

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 3x2 AL KM 11+910,50
GENERALE
Relazione tecnica generale e idraulica**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo CARMONA 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	2	5	0	0	1
A	-	-	-	D	-	-	-	-

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Luca RANDOLFI	Data Giugno 2021

Progettazione:								
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	Rocca	06/2021	Guilarte	06/2021	Aiello	06/2021	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E9100000009	File: IN1711E12RIR1104001A.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 25 0 0 001	Rev. A	Foglio 2 di 10

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.....	10

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 25 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 10

1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere previste per risolvere l'interferenza alla pk 11+910.50 del fosso pubblico non demaniale con la Linea AV-AC Torino – Venezia, Tratta VERONA – PADOVA, Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza, all'interno del comune di Caldiero (VR).

Il progetto per la realizzazione della linea ferroviaria, che nel tratto in questione risulta essere all'interno del tratto in rilevato RI16, prevede il sotto-attraversamento della linea mediante un tombino costituito da uno scatolare 3x2, 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 (Manuale 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 IN1710EI2RHID0000002.

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 25 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 10

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Rif. [1]	IN1710EI2RHID0000002	RELAZ. IDROLOGICA E IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI SECONDARI
Rif. [2]	IN1712EI2RIRI1604001	RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE
Rif. [3]	IN1712EI2P8RI1604001	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).

Nella zona oggetto di studio è presente un fosso pubblico non demaniale che scorre in direzione Sud interferendo quasi ortogonalmente con il rilevato ferroviario in progetto (WBS RI16).

Il fosso in questione ha una lunghezza di 865 m, con una pendenza media dell'asta dello 0.005% e un bacino afferente di 0.141 km². La portata di progetto relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni è di 1.75 m³/s. Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato IN1710EI2RHID0000002 "Relazione idrologica e idraulica attraversamenti secondari".

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 25 0 0 001	Rev. A	Foglio 5 di 10

5 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un tombino scatolare per la risoluzione dell'interferenza con la linea ferroviaria di progetto. L'opera, con tracciato perpendicolare alla linea, è ubicata in corrispondenza della pk 11+910.500.

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 3.00 x 2.00 m e sviluppo totale pari a 48.88 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 1.80m, con relativo timpano per il contenimento delle scarpate dell'inalveazione
- uno scatolare dim. interne 3x2m sotto il rilevato AV/AC, con spessore di ricoprimento pari a 5.78m rispetto al P.F.
- un concio di muro a U intercluso tra rilevato e stradello di servizio ad altezza costante
- uno scatolare dim. interne 3x2m 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, si prevede la realizzazione di brevi tratti di ricucitura al reticolo esistente:

- a monte, dopo un breve tratto di canale in terra per il raccordo alla sezione esistente, è previsto un tratto di canale trapezio di lunghezza 10 m con fondo da 3m e sponde inclinate 1/1, rivestito con materassi tipo Reno e taglione di fondo in gabbioni per la transizione con il canale in terra;
- A valle, è previsto un tratto di canale trapezio di lunghezza 10 m con fondo da 3m e sponde inclinate 1/1, rivestito con materassi tipo Reno e taglione di fondo in gabbioni per la transizione con il canale in terra, analogo a quello di monte. Successivamente, si prevede un tratto di canale in terra di 11m in cui confluisce anche l'inalveazione del tombino IN87, e un tratto finale di raccordo con la sezione esistente del fosso.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 25 0 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 10

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 1.75 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 rilevato ferroviario (R116). La portata scaricata complessiva risulta pari a 0.0028 m³/s, che corrisponde ad un incremento della portata di progetto dello 0.16%; 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
- 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]

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 25 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 10	

- 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 e 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

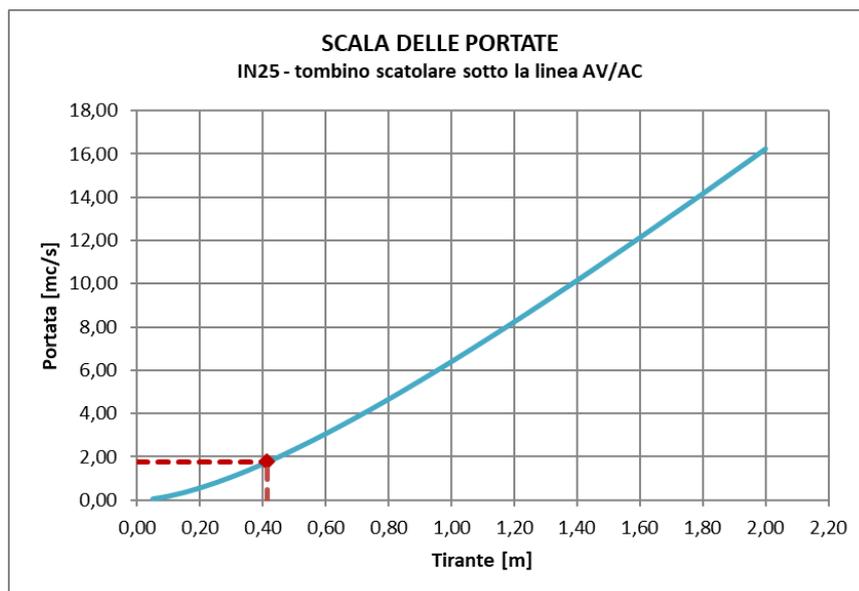
L'altezza utile massima viene assunta pari all'altezza della struttura, pari a 2 m, meno l'altezza massima del massetto di pendenza, pari a 0.2 m.

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

B=	3,00	(m)
H=	1,80	(m)
K=	67	($m^{1/3}/s$)
i=	0,002	(m/m)
Qmax=	1,75	(m^3/s)
h=	0,41	(m)
A=	1,24	(m^2)
P=	3,83	(m)
R=	0,324	(m)
v=	1,413	(m/s)
Q=	1,75	(m^3/s)
h/H=	22,9%	(m/m)

Il grado di riempimento risulta pari al 22.9%.

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	0,15	3,10	0,048	0,398	0,0597	2,8%
0,10	0,30	3,20	0,094	0,618	0,1855	5,6%
0,15	0,45	3,30	0,136	0,794	0,3572	8,3%
0,20	0,60	3,40	0,176	0,943	0,5656	11,1%
0,25	0,75	3,50	0,214	1,073	0,8047	13,9%
0,30	0,90	3,60	0,250	1,189	1,0702	16,7%
0,35	1,05	3,70	0,284	1,294	1,3586	19,4%
0,40	1,20	3,80	0,316	1,389	1,6674	22,2%
0,45	1,35	3,90	0,346	1,477	1,9942	25,0%
0,50	1,50	4,00	0,375	1,558	2,3372	27,8%
0,55	1,65	4,10	0,402	1,633	2,6949	30,6%
0,60	1,80	4,20	0,429	1,703	3,0658	33,3%
0,65	1,95	4,30	0,453	1,769	3,4488	36,1%
0,70	2,10	4,40	0,477	1,830	3,8429	38,9%
0,75	2,25	4,50	0,500	1,888	4,2470	41,7%
0,80	2,40	4,60	0,522	1,942	4,6605	44,4%
0,85	2,55	4,70	0,543	1,993	5,0827	47,2%
0,90	2,70	4,80	0,563	2,042	5,5128	50,0%
0,95	2,85	4,90	0,582	2,088	5,9502	52,8%
1,00	3,00	5,00	0,600	2,132	6,3946	55,6%
1,05	3,15	5,10	0,618	2,173	6,8453	58,3%
1,10	3,30	5,20	0,635	2,213	7,3020	61,1%
1,15	3,45	5,30	0,651	2,251	7,7643	63,9%
1,20	3,60	5,40	0,667	2,287	8,2319	66,7%
1,25	3,75	5,50	0,682	2,321	8,7043	69,4%
1,30	3,90	5,60	0,696	2,354	9,1813	72,2%
1,35	4,05	5,70	0,711	2,386	9,6627	75,0%
1,40	4,20	5,80	0,724	2,416	10,1481	77,8%
1,45	4,35	5,90	0,737	2,445	10,6374	80,6%
1,50	4,50	6,00	0,750	2,473	11,1304	83,3%
1,55	4,65	6,10	0,762	2,500	11,6267	86,1%
1,60	4,80	6,20	0,774	2,526	12,1264	88,9%
1,65	4,95	6,30	0,786	2,551	12,6291	91,7%
1,70	5,10	6,40	0,797	2,575	13,1347	94,4%
1,75	5,25	6,50	0,808	2,599	13,6431	97,2%
1,80	5,40	6,60	0,818	2,621	14,1541	100,0%

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 25 0 0 001	Rev. A	Foglio 9 di 10

CANALE TRAPEZIO DI MONTE/VALLE

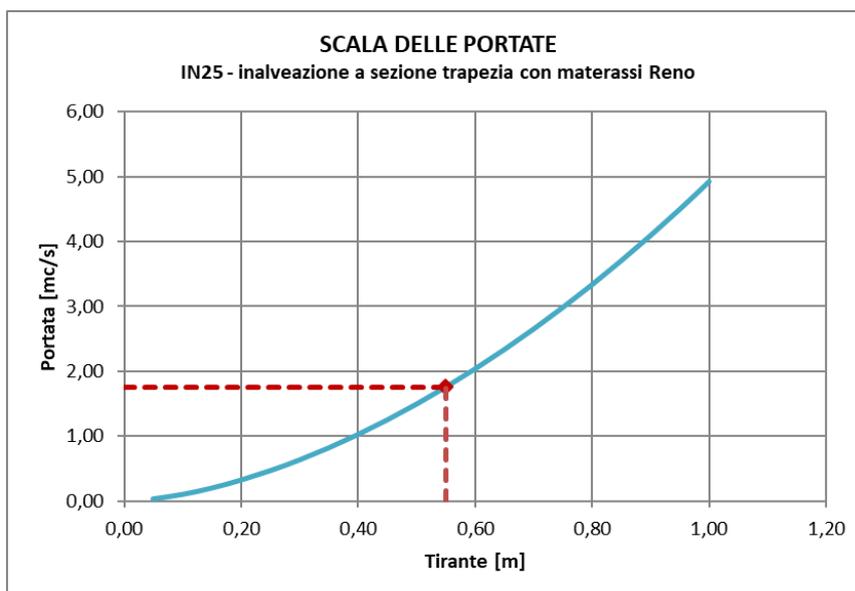
Si tratta di un canale a sezione trapezia con larghezza al fondo pari a 3 m, sponde con pendenza 1/1 di altezza pari a 1 m, larghezza in sommità pari a 5 m, rivestito con materassi tipo reno. Collega il fosso esistente al tombino di progetto.

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

Bmin=	3,00	(m)
H=	1,00	(m)
Bmax=	5,00	(m)
K=	50	(m ^{1/3} /s)
i=	0,001	(m/m)
Qmax=	1,75	(m ³ /s)
h=	0,55	(m)
Bmax=	4,10	(m)
A=	1,95	(m ²)
P=	4,55	(m)
R=	0,428	(m)
v=	0,898	(m/s)
Q=	1,75	(m ³ /s)
h/H=	54,9%	(m/m)

Il grado di riempimento risulta pari al 54.9%.

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 25 0 0 001	Rev. A	Foglio 10 di 10

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	3,10	0,15	3,14	0,049	0,210	0,0321	5,0%
0,10	3,20	0,31	3,28	0,094	0,328	0,1016	10,0%
0,15	3,30	0,47	3,42	0,138	0,422	0,1995	15,0%
0,20	3,40	0,64	3,57	0,179	0,503	0,3220	20,0%
0,25	3,50	0,81	3,71	0,219	0,575	0,4670	25,0%
0,30	3,60	0,99	3,85	0,257	0,640	0,6331	30,0%
0,35	3,70	1,17	3,99	0,294	0,699	0,8194	35,0%
0,40	3,80	1,36	4,13	0,329	0,754	1,0252	40,0%
0,45	3,90	1,55	4,27	0,363	0,805	1,2499	45,0%
0,50	4,00	1,75	4,41	0,396	0,853	1,4932	50,0%
0,55	4,10	1,95	4,56	0,429	0,899	1,7549	55,0%
0,60	4,20	2,16	4,70	0,460	0,942	2,0347	60,0%
0,65	4,30	2,37	4,84	0,490	0,983	2,3326	65,0%
0,70	4,40	2,59	4,98	0,520	1,023	2,6484	70,0%
0,75	4,50	2,81	5,12	0,549	1,060	2,9822	75,0%
0,80	4,60	3,04	5,26	0,578	1,097	3,3339	80,0%
0,85	4,70	3,27	5,40	0,606	1,132	3,7035	85,0%
0,90	4,80	3,51	5,55	0,633	1,166	4,0912	90,0%
0,95	4,90	3,75	5,69	0,660	1,198	4,4969	95,0%
1,00	5,00	4,00	5,83	0,686	1,230	4,9208	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 in materiali previsti.