

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
 LEGGE OBIETTIVO N. 443/01
 LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
 Lotto Funzionale Brescia-Verona
 PROGETTO DEFINITIVO**

VASO FIUME

IN40062 - PK 81+476.00

**RELAZIONE DI CALCOLO
 OPERE DI SISTEMAZIONE**

IL PROGETTISTA



IL PROGETTISTA INTEGRATORE

saipem spa
Tommaso Taranta

Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'Albo
 degli Ingegneri della Provincia di Milano
 al n. A23076 - Sez. A Settori:
 a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione
 Tel. 02.52023511 Fax 02.52023009
 CF. e P.IVA 0826706197

ALTA SORVEGLIANZA



Verificato	Data	Approvato	Data

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I	N	0	5	0	0	D	E	2	C	L	I	D	0	0	0	2	0	1	4	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Consorzio Cepav due Project Director (Ing. F. Lombardi) Data: _____
0	31.03.14	Emissione per CdS	M.T.	31.03.14	DI NARDO	31.03.14	LAZZARI	31.03.14	
1	01.07.14	Revisione per CdS	COCCATO	01.07.14	DI NARDO	01.07.14	LAZZARI	01.07.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 01.07.14

Doc. IN0500DE2CLID00020141



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2 CL ID0002 014

Rev.
1

Foglio
2 di 11

INDICE

VASO FIUME.....	3
1. Premessa	3
2. Assetto geometrico	3
3. Manufatti interferenti.....	4
4. Criteri di verifica.....	5
5. Portate di piena	5
6. Modalità di deflusso in piena.....	5
6.1. Metodo di calcolo.....	5
6.2. Condizioni di verifica	7
6.2.1 Situazione attuale.....	8
6.2.2 Situazione di progetto.....	9
7. Verifica idraulica dell'attraversamento della linea AC	11

VASO FIUME

1. Premessa

Nella presente relazione, dopo una breve descrizione della configurazione geometrica del tratto di corso d'acqua immediatamente a monte ed a valle dell'attraversamento della linea A.V./A.C., sono riportati i risultati delle verifiche idrauliche effettuate secondi i criteri dettagliatamente descritti nella relazione idraulica corsi d'acqua maggiori, Elaborato n. IN0500DE2RIID0002003).

2. Assetto geometrico

Il Vaso Fiume scorre nella parte sudoccidentale della pianura di Brescia e il tratto analizzato si colloca tra i centri abitati di Flero e Poncarale. Nella Figura 1 è possibile vedere il tipico assetto del corso d'acqua.



Figura 1 – Vaso Fiume

La geometria del corso d'acqua nel tratto a cavallo dell'attraversamento ferroviario è stata definita mediante il rilievo di 5 sezioni. L'ubicazione ed i profili delle sezioni sono illustrati negli elaborati grafici IN05 00 DE2 LZ ID 00 02 039 e IN05 00 DE2 W9 ID 00 02 013 dove sono riportati rispettivamente gli stralci planimetrici e i profili trasversali del rilievo. I rilievi, georeferenziati in coordinate Gauss Boaga, sono stati sovrapposti alla Cartografia vettoriale in scala 1:5.000, che è stata utilizzata come base per la costruzione del modello di simulazione. La posizione delle sezioni di rilievo è riportata anche nella Figura 2.

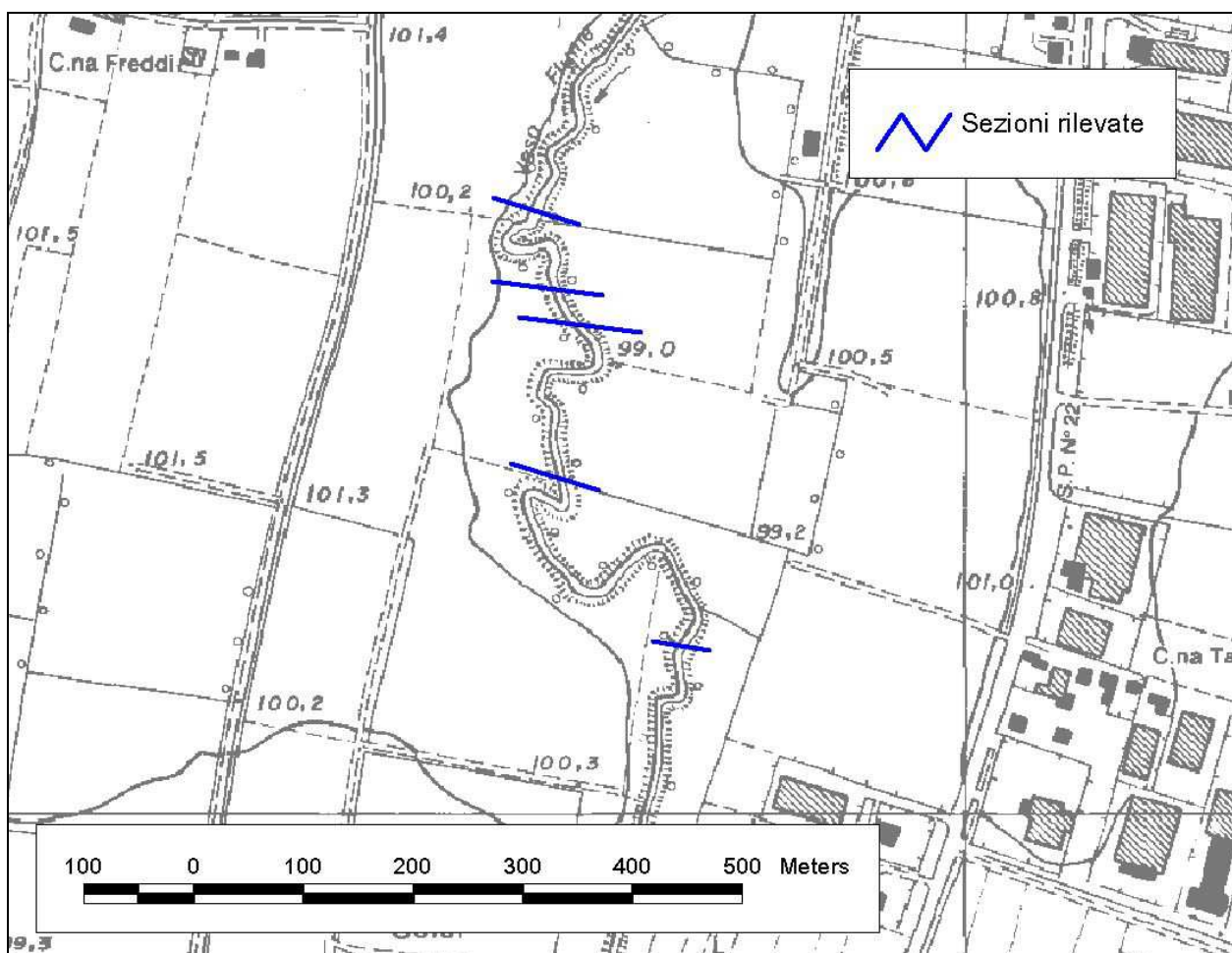


Figura 2 – Posizione sezioni rilevate

Le sezioni rilevate hanno una larghezza media di circa 100 m, con un alveo di larghezza media di 9 m. Il tratto analizzato ha una lunghezza di circa 700 m. La pendenza media del fondo è dello 0.14%.

3. Manufatti interferenti

Nel tratto analizzato non sono presenti strutture.

4. Criteri di verifica

La verifica idraulica di tutti gli attraversamenti è stata effettuata in conformità a quanto definito dal Manuale di progettazione ITALFERR che è stato il documento di riferimento per la progettazione delle opere in oggetto.

In sintesi, in esso riporta una serie di direttive da seguirsi per il corretto dimensionamento delle tombature, sotto l'aspetto del tempo di ritorno da utilizzarsi per le valutazioni idrologico-idrauliche e dei franchi idraulici da rispettarsi.

In particolare, per corsi d'acqua aventi un bacino con superficie superiore a 10 km², il tempo di ritorno di riferimento è 500 anni ed occorre rispettare i seguenti franchi idraulici rispetto ai livelli relativi a tale tempo di ritorno:

- franco idraulico tra intradosso manufatto e livello della superficie libera superiore a 1 m;
- franco idraulico tra intradosso manufatto e quota di carico idraulico totale superiore a 50 cm.

Per corsi d'acqua aventi un bacino con superficie inferiore a 10 km², il tempo di ritorno di riferimento è 200 anni ed occorre rispettare la condizione di grado di riempimento del tombino inferiore al 70%.

5. Portate di piena

Le portate di piena adottate nelle verifiche di seguito descritte derivano dallo studio idrologico elaborato IN05 00 DE2 RG ID 00 01 001, secondo il quale derivano i seguenti valori di portata per dato tempo di ritorno:

- $Q=11.30 \text{ m}^3/\text{s}$ per $Tr=100$ anni;
- $Q=12.30 \text{ m}^3/\text{s}$ per $Tr=200$ anni.

6. Modalità di deflusso in piena

Il deflusso di piena è stato assunto in regime di moto stazionario definendo le condizioni al contorno alla sezione di monte in termini di portata costante e alla sezione di valle in termini di altezza di moto uniforme sia nella configurazione attuale sia in quella di progetto.

6.1. Metodo di calcolo

Per il calcolo dei profili idrici è stato utilizzato il codice di calcolo HEC-RAS descritto nella relazione IN05 00 DE2 RG ID 00 02 002.

Il DEM è stato costruito sulla base delle 5 sezioni di rilievo e della Carta Vettoriale in scala 1:5.000. Il DEM ottenuto è schematicamente riportato nella Figura 3.

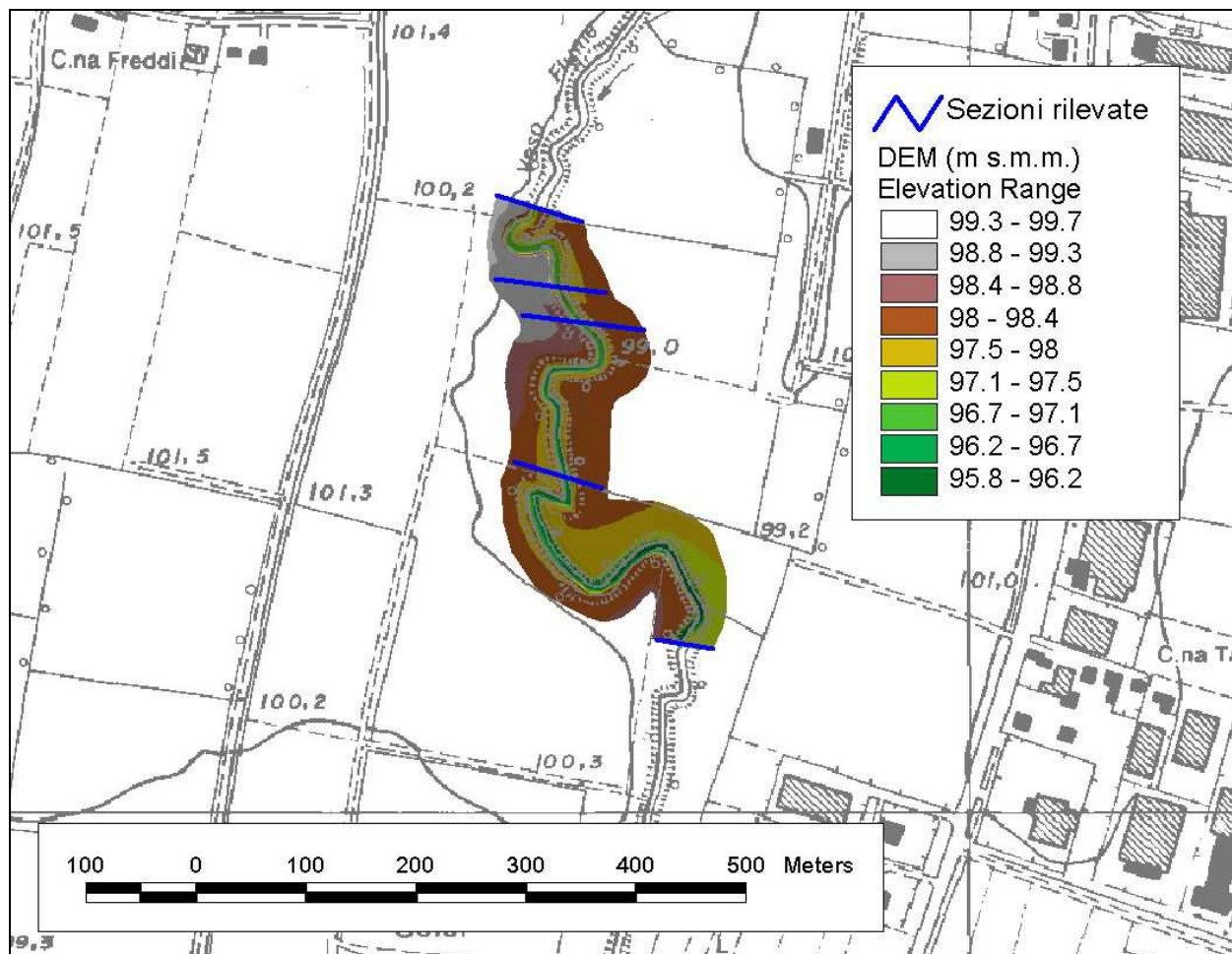


Figura 3 – DEM del tratto analizzato

Dal DEM sono state estratte le sezioni utilizzate nel modello. Oltre alle sezioni di rilievo, estratte perpendicolari al corso d'acqua, sono state estratte anche altre sezioni, per esempio quelle per la definizione delle strutture, in modo tale da poter costruire un modello completo. Nella Figura 4 sono riportate le tracce delle sezioni estratte per la costruzione del modello.

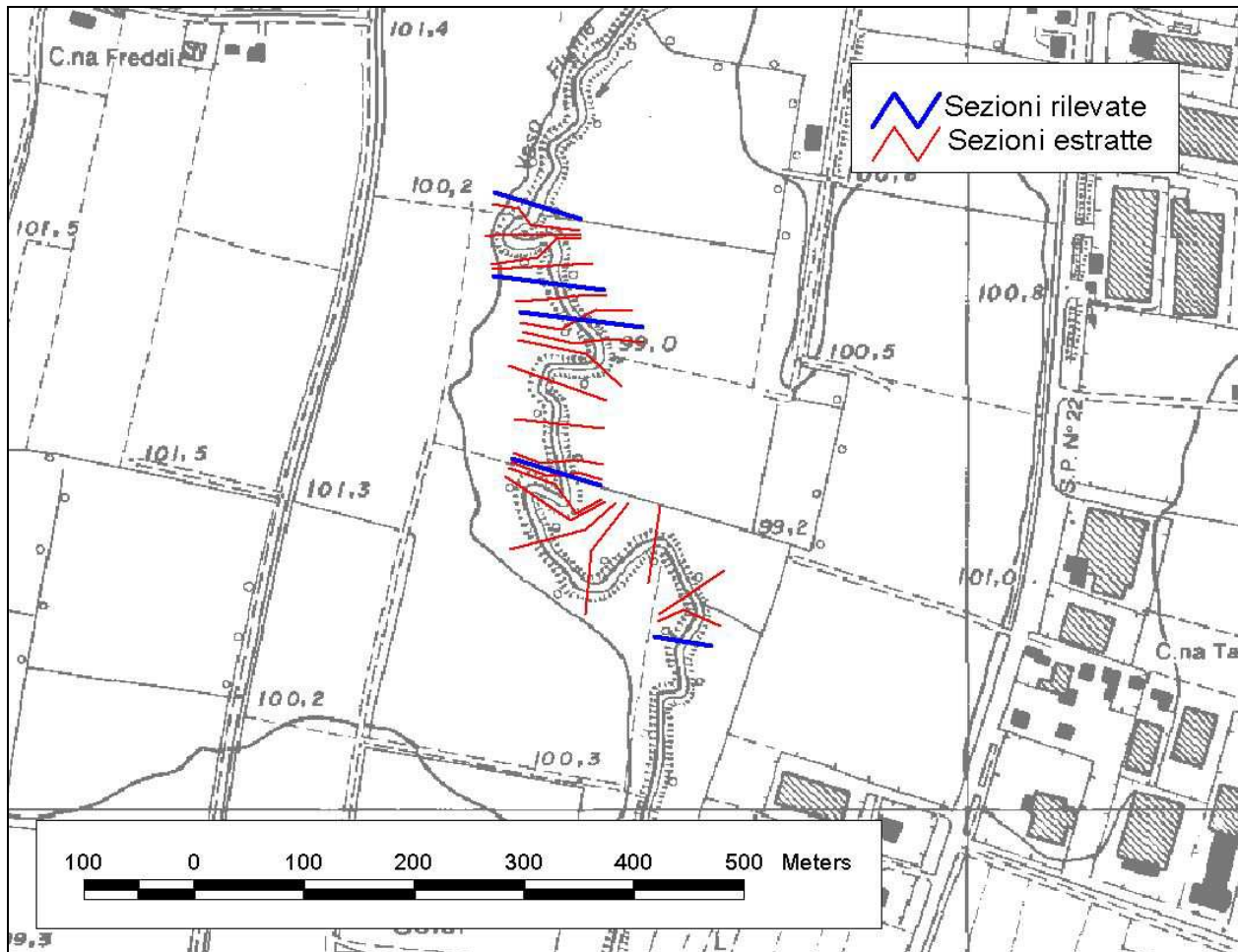


Figura 4 – Posizione delle sezioni estratte per il modello rispetto a quelle rilevate.

6.2. Condizioni di verifica

Le verifiche sono state effettuate con le portate definite nel paragrafo 4, considerando come condizione di valle una pendenza della linea dell'energia pari al 90% della pendenza media del fondo e quindi pari a 0.13%.

Come scabrezze sono stati considerati valori, secondo la formulazione di Manning, pari a $n=0.035$ in alveo, essendo alcuni tratti di alveo ricoperti da arbusti e sterpaglie ed altri abbastanza puliti; per le zone golenali è stato preso in considerazione un valore di $n=0.04$. I coefficienti di contrazione ed espansione sono stati definiti rispettivamente pari a 0.1 e 0.3.

Tale metodologia è stata improntata sia nella modellazione dello stato attuale sia nella verifica della configurazione di progetto.

6.2.1 Situazione attuale

I risultati della simulazione a moto permanente per la situazione attuale, per i diversi tempi di ritorno delle portate, sono riportati nelle tabelle seguenti.

Vaso Fiume Situazione attuale Tr=100 anni Q=11.30 m³/s

Sezioni	Prog.	River Station	Quota fondo	Livello	Tirante massimo	Livello critico	Carico totale	Velocità media	Velocità alveo	Area	Larghezza	N° Froude Totale	N° Froude alveo
	(m)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m/s)	(m/s)	(m ²)	(m)		
Sezione 1	0.00	712.00	96.92	98.35	1.43	97.89	98.38	0.53	0.80	21.26	49.77	0.26	0.27
	14.47	697.53	96.90	98.35	1.45	97.72	98.36	0.43	0.67	26.29	58.31	0.20	0.21
	41.34	670.66	96.86	98.34	1.48	97.59	98.35	0.33	0.52	34.15	72.67	0.15	0.16
	90.15	621.85	96.79	98.32	1.53	97.50	98.33	0.51	0.61	22.29	36.52	0.21	0.19
Sezione 2	108.95	603.05	96.76	98.30	1.54	97.56	98.32	0.54	0.67	20.93	37.74	0.23	0.22
	125.78	586.22	96.73	98.29	1.56	97.67	98.31	0.48	0.68	23.65	49.50	0.22	0.21
	139.64	572.36	96.73	98.28	1.55	97.64	98.30	0.52	0.67	21.87	46.21	0.24	0.22
Sezione 3 - Linea AV	165.00	547.00	96.70	98.25	1.55	97.68	98.28	0.65	0.82	17.47	48.80	0.34	0.28
	190.91	521.09	96.67	98.23	1.56	97.56	98.25	0.66	0.75	17.09	35.96	0.31	0.26
	212.56	499.43	96.64	98.20	1.56	97.52	98.23	0.71	0.76	15.99	30.14	0.31	0.27
	266.11	445.89	96.58	98.14	1.56	97.54	98.17	0.75	0.90	15.01	39.40	0.39	0.31
	311.49	400.51	96.53	98.04	1.51	97.57	98.10	1.05	1.10	10.74	18.99	0.45	0.40
	346.58	365.41	96.48	97.88	1.40	97.60	97.99	1.48	1.48	7.66	11.56	0.58	0.58
Sezione 4	358.81	353.18	96.47	97.84	1.37	97.45	97.93	1.31	1.31	8.60	12.33	0.50	0.50
	381.39	330.61	96.43	97.81	1.38	97.27	97.86	0.97	0.97	11.70	17.58	0.38	0.38
	418.33	293.67	96.36	97.77	1.41	97.07	97.80	0.71	0.71	15.88	21.36	0.26	0.26
	464.04	247.96	96.27	97.70	1.43	97.10	97.74	0.91	0.91	12.45	16.30	0.33	0.33
	521.82	190.18	96.17	97.63	1.46	96.97	97.66	0.85	0.85	13.34	16.86	0.30	0.30
	595.69	116.30	96.03	97.54	1.51	96.85	97.58	0.84	0.84	13.43	16.22	0.30	0.30
	654.49	57.50	95.92	97.47	1.55	96.77	97.51	0.77	0.86	14.65	34.63	0.38	0.29
677.63	34.37	95.88	97.45	1.57	96.71	97.48	0.70	0.80	16.13	28.45	0.30	0.26	
Sezione 5	708.33	3.67	95.82	97.41	1.59	96.82	97.45	0.70	0.97	16.15	37.30	0.34	0.31

I risultati delle simulazioni numeriche sono altresì restituiti in opportuno elaborato grafico in termini di profilo idrico longitudinale e di pelo d'acqua sulla sezione di rilievo corrispondente per i diversi tempi di ritorno analizzati. Nella tavola IN05 00 DE2 LZ ID 00 02 039 è riportato il profilo longitudinale del Vaso Fiume allo stato attuale con i livelli idrici corrispondente ai diversi tempi di ritorno; nella tavola e IN05 00 DE2 W9 ID 00 02 013 sono riportate le sezioni di rilievo con indicazione del livello idraulico determinato dalla portata duecentennale.



6.2.2 Situazione di progetto

La sistemazione del Vaso Fiume inizia in corrispondenza dalla prima sezione di rilievo. Il corso del canale viene sostanzialmente rettificato e passa sotto l'A.C.P. attraverso uno scatolare, e attraverso il viadotto della linea AV in progetto. A monte della sezione si ricollega al corso esistente. Complessivamente la deviazione interessa un tratto di 200 m circa; sarà realizzata con sezione trapezia delle dimensioni di 6 m al fondo e 2 m d'altezza, con una pendenza delle sponde pari a 1/1. L'intera sezione sarà rivestita di pietrame del diametro medio di 20 cm.

Negli elaborati grafici IN05 00 DE2 LZ ID 00 02 094 e IN05 00 DE2 W9 ID 00 02 034 sono riportati rispettivamente gli stralci planimetrici e le sezioni trasversali della configurazione di progetto.

Le simulazioni condotte in questa configurazione sono state improntate con le medesime condizioni al contorno adottate nella modellazione dello stato attuale.

I risultati della simulazione a moto permanente per la configurazione di progetto, per i diversi tempi di ritorno delle portate, sono riportati nelle tabelle che seguono.

I risultati delle simulazioni numeriche sono altresì restituiti in opportuno elaborato grafico in termini di profilo idraulico longitudinale e di pelo libero dell'acqua in corrispondenza delle sezioni di progetto per i diversi tempi di ritorno analizzati. Nella tavola IN05 00 DE2 LZ ID 00 02 094 è riportato il profilo longitudinale del Vaso Fiume nella configurazione di progetto con i livelli idrici corrispondenti ai diversi tempi di ritorno; nella tavola IN05 00 DE2 W9 ID 00 02 034 sono riportate le sezioni del progetto con indicazione del livello idraulico corrispondente alla portata duecentennale.

Vaso Fiume Situazione di progetto Tr=100 anni Q=11.30 m³/s

Sezioni	Prog.	River Station	Quota fondo	Livello	Tirante massimo	Livello critico	Carico totale	Velocità media	Velocità alveo	Area	Larghezza	N° Froude Totale	N° Froude alveo
	(m)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m/s)	(m/s)	(m ²)	(m)		
Inizio sistemazione	0.00	645.80	97.03	98.33	1.30	97.71	98.41	1.19	1.19	9.53	8.61	0.36	0.36
	56.50	589.30	96.92	98.27	1.35	97.60	98.34	1.14	1.14	9.92	8.70	0.34	0.34
	66.60	579.20	96.90	98.26	1.36	97.59	98.32	1.13	1.13	10.00	8.72	0.34	0.34
Scotolare ACP 9x4m													
	97.70	548.10	96.84	98.24	1.40	97.52	98.30	1.09	1.09	10.35	8.80	0.32	0.32
	107.80	538.00	96.82	98.23	1.41	97.50	98.29	1.08	1.08	10.44	8.82	0.32	0.32
	133.50	512.30	96.78	98.21	1.43	97.46	98.26	1.07	1.07	10.59	8.85	0.31	0.31
	138.50	507.30	96.77	98.20	1.43	97.45	98.26	1.06	1.06	10.63	8.86	0.31	0.31
Viadotto linea AV													
	151.70	494.10	96.75	98.19	1.44	97.43	98.25	1.06	1.06	10.71	8.88	0.31	0.31
	161.70	484.10	96.73	98.18	1.45	97.41	98.24	1.05	1.05	10.81	8.90	0.30	0.30
	186.40	459.40	96.68	98.16	1.48	97.36	98.21	1.02	1.02	11.08	8.96	0.29	0.29
Fine sistemazione	200.80	445.00	96.65	98.15	1.50	97.33	98.20	1.00	1.00	11.26	9.00	0.29	0.29
	201.80	444.00	96.65	98.14	1.49	97.52	98.20	1.06	1.06	10.66	11.16	0.35	0.35
	230.80	415.00	96.60	98.11	1.51	97.50	98.15	0.95	0.95	11.94	14.38	0.33	0.33
	249.10	396.70	96.56	98.05	1.49	97.58	98.12	1.15	1.15	9.82	12.23	0.41	0.41
	284.10	361.70	96.49	97.90	1.41	97.61	98.01	1.44	1.44	7.85	11.40	0.55	0.55
Sezione 4	296.40	349.40	96.47	97.90	1.43	97.33	97.95	1.01	1.01	11.21	15.74	0.38	0.38
	319.40	326.40	96.45	97.86	1.41	97.32	97.91	0.92	0.92	12.29	17.90	0.35	0.35
	356.10	289.70	96.42	97.83	1.41	97.13	97.86	0.70	0.70	16.23	22.03	0.26	0.26
	401.50	244.30	96.38	97.77	1.39	97.18	97.80	0.88	0.88	12.88	17.36	0.32	0.32
	459.50	186.30	96.33	97.68	1.35	97.09	97.72	0.88	0.88	12.90	17.97	0.33	0.33
	537.20	108.60	96.19	97.56	1.37	96.97	97.60	0.88	0.90	12.82	22.41	0.37	0.33
	592.00	53.8	96	97.48	1.48	96.9	97.52	0.83	0.94	13.62	35.17	0.43	0.34
	615.40	30.4	95.93	97.45	1.52	96.81	97.49	0.74	0.85	15.2	28.79	0.33	0.29
Sezione 5	645.80	0	95.82	97.41	1.59	96.82	97.45	0.7	0.97	16.15	37.3	0.34	0.31

Vaso Fiume Situazione di progetto Tr=200 anni Q=12.30 m³/s

Sezioni	Prog.	River Station	Quota fondo	Livello	Tirante massimo	Livello critico	Carico totale	Velocità media	Velocità alveo	Area	Larghezza	N° Froude Totale	N° Froude alveo
	(m)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m/s)	(m/s)	(m ²)	(m)		
Inizio sistemazione	0.00	645.80	97.03	98.39	1.36	97.75	98.47	1.23	1.23	10.02	8.72	0.37	0.37
	56.50	589.30	96.92	98.32	1.40	97.64	98.40	1.18	1.18	10.40	8.81	0.35	0.35
	66.60	579.20	96.90	98.31	1.41	97.62	98.38	1.17	1.17	10.47	8.83	0.34	0.34
Scotolare ACP 9x4m													
	97.70	548.10	96.84	98.29	1.45	97.56	98.36	1.14	1.14	10.81	8.90	0.33	0.33
	107.80	538.00	96.82	98.28	1.46	97.54	98.35	1.13	1.13	10.90	8.92	0.33	0.33
	133.50	512.30	96.78	98.26	1.48	97.50	98.32	1.12	1.12	11.03	8.95	0.32	0.32
	138.50	507.30	96.77	98.25	1.48	97.49	98.31	1.11	1.11	11.08	8.96	0.32	0.32
Viadotto linea AV													
	151.70	494.10	96.75	98.24	1.49	97.47	98.30	1.10	1.10	11.14	8.98	0.32	0.32
	161.70	484.10	96.73	98.23	1.50	97.45	98.29	1.09	1.09	11.24	9.00	0.31	0.31
	186.40	459.40	96.68	98.21	1.53	97.40	98.27	1.07	1.07	11.51	9.06	0.30	0.30
Fine sistemazione	200.80	445.00	96.65	98.20	1.55	97.37	98.25	1.05	1.05	11.68	9.09	0.30	0.30
	201.80	444.00	96.65	98.19	1.54	97.56	98.25	1.10	1.10	11.19	11.39	0.35	0.35
	230.80	415.00	96.60	98.15	1.55	97.54	98.20	0.98	0.98	12.60	14.19	0.33	0.33
	249.10	396.70	96.56	98.10	1.54	97.62	98.17	1.18	1.18	10.38	12.55	0.42	0.42
	284.10	361.70	96.49	97.94	1.45	97.65	98.05	1.48	1.48	8.33	11.76	0.56	0.56
Sezione 4	296.40	349.40	96.47	97.95	1.48	97.38	98.00	1.03	1.03	11.90	16.35	0.39	0.39
	319.40	326.40	96.45	97.91	1.46	97.37	97.95	0.94	0.94	13.07	18.57	0.36	0.36
	356.10	289.70	96.42	97.88	1.46	97.17	97.90	0.72	0.72	17.19	22.84	0.26	0.26
	401.50	244.30	96.38	97.81	1.43	97.22	97.85	0.90	0.91	13.61	22.84	0.37	0.33
	459.50	186.30	96.33	97.72	1.39	97.13	97.76	0.89	0.91	13.76	27.78	0.41	0.34
	537.20	108.60	96.19	97.60	1.41	97.00	97.64	0.91	0.94	13.57	24.35	0.39	0.33
	592.00	53.8	96	97.51	1.51	96.94	97.56	0.83	0.97	14.77	38.08	0.43	0.34
	615.40	30.4	95.93	97.48	1.55	96.85	97.52	0.76	0.88	16.08	28.83	0.33	0.3
Sezione 5	645.80	0	95.82	97.44	1.62	96.86	97.48	0.71	0.99	17.34	37.33	0.33	0.31

7. Verifica idraulica dell'attraversamento della linea AC

La presenza del viadotto in progetto non causa discontinuità geometriche che possano influenzare il profilo longitudinale dovuto al passaggio dell'onda di piena del Vaso Fiume.

Per quanto riguarda la verifica idraulica dell'intradosso del manufatto in oggetto si è fatto riferimento al Manuale di progettazione ITALFERR.

Nella tabella seguente è riportata la verifica del franco di progetto.

Profilo	Portata (m ³ /s)	livello (m s.m.)	Velocità in alveo (m/s)	Carico cinetico (m)	Carico totale (m s.m.)	Intradosso viadotto (m s.m.)	Franco verifica AdB (m)	Franco verifica Italfer (m)
Tr=100	11.30	98.20	1.06	0.06	98.26	99.38	1.18	1.12
Tr=200	12.30	98.25	1.11	0.06	98.31	99.38	1.13	1.07

In accordo con quanto richiesto dal Manuale di Progettazione ITALFERR è soddisfatta la seguente condizione di franco, in relazione alla portata con tempo di ritorno 200 anni:

- grado di riempimento tombino inferiore al 70%.