

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE  
OBIETTIVO N. 443/01  
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA  
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza  
PROGETTO ESECUTIVO  
INTERFERENZE IDRAULICHE ED OPERE IDRAULICHE  
TOMBINO SCATOLARE 5X2 AL KM 13+309,18  
GENERALE  
Relazione tecnica generale e idraulica**

|                            |   |                  |  |            |
|----------------------------|---|------------------|--|------------|
| GENERAL CONTRACTOR         |   | DIRETTORE LAVORI |  | SCALA<br>- |
| IL PROGETTISTA INTEGRATORE | Consorzio Iricav Due<br>ing. Paolo CARMONA<br>Data: Giugno 2021 |                  |  |            |

|          |       |      |      |           |                  |        |      |                                       |
|----------|-------|------|------|-----------|------------------|--------|------|---------------------------------------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | PROGR. | REV. | FOGLIO                                |
| I N 1 7  | 1 2   | E    | I 2  | R O       | I N 3 1 0 0      | 0 0 1  | A    | - - - <sup>D</sup> <sub>I</sub> - - - |

|  |                            |      |
|--|----------------------------|------|
|  | VISTO CONSORZIO IRICAV DUE |      |
|  | Firma<br>Luca RANDOLFI     | Data |

| Progettazione: |             |           |         |              |         |            |         |                       |
|----------------|-------------|-----------|---------|--------------|---------|------------|---------|-----------------------|
| Rev.           | Descrizione | Redatto   | Data    | Verificato   | Data    | Approvato  | Data    | IL PROGETTISTA        |
| A              | EMISSIONE   | Rocca<br> | 06/2021 | Guilarte<br> | 06/2021 | Aiello<br> | 06/2021 | <br>Data: Giugno 2021 |
|                |             |           |         |              |         |            |         |                       |
|                |             |           |         |              |         |            |         |                       |

|                 |                     |                                     |
|-----------------|---------------------|-------------------------------------|
| CIG. 8377957CD1 | CUP: J41E9100000009 | File: IN1712EI2ROIN3100001A_01.DOCX |
|                 |                     | Cod. origine:                       |



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

|   |  |             |   |           |                  |
|---|--|-------------|---|-----------|------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br> |             |   |           |                  |
| RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA  | Progetto<br>IN17   | Lotto<br>12 | Codifica Documento<br>E I2 RO IN 31 0 0 001 | Rev.<br>A | Foglio<br>2 di 9 |

## INDICE

|     |   |   |
|-----|---|---|
| 1   | PREMESSA.....                                       | 3 |
| 2   | INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI ..... | 3 |
| 3   | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....                      | 4 |
| 4   | DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO.....               | 4 |
| 5   | DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....           | 5 |
| 6   | VERIFICHE IDRAULICHE.....                           | 6 |
| 6.1 | Portata di progetto .....                           | 6 |
| 6.2 | Scabrezze .....                                     | 6 |
| 6.3 | Verifiche in moto uniforme .....                    | 6 |
| 7   | CONCLUSIONI.....                                    | 9 |

|   |  |             |   |           |                  |
|---|--|-------------|---|-----------|------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br> |             |   |           |                  |
| RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA  | Progetto<br>IN17   | Lotto<br>12 | Codifica Documento<br>E I2 RO IN 31 0 0 001 | Rev.<br>A | Foglio<br>3 di 9 |

## 1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere previste per dare continuità allo scolo demaniale denominato Porcilana Nord, gestito dal consorzio Alta Pianura Veneta, che interferisce alla pk 13+260 con la Linea AV-AC Torino – Venezia, Tratta VERONA – PADOVA, Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza, all'interno del comune di Belfiore (VR).

Il progetto per la realizzazione della linea ferroviaria, che nel tratto in questione risulta essere all'interno del tratto in rilevato RI21, prevede il sotto-attraversamento della linea mediante un tombino costituito da uno scatolare 5x2, corredato da strutture di imbocco e sbocco e relative ricuciture al reticolo idrografico esistente.

Lo studio ha dimostrato la compatibilità idraulica dell'intervento.

## 2 INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI

La normativa idraulica di riferimento per la Pianura Padana è costituita dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato con delibera di Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001 ed approvato con DPCM del 24 maggio 2001, pubblicato sulla G.U. n 183 del 8/8/01 e successive varianti approvate.

Il PAI è sovraordinato a tutti gli altri strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica vigenti e costituisce la norma a cui attenersi per l'esecuzione di opere e infrastrutture che interferiscano con il reticolo idrografico.

Esso fornisce i valori delle portate di piena da assumere alla base delle verifiche idrauliche per alcune sezioni significative del reticolo idrografico padano; fornisce altresì le indicazioni per il calcolo delle portate di piena nelle sezioni non indagate sulla base delle curve di probabilità pluviometrica per assegnato periodo di ritorno elaborate per tutto il territorio di competenza.

Il PAI contiene inoltre i criteri a cui attenersi per il dimensionamento delle opere in funzione della tipologia e dei vincoli esistenti.

I criteri adottati nel dimensionamento idraulico delle opere tengono conto delle norme di attuazione del PAI.

Da un punto di vista generale le opere di attraversamento e le sistemazioni idrauliche sono limitate allo stretto necessario alla funzionalità dell'opera nel rispetto dell'attuale configurazione dei corsi d'acqua interferenti; si è verificato che gli interventi non comportassero in nessun caso restringimenti di alveo e non inducessero in generale effetti peggiorativi sul regime idraulico del corso d'acqua.

La verifica idraulica dei manufatti di progetto è stata condotta nel rispetto del deflusso della portata duecentennale, in accordo a quanto prescritto dal Manuale di Progettazione RFI (Parte II Sezione 3 Par. 3.7.2.1.4).

Per la definizione della portata di progetto si rimanda alla "Relazione idrologica e idraulica attraversamenti secondari", elaborato IN1710E12RHID0000002.

|   |  |             |   |           |                  |
|---|--|-------------|---|-----------|------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br> |             |   |           |                  |
| RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA  | Progetto<br>IN17   | Lotto<br>12 | Codifica Documento<br>E I2 RO IN 31 0 0 001 | Rev.<br>A | Foglio<br>4 di 9 |

Essendo lo scolo in questione un corso d'acqua secondario (bacino inferiore a 10 km<sup>2</sup>), il criterio adottato è quello di un grado di riempimento inferiore a 0.7 per i manufatti di attraversamento non in pressione, in accordo con il Manuale di Progettazione RFI (Parte II Sezione 3 par. 3.7.2.2.2).

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

|          |                      |  |
|----------|----------------------|--|
| Rif. [1] | IN1710EI2RHID0000002 | RELAZ. IDROLOGICA E IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI SECONDARI    |
| Rif. [2] | IN1712EI2RIRI2104001 | RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE                      |
| Rif. [3] | IN1712EI2P8RI2104001 | PLANIMETRIA IDRAULICA – TAV. 1                             |
| Rif. [4] | IN1710EI2RBGE0000002 | RELAZIONE GEOTECNICA (DA 10+050 A 21+990)                  |
| Rif. [5] | IN1710EI2LZGE0000014 | PLAN. CON UBICAZIONE INDAGINI E PROFILO GEOTECNICO 3 DI 11 |
| Rif. [6] | IN1710EI2LZGE0000015 | PLAN. CON UBICAZIONE INDAGINI E PROFILO GEOTECNICO 4 DI 11 |

### 4 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Il territorio su cui si snoda il tracciato della linea ferroviaria AC Milano-Verona è interessato da una fitta rete idrografica costituita da fiumi, torrenti, canali di bonifica, canali di irrigazione, fossi di scolo, canalette prefabbricate in cls. (pensili o appoggiate sul terreno).

Alla pk 13+240 il rilevato di progetto interseca la Strada Regionale "Porcilana", ai cui lati scorrono due scoli demaniali denominati Porcilana Sud e Porcilana Nord. Tali canali presentano a lato strada muretti spondali in pietrarame posato a secco aventi la funzione di presidio e di dreno di acque risorgive presenti nella tratta stradale. Lo scolo Porcilana Nord è affiancato da una strada di servizio per le manutenzioni del canale parallela alla Strada Regionale Porcilana, presenta un vaso regolare con una bocca di 5.50 m, una scarpa a campagna di 2.50 m e a strada di 2.00 con un fondo di 1.70 m.



|   |  |             |   |           |                  |
|---|--|-------------|---|-----------|------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br> |             |   |           |                  |
| RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA  | Progetto<br>IN17   | Lotto<br>12 | Codifica Documento<br>E I2 RO IN 31 0 0 001 | Rev.<br>A | Foglio<br>5 di 9 |

La portata di progetto relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni è di 5.30 m<sup>3</sup>/s. Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato IN1710EI2RHID0000002 "Relazione idrologica e idraulica attraversamenti secondari".

## 5 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un tombino scatolare 5x2 per la risoluzione dell'interferenza con la linea ferroviaria di progetto. L'opera, con tracciato perpendicolare alla linea, è ubicata in corrispondenza della pk 13+309.18.

A nord e a sud del tombino vengono realizzate le inalveazioni e le deviazioni necessarie per ricucire il reticolo esistente.

Il tombino scatolare, che permette di sottopassare la linea AV/AC e il relativo stradello di servizio carrabile lato B.P., ha dimensioni nette interne 5.00 x 2.00 m e sviluppo totale pari a 35.07 m.

Le strutture del tombino sono realizzate in c.a. gettato in opera, e a partire dall'imbocco lato nord prevedono:

- un concio di muro a U di altezza costante pari a 2.20m con relativo timpano per il contenimento delle scarpate dell'inalveazione
- uno scatolare dim. interne 5x2m sotto il rilevato AV/AC, con spessore di ricoprimento pari a 2.03m rispetto al P.F.
- un concio di muro a U intercluso tra rilevato e stradello di servizio di altezza costante pari a 2.80m
- uno scatolare dim. interne 5x2m sotto lo stradello di servizio carrabile lato B.P., con relativo timpano per il contenimento delle scarpate dell'inalveazione. In adiacenza a tale timpano, per consentire il sostegno del tratto iniziale della rampa di scavalco, viene inoltre prevista una seconda fila di gabbioni, aggiuntiva rispetto alla prima fila di gabbionate previste come opere antierosione del rilevato.

Le strutture sono separate da giunti di dilatazione di spessore 2cm nei quali viene posizionato un profilo water-stop, e vengono impermeabilizzate mediante guaine bituminose.

Sulla sommità dei muri e sui cordoli dello scatolare AV/AC vengono installati dei parapetti metallici tritubo, mentre sui cordoli dello scatolare sotto la pista di servizio e relativo timpano vengono installate delle barriere H2 bordo ponte.

La pendenza longitudinale del tombino, pari allo 0.2%, viene realizzata tramite un massetto di altezza variabile, mentre la quota intradosso delle strutture rimane invariata e costante.

A monte e a valle dei manufatti è previsto un canale di progetto a sezione trapezia rivestito in cls, che ha la funzione di deviazione dello scolo Porcilana Nord (per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati del cavalcaferrovia IV04).

Per quanto riguarda il livello di falda, in base al documento Rif. [4], risulta in prossimità del piano campagna. Prima dell'esecuzione degli scavi, in considerazione della quota di falda prossima al piano campagna, si

|  |   |             |   |           |                  |
|--|---|-------------|---|-----------|------------------|
| <b>GENERAL CONTRACTOR</b><br> | <b>ALTA SORVEGLIANZA</b><br> |             |   |           |                  |
| <b>RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA</b>  | Progetto<br>IN17  | Lotto<br>12 | Codifica Documento<br>E I2 RO IN 31 0 0 001 | Rev.<br>A | Foglio<br>6 di 9 |

prevede l'esecuzione di un pozzetto di indagine al fine di valutare la necessità di installazione di elementi atti a garantire l'esecuzione dello scavo in sicurezza (pozzi di emungimento o pompe).

## 6 VERIFICHE IDRAULICHE

### 6.1 Portata di progetto

In accordo con il manuale di progettazione RFI, le verifiche idrauliche sono state condotte in relazione alla portata duecentennale, pari a 5.30 m<sup>3</sup>/s. Per la stima di tale portata si faccia riferimento all'elaborato IN1710EI2RHID0000002 "Relazione idrologica e idraulica degli attraversamenti secondari".

Nel tombino in oggetto scaricano le tubazioni uscenti dai manufatti di regolazione delle portate del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma del tratto di rilevato ferroviario RI21 compreso tra la strada Porcilana (IV04) e il tombino IN31 e del successivo tratto compreso tra il tombino IN31 e il tombino IN89. La portata scaricata complessiva risulta pari a 0.0031 m<sup>3</sup>/s, che corrisponde ad un incremento della portata di progetto dello 0.06%; si ritiene pertanto trascurabile ai fini della verifica idraulica del sistema di attraversamento oggetto della presente relazione.

### 6.2 Scabrezze

Non avendo operato uno studio specifico riguardante la granulometria e le condizioni morfologiche dell'alveo, per quanto riguarda la definizione del coefficiente di scabrezza da utilizzare per le verifiche, sono stati presi a riferimento gli standard Italferr.

Per il tratto di alveo esaminato è stato quindi considerato un coefficiente di Strickler  $K_s$  pari a:

- 67 m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup> per i canali in calcestruzzo
- 40 m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup> per gli alvei in terra
- 50 m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup> per la sistemazione in materassi reno.

### 6.3 Verifiche in moto uniforme

L'analisi idraulica 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>]

|   |  |             |   |           |                  |
|---|--|-------------|---|-----------|------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br> |             |   |           |                  |
| RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA  | Progetto<br>IN17   | Lotto<br>12 | Codifica Documento<br>E I2 RO IN 31 0 0 001 | Rev.<br>A | Foglio<br>7 di 9 |

- $n$ =coefficiente di scabrezza di Manning [ $m^{-1/3}s$ ] =  $1/K_s$
- $R$ =raggio idraulico [m]
- $J$ =pendenza longitudinale [m/m]

I tratti tombati si ritengono verificati con riempimento inferiore al 70%, come indicato nel manuale di progettazione RFI Parte II Sezione 3 par. 3.7.2.2.2.

La verifica delle opere di progetto comprende il solo manufatto di attraversamento di progetto della linea AV/AC; per il tratto di canale a monte e a valle dello stesso per la ricucitura al reticolo esistente si rimanda al progetto del cavalcaferrovia IV04.

Si riportano di seguito le caratteristiche delle opere, le relative scale delle portate in forma di grafico e i valori di dimensionamento per gli elementi di progetto.

#### **ATTRAVERSAMENTO DI PROGETTO DELLA LINEA AV/AC**

L'altezza utile massima viene assunta pari all'altezza della struttura, pari a 2 m, meno l'altezza massima del massetto di pendenza, pari a 0.2 m.

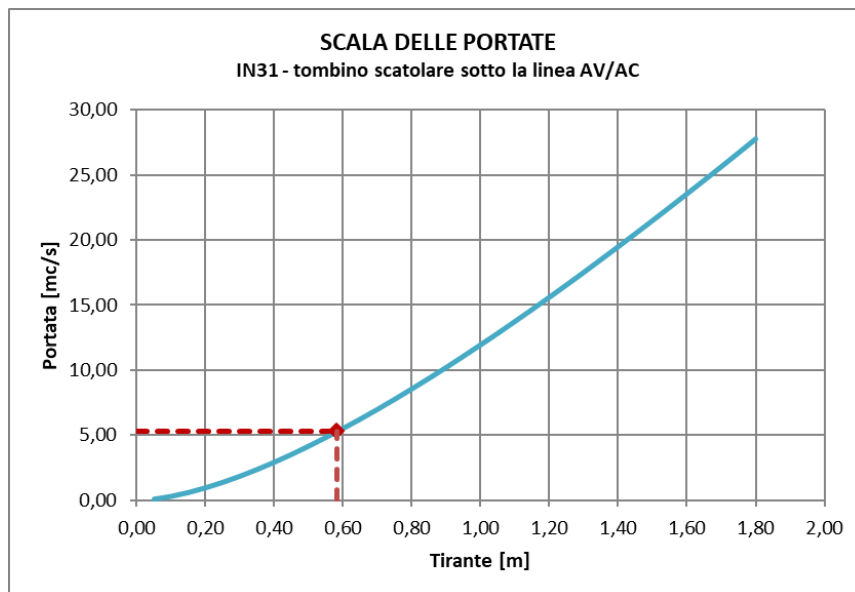
Le caratteristiche geometriche, la portata di progetto ed il calcolo del livello idrico a moto uniforme sono riassunte nella tabella seguente.

|       |              |                 |
|-------|--------------|-----------------|
| B=    | <b>5,00</b>  | (m)             |
| H=    | <b>1,80</b>  | (m)             |
| K=    | 67           | ( $m^{1/3}/s$ ) |
| i=    | <b>0,002</b> | (m/m)           |
| Qmax= | <b>5,3</b>   | ( $m^3/s$ )     |
|       |              |                 |
| h=    | <b>0,58</b>  | (m)             |
| A=    | 2,92         | ( $m^2$ )       |
| P=    | 6,17         | (m)             |
| R=    | 0,473        | (m)             |
| v=    | 1,818        | (m/s)           |
| Q=    | <b>5,30</b>  | ( $m^3/s$ )     |
| h/H=  | 32,4%        | (m/m)           |

Il grado di riempimento risulta pari al 32.4%.

Di seguito si riporta la scala delle portate, in formato grafico e tabellare.





| Altezza pelo libero<br>h | Area liquida<br>A | Perimetro bagnato<br>P | Raggio idraulico<br>R | Velocità<br>v | Portata<br>Q        | Grado di riempimento<br>h/H |
|--------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------|---------------|---------------------|-----------------------------|
| (m)                      | (m <sup>2</sup> ) | (m)                    | (m)                   | (m/s)         | (m <sup>3</sup> /s) | (m/m)                       |
| 0,05                     | 0,25              | 5,10                   | 0,049                 | 0,401         | 0,1003              | 2,8%                        |
| 0,10                     | 0,50              | 5,20                   | 0,096                 | 0,629         | 0,3144              | 5,6%                        |
| 0,15                     | 0,75              | 5,30                   | 0,142                 | 0,814         | 0,6103              | 8,3%                        |
| 0,20                     | 1,00              | 5,40                   | 0,185                 | 0,973         | 0,9735              | 11,1%                       |
| 0,25                     | 1,25              | 5,50                   | 0,227                 | 1,116         | 1,3949              | 13,9%                       |
| 0,30                     | 1,50              | 5,60                   | 0,268                 | 1,245         | 1,8676              | 16,7%                       |
| 0,35                     | 1,75              | 5,70                   | 0,307                 | 1,364         | 2,3864              | 19,4%                       |
| 0,40                     | 2,00              | 5,80                   | 0,345                 | 1,473         | 2,9468              | 22,2%                       |
| 0,45                     | 2,25              | 5,90                   | 0,381                 | 1,576         | 3,5454              | 25,0%                       |
| 0,50                     | 2,50              | 6,00                   | 0,417                 | 1,672         | 4,1788              | 27,8%                       |
| 0,55                     | 2,75              | 6,10                   | 0,451                 | 1,762         | 4,8446              | 30,6%                       |
| 0,60                     | 3,00              | 6,20                   | 0,484                 | 1,847         | 5,5403              | 33,3%                       |
| 0,65                     | 3,25              | 6,30                   | 0,516                 | 1,927         | 6,2638              | 36,1%                       |
| 0,70                     | 3,50              | 6,40                   | 0,547                 | 2,004         | 7,0132              | 38,9%                       |
| 0,75                     | 3,75              | 6,50                   | 0,577                 | 2,077         | 7,7869              | 41,7%                       |
| 0,80                     | 4,00              | 6,60                   | 0,606                 | 2,146         | 8,5834              | 44,4%                       |
| 0,85                     | 4,25              | 6,70                   | 0,634                 | 2,212         | 9,4013              | 47,2%                       |
| 0,90                     | 4,50              | 6,80                   | 0,662                 | 2,275         | 10,2393             | 50,0%                       |
| 0,95                     | 4,75              | 6,90                   | 0,688                 | 2,336         | 11,0963             | 52,8%                       |
| 1,00                     | 5,00              | 7,00                   | 0,714                 | 2,394         | 11,9713             | 55,6%                       |
| 1,05                     | 5,25              | 7,10                   | 0,739                 | 2,450         | 12,8632             | 58,3%                       |
| 1,10                     | 5,50              | 7,20                   | 0,764                 | 2,504         | 13,7712             | 61,1%                       |
| 1,15                     | 5,75              | 7,30                   | 0,788                 | 2,556         | 14,6945             | 63,9%                       |
| 1,20                     | 6,00              | 7,40                   | 0,811                 | 2,605         | 15,6322             | 66,7%                       |
| 1,25                     | 6,25              | 7,50                   | 0,833                 | 2,653         | 16,5837             | 69,4%                       |
| 1,30                     | 6,50              | 7,60                   | 0,855                 | 2,700         | 17,5484             | 72,2%                       |
| 1,35                     | 6,75              | 7,70                   | 0,877                 | 2,745         | 18,5255             | 75,0%                       |
| 1,40                     | 7,00              | 7,80                   | 0,897                 | 2,788         | 19,5145             | 77,8%                       |
| 1,45                     | 7,25              | 7,90                   | 0,918                 | 2,830         | 20,5149             | 80,6%                       |
| 1,50                     | 7,50              | 8,00                   | 0,938                 | 2,870         | 21,5261             | 83,3%                       |
| 1,55                     | 7,75              | 8,10                   | 0,957                 | 2,909         | 22,5477             | 86,1%                       |
| 1,60                     | 8,00              | 8,20                   | 0,976                 | 2,947         | 23,5793             | 88,9%                       |
| 1,65                     | 8,25              | 8,30                   | 0,994                 | 2,984         | 24,6204             | 91,7%                       |
| 1,70                     | 8,50              | 8,40                   | 1,012                 | 3,020         | 25,6705             | 94,4%                       |
| 1,75                     | 8,75              | 8,50                   | 1,029                 | 3,055         | 26,7295             | 97,2%                       |
| 1,80                     | 9,00              | 8,60                   | 1,047                 | 3,089         | 27,7968             | 100,0%                      |



|   |  |             |   |           |                  |
|---|--|-------------|---|-----------|------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | ALTA SORVEGLIANZA<br> |             |   |           |                  |
| RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA  | Progetto<br>IN17   | Lotto<br>12 | Codifica Documento<br>E I2 RO IN 31 0 0 001 | Rev.<br>A | Foglio<br>9 di 9 |

## 7 CONCLUSIONI

L'intervento di sistemazione del fosso di scolo in oggetto risulta "idraulicamente compatibile".

I tiranti che si instaurano all'interno del tombino e nel canale di monte e di valle risultano compatibili con la geometria delle inalveazioni di progetto e i gradi di riempimento massimi sono rispettati. Le velocità che si instaurano risultano essere compatibili con in materiali previsti.