

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 10+734,59
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	1	E	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: IN1712EI2ROIN1E00001A.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 1E 0 0 001	Rev. A	Foglio 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	4
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 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1E 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 9

1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere previste per risolvere l'interferenza alla pk 10+734.59 del fosso senza autorità competente 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 RI15, 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 (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 1E 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 9	

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Rif. [1]	IN1710EI2RHID0000002	RELAZ. IDROLOGICA E IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI SECONDARI
Rif. [2]	IN1712EI2RIRI1504001	RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE
Rif. [3]	IN1712EI2P8RI1504001	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).

Nella zona oggetto di studio è presente un fosso senza autorità competente che scorre in direzione Sud interferendo quasi ortogonalmente con il rilevato ferroviario in progetto (WBS RI15).

La portata di progetto relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni è di 6.85 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 per la risoluzione dell'interferenza con la linea ferroviaria di progetto. L'opera, con tracciato perpendicolare alla linea, è ubicata in corrispondenza della pk 10+734.59.

Il tombino scatolare, che permette di sottopassare la linea AV/AC e il relativo stradello di servizio carrabile lato B.D., ha dimensioni nette interne 2.00 x 2.00 m e sviluppo totale pari a 35.13 m.

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

- uno scatolare dim. interne 2.0x2.0m sotto lo stradello di servizio carrabile lato B.D.; in adiacenza allo scatolare, sono previsti muri di sostegno delle rampe di scavalco dello stradello di servizio, che hanno pendenza 10%. Sul lato Vicenza, è previsto un concio di muro intercluso tra il tombino in oggetto e il fornice IN22, di competenza di quest'ultimo (per dettagli, si rimanda agli elaborati del fornice IN22); sul lato Verona, è previsto un concio con parete di altezza variabile da 1.70 a 2.35m e lunghezza 7.39m.
- un concio di muro a U intercluso tra rilevato e stradello di servizio di altezza costante pari a 2.70m
- uno scatolare dim. interne 2x2m sotto il rilevato AV/AC, con spessore di ricoprimento pari a 2.01m rispetto al P.F.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1E 0 0 001	Rev. A	Foglio 5 di 9

- un concio di muro a U di altezza variabile da 2.00 a 0.75m per i primi 1.85m, e di altezza costante pari a 0.75m per i successivi 5.05m

Le strutture sono separate da giunti di dilatazione di spessore 2cm nei quali viene posizionato un profilo water-stop (ad eccezione dei giunti dei muri di sostegno, dove viene posizionato un cordone bentonitico), e vengono impermeabilizzate mediante guaine bituminose.

Sulla sommità dei muri a U e sui cordoli dello scatolare AV/AC vengono installati dei parapetti metallici tritubo, mentre sui cordoli dello scatolare sotto la pista di servizio e sui relativi muri di sostegno delle rampe di scavalco 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 2m 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 2m 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. In tale tratto, confluisce da Est un fosso che scarica le acque di piattaforma del rilevato provenienti dal fornice adiacente IN22. Successivamente, si prevede un breve tratto di canale in terra per il 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 1E 0 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 9

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 6.85 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 scarica la tubazione proveniente dal sistema di smaltimento delle acque di piattaforma del rilevato ferroviario RI15. La portata scaricata complessiva risulta pari a 0.0135 m³/s, che corrisponde ad un incremento della portata di progetto dello 0.2%; 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]
- 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.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1E 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 9

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

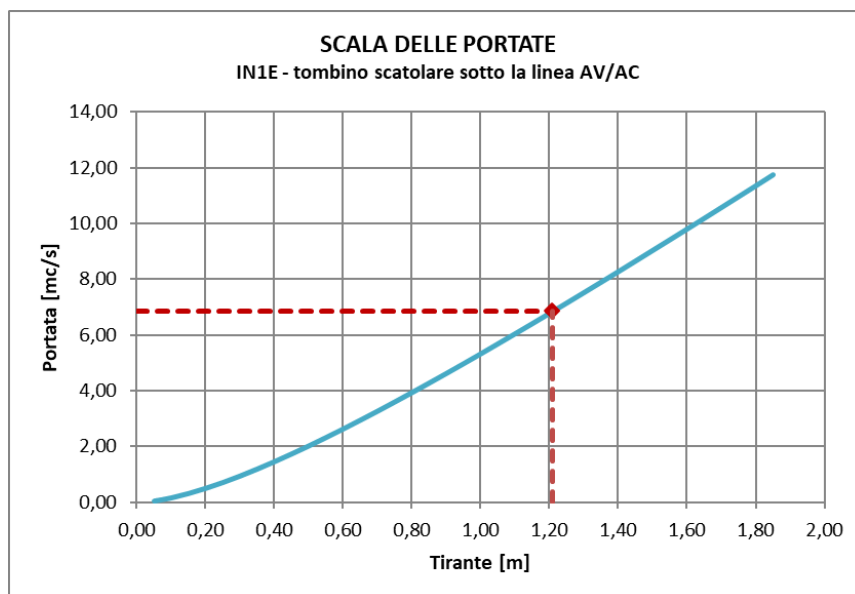
L'altezza utile massima viene assunta pari all'altezza della struttura, pari a 2 m, meno l'altezza massima del massetto di pendenza, pari a 0.15 m.

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

B=	2,00	(m)
H=	1,85	(m)
K=	67	(m ^{1/3} /s)
i=	0,004	(m/m)
Qmax=	6,85	(m ³ /s)
h=	1,21	(m)
A=	2,42	(m ²)
P=	4,42	(m)
R=	0,547	(m)
v=	2,835	(m/s)
Q=	6,85	(m ³ /s)
h/H=	65,3%	(m/m)

Il grado di riempimento risulta pari al 65.3%.

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	0,10	2,10	0,048	0,557	0,0557	2,7%
0,10	0,20	2,20	0,091	0,857	0,1713	5,4%
0,15	0,30	2,30	0,130	1,090	0,3270	8,1%
0,20	0,40	2,40	0,167	1,283	0,5133	10,8%
0,25	0,50	2,50	0,200	1,449	0,7246	13,5%
0,30	0,60	2,60	0,231	1,594	0,9566	16,2%
0,35	0,70	2,70	0,259	1,723	1,2060	18,9%
0,40	0,80	2,80	0,286	1,838	1,4706	21,6%
0,45	0,90	2,90	0,310	1,942	1,7481	24,3%
0,50	1,00	3,00	0,333	2,037	2,0372	27,0%
0,55	1,10	3,10	0,355	2,124	2,3362	29,7%
0,60	1,20	3,20	0,375	2,204	2,6443	32,4%
0,65	1,30	3,30	0,394	2,277	2,9603	35,1%
0,70	1,40	3,40	0,412	2,345	3,2835	37,8%
0,75	1,50	3,50	0,429	2,409	3,6131	40,5%
0,80	1,60	3,60	0,444	2,468	3,9485	43,2%
0,85	1,70	3,70	0,459	2,523	4,2893	45,9%
0,90	1,80	3,80	0,474	2,575	4,6349	48,6%
0,95	1,90	3,90	0,487	2,624	4,9848	51,4%
1,00	2,00	4,00	0,500	2,669	5,3389	54,1%
1,05	2,10	4,10	0,512	2,713	5,6966	56,8%
1,10	2,20	4,20	0,524	2,754	6,0577	59,5%
1,15	2,30	4,30	0,535	2,792	6,4220	62,2%
1,20	2,40	4,40	0,545	2,829	6,7892	64,9%
1,25	2,50	4,50	0,556	2,864	7,1592	67,6%
1,30	2,60	4,60	0,565	2,897	7,5316	70,3%
1,35	2,70	4,70	0,574	2,928	7,9064	73,0%
1,40	2,80	4,80	0,583	2,958	8,2834	75,7%
1,45	2,90	4,90	0,592	2,987	8,6624	78,4%
1,50	3,00	5,00	0,600	3,014	9,0433	81,1%
1,55	3,10	5,10	0,608	3,041	9,4260	83,8%
1,60	3,20	5,20	0,615	3,066	9,8104	86,5%
1,65	3,30	5,30	0,623	3,090	10,1963	89,2%
1,70	3,40	5,40	0,630	3,113	10,5838	91,9%
1,75	3,50	5,50	0,636	3,135	10,9726	94,6%
1,80	3,60	5,60	0,643	3,156	11,3628	97,3%
1,85	3,70	5,70	0,649	3,177	11,7541	100,0%

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1E 0 0 001	Rev. A	Foglio 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.