizzazione degli scavi a cielo aperto per il raggiungimento del piano di imposta delle fondazioni delle strutture del binario dispari;
- realizzazione della struttura scatolare S1;
- ritombamento della struttura scatolare S1 fino alla quota di imposta dei pali della sezione M4;
- scavo nella zona del binario pari fino alla quota di imposta dei pali della sezione tipo M4;
- realizzazione dei pali della sezione tipo M4;
- realizzazione del solettone superiore della sezione tipo M4;
- ritombamento dell'area;
- scavo a foro cieco della sezione M4.

In figura si presentano le fasi per la realizzazione del tratto di GA06 discusso.



**Figura 4.6 – Fasi di realizzazione GA06 alla pk 115+889,13**

In corrispondenza della progressiva 115+639,81 sono previste due paratie di chiusura degli scavi al fine di permettere la realizzazione dell'interfaccia costruttiva tra la sezione di galleria artificiale realizzata a cielo aperto e la sezione metodo Milano. Le due paratie sono composte da pali  $\phi 1200$  disposti a passo 1,4 m e sono contrastate da 1 ordine di tiranti.

Doc. N.

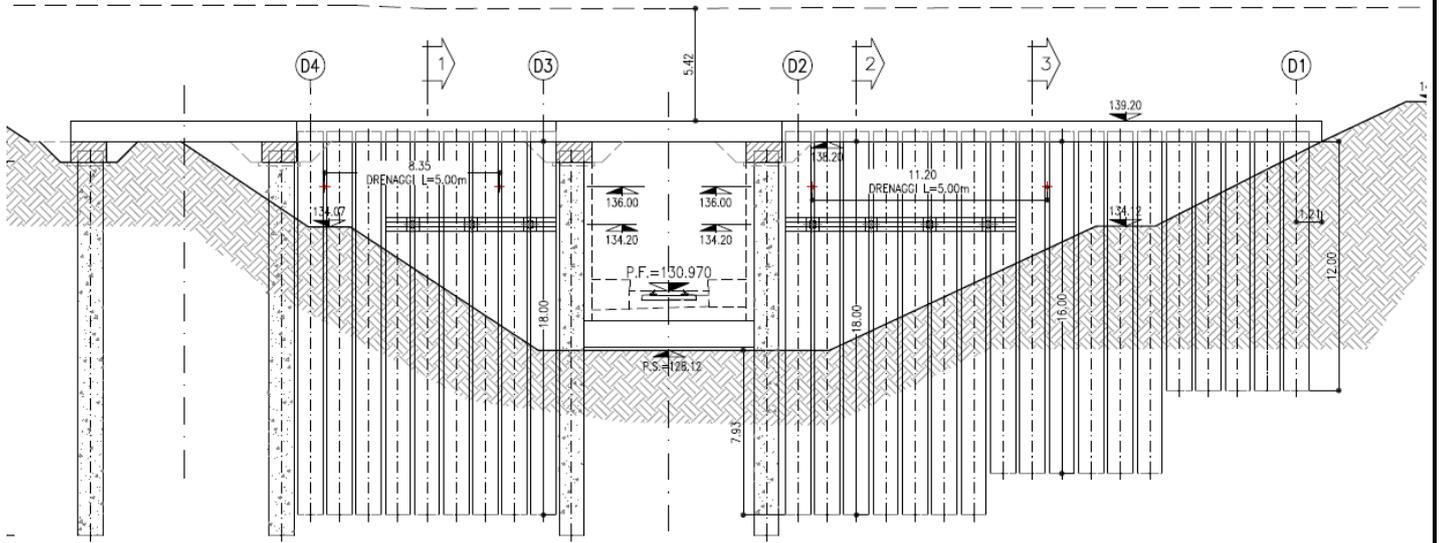
Progetto  
INOR

Lotto  
11

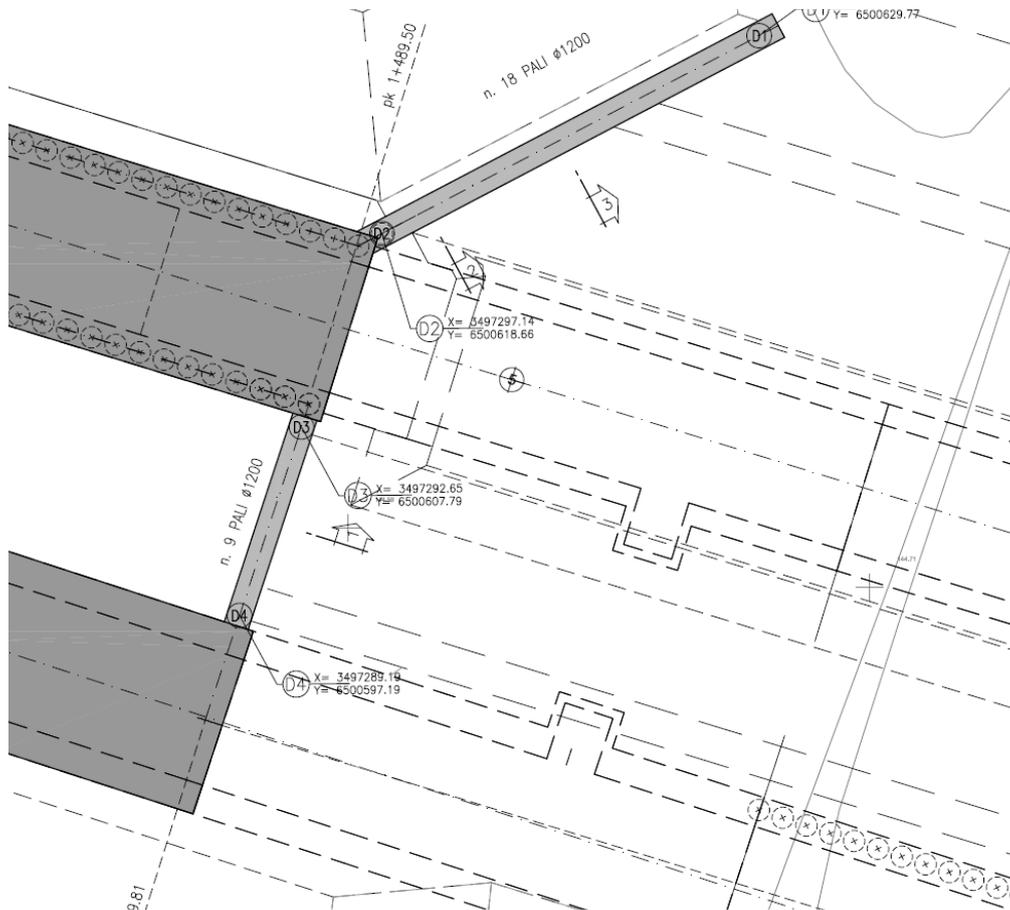
Codifica Documento  
E E2 RO GA 060 0 002

Rev.  
A

Foglio  
16 di 37

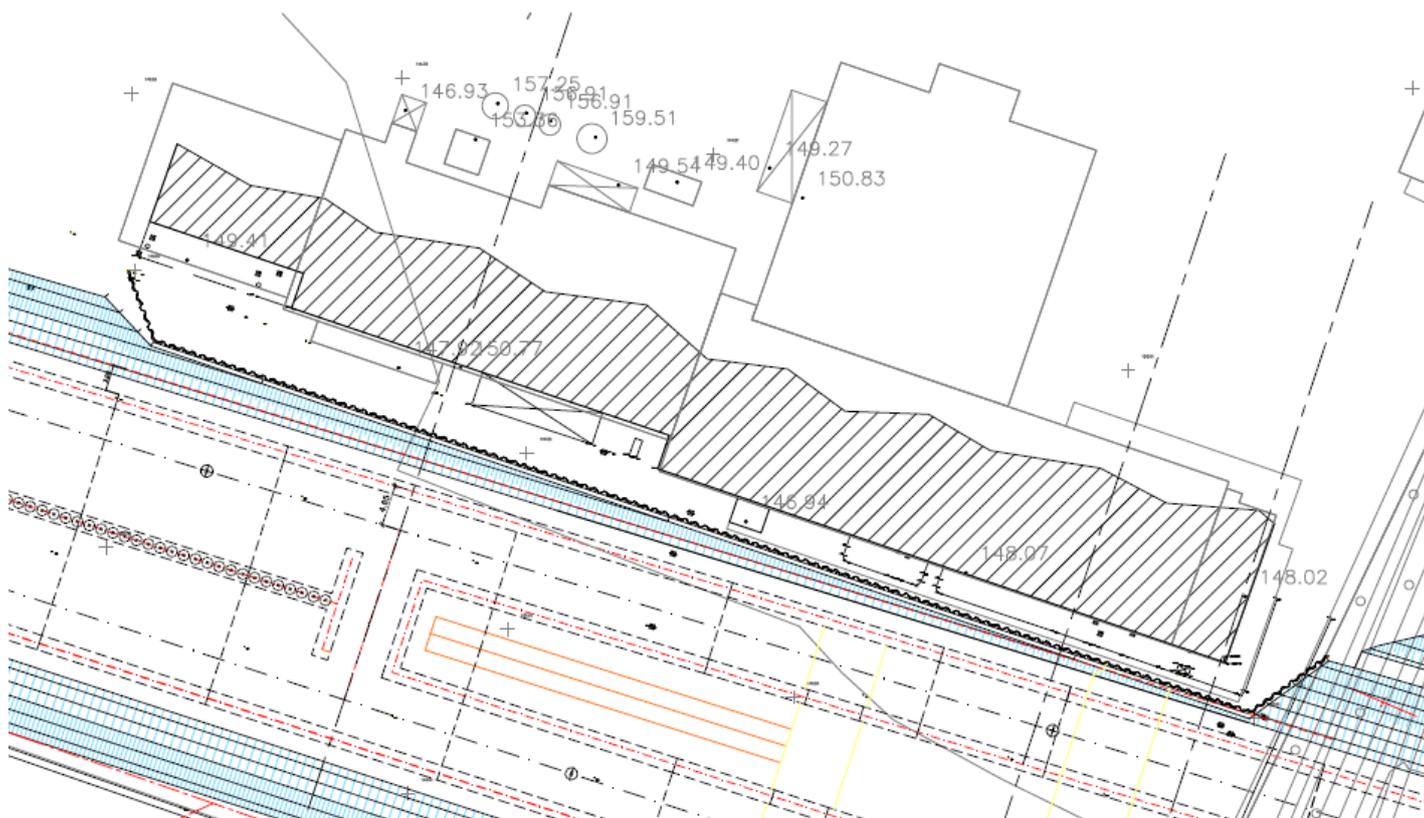


**Figura 4.7 – Paratia alla pk 115+639**



**Figura 4.8 – Paratia alla pk 115+639**

Dalla progressiva 115+638 alla progressiva 115+475 le due canne separate della galleria verranno realizzate entrambe con la sezione tipo M4 metodo Milano. In questa tratta gli scavi necessari per il raggiungimento della quota di realizzazione dei pali interferiscono con il piazzale dell'azienda Wierer e si pongono in prossimità dell'edificio al punto che risulta necessario realizzare una paratia provvisoria a protezione. Per questa opera è prevista una paratia di palancole PU-12 di altezza 13m che per via della potenza di scavo pari a 7m devono essere contrastate con un ordine di tiranti provvisori per quasi tutto lo sviluppo, inclinati in maniera tale da non interferire con le fondazioni esistenti. In questa zona la GA06 interseca il cavalcaferrovia di via Campagna (IV30) il quale verrà ricostruito prima di demolire il viadotto esistente garantendo la continuità di esercizio. Per tale tratta è prevista una opera di sostegno di caratteristiche geometriche e di carico simili alla paratia in prossimità del fabbricato Wierer.

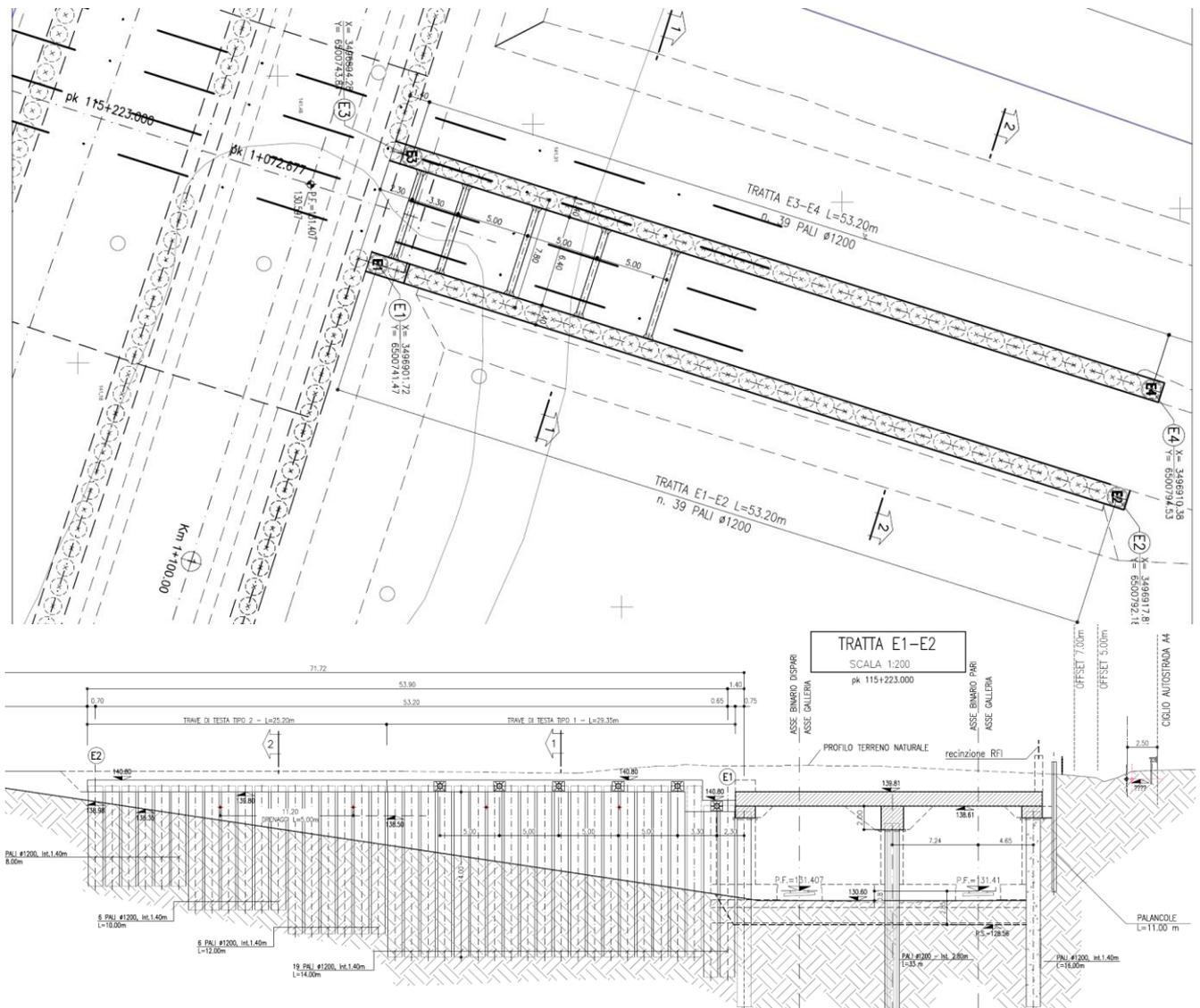


**Figura 4.9 – Paratia a protezione del fabbricato Wierer**

Dalla progressiva 115+475 le sezioni tipo previste nel tratto precedente per entrambe le canne confluiscono in un'unica sezione tipo denominata M3 e poi M3bis fino alla progressiva 115+100 circa.

Alla luce delle necessità espresse dal consorzio, nel tratto in esame verrà realizzata una rampa per permettere lo scavo delle gallerie a foro cieco anche da questa zona. La rampa alla progressiva 115+223 sarà realizzata con pali  $\phi 1200$  mm a passo 1,4m e sarà puntonata con tubi di acciaio  $\phi 457$  mm sp. 20mm disposti a passo 5m nella zona di massima altezza di scavo.

Nel lato Nord di questa tratta, oltre al proseguimento della paratia a protezione del fabbricato Wierer, le opere provvisorie consistono in scavi provvisori di pendenza 3(o)/2(v), mentre sul lato Sud sono presenti sia scavi provvisori che palancole, utilizzate al fine di mantenere un'adeguata distanza tra il ciglio degli scavi e il ciglio autostradale.



**Figura 4.10 – Paratia alla pk 115+223**

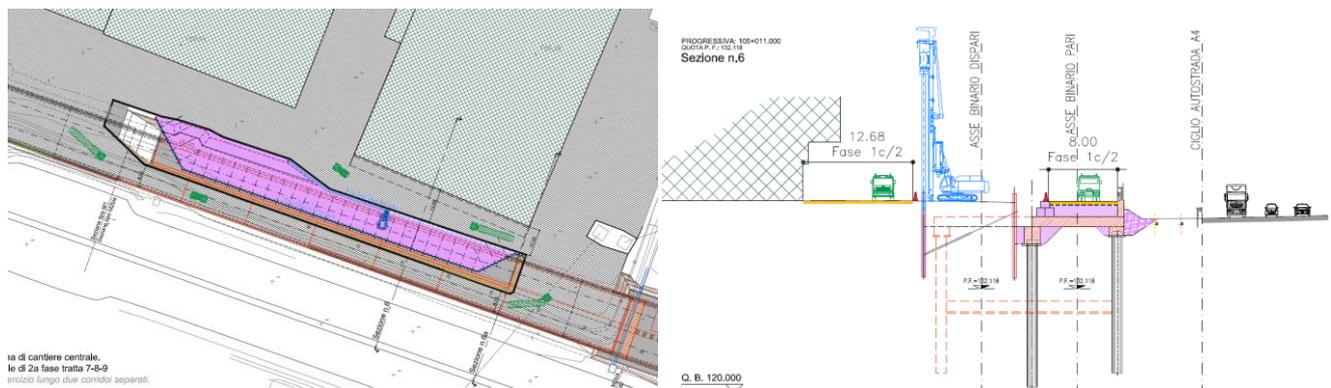
Sul lato autostrada dalla pk 115+230 alla pk 115+300 è necessaria una paratia provvisoria sia a protezione della sede autostradale che per evitare di scoprire i cavi in fibra ottica posti appena al di fuori del ciglio della piazzola di sosta. Per tale opera sono previste delle palancole AZ18-700 non tirantate di altezza massima pari a 11m a fronte di scavi di altezza massima pari a 4m.

Dalla progressiva 115+100 alla progressiva la 114+900 la galleria interferisce con il piazzale di proprietà dell'azienda Feralpi. Per realizzare la sezione tipo M2-bis in questa tratta, le lavorazioni verranno eseguite per fasi.

Le fasi costruttive saranno tali da garantire gli spazi necessari alla circolazione dei mezzi dell'acciaieria e pertanto le lavorazioni in superficie partiranno con la realizzazione dei pali e del solettone della canna pari. Una volta realizzata e ritombata la canna pari, il traffico dei mezzi verrà deviato su tale zona mentre si procederà alla realizzazione della restante parte di galleria cercando di occupare lo spazio minimo necessario per il completamento delle lavorazioni. Le opere provvisorie necessarie alla realizzazione delle diverse fasi di scavo e alla protezione degli edifici Feralpi adiacenti sono delle paratie di palancole PU-12 di altezza pari a 11m contrastate da un ordine di tiranti a trefoli la cui azione è distribuita sulle palancole tramite opportune travi di ripartizione.



**Figura 4.11 – Fasi di lavoro all'interno del piazzale Feralpi – Lavorazioni su binario pari**



**Figura 4.12 – Fasi di lavoro all'interno del piazzale Feralpi – Lavorazioni su binario dispari**

La zona di galleria interferente con la proprietà Feralpi continua anche nel tratto successivo, dalla progressiva 114+900 fino alla progressiva 114+745 dove è prevista una diversa sezione tipo M1. In tale tratta le lavorazioni non verranno eseguite per fasi e le opere per il raggiungimento del piano di imposta dei cordoli consisteranno in scavi provvisori lato Nord e scavi provvisori lato Sud.

A partire dalla progressiva 114+745 sul lato Nord la galleria corre parallelamente all'impianto fisso di trattamento acqua di processo dell'azienda Feralpi che verrà in parte demolito e ricollocato in un'altra area.

L'ultima interferenza si pone in corrispondenza di via Faccendina dove è prevista la demolizione e successiva ricostruzione del cavalca-ferrovia IV42.

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RO GA 060 0 002

Rev.  
A

Foglio  
20 di 37

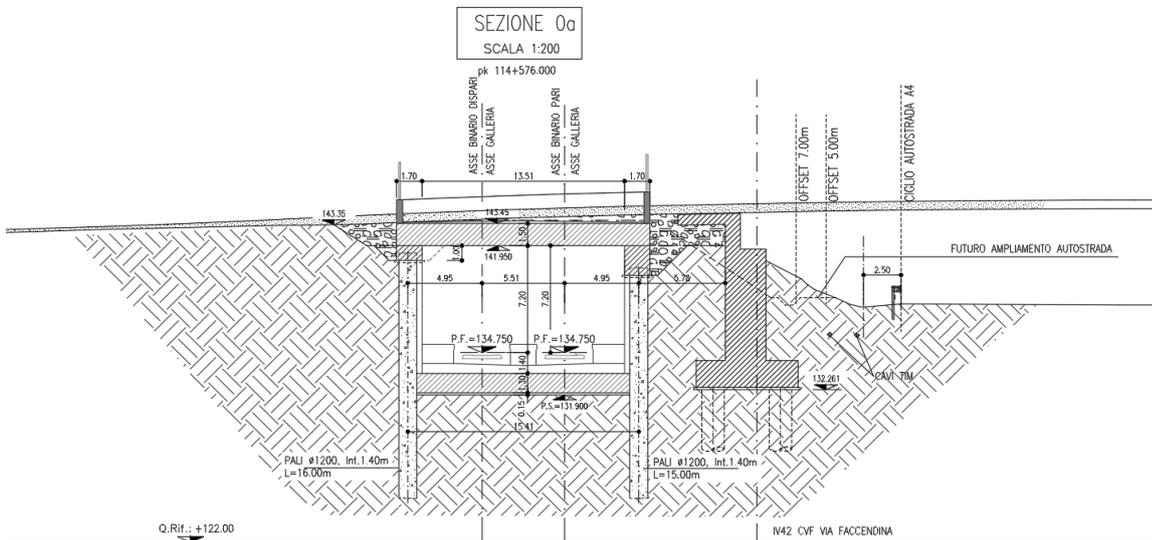


Figura 4.13 – Interferenza via faccendina IV42

In corrispondenza della progressiva di imbocco 114+566 sono previste due ali di paratia che permettono la realizzazione dell'interfaccia tra la galleria metodo Milano con sezione tipo M1 e i muri di sostegno della WBS TR04. Le paratie saranno composte da pali di grande diametro  $\phi 1200$  a passo 1,4m di altezza non tirantati.

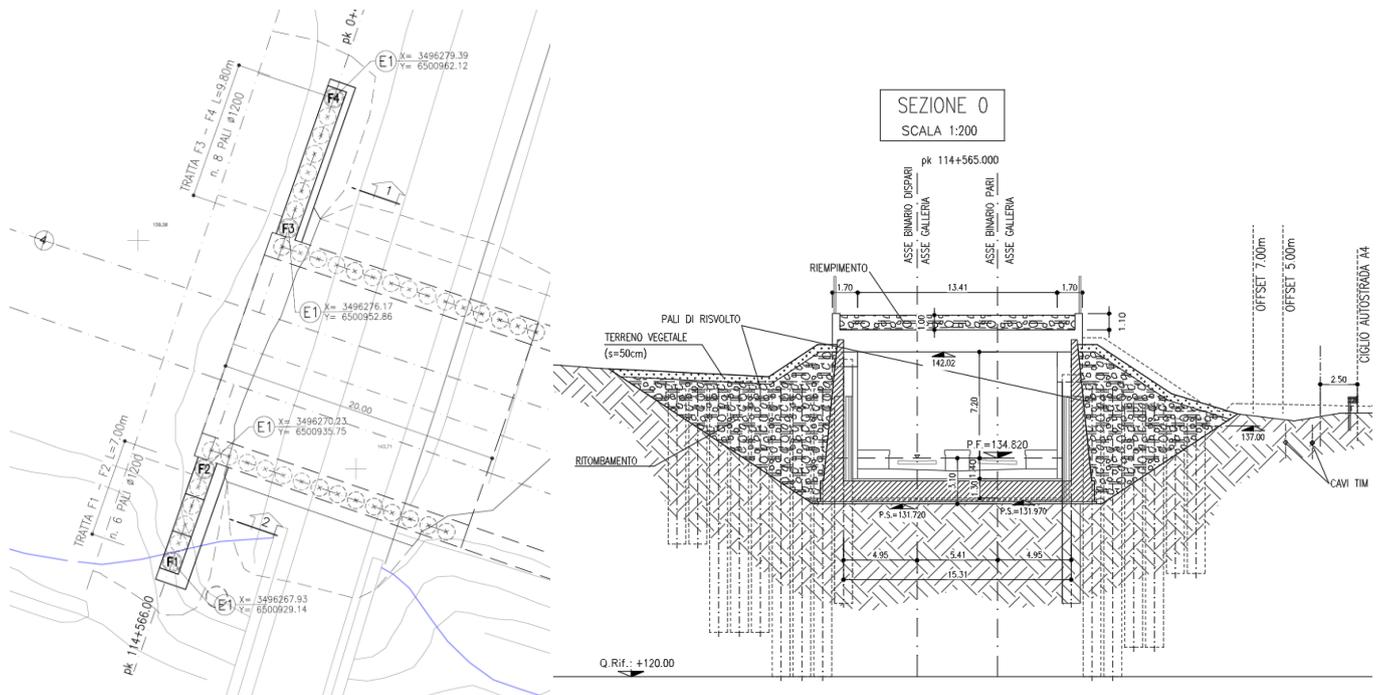


Figura 4.14 – Paratia provvisoria alla pk 114+566

### 4.3. Sezioni tipo strutturali, Galleria Artificiale

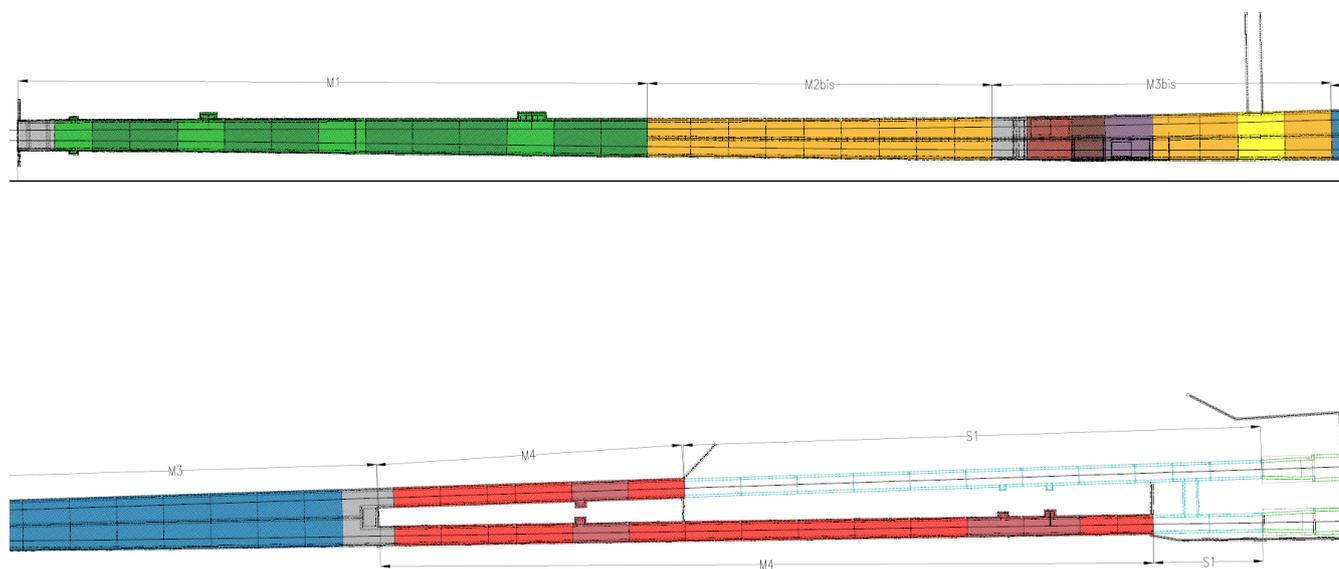
La sezione tipologica maggiormente applicata nella galleria artificiale Lonato Ovest è la sezione tipologica Metodo Milano, realizzata in top-down. In funzione della copertura e della distanza tra gli assi binari si distinguono 4 differenti sezioni tipologiche:

- Sezione tipo M4: sezione monocanna singolo binario a larghezza interna costante pari a 7,4m per coperture superiori a 5m;
- Sezioni tipo M3bis e M3: sezione doppia canna con setto centrale continuo;
- Sezione tipo M2bis: sezione doppia canna con setto centrale finestrato;
- Sezione tipo M1: sezione monocanna doppio binario avente larghezza interna variabile.

Sono inoltre presenti:

- Sezione scatolare S1
- Scatolare di transizione.

Si riporta uno schema con la distribuzione della sezioni lungo il tracciato e di seguito le diverse sezioni tipo.



**Figura 4.15 – Planimetri di distribuzione delle sezioni tipologiche**

La galleria Lonato Ovest (GA06) presenta, a partire dall'uscita Ovest sino all'imbocco in naturale, la seguente successione di tipologie di sezioni:

	da pk	a pk	L	Luce netta		Copertura
	[km]	[km]		Lmin	Lmax	
M1	114+565	114+900	335,00	13,41	17,55	1
M2bis	114+900	115+100	200,00	7,53	9,02	2,6
M3bis-M3	115+100	115+470	370,00	9,02	12,85	4,3
BYPASS	115+470	115+476	6,00	27,68		4,3
M4	115+476	115+890	414,00	7,40	7,40	7
S1	115+890	115+948	58,00	7,40	7,40	8
Transizione	115+948	115+976	28,00	7,40	10,00	8

**Tabella 4.1: Tipologia e caratteristiche dei tratti della galleria Lonato Ovest (GA06)**

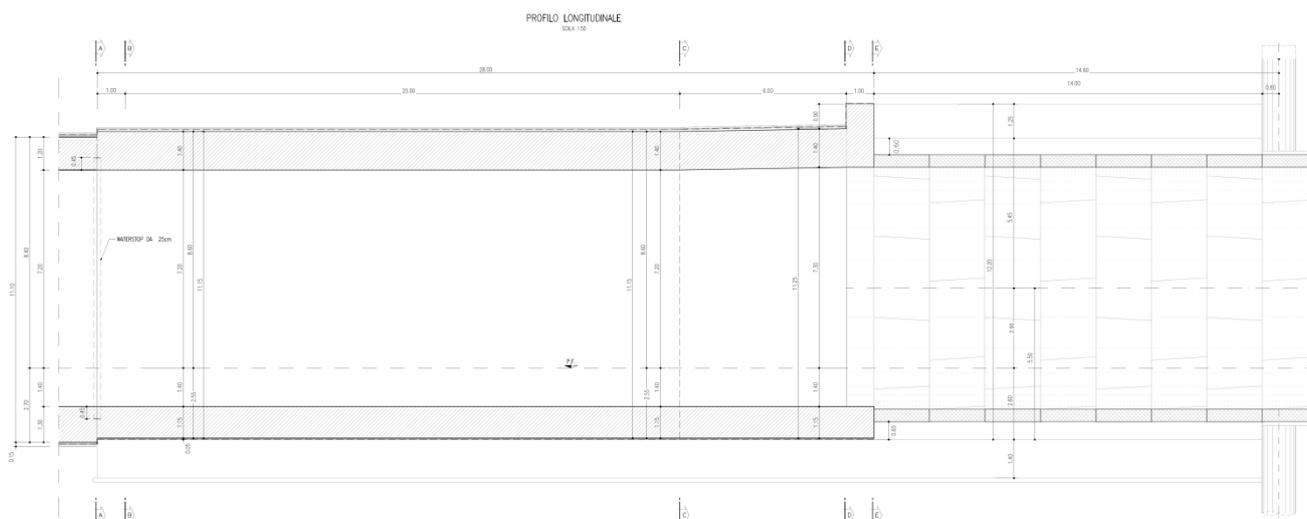
Per quanto riguarda i ricoprimenti si osserva che lungo lo sviluppo le altezze hanno ricoprimenti variabili da 1 m , in corrispondenza dell'ingresso est, fino a 8 m in prossimità dell'imbocco in naturale.

Le fasi operative prevedono, per le sezioni scolorari, il preventivo scavo a cielo aperto, la successiva esecuzione del manufatto ed infine il rinterro.

Per le top-down, invece, è prevista, inizialmente, la trivellazione dei pali, quindi un primo sbancamento fino al raggiungimento della quota di imposta dei cordoli testa pali; successivamente si effettua la cassetatura e il getto di cordoli e soletta. Ad indurimento del getto si procede con lo scavo all'interno delle paratie realizzate ed il getto della contro-soletta di fondazione.

Di seguito si descrivono le geometrie delle sezioni trasversali tipo previste, partendo dall'imbocco e procedendo verso l'ingresso ovest.

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



**Figura 4.16 - Profilo scolorare di transizione**



Doc. N.

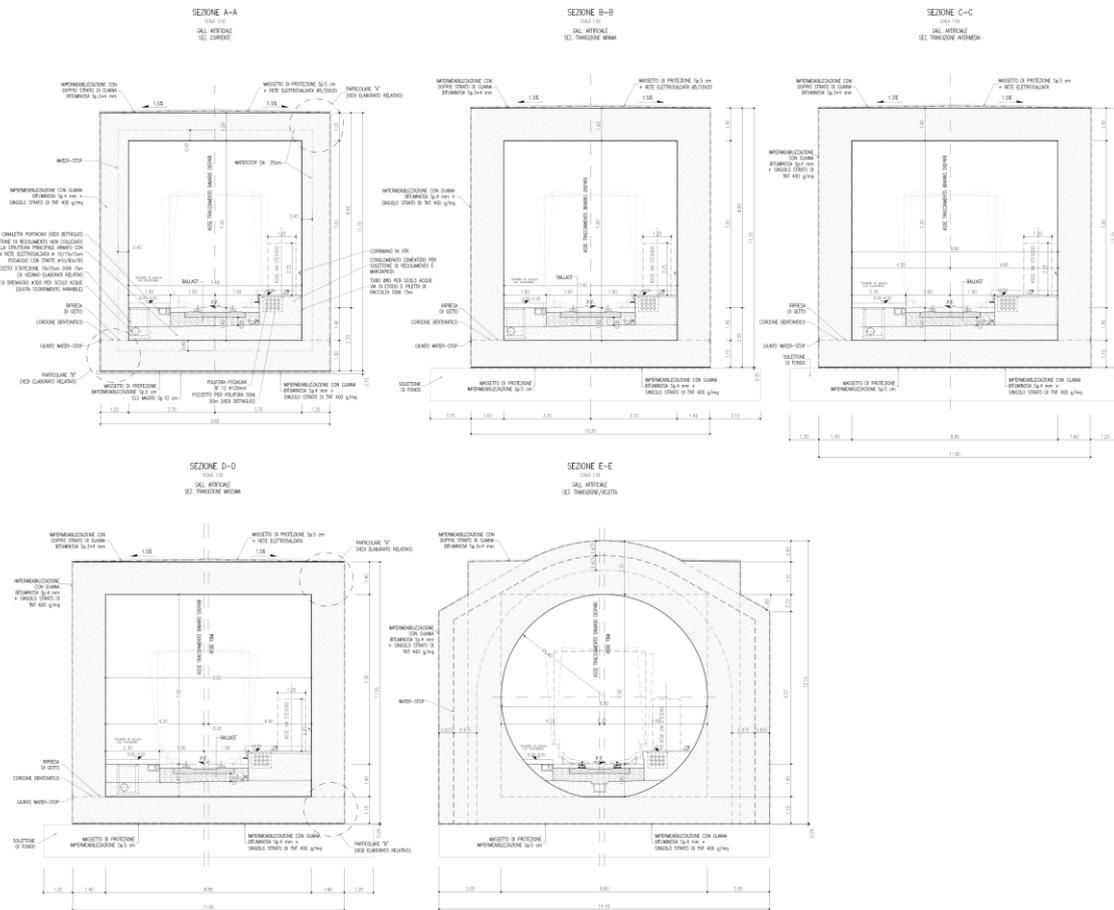
Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RO GA 060 0 002

Rev.  
A

Foglio  
23 di 37



**Figura 4.17 – Sezione manufatto di raccordo e scatolare di transizione**

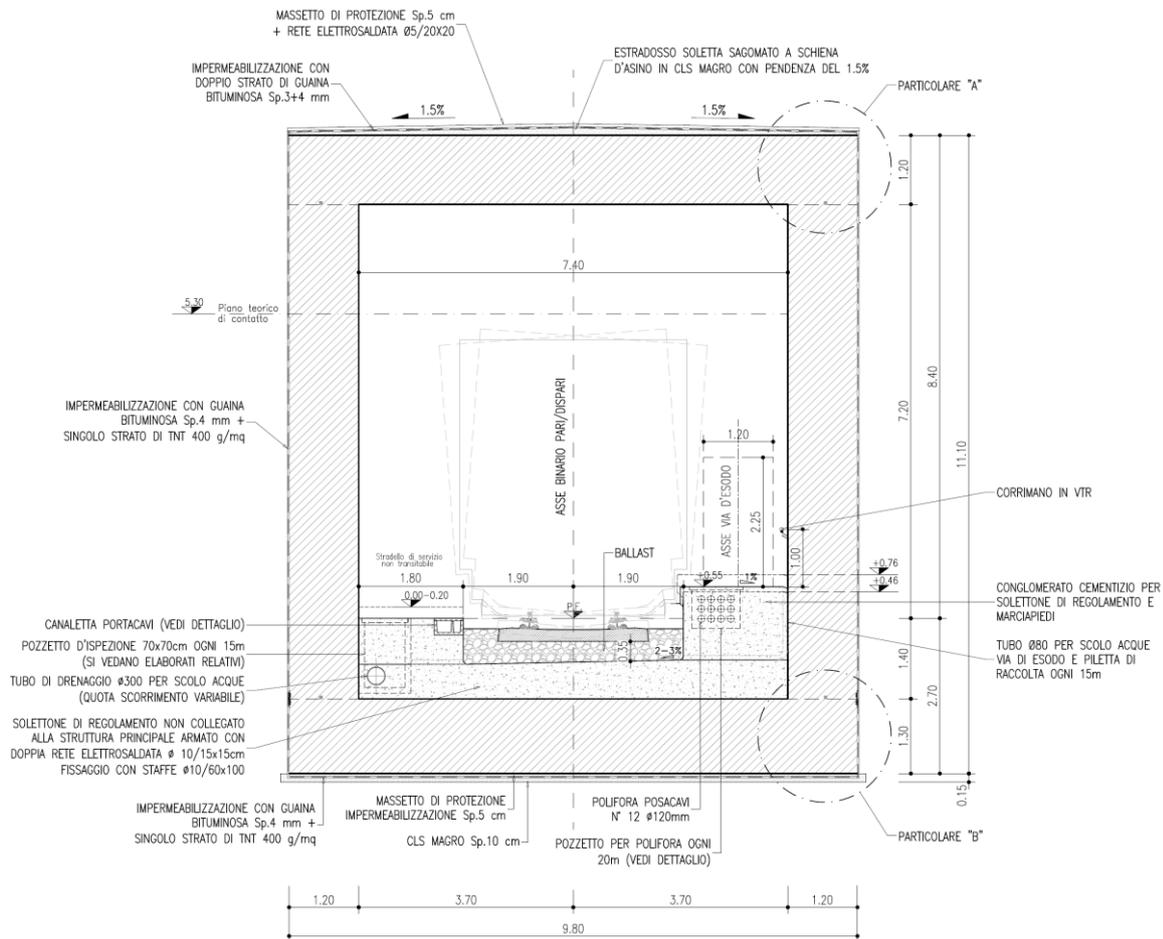
La sezione di transizione serve per realizzare il raccordo tra la sezione circolare avente diametro 8,80 m derivante dalla galleria naturale e la sezione scatolare avente luce netta pari a 7,40 m. Tale sezione ha uno spessore sul solettone superiore e sui piedritti di 1,40 m mentre lo spessore del solettone definitivo è pari a 1,4 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.

La sezione scatolare corrente utilizzata nel tratto successivo alla sezione di transizione è presentata nella figura di seguito.

## SEZIONE TIPO S1

SCALA 1:50



**Figura 4.18 - Sezione scatolare tipica monocanna singolo binario**

Tale sezione ha uno spessore pari 1,3 m sui piedritti e sul solettone di fondazione mentre sul solettone superiore è pari a 1,2 m.

Di seguito si presentano le sezioni Metodo Milano. La sezione M4 è composta da 2 file di pali laterali  $\phi 1200$  disposti a passo 1,4m collegati da un cordolo di spessore 1m. La distanza tra le file è costante pari a 9,3m. La soletta superiore è spessa 1,0m mentre lo spessore della soletta di fondazione è pari a 1,3m.



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RO GA 060 0 002

Rev.  
A

Foglio  
25 di 37

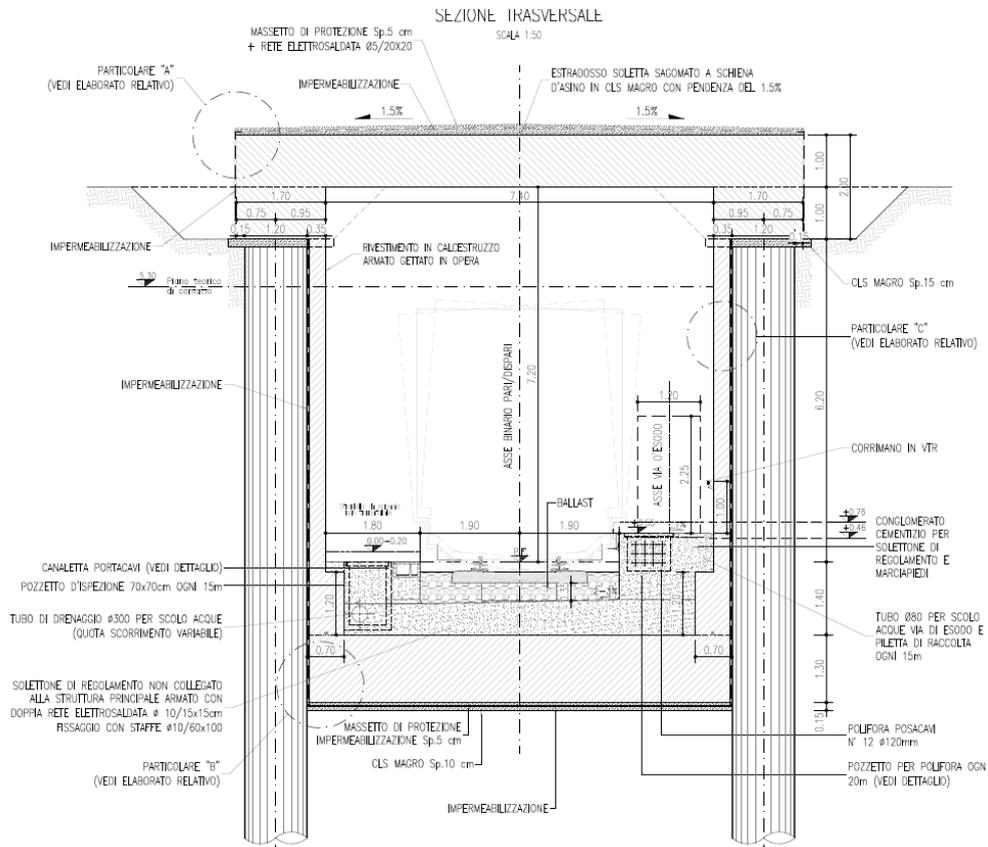


Figura 4.19 – Sezione tipica M4 monocanna singolo binario

La sezione M3 è composta da 3 file di pali  $\phi 1200$  disposti a passo 1,4m collegati da un cordolo di spessore 1m per le file centrali e 2m per le file laterali. La soletta superiore è spessa 1,2m mentre lo spessore della soletta di fondazione è pari a 1,3m. La sezione M3bis si distingue per avere i pali della file centrali a passo 2,8m.

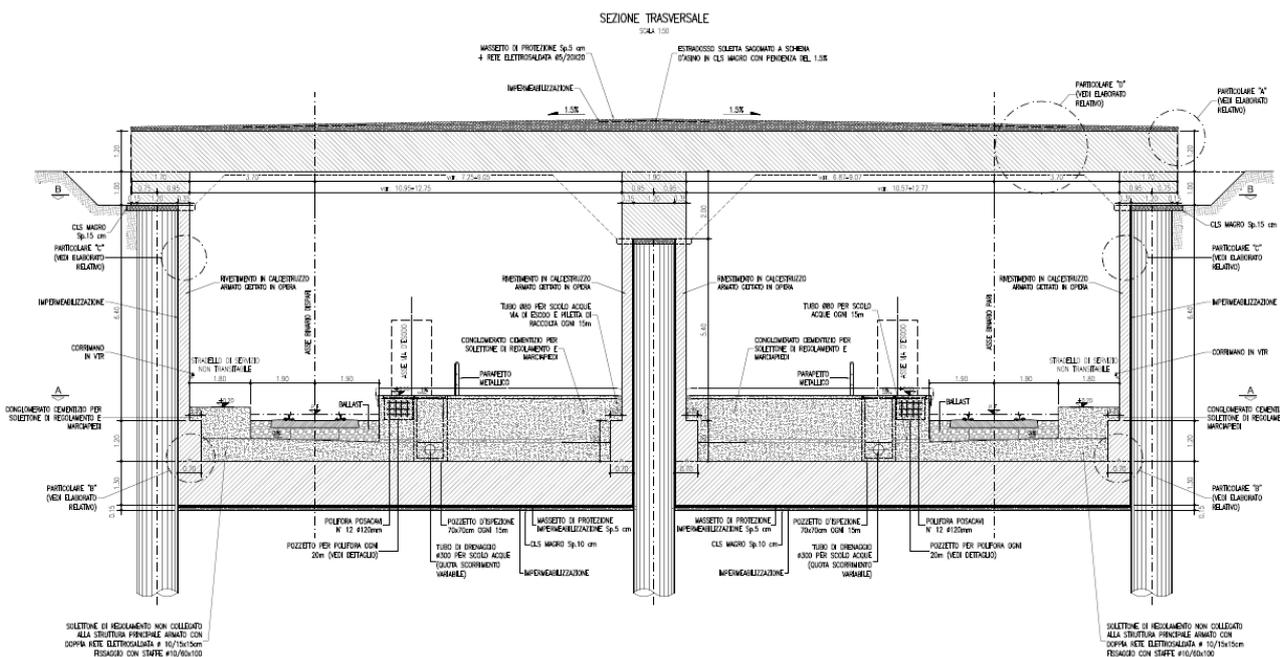


Figura 4.20 – Sezione tipica M3 doppia canna con setto

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RO GA 060 0 002

Rev.  
A

Foglio  
26 di 37

La sezione M2bis è composta da 3 file di pali  $\phi 1200$  di cui, i pali delle file laterali sono disposti a passo 1,4m collegati da un cordolo di spessore 1m, quella centrale è formata da 4 pali ogni 10m collegati da cordoli di altezza 2m. La soletta superiore è spessa 1,2m mentre lo spessore della soletta di fondazione è pari a 1,3m.

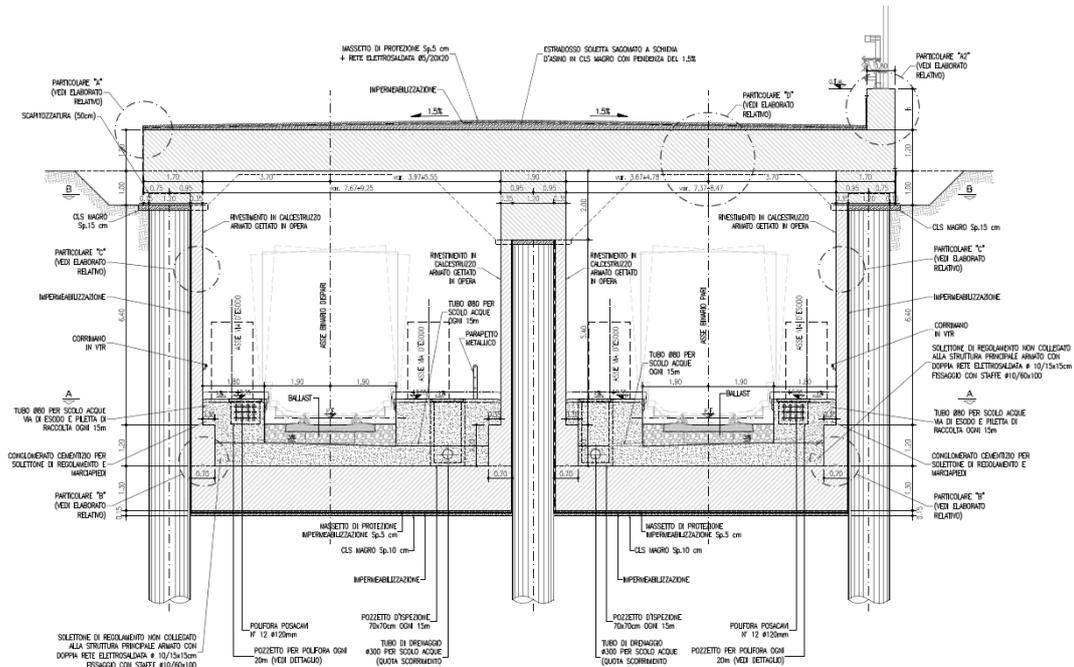


Figura 4.21 – Sezione tipica M2 bis (doppia canna con setto finestrato)

La sezione M1 è composta da 2 file di pali disposti a passo 1,4m. Per i conci dal n. 1 al n. 8 i cordoli hanno un'altezza pari a 1m per la fila lato proprietà Feralpi e 2m lato autostrada. Per i conci dal n. 9 al n.15 i cordoli hanno altezza pari a 2,5m.

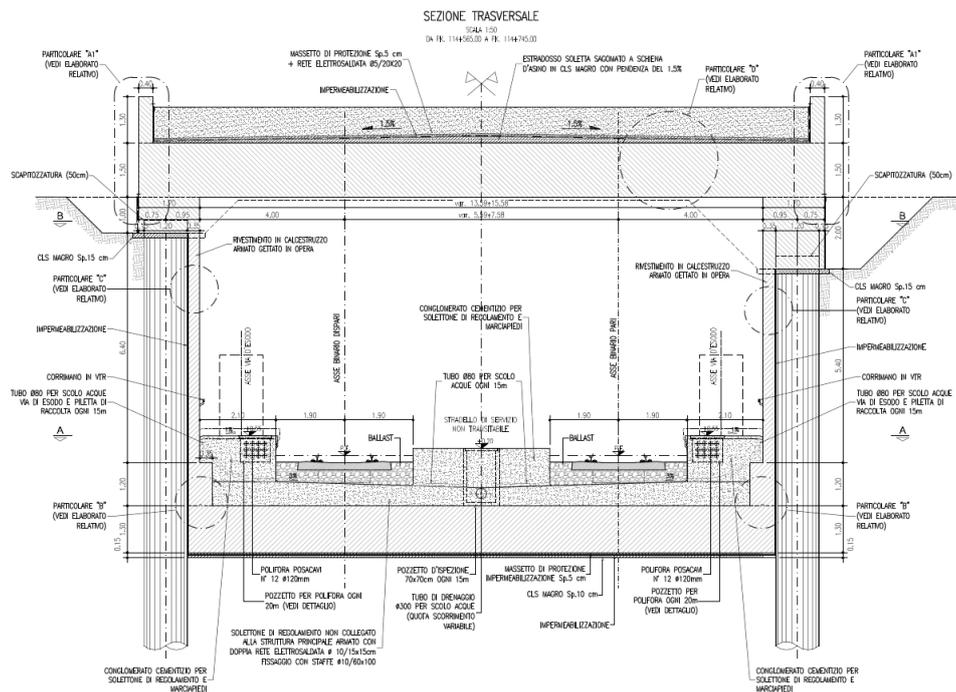


Figura 4.22 – Sezione tipica M1 monocanna doppio binario



Le sezioni appena illustrate sono le tipologiche correnti Metodo Milano per la GA06, lungo tutta la tratta ci sono dei conci particolari che nel loro sviluppo si differenziano geometricamente dalle sezioni correnti. Si elencano di seguito i conci speciali:

- Concio 1: concio con estradosso soletta su cui è presente il traffico del cavalcavia di Via faccendina.
- Conci 2, 5, 12, 45, 52, 53: conci con nicchie;
- Conci 24: concio con presenza di canale;
- Conci 25, 26, 27: conci con fabbricati tecnologici;
- Concio 30, 42: concio con presenza di varchi per l'attacco della galleria;
- Concio 40: concio con Bypass.

All'interno della sezione della galleria artificiale, oltre alla sede ferroviaria, sono presenti due marciapiedi laterali (vie di esodo), al di sotto dei quali sono allocate la polifora e la condotta di allontanamento delle acque. Esternamente alla copertura e al di sotto della contro-soletta di fondazione, è prevista una impermeabilizzazione con guaina bituminosa, che viene risvoltata a salire lungo le pareti interne delle paratie laterali, in sovrapposizione all'impermeabilizzazione che scende dall'intradosso della soletta superiore lungo le pareti laterali. Sull'estradosso copertura, inoltre è previsto un massetto a pendenza.

Nel tracciamento delle paratie esterne, per le sezioni tipologiche m. Milano, si è tenuto conto di possibili errori di verticalità dei pali, sia esterni che centrali, garantendo le dimensioni interne nette richieste dai capitolati RFI (tolleranza pari all'1% della profondità).

All'interno della sezione della galleria artificiale, oltre alla sede ferroviaria, sono presenti due marciapiedi, al di sotto dei quali sono allocate la polifora e la condotta di allontanamento delle acque. Esternamente alle pareti, alla copertura e al di sotto della fondazione, è prevista una impermeabilizzazione con guaina bituminosa e strato di tessuto non tessuto. Sull'estradosso copertura, inoltre è previsto un massetto di 5 cm a pendenza armato con rete elettrosaldata  $\phi 5$  passo 20cm X 20cm.

#### 4.4. BYPASS

La lunghezza complessiva della galleria Lonato, pari a 7563 m, comporta la realizzazione di un certo numero di by-pass di collegamento tra le due canne, ad inter-distanza non superiore ai 500 m, e parimenti distanti dagli imbocchi, in accordo con le normative di riferimento per la tipologia di galleria a doppia canna, e coerentemente con quanto previsto dall'Analisi di Rischio.

Il concetto della sicurezza in galleria prevede che in caso di evento incidentale, le vie d'esodo conducano i viaggiatori scesi dal treno verso il by-pass più vicino, che attraverso un sistema di protezione e di pressurizzazione, consente l'evacuazione verso il luogo sicuro costituito dalla canna non incidentata.

Nella galleria Lonato, sono presenti 14 by-pass complessivi, di cui in particolare 2 posizionati nella Galleria Artificiale Lonato Ovest, che costituisce la WBS oggetto del presente documento.

La distribuzione dei by-pass viene di seguito descritta:

- By-pass 1 – progressiva km 115+473
- By-pass 2 – progressiva km 115+910

Le interdistanze tra i by-pass adiacenti sono sempre al massimo di 500 m.

Il Bypass 1 verrà realizzato tra pali in quanto ricade pienamente nella zona delle gallerie metodo Milano, mentre il bypass 2 verrà realizzato tra le due gallerie artificiali S1 adiacenti.



## 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.

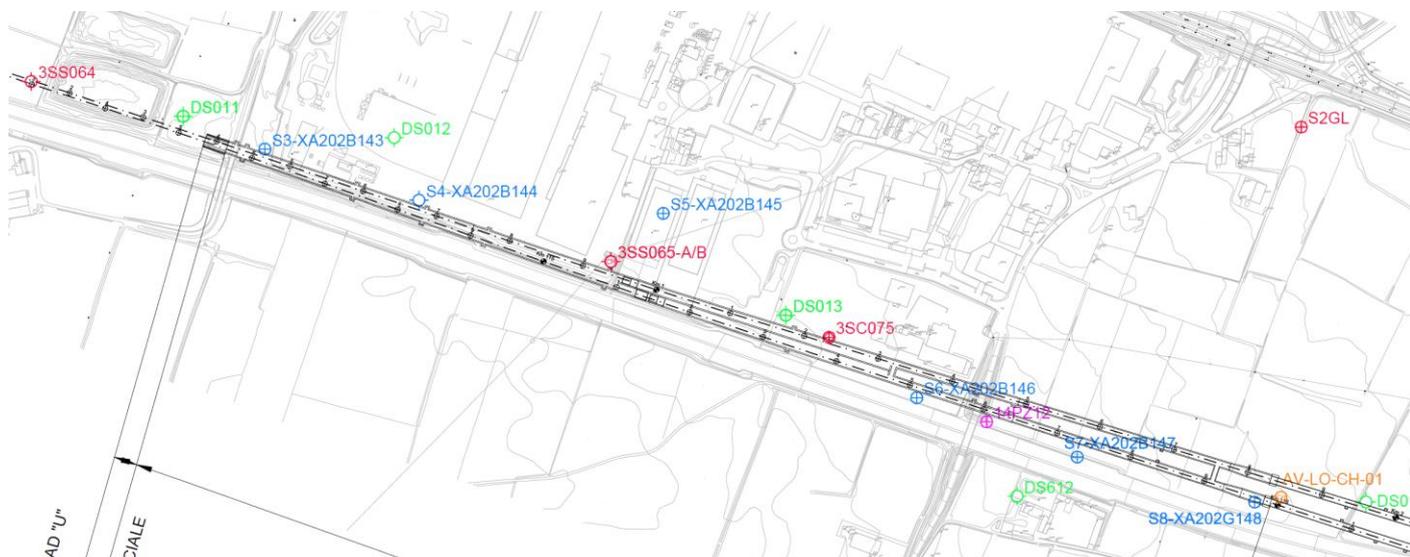


Figura 5.2- Sondaggi nella zona della galleria artificiale Lonato Ovest

### 5.1. Galleria artificiale lato Ovest (GA06)

La trincea di approccio di muri ad U e la galleria artificiale lato ovest si sviluppano rispettivamente tra le progressive chilometriche 114+535 e 114+565 e 114+565 e 115+990 considerando anche la dima di attacco all'imbocco della galleria naturale.

In questa tratta, per la definizione della stratigrafia di progetto e delle proprietà geotecniche dei materiali si sono utilizzati i dati relativi ai sondaggi riportati nella seguente Tabella 5.1:

Indagini geognostiche Galleria Artificiale Ovest (TR04 - GA06)						
Denominazione sondaggio	Campagna	PK [km]	Quota boccaforo [m s.l.m.]	Lunghezza sondaggio [m]	Distanza asse galleria [m]	Prove / strumentazione installata
DS011	1992-1993	114+500	138.71	28.2	15 N	piezometro TA (3 m - 28 m), SPT
S3-XA202B143	2000-2002	114+611	140.7	20.0	16 N	piezometro TA (12 m - 15 m), Lefranc, SPT
DS012	1992-1993	114+760	141.5	30.0	82 N	SPT
S4-XA202B144	2000-2002	114+821	141.9	20.0	21 N	piezometro TA (4 m - 17 m), Lefranc, SPT
3SS065	2003-2004	115+081	142.4	30.0	in asse	piezometro TA, Lefranc, SPT, cross-hole
3SA065	2003-2004	115+081	142.4	30.0	in asse	cross-hole, SPT
3SB065	2003-2004	115+081	142.4	30.0	in asse	cross-hole, SPT
S5-XA202B145	2000-2002	115+124	141.4	20.0	110 N	piezometro TA (4 m - 17 m), Lefranc, SPT
DS013	1992-1993	115+320	143.0	35.0	29 N	piezometro TA (15 m - 33 m), SPT
3SC075	2003-2004	115+380	143.0	40.0	26 N	piezometro C (10 m, 19 m), SPT
S6-XA202B146	2000-2002	115+512	143.3	25.0	13 S	piezometro TA (17 m - 20 m), Lefranc, SPT
14PZ12	2014-2015	115+605	144.8	40.0	in asse	piezometro TA (10 m - 40 m)
S7-XA202B147	2000-2002	115+733	145.8	30.0	21 S	piezometro TA (6 m - 23 m) Lefranc, SPT

Tabella 5.1 – Indagini geognostiche considerate per la caratterizzazione geotecnica.

#### 5.1.1. Definizione stratigrafie di riferimento

I sondaggi eseguiti in questa tratta hanno raggiunto profondità comprese tra 20 e 40 m dal piano campagna, sufficienti ad indagare i terreni interessati dalle opere previste. Le stratigrafie dei sondaggi analizzati evidenziano la presenza di un primo strato di riporto o terreno vegetale dello spessore variabile tra circa 1 m e fino a 6 m nel caso del sondaggio

S3-XA202B143. Per i sondaggi compresi tra le progressive 115+081 e 115+512 è inoltre presente uno strato superficiale di calcestruzzo o di pavimentazione in conglomerato bituminoso. Al di sotto di questo primo livello, e fino alla profondità massima indagata, si evidenzia invece la presenza di ghiaia addensata con sabbia debolmente limosa. Possono essere presenti livelli localmente limitati con una maggior concentrazione di fini nella matrice sabbiosa o anche strati di sabbia ghiaiosa.

In Tabella 5.2 è indicata la stratigrafia di progetto che sarà adottata per le opere situate fra le progressive 114+535 e 115+990, ovvero per la trincea di muri ad U e la galleria artificiale lato ovest. In base a quanto precedentemente esposto il sottosuolo è considerato composto da uno strato superficiale di terreno di copertura e un successivo strato di ghiaia addensata con sabbia debolmente limosa.

Strato	Profondità da p.c. [m]	Descrizione stratigrafica
1	da 0 a 3	Terreno di riporto/vegetale
2	da 3 a 40	Ghiaia addensata con sabbia debolmente limosa

**Tabella 5.2 – Stratigrafia di progetto per la trincea di muri ad U e la galleria artificiale lato ovest.**

### 5.1.2. Andamento della falda

A parte il sondaggio DS012, tutti gli altri sondaggi disponibili nella tratta considerata sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto o celle Casagrande, come riportato in Tabella 5.3. Sono quindi state usate le misure effettuate in questi piezometri per valutare il livello della falda. Per quanto riguarda i piezometri dei sondaggi 3SS065 e S4-XA202B144, non si hanno a disposizione i dati delle letture. I piezometri Casagrande del sondaggio 3SC075, installati alle quote 133 e 124 m s.l.m., nei periodi di misura non hanno registrato la presenza della falda.

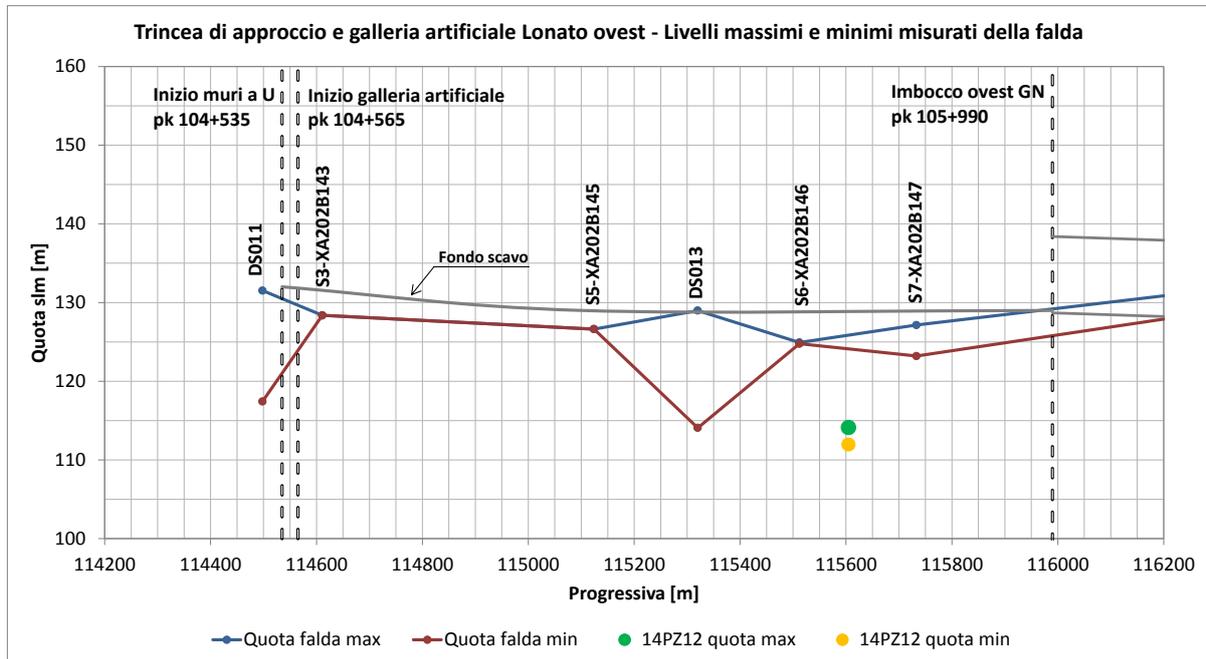
In Tabella 5.3 sono riassunti i dati relativi alle misure piezometriche disponibili.

Sondaggio	Pk [m]	Quota b.f. [m slm]	Tipo piezometro	Profondità da p.c. [m]	Numero di letture	Quota max falda [m]	Quota min falda [m]
DS011	114+498	138.71	TA	3-28	15	131.53	117.43
S3-XA202B143	114+611	140.7	TA	12-15	10	128.375	128.375
S5-XA202B145	115+124	141.4	TA	14-17	11	126.63	126.63
DS013	115+320	143	TA	15-33	14	128.983	114.083
S6-XA202B146	115+512	143.3	TA	17-20	9	124.929	124.769
14PZ12	115+605	144.8	TA	10-40	2	114.1	111.95
S7-XA202B147	115+733	145.8	TA	6-23	29	127.15	123.21

**Tabella 5.3 – Riassunto delle misure piezometriche a disposizione.**

In Figura 5.3 sono riportati i valori massimi e minimi del livello di falda misurato dai piezometri nelle varie campagne di misura. I valori minimi misurati della falda si attestano a una quota di circa 115 m s.l.m. e quelli massimi sui 129 m s.l.m.

La massima profondità di scavo delle opere interessate è compresa fra la quota di 132 m s.l.m. all'inizio della trincea di approccio e la quota 129 m s.l.m. raggiunta nella parte centrale della galleria artificiale e fino all'imbocco lato Milano della galleria naturale. Pertanto cautelativamente la quota di progetto della falda è assunta a fondo scavo lungo tutto lo sviluppo delle opere in oggetto.



**Figura 5.3 – Quota della falda massima e minima ricavata dalle letture piezometriche.**

### 5.1.1. 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 la galleria artificiale Lonato Ovest

Da (m)	A (m)	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	OCR (-)	$K_0$ (-)	$c'_k$ (kPa)	$\phi'_k$ (°)	$E_{VC}$ (MPa)	$E_{UR}$ (MPa)
p.c.	1,5	13,3	16,8	18,3	1	0,50	0	23,0	20	32
1,5	5	19,3	21,3	22,1	2	0,77	0	38,6	162	259
5	10	19,5	21,3	22,1	2	0,77	0	38,8	255	638
10	15	19,1	21,0	21,9	2	0,77	0	38,0	258	645
15	20	19,1	21,0	21,9	2	0,76	0	37,6	278	695
20	25	18,9	20,9	21,8	2	0,76	0	37,2	270	675
25	35	18,8	20,8	21,7	2	0,76	0	36,7	264	660
> 35		18,8	20,8	21,7	2	0,76	0	36,7	150	375

**Tabella 5.4 – Galleria artificiale Lonato Ovest (GA06), parametri geotecnici per la progettazione esecutiva.**



## 6. IDRAULICA

Lo smaltimento delle acque di piattaforma verrà garantito da una tubazione posta al di sotto del camminamento, previsto per la manutenzione posto sul lato opposto della sezione.

Nel progetto esecutivo è stato inserito un solettone di regolamento che si spinge fino a -1,4 m da p.f.

Tale posizione non è fissa lungo lo sviluppo della galleria, ma segue la configurazione delle sezioni tipo coerentemente con la posizione della via d'esodo laterale.

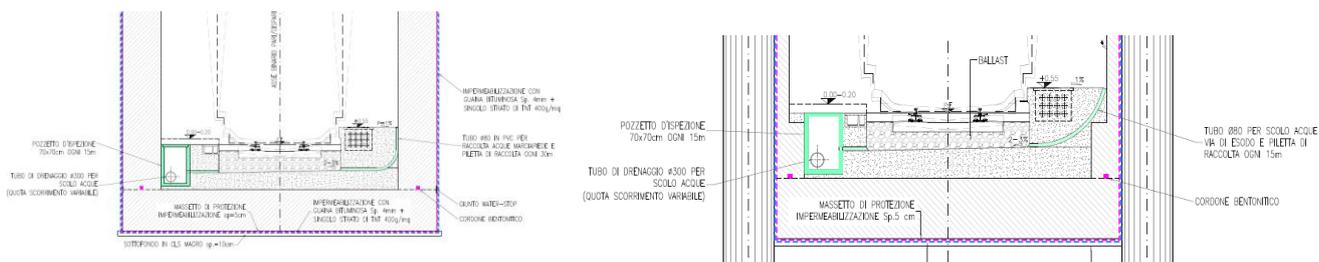
In corrispondenza del primo tratto, caratterizzato da sezione mono-canna M1, il drenaggio avverrà attraverso un'unica canaletta sotto-ballast, posta centralmente, con sagomatura all'estradosso della soletta superiore verso l'interno della galleria.

In corrispondenza del successivo tratto con setto centrale, inizialmente non continuo (M2-bis) e successivamente continuo (M3-M3bis), la canaletta di raccolta si sdoppia e viene posizionata lateralmente, verso l'interno della sezione, con sagomatura dell'estradosso-fondazione con direzione interna.

Nel momento in cui avviene la separazione delle due canne (pk.115+473), e si prosegue nella tratta M4 e S1 sarà necessaria una transizione per portare la raccolta acque in posizione laterale esterna, in accordo con il manuale di progettazione RFI.

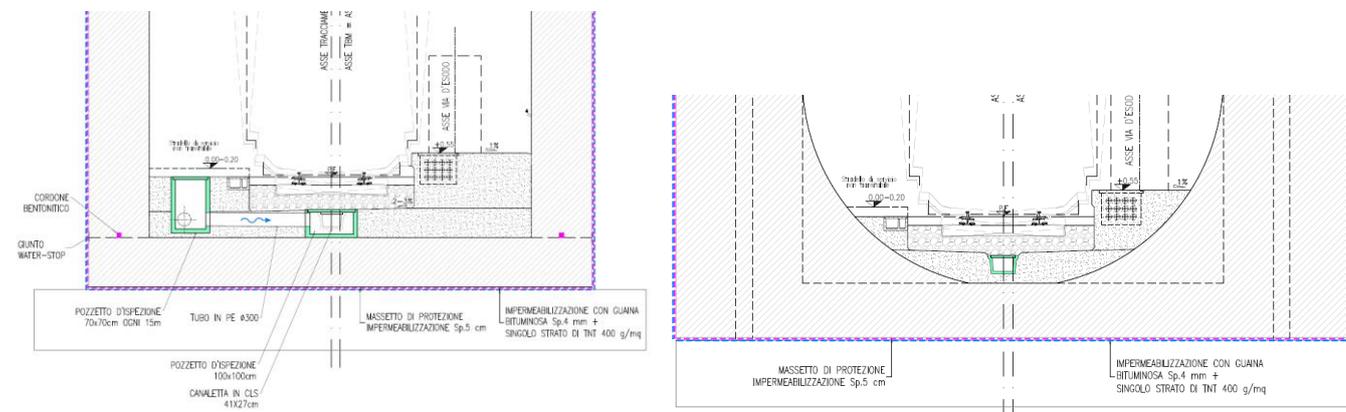
Per il tratto mono-canna, il sistema di raccolta delle acque prevede in particolare:

- Una sagomatura del riempimento inferiore con pendenza trasversale del 2-3 % in modo da direzionare sotto ballast, le acque verso la tubazione di raccolta laterale;
- Un tubo di sfogo ogni 30 m per convogliare le acque verso il pozzetto.
- Un pozzetto di raccolta ogni 30 m (con raddoppio per l'ispezione ogni 15 m) per la confluenza delle acque nel tubo.



**Figura 6.1: Galleria Lonato Ovest – Sezione tipologica tratto scatolare e metodo Milano con posizionamento dei tubi di smaltimento**

In corrispondenza dell'interfaccia strutturale tra lo scatolare di transizione e la dima di imbocco, all'interno del primo dei due, avverrà il passaggio della posizione del drenaggio da tubo laterale alla canaletta centrale tipica della galleria naturale.



**Figura 6.2: Galleria Lonato Ovest – Sezione tipologica tratto scatolare di transizione e dima di imbocco con posizionamento dei tubi di smaltimento**

Il dimensionamento idraulico del sistema è descritto nel documento “Relazione di smaltimento acque di piattaforma ed esterne” *INOR11EE2RIGN0200001*.

## 7. FASI ESECUTIVE

Per via delle diverse interferenze presenti lungo il tracciato della galleria artificiale GA06 la galleria dovrà essere realizzata per fasi in più punti della galleria.

### 7.1. Zona da pk 115+640 a pk 115+890

Dalla progressiva 115+890 circa il binario pari prosegue verso Ovest con una sezione tipo metodo Milano M4 in quanto si vuole garantire un livello di sicurezza maggiore rispetto a quanto previsto nel progetto definitivo, inoltre non è presente lo spazio per l’allocazione dei tiranti di contrasto di una eventuale opera provvisoria a causa del progressivo avvicinamento della proprietà autostradale. 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+639,81. 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 e ritombata per prima la canna dispari, solo successivamente verrà realizzata la canna pari.



Doc. N.

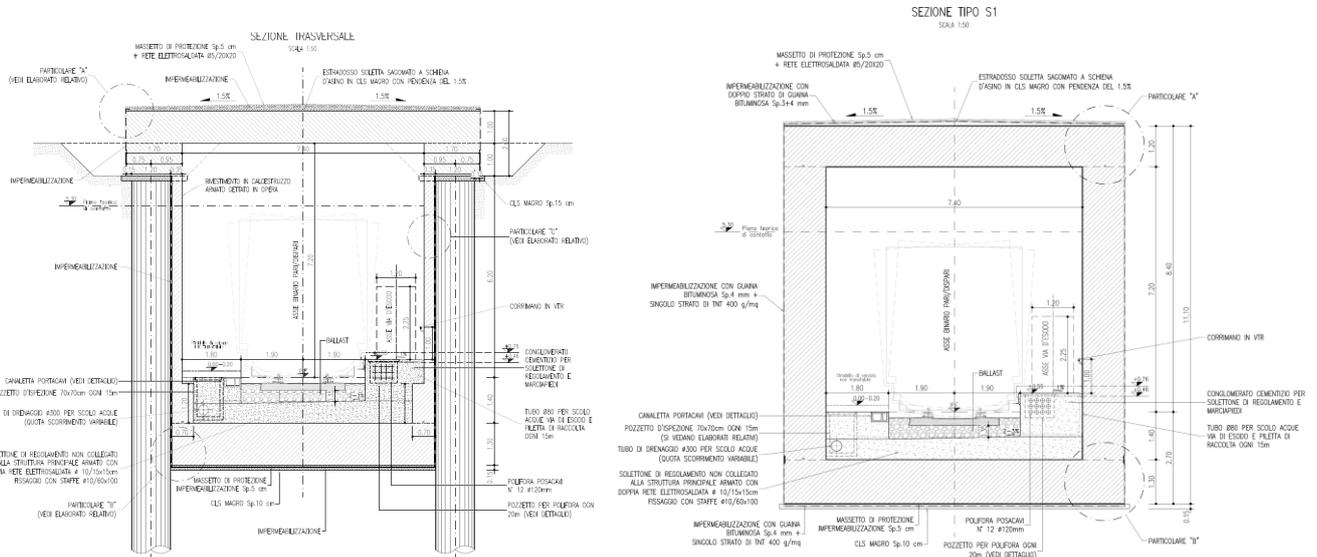
Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 RO GA 060 0 002Rev.  
AFoglio  
36 di 37

Figura 7.1 – Sezioni tipo M4 e sezione tipo S1 tra la pk 115+635 e la pk 115+890

Le fasi prevedono:

- realizzazione degli scavi a cielo aperto per il raggiungimento del piano di imposta delle fondazioni delle strutture del binario dispari;
- realizzazione della struttura scatolare S1;
- ritombamento della struttura scatolare S1 fino alla quota di imposta dei pali della sezione M4;
- scavo nella zona del binario pari fino alla quota di imposta dei pali della sezione tipo M4;
- realizzazione dei pali della sezione tipo M4;
- realizzazione del solettone superiore della sezione tipo M4;
- ritombamento dell'area;
- scavo a foro cieco della sezione M4.

## 7.2. Zona Cvf IV30

Altra fasistica verrà adottata per la realizzazione del Cvf IV30 che verrà ricostruito a fianco di quello esistente. Per mantenere la continuità dell'esercizio si dovranno:

- realizzare i conchi di galleria ricadenti sull'impronta del nuovo cavalcaferrovia, predisponendo opportune opere provvisorie,
- realizzare il nuovo cavalcaferrovia e deviare il traffico su tale opera;
- demolire il cavalcaferrovia esistente;
- realizzare i conchi ricadenti sull'impronta del cavalcaferrovia esistente.

### 7.3. Zona Feralpi

Nella zona dell'acciaieria Feralpi da pk 114+745 a pk 115+100 le lavorazioni sono state studiate in modo da garantire sempre un opportuno spazio per il passaggio dei mezzi a servizio dell'acciaieria. Verrà dunque seguita questa fasistica:

- Verrà dapprima realizzata la soletta di copertura con i relativi pali della galleria dall'imbocco fino alla pk 114+900 circa (sezione M1);
- Nella zona in cui è presente la sezione M2bis le lavorazioni inizieranno con la realizzazione dei pali sul binario pari permettendo il transito dei mezzi sul binario dispari;
- Ultimati i lavori di realizzazione pali, soletta di copertura e piazzale sul binario pari inizieranno i lavori sul binario dispari permettendo il transito dei mezzi sul binario pari;
- Ultimati i lavori sul binario dispari verranno riconsegnate le aree all'acciaieria.

La soletta è stata dimensionata in maniera tale da garantire il transito dei mezzi Feralpi, mentre non è permesso il lo stoccaggio di materiale.

### 7.4. Zona Cvf IV42 via Faccendina

Nella zona del Cvf IV42 è prevista la carrabilità della soletta di copertura del concio 1 per il traffico di via Faccendina. Le fasi di gestione dell'interferenza costruttiva tra la galleria Metodo Milano e il Cvf sono:

- chiusura al traffico di via Faccendina;
- demolizione del cavalcavia esistente;
- realizzazione spalla del nuovo cavalcavia, ripristino dell'area per l'esecuzione della galleria Metodo Milano con ritombamento fino a quota di esecuzione dei pali;
- esecuzione dei pali e della soletta del concio 1;
- realizzazione del nuovo cavalcavia.