

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 19+532,40
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	4	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: IN1712EI2ROIN4400001A_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 44 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 44 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 10

1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere previste per dare continuità allo scolo pubblico non demaniale, che interferisce alla pk 19+530 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 RI36C, 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, 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 44 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 10

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Rif. [1]	IN1710EI2RHID0000002	RELAZ. IDROLOGICA E IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI SECONDARI
Rif. [2]	IN1710EI2RBGE0000002	RELAZIONE GEOTECNICA (DA 10+050 A 21+990)
Rif. [3]	IN1710EI2LZGE0000014	PLAN. CON UBICAZIONE INDAGINI E PROFILO GEOTECNICO 3 DI 11
Rif. [4]	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+530 il rilevato di progetto interferisce con un fosso pubblico non demaniale, che scorre in direzione sud e sottopassa la strada Porcilana esistente attraverso una tubazione DN1000.



Vista in direzione nord dalla strada Porcilana



Vista in direzione sud dalla strada Porcilana

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 44 0 0 001	Rev. A	Foglio 5 di 10

Lo scolo, a servizio di un'area di circa 15 ha, presenta un profilo incassato con una bocca di 3.50 m, sponde inclinate 1/1 di lunghezza 1.50m e 2.00m con un fondo di 1.50m.

È affiancato da una derivazione del Canale Maestro costituita da una tubazione interrata diametro 1.00m.

La portata di progetto è di 8.86 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 3x2 per la risoluzione dell'interferenza con la linea ferroviaria.

L'opera, con tracciato perpendicolare alla linea, è ubicata in corrispondenza della pk 19+532.40.

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 il relativo stradello di servizio carrabile lato B.D., ha dimensioni nette interne 3.00 x 2.00 m e sviluppo totale pari a 34.80 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 3x2m 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 5.50 m intercluso tra stradello di servizio e rilevato AV/AC di altezza costante pari a 2.70m
- uno scatolare di lunghezza 19.40m e dim. interne 3x2m sotto il rilevato AV/AC, con spessore di ricoprimento pari a 2.36 m rispetto al P.F.
- un pozzetto di raccordo con la tubazione esistente di dim. interne 5.60x3.00m e altezza 2.60m.

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 del pozzetto e sui cordoli dello scatolare AV/AC vengono installati dei parapetti metallici tritubo, mentre sui cordoli dello scatolare sotto la pista 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 dei manufatti è previsto un canale di progetto a sezione trapezia rivestito in materassi tipo Reno, raccordato al fosso esistente con una sezione in terra.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 44 0 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 10

Per la realizzazione del pozzetto a sud è necessaria la demolizione di un tratto di 2.80m della tubazione esistente.

L'opera in progetto interferisce con il canale irriguo interrato di derivazione del Canale Maestro, per il quale è prevista una deviazione del tracciato che lo sposta più ad est rispetto alla posizione originaria risolvendo l'interferenza. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati della wbs IN1M.

Per quanto riguarda il livello di falda, in base al documento Rif. [2], 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 8.86 m³/s. Per la stima di tale portata si faccia riferimento all'elaborato IN1710E12RHID0000002 "Relazione idrologica e idraulica degli attraversamenti secondari".

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]

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 44 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 10

- 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

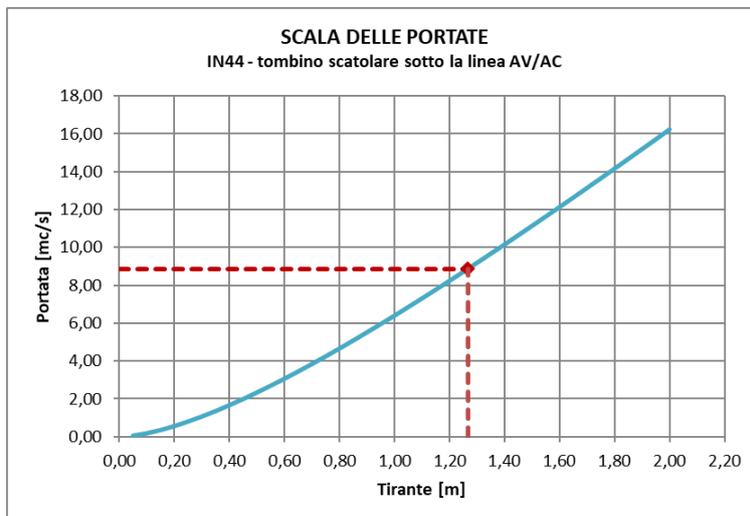
L'altezza utile massima viene assunta pari all'altezza della struttura, pari a 2.0 m, meno lo spessore del massetto di pendenza, pari a 0.11 m.

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=	1,89	(m)
K=	67	(m ^{1/3} /s)
i=	0,002	(m/m)
Q _{max} =	8,86	(m ³ /s)
h=	1,27	(m)
A=	3,80	(m ²)
P=	5,53	(m)
R=	0,687	(m)
v=	2,332	(m/s)
Q=	8,86	(m ³ /s)
h/H=	67,0%	(m/m)

Il grado di riempimento risulta pari al 67%.

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



Altezza pelo libero h	Area liquida A	Perimetro bagnato P	Raggio idraulico R	Velocità v	Portata Q	Grado di riempimento 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	2,6%
0,10	0,30	3,20	0,094	0,618	0,1855	5,3%
0,15	0,45	3,30	0,136	0,794	0,3572	7,9%
0,20	0,60	3,40	0,176	0,943	0,5656	10,6%
0,25	0,75	3,50	0,214	1,073	0,8047	13,2%
0,30	0,90	3,60	0,250	1,189	1,0702	15,9%
0,35	1,05	3,70	0,284	1,294	1,3586	18,5%
0,40	1,20	3,80	0,316	1,389	1,6674	21,2%
0,45	1,35	3,90	0,346	1,477	1,9942	23,8%
0,50	1,50	4,00	0,375	1,558	2,3372	26,5%
0,55	1,65	4,10	0,402	1,633	2,6949	29,1%
0,60	1,80	4,20	0,429	1,703	3,0658	31,7%
0,65	1,95	4,30	0,453	1,769	3,4488	34,4%
0,70	2,10	4,40	0,477	1,830	3,8429	37,0%
0,75	2,25	4,50	0,500	1,888	4,2470	39,7%
0,80	2,40	4,60	0,522	1,942	4,6605	42,3%
0,85	2,55	4,70	0,543	1,993	5,0827	45,0%
0,90	2,70	4,80	0,563	2,042	5,5128	47,6%
0,95	2,85	4,90	0,582	2,088	5,9502	50,3%
1,00	3,00	5,00	0,600	2,132	6,3946	52,9%
1,05	3,15	5,10	0,618	2,173	6,8453	55,6%
1,10	3,30	5,20	0,635	2,213	7,3020	58,2%
1,15	3,45	5,30	0,651	2,251	7,7643	60,8%
1,20	3,60	5,40	0,667	2,287	8,2319	63,5%
1,25	3,75	5,50	0,682	2,321	8,7043	66,1%
1,30	3,90	5,60	0,696	2,354	9,1813	68,8%
1,35	4,05	5,70	0,711	2,386	9,6627	71,4%
1,40	4,20	5,80	0,724	2,416	10,1481	74,1%
1,45	4,35	5,90	0,737	2,445	10,6374	76,7%
1,50	4,50	6,00	0,750	2,473	11,1304	79,4%
1,55	4,65	6,10	0,762	2,500	11,6267	82,0%
1,60	4,80	6,20	0,774	2,526	12,1264	84,7%
1,65	4,95	6,30	0,786	2,551	12,6291	87,3%
1,70	5,10	6,40	0,797	2,575	13,1347	89,9%
1,75	5,25	6,50	0,808	2,599	13,6431	92,6%
1,80	5,40	6,60	0,818	2,621	14,1541	95,2%
1,85	5,55	6,70	0,828	2,643	14,6677	97,9%
1,90	5,70	6,80	0,838	2,664	15,1836	100,5%

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 44 0 0 001	Rev. A	Foglio 9 di 10

CANALE TRAPEZIO DI MONTE – SEZIONE RIVESTITA CON MATERASSI TIPO RENO

Si tratta di un canale a sezione trapezia con larghezza al fondo pari a 3.00 m e sponde con pendenza 1/1 rivestito con materassi tipo Reno. Collega il fosso esistente con il tombino di progetto.

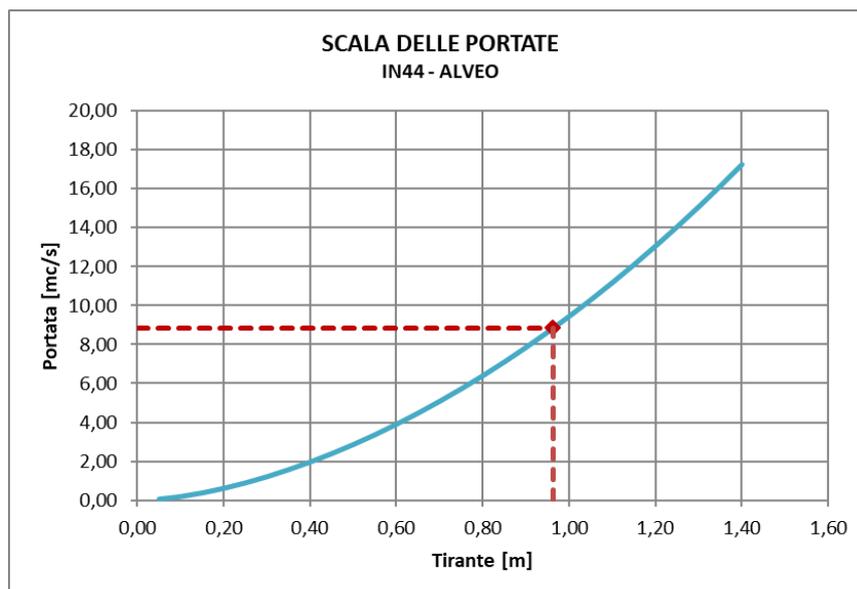
Il canale di monte ha una pendenza dello 0.37% e sponde alte 1.40 m.

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=	1,40	(m)
Bmax=	5,80	(m)
K=	50	(m ^{1/3} /s)
i=	0,0037	(m/m)
Qmax=	8,86	(m ³ /s)
h=	0,96	(m)
Bmax=	4,93	(m)
A=	3,82	(m ²)
P=	5,72	(m)
R=	0,667	(m)
v=	2,321	(m/s)
Q=	8,86	(m ³ /s)
h/H=	68,8%	(m/m)

Il grado di riempimento risulta pari al 68.8%.

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 44 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	0,405	0,0617	3,6%
0,10	3,20	0,31	3,28	0,094	0,631	0,1955	7,1%
0,15	3,30	0,47	3,42	0,138	0,812	0,3837	10,7%
0,20	3,40	0,64	3,57	0,179	0,968	0,6194	14,3%
0,25	3,50	0,81	3,71	0,219	1,106	0,8983	17,9%
0,30	3,60	0,99	3,85	0,257	1,230	1,2179	21,4%
0,35	3,70	1,17	3,99	0,294	1,344	1,5762	25,0%
0,40	3,80	1,36	4,13	0,329	1,450	1,9720	28,6%
0,45	3,90	1,55	4,27	0,363	1,549	2,4043	32,1%
0,50	4,00	1,75	4,41	0,396	1,641	2,8723	35,7%
0,55	4,10	1,95	4,56	0,429	1,729	3,3756	39,3%
0,60	4,20	2,16	4,70	0,460	1,812	3,9139	42,9%
0,65	4,30	2,37	4,84	0,490	1,891	4,4869	46,4%
0,70	4,40	2,59	4,98	0,520	1,967	5,0944	50,0%
0,75	4,50	2,81	5,12	0,549	2,040	5,7364	53,6%
0,80	4,60	3,04	5,26	0,578	2,109	6,4129	57,1%
0,85	4,70	3,27	5,40	0,606	2,177	7,1239	60,7%
0,90	4,80	3,51	5,55	0,633	2,242	7,8696	64,3%
0,95	4,90	3,75	5,69	0,660	2,305	8,6500	67,9%
1,00	5,00	4,00	5,83	0,686	2,366	9,4653	71,4%
1,05	5,10	4,25	5,97	0,712	2,426	10,3158	75,0%
1,10	5,20	4,51	6,11	0,738	2,484	11,2015	78,6%
1,15	5,30	4,77	6,25	0,763	2,540	12,1228	82,1%
1,20	5,40	5,04	6,39	0,788	2,595	13,0798	85,7%
1,25	5,50	5,31	6,54	0,813	2,649	14,0728	89,3%
1,30	5,60	5,59	6,68	0,837	2,702	15,1021	92,9%
1,35	5,70	5,87	6,82	0,861	2,753	16,1680	96,4%
1,40	5,80	6,16	6,96	0,885	2,804	17,2706	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.