

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**

**IN87 - SIFONE DOPPIA CANNA 1,2x2,0 PK 109+793,00**

**RELAZIONE IDRAULICA**

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | DIRETTORE LAVORI                    |
| Consorzio<br><b>Cepav due</b><br><br>Consorzio Cepav due<br>Il Direttore del Consorzio<br>(Ing. T. Tardito)<br><br>Data: <u>29 MAG 2020</u> | <br><br><br><br><br><br>Data: _____ |

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA/DISCIPLINA | PROGR | REV |
|----------|-------|------|------|----------|------------------|-------|-----|
| I N O R  | 1 2   | E    | E 2  | R I      | I N 8 7 0 6      | 0 0 1 | A   |

| PROGETTAZIONE |             |                               |          |            |          |  | IL PROGETTISTA |  |
|---------------|-------------|-------------------------------|----------|------------|----------|--|----------------|--|
| Rev.          | Descrizione | Redatto                       | Data     | Verificato | Data     | Progettista  | Data           | Integratore  |
| A             | Emissione   | ZIFFERERO<br><i>Zifferero</i> | 28/06/19 | AIELLO     | 28/06/19 | Dot. Ing. ROBERTO VIANI<br>INGEGNERE<br>ROMA<br>N. 23076 | 28/06/19       | Dot. Ing. V. Aiello<br>INGEGNERE<br>VERONA<br>Iscrizione N° 1554 |
| B             |             |                               |          |            |          |  |                |  |
| C             |             |                               |          |            |          |  |                |  |

CIG. 751447334A

File: INOR12EE2RIIN8706001A\_10.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

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

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 RI IN 87 06 001

Rev.  
A

Foglio  
2 di 9

## INDICE

|   |   |
|---|---|
| 1. PREMESSA.....  | 3 |
| 2. VERIFICA CANALE DI PROGETTO .....                    | 4 |
| 3. VERIFICA SIFONE.....                                 | 5 |
| 4. VERIFICA ATTRAVERSAMENTO PISTA AREA INTERCLUSA ..... | 8 |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 RI IN 87 06 001

Rev.  
A

Foglio  
3 di 9

## 1. PREMESSA

La presente relazione è relativa alla risoluzione dell'interferenza della linea A.V./A.C. TORINO – VENEZIA, tratta MILANO – VERONA, lotto funzionale Brescia – Verona, con il ramo della Roggia Calcinatella, facente parte del reticolo idrografico del Consorzio di Bonifica Chiese, ubicato in prossimità del cavalcavia autostradale esistente di Via A.Manzoni nel Comune di Calcinato (BS).

Allo stato attuale il canale della roggia Calcinatella a nord della A4 è costituito da una canaletta prefabbricata tipo Fattori sez.900 che scorre in affiancamento a Via Manzoni in direzione Nord-Sud; in prossimità del cavalcavia autostradale, la roggia si allontana dalla sede della viabilità comunale, e proseguendo verso sud-ovest sottopassa la sede dell'Autostrada A4 con una tubazione DN1000mm.

Il tracciato di progetto del collegamento tra Quadruplicamento BS Est e linea AV/AC, ubicato a nord dell'Autostrada A4, interferisce con il canale di cui sopra, e pertanto è stata prevista la corretta ricucitura con un nuovo tracciato, prevedendo una canaletta prefabbricata delle medesime dimensioni di quella attuale.

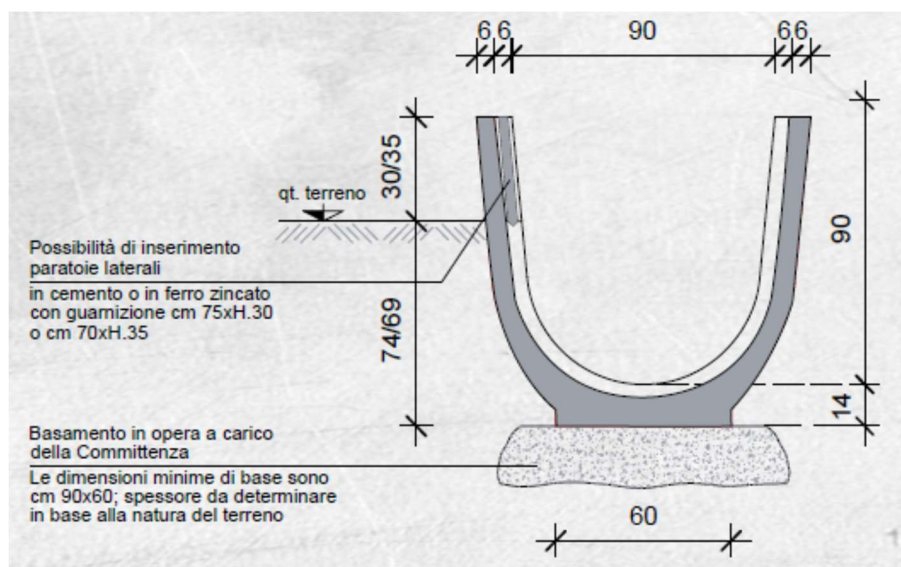
Per consentire il sottopassaggio della canaletta alla linea ferroviaria di progetto, in considerazione delle quote idrauliche attuali e delle quote del piano ferro, è necessario prevedere un sifone a doppia canna di dimensioni 2x1,20x2,00m, ubicato a pk 109+793,00 del B.P., con pozzetti a monte e a valle dotati di paratoie di regolazione su ciascuna delle due canne.

Una volta superata la linea ferroviaria, la canaletta di progetto prosegue verso sud, sottopassa la pista di servizio dell'area interclusa con una tubazione prefabbricata in calcestruzzo DN800mm, e si collega al pozzetto esistente di imbocco della tubazione esistente sotto A4.

## 2. VERIFICA CANALE DI PROGETTO

Le caratteristiche del canale esistente forniscono la portata di progetto, che viene calcolata ipotizzando il deflusso a piene rive della sezione esistente.

Il canale esistente è costituito da una canaletta Fattori sez.900 cm con pendenza del fondo 0,20%. Assumendo in via cautelativa che la canaletta abbia un franco di 4cm, corrispondente a un riempimento pari al 94%, si ottiene una portata pari a 0,819 m<sup>3</sup>/s, come si evince dalla verifica sotto riportata.



|     |              |                     |
|-----|--------------|---------------------|
| p=  | 0,00200      | m/m                 |
| A=  | 0,64         | m <sup>2</sup>      |
| P=  | 2,19         | m                   |
| Rh= | 0,292        | m                   |
| Ks= | 65           | m <sup>1/3</sup> /s |
| v=  | 1,280        | m/s                 |
| Q=  | <b>0,819</b> | m <sup>3</sup> /s   |

Il canale di progetto presenta le stesse caratteristiche del canale esistente, per cui si omettono le relative verifiche.

### 3. VERIFICA SIFONE

Il sifone in progetto è costituito da una doppia canna rettangolare sotto la ferrovia, una canna per il passo d'uomo e la seconda canna per il passaggio dell'acqua. La dimensione di ciascuna canna è pari a 1,20m di larghezza per 2,00m di altezza, per una lunghezza complessiva del sifone di 31m.

A monte e a valle del sifone sono presenti due pozzetti di raccordo tra la canaletta Fattori Sez.900 di progetto e il sifone stesso.

Le caratteristiche della canaletta di progetto in ingresso e uscita dal sifone e la relativa portata sono riportate nello specifico paragrafo.

La verifica del sifone si effettua calcolando le perdite di carico (distribuite e localizzate) e verificando che il sovrizzo causato da tali perdite nella sezione di monte, al netto del dislivello energetico tra la sezione di monte e la sezione di valle, rimanga contenuto nelle sponde.

Le formule per il calcolo delle perdite sono le seguenti:

- Perdite localizzate per cambio sezione:  $L_1 = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$
- Perdite localizzate per imbocco:  $L_2 = 0,5 \frac{v^2}{2g}$
- Perdite localizzate per sbocco:  $L_3 = 1,0 \frac{v^2}{2g}$
- Perdite in curva:  $L_4 = 0,5 \frac{v^2}{2g}$
- Perdite distribuite:  $L_5 = l \cdot \left(\frac{v}{K_s}\right)^2 \cdot (R_h)^{-4/3}$

Nelle quali:

- $v$  è la velocità della corrente
- $l$  la lunghezza del sifone
- $K_s$  è il coefficiente di Strickler
- $R_h$  il raggio idraulico.

Seguono le tabelle di calcolo delle perdite di carico.

| CANALE MONTE |         |                     | POZZETTO MONTE - SEZ.1 |       |                   | POZZETTO MONTE - SEZ.2 |       |                   | POZZETTO MONTE - SEZ.3 |       |                   | SIFONE |       |                   |
|--------------|---------|---------------------|------------------------|-------|-------------------|------------------------|-------|-------------------|------------------------|-------|-------------------|--------|-------|-------------------|
| p=           | 0,00200 | m/m                 |                        |       |                   |                        |       |                   |                        |       |                   |        |       |                   |
|              |         |                     | b=                     | 1,50  | m                 | b=                     | 1,20  | m                 | b=                     | 1,20  | m                 | b=     | 1,20  | m                 |
|              |         |                     | h=                     | 1,20  | m                 | h=                     | 1,20  | m                 | h=                     | 3,30  | m                 | h=     | 2,00  | m                 |
| A=           | 0,53    | m <sup>2</sup>      | A=                     | 1,80  | m <sup>2</sup>    | A=                     | 1,44  | m <sup>2</sup>    | A=                     | 3,96  | m <sup>2</sup>    | A=     | 2,40  | m <sup>2</sup>    |
| P=           | 1,92    | m                   |                        |       |                   |                        |       |                   |                        |       |                   | P=     | 6,40  | m                 |
| Rh=          | 0,274   | m                   |                        |       |                   |                        |       |                   |                        |       |                   | Rh=    | 0,375 | m                 |
| Ks=          | 82,5    | m <sup>1/3</sup> /s | Q=                     | 0,819 | m <sup>3</sup> /s | Q=                     | 0,819 | m <sup>3</sup> /s | Q=                     | 0,819 | m <sup>3</sup> /s | Q=     | 0,819 | m <sup>3</sup> /s |
| v=           | 1,557   | m/s                 | v=                     | 0,455 | m/s               | v=                     | 0,569 | m/s               | v=                     | 0,207 | m/s               | v=     | 0,341 | m/s               |
| Q=           | 0,819   | m <sup>3</sup> /s   |                        |       |                   |                        |       |                   |                        |       |                   | L=     | 31    | m                 |

| POZZETTO VALLE - SEZ.1 |       |                   | POZZETTO VALLE - SEZ.2 |       |                   | POZZETTO VALLE - SEZ.3 |       |                   | CANALE VALLE |         |                     |
|------------------------|-------|-------------------|------------------------|-------|-------------------|------------------------|-------|-------------------|--------------|---------|---------------------|
|                        |       |                   |                        |       |                   |                        |       |                   | p=           | 0,00200 | m/m                 |
| b=                     | 1,20  | m                 | b=                     | 1,20  | m                 | b=                     | 0,90  | m                 |              |         |                     |
| h=                     | 3,30  | m                 | h=                     | 1,20  | m                 | h=                     | 1,20  | m                 |              |         |                     |
| A=                     | 3,96  | m <sup>2</sup>    | A=                     | 1,44  | m <sup>2</sup>    | A=                     | 1,08  | m <sup>2</sup>    | A=           | 0,53    | m <sup>2</sup>      |
|                        |       |                   |                        |       |                   |                        |       |                   | P=           | 1,92    | m                   |
|                        |       |                   |                        |       |                   |                        |       |                   | Rh=          | 0,274   | m                   |
| Q=                     | 0,819 | m <sup>3</sup> /s | Q=                     | 0,819 | m <sup>3</sup> /s | Q=                     | 0,819 | m <sup>3</sup> /s | Ks=          | 82,5    | m <sup>1/3</sup> /s |
| v=                     | 0,207 | m/s               | v=                     | 0,569 | m/s               | v=                     | 0,759 | m/s               | v=           | 1,557   | m/s                 |
|                        |       |                   |                        |       |                   |                        |       |                   | Q=           | 0,819   | m <sup>3</sup> /s   |

| CALCOLO PERDITE DI CARICO |       |   |   |
|---------------------------|-------|---|---|
| L1=                       | 0,062 | m | cambio sezione canale monte-pozzetto monte Sez.1  |
| L1=                       | 0,001 | m | cambio sezione Pozzetto monte Sez.1-Sez.2         |
| L1=                       | 0,007 | m | cambio sezione Pozzetto monte Sez.2-Sez.3         |
| L2=                       | 0,003 | m | imbocco sifone                                    |
| L5=                       | 0,080 | m | distribuite sifone                                |
| L3=                       | 0,006 | m | sbocco sifone                                     |
| L1=                       | 0,007 | m | cambio sezione Pozzetto valle Sez.1-Sez.2         |
| L1=                       | 0,002 | m | cambio sezione Pozzetto valle Sez.2-Sez.3         |
| L2=                       | 0,062 | m | imbocco canale                                    |
| L=                        | 0,229 | m | perdite di carico totali                          |
| Dy=                       | 0,13  | m | dislivello imbocco-sbocco                         |
| Dh=                       | 0,099 | m | sovralzo da contenere                             |
| Dx=                       | 49,50 | m | lunghezza di intervento per contenere il sovralzo |

Le perdite di carico dovute al sifone risultano pari a 23 cm; poiché il dislivello tra monte e valle ( $\Delta y$ ) è pari a 13 cm, il sovralzo da contenere nella sezione di monte del canale ( $\Delta h$ ) risulta pari a 10 cm.

La sezione da utilizzare per la deviazione del canale di monte deve quindi garantire il transito della portata massima (819 l/s) con un franco superiore a 10 cm.

Dal momento che il progetto prevede, a monte del sifone, la posa di una canaletta prefabbricata tipo Fattori sezione 900 di lunghezza 50m circa, e dal momento che con tale sezione la portata massima transita con un franco di 18cm, i requisiti minimi sono soddisfatti.



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
12Codifica Documento  
E E2 RI IN 87 06 001Rev.  
AFoglio  
7 di 9

| CARATTERISTICHE TECNICHE    |                      | CARATTERISTICHE IDRICHE                     |                   |                     |                     |                    |                    |                    |
|-----------------------------|----------------------|---|-------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| PESO DI UN ELEMENTO         | kg.2300              | FRANCO (LIVELLO ACQUA CANALE) cm.           | 0 (cm.90)         | 4 (cm.86)           | 8 (cm.82)           | 30 (cm.60)         | 50 (cm.40)         |                    |
| FINITURA SUPERFICIE INTERNA | CALCESTRUZZO VIBRATO | AREA LIQUIDA mq.                            | 0,68              | 0,64                | 0,61                | 0,42               | 0,25               |                    |
| COEFF. 2a FORMULA DI BAZIN  | C=0,16               | CONTORNO BAGNATO m.                         | 2,27              | 2,19                | 2,11                | 1,67               | 1,26               |                    |
|                             |                      | PORTATA litri/sec.<br>VELOCITA' ACQUA m/sec | PENDENZA i=0,0002 | 355<br><b>0,52</b>  | 333<br><b>0,52</b>  | 311<br><b>0,51</b> | 197<br><b>0,47</b> | 104<br><b>0,41</b> |
|                             |                      |   | PENDENZA i=0,0005 | 562<br><b>0,83</b>  | 526<br><b>0,82</b>  | 492<br><b>0,81</b> | 311<br><b>0,74</b> | 165<br><b>0,65</b> |
|                             |                      |   | PENDENZA i=0,001  | 795<br><b>1,17</b>  | 745<br><b>1,16</b>  | 695<br><b>1,14</b> | 439<br><b>1,05</b> | 233<br><b>0,91</b> |
|                             |                      |   | PENDENZA i=0,002  | 1124<br><b>1,65</b> | 1053<br><b>1,64</b> | 983<br><b>1,62</b> | 621<br><b>1,48</b> | 329<br><b>1,29</b> |

#### 4. VERIFICA ATTRAVERSAMENTO PISTA AREA INTERCLUSA

L'analisi idraulica dei tombini di attraversamento viene eseguita mediante valutazione del deflusso della corrente a pelo libero in condizioni di moto uniforme.

Viene utilizzata la formula di Chézy:

$$Q = A \left[ \left( \frac{1}{n} \right) R^{1/6} \right] \sqrt{R * J}$$

dove:

Q=portata [m<sup>3</sup>/s]

A=area liquida [m<sup>2</sup>]

n=coefficiente di scabrezza di Manning [m<sup>1/3</sup>/s] (0,015 per le tubazioni in cls)

R=raggio idraulico [m]

J=pendenza longitudinale [m/m]

Per quanto riguarda l'attraversamento della pista dell'area interclusa è prevista una tubazione in calcestruzzo di diametro 800 mm con pendenza pari a 0,5%. La portata di progetto, determinata in precedenza, transita con un riempimento pari a 81%.



| collettore diam   |        | 0,800     |        | m    |       |
|-------------------|--------|-----------|--------|------|-------|
| Manning n = 0,015 |        |           |        |      |       |
| i = 0,005         |        |           |        |      |       |
| alfa              | h      | Area idr. | Rg idr | V    | Q     |
|                   | m      | mq        | m      | m/s  | mc/s  |
| 1,00              | 0,0490 | 0,013     | 0,032  | 0,47 | 0,006 |
| 1,10              | 0,0590 | 0,017     | 0,038  | 0,53 | 0,009 |
| 1,20              | 0,0699 | 0,021     | 0,045  | 0,59 | 0,013 |
| 1,30              | 0,0816 | 0,027     | 0,052  | 0,65 | 0,018 |
| 1,40              | 0,0941 | 0,033     | 0,059  | 0,72 | 0,024 |
| 1,50              | 0,1073 | 0,040     | 0,067  | 0,78 | 0,031 |
| 1,60              | 0,1213 | 0,048     | 0,075  | 0,84 | 0,040 |
| 1,70              | 0,1360 | 0,057     | 0,083  | 0,90 | 0,051 |
| 1,80              | 0,1514 | 0,066     | 0,092  | 0,96 | 0,063 |
| 1,90              | 0,1673 | 0,076     | 0,100  | 1,02 | 0,078 |
| 2,00              | 0,1839 | 0,087     | 0,109  | 1,08 | 0,094 |
| 2,10              | 0,2010 | 0,099     | 0,118  | 1,13 | 0,112 |
| 2,20              | 0,2186 | 0,111     | 0,127  | 1,19 | 0,132 |
| 2,30              | 0,2366 | 0,124     | 0,135  | 1,24 | 0,154 |
| 2,40              | 0,2551 | 0,138     | 0,144  | 1,29 | 0,178 |
| 2,50              | 0,2739 | 0,152     | 0,152  | 1,34 | 0,204 |
| 2,60              | 0,2930 | 0,167     | 0,160  | 1,39 | 0,232 |
| 2,70              | 0,3124 | 0,182     | 0,168  | 1,44 | 0,261 |
| 2,80              | 0,3320 | 0,197     | 0,176  | 1,48 | 0,292 |
| 2,90              | 0,3518 | 0,213     | 0,184  | 1,52 | 0,324 |
| 3,00              | 0,3717 | 0,229     | 0,191  | 1,56 | 0,357 |
| 3,10              | 0,3917 | 0,245     | 0,197  | 1,60 | 0,391 |
| 3,20              | 0,4117 | 0,261     | 0,204  | 1,63 | 0,425 |
| 3,30              | 0,4316 | 0,277     | 0,210  | 1,66 | 0,460 |
| 3,40              | 0,4515 | 0,292     | 0,215  | 1,69 | 0,495 |
| 3,50              | 0,4713 | 0,308     | 0,220  | 1,72 | 0,529 |
| 3,60              | 0,4909 | 0,323     | 0,225  | 1,74 | 0,563 |
| 3,70              | 0,5102 | 0,338     | 0,229  | 1,76 | 0,596 |
| 3,80              | 0,5293 | 0,353     | 0,232  | 1,78 | 0,629 |
| 3,90              | 0,5481 | 0,367     | 0,235  | 1,80 | 0,659 |
| 4,00              | 0,5665 | 0,381     | 0,238  | 1,81 | 0,689 |
| 4,10              | 0,5844 | 0,393     | 0,240  | 1,82 | 0,716 |
| 4,20              | 0,6019 | 0,406     | 0,242  | 1,83 | 0,742 |
| 4,30              | 0,6189 | 0,417     | 0,243  | 1,83 | 0,765 |
| 4,40              | 0,6354 | 0,428     | 0,243  | 1,84 | 0,786 |
| 4,50              | 0,6513 | 0,438     | 0,243  | 1,84 | 0,805 |
| 4,60              | 0,6665 | 0,447     | 0,243  | 1,84 | 0,822 |

| Verifica deflussi in condotta circolare |                          |
|---|--------------------------|
| Dati:                                   |                          |
| Portata                                 | 819 l/s                  |
| Pendenza longitudinale                  | 0,5 %                    |
| diametro                                | 800 mm                   |
| n Manning                               | 0,015 s/m <sup>1/3</sup> |
| risultati:                              |                          |
| h idrica =                              | 0,65 m                   |
| R raggio idraulico =                    | 0,24 m                   |
| V velocità =                            | 1,84 m/s                 |
| % riempimento =                         | 81 %                     |