

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
SIFONE SCATOLARE 3x2 AL KM 17+285
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	1	J	0	0	0	0	1	A	-	-	-	D	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Luca RANDOLFI	Data Ottobre 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	Rocca 	10/2021	Guilarte 	10/2021	Aiello 	10/2021	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2ROIN1J00001A_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 1J 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	6
6	VERIFICHE IDRAULICHE.....	6
6.1	Portata di progetto	6
6.2	Scabrezze	6
6.3	Calcolo delle perdite di carico nel sifone	7
6.4	Verifiche in moto uniforme	8
7	CONCLUSIONI.....	10

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1J 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 10

1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere previste per dare continuità al canale irriguo di derivazione dal Canale Maestro che interferisce alla pk 17+275 con il rilevato di progetto della Linea AV-AC Torino – Venezia, Tratta VERONA – PADOVA, Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza, all'interno del comune di Belfiore (VR).

Il progetto prevede il sotto-attraversamento della viabilità mediante un sifone costituito da uno scatolare 3x2, corredato da pozzetti di imbocco e sbocco.

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.

Trattandosi di un canale con funzione prettamente irrigua la verifica dei manufatti di progetto è stata condotta utilizzando la portata di esercizio fornita dal Consorzio Alta Pianura Veneta.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla "Relazione idrologica e idraulica attraversamenti secondari", elaborato IN1710EI2RHID0000002.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1J 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]	IN1710EI2LZGE0000015	PLAN. CON UBICAZIONE INDAGINI E PROFILO GEOTECNICO 4 DI 11
Rif. [4]	IN1710EI2LZGE0000016	PLAN. CON UBICAZIONE INDAGINI E PROFILO GEOTECNICO 5 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 canale di irrigazione gestito dal Consorzio Alta Pianura Veneta, denominato Canale Maestro, che scorre in direzione Sud-Est.

Alla pk 17+275 il rilevato di progetto (wbs RI31) interseca una derivazione proveniente dal Canale Maestro costituita da una canaletta pensile con sezione rettangolare aperta in cemento armato.

La canaletta presenta una larghezza alla base pari a 2.00 m e altezza pari a 0.85 m. Si stacca dal Canale Maestro poco più a nord del sedime di progetto della linea AV/AC e sottopassa la strada Porcilana esistente attraverso un sifone.



Vista della diramazione del Canale Maestro a sud della Strada Porcilana



Vista dall'alto del Canale Maestro e di una diramazione

La portata è stata calcolata ipotizzando un riempimento massimo di 80 cm. Risulta pari a 1.97 m³/s.

DER. CANALE MAESTRO	
B=	2,00 (m)
H=	0,85 (m)
K=	67 (m ^{1/3} /s)
i=	0,001 (m/m)
h=	0,800 (m)
A=	1,60 (m ²)
P=	3,60 (m)
R=	0,444 (m)
v=	1,234 (m/s)
Q=	1,97 (m ³ /s)
h/H=	94,1% (m/m)

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 1J 0 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 10

5 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un sifone scatolare 3x2 per la risoluzione dell'interferenza con la linea ferroviaria e con la viabilità IN35 ad essa adiacente.

L'opera, con tracciato perpendicolare alla linea, è ubicata in corrispondenza della pk 17+285.

I pozzetti di imbocco e sbocco presentano una sezione interna in pianta da 4.50x2.00m con altezza interna 3.00m. Entrambi i pozzetti sono coperti da un grigliato metallico zincato a pannelli mobili e sono dotati di una botola apribile per l'ispezione. Un ulteriore pozzetto è posizionato nell'area interclusa tra il rilevato AV/AC e il rilevato stradale IN35, con dimensioni interne 3.80x2.00m, altezza 3.00m e anch'esso dotato di grigliato metallico con botola apribile.

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.

Sui pozzetti vengono installati dei parapetti metallici tritubo, mentre sui cordoli dello scatolare vengono installate delle barriere H2 bordo ponte.

All'interno della struttura viene realizzato un massetto di altezza variabile per dare una leggera pendenza, mentre la quota di intradosso delle strutture rimane invariata e costante.

A monte del sifone viene realizzato un nuovo tratto di canaletta rettangolare, con le stesse caratteristiche di quella esistente, che ne devia il tracciato leggermente ad est rispetto alla posizione originaria. Il pozzetto di sbocco a sud si ricollega direttamente alla canaletta esistente.

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

La portata di progetto è stata calcolata ipotizzando un riempimento massimo della sezione disponibile ed è risultata pari a 1.97 m³/s.

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:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1J 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 10

- 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 Calcolo delle perdite di carico nel sifone

La verifica del sifone si effettua calcolando le perdite di carico (distribuite e localizzate) e verificando che il sovrizzo causato da tali perdite nella sezione di monte rimanga contenuto nelle sponde.

La perdita di carico complessiva nella botte a sifone è la somma di varie perdite: continue, d'imbocco, di sbocco, per curve. In particolare è data da:

$$\Delta h = k_i \frac{v^2}{2g} + nk_c \frac{v^2}{2g} + \frac{2gL}{K_s^2 R_h^{4/3}} \cdot \frac{v^2}{2g} + k_s \frac{v^2}{2g}$$

dove:

- v è la velocità nel sifone;
- k_i è il coefficiente di perdita all'imbocco (=0,5);
- k_c è il coefficiente di perdita in curva (=0,5);
- k_s è il coefficiente di perdita allo sbocco (=1,0);
- K_s è il coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler;
- L è la lunghezza della canna;
- R_h è il raggio idraulico;
- n è il numero di curve.

Posto:

$$\frac{1}{C^2} = k_i + nk_c + \frac{2gL}{K_s^2 R_h^{4/3}} + k_s$$

La perdita di carico complessiva si può determinare come:

$$\Delta h = \frac{1}{C^2} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Il sifone in progetto ha dimensioni interne 3x2m, una lunghezza complessiva di 89m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1J 0 0 001	Rev. A	Foglio 8 di 10

SIFONE IN1J		
b=	3,00	m
h=	2,00	m
A=	6,00	m ²
P=	10,00	m
Rh=	0,600	m
Ks=	67	m ^{1/3} /s
v=	0,329	m/s
L=	89	m

La portata, come già detto, è di 1.97 m³/s. Con le formule sopra descritte si ricava una perdita di carico pari a 1.25cm.

DERIVAZIONE CANALE MAESTRO					
PORTATA	Q=	1,97	m ³ /s		
CALCOLO PERDITE DI CARICO					
0,005518	=v ² /2g		0,769	=2gL/(K ² Rh ^{4/3})	coeff. perdite continue
			0,5		coeff. perdite imbocco
			1		coeff. perdite sbocco
			2,269	1/C ²	
0,012519	m	=v ² /2g*1/C ²			

Poiché il dislivello tra monte e valle risulta pressoché nullo, la perdita deve essere interamente contenuta nelle sponde della sezione esistente del canale di monte. Per verificarlo è necessario analizzare il moto nel canale esistente.

6.4 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]

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1J 0 0 001	Rev. A	Foglio 9 di 10

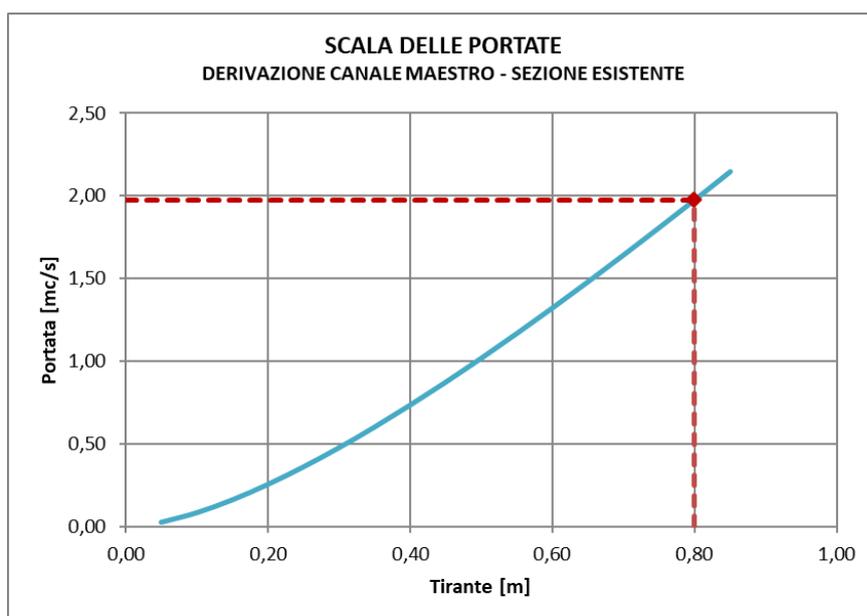
- J =pendenza longitudinale [m/m].

Lo studio a moto uniforme viene effettuato sul canale esistente a monte e a valle del sifone di progetto, in modo da poter verificare che le perdite di carico dovute all'inserimento della botte a sifone siano contenute negli argini esistenti.

La derivazione del canale Maestro presenta una sezione rettangolare con base 2.00m e altezza 0.85m. La pendenza del fondo è minima, assunta pari allo 0.1%.

DER. CANALE MAESTRO	
B=	2,00 (m)
H=	0,85 (m)
K=	67 ($m^{1/3}/s$)
i=	0,001 (m/m)
h=	0,800 (m)
A=	1,60 (m^2)
P=	3,60 (m)
R=	0,444 (m)
v=	1,234 (m/s)
Q=	1,97 (m^3/s)
h/H=	94,1% (m/m)

La portata di progetto transita nel canale con un riempimento del 94%, cui corrisponde un'altezza del pelo libero pari a circa 0.80m.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1J 0 0 001	Rev. A	Foglio 10 di 10

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	0,278	0,0278	5,9%
0,10	0,20	2,20	0,091	0,428	0,0857	11,8%
0,15	0,30	2,30	0,130	0,545	0,1635	17,6%
0,20	0,40	2,40	0,167	0,642	0,2567	23,5%
0,25	0,50	2,50	0,200	0,725	0,3623	29,4%
0,30	0,60	2,60	0,231	0,797	0,4783	35,3%
0,35	0,70	2,70	0,259	0,861	0,6030	41,2%
0,40	0,80	2,80	0,286	0,919	0,7353	47,1%
0,45	0,90	2,90	0,310	0,971	0,8741	52,9%
0,50	1,00	3,00	0,333	1,019	1,0186	58,8%
0,55	1,10	3,10	0,355	1,062	1,1681	64,7%
0,60	1,20	3,20	0,375	1,102	1,3221	70,6%
0,65	1,30	3,30	0,394	1,139	1,4801	76,5%
0,70	1,40	3,40	0,412	1,173	1,6417	82,4%
0,75	1,50	3,50	0,429	1,204	1,8065	88,2%
0,80	1,60	3,60	0,444	1,234	1,9743	94,1%
0,85	1,70	3,70	0,459	1,262	2,1446	100,0%

Come risulta dal paragrafo precedente, la presenza del sifone causa una perdita di carico che corrisponde ad un innalzamento del pelo libero a monte del manufatto pari a 1.25cm; si ottiene un livello idrico pari a 0.8125m, inferiore all'altezza della sezione.

h+Dh=	0,813	(m)
(h+Dh)/H=	95,6%	(m/m)

La verifica si ritiene quindi soddisfatta.

7 CONCLUSIONI

L'intervento di risoluzione dell'interferenza tra il canale e la linea AV/AC in progetto risulta "idraulicamente compatibile".

Le perdite di carico causate dalla presenza del sifone non sono tali da impedire il corretto funzionamento del canale, essendo interamente contenute all'interno delle sponde della sezione esistente.

Le velocità che si instaurano risultano essere compatibili con in materiali previsti.