

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 4x2,5 AL KM 19+070,00
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	4	3	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	 Data: Ottobre 2021

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2ROIN4300001A_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 43 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 43 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 11

1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere previste per dare continuità al fosso consortile denominato “Dugaletta di San Bonifacio”, che interferisce alla pk 19+060 con la Linea AV-AC Torino – Venezia, Tratta VERONA – PADOVA, Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza, all’interno del comune di San Bonifacio (VR).

Il progetto per la realizzazione della linea ferroviaria, che nel tratto in questione risulta essere all’interno del tratto in rilevato RI35C, prevede il sotto-attraversamento della linea mediante un tombino costituito da uno scatolare 4x2.5, 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 km²), 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 43 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 11

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Rif. [1]	IN1710EI2RHID0000002	RELAZ. IDROLOGICA E IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI SECONDARI
Rif. [2]	IN1712EI2RIRI35C4001	RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE
Rif. [3]	IN1712EI2P8RI35C4001	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 19+060 il rilevato di progetto interferisce con un fosso pubblico demaniale, gestito dal Consorzio Alta Pianura Veneta, che scorre in direzione sud.

Presenta un profilo incassato con una bocca di 4.00 m, sponde inclinate 1/1 di lunghezza 2.00m e 1.60m con un fondo di 2.00m. Serve un'area di circa 60 ha.



Vista dello scolo Dugaletta di San Bonifacio affiancato alla canaletta di derivazione dal canale Maestro

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 43 0 0 001	Rev. A	Foglio 5 di 11



Vista in direzione sud dello Scolo Dugaletta di San Bonifacio dal ponte sulla strada Porcilana esistente

La portata di progetto è di 14.98 m³/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 4x2.5 per la risoluzione dell'interferenza con la linea ferroviaria.

L'opera, con tracciato perpendicolare alla linea, è ubicata in corrispondenza della pk 19+070.

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 e i relativi stradelli di servizio carrabili lato B.D. e lato B.P., ha dimensioni nette interne 4.00 x 2.50 m e sviluppo totale pari a 50.77 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 4x2.5m 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 6.00 m intercluso tra stradello di servizio e rilevato AV/AC di altezza costante pari a 3.30m
- uno scatolare di lunghezza 30.10m e dim. interne 4x2.5m sotto il rilevato AV/AC, con spessore di ricoprimento pari a 6.07 m rispetto al P.F.
- un concio di muro a U intercluso tra rilevato AV/AC e stradello di servizio di altezza costante pari a 3.30m
- uno scatolare di lunghezza 4.30m e dim. interne 4x2.5m sotto lo stradello di servizio carrabile lato B.P. con relativo timpano per il contenimento delle scarpate dell'inalveazione.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 43 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 vengono installati dei parapetti metallici tritubo, mentre sui cordoli degli scatoletti sotto le piste di servizio 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 14.98 m³/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 RI35C compreso tra il viadotto VI18 e il tombino IN43.

La portata scaricata complessiva risulta pari a 0.0038 m³/s, che corrisponde ad un incremento della portata di progetto dello 0.025%; 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^{1/3}s⁻¹ per i canali in calcestruzzo
- 40 m^{1/3}s⁻¹ per gli alvei in terra

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 43 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 11

- 50 m^{1/3}s⁻¹ 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 [m³/s]
- A=area liquida [m²]
- 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 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

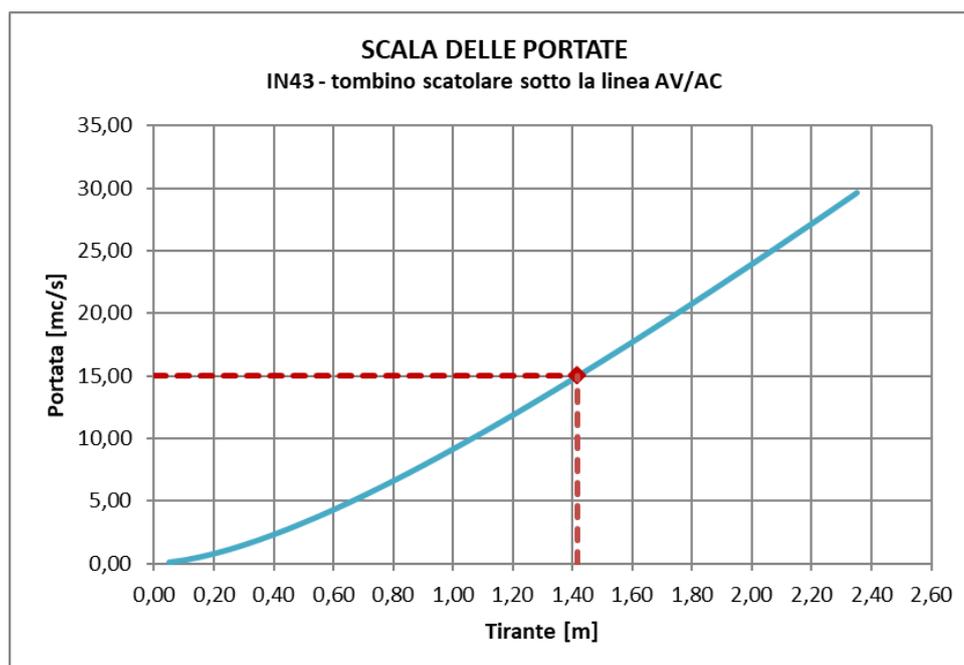
L'altezza utile massima viene assunta pari all'altezza della struttura, pari a 2.5 m, meno lo spessore massimo del massetto di pendenza, pari a 0.13 m all'interno dello scatolare sotto la linea.

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

B=	4,00	(m)
H=	2,37	(m)
K=	67	(m ^{1/3} /s)
i=	0,002	(m/m)
Qmax=	14,98	(m ³ /s)
h=	1,42	(m)
A=	5,66	(m ²)
P=	6,83	(m)
R=	0,829	(m)
v=	2,644	(m/s)
Q=	14,98	(m ³ /s)
h/H=	59,8%	(m/m)

Il grado di riempimento risulta pari al 59.8%.

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



Altezza pelo libero	Area liquida	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Velocità	Portata	Grado di riempimento
h	A	P	R	v	Q	h/H
(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m/s)	(m ³ /s)	(m/m)
0,05	0,20	4,10	0,049	0,400	0,0800	2,1%
0,10	0,40	4,20	0,095	0,625	0,2500	4,2%
0,15	0,60	4,30	0,140	0,806	0,4836	6,3%
0,20	0,80	4,40	0,182	0,962	0,7693	8,4%
0,25	1,00	4,50	0,222	1,099	1,0993	10,5%
0,30	1,20	4,60	0,261	1,223	1,4680	12,7%
0,35	1,40	4,70	0,298	1,336	1,8710	14,8%
0,40	1,60	4,80	0,333	1,440	2,3048	16,9%
0,45	1,80	4,90	0,367	1,537	2,7664	19,0%
0,50	2,00	5,00	0,400	1,627	3,2533	21,1%
0,55	2,20	5,10	0,431	1,711	3,7634	23,2%
0,60	2,40	5,20	0,462	1,789	4,2948	25,3%
0,65	2,60	5,30	0,491	1,864	4,8458	27,4%
0,70	2,80	5,40	0,519	1,934	5,4149	29,5%
0,75	3,00	5,50	0,545	2,000	6,0009	31,6%
0,80	3,20	5,60	0,571	2,063	6,6026	33,8%
0,85	3,40	5,70	0,596	2,123	7,2189	35,9%
0,90	3,60	5,80	0,621	2,180	7,8489	38,0%
0,95	3,80	5,90	0,644	2,235	8,4917	40,1%
1,00	4,00	6,00	0,667	2,287	9,1465	42,2%
1,05	4,20	6,10	0,689	2,336	9,8126	44,3%
1,10	4,40	6,20	0,710	2,384	10,4894	46,4%
1,15	4,60	6,30	0,730	2,430	11,1762	48,5%
1,20	4,80	6,40	0,750	2,473	11,8724	50,6%
1,25	5,00	6,50	0,769	2,516	12,5776	52,7%
1,30	5,20	6,60	0,788	2,556	13,2913	54,9%
1,35	5,40	6,70	0,806	2,595	14,0129	57,0%
1,40	5,60	6,80	0,824	2,633	14,7423	59,1%
1,45	5,80	6,90	0,841	2,669	15,4788	61,2%
1,50	6,00	7,00	0,857	2,704	16,2222	63,3%
1,55	6,20	7,10	0,873	2,737	16,9722	65,4%
1,60	6,40	7,20	0,889	2,770	17,7283	67,5%
1,65	6,60	7,30	0,904	2,802	18,4905	69,6%
1,70	6,80	7,40	0,919	2,832	19,2583	71,7%
1,75	7,00	7,50	0,933	2,862	20,0314	73,8%
1,80	7,20	7,60	0,947	2,890	20,8098	75,9%
1,85	7,40	7,70	0,961	2,918	21,5931	78,1%
1,90	7,60	7,80	0,974	2,945	22,3812	80,2%
1,95	7,80	7,90	0,987	2,971	23,1737	82,3%
2,00	8,00	8,00	1,000	2,996	23,9706	84,4%
2,05	8,20	8,10	1,012	3,021	24,7717	86,5%
2,10	8,40	8,20	1,024	3,045	25,5768	88,6%
2,15	8,60	8,30	1,036	3,068	26,3857	90,7%
2,20	8,80	8,40	1,048	3,091	27,1983	92,8%
2,25	9,00	8,50	1,059	3,113	28,0144	94,9%
2,30	9,20	8,60	1,070	3,134	28,8339	97,0%
2,35	9,40	8,70	1,080	3,155	29,6567	99,2%

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

Si tratta di un canale a sezione trapezia con pendenza 0.1%, larghezza al fondo pari a 4.00 m, altezza pari a 1.70m e sponde con pendenza 1/1 rivestito con materassi tipo Reno. Collega il fosso esistente con il tombino di progetto.

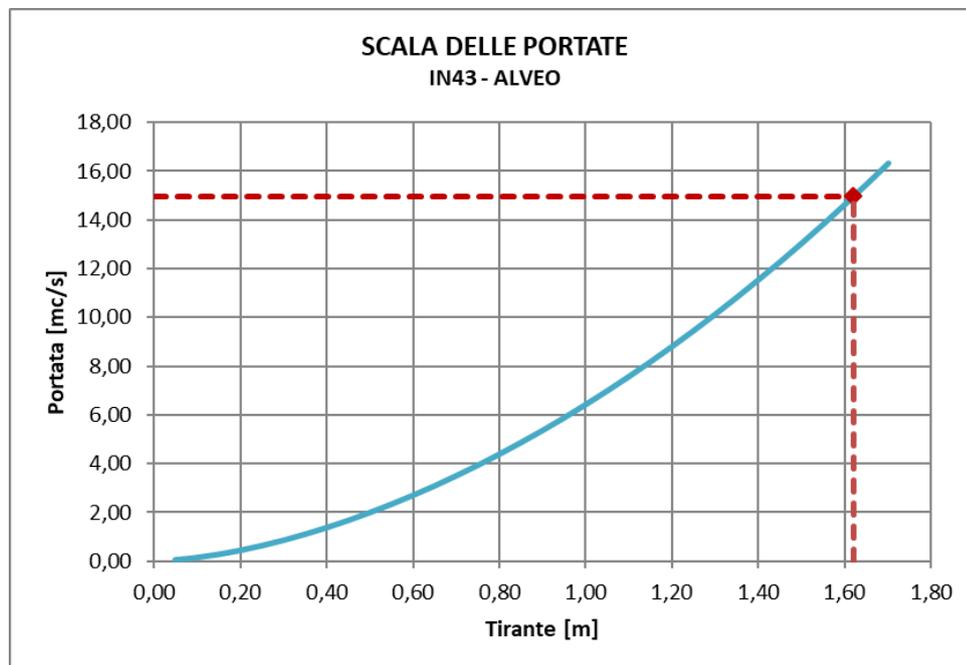
GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 43 0 0 001	Rev. A	Foglio 10 di 11

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

Bmin=	4,00	(m)
H=	1,70	(m)
Bmax=	7,40	(m)
K=	50	(m ^{1/3} /s)
i=	0,001	(m/m)
Qmax=	14,98	(m ³ /s)
h=	1,62	(m)
Bmax=	7,24	(m)
A=	9,11	(m ²)
P=	8,58	(m)
R=	1,061	(m)
v=	1,645	(m/s)
Q=	14,98	(m ³ /s)
h/H=	95,3%	(m/m)

Il grado di riempimento risulta pari al 95.3%.

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 43 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 ²)	(m)	(m)	(m/s)	(m ³ /s)	(m/m)
0,05	4,10	0,20	4,14	0,049	0,211	0,0428	2,9%
0,10	4,20	0,41	4,28	0,096	0,331	0,1357	5,9%
0,15	4,30	0,62	4,42	0,141	0,428	0,2663	8,8%
0,20	4,40	0,84	4,57	0,184	0,511	0,4296	11,8%
0,25	4,50	1,06	4,71	0,226	0,586	0,6228	14,7%
0,30	4,60	1,29	4,85	0,266	0,654	0,8437	17,6%
0,35	4,70	1,52	4,99	0,305	0,717	1,0910	20,6%
0,40	4,80	1,76	5,13	0,343	0,775	1,3635	23,5%
0,45	4,90	2,00	5,27	0,380	0,829	1,6605	26,5%
0,50	5,00	2,25	5,41	0,416	0,881	1,9811	29,4%
0,55	5,10	2,50	5,56	0,450	0,929	2,3251	32,4%
0,60	5,20	2,76	5,70	0,484	0,975	2,6919	35,3%
0,65	5,30	3,02	5,84	0,518	1,019	3,0812	38,2%
0,70	5,40	3,29	5,98	0,550	1,062	3,4927	41,2%
0,75	5,50	3,56	6,12	0,582	1,102	3,9264	44,1%
0,80	5,60	3,84	6,26	0,613	1,141	4,3821	47,1%
0,85	5,70	4,12	6,40	0,644	1,179	4,8596	50,0%
0,90	5,80	4,41	6,55	0,674	1,215	5,3588	52,9%
0,95	5,90	4,70	6,69	0,703	1,250	5,8798	55,9%
1,00	6,00	5,00	6,83	0,732	1,285	6,4225	58,8%
1,05	6,10	5,30	6,97	0,761	1,318	6,9870	61,8%
1,10	6,20	5,61	7,11	0,789	1,350	7,5732	64,7%
1,15	6,30	5,92	7,25	0,817	1,381	8,1811	67,6%
1,20	6,40	6,24	7,39	0,844	1,412	8,8109	70,6%
1,25	6,50	6,56	7,54	0,871	1,442	9,4626	73,5%
1,30	6,60	6,89	7,68	0,897	1,471	10,1362	76,5%
1,35	6,70	7,22	7,82	0,924	1,500	10,8319	79,4%
1,40	6,80	7,56	7,96	0,950	1,528	11,5497	82,4%
1,45	6,90	7,90	8,10	0,975	1,555	12,2898	85,3%
1,50	7,00	8,25	8,24	1,001	1,582	13,0522	88,2%
1,55	7,10	8,60	8,38	1,026	1,608	13,8370	91,2%
1,60	7,20	8,96	8,53	1,051	1,634	14,6444	94,1%
1,65	7,30	9,32	8,67	1,076	1,660	15,4744	97,1%
1,70	7,40	9,69	8,81	1,100	1,685	16,3273	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.