

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 2x2 AL KM 17+580,00  
GENERALE  
Relazione tecnica generale e idraulica**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo CARMONA Data: Ottobre 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 8 0 0	0 0 1	A	- - - D - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Luca RANDOLFI	Data

Progettazione:								
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	Rocca 	10/2021	Guilarte 	10/2021	Aiello 	10/2021	 Il Responsabile (Ditt. Ing. V. Aiello) ALBO PROVINCIALE INGEGNERI VERONA Iscrizione N° 1553 Data: Ottobre 2021

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2ROIN3800001A_01.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 38 0 0 001	Rev. A	Foglio 2 di 11

## 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 .....	7
7	CONCLUSIONI.....	11

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 38 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 11

## 1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere previste per dare continuità al fosso pubblico non demaniale che interferisce alla pk 17+580 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 RI31, prevede il sotto-attraversamento della linea mediante un tombino costituito da uno scatolare 2x2, 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.

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).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 38 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 11

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Rif. [1]	IN1710EI2RHID0000002	RELAZ. IDROLOGICA E IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI SECONDARI
Rif. [2]	IN1712EI2RIRI3104001	RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE
Rif. [3]	IN1712EI2P8RI3104001	PLANIMETRIA IDRAULICA
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 17+580 il rilevato di progetto interferisce con un fosso pubblico non demaniale che scorre parallelamente alla strada Porcilana esistente a sud della stessa in direzione est per poi deviare verso sud intercettando il rilevato ferroviario.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 38 0 0 001	Rev. A	Foglio 5 di 11

Lo scolo ha una funzione mista a servizio di un'area di 0.014 km<sup>2</sup>, ha una lunghezza di 165 m con una pendenza media dell'asta dello 0.1%; la portata di progetto è di 1,37 m<sup>3</sup>/s.

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato IN1710E12RHID0000002 "Relazione idrologica e idraulica attraversamenti secondari".

## 5 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un tombino scatolare 2x2 per la risoluzione dell'interferenza con la linea ferroviaria e con la viabilità IN35, il cui tracciato si sviluppa parallelamente a quello della linea AV/AC a sud della stessa.

L'opera, con tracciato perpendicolare alla linea, è ubicata in corrispondenza della pk 17+580.

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

L'opera, che permette di sottopassare la linea AV/AC, il relativo stradello di servizio carrabile lato B.D., la viabilità IN35 e la strada vicinale adiacente a quest'ultima, ha dimensioni nette interne 2.00 x 2.00 m e sviluppo totale pari a 78.90 m.

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

- uno scatolare di lunghezza 4.30m e dim. interne 2x2m sotto lo stradello di servizio carrabile lato B.D., con relativo timpano per il contenimento delle scarpate dell'inalveazione
- un concio di muro a U di lunghezza 6.17 m intercluso tra stradello di servizio e rilevato AV/AC di altezza costante pari a 2.70m
- uno scatolare di lunghezza 15.70m e dim. interne 2x2m sotto il rilevato AV/AC, con spessore di ricoprimento pari a 1.54m rispetto al P.F.
- un tratto di muro a U di lunghezza 15.65m intercluso tra il rilevato e la viabilità IN35 di altezza variabile da 2.60m a 1.90m per i primi 105 cm, poi di altezza costante pari a 2.30m e infine di altezza variabile da 1.90m a 2.60m per gli ultimi 105cm
- uno scatolare dim. interne 2x2m sotto il rilevato della viabilità IN35, con spessore di ricoprimento pari a 1.79m rispetto alla Q.P.
- un concio di muro a U di lunghezza 2.00 m intercluso tra il rilevato della viabilità IN35 e il rilevato della strada vicinale di altezza costante pari a 2.40m
- uno scatolare dim. interne 2x2m sotto il rilevato della strada vicinale
- un concio di muro a U di altezza variabile da 2.60m a 1.20m con relativo timpano per il contenimento delle scarpate dell'inalveazione.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 38 0 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 11

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 nonché sui cordoli degli scatolari sotto la viabilità IN35 e sotto la strada vicinale 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 0.20%, 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 materassi tipo Reno, che ha la funzione di deviazione dello scolo. I tratti rivestiti sono raccordati al fosso esistente con una sezione in terra.

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 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 1.37 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 RI31 compreso tra il sifone IN1J e il tombino IN38 e del successivo tratto compreso tra il tombino IN38 e il tombino IN39.

La portata scaricata complessiva risulta pari a 0.0048 m<sup>3</sup>/s, che corrisponde ad un incremento della portata di progetto dello 0.35%; 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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 38 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 11

- 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>]
- n=coefficiente di scabrezza di Manning [m<sup>-1/3</sup>s] = 1/K<sub>s</sub>
- 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 manufatto di attraversamento di progetto della linea AV/AC ed il tratto di canale a monte e a valle dello stesso per la ricucitura al reticolo esistente.

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 E DELLA VIABILITÀ IN35**

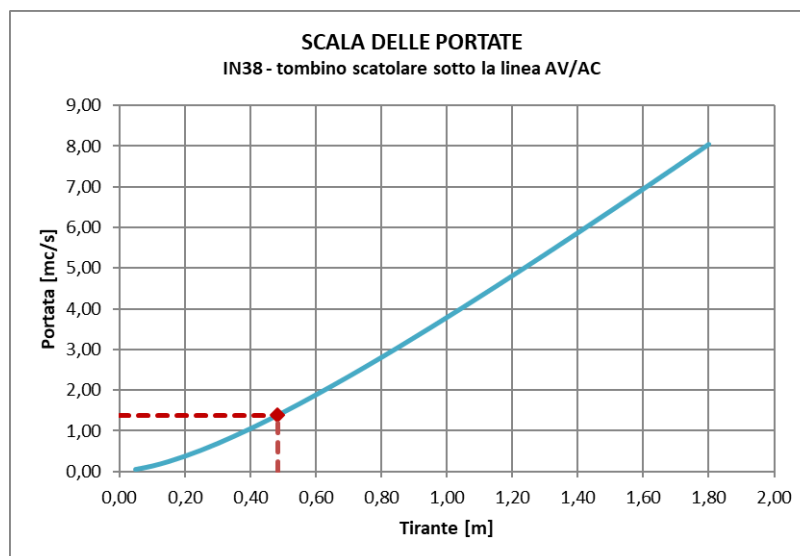
L'altezza utile massima viene assunta pari all'altezza della struttura, pari a 2 m, meno lo spessore del massetto di pendenza, pari a 0.2 m all'interno dello scatolare sotto la linea.

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

B=	<b>2,00</b>	(m)
H=	<b>1,80</b>	(m)
K=	67	(m <sup>1/3</sup> /s)
i=	<b>0,002</b>	(m/m)
Qmax=	<b>1,37</b>	(m <sup>3</sup> /s)
h=	<b>0,48</b>	(m)
A=	0,97	(m <sup>2</sup> )
P=	2,97	(m)
R=	0,326	(m)
v=	1,418	(m/s)
Q=	<b>1,37</b>	(m <sup>3</sup> /s)
h/H=	<b>26,8%</b>	(m/m)

Il grado di riempimento risulta pari al 26.8%.

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





GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 38 0 0 001	Rev. A	Foglio 9 di 11

Altezza pelo libero	Area liquida	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Velocità	Portata	Grado di riempimento
h	A	P	R	v	Q	h/H
(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m/m)
0,05	0,10	2,10	0,048	0,394	0,0394	2,8%
0,10	0,20	2,20	0,091	0,606	0,1212	5,6%
0,15	0,30	2,30	0,130	0,771	0,2312	8,3%
0,20	0,40	2,40	0,167	0,907	0,3630	11,1%
0,25	0,50	2,50	0,200	1,025	0,5124	13,9%
0,30	0,60	2,60	0,231	1,127	0,6764	16,7%
0,35	0,70	2,70	0,259	1,218	0,8528	19,4%
0,40	0,80	2,80	0,286	1,300	1,0398	22,2%
0,45	0,90	2,90	0,310	1,373	1,2361	25,0%
0,50	1,00	3,00	0,333	1,440	1,4405	27,8%
0,55	1,10	3,10	0,355	1,502	1,6520	30,6%
0,60	1,20	3,20	0,375	1,558	1,8698	33,3%
0,65	1,30	3,30	0,394	1,610	2,0932	36,1%
0,70	1,40	3,40	0,412	1,658	2,3218	38,9%
0,75	1,50	3,50	0,429	1,703	2,5548	41,7%
0,80	1,60	3,60	0,444	1,745	2,7920	44,4%
0,85	1,70	3,70	0,459	1,784	3,0330	47,2%
0,90	1,80	3,80	0,474	1,821	3,2773	50,0%
0,95	1,90	3,90	0,487	1,855	3,5248	52,8%
1,00	2,00	4,00	0,500	1,888	3,7751	55,6%
1,05	2,10	4,10	0,512	1,918	4,0281	58,3%
1,10	2,20	4,20	0,524	1,947	4,2835	61,1%
1,15	2,30	4,30	0,535	1,974	4,5411	63,9%
1,20	2,40	4,40	0,545	2,000	4,8007	66,7%
1,25	2,50	4,50	0,556	2,025	5,0623	69,4%
1,30	2,60	4,60	0,565	2,048	5,3257	72,2%
1,35	2,70	4,70	0,574	2,071	5,5907	75,0%
1,40	2,80	4,80	0,583	2,092	5,8572	77,8%
1,45	2,90	4,90	0,592	2,112	6,1252	80,6%
1,50	3,00	5,00	0,600	2,132	6,3946	83,3%
1,55	3,10	5,10	0,608	2,150	6,6652	86,1%
1,60	3,20	5,20	0,615	2,168	6,9370	88,9%
1,65	3,30	5,30	0,623	2,185	7,2099	91,7%
1,70	3,40	5,40	0,630	2,201	7,4839	94,4%
1,75	3,50	5,50	0,636	2,217	7,7588	97,2%
1,80	3,60	5,60	0,643	2,232	8,0347	100,0%

Lo scatolare sotto la viabilità ha le medesime caratteristiche di quello sotto la linea AV/AC pertanto non si ritiene necessario riportare la verifica.

### **CANALE TRAPEZIO DI MONTE/VALLE – SEZIONE RIVESTITA CON MATERASSI TIPO RENO**

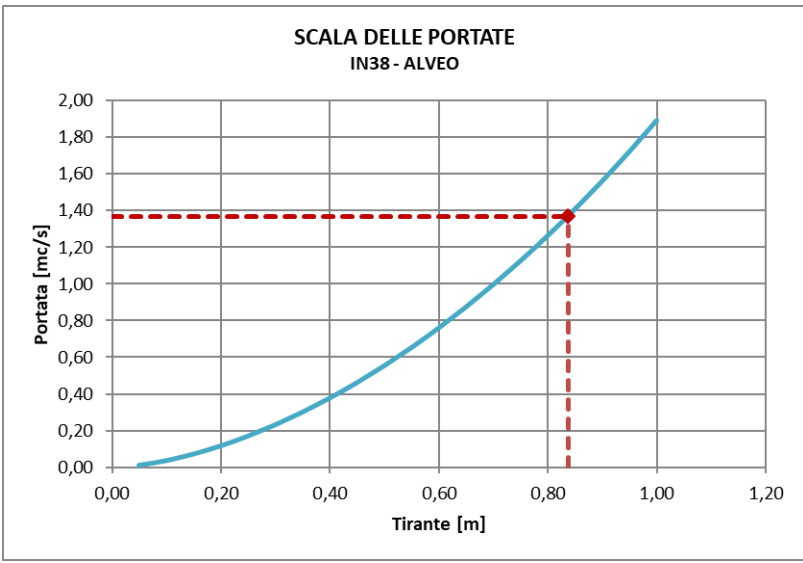
Si tratta di un canale a sezione trapezia con larghezza al fondo pari a 2 m, sponde con pendenza 1/1 di altezza minima pari a 1.00 m, larghezza in sommità pari a 4.00 m, rivestito con materassi tipo Reno. Collega il fosso esistente con il tombino di progetto. La pendenza minima del fondo è dello 0.03%.

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

Bmin=	<b>2,00</b>	(m)
H=	<b>1,00</b>	(m)
Bmax=	4,00	(m)
K=	<b>50</b>	(m <sup>1/3</sup> /s)
i=	<b>0,0003</b>	(m/m)
Qmax=	<b>1,37</b>	(m <sup>3</sup> /s)
h=	<b>0,84</b>	(m)
Bmax=	3,67	(m)
A=	2,37	(m <sup>2</sup> )
P=	4,37	(m)
R=	0,544	(m)
v=	0,577	(m/s)
Q=	<b>1,37</b>	(m <sup>3</sup> /s)
h/H=	<b>83,7%</b>	(m/m)

Il grado di riempimento risulta pari all'83.7%.

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



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 38 0 0 001	Rev. A	Foglio 11 di 11

Altezza pelo libero	Larghezza pelo libero	Area liquida	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Velocità	Portata	Grado di riempimento
h	B	A	P	R	v	Q	h/H
(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m/m)
0,05	2,10	0,10	2,14	0,048	0,114	0,0117	5,0%
0,10	2,20	0,21	2,28	0,092	0,176	0,0371	10,0%
0,15	2,30	0,32	2,42	0,133	0,226	0,0728	15,0%
0,20	2,40	0,44	2,57	0,171	0,267	0,1176	20,0%
0,25	2,50	0,56	2,71	0,208	0,304	0,1709	25,0%
0,30	2,60	0,69	2,85	0,242	0,337	0,2322	30,0%
0,35	2,70	0,82	2,99	0,275	0,366	0,3013	35,0%
0,40	2,80	0,96	3,13	0,307	0,394	0,3780	40,0%
0,45	2,90	1,10	3,27	0,337	0,419	0,4623	45,0%
0,50	3,00	1,25	3,41	0,366	0,443	0,5540	50,0%
0,55	3,10	1,40	3,56	0,394	0,466	0,6533	55,0%
0,60	3,20	1,56	3,70	0,422	0,487	0,7600	60,0%
0,65	3,30	1,72	3,84	0,449	0,508	0,8744	65,0%
0,70	3,40	1,89	3,98	0,475	0,527	0,9963	70,0%
0,75	3,50	2,06	4,12	0,500	0,546	1,1259	75,0%
0,80	3,60	2,24	4,26	0,525	0,564	1,2632	80,0%
0,85	3,70	2,42	4,40	0,550	0,581	1,4084	85,0%
0,90	3,80	2,61	4,55	0,574	0,598	1,5615	90,0%
0,95	3,90	2,80	4,69	0,598	0,615	1,7226	95,0%
1,00	4,00	3,00	4,83	0,621	0,631	1,8917	100,0%

## 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 i materiali previsti.