



Commessa:

2352

Committente:

COMUNE DI ROSATE
VIA VITTORIO VENETO, 2 - 20088 ROSATE (MI)

Titolo:

VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELLA PASSERELLA DA
REALIZZARE SUL TICINELLO

Fase: PERIZIA

Ambito: IDRAULICA

Il tecnico:

ing. Enzo Calcaterra

Rev.	Data	Descrizione
0	marzo 2021	Prima emissione
1	gennaio 2024	Revisione a seguito parere Consorzio ETV
2	agosto 2024	Revisione a seguito rilievo plano-altimetrico di dettaglio

PD	<u>Documento</u> Relazione idraulica	<u>Elaborato</u> A01	<u>Revisione</u> 2
		<u>Scala</u>	<u>Nome file</u>

STUDIO SPS S.R.L.
VIA ROMA, 09 - 20090 VIMODRONE (MI)
TEL. 02 2500872 - FAX 02 2500020
E-MAIL INFO@STUDIOSPS.IT
WWW.STUDIOSPS.IT

<u>Redatto</u> ing. Enzo Calcaterra	<u>Verificato</u> ing. Enzo Calcaterra	<u>Approvato</u> ing. Enzo Calcaterra
--	---	--

INFORMAZIONI STRETTAMENTE RISERVATE DA NON UTILIZZARE PER SCOPI DIVERSI DA QUELLI PER CUI SONO STATE FORNITE

INDICE

1	Premesse.....	2
2	Localizzazione della passerella.....	3
3	Verifica idraulica.....	4
3.1	Portata di piena del Ticinello	4
3.2	Sezioni trasversali del Ticinello	4
3.3	Modalità di deflusso delle onde di piena.....	6
3.4	Risultati dei calcoli idraulici.....	7
3.5	Analisi dei risultati e definizione della quota intradosso della passerella.....	10
4	Conclusioni	11
	ALLEGATO A -Sezioni trasversali.....	12

RELAZIONE IDRAULICA

1 Premesse

Il Comune di Rosate ha incaricato la scrivente Società per la redazione della “Verifica di compatibilità idraulica della passerella da realizzare sul Ticinello” nell’ambito del progetto di un percorso ciclabile tra i Comuni di Bubbiano e Calvignasco.

In data 12/05/2021 è stata presentata presso il Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi (di seguito Consorzio ETV) richiesta di Concessione per la realizzazione della passerella ciclopedonale in oggetto sulla base del Progetto Definitivo del percorso ciclabile.

All’istanza è seguito parere negativo con nota 8013 del 29/06/2021 con la richiesta di elaborare un nuovo progetto osservando le seguenti indicazioni:

- le rampe di accesso ed il percorso ciclabile, qualora non fosse possibile la loro collocazione al di fuori della fascia di rispetto di 10 m, dovranno essere poste almeno a 2,5 m dal ciglio spondale, con rilevato in piano e senza parapetti a bordo canale, al fine di consentire l’ispezione e la manutenzione spondale, preservando il percorso stesso anche da eventi di piena ed eventuale dilavamento con conseguenti cedimenti;
- gli argini su cui dovranno gravare le rampe e la passerella stessa, dovranno essere compattati e rinforzati con massi a scogliera per evitare qualsiasi dilavamento;
- la sezione idraulica del canale non dovrà essere in alcun modo ristretta.

Al parere sono seguiti un confronto a mezzo call il 30/07/2021 e un sopralluogo con il tecnico di zona, in cui è stato richiesto di allontanare il più possibile la passerella dalla confluenza, posizionandola in corrispondenza dell’area agricola posta più a est.

A fine 2022, revisionate le previsioni di spesa e le risorse per la realizzazione dell’opera, le Amministrazioni comunali hanno sottoposto informalmente al Consorzio la proposta di cui sopra, che prevedeva il riposizionamento della passerella.

A gennaio 2023 è arrivata un’ulteriore prescrizione dal Consorzio ETV, mediante mail, con la richiesta di innalzare la passerella di altri 50 cm per ottemperare a quanto disposto dal par. 5.1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con D.M. del 17/01/ 2018, che prevede che “il franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l’intradosso delle strutture, è da assumersi non inferiore a 1,50 m”.

La presente revisione si è resa quindi necessaria per aggiornare la relazione di compatibilità idraulica alle succitate prescrizioni.

Si sottolinea infine che l'analisi idraulica, descritta nei successivi capitoli, è stata effettuata sulla base dello "Studio idrologico-idraulico del bacino imbrifero del Ticinello Mendosio in relazione ai contributi naturali ed antropici finalizzato alla modellazione idraulica del reticolo principale afferente ad esso in condizioni di portate di piena" eseguito dal Consorzio Est Ticino Villoresi, di seguito denominato "Studio del Ticinello".

2 Localizzazione della passerella

La passerella da realizzare oggetto della presente verifica di compatibilità idraulica è localizzata in comune di Rosate al confine con Bettola di Calvignasco.



Figura 1 Localizzazione passerella su immagini satellitari

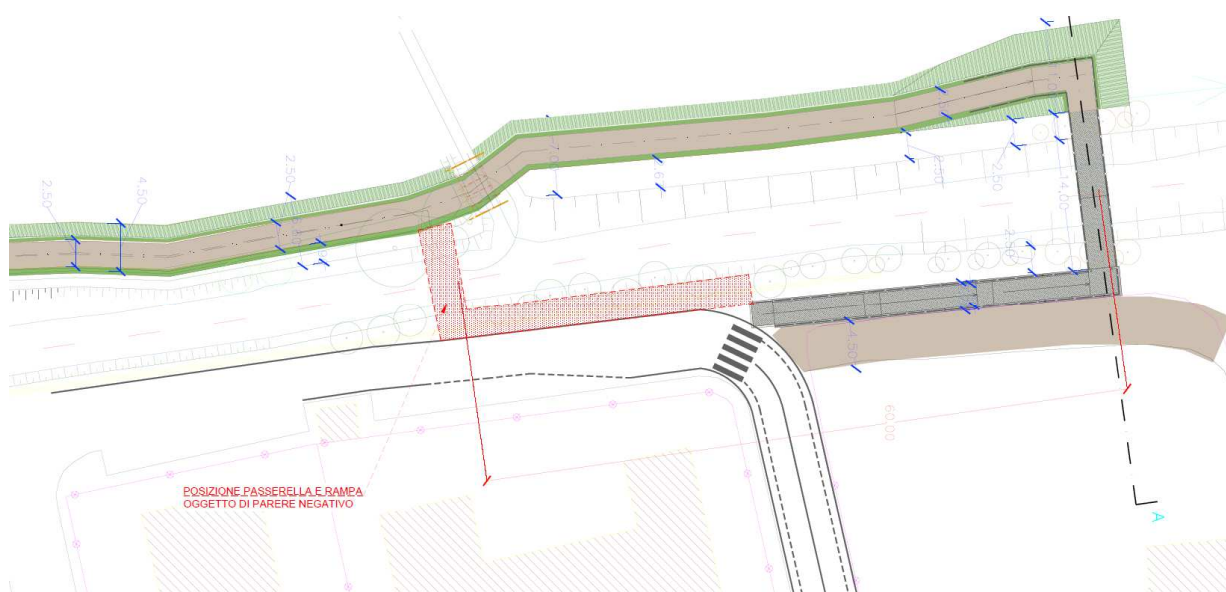


Figura 2 Localizzazione passerella su stralcio del progetto del percorso ciclabile

3 Verifica idraulica

3.1 Portata di piena del Ticinello

Il Ticinello presenta numerose interconnessioni con altre rogge presenti nella zona, nonché riceve gli scarichi degli scolmatori di piena delle reti fognarie di diversi Comuni che risultano essere i veri responsabili dei regimi di massima piena.

Il tempo di ritorno di riferimento per la valutazione della compatibilità idraulica dei manufatti sul Ticinello è pari a $T_r=100$ anni.

Come riportato nello “Studio del Ticinello” in corrispondenza della passerella in oggetto la massima portata di piena risulta pari a $5.13 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.2 Sezioni trasversali del Ticinello

Di seguito si riportano lo stralcio planimetrico con la localizzazione delle sezioni trasversali considerate e la sezione in corrispondenza della passerella in oggetto. In allegato sono riportate le altre sezioni considerate, ricavate dallo “Studio del Ticinello”.

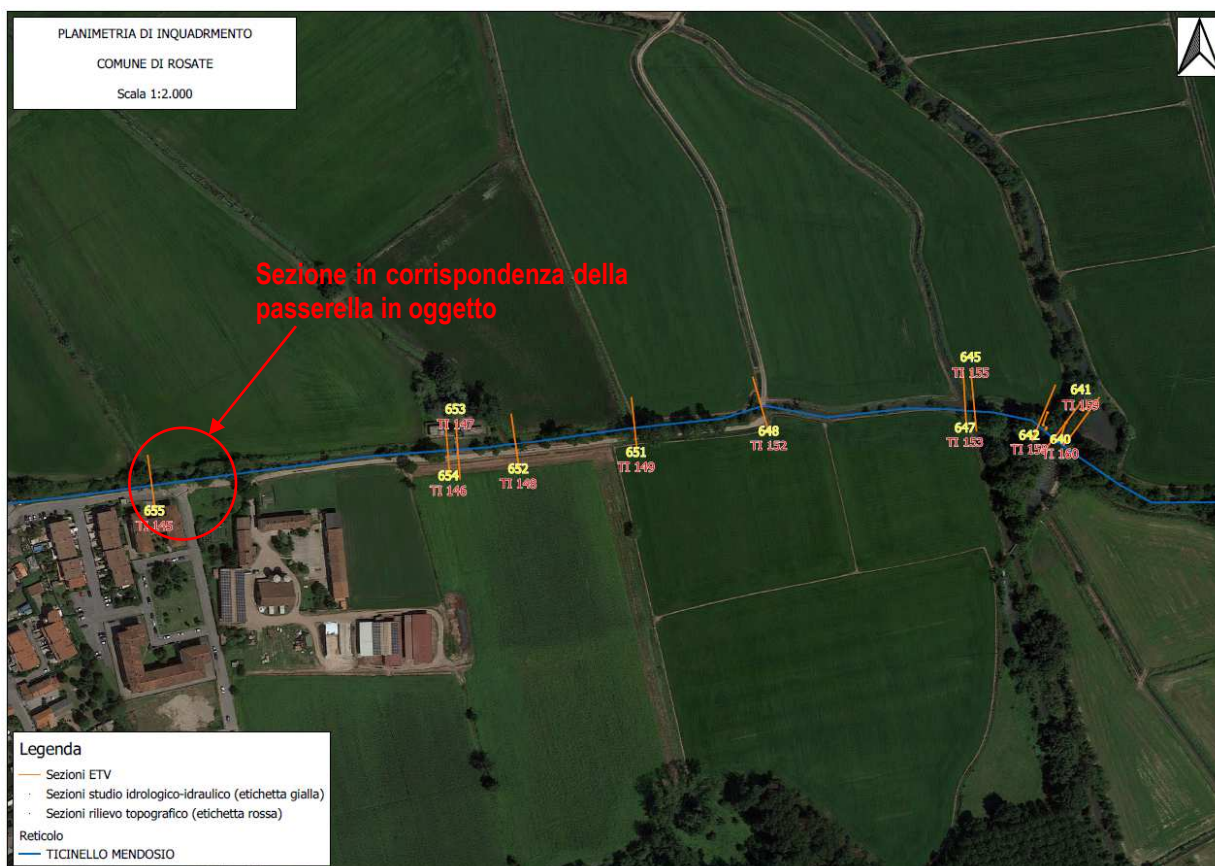


Figura 3 Planimetria con riportate le sezioni trasversali del Ticinello

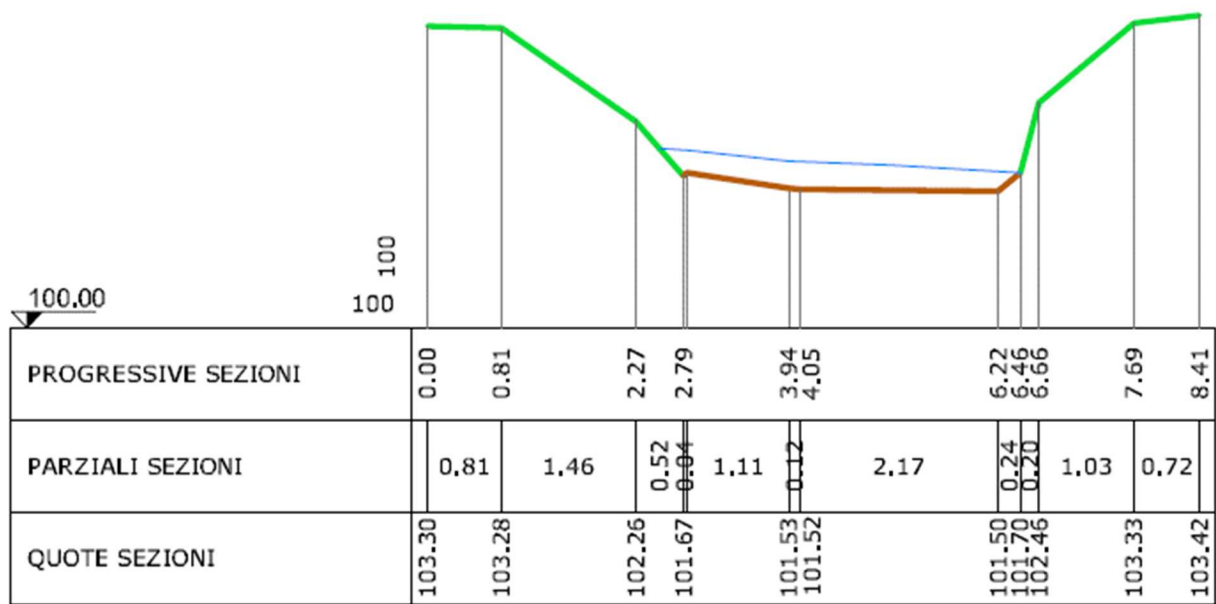


Figura 4 Sezione trasversale T1145 – 655 (sezione in corrispondenza della nuova passerella in oggetto)



Figura 5 Foto del Ticinello in corrispondenza della nuova passerella in oggetto

3.3 Modalità di deflusso delle onde di piena

La descrizione del moto di una corrente in un alveo naturale viene compiuta, generalmente, adottando la teoria del moto permanente a pelo libero monodimensionale.

Tale teoria, sebbene semplifichi notevolmente la complessa realtà in esame, consente di ottenere risultati che non alterano la sostanza fisica dei fenomeni da simulare e fornisce stime per eccesso delle altezze idriche in condizioni di piena rispetto a modelli di deflusso in moto vario basati sulle equazioni di De Saint-Venant.

In particolare, una volta individuate le sezioni trasversali caratteristiche del corso d'acqua e fissata una portata di piena, è possibile tracciare il profilo del pelo libero dell'acqua che si instaurerà lungo il tratto d'alveo in esame.

Il modello si basa sull'equazione dell'energia specifica:

$$E = h + \frac{Q^2}{2gA^2} \quad (1)$$

dove:

- E energia specifica (rispetto al fondo alveo)
- h altezza della pelo libero rispetto al fondo
- Q portata defluente nell'alveo
- A area della sezione bagnata

Considerando un tratto di alveo con pendenza ridotta, in cui scorre una corrente in moto permanente è possibile esprimere la variazione di energia specifica secondo la formula:

$$\frac{\Delta E}{\Delta s} = i - J \quad (2)$$

dove:

- ΔE è la variazione di energia specifica nel tratto in esame
- Δs è la lunghezza del tratto di alveo in esame
- i è la pendenza dell'alveo
- J è la cadente dei carichi totali

Supponendo di esprimere la perdita di carico tramite la nota espressione del Chèzy:

$$J = \frac{Q^2}{C^2 R A^2} \quad (3)$$

dove:

- A = area della sezione bagnata
R = A/P raggio idraulico
P = perimetro bagnato
J = cadente dei carichi totali
C = $Ks \times (R)^{1/6}$ = coefficiente di scabrezza dell'alveo
Ks = coefficiente di Strickler

è possibile, partendo da opportune condizioni al contorno, integrare per differenze finite l'equazione n. 2 ottenendo il profilo della corrente.

3.4 Risultati dei calcoli idraulici

I risultati dei calcoli idraulici per tempo di ritorno centennale sono indicati nella seguente tabella che riporta:

- la sezione (River Station);
- la massima portata di piena (Qtot);
- la quota fondo alveo (Min ch El)
- la quota del pelo libero (W.S. Elev)
- altri parametri idraulici

e nel successivo profilo longitudinale.

Hec-Ras Plan: Plan_fin River: Ticinello Reach: Ticinello Profile: Tr100										
River Station	Qtot	Min ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #Chl
	(mc/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
655	5.13	101.5	104.79		104.8	0.000021	0.26	21.08	8.41	0.05
654.75*	5.13	101.46	104.79		104.8	0.000026	0.26	22.47	8.82	0.05
654.50*	5.13	101.43	104.79		104.8	0.000022	0.25	23.95	9.23	0.05
654.25*	5.13	101.4	104.79		104.79	0.000002	0.24	25.52	9.64	0.04
654	5.13	101.36	104.79		104.79	0.000017	0.23	27.19	10.05	0.04
653	5.13	101.2	104.79	101.88	104.79	0.000069	0.22	25.4	10.05	0.04
652.33*	5.13	101.2	104.79		104.79	0.000016	0.23	28.16	10.22	0.04
651.67*	5.13	101.2	104.79		104.79	0.000016	0.23	28.74	10.39	0.04
651	5.13	101.2	104.79		104.79	0.000016	0.23	29.23	10.55	0.04
649.50*	5.13	101.03	104.79		104.79	0.000026	0.26	23.91	8.21	0.04
648	5.13	100.85	104.78	101.4	104.79	0.000004	0.28	19.91	5.86	0.04
647.75	Bridge									
647.5	5.13	100.85	104.78		104.79	0.000004	0.28	19.89	5.86	0.04
647.47*	5.13	101.07	104.78		104.78	0.000006	0.34	16.74	5.19	0.06
647.43*	5.13	101.29	104.77		104.78	0.000009	0.43	13.9	4.52	0.07
647.4	26.83	101.51	103.8	103.61	104.63	0.012213	4.2	7.7	3.85	0.9
647.33*	26.83	101.51	103.8	103.61	104.63	0.012369	4.21	7.66	3.85	0.9
647.26*	26.83	101.51	103.79	103.61	104.63	0.01253	4.23	7.63	3.85	0.91
647.19*	26.83	101.51	103.78	103.61	104.62	0.012699	4.25	7.6	3.85	0.91
647.12*	26.83	101.51	103.77	103.61	104.62	0.012882	4.27	7.56	3.85	0.92
647.05*	26.83	101.51	103.61	103.61	104.6	0.016563	4.6	6.95	3.85	1.03
647	Lat Struct									
646.98*	26.25	101.51	103.43	103.59	104.58	0.021711	4.95	6.25	3.85	1.16
646.91*	25.45	101.51	103.3	103.55	104.56	0.026214	5.18	5.75	3.85	1.26
646.84*	24.73	101.51	103.21	103.51	104.55	0.029777	5.33	5.4	3.85	1.33
646.76*	24.05	101.51	103.13	103.48	104.53	0.032875	5.43	5.12	3.85	1.39
646.69*	23.42	101.51	103.08	103.45	104.52	0.035601	5.51	4.89	3.85	1.43
646.62*	22.82	101.51	103.02	103.42	104.5	0.038191	5.58	4.69	3.85	1.48
646.55*	22.25	101.51	102.98	103.39	104.49	0.040639	5.63	4.51	3.85	1.51
646.48*	21.71	101.51	102.94	103.36	104.47	0.042958	5.67	4.35	3.85	1.55
646.41*	21.18	101.51	102.9	103.34	104.46	0.045172	5.71	4.2	3.85	1.58
646.34*	20.68	101.51	102.86	103.31	104.44	0.04729	5.74	4.07	3.85	1.61
646.27*	20.2	101.51	102.83	103.29	104.43	0.049478	5.77	3.94	3.85	1.64
646.20*	19.73	101.51	102.8	103.27	104.41	0.051568	5.79	3.82	3.85	1.67
646.13*	19.29	101.51	102.77	103.24	104.4	0.053567	5.81	3.71	3.85	1.69
646.06*	18.85	101.51	102.74	103.22	104.38	0.055495	5.82	3.61	3.85	1.72
645.99*	18.43	101.51	102.72	103.2	104.37	0.057355	5.84	3.51	3.85	1.74
645.92*	18.03	101.51	102.69	103.18	104.35	0.058846	5.83	3.42	3.85	1.76
645.85*	17.63	101.51	102.67	103.16	104.33	0.060294	5.83	3.34	3.85	1.77
645.78*	17.25	101.51	102.65	103.13	104.31	0.061697	5.82	3.26	3.85	1.79
645.71*	16.58	101.51	103.66	103.1	104.02	0.005864	2.78	7.13	3.85	0.61
645.64*	15.57	101.51	103.69		104	0.004884	2.57	7.27	3.85	0.56
645.56*	14.8	101.51	103.72		103.99	0.004251	2.41	7.36	3.85	0.53
645.49*	14.8	101.51	103.72		103.99	0.004262	2.41	7.35	3.85	0.53
645.42*	14.8	101.51	103.71		103.99	0.004272	2.42	7.35	3.85	0.53
645.35*	14.8	101.51	103.71		103.99	0.004283	2.42	7.34	3.85	0.53
645.28*	14.8	101.51	103.71		103.98	0.004294	2.42	7.33	3.85	0.53
645.21*	14.8	101.51	103.71		103.98	0.004305	2.42	7.33	3.85	0.53
645.14*	14.8	101.51	103.71		103.98	0.004316	2.42	7.32	3.85	0.53
645.07*	14.8	101.51	103.71		103.98	0.004328	2.42	7.31	3.85	0.53
645	14.8	101.51	103.7		103.98	0.004338	2.43	7.31	3.85	0.53
644.40*	14.8	101.34	103.78		103.91	0.001859	1.62	10.06	5.03	0.35
643.80*	14.8	101.18	103.8		103.88	0.001184	1.22	12.67	6.21	0.26
643.20*	14.8	101.01	103.81		103.86	0.000889	0.99	15.22	7.4	0.22
642.60*	14.8	100.85	103.81		103.85	0.000731	0.84	17.74	8.58	0.18
642	14.8	100.68	103.76	103.05	103.83	0.004336	1.19	12.43	9.76	0.22
641	14.8	100.72	103.65	101.81	103.74	0.005959	1.34	11.27	8.07	0.25
640.50*	14.8	100.63	103.66		103.69	0.000275	0.74	20.6	7.99	0.14
640	14.8	100.55	103.65		103.68	0.000262	0.76	20.58	7.91	0.14

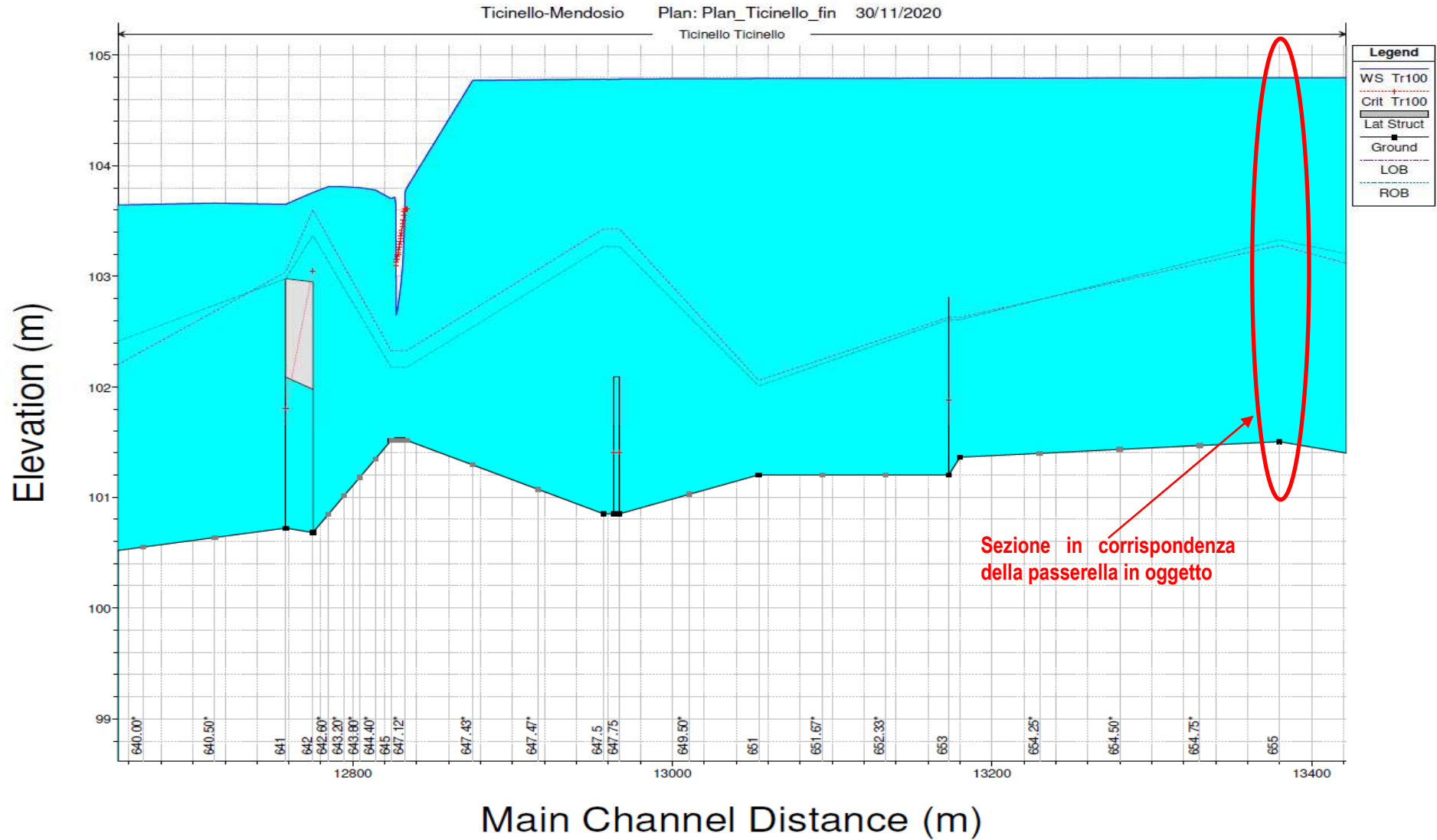


Figura 6 Profilo longitudinale con indicazione dei livelli idrici per T=100 anni

3.5 Analisi dei risultati e definizione della quota intradosso della passerella

In accordo con la richiesta del Consorzio ETV, la passerella è stata spostata più a valle di circa 60 m rispetto alla posizione originaria, per non interferire con la confluenza. È stato quindi eseguito un nuovo rilievo plano-altimetrico di dettaglio della zona.

Nella seguente tabella sono riassunte le caratteristiche della sezione in corrispondenza della passerella in oggetto, ottenute dal rilievo plano-altimetrico suddetto, e la quota del pelo libero per $T_r=100$ anni ottenuta dal modello idraulico.

Sponda sinistra	Fondo Alveo	Sponda destra	Pelo libero $T=100$ anni (da modello)
[m.s.l.m.]	[m.s.l.m.]	[m.s.l.m.]	[m.s.l.m.]
103.3	101.4	103.19	104.79

Come si può constatare il livello del pelo libero risulta non contenuto nell'alveo del Ticinello ma si attesta oltre il piano campagna, il che significa che per tempo di ritorno centennale il canale non è in grado di contenere la piena.

Il modello matematico-idraulico qui rappresentato, essendo monodimensionale, non restituisce il livello reale di esondazione, ma identifica solamente i tratti in cui è superiore alle sponde.

Per tale ragione la verifica del franco idraulico di 1.5 metro richiesto dal par. 5.1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con D.M. del 17/01/ 2018, in questo caso, dovrà essere effettuata rispetto alla cima della sponda più alta del canale in corrispondenza della passerella in oggetto e non dal livello di massima piena di riferimento.

Nella sezione in corrispondenza della passerella la quota spondale più alta risulta pari a 103.30 m slm, quindi, la quota intradosso della passerella dovrà attestarsi ad una quota uguale o superiore a 104.80 m slm.

Nella seguente immagine è riportata la sezione della passerella in progetto dove si può constatare che l'intradosso si attesterà un metro e mezzo sopra alla cima spondale.

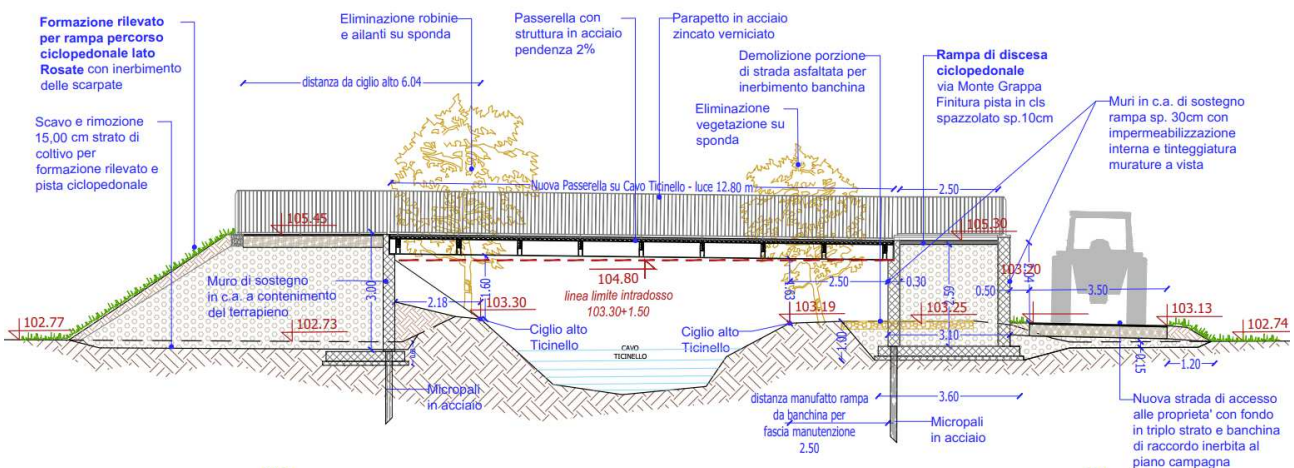


Figura 7 Nuova passerella sul Ticinello

4 Conclusioni

Riassumendo quanto sopra esposto, si può affermare che:

- è stato creato un modello matematico – idraulico del Ticinello nell’ambito dello “Studio idrologico-idraulico del bacino imbrifero del Ticinello Mendosio in relazione ai contributi naturali ed antropici finalizzato alla modellazione idraulica del reticolo principale afferente ad esso in condizioni di portate di piena”,
- è stato tracciato il profilo idraulico del Ticinello con tempo di ritorno centennale,
- è stato verificato che il livello del pelo libero in corrispondenza della nuova passerella risulta non contenuto nell’alveo del Ticinello ma si attesta oltre il piano campagna;
- il modello matematico-idraulico essendo tipo monodimensionale non restituisce il livello reale di esondazione ma identifica solamente i tratti in cui è superiore alle sponde; quindi, il franco idraulico di 1.5 m, richiesto dal par. 5.1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con D.M. del 17/01/ 2018, è stato valutato non dal livello idrico di piena ma a partire dalla cima spondale più alta in corrispondenza della nuova passerella;
- **la nuova passerella per risultare idraulicamente compatibile dovrà quindi avere la quota intradosso pari o superiore a 104.80 m slm**, essendo la quota della cima spondale in corrispondenza del manufatto pari a 103.30 m slm, e dovrà avere **le pile al di fuori dell’alveo inciso** per non interferire con il deflusso di piena.

ALLEGATO A -Sezioni trasversali

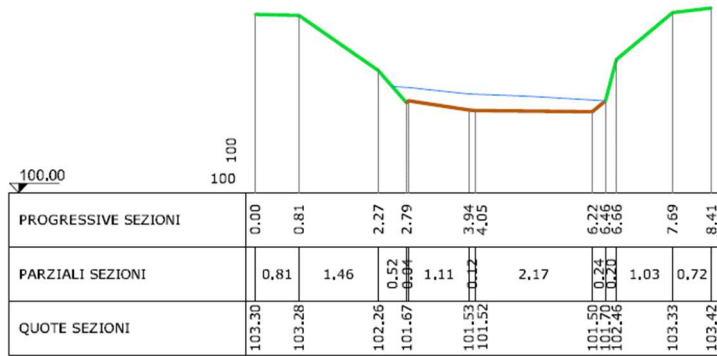


Figura 8 Sezione trasversale T1145 – 655 (sezione in corrispondenza della nuova passerella in oggetto)

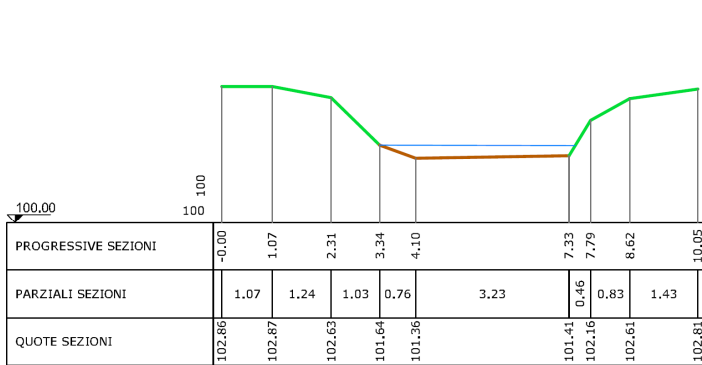


Figura 9 Sezione trasversale T1146 – 654

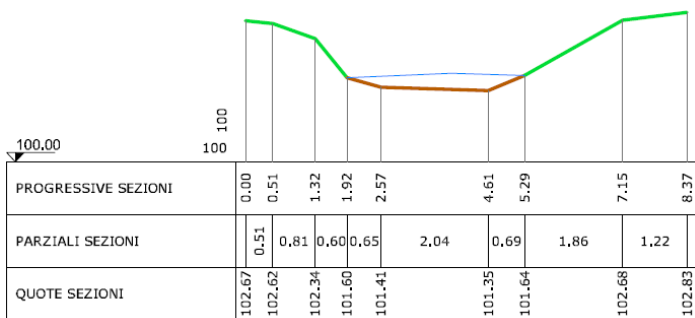


Figura 10 Sezione trasversale T1148 – 652

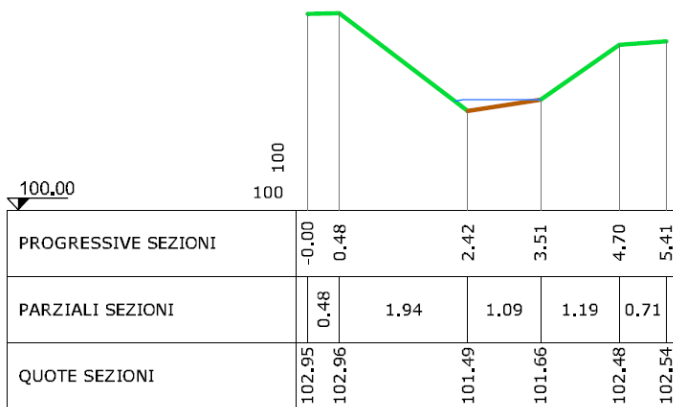


Figura 11 Sezione trasversale TI149 - COLO26- 651

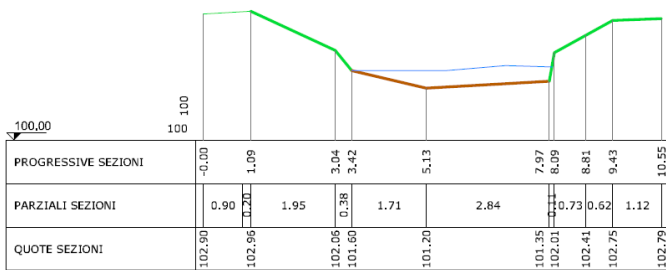


Figura 12 Sezione trasversale TI149 - 651

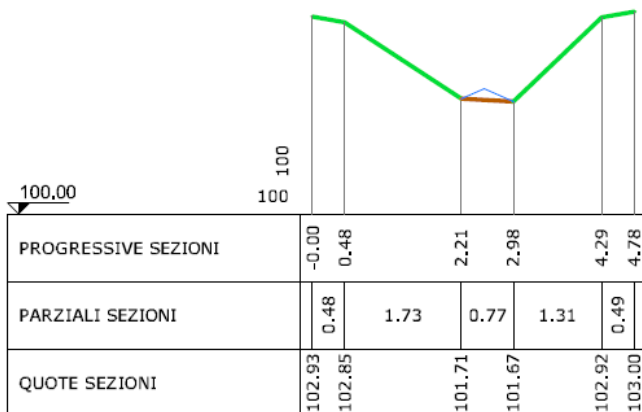


Figura 13 Sezione trasversale TI152 - COLO27- 648

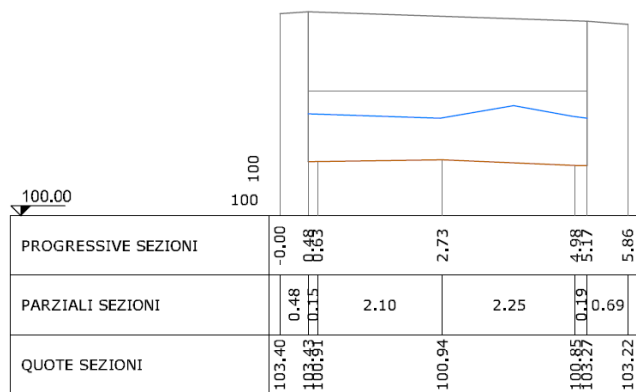


Figura 14 Sezione trasversale T1152 – 648

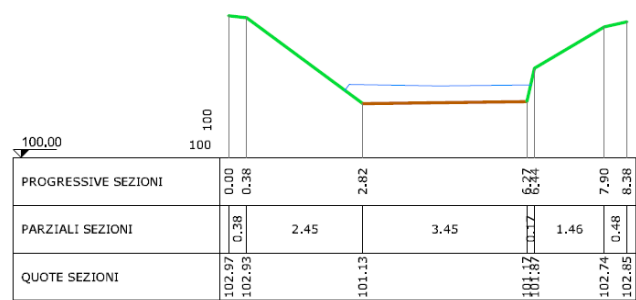


Figura 15 Sezione trasversale T1153 – COLO28 – 647

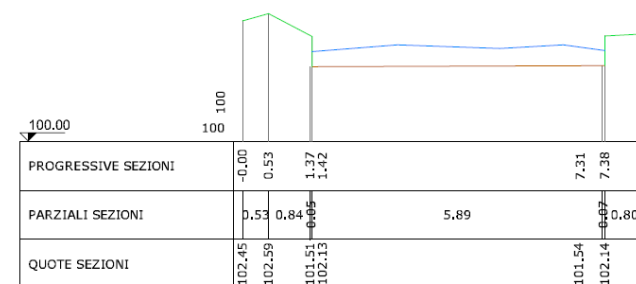


Figura 16 Sezione trasversale T1153 – COLO29 - 647

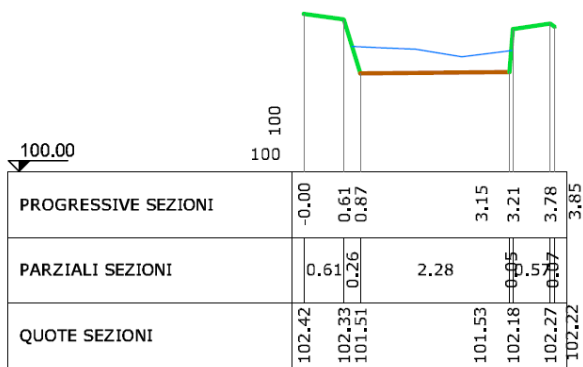


Figura 17 Sezione trasversale T1155 – 645

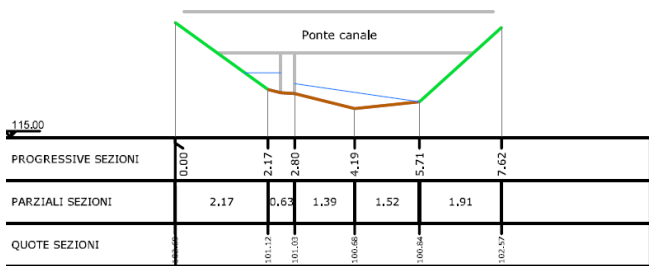


Figura 18 Sezione trasversale T1158 – 642

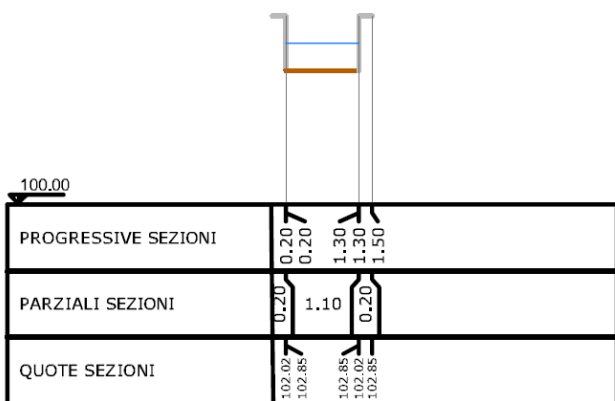


Figura 19 Sezione trasversale T1158.5 – 642

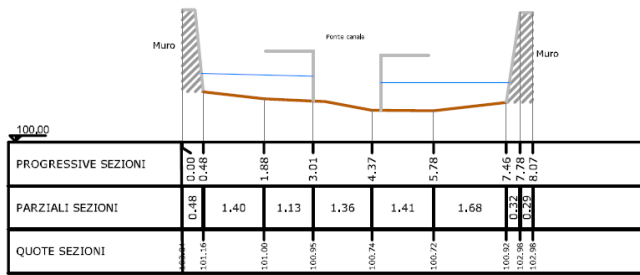


Figura 20 Sezione trasversale T1159 – 641

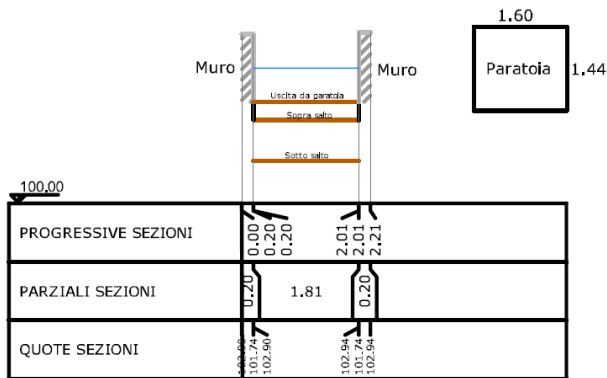


Figura 21 Sezione trasversale T1160 – 640