

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**

**RELAZIONE IDRAULICA
TORRENTE GARZA
PK A.C. 90+400.00**

IL PROGETTISTA



IL PROGETTISTA INTEGRATORE

saipem spa
Tommaso Taranta

Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A234787 Sez. A Settori:
a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione

Tel. 02.52023511 Fax: 02.52023509
CF. e P.IVA: 0825706157

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 R I I D 0 0 0 2 0 0 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	GOCCATO	01.07.14	DI NARDO	01.07.14	LAZZARI	01.07.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 01.07.14

Doc. N.: IN0500DE2RIID00020041



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

INDICE

1. ASSETTO GEOMETRICO	3
1.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELL'ALVEO.....	6
3. CARATTERISTICHE AMBIENTALI E PAESISTICHE DELLA REGIONE FLUVIALE.....	7
4. PORTATE DI PIENA	8
5. OPERE DI DIFESA IDRAULICA	9
6. MANUFATTI INTERFERENTI	10
7. MODALITÀ DI DEFLUSSO IN PIENA.....	15
7.1 METODO DI CALCOLO	15
7.2 CONDIZIONI AL CONTORNO	18
7.3 CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO.....	18
7.3.1 <i>Situazione attuale</i>	18
7.3.2 <i>Situazione di progetto</i>	25
8. VERIFICA DEL FRANCO DI PROGETTO	32
9. VERIFICA DELL'EROSIONE DELL'ALVEO	33
10. PARATIE A PROTEZIONE DELLE PILE 1 E 2	35
11. VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	36

1. ASSETTO GEOMETRICO

Il Torrente Garza attraversa la pianura a sud di Brescia. Nella Figura 1 è possibile vedere il tipico assetto del torrente.



Figura 1 – Torrente Garza

La geometria del torrente nel tratto a cavallo dell'attraversamento ferroviario è stata descritta mediante il rilievo di 8 sezioni. L'ubicazione e i profili delle sezioni sono illustrati negli elaborati grafici 04922, 04575 e 05038 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.

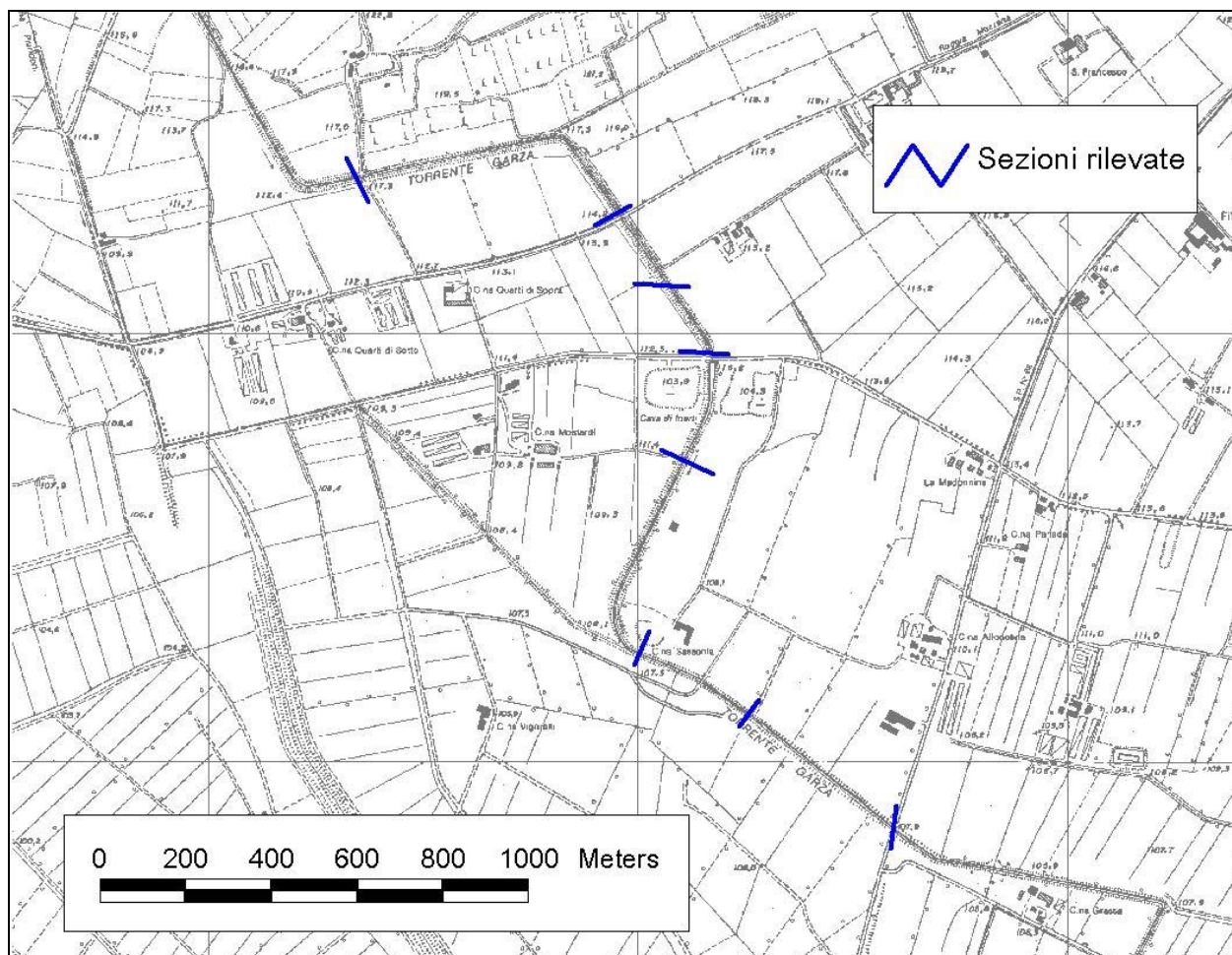


Figura 2 – Posizione sezioni rilevate

Le sezioni hanno una larghezza media di circa 100 m con un alveo di larghezza di circa 9 m. Il tratto analizzato ha una lunghezza di circa 2600 m. La pendenza media del fondo è dello 0.25%.

La sezione in corrispondenza del viadotto in progetto è posta in prossimità della sezione GR-021 dello “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc alla confluenza in Chiese” dell’Autorità di bacino del fiume Po (2006), come emerge dalla figura sotto riportata.



Figura 3 – Cartografia dello Studio di fattibilità dell’Autorità di bacino del fiume Po con indicate le sezioni e le aree di allagamento (T=10 anni – rosso; T=200 anni – verde; T=500 anni – giallo).

1.1 Documenti di riferimento

04922	TORRENTE GARZA PK 90+400 - STATO ATTUALE PLANE PROFILO	IN0500DE2LZID0002044
04575	TORRENTE GARZA PK 90+400 - STATO ATTUALE - SEZ. FOGLIO 1	IN0500DE2W9ID000208
05038	TORRENTE GARZA PK 90+400 - STATO ATTUALE - SEZ. FOGLIO 2	IN0500DE2W9ID000209
04500	RELAZIONE IDROLOGICA	IN0500DE2RGID0001001
04504	RELAZIONE IDRAULICA FIUME GARZA	IN0500DE2RIID0002004
04540	RELAZIONE IDRAULICA CORSI D'ACQUA PRINCIPALI (FIUMI)	IN0500DE2RGID0002002

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2RIID0002-004

Rev.
1

Foglio
6 di 39

2. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELL'ALVEO

Il torrente Garza è vincolato nel suo tracciato da rilevati arginali che ne impediscono la divagazione e quindi la naturale evoluzione.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2RIID0002-004

Rev.
1

Foglio
7 di 39

3. CARATTERISTICHE AMBIENTALI E PAESISTICHE DELLA REGIONE FLUVIALE

Il territorio attraversato dal torrente Garza è prevalentemente agricolo, solcato da una fitta rete di rogge e canali. L'unica zona relativamente naturale è quella confinata all'interno degli argini, zona che non è interessata direttamente dal viadotto.

4. PORTATE DI PIENA

Le portate sono state ricavate dalla relazione idrologica IN0500DE2RGID0001001, nell'“Allegato C”, derivanti dall'analisi idrologica del bacino sotteso dalla sezione di chiusura in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario, secondo il quale derivano i seguenti valori di portata per dato tempo di ritorno:

- $Tr=100$ anni, $Q=37$ m³/s
- $Tr=200$ anni, $Q=44$ m³/s
- $Tr=500$ anni, $Q=53$ m³/s

Tali valori di portata sono del tutto simili a quelli determinati nello “Studio di fattibilità del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc alla confluenza in Chiese” dell'Autorità di bacino del fiume Po, che sono pari a: per $T=100$ anni $Q=38$ mc/s, per $T=200$ anni $Q=42$ mc/s, per $T=500$ anni $Q=44$ mc/s.

Pertanto sono stati considerati i valori riportati nella relazione IN0500DE2RGID0001001, che per i tempi di ritorno di dimensionamento e verifica (200 e 500) sono, seppur di poco, superiori, quindi più cautelativi, rispetto a quelli definiti dall'Autorità di bacino del fiume Po.

Tutti i suddetti valori di portata tengono in conto dell'effetto dello scolmatore del T. Garza nel fiume Mella, presente fin dal 1962 a monte della linea ferroviaria in corrispondenza del crocevia Nave di Brescia, che seziona la portata idrologica imponendo portate transitanti con valori che si attestano su quelli sopra dichiarati.

Si tenga inoltre presente che l'approccio progettuale utilizzato per questo intervento è lo stesso utilizzato dal progettista dell'Autostrada Centropadana ACP, laddove le verifiche idrauliche sono state condotte utilizzando l'ipotesi sulle portate sezionate dallo scolmatore presente a monte.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2RIID0002-004

Rev.
1

Foglio
9 di 39

5. OPERE DI DIFESA IDRAULICA

Nel tratto oggetto di studio sono presenti arginature di circa 1.6 m sul piano campagna.

6.MANUFATTI INTERFERENTI

Lungo il tratto analizzato sono presenti 5 ponti, due briglie ed un salto di fondo. in calcestruzzo, illustrati nelle figure seguenti, che possono costituire un ostacolo per il deflusso di piena.



Figura 4 – Ponte sezione 1



Figura 5 – Prima briglia



Figura 6 – Ponte sezione 2



Figura 7 – Salto di fondo



Figura 8 – Ponte sezione 4



Figura 9 – Seconda briglia



Figura 10 – Ponte sezione 7

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2RIID0002-004

Rev.
1

Foglio
14 di 39



Figura 11 – Ponte sezione 8

7. MODALITÀ DI DEFLUSSO IN PIENA

7.1 Metodo di calcolo

Per il calcolo dei profili idrici nella situazione attuale e di progetto per i due tempi di ritorno considerati è stato utilizzato il codice di calcolo HEC-RAS descritto nella relazione IN0500DE2RGID0002002.

Il DEM è stato costruito sulla base delle 8 sezioni di rilievo e della Carta Vettoriale in scala 1:5.000. Il DEM ottenuto è schematicamente riportato nella Figura 12.

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 della struttura, in modo tale da poter costruire un modello completo. Nella Figura 13 sono riportate le tracce delle sezioni estratte per la costruzione del modello.

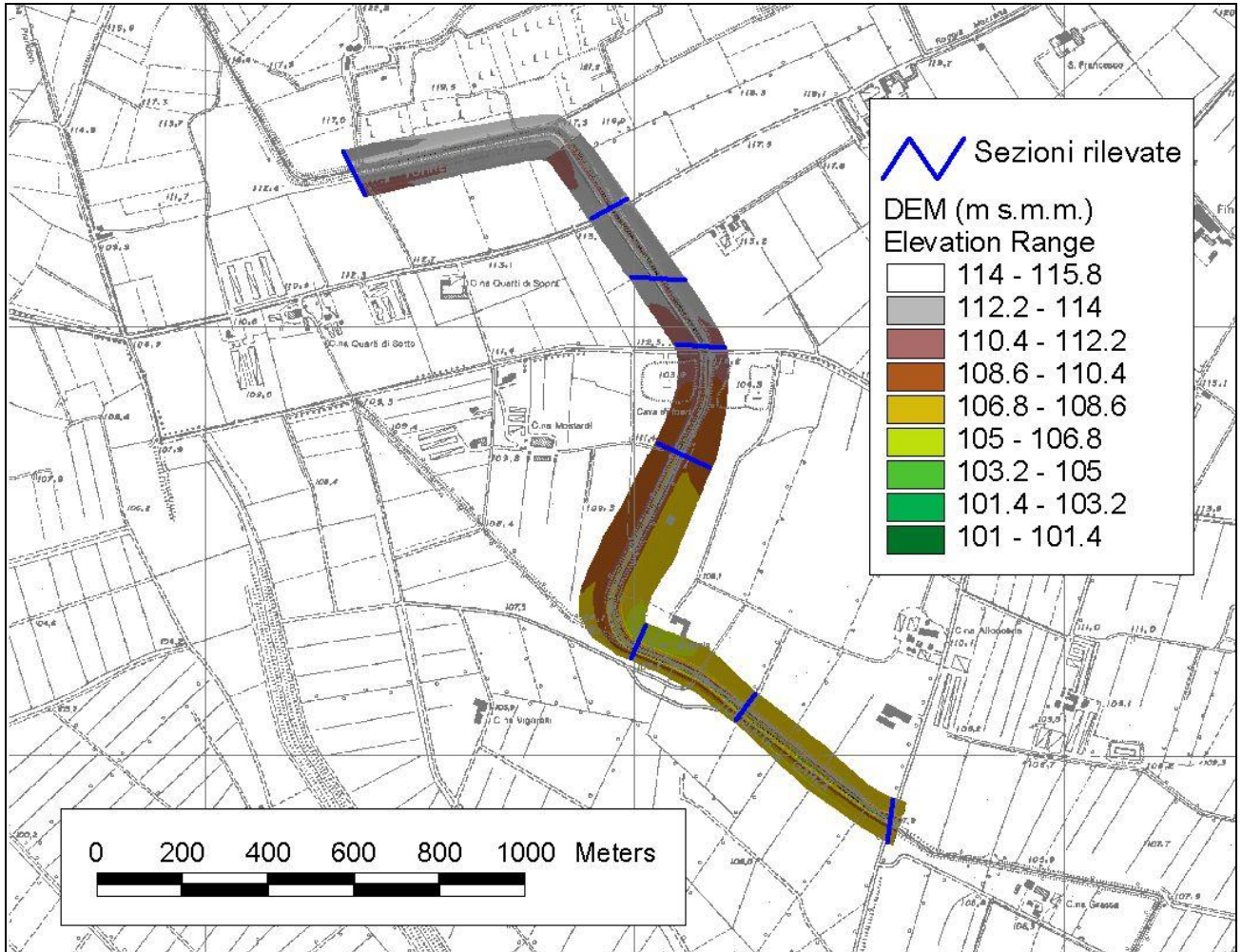


Figura 12 – DEM del tratto analizzato

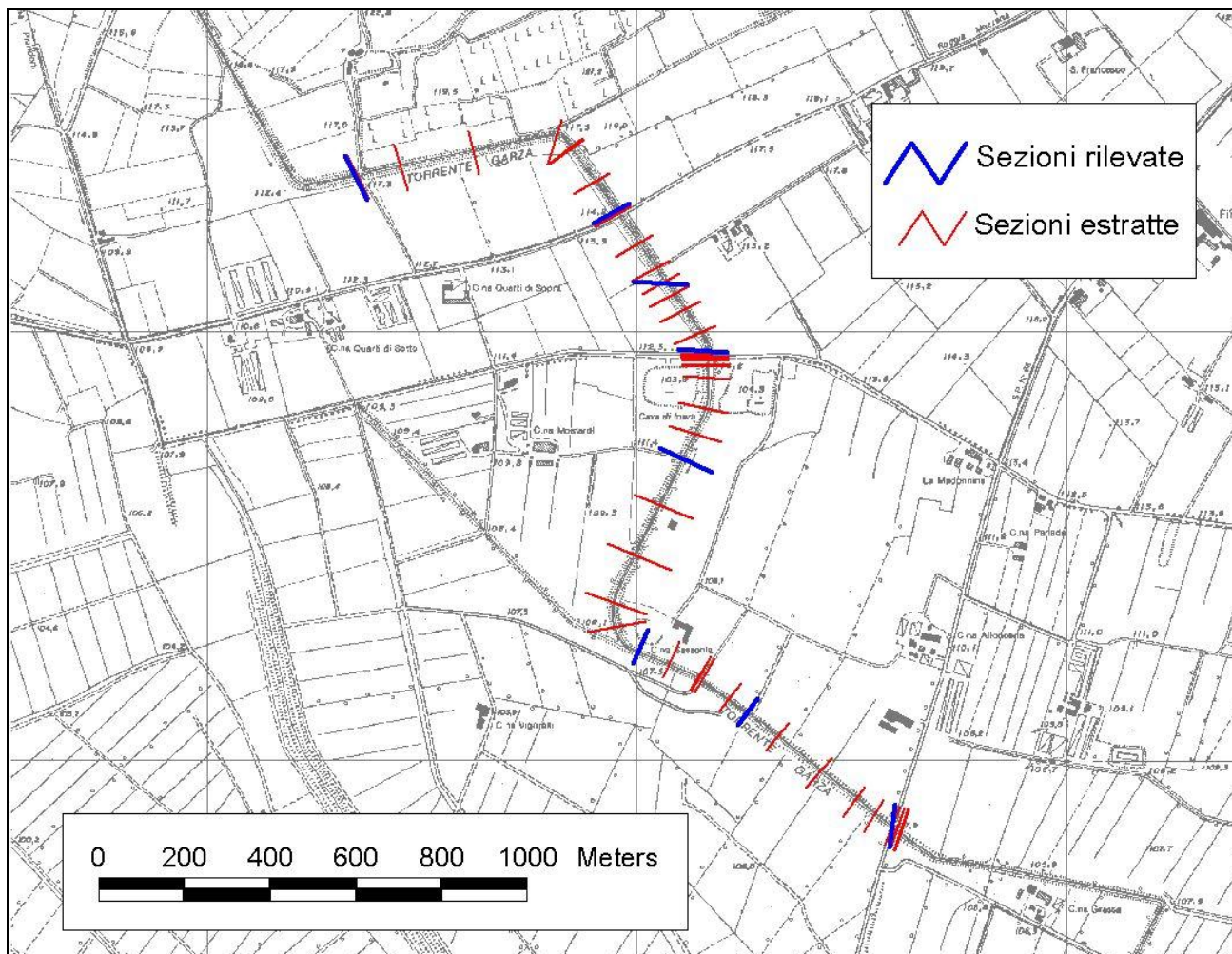


Figura 13 – Posizione delle sezioni estratte per il modello rispetto a quelle rilevate.

7.2 Condizioni al contorno

Come condizioni al contorno di monte sono state utilizzate le portate definite per i tre tempi di ritorno analizzati. Come condizione al contorno di valle è stato considerato un moto uniforme considerando una pendenza della linea dell'energia pari al 90% della pendenza media del fondo e quindi pari a 0.23%.

7.3 Condizioni fisiche di riferimento

Il calcolo dei profili in moto permanente è stato fatto per le sei situazioni analizzate:

- Situazione attuale $Tr=100$ anni
- Situazione attuale $Tr=200$ anni
- Situazione attuale $Tr=500$ anni
- Situazione di progetto $Tr=100$ anni
- Situazione di progetto $Tr=200$ anni
- Situazione di progetto $Tr=500$ anni

I coefficienti di scabrezza nelle sezioni sono stati assegnati sulla base del sopralluogo effettuato sono stati considerati valori, secondo la formulazione di Manning, pari a $n=0.04$ in alveo, considerando che le sponde sono a tratti rivestite e molto vegetate, e $n = 0.05$ nelle aree golenali.

I coefficienti di contrazione ed espansione sono stati definiti rispettivamente pari a 0.1 e 0.3.

Il rigurgito provocato dalle strutture è stato calcolato utilizzando la formulazione della conservazione dell'energia.

7.3.1 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.

Torrente Garza Situazione attuale Tr=100 anni Q=37 m³/s

Sezioni	Prog.	River Station	Quota fondo	Livello	Tirante massimo	Livello critico	Carico totale	Velocità media	Area	Larghezza	N° Frode Totale
	(m)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Sezione 1	0.00	2622.85	112.42	115.58	3.16	114.08	115.65	1.20	30.93	16.87	0.28
	1.04	2621.81	112.42	115.56	3.14	114.08	115.65	1.30	28.52	16.87	0.27
Ponte											
	4.66	2618.19	112.42	115.50	3.08	114.07	115.59	1.34	27.70	16.79	0.29
	6.73	2616.11	112.42	115.50	3.08	114.07	115.58	1.22	30.42	16.94	0.29
	109.20	2513.65	112.36	115.35	2.99	114.03	115.44	1.32	28.08	16.31	0.32
	281.04	2341.81	112.25	115.02	2.77	113.88	115.13	1.48	25.03	15.52	0.37
	479.03	2143.82	112.14	114.26	2.12	113.65	114.48	2.11	17.56	12.66	0.57
	524.11	2098.74	112.11	113.84	1.73	113.52	114.17	2.57	14.41	11.23	0.72
	525.11	2097.73	112.11	113.83	1.72	113.52	114.16	2.58	14.37	11.22	0.73
	526.61	2096.23	109.88	114.05	4.17	111.28	114.07	0.60	61.27	24.61	0.12
	527.62	2095.23	109.89	114.05	4.16	111.29	114.07	0.61	60.95	24.36	0.12
	621.94	2000.91	110.43	114.02	3.59	111.70	114.04	0.70	52.75	27.25	0.16
	704.62	1918.22	110.91	113.88	2.97	112.47	113.98	1.39	26.55	14.97	0.33
Sezione 2	705.62	1917.22	110.92	113.86	2.94	112.50	113.97	1.50	24.75	14.63	0.33
Ponte											
	711.47	1911.37	110.91	113.84	2.93	112.50	113.95	1.51	24.49	14.67	0.33
	713.49	1909.36	110.91	113.84	2.93	112.50	113.95	1.43	25.79	14.75	0.35
	798.74	1824.11	110.83	113.74	2.91	112.30	113.81	1.17	31.58	19.00	0.29
	868.25	1754.60	110.77	113.62	2.85	112.31	113.71	1.28	28.81	17.68	0.32
monte linea AV Sez.3	896.96	1725.89	110.73	113.56	2.83	112.24	113.66	1.39	26.60	15.77	0.34
Valle linea AV Sez. 3	913.58	1709.27	110.73	113.52	2.79	112.24	113.63	1.42	26.05	15.63	0.35
	941.75	1681.10	110.75	113.48	2.73	112.28	113.57	1.32	28.00	16.96	0.33
	985.07	1637.78	110.78	113.41	2.63	112.26	113.50	1.36	27.21	16.45	0.34
	1049.84	1573.01	110.82	113.25	2.43	112.28	113.37	1.56	23.68	14.47	0.39
Sezione 4	1095.96	1526.89	110.84	113.08	2.24	112.29	113.24	1.81	20.43	12.82	0.46
	1103.70	1519.14	111.16	112.74	1.58	112.61	113.17	2.91	12.70	10.85	0.86
	1104.71	1518.14	110.75	112.91	2.16	112.20	113.09	1.91	19.41	12.56	0.49
	1109.01	1513.83	110.74	112.92	2.18	112.13	113.07	1.72	21.52	13.90	0.44
	1110.06	1512.79	110.74	112.91	2.17	112.12	113.07	1.74	21.25	13.92	0.43
Ponte											
	1115.27	1507.58	110.73	112.85	2.12	112.08	113.01	1.78	20.82	13.90	0.44
	1117.35	1505.50	110.73	112.85	2.12	112.07	113.00	1.71	21.62	13.95	0.44
	1127.72	1495.12	110.71	112.79	2.08	112.09	112.96	1.86	19.90	13.12	0.48
	1128.73	1494.12	110.71	112.73	2.02	112.17	112.95	2.09	17.74	12.16	0.55
	1131.24	1491.61	109.59	111.66	2.07	111.04	111.87	2.02	18.32	12.31	0.53
	1132.25	1490.60	109.58	111.68	2.10	110.97	111.85	1.84	20.08	13.15	0.48
	1158.96	1463.89	109.43	111.59	2.16	110.94	111.76	1.82	20.34	13.97	0.48
	1230.09	1392.76	109.01	111.24	2.23	110.76	111.45	2.05	18.06	13.59	0.57
	1295.30	1327.55	108.63	110.83	2.20	110.41	111.08	2.20	16.84	13.86	0.64
Sezione 5	1359.47	1263.38	108.16	110.55	2.39	109.95	110.73	1.89	19.58	13.73	0.51
	1480.66	1142.19	107.74	110.19	2.45	109.45	110.32	1.58	23.46	16.79	0.43

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2RIID0002-004Rev.
1Foglio
20 di 39

Sezioni	Prog.	River Station	Quota fondo	Livello	Tirante massimo	Livello critico	Carico totale	Velocità media	Area	Larghezza	N° Froude Totale
	(m)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m/s)	(m ²)	(m)	
	1610.69	1012.16	107.28	109.88	2.60	109.05	109.98	1.43	25.85	18.49	0.39
	1732.57	890.28	106.86	109.73	2.87	108.56	109.79	1.03	35.95	23.83	0.27
	1789.90	832.95	106.66	109.70	3.04	108.19	109.74	0.85	43.75	28.61	0.22
Sezione 6	1878.14	744.71	106.35	109.58	3.23	108.47	109.65	1.18	31.27	20.23	0.30
	1956.00	666.84	106.29	109.48	3.19	108.30	109.54	1.11	33.40	21.91	0.29
	2028.87	593.98	106.24	109.41	3.17	108.18	109.46	1.02	36.19	23.20	0.26
	2029.87	592.98	106.24	109.39	3.15	108.16	109.46	1.12	33.09	23.07	0.27
Ponte											
	2038.91	583.94	106.23	109.37	3.14	108.16	109.44	1.20	30.73	22.42	0.30
	2040.42	582.43	106.23	109.38	3.15	108.18	109.44	1.07	34.55	22.16	0.27
	2115.42	507.42	106.18	109.31	3.13	108.06	109.36	0.99	37.36	23.60	0.25
Sezione 7	2168.96	453.88	106.14	109.22	3.08	108.13	109.29	1.20	30.79	19.39	0.30
	2258.62	364.23	106.06	109.08	3.02	108.03	109.16	1.25	29.70	19.55	0.32
	2384.97	237.88	105.94	108.87	2.93	107.87	108.95	1.28	28.99	19.17	0.33
	2491.50	131.35	105.84	108.60	2.76	107.83	108.72	1.56	23.76	16.68	0.42
	2549.40	73.45	105.79	108.22	2.43	107.86	108.47	2.20	16.82	13.79	0.64
Sezione 8	2598.65	24.20	105.74	107.96	2.22	107.54	108.15	1.91	19.34	17.09	0.57
	2610.00	12.85	105.74	107.87	2.13	107.50	108.08	2.05	18.09	17.12	0.64
	2611.00	11.85	105.74	107.86	2.12	107.49	108.07	2.06	17.96	17.11	0.64
Ponte											
	2621.01	1.84	105.74	107.63	1.89	107.40	107.97	2.56	14.45	16.28	0.87
	2622.51	0.34	105.78	107.44	1.66	107.44	107.92	3.09	11.99	12.28	1.00

Torrente Garza Situazione attuale Tr=200 anni Q=44 m³/s

Sezioni	Prog.	River Station	Quota fondo	Livello	Tirante massimo	Livello critico	Carico totale	Velocità media	Area	Larghezza	N° Froude Totale
	(m)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Sezione 1	0.00	2622.85	112.42	115.85	3.43	114.25	115.92	1.23	35.65	18.25	0.28
	1.04	2621.81	112.42	115.82	3.40	114.25	115.92	1.39	31.70	19.13	0.28
Ponte											
	4.66	2618.19	112.42	115.72	3.30	114.24	115.82	1.45	30.41	18.11	0.29
	6.73	2616.11	112.42	115.73	3.31	114.24	115.81	1.28	34.35	18.62	0.30
	109.20	2513.65	112.36	115.56	3.20	114.21	115.66	1.39	31.71	17.35	0.33
	281.04	2341.81	112.25	115.22	2.97	114.06	115.35	1.55	28.39	16.60	0.38
	479.03	2143.82	112.14	114.47	2.33	113.82	114.71	2.15	20.44	13.87	0.57
	524.11	2098.74	112.11	114.12	2.01	113.68	114.43	2.46	17.91	13.31	0.68
	525.11	2097.73	112.11	114.11	2.00	113.68	114.42	2.46	17.90	13.32	0.68
	526.61	2096.23	109.88	114.31	4.43	111.44	114.34	0.65	67.80	24.61	0.12
	527.62	2095.23	109.89	114.31	4.42	111.45	114.33	0.65	67.41	24.36	0.13
	621.94	2000.91	110.43	114.28	3.85	111.85	114.31	0.73	60.24	28.87	0.16
	704.62	1918.22	110.91	114.14	3.23	112.68	114.25	1.43	30.68	16.34	0.33
Sezione 2	705.62	1917.22	110.92	114.11	3.19	112.71	114.24	1.59	27.66	15.94	0.33
Ponte											
	711.47	1911.37	110.91	114.04	3.13	112.70	114.18	1.64	26.88	15.73	0.34
	713.49	1909.36	110.91	114.05	3.14	112.70	114.17	1.51	29.06	15.84	0.36
	798.74	1824.11	110.83	113.95	3.12	112.44	114.03	1.23	35.77	20.16	0.29
	868.25	1754.60	110.77	113.84	3.07	112.49	113.93	1.35	32.67	18.67	0.33
Monte linea AV Sez.3	896.96	1725.89	110.73	113.77	3.04	112.48	113.88	1.47	29.98	16.57	0.35
Valle linea AV Sez. 3	913.58	1709.27	110.73	113.73	3.00	112.48	113.85	1.50	29.38	16.43	0.36
	941.75	1681.10	110.75	113.69	2.94	112.44	113.79	1.39	31.64	17.85	0.33
	985.07	1637.78	110.78	113.61	2.83	112.42	113.72	1.43	30.71	17.35	0.34
	1049.84	1573.01	110.82	113.45	2.63	112.44	113.59	1.65	26.66	15.23	0.40
Sezione 4	1095.96	1526.89	110.84	113.27	2.43	112.44	113.45	1.92	22.93	13.40	0.47
	1103.70	1519.14	111.16	112.95	1.79	112.76	113.39	2.92	15.09	11.49	0.81
	1104.71	1518.14	110.75	113.11	2.36	112.35	113.31	2.00	22.01	13.17	0.49
	1109.01	1513.83	110.74	113.12	2.38	112.27	113.29	1.80	24.44	14.63	0.44
	1110.06	1512.79	110.74	113.11	2.37	112.26	113.28	1.86	23.72	14.62	0.43
Ponte											
	1115.27	1507.58	110.73	113.04	2.31	112.21	113.22	1.90	23.19	14.53	0.44
	1117.35	1505.50	110.73	113.04	2.31	112.21	113.21	1.81	24.37	14.56	0.45
	1127.72	1495.12	110.71	112.98	2.27	112.24	113.17	1.96	22.44	13.69	0.49
	1128.73	1494.12	110.71	112.92	2.21	112.32	113.16	2.20	20.04	12.72	0.56
	1131.24	1491.61	109.59	111.84	2.25	111.19	112.07	2.14	20.55	12.84	0.54
	1132.25	1490.60	109.58	111.86	2.28	111.12	112.05	1.96	22.49	13.68	0.49
	1158.96	1463.89	109.43	111.77	2.34	111.06	111.96	1.92	22.90	14.55	0.49
	1230.09	1392.76	109.01	111.41	2.40	110.89	111.65	2.15	20.49	14.78	0.58
	1295.30	1327.55	108.63	111.01	2.38	110.57	111.27	2.28	19.31	14.58	0.63

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2RIID0002-004Rev.
1Foglio
22 di 39

Sezioni	Prog.	River Station	Quota fondo	Livello	Tirante massimo	Livello critico	Carico totale	Velocità media	Area	Larghezza	N° Froude Totale
	(m)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m/s)	(m²)	(m)	
Sezione 5	1359.47	1263.38	108.16	110.73	2.57	110.08	110.93	2.00	22.05	14.27	0.51
	1480.66	1142.19	107.74	110.37	2.63	109.58	110.51	1.65	26.60	17.61	0.43
	1610.69	1012.16	107.28	110.07	2.79	109.17	110.18	1.49	29.45	19.38	0.39
	1732.57	890.28	106.86	109.93	3.07	108.68	109.99	1.08	40.69	25.21	0.27
	1789.90	832.95	106.66	109.89	3.23	108.46	109.93	0.89	49.52	31.20	0.23
Sezione 6	1878.14	744.71	106.35	109.76	3.41	108.59	109.84	1.26	35.03	20.23	0.30
	1956.00	666.84	106.29	109.67	3.38	108.42	109.74	1.17	37.58	21.91	0.29
	2028.87	593.98	106.24	109.60	3.36	108.30	109.66	1.08	40.71	23.20	0.26
	2029.87	592.98	106.24	109.58	3.34	108.29	109.66	1.20	36.79	23.07	0.28
Ponte											
	2038.91	583.94	106.23	109.56	3.33	108.29	109.64	1.28	34.27	22.42	0.30
	2040.42	582.43	106.23	109.57	3.34	108.31	109.64	1.13	38.80	22.16	0.27
	2115.42	507.42	106.18	109.50	3.32	108.18	109.56	1.05	41.94	23.71	0.25
Sezione 7	2168.96	453.88	106.14	109.41	3.27	108.24	109.49	1.27	34.53	19.90	0.31
	2258.62	364.23	106.06	109.27	3.21	108.16	109.36	1.31	33.52	20.36	0.33
	2384.97	237.88	105.94	109.05	3.11	108.00	109.14	1.35	32.65	20.78	0.34
	2491.50	131.35	105.84	108.76	2.92	107.96	108.90	1.66	26.57	17.55	0.43
	2549.40	73.45	105.79	108.36	2.57	107.99	108.64	2.35	18.69	14.34	0.66
Sezione 8	2598.65	24.20	105.74	108.09	2.35	107.68	108.31	2.04	21.58	17.65	0.59
	2610.00	12.85	105.74	107.99	2.25	107.67	108.23	2.17	20.29	17.71	0.65
	2611.00	11.85	105.74	107.98	2.24	107.66	108.23	2.18	20.17	17.69	0.65
Ponte											
	2621.01	1.84	105.74	107.78	2.04	107.65	108.13	2.61	16.86	16.96	0.84
	2622.51	0.34	105.78	107.63	1.85	107.63	108.09	2.99	14.70	16.11	1.00

Torrente Garza Situazione attuale Tr=500 anni Q=53 m³/s

Sezioni	Prog.	River Station	Quota fondo	Livello	Tirante massimo	Livello critico	Carico totale	Velocità media	Area	Larghezza	N° Froude Totale
	(m)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Sezione 1	0.00	2622.85	112.42	116.17	3.75	114.45	116.25	1.28	41.54	18.25	0.27
	1.04	2621.81	112.42	116.13	3.71	114.45	116.25	1.49	35.58	19.18	0.28
Ponte											
	4.66	2618.19	112.42	115.97	3.55	114.42	116.09	1.58	33.53	18.71	0.31
	6.73	2616.11	112.42	115.99	3.57	114.44	116.08	1.35	39.28	19.03	0.30
	109.20	2513.65	112.36	115.82	3.46	114.41	115.93	1.45	36.48	19.64	0.34
	281.04	2341.81	112.25	115.46	3.21	114.26	115.60	1.63	32.53	17.85	0.39
	479.03	2143.82	112.14	114.73	2.59	114.03	114.97	2.20	24.09	15.25	0.56
	524.11	2098.74	112.11	114.45	2.34	113.88	114.73	2.34	22.61	15.31	0.62
	525.11	2097.73	112.11	114.44	2.33	113.87	114.72	2.34	22.64	15.36	0.62
	526.61	2096.23	109.88	114.62	4.74	111.64	114.65	0.70	75.22	24.48	0.13
	527.62	2095.23	109.89	114.62	4.73	111.64	114.65	0.71	74.90	24.36	0.13
	621.94	2000.91	110.43	114.59	4.16	112.04	114.62	0.77	69.15	28.87	0.16
	704.62	1918.22	110.91	114.45	3.54	112.91	114.56	1.47	36.06	18.64	0.34
Sezione 2	705.62	1917.22	110.92	114.41	3.49	112.93	114.56	1.71	31.04	18.33	0.33
Ponte											
	711.47	1911.37	110.91	114.29	3.38	112.93	114.45	1.79	29.69	17.07	0.35
	713.49	1909.36	110.91	114.31	3.40	112.93	114.44	1.59	33.23	17.32	0.37
	798.74	1824.11	110.83	114.20	3.37	112.66	114.29	1.29	41.08	21.87	0.30
	868.25	1754.60	110.77	114.09	3.32	112.71	114.19	1.41	37.51	19.93	0.33
Monte linea AV Sez. 3	896.96	1725.89	110.73	114.02	3.29	112.70	114.14	1.55	34.19	17.53	0.35
valle linea AV Sez. 3	913.58	1709.27	110.73	113.98	3.25	112.70	114.11	1.58	33.56	17.38	0.36
	941.75	1681.10	110.75	113.94	3.19	112.63	114.05	1.46	36.20	18.92	0.34
	985.07	1637.78	110.78	113.86	3.08	112.60	113.98	1.51	35.13	18.52	0.35
	1049.84	1573.01	110.82	113.69	2.87	112.60	113.84	1.74	30.44	16.48	0.41
Sezione 4	1095.96	1526.89	110.84	113.50	2.66	112.62	113.71	2.03	26.06	14.08	0.48
	1103.70	1519.14	111.16	113.20	2.04	112.94	113.64	2.94	18.00	12.24	0.77
	1104.71	1518.14	110.75	113.34	2.59	112.52	113.57	2.10	25.19	13.89	0.50
	1109.01	1513.83	110.74	113.36	2.62	112.44	113.54	1.89	28.04	15.48	0.45
	1110.06	1512.79	110.74	113.34	2.60	112.42	113.54	2.00	26.56	15.43	0.44
Ponte											
	1115.27	1507.58	110.73	113.25	2.52	112.37	113.47	2.05	25.88	15.32	0.45
	1117.35	1505.50	110.73	113.27	2.54	112.37	113.45	1.91	27.70	15.37	0.45
	1127.72	1495.12	110.71	113.19	2.48	112.40	113.41	2.08	25.49	14.35	0.50
	1128.73	1494.12	110.71	113.13	2.42	112.49	113.40	2.33	22.80	13.36	0.57
	1131.24	1491.61	109.59	112.04	2.45	111.37	112.30	2.28	23.20	13.45	0.56
	1132.25	1490.60	109.58	112.06	2.48	111.28	112.29	2.09	25.36	14.30	0.50
	1158.96	1463.89	109.43	111.97	2.54	111.22	112.18	2.04	25.94	15.27	0.50
	1230.09	1392.76	109.01	111.61	2.60	111.05	111.87	2.25	23.60	16.17	0.59
	1295.30	1327.55	108.63	111.21	2.58	110.75	111.50	2.37	22.38	15.43	0.63

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2RIID0002-004Rev.
1Foglio
24 di 39

Sezioni	Prog.	River Station	Quota fondo	Livello	Tirante massimo	Livello critico	Carico totale	Velocità media	Area	Larghezza	N° Froude Totale
	(m)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m/s)	(m²)	(m)	
Sezione 5	1359.47	1263.38	108.16	110.93	2.77	110.23	111.16	2.12	25.05	14.91	0.52
	1480.66	1142.19	107.74	110.58	2.84	109.73	110.74	1.74	30.45	18.56	0.43
	1610.69	1012.16	107.28	110.29	3.01	109.32	110.41	1.57	33.81	20.40	0.39
	1732.57	890.28	106.86	110.15	3.29	108.82	110.21	1.14	46.47	27.30	0.28
	1789.90	832.95	106.66	110.11	3.45	108.59	110.16	0.94	56.59	32.58	0.23
Sezione 6	1878.14	744.71	106.35	109.98	3.63	108.73	110.07	1.35	39.35	20.23	0.31
	1956.00	666.84	106.29	109.89	3.60	108.57	109.97	1.25	42.32	21.91	0.29
	2028.87	593.98	106.24	109.82	3.58	108.44	109.89	1.16	45.77	23.20	0.26
	2029.87	592.98	106.24	109.80	3.56	108.43	109.88	1.29	40.94	23.07	0.28
Ponte											
	2038.91	583.94	106.23	109.77	3.54	108.45	109.87	1.39	38.22	22.42	0.31
	2040.42	582.43	106.23	109.78	3.55	108.45	109.86	1.22	43.54	22.16	0.28
	2115.42	507.42	106.18	109.71	3.53	108.32	109.78	1.13	47.01	23.71	0.26
Sezione 7	2168.96	453.88	106.14	109.62	3.48	108.38	109.71	1.37	38.68	19.90	0.31
	2258.62	364.23	106.06	109.48	3.42	108.30	109.58	1.40	37.76	20.36	0.33
	2384.97	237.88	105.94	109.26	3.32	108.14	109.36	1.42	37.25	22.29	0.35
	2491.50	131.35	105.84	108.96	3.12	108.10	109.12	1.76	30.13	18.79	0.44
Sezione 8	2549.40	73.45	105.79	108.51	2.72	108.14	108.84	2.53	20.95	14.98	0.68
	2598.65	24.20	105.74	108.24	2.50	107.81	108.49	2.18	24.29	18.37	0.61
	2610.00	12.85	105.74	108.14	2.40	107.80	108.41	2.31	22.96	18.39	0.66
	2611.00	11.85	105.74	108.13	2.39	107.79	108.41	2.32	22.83	18.37	0.66
Ponte											
	2621.01	1.84	105.74	107.93	2.19	107.79	108.31	2.73	19.44	17.65	0.83
	2622.51	0.34	105.78	107.76	1.98	107.76	108.27	3.15	16.82	16.71	1.00

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 grafico IN0500DE2LZID0002044 è riportato il profilo longitudinale del Torrente Garza allo stato attuale con i livelli idrici corrispondente ai diversi tempi di ritorno; nelle tavole IN0500DE2W9ID0002082 e IN0500DE2W9ID0002090 sono riportate le sezioni di rilievo con indicazione della quota idrica relativamente alla portata cinquecentennale.

7.3.2 Situazione di progetto

La sistemazione del Torrente Garza inizia a valle della sezione 3 di rilievo. Il percorso del corpo idrico viene mantenuto uguale a quello che caratterizza lo stato attuale, e nel tratto sistemato passa sotto il viadotto in progetto. Complessivamente la sistemazione interessa un tratto di 80 m circa; sarà realizzata con sezione trapezia di dimensioni pari a 8 m al fondo per 3.25 m d'altezza, con pendenza delle sponde 3 su 2. L'intera sezione sarà rivestita in pietrame di tipo Rezzato con pezzatura media di 0.70 m fino al raggiungimento di uno spessore pari a 1.50 m.

Nell'elaborato grafico IN0500DE2LZID0002099 sono riportati rispettivamente gli stralci planimetrici e le sezioni trasversali tipo della sistemazione idraulica 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 idrico longitudinale e di pelo d'acqua sulla sezione di progetto corrispondente per i diversi tempi di ritorno analizzati. Nella tavola IN0500DE2LZID0002099 è riportato il profilo longitudinale del Torrente Garza nella configurazione di progetto con i livelli idrici corrispondenti ai diversi tempi di ritorno, mentre nell'elaborato IN0500DE2W9ID0002083 sono riportate le sezioni con indicazione dei tiranti di progetto.

Torrente Garza Situazione di progetto Tr=100 anni Q=37 m³/s

Sezioni	Prog.	River Station	Quota fondo	Livello	Tirante massimo	Livello critico	Carico totale	Velocità media	Area	Larghezza	N° Froude Totale
	(m)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Sezione 1	0.00	2622.85	112.42	115.58	3.16	114.08	115.65	1.20	30.93	16.87	0.28
	1.04	2621.81	112.42	115.56	3.14	114.08	115.65	1.30	28.52	16.87	0.27
Ponte											
	4.66	2618.19	112.42	115.50	3.08	114.07	115.59	1.34	27.70	16.79	0.29
	6.73	2616.11	112.42	115.50	3.08	114.07	115.58	1.22	30.42	16.94	0.29
	109.20	2513.65	112.36	115.35	2.99	114.03	115.44	1.32	28.08	16.31	0.32
	281.04	2341.81	112.25	115.02	2.77	113.88	115.13	1.48	25.03	15.52	0.37
	479.03	2143.82	112.14	114.26	2.12	113.65	114.48	2.11	17.56	12.66	0.57
	524.11	2098.74	112.11	113.84	1.73	113.52	114.17	2.57	14.41	11.23	0.72
	525.11	2097.73	112.11	113.83	1.72	113.52	114.16	2.58	14.37	11.22	0.73
	526.61	2096.23	109.88	114.05	4.17	111.28	114.07	0.60	61.27	24.61	0.12
	527.62	2095.23	109.89	114.05	4.16	111.29	114.07	0.61	60.95	24.36	0.12
	621.94	2000.91	110.43	114.02	3.59	111.70	114.04	0.70	52.75	27.25	0.16
	704.62	1918.22	110.91	113.88	2.97	112.47	113.98	1.39	26.55	14.97	0.33
Sezione 2	705.62	1917.22	110.92	113.86	2.94	112.50	113.97	1.50	24.75	14.63	0.33
Ponte											
	711.47	1911.37	110.91	113.84	2.93	112.50	113.95	1.51	24.49	14.67	0.33
	713.49	1909.36	110.91	113.84	2.93	112.50	113.95	1.43	25.79	14.75	0.35
	798.74	1824.11	110.83	113.74	2.91	112.30	113.81	1.17	31.58	19.00	0.29
	868.25	1754.60	110.77	113.62	2.85	112.31	113.71	1.28	28.81	17.68	0.32
Monte linea AV (Sezi 3)	896.96	1725.89	110.73	113.56	2.83	112.24	113.66	1.39	26.60	15.77	0.34
Viadotto linea AV											
Valle linea AV (Sez 3)	913.58	1709.27	110.73	113.52	2.79	112.24	113.63	1.42	26.05	15.63	0.35
	941.75	1681.10	110.75	113.48	2.73	112.28	113.57	1.32	28.00	16.96	0.33
	985.07	1637.78	110.78	113.41	2.63	112.26	113.50	1.36	27.21	16.45	0.34
	1049.84	1573.01	110.82	113.25	2.43	112.28	113.37	1.56	23.68	14.47	0.39
Sezione 4	1095.96	1526.89	110.84	113.08	2.24	112.29	113.24	1.81	20.43	12.82	0.46
	1103.70	1519.14	111.16	112.74	1.58	112.61	113.17	2.91	12.70	10.85	0.86
	1104.71	1518.14	110.75	112.91	2.16	112.20	113.09	1.91	19.41	12.56	0.49
	1109.01	1513.83	110.74	112.92	2.18	112.13	113.07	1.72	21.52	13.90	0.44
	1110.06	1512.79	110.74	112.91	2.17	112.12	113.07	1.74	21.25	13.92	0.43
Ponte											
	1115.27	1507.58	110.73	112.85	2.12	112.08	113.01	1.78	20.82	13.90	0.44
	1117.35	1505.50	110.73	112.85	2.12	112.07	113.00	1.71	21.62	13.95	0.44
	1127.72	1495.12	110.71	112.79	2.08	112.09	112.96	1.86	19.90	13.12	0.48
	1128.73	1494.12	110.71	112.73	2.02	112.17	112.95	2.09	17.74	12.16	0.55
	1131.24	1491.61	109.59	111.66	2.07	111.04	111.87	2.02	18.32	12.31	0.53
	1132.25	1490.60	109.58	111.68	2.10	110.97	111.85	1.84	20.08	13.15	0.48
	1158.96	1463.89	109.43	111.59	2.16	110.94	111.76	1.82	20.34	13.97	0.48
	1230.09	1392.76	109.01	111.24	2.23	110.76	111.45	2.05	18.06	13.59	0.57

Sezioni	Prog.	River Station	Quota fondo	Livello	Tirante massimo	Livello critico	Carico totale	Velocità media	Area	Larghezza	N° Froude Totale
	(m)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m/s)	(m²)	(m)	
	1295.30	1327.55	108.63	110.83	2.20	110.41	111.08	2.20	16.84	13.86	0.64
Sezione 5	1359.47	1263.38	108.16	110.55	2.39	109.95	110.73	1.89	19.58	13.73	0.51
	1480.66	1142.19	107.74	110.19	2.45	109.45	110.32	1.58	23.46	16.79	0.43
	1610.69	1012.16	107.28	109.88	2.60	109.05	109.98	1.43	25.85	18.49	0.39
	1732.57	890.28	106.86	109.73	2.87	108.56	109.79	1.03	35.95	23.83	0.27
	1789.90	832.95	106.66	109.70	3.04	108.19	109.74	0.85	43.75	28.61	0.22
Sezione 6	1878.14	744.71	106.35	109.58	3.23	108.47	109.65	1.18	31.27	20.23	0.30
	1956.00	666.84	106.29	109.48	3.19	108.30	109.54	1.11	33.40	21.91	0.29
	2028.87	593.98	106.24	109.41	3.17	108.18	109.46	1.02	36.19	23.20	0.26
	2029.87	592.98	106.24	109.39	3.15	108.16	109.46	1.12	33.09	23.07	0.27
Ponte											
	2038.91	583.94	106.23	109.37	3.14	108.16	109.44	1.20	30.73	22.42	0.30
	2040.42	582.43	106.23	109.38	3.15	108.18	109.44	1.07	34.55	22.16	0.27
	2115.42	507.42	106.18	109.31	3.13	108.06	109.36	0.99	37.36	23.60	0.25
Sezione 7	2168.96	453.88	106.14	109.22	3.08	108.13	109.29	1.20	30.79	19.39	0.30
	2258.62	364.23	106.06	109.08	3.02	108.03	109.16	1.25	29.70	19.55	0.32
	2384.97	237.88	105.94	108.87	2.93	107.87	108.95	1.28	28.99	19.17	0.33
	2491.50	131.35	105.84	108.60	2.76	107.83	108.72	1.56	23.76	16.68	0.42
	2549.40	73.45	105.79	108.22	2.43	107.86	108.47	2.20	16.82	13.79	0.64
Sezione 8	2598.65	24.20	105.74	107.96	2.22	107.54	108.15	1.91	19.34	17.09	0.57
	2610.00	12.85	105.74	107.87	2.13	107.50	108.08	2.05	18.09	17.12	0.64
	2611.00	11.85	105.74	107.86	2.12	107.49	108.07	2.06	17.96	17.11	0.64
Ponte											
	2621.01	1.84	105.74	107.63	1.89	107.40	107.97	2.56	14.45	16.28	0.87
	2622.51	0.34	105.78	107.44	1.66	107.44	107.92	3.09	11.99	12.28	1.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2RIID0002-004Rev.
1Foglio
28 di 39

Torrente Garza Situazione di progetto Tr=200 anni Q=44 m³/s

Sezioni	Prog.	River Station	Quota fondo	Livello	Tirante massimo	Livello critico	Carico totale	Velocità media	Area	Larghezza	N° Froude Totale
	(m)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Sezione 1	0.00	2622.85	112.42	115.85	3.43	114.25	115.92	1.23	35.65	18.25	0.28
	1.04	2621.81	112.42	115.82	3.40	114.25	115.92	1.39	31.70	19.13	0.28
Ponte	4.66	2618.19	112.42	115.72	3.30	114.24	115.82	1.45	30.41	18.11	0.29
	6.73	2616.11	112.42	115.73	3.31	114.24	115.81	1.28	34.35	18.62	0.30
	109.20	2513.65	112.36	115.56	3.20	114.21	115.66	1.39	31.71	17.35	0.33
	281.04	2341.81	112.25	115.22	2.97	114.06	115.35	1.55	28.39	16.60	0.38
	479.03	2143.82	112.14	114.47	2.33	113.82	114.71	2.15	20.44	13.87	0.57
	524.11	2098.74	112.11	114.12	2.01	113.68	114.43	2.46	17.91	13.31	0.68
	525.11	2097.73	112.11	114.11	2.00	113.68	114.42	2.46	17.90	13.32	0.68
	526.61	2096.23	109.88	114.31	4.43	111.44	114.34	0.65	67.80	24.61	0.12
	527.62	2095.23	109.89	114.31	4.42	111.45	114.33	0.65	67.41	24.36	0.13
	621.94	2000.91	110.43	114.28	3.85	111.85	114.31	0.73	60.24	28.87	0.16
704.62	1918.22	110.91	114.14	3.23	112.68	114.25	1.43	30.68	16.34	0.33	
Sezione 2	705.62	1917.22	110.92	114.11	3.19	112.71	114.24	1.59	27.66	15.94	0.33
Ponte	711.47	1911.37	110.91	114.04	3.13	112.70	114.18	1.64	26.88	15.73	0.34
	713.49	1909.36	110.91	114.05	3.14	112.70	114.17	1.51	29.06	15.84	0.36
	798.74	1824.11	110.83	113.95	3.12	112.44	114.03	1.23	35.77	20.16	0.29
	868.25	1754.60	110.77	113.84	3.07	112.49	113.93	1.35	32.67	18.67	0.33
	Monte linea AV (Sez. 3)	896.96	1725.89	110.73	113.77	3.04	112.48	113.88	1.47	29.98	16.57
Viadotto linea AV											
Valle linea AV (Sez. 3)	913.58	1709.27	110.73	113.73	3.00	112.48	113.85	1.50	29.38	16.43	0.36
	941.75	1681.10	110.75	113.69	2.94	112.44	113.79	1.39	31.64	17.85	0.33
	985.07	1637.78	110.78	113.61	2.83	112.42	113.72	1.43	30.71	17.35	0.34
	1049.84	1573.01	110.82	113.45	2.63	112.44	113.59	1.65	26.66	15.23	0.40
Sezione 4	1095.96	1526.89	110.84	113.27	2.43	112.44	113.45	1.92	22.93	13.40	0.47
1103.70	1519.14	111.16	112.95	1.79	112.76	113.39	2.92	15.09	11.49	0.81	
1104.71	1518.14	110.75	113.11	2.36	112.35	113.31	2.00	22.01	13.17	0.49	
1109.01	1513.83	110.74	113.12	2.38	112.27	113.29	1.80	24.44	14.63	0.44	
1110.06	1512.79	110.74	113.11	2.37	112.26	113.28	1.86	23.72	14.62	0.43	
Ponte	1115.27	1507.58	110.73	113.04	2.31	112.21	113.22	1.90	23.19	14.53	0.44
	1117.35	1505.50	110.73	113.04	2.31	112.21	113.21	1.81	24.37	14.56	0.45
	1127.72	1495.12	110.71	112.98	2.27	112.24	113.17	1.96	22.44	13.69	0.49
	1128.73	1494.12	110.71	112.92	2.21	112.32	113.16	2.20	20.04	12.72	0.56
	1131.24	1491.61	109.59	111.84	2.25	111.19	112.07	2.14	20.55	12.84	0.54
	1132.25	1490.60	109.58	111.86	2.28	111.12	112.05	1.96	22.49	13.68	0.49
	1158.96	1463.89	109.43	111.77	2.34	111.06	111.96	1.92	22.90	14.55	0.49
	1230.09	1392.76	109.01	111.41	2.40	110.89	111.65	2.15	20.49	14.78	0.58
	1295.30	1327.55	108.63	111.01	2.38	110.57	111.27	2.28	19.31	14.58	0.63

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2RIID0002-004Rev.
1Foglio
29 di 39

Sezioni	Prog.	River Station	Quota fondo	Livello	Tirante massimo	Livello critico	Carico otale	Velocità media	Area	Larghezza	N° Froude Totale
	(m)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m/s)	(m²)	(m)	
Sezione 5	1359.47	1263.38	108.16	110.73	2.57	110.08	110.93	2.00	22.05	14.27	0.51
	1480.66	1142.19	107.74	110.37	2.63	109.58	110.51	1.65	26.60	17.61	0.43
	1610.69	1012.16	107.28	110.07	2.79	109.17	110.18	1.49	29.45	19.38	0.39
	1732.57	890.28	106.86	109.93	3.07	108.68	109.99	1.08	40.69	25.21	0.27
	1789.90	832.95	106.66	109.89	3.23	108.46	109.93	0.89	49.52	31.20	0.23
Sezione 6	1878.14	744.71	106.35	109.76	3.41	108.59	109.84	1.26	35.03	20.23	0.30
	1956.00	666.84	106.29	109.67	3.38	108.42	109.74	1.17	37.58	21.91	0.29
	2028.87	593.98	106.24	109.60	3.36	108.30	109.66	1.08	40.71	23.20	0.26
	2029.87	592.98	106.24	109.58	3.34	108.29	109.66	1.20	36.79	23.07	0.28
Ponte											
	2038.91	583.94	106.23	109.56	3.33	108.29	109.64	1.28	34.27	22.42	0.30
	2040.42	582.43	106.23	109.57	3.34	108.31	109.64	1.13	38.80	22.16	0.27
	2115.42	507.42	106.18	109.50	3.32	108.18	109.56	1.05	41.94	23.71	0.25
Sezione 7	2168.96	453.88	106.14	109.41	3.27	108.24	109.49	1.27	34.53	19.90	0.31
	2258.62	364.23	106.06	109.27	3.21	108.16	109.36	1.31	33.52	20.36	0.33
	2384.97	237.88	105.94	109.05	3.11	108.00	109.14	1.35	32.65	20.78	0.34
	2491.50	131.35	105.84	108.76	2.92	107.96	108.90	1.66	26.57	17.55	0.43
	2549.40	73.45	105.79	108.36	2.57	107.99	108.64	2.35	18.69	14.34	0.66
Sezione 8	2598.65	24.20	105.74	108.09	2.35	107.68	108.31	2.04	21.58	17.65	0.59
	2610.00	12.85	105.74	107.99	2.25	107.67	108.23	2.17	20.29	17.71	0.65
	2611.00	11.85	105.74	107.98	2.24	107.66	108.23	2.18	20.17	17.69	0.65
Ponte											
	2621.01	1.84	105.74	107.78	2.04	107.65	108.13	2.61	16.86	16.96	0.84
	2622.51	0.34	105.78	107.63	1.85	107.63	108.09	2.99	14.70	16.11	1.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2RIID0002-004Rev.
1Foglio
30 di 39

Torrente Garza Situazione di progetto Tr=500 anni Q=53 m³/s

Sezioni	Prog.	River Station	Quota fondo	Livello	Tirante massimo	Livello critico	Carico totale	Velocità media	Area	Larghezza	N° Frode Totale
	(m)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Sezione 1	0.00	2622.85	112.42	116.17	3.75	114.45	116.25	1.28	41.54	18.25	0.27
	1.04	2621.81	112.42	116.13	3.71	114.45	116.25	1.49	35.58	19.18	0.28
Ponte											
	4.66	2618.19	112.42	115.97	3.55	114.42	116.09	1.58	33.53	18.71	0.31
	6.73	2616.11	112.42	115.99	3.57	114.44	116.08	1.35	39.28	19.03	0.30
	109.20	2513.65	112.36	115.82	3.46	114.41	115.93	1.45	36.48	19.64	0.34
	281.04	2341.81	112.25	115.46	3.21	114.26	115.60	1.63	32.53	17.85	0.39
	479.03	2143.82	112.14	114.73	2.59	114.03	114.97	2.20	24.09	15.25	0.56
	524.11	2098.74	112.11	114.45	2.34	113.88	114.73	2.34	22.61	15.31	0.62
	525.11	2097.73	112.11	114.44	2.33	113.87	114.72	2.34	22.64	15.36	0.62
	526.61	2096.23	109.88	114.62	4.74	111.64	114.65	0.70	75.22	24.48	0.13
	527.62	2095.23	109.89	114.62	4.73	111.64	114.65	0.71	74.90	24.36	0.13
	621.94	2000.91	110.43	114.59	4.16	112.04	114.62	0.77	69.15	28.87	0.16
	704.62	1918.22	110.91	114.45	3.54	112.91	114.56	1.47	36.06	18.64	0.34
Sezione 2	705.62	1917.22	110.92	114.41	3.49	112.93	114.56	1.71	31.04	18.33	0.33
Ponte											
	711.47	1911.37	110.91	114.29	3.38	112.93	114.45	1.79	29.69	17.07	0.35
	713.49	1909.36	110.91	114.31	3.40	112.93	114.44	1.59	33.23	17.32	0.37
	798.74	1824.11	110.83	114.20	3.37	112.66	114.29	1.29	41.08	21.87	0.30
	868.25	1754.60	110.77	114.09	3.32	112.71	114.19	1.41	37.51	19.94	0.33
Monte linea AV (Sez 3)	896.96	1725.89	110.73	114.02	3.29	112.70	114.14	1.55	34.20	17.53	0.35
Viadotto linea AV valle linea AV											
	913.58	1709.27	110.73	113.98	3.25	112.70	114.11	1.58	33.56	17.38	0.36
	941.75	1681.10	110.75	113.94	3.19	112.63	114.05	1.46	36.20	18.92	0.34
	985.07	1637.78	110.78	113.86	3.08	112.60	113.98	1.51	35.13	18.52	0.35
	1049.84	1573.01	110.82	113.69	2.87	112.60	113.84	1.74	30.44	16.48	0.41
Sezione 4	1095.96	1526.89	110.84	113.50	2.66	112.62	113.71	2.03	26.06	14.08	0.48
	1103.70	1519.14	111.16	113.20	2.04	112.94	113.64	2.94	18.00	12.24	0.77
	1104.71	1518.14	110.75	113.34	2.59	112.52	113.57	2.10	25.19	13.89	0.50
	1109.01	1513.83	110.74	113.36	2.62	112.44	113.54	1.89	28.04	15.48	0.45
	1110.06	1512.79	110.74	113.34	2.60	112.42	113.54	2.00	26.56	15.43	0.44
Ponte											
	1115.27	1507.58	110.73	113.25	2.52	112.37	113.47	2.05	25.88	15.32	0.45
	1117.35	1505.50	110.73	113.27	2.54	112.37	113.45	1.91	27.70	15.37	0.45
	1127.72	1495.12	110.71	113.19	2.48	112.40	113.41	2.08	25.49	14.35	0.50
	1128.73	1494.12	110.71	113.13	2.42	112.49	113.40	2.33	22.80	13.36	0.57
	1131.24	1491.61	109.59	112.04	2.45	111.37	112.30	2.28	23.20	13.45	0.56
	1132.25	1490.60	109.58	112.06	2.48	111.28	112.29	2.09	25.36	14.30	0.50
	1158.96	1463.89	109.43	111.97	2.54	111.22	112.18	2.04	25.94	15.27	0.50
	1230.09	1392.76	109.01	111.61	2.60	111.05	111.87	2.25	23.60	16.17	0.59
	1295.30	1327.55	108.63	111.21	2.58	110.75	111.50	2.37	22.38	15.43	0.63
Sezione 5	1359.47	1263.38	108.16	110.93	2.77	110.23	111.16	2.12	25.05	14.91	0.52

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2RIID0002-004Rev.
1Foglio
31 di 39

Sezioni	Prog.	River Station	Quota fondo	Livello	Tirante massimo	Livello critico	Carico totale	Velocità media	Area	Larghezza	N° Froude Totale
	(m)		(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m/s)	(m ²)	(m)	
	1480.66	1142.19	107.74	110.58	2.84	109.73	110.74	1.74	30.45	18.56	0.43
	1610.69	1012.16	107.28	110.29	3.01	109.32	110.41	1.57	33.81	20.40	0.39
	1732.57	890.28	106.86	110.15	3.29	108.82	110.21	1.14	46.47	27.30	0.28
	1789.90	832.95	106.66	110.11	3.45	108.59	110.16	0.94	56.59	32.58	0.23
Sezione 6	1878.14	744.71	106.35	109.98	3.63	108.73	110.07	1.35	39.35	20.23	0.31
	1956.00	666.84	106.29	109.89	3.60	108.57	109.97	1.25	42.32	21.91	0.29
	2028.87	593.98	106.24	109.82	3.58	108.44	109.89	1.16	45.77	23.20	0.26
	2029.87	592.98	106.24	109.80	3.56	108.43	109.88	1.29	40.94	23.07	0.28
Ponte											
	2038.91	583.94	106.23	109.77	3.54	108.45	109.87	1.39	38.22	22.42	0.31
	2040.42	582.43	106.23	109.78	3.55	108.45	109.86	1.22	43.54	22.16	0.28
	2115.42	507.42	106.18	109.71	3.53	108.32	109.78	1.13	47.01	23.71	0.26
Sezione 7	2168.96	453.88	106.14	109.62	3.48	108.38	109.71	1.37	38.68	19.90	0.31
	2258.62	364.23	106.06	109.48	3.42	108.30	109.58	1.40	37.76	20.36	0.33
	2384.97	237.88	105.94	109.26	3.32	108.14	109.36	1.42	37.25	22.29	0.35
	2491.50	131.35	105.84	108.96	3.12	108.10	109.12	1.76	30.13	18.79	0.44
	2549.40	73.45	105.79	108.51	2.72	108.14	108.84	2.53	20.95	14.98	0.68
Sezione 8	2598.65	24.20	105.74	108.24	2.50	107.81	108.49	2.18	24.29	18.37	0.61
	2610.00	12.85	105.74	108.14	2.40	107.80	108.41	2.31	22.96	18.39	0.66
	2611.00	11.85	105.74	108.13	2.39	107.79	108.41	2.32	22.83	18.37	0.66
Ponte											
	2621.01	1.84	105.74	107.93	2.19	107.79	108.31	2.73	19.44	17.65	0.83
	2622.51	0.34	105.78	107.76	1.98	107.76	108.27	3.15	16.82	16.71	1.00

8. VERIFICA DEL FRANCO DI PROGETTO

La verifica del franco di progetto è fatta secondo la direttive richiesta da Italferr per la quale il franco deve essere superiore a 0.5 m sul carico totale e comunque superiore a 1 m sul livello idrico. Per la verifica Italferr si fa riferimento al carico totale in alveo e non al carico totale complessivo della sezione, cioè al livello calcolato si aggiunge il carico cinetico dovuto alla velocità in alveo. Nella tabella seguente è riportata la verifica del franco di progetto.

Profilo	Portata	livello	Velocità in alveo	Carico cinetico	Carico totale	Intradosso viadotto	Franco verifica – Livello di piena	Franco verifica – Carico totale
	(m ³ /s)	(m s.m.)	(m/s)	(m)	(m s.m.)	(m s.m.)	(m)	(m)
Tr=100	37.00	113.56	1.39	0.10	113.66	115.03	1.47	1.37
Tr=200	44.00	113.77	1.47	0.11	113.88	115.03	1.26	1.15
Tr=500	53.00	114.02	1.55	0.12	114.14	115.03	1.01	0.89

Il franco tra l'intradosso del viadotto ed il livello di piena è adeguato anche in relazione alla piena cinquecentenaria.

9. VERIFICA DELL'EROSIONE DELL'ALVEO

Ai fini della valutazione dell'efficacia antierosiva di una protezione è necessario considerare tutti i parametri idraulici e geometrici: altezza d'acqua della corrente, pendenza della sponda, andamento planimetrico del corso d'acqua, durata dell'evento di piena; ciò significa, in altri termini, che occorre esprimere risultati di prove sperimentali e le conseguenti indicazioni progettuali in termini di tensioni tangenziali ammissibili, tecnicamente più significative del parametro idraulico velocità della corrente.

Per quanto riguarda le protezioni spondali la resistenza al trascinamento è garantita dal peso del materiale costituente la protezione: per una scogliera non si ha crisi della protezione finché non viene raggiunta la tensione tangenziale critica di inizio movimento, che dipende esclusivamente dalla forma del pietrame e dalle sue dimensioni; per materassi e gabbioni l'azione di contenimento della rete incrementa tale resistenza, permettendo che avvenga un movimento parziale all'interno delle tasche senza crisi della protezione.

Il metodo di verifica adottato è quello delle tensioni di trascinamento, di seguito descritto.

TENSIONI AGENTI

La formula per calcolare la tensione tangenziale massima al fondo fa riferimento al raggio idraulico R (m) e alla pendenza del fondo i_f :

$$\tau_b = \gamma_w R i_f$$

Nel caso di alvei larghi e poco profondi si compie un errore trascurabile sostituendo R (raggio idraulico) con h (tirante idraulico rispetto al fondo); in questo caso è possibile effettuare questa semplificazione.

Quindi:

TENSIONE AGENTE AL FONDO	$\tau_b = \gamma_w R i_f$	$\tau_b = 1000 \cdot 3.29 \cdot 0.0025 = 8.22$	Kg/m²
TENSIONE SULLE SPONDE	$\tau_m = 0.75 \cdot \gamma_w \cdot R \cdot i_f$	$\tau_m = 0.75 \cdot 1000 \cdot 3.29 \cdot 0.0025 = 6.17$	Kg/m²

Avendo valutato che nell'intorno dell'attraversamento dell'A.V. la pendenza media del fondo alveo è pari a 0.0025 (m/m).

TENSIONI RESISTENTI E LORO VERIFICA

Per quanto riguarda la resistenza al trascinamento si definisce tensione massima di trascinamento τ_c il massimo sforzo tangenziale oltre il quale il materiale di fondo comincia a muoversi.

Per i materiali non coesivi la formula generalmente utilizzata è la formula di Shields:

$$\tau_c = C^* \cdot (\gamma_m - \gamma_w) \cdot d_{75}$$

dove:

τ_c = tensione massima di trascinamento (kg/m²)

C^* = coefficiente di Shields, dimensionale.

γ_m = peso specifico del materiale d'alveo

γ_w = peso specifico dell'acqua (1000 Kg/m²)

d_{75} = diametro del vaglio che consente il passaggio del 75 % del materiale d'alveo (m)
= 0.70 m

Il coefficiente di Shields per il pietrame sciolto vale circa 0.047.

Inoltre, per pietrame di peso specifico circa pari a 2600 Kg/m³, la formula citata diventa:

$$\tau_c = 0.047 \cdot (2600 - 1000) \cdot 0.70 = 52.64 \text{ kg/m}^2$$

per il materiale non coesivo non situato su un fondo orizzontale, occorre tenere conto della riduzione della tensione massima di trascinamento τ_s (dovuta all'effetto della pendenza della sponda) mediante un coefficiente correttivo e la tensione così modificata va confrontata con la massima tensione agente τ_b (sul fondo alveo), piuttosto che τ_m (sulle sponde):

$$\tau_b \leq \tau_s$$

dove

$$\tau_s = \tau_c \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta}{\sin^2 \varphi}}$$

in cui:

φ = angolo di attrito interno del materiale (non coesivo) che costituisce la sponda = 41°.

θ = angolo di inclinazione della sponda sull'orizzontale = 33°.

Per evitare che il termine sotto radice diventi negativo, occorre che il materiale che costituisce la sponda abbia un angolo di attrito interno superiore all'inclinazione della sponda.

Risulta che:

$$\tau_s = \tau_c \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \vartheta}{\sin^2 \varphi}} = 29.34 \text{ kg/m}^2$$

per cui si ha:

			Esito verifica	Sicurezza
Verifica fondo alveo	$\tau_b \leq \tau_c$	$8.22 < 52.64 \text{ kg/m}^2$.	OK	$\tau_c / \tau_b = 5.90$
Verifica sponde	$\tau_m \leq \tau_s$	$6.17 < 29.34 \text{ kg/m}^2$.	OK	$\tau_m / \tau_s = 4.42$

Il rivestimento spondale e del fondo alveo risulta verificato.

10. PARATIE A PROTEZIONE DELLE PILE 1 E 2

Durante la realizzazione del viadotto verranno realizzate delle opere di sostegno a presidio degli scavi dei plinti delle fondazioni delle pile viadotto situate in prossimità dell'alveo del torrente Garza. Per le opere di sostegno sono previsti diaframmi di spessore 0.80 m e lunghezza 12.0 m. In fase definitiva i diaframmi costituiranno un presidio delle palificate contro eventuali fenomeni di scalzamento del torrente Garza.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica e statica del viadotto Garza, elaborato IN0500DE2CLVI08000010.

11. VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Effetto E.1: modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena

Fattori determinanti: restringimenti di sezioni o ostacoli al deflusso nel tratto di corso d'acqua interessato.

Modalità di quantificazione: confronto tra il profilo di piena in condizioni indisturbate e ad intervento realizzato.

Il viadotto in progetto non interferisce con il deflusso.

Effetto E.2: riduzione della capacità di invaso dell'alveo

Fattori determinanti: riduzioni delle superfici allagabili all'interno della fascia B causate dalla realizzazione dell'intervento.

Le opere in progetto non comportano alcuna riduzione delle superfici allagabili, l'attraversamento avviene totalmente in viadotto.

Effetto E.3: interazioni con opere di difesa idraulica (opere di sponda e argini esistenti)

Fattori determinanti: localizzazione e caratteristiche strutturali degli elementi costituenti parte delle opere in progetto.

Modalità di quantificazione: valutazioni idrauliche sugli effetti idrodinamici coinvolti.

La situazione di progetto non determina di fatto, sulla base dei risultati dei calcoli idraulici, alcuna variazione delle caratteristiche della corrente di piena.

Elementi di compatibilità da considerare:

- *localizzazione e tipologia delle opere in rapporto alle opere idrauliche presenti e potenzialmente interessate;*
- *tipologia delle opere idrauliche interessate;*
- *eventuali modificazioni di tracciato o di tipologia delle opere idrauliche esistenti previste nel progetto,*
- *eventuali soluzioni costruttive adottate per garantire la compatibilità.*

Unica variazione rispetto alla situazione attuale è la sistemazione del tratto a cavallo dell'attraversamento.

Criteri guida di compatibilità:

argini:

- *localizzazione coerente con le distanze di rispetto (norme e regolamenti di polizia idraulica);*
- *assenza di effetti negativi sulla stabilità strutturale del corpo arginale;*
- *assenza di effetti negativi rispetto ai fenomeni di filtrazione nel corpo arginale o di sifonamento nelle fondazioni (fontanazzi);*

La presenza delle pile, esterne al corso d'acqua, non interferisce con la stabilità degli argini.

opere di sponda e in alveo:

- *localizzazione coerente con le norme e i regolamenti di polizia idraulica;*
- mantenimento delle caratteristiche funzionali.*

I criteri guida di compatibilità sono totalmente rispettati.

Effetto E.4: opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento

Fattori determinanti: necessità di protezione delle opere in progetto o di inserimento delle stesse nel sistema fluviale.

Elementi di compatibilità da considerare:

- *opere idrauliche presenti;*
- *soluzioni costruttive adottate.*

Criteri guida di compatibilità:

- *integrazione con le opere idrauliche esistenti;*
- *coerenza con l'assetto di progetto del corso d'acqua nel tratto.*

Non si individuano elementi negativi per il giudizio di compatibilità delle opere in progetto. Non ci sono interazioni con altre opere idrauliche presenti nell'intorno dell'attraversamento. Le opere non comportano alcuna variazione della distribuzione del rischio di esondazione e quindi dell'assetto di progetto del corso d'acqua.

Effetto E.5: modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso e di piena

Fattori determinanti: opere in progetto e soluzioni di inserimento delle stesse nel sistema fluviale.

Modalità di quantificazione: valutazioni idrauliche sugli effetti idrodinamici coinvolti, in rapporto alle caratteristiche geomorfologiche dell'alveo e alle relative tendenze evolutive.

Elementi di compatibilità da considerare:

- *effetti erosivi di fondo e/o di sponda indotti nell'alveo inciso;*
- *attivazione di nuove vie di deflusso all'interno dell'alveo di piena.*

Criteri guida di compatibilità:

- *assenza di effetti erosivi nell'alveo inciso non controllati da opere;*
- *assenza di vie di deflusso preferenziali in piena incompatibili con l'assetto attuale e di progetto del corso d'acqua e con le relative opere idrauliche.*

Non sono attesi effetti erosivi localizzati nell'alveo inciso. Il tratto a cavallo dell'attraversamento è rivestito.

Effetto E.6: modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale

Fattori determinanti: opere in progetto e soluzioni di inserimento delle stesse nel sistema fluviale.

Modalità di quantificazione: valutazioni sugli effetti delle opere in progetto in rapporto alle componenti naturalistiche, ambientali e paesistiche del sistema fluviali.

Si fa riferimento alle considerazioni del precedente capitolo 3 "Caratteristiche ambientali e paesistiche della regione fluviale" .

Elementi di compatibilità da considerare:

- *presenza di componenti o elementi di particolare rilevanza o sensibilità alle modificazioni indotte;*
- *opere di mitigazione previste.*

Criteri guida di compatibilità:

- *miglioramento delle condizioni dell'ecosistema fluviale ottenibili con l'intervento;*

- *recupero ambientale delle aree al contorno.*

Le opere in progetto determinano un impatto limitato e localizzato sull'ambiente fluviale, non modificando in modo sostanziale l'attuale caratteristica ambientale della fascia fluviale.

Effetto E.7: condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena

Fattori determinanti:

- *condizioni di stabilità delle opere costituenti l'intervento in relazione alle sollecitazioni derivanti dal deflusso in piena, con riferimento in particolare agli effetti connessi ai livelli idrici e a quelli derivanti dell'azione erosiva della corrente sulle strutture e sulle fondazioni;*
- *tipologia funzionale dell'intervento.*

Modalità di quantificazione: valutazione delle condizioni di funzionalità dell'opera in concomitanza di un evento di piena.

Il franco tra l'intradosso del ponte ed il livello di piena è adeguato anche in relazione alla piena cinquecentenaria.

Elementi di compatibilità da considerare:

- *misure di protezione previste in progetto rispetto alla sicurezza strutturale e alla funzionalità dell'intervento;*
- *modalità di funzionamento o di utilizzo dell'opera nel corso degli eventi di piena;*
- *sistemi di preannuncio e di allarme per la piena.*

Criteri guida di compatibilità:

- *condizioni di rischio compatibili.*

Lo stato di progetto non modifica significativamente lo stato attuale e quindi le condizioni di rischio.