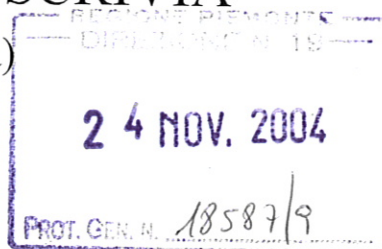




REGIONE PIEMONTE
COMUNE DI ARQUATA SCRIVIA

(Provincia di Alessandria)

RI / DOTTATO CON DELIBERA C.C. N. 8 DEL 23.03.04



VARIANTE GENERALE AL P.R.G.C.- 2003

VARIANTE AL P.R.G.C. APPROVATO CON D.G.R. N. 18-1639 DEL 11.12.2000

ALLEGATO TECNICO A STUDI IDRAULICI

REGIONE PIEMONTE DIREZIONE DA0800
PROGRAMMAZIONE STRATEGICA,
POLITICHE TERRITORIALI ED EDILIZIA
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE
IN DATA 27 MAG 2008
APPROVATO CON D.G.R. N. 22-8.18.1-
IL DIRIGENTE
ARCH. ANDREA MARINI

RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA TORRENTE SCRIVIA E TORRENTE SPINTI

ALLEGATO ALLA DELIBERA C.C. N. 12 DEL 09/04/2004

ALLEGATO ALLA DELIBERA C.C. N. 30 DEL 29/10/2004

IL SINDACO
M.G. Morando

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Arch. Laura Orongo

L'ASSESSORE ALL'URBANISTICA
Ing. R. Tamburini

IL SEGRETARIO
Dott. R. Austa

IL PROGETTISTA
Dott. Ing. P. Cavallero

ELABORATO

A1.1

SCALA

STUDI URBANISTICI : Dott. Arch. R. Carrea
P.zza Dellepiane 3, Novi Ligure (AL)

STUDI GEOLOGICI : Dott. Geol. E. Guerra
Via Roma 74/4, Arquata Scrivia (AL)

STUDI IDRAULICI : Dott. Ing. P. Cavallero
C.so Vittorio Emanuelell 32, Torino

ARQUATA SCRIVIA

MARZO 2003

SOMMARIO

1) <i>PREMESSA</i>	3
2) <i>DESCRIZIONE DEL TRATTO OGGETTO DI STUDIO</i>	5
3) <i>VERIFICHE IDRAULICHE TORRENTE SCRIVIA</i>	8
3.1) Determinazione delle portate di calcolo	8
3.2) Studio idrologico Torrente Scrivia	9
3.3) Modello idraulico di moto permanente	20
3.4) Parametri per la caratterizzazione del modello	22
3.5) Condizioni al contorno del modello	23
3.6) VERIFICA 1 - Verifiche idrauliche in moto permanente	24
4) <i>VERIFICHE IDRAULICHE TORRENTE SPINTI</i>	71
4.1) Determinazione delle portate di calcolo	71
4.2) Studio idrologico Torrente Spinti	72
4.3) Modello idraulico di moto permanente	78
4.4) Parametri per la caratterizzazione del modello	79
4.5) Condizioni al contorno del modello	80
4.6) VERIFICA 1 - Verifiche idrauliche in moto permanente	81
5) <i>COMMENTO AI RISULTATI IDRAULICI OTTENUTI</i>	96
5.1 Torrente Scrivia	96
5.2 Torrente Spinti	96
5.3 Rii Minori	97

1) PREMESSA

L'articolo 6 della deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po di adozione del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico prevede una fase iniziale e transitoria di integrazione e di aggiornamento del PAI a mezzo dei piani regolatori, sulla scorta delle informazioni sui dissesti risultanti dalle varianti di adeguamento dei medesimi Piani Regolatori.

Il presente studio idraulico è finalizzato a valutare, in sede di variante al PRGC, l'assetto idraulico e idrogeologico del territorio comunale, con particolare riferimento al rischio idraulico sussistente sul territorio in base alle disposizioni del D.G.R. 15/07/2002 n°45-6656

Ulteriore scopo è quello di adeguare le previsioni contenute nel Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) attualmente in vigore fornendo uno studio di maggior dettaglio.

Lo studio prende in considerazione in primo luogo il torrente Scrivia, per il quale è stato eseguito a cura dello scrivente un rilievo generale delle sezioni principali con strumento GPS ed un rilievo topografico di dettaglio delle aree situate in vicinanza del centro abitato ed interessate da insediamenti produttivi, per definirne con buona precisione i limiti alluvionati da eventi di piena per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni, riportandoli cartograficamente sugli elaborati A2 1:10000, A2.1 1:2000 e A2.2 1:500. Le suddette aree sono state confrontate con le aree ad Elevato Rischio di Esondazione individuate nel PAI, rilevandone la diversità come illustrato dalla Tav. A.4. Si è esaminato altresì il Torrente Spinti definito dal PAI come area con Pericolosità non perimetrata

Stante il completo sviluppo del suddetto Torrente in un'area totalmente disabitata e non interessata nelle immediate vicinanze da insediamenti, abitativi e/o produttivi, né da infrastrutture pubbliche e poiché tale situazione di assenza di urbanizzazione rimane inalterata nelle attuali previsioni del P.R.G.C., non si è operato un affinamento degli studi idraulici per definire le aree interessate dagli eventi di piena per i vari tempi di ritorno.

Pertanto le aree ad elevata pericolosità idraulica risultano definite in base al criterio morfologico che considera a rischio idraulico tutto l'alveo attivo e le sponde acclivi direttamente a contatto dello stesso.

Eventuali varianti urbanistiche che prevedano l'utilizzo di porzioni di territorio entro tale fascia dovranno essere corredate di appositi studi idrogeologici che ne dimostrino la non pericolosità.

In vicinanza della confluenza dello Spinti nello Scrivia è stata verificata la compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche esistenti (Ponte carreggiata Genova – Serravalle dell'Autostrada A7, Ponte della carreggiata Serravalle – Genova, sempre Autostrada A7 e Ponte della strada Comunale Varinella – Chilandrizzo), riscontrandone la piena compatibilità idraulica nei confronti dei franchi di sicurezza (Vedi Relazione A.1.1).

Come richiesto dalla normativa sono state individuate inoltre le interferenze della rete dei corsi d'acqua minori con le infrastrutture situate in vicinanza di aree urbanizzate o previste urbanizzande nel P.R.G.C., verificandone puntualmente la loro adeguatezza idraulica per portate di piena di 20, 100, 200, 500 anni di tempo di ritorno.

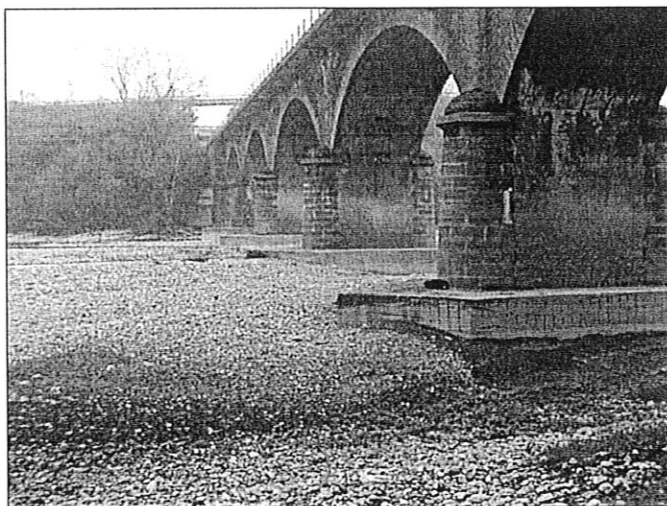
I risultati numerici di tutte le verifiche sono riportati nell'elaborato A.1.2.

2) DESCRIZIONE DEL TRATTO OGGETTO DI STUDIO

Il tratto del torrente Scrivia oggetto dello studio è ubicato in prossimità della città di Arquata Scrivia (AL), in corrispondenza della confluenza con il Torrente Spinti. Presenta una lunghezza di circa 3500 metri per una pendenza media del fondo alveo dell'ordine dello 0.35%. Le caratteristiche idrodinamiche del corso d'acqua si mantengono pressoché costanti.

Nel tratto in esame sono presenti tre manufatti: il ponte in prossimità dell'abitato di Vocemola Castello, il ponte che collega la città di Arquata con la frazione Varinella e, più a valle, il ponte che collega la zona industriale della città con la località di Vignole Borbera. Tutti i manufatti citati presentano grosse pile in alveo che tuttavia non recano particolari problemi al deflusso della corrente idrica in caso di piena, poiché la quota d'intradosso degli impalcati si trova ad un livello notevolmente superiore rispetto alla quota di fondo del canale principale dello Scrivia.

Le sezioni iniziali si trovano a valle del Ponte per Vignole Borbera, ad una quota del fondo alveo di 207.94 m; il manufatto presenta una struttura in mattoni a cinque arcate con pile in alveo di notevole ingombro. Su una di queste, in sponda sinistra, è posto un idrometro per la misura dei tiranti idrici, come si può vedere nella fotografia riportata di seguito.

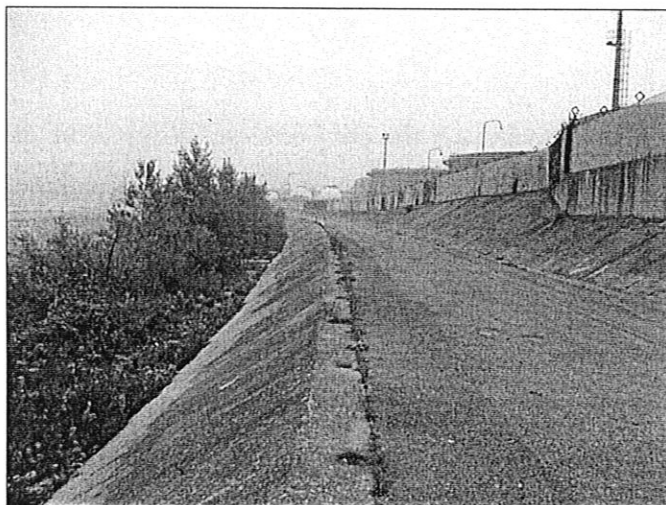


Fot.1 – Ponte per Vignole Borbera

La sezione di deflusso si presenta piuttosto estesa, dell'ordine dei 150 metri; il materiale presente in alveo è costituito da pietrisco e ciottoli di modesta pezzatura. Abbonda la vegetazione sulle sponde mentre è piuttosto rada nel canale principale. Lo Scrivia presenta caratteristiche tipiche di un corso d'acqua fluviale.

Il piazzale adiacente al canale principale, in sponda sinistra, si trova ad una quota di poco superiore a quella del fondo alveo, pertanto è soggetto a pericolo di esondazione in caso di piena con tempo di ritorno cinquecentennale.

Risalendo verso monte, la sezione di deflusso mantiene un profilo piuttosto omogeneo, sia dal punto di vista geometrico, sia dal punto di vista della scabrezza che le caratterizza. La sponda sinistra è costituita da un argine artificiale posto a difesa della zona industriale della città. Tale argine si protrae lungo il corso d'acqua per più di un chilometro ed è verificato anche per le piene cinquecentennali.



Fot.2 – Argine artificiale a difesa della zona industriale

Risalendo verso monte si giunge in prossimità della confluenza con il torrente Spinti. Le caratteristiche del corso d'acqua rimangono pressoché inalterate, si nota tuttavia un incremento della quantità di materiale presente in alveo, incremento dovuto al contributo fornito dallo Spinti nei trascorsi eventi di piena. La sezione idrica in corrispondenza della confluenza assume una dimensione maggiore, superiore ai 200 metri e rimane contenuta nell'alveo inciso come risulta dalle seguenti verifiche idrauliche.



Fot.3 – Confluenza con il torrente Spinti

Più a monte è posizionata la traversa (raffigurata nella fotografia sottostante) che si trova immediatamente a valle del ponte per Varinella. Le dimensioni del canale principale sono nuovamente dell'ordine di 150 metri e la geometria della sezione è definita dalla presenza della traversa stessa. Il materiale costituente il fondo alveo conserva le medesime caratteristiche viste precedentemente, in termini di pezzatura, il quantitativo risulta inferiore.



Fot.4 – Sezione a valle della traversa

Risalendo verso monte la geometria del corso d'acqua cambia progressivamente, con notevole aumento della sezione utile al deflusso. In corrispondenza del ponte per Vocemola Castello il canale principale presenta una sezione idrica di circa 400 metri, valore che tende lentamente a diminuire risalendo ulteriormente il corso d'acqua.

3) VERIFICHE IDRAULICHE TORRENTE SCRIVIA

3.1) Determinazione delle portate di calcolo

Sono state eseguite le verifiche idrauliche di moto permanente per il corso d'acqua in esame, nel tratto compreso tra i ponti che collegano il Comune di Arquata Scrivia con le località di Vignole Borbera e di Vocemola Castello.

La **portata di calcolo**, ovvero la portata massima al colmo per un tempo di ritorno pari a 200 anni, è stata desunta dalla “*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*”, allegata alle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI):

$$Q_{c \max (Tr = 200 \text{ anni})} = 2300 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tale portata è riferita alla sezione di Serravalle Scrivia, posta a valle di Arquata.

In relazione ai valori di portata desunti dalla sopracitata Direttiva, per i tempi di ritorno riportati, sono state elaborate le portate di calcolo in funzione della superficie del bacino, secondo l'espressione fornita da Gherardelli e Marchetti per bacini aventi le medesime caratteristiche idrologiche:

$$Q_{\max} = Q_{100} \left(\frac{S}{100} \right)^{2/3}$$

$Q_{\max}$ = portata di massima piena in uscita dal bacino (m^3/s)

Q_{100} = contributo di massima piena relativo ad un'area scolante di 100 km^2 ($\text{m}^3/\text{s km}^2$)

S = superficie del bacino imbrifero (km^2)

Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori delle portate di calcolo, per i diversi tempi di ritorno, ottenuti in funzione della formula espressa da Gherdelli/Marchetti, per il torrente Scrivia ad Arquata, ed in corrispondenza della confluenza con il torrente Spinti.

Valori di portata $Q_{20} - Q_{100} - Q_{200} - Q_{500}$ ad Arquata Scrivia

TORRENTE SCRIVIA - PORTATE DI CALCOLO A MONTE DEL TORRENTE BORBERA							
T	Q _{circ}	S Bacino	(S/100) ^{^(2/3)}	Q ₁₀₀	S Arquata	(S/100) ^{^(2/3)}	Q Arquata
anni	mc/s	Kmq		mc/s	Kmq		mc/s
20	1530	605	3,320	460,81	360,00	2,35	1082,40
100	2000	605	3,320	602,37	360,00	2,35	1414,91
200	2300	605	3,320	692,72	360,00	2,35	1627,14
500	2600	605	3,320	783,07	360,00	2,35	1839,38

Valori di portata $Q_{20} - Q_{100} - Q_{200} - Q_{500}$ a monte del Torrente Spinti

TORRENTE SCRIVIA - PORTATE DI CALCOLO A MONTE DEL TORRENTE SPINTI							
T	Q _{circ}	S Bacino	(S/100) ^{^(2/3)}	Q ₁₀₀	S Arquata	(S/100) ^{^(2/3)}	Q Varinella
		Kmq		mc/s	Kmq		mc/s
20	1530	605	3,320	460,81	312,00	2,14	983,91
100	2000	605	3,320	602,37	312,00	2,14	1286,16
200	2300	605	3,320	692,72	312,00	2,14	1479,09
500	2600	605	3,320	783,07	312,00	2,14	1672,01

3.2) Studio idrologico Torrente Scrivia

Per confronto con le portate di calcolo elaborate precedentemente è stato eseguito uno studio idrologico a partire dai valori dei parametri “a” ed “n” che definiscono le curve di possibilità climatica, indicati nelle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l’assetto idrogeologico (PAI), con riferimento alle stazioni pluviometriche che insistono sullo Scrivia.

La metodologia si basa sull’applicazione della formula razionale:

$$Q_c = 0.28 \, c \, i \, A$$

Dove:

Q_c = portata al colmo	(m ³ /s)
c = coefficiente di deflusso	(-)
i = intensità di pioggia	(mm/h)
A = superficie del bacino	(km ²)

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- La precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino
- La portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità di pioggia
- Il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione
- L'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione T_c

Il tempo di corrivazione del bacino è stato calcolato con la formula di Giandotti

$$T_c = \frac{(4\sqrt{A} + 1.5L)}{0.8\sqrt{(H_m - H_0)}}$$

dove:

L = lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino (km)

H_m = altitudine media del bacino (m.s.m.)

H_0 = altitudine della sezione di chiusura (m.s.m.)

ed assume il valore di 7,811 ore.

COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Il coefficiente di deflusso adottato per il calcolo della portata al colmo è riportato nella tabella che segue.

Tipo di suolo	C	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0.20	0.10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0.40	0.30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo al di sopra di roccia impermeabile	0.50	0.40

Coefficienti di deflusso raccomandati da "Handbook of Applied Hydrology", Ven Te Chow, 1964

In base a sopralluoghi effettuati lungo il tratto del Torrente Scrivia oggetto di studio e procedendo secondo una via cautelativa, si è ritenuto di adottare il **coefficiente di deflusso c pari a 0.40, 0.45 e 0.50**

I valori dei parametri “a” ed “n” che definiscono le curve di possibilità climatica, sono stati ricavati utilizzando le tabelle emesse dall’Autorità di bacino del fiume Po, “Parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni”, allegate alla Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica.

La curva di probabilità pluviometrica è espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

in cui i parametri a ed n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

La stima delle curve di probabilità pluviometrica nelle stazioni di misura è stata effettuata sulla base delle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione per le durate considerate, definendo i parametri a ed n per i tempi di ritorno di 20, 100, 200, 500 anni.

Per il bacino dello Scrivia sono stati considerati i seguenti valori riferiti alle stazioni pluviometriche insistenti sul bacino imbrifero:

		T = 20		T = 100		T = 200		T = 500	
Codice	Denominazione	a	n	a	n	a	n	a	n
617	Val Noci Diga	62.83	0.408	78.31	0.415	84.89	0.417	93.63	0.420
1621	Scoffera	76.64	0.341	98.50	0.326	107.84	0.321	120.15	0.316
1629	Isola del Cantone	52.05	0.391	67.84	0.384	74.56	0.382	83.46	0.380
1642	Tortona	50.52	0.272	65.55	0.272	71.96	0.272	80.42	0.272

Utilizzando le curve delle quattro stazioni pluviometriche e calcolando le portate idriche col suddetto metodo razionale si ottengono i risultati riportati nelle tabelle seguenti:

PORTATA Q_{20} AD ARQUATA SCRIVIAPortata Q_{20} ad Arquata con $c = 0.40$

PORTATA DI CALCOLO Q_{20} AD ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.40$											
N	Stazione	Sup	a(20)	n(20)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	360	62,83	0,408	40	680	207	7,811	145,339	0,40	750,274
2	Scoffera	360	76,64	0,341	40	680	207	7,811	154,476	0,40	797,441
3	Isola del Cantone	360	52,05	0,391	40	680	207	7,811	116,268	0,40	600,203
4	Tortona	360	50,52	0,272	40	680	207	7,811	88,363	0,40	456,154

Portata Q_{20} ad Arquata con $c = 0.45$

PORTATA DI CALCOLO Q_{20} AD ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.45$											
N	Stazione	Sup	a(20)	n(20)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	360	62,83	0,408	40	680	207	7,811	145,339	0,45	844,058
2	Scoffera	360	76,64	0,341	40	680	207	7,811	154,476	0,45	897,121
3	Isola del Cantone	360	52,05	0,391	40	680	207	7,811	116,268	0,45	675,228
4	Tortona	360	50,52	0,272	40	680	207	7,811	88,363	0,45	513,173

Portata Q_{20} ad Arquata con $c = 0.50$

PORTATA DI CALCOLO Q_{20} AD ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.50$											
N	Stazione	Sup	a(20)	n(20)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	360	62,83	0,408	40	680	207	7,811	145,339	0,50	937,843
2	Scoffera	360	76,64	0,341	40	680	207	7,811	154,476	0,50	996,802
3	Isola del Cantone	360	52,05	0,391	40	680	207	7,811	116,268	0,50	750,253
4	Tortona	360	50,52	0,272	40	680	207	7,811	88,363	0,50	570,192

PORTATA Q_{100} AD ARQUATA SCRIVIAPortata Q_{100} ad Arquata con $c = 0.40$

PORTATA DI CALCOLO Q_{100} AD ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.40$											
N	Stazione	Sup	a(100)	n(100)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	360	78,31	0,415	40	680	207	7,811	183,772	0,40	948,678
2	Scoffera	360	98,50	0,326	40	680	207	7,811	192,509	0,40	993,778
3	Isola del Cantone	360	67,84	0,384	40	680	207	7,811	149,374	0,40	771,106
4	Tortona	360	65,55	0,272	40	680	207	7,811	114,652	0,40	591,863

Portata Q_{100} ad Arquata con $c = 0.45$

PORTATA DI CALCOLO Q_{100} AD ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.45$											
N	Stazione	Sup	a(100)	n(100)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	360	78,31	0,415	40	680	207	7,811	183,772	0,45	1067,263
2	Scoffera	360	98,50	0,326	40	680	207	7,811	192,509	0,45	1118,000
3	Isola del Cantone	360	67,84	0,384	40	680	207	7,811	149,374	0,45	867,495
4	Tortona	360	65,55	0,272	40	680	207	7,811	114,652	0,45	665,845

Portata Q_{100} ad Arquata con $c = 0.50$

PORTATA DI CALCOLO Q_{100} AD ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.50$											
N	Stazione	Sup	a(100)	n(100)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	360	78,31	0,415	40	680	207	7,811	183,772	0,50	1185,848
2	Scoffera	360	98,50	0,326	40	680	207	7,811	192,509	0,50	1242,222
3	Isola del Cantone	360	67,84	0,384	40	680	207	7,811	149,374	0,50	963,883
4	Tortona	360	65,55	0,272	40	680	207	7,811	114,652	0,50	739,828

PORTATA Q_{200} AD ARQUATA SCRIVIAPortata Q_{200} ad Arquata con $c = 0.40$

PORTATA DI CALCOLO Q_{200} AD ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.40$											
N	Stazione	Sup	a(200)	n(200)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	360	84,89	0,417	40	680	207	7,811	200,034	0,40	1032,627
2	Scoffera	360	107,84	0,321	40	680	207	7,811	208,608	0,40	1076,885
3	Isola del Cantone	360	74,56	0,382	40	680	207	7,811	163,497	0,40	844,013
4	Tortona	360	71,96	0,272	40	680	207	7,811	125,864	0,40	649,740

Portata Q_{200} ad Arquata con $c = 0.45$

PORTATA DI CALCOLO Q_{200} AD ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.45$											
N	Stazione	Sup	a(200)	n(200)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	360	84,89	0,417	40	680	207	7,811	200,034	0,45	1161,706
2	Scoffera	360	107,84	0,321	40	680	207	7,811	208,608	0,45	1211,496
3	Isola del Cantone	360	74,56	0,382	40	680	207	7,811	163,497	0,45	949,514
4	Tortona	360	71,96	0,272	40	680	207	7,811	125,864	0,45	730,957

Portata Q_{200} ad Arquata con $c = 0.50$

PORTATA DI CALCOLO Q_{200} AD ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.50$											
N	Stazione	Sup	a(200)	n(200)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	360	84,89	0,417	40	680	207	7,811	200,034	0,50	1290,784
2	Scoffera	360	107,84	0,321	40	680	207	7,811	208,608	0,50	1346,107
3	Isola del Cantone	360	74,56	0,382	40	680	207	7,811	163,497	0,50	1055,016
4	Tortona	360	71,96	0,272	40	680	207	7,811	125,864	0,50	812,174

PORTATA Q_{500} AD ARQUATA SCRIVIAPortata Q_{500} ad Arquata con $c = 0.40$

PORTATA DI CALCOLO Q_{500} AD ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.40$											
N	Stazione	Sup	a(500)	n(500)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	360	93,60	0,420	40	680	207	7,811	221,923	0,40	1145,621
2	Scoffera	360	120,15	0,316	40	680	207	7,811	230,044	0,40	1187,545
3	Isola del Cantone	360	83,46	0,380	40	680	207	7,811	182,263	0,40	940,884
4	Tortona	360	80,42	0,272	40	680	207	7,811	140,661	0,40	726,126

Portata Q_{500} ad Arquata con $c = 0.45$

PORTATA DI CALCOLO Q_{500} AD ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.45$											
N	Stazione	Sup	a(500)	n(500)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	360	93,60	0,420	40	680	207	7,811	221,923	0,45	1288,823
2	Scoffera	360	120,15	0,316	40	680	207	7,811	230,044	0,45	1335,988
3	Isola del Cantone	360	83,46	0,380	40	680	207	7,811	182,263	0,45	1058,495
4	Tortona	360	80,42	0,272	40	680	207	7,811	140,661	0,45	816,892

Portata Q_{500} ad Arquata con $c = 0.50$

PORTATA DI CALCOLO Q_{500} AD ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.50$											
N	Stazione	Sup	a(500)	n(500)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	360	93,60	0,420	40	680	207	7,811	221,923	0,50	1432,026
2	Scoffera	360	120,15	0,316	40	680	207	7,811	230,044	0,50	1484,431
3	Isola del Cantone	360	83,46	0,380	40	680	207	7,811	182,263	0,50	1176,105
4	Tortona	360	80,42	0,272	40	680	207	7,811	140,661	0,50	907,658

PORTATA Q_{20} A MONTE DELLA CONFLUENZA CON LO SPINTI

Portata Q_{20} a monte della confluenza con lo Spinti con $c = 0.40$

PORTATA DI CALCOLO Q_{20} A MONTE DI ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.40$											
N	Stazione	Sup	a(20)	n(20)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	312	62,83	0,408	40	680	207	7,509	143,025	0,40	665,554
2	Scoffera	312	76,64	0,341	40	680	207	7,509	152,418	0,40	709,261
3	Isola del Cantone	312	52,05	0,391	40	680	207	7,509	114,494	0,40	532,784
4	Tortona	312	50,52	0,272	40	680	207	7,509	87,423	0,40	406,815

Portata Q_{20} a monte della confluenza con lo Spinti con $c = 0.45$

PORTATA DI CALCOLO Q_{20} A MONTE DI ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.45$											
N	Stazione	Sup	a(20)	n(20)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	312	62,83	0,408	40	680	207	7,509	143,025	0,45	748,748
2	Scoffera	312	76,64	0,341	40	680	207	7,509	152,418	0,45	797,919
3	Isola del Cantone	312	52,05	0,391	40	680	207	7,509	114,494	0,45	599,382
4	Tortona	312	50,52	0,272	40	680	207	7,509	87,423	0,45	457,667

Portata Q_{20} a monte della confluenza con lo Spinti con $c = 0.50$

PORTATA DI CALCOLO Q_{20} A MONTE DI ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.50$											
N	Stazione	Sup	a(20)	n(20)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	312	62,83	0,408	40	680	207	7,509	143,025	0,50	831,942
2	Scoffera	312	76,64	0,341	40	680	207	7,509	152,418	0,50	886,576
3	Isola del Cantone	312	52,05	0,391	40	680	207	7,509	114,494	0,50	665,980
4	Tortona	312	50,52	0,272	40	680	207	7,509	87,423	0,50	508,519

PORTATA Q_{100} A MONTE DELLA CONFLUENZA CON LO SPINTIPortata Q_{100} a monte della confluenza con lo Spinti con $c = 0.40$

PORTATA DI CALCOLO Q_{100} A MONTE DI ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.40$											
N	Stazione	Sup	a(100)	n(100)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	312	78,31	0,415	40	680	207	7,509	180,797	0,40	841,322
2	Scoffera	312	98,50	0,326	40	680	207	7,509	190,056	0,40	884,408
3	Isola del Cantone	312	67,84	0,384	40	680	207	7,509	147,135	0,40	684,680
4	Tortona	312	65,55	0,272	40	680	207	7,509	113,432	0,40	527,845

Portata Q_{100} a monte della confluenza con lo Spinti con $c = 0.45$

PORTATA DI CALCOLO Q_{100} A MONTE DI ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.45$											
N	Stazione	Sup	a(100)	n(100)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	312	78,31	0,415	40	680	207	7,509	180,797	0,45	946,488
2	Scoffera	312	98,50	0,326	40	680	207	7,509	190,056	0,45	994,959
3	Isola del Cantone	312	67,84	0,384	40	680	207	7,509	147,135	0,45	770,264
4	Tortona	312	65,55	0,272	40	680	207	7,509	113,432	0,45	593,826

Portata Q_{100} a monte della confluenza con lo Spinti con $c = 0.50$

PORTATA DI CALCOLO Q_{100} A MONTE DI ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.50$											
N	Stazione	Sup	a(100)	n(100)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	312	78,31	0,415	40	680	207	7,509	180,797	0,50	1051,653
2	Scoffera	312	98,50	0,326	40	680	207	7,509	190,056	0,50	1105,510
3	Isola del Cantone	312	67,84	0,384	40	680	207	7,509	147,135	0,50	855,849
4	Tortona	312	65,55	0,272	40	680	207	7,509	113,432	0,50	659,807

PORTATA Q_{200} A MONTE DELLA CONFLUENZA CON LO SPINTI

Portata Q_{200} a monte della confluenza con lo Spinti con $c = 0.40$

PORTATA DI CALCOLO Q_{200} A MONTE DI ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.40$											
N	Stazione	Sup	a(200)	n(200)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	312	84,89	0,417	40	680	207	7,509	196,781	0,40	915,699
2	Scoffera	312	107,84	0,321	40	680	207	7,509	205,991	0,40	958,558
3	Isola del Cantone	312	74,56	0,382	40	680	207	7,509	161,059	0,40	749,473
4	Tortona	312	71,96	0,272	40	680	207	7,509	124,525	0,40	579,462

Portata Q_{200} a monte della confluenza con lo Spinti con $c = 0.45$

PORTATA DI CALCOLO Q_{200} A MONTE DI ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.45$											
N	Stazione	Sup	a(200)	n(200)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	312	84,89	0,417	40	680	207	7,509	196,781	0,45	1030,162
2	Scoffera	312	107,84	0,321	40	680	207	7,509	205,991	0,45	1078,378
3	Isola del Cantone	312	74,56	0,382	40	680	207	7,509	161,059	0,45	843,158
4	Tortona	312	71,96	0,272	40	680	207	7,509	124,525	0,45	651,895

Portata Q_{200} a monte della confluenza con lo Spinti con $c = 0.50$

PORTATA DI CALCOLO Q_{200} A MONTE DI ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.50$											
N	Stazione	Sup	a(200)	n(200)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	312	84,89	0,417	40	680	207	7,509	196,781	0,50	1144,624
2	Scoffera	312	107,84	0,321	40	680	207	7,509	205,991	0,50	1198,198
3	Isola del Cantone	312	74,56	0,382	40	680	207	7,509	161,059	0,50	936,842
4	Tortona	312	71,96	0,272	40	680	207	7,509	124,525	0,50	724,328

PORTATA Q_{500} A MONTE DELLA CONFLUENZA CON LO SPINTI

Portata Q_{500} a monte della confluenza con lo Spinti con $c = 0.40$

PORTATA DI CALCOLO Q_{500} A MONTE DI ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.40$											
N	Stazione	Sup	a(500)	n(500)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	312	93,60	0,420	40	680	207	7,509	218,288	0,40	1015,779
2	Scoffera	312	120,15	0,316	40	680	207	7,509	227,203	0,40	1057,266
3	Isola del Cantone	312	83,46	0,380	40	680	207	7,509	179,559	0,40	835,560
4	Tortona	312	80,42	0,272	40	680	207	7,509	139,164	0,40	647,587

Portata Q_{500} a monte della confluenza con lo Spinti con $c = 0.45$

PORTATA DI CALCOLO Q_{500} A MONTE DI ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.45$											
N	Stazione	Sup	a(500)	n(500)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	312	93,60	0,420	40	680	207	7,509	218,288	0,45	1142,751
2	Scoffera	312	120,15	0,316	40	680	207	7,509	227,203	0,45	1189,424
3	Isola del Cantone	312	83,46	0,380	40	680	207	7,509	179,559	0,45	940,005
4	Tortona	312	80,42	0,272	40	680	207	7,509	139,164	0,45	728,535

Portata Q_{500} a monte della confluenza con lo Spinti con $c = 0.50$

PORTATA DI CALCOLO Q_{500} A MONTE DI ARQUATA SCRIVIA - $C = 0.50$											
N	Stazione	Sup	a(500)	n(500)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	312	93,60	0,420	40	680	207	7,509	218,288	0,50	1269,723
2	Scoffera	312	120,15	0,316	40	680	207	7,509	227,203	0,50	1321,583
3	Isola del Cantone	312	83,46	0,380	40	680	207	7,509	179,559	0,50	1044,450
4	Tortona	312	80,42	0,272	40	680	207	7,509	139,164	0,50	809,484

Come si evince dalle tabelle, i risultati ottenuti calcolando le portate idriche col metodo razionale risultano sensibilmente inferiori a quelle ottenute applicando la formula di Gherardelli/Marchetti alle portate di massima piena indicate dall'Autorità di Bacino per il Po per la sezione di Serravalle. Per le verifiche idrauliche seguenti si è ritenuto pertanto preferibile far riferimento a queste ultime.

E' stata eseguita una verifica idraulica, assegnando determinati valori di scabrezza al torrente Scrivia dedotti da sopralluoghi in sito e considerando altresì il contributo fornito dal torrente Spinti a valle della sezione di confluenza.

I valori di portata introdotti nelle verifiche di moto permanente sono riportati nella tabella seguente; a partire dalla sezione 1.26 è pertanto opportuno considerare il contributo dovuto al bacino dello Spinti, che presenta una superficie complessiva pari a 48 km².

<i>VERIFICA</i>	<i>Q VERIFICA</i> [m ³ /s]	<i>DESCRIZIONE</i>	<i>Q VERIFICA</i> [m ³ /s]	<i>DESCRIZIONE</i>
MOTO PERMANENTE T₅₀₀	1672	Monte Torrente Spinti	1840	Valle Torrente Spinti
MOTO PERMANENTE T₂₀₀	1480	Monte Torrente Spinti	1628	Valle Torrente Spinti
MOTO PERMANENTE T₁₀₀	1287	Monte Torrente Spinti	1415	Valle Torrente Spinti
MOTO PERMANENTE T₂₀	984	Monte Torrente Spinti	1083	Valle Torrente Spinti

3.3) Modello idraulico di moto permanente

Nelle verifiche in condizioni di moto permanente si ipotizza il perdurare, per un certo periodo di tempo, di una portata costante nelle varie sezioni e pari al valore massimo stimato o misurato. Detta condizione risulta nettamente a favore di sicurezza, perché trascura gli eventuali effetti di laminazione della piena nel suo propagarsi da monte verso valle e considera, per un certo intervallo di tempo, il valore massimo del colmo di piena.

Il calcolo del profilo del pelo libero di moto permanente è effettuato integrando l'equazione del moto ottenuta esprimendo la perdita "i" di carico totale per unità di lunghezza della corrente, rappresentata dalla seguente espressione:

$$-\frac{dH}{ds}=i=\frac{Q^2}{\Omega^2 C^2 \cdot R \cdot g}$$

Il calcolo dei livelli è stato effettuato attraverso un metodo numerico che correla le perdite di carico della corrente in un tratto compreso tra 2 sezioni, e di conseguenza la

differenza dei livelli idrici alle caratteristiche geometriche e tipologiche delle sezioni prese in considerazione.

In una sezione "i" il carico idraulico è pari a:

$$H_i = Z_i + Y_i + \frac{U_i^2}{2g} = h_i + \frac{U_i^2}{2g}$$

Nella sezione successiva "i+1", il carico totale

$$H_{(i+1)} = H_i + \Delta H_{(i,i+1)}$$

si ottiene risolvendo l'equazione:

$$H_{(i+1)} = h_{(i+1)} + \frac{Q^2}{2g \cdot A_{(i+1)}^2}$$

Con procedimenti iterativi di calcolo, assumendo in una prima approssimazione un valore per $h_{(i+1)}$ dedotto dal calcolo delle perdite nel tronco ipotizzando che queste si mantengano costanti ed uguali a quelle della sezione iniziale e paragonandolo a quello che compete alla sezione successiva, si ripete il calcolo finché la differenza tra i due non diventi trascurabile.

A seguito della esecuzione ripetuta del procedimento iterativo con il codice di calcolo HEC-RAS (US Army Corps of Engineers) in tutti i tronchi successivi si determinano i livelli idrici presenti nelle varie sezioni di verifica per le portate considerate.

3.4) Parametri per la caratterizzazione del modello

I parametri necessari per la definizione del modello di calcolo sono i seguenti:

- Geometria dell'alveo, definita in base a rilievo plano-altimetrico speditivo del terreno effettuato con sistema satellitare GPS in RTK con riferimento a punti di coordinata nota (ponti) sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000
- Portata di verifica, dedotta a seguito di precedenti studi idraulici
- Coefficienti di scabrezza
- Coefficienti di perdita di carico per contrazione/espansione

COEFFICIENTI DI SCABREZZA

I coefficienti di scabrezza adottati per le simulazioni sono schematizzati nella tabella che segue.

Alveo allo stato attuale:

ALVEO	C Strickler ($\text{m s}^{-1/3}$)	Adottato per
Canale in terra	30	Alveo torrente Scrivia
Vegetazione diffusa	20	Tutte le aree golenali

COEFFICIENTI DI PERDITA DI CARICO CONCENTRATA

I coefficienti utilizzati nelle simulazioni per il calcolo delle perdite di carico concentrate sono i seguenti:

TIPO PERDITE	COEFFICIENTE
Contrazione	0.1
Espansione	0.3

3.5) Condizioni al contorno del modello

Le condizioni al contorno del modello idraulico di moto permanente sono i livelli piezometrici ipotizzati, o conosciuti, nelle sezioni di “partenza”, ovvero quelle da cui inizia la procedura di calcolo; in particolare per il regime idraulico di *corrente lenta* la condizione al contorno è il livello del tirante idrico nella sezione più a valle, mentre per il regime di *corrente veloce* è il livello piezometrico nella sezione più a monte del tronco di corso d’acqua in esame.

Data la modesta pendenza e la notevole regolarità del tronco oggetto dello studio, le simulazioni vengono condotte in regime di corrente di tipo “lento”; è necessario pertanto introdurre nel modello il valore della pendenza media del corso d’acqua nel tratto esaminato, in funzione del quale è possibile esprimere il valore dell’altezza idrica di moto uniforme da cui ha inizio la procedura di calcolo.

<i>VERIFICA</i>	<i>LIVELLO PIEZOMETRICO DI VALLE</i>
<i>MOTO PERMANENTE</i>	altezza di moto uniforme

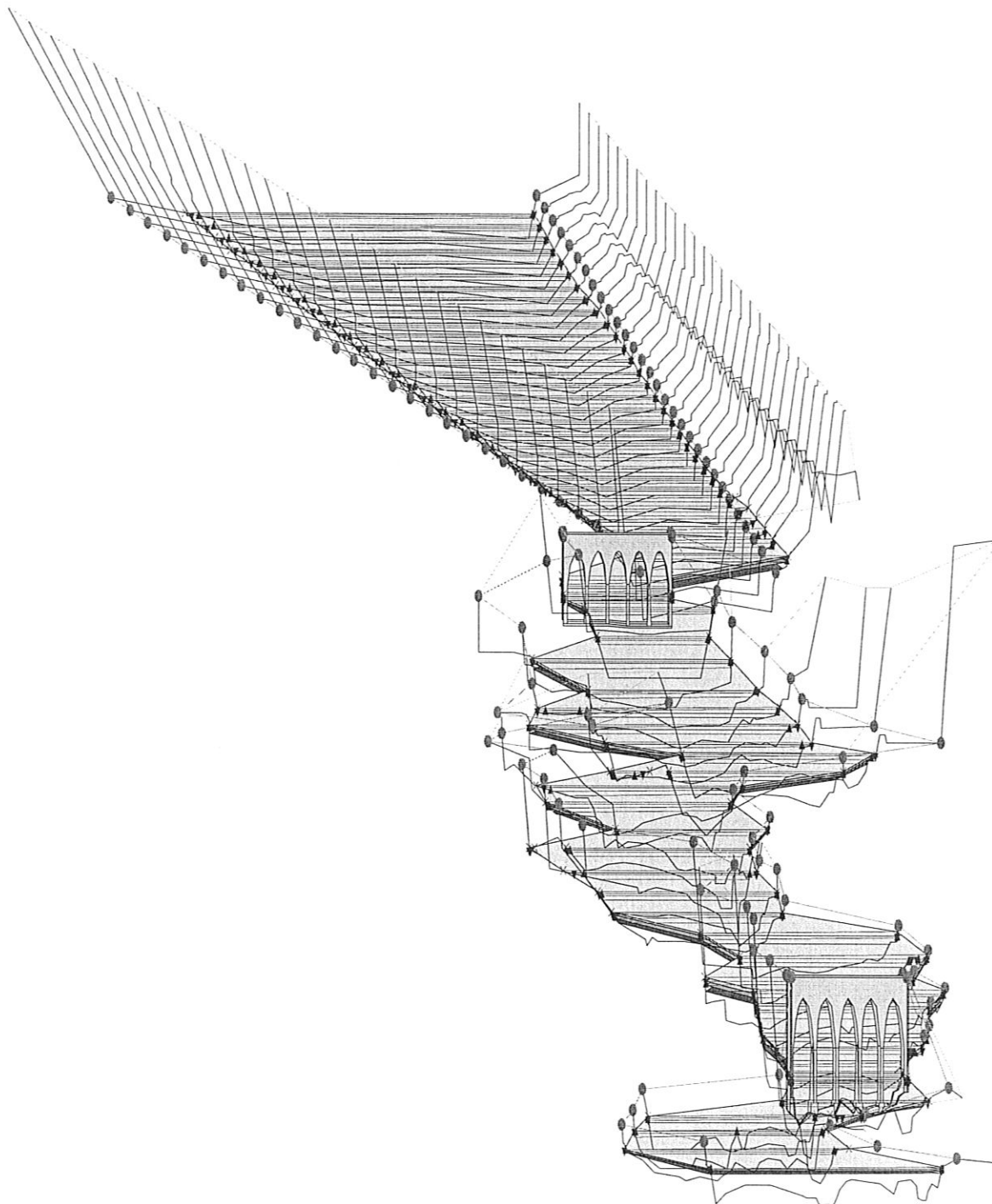
3.6) VERIFICA 1 - Verifiche idrauliche in moto permanente

Nelle ipotesi idrauliche sopra esposte è stato schematizzato il moto permanente per le portate di piena ipotizzate; per ciascuna delle verifiche specificate, si riportano i seguenti allegati tabulari e grafici:

- tabella relativa alla verifica in cui compaiono: portata di calcolo, numero della sezione di verifica, quota del fondo scorrevole [m slm], quota piezometrica [m slm], quota dell'altezza critica [m slm], quota del carico totale [m slm], velocità media nella sezione [m/s], area occupata dalla corrente idrica [m²], ampiezza del pelo libero [m], numero di Froude.;
- profilo longitudinale in cui sono evidenziati il fondo scorrevole, le sponde, il profilo di pelo libero della corrente idrica, il profilo di altezza critica;
- le sezioni trasversali in cui è riportato in via grafica sia il livello del pelo libero che l'altezza critica, per tutte le portate esaminate ed in forma numerica le caratteristiche principali del deflusso della portata duecentennale.

Questi allegati permettono di definire completamente il moto idraulico nel tronco d'alveo studiato; la sezione 1.01 si trova a valle del ponte per Vignole Borbera, mentre la sezione 1.35 si trova a valle del ponte per Vocemola Castello.

Risultati relativi alla verifica di moto permanente



Sezione	Q	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1.35	984.00	225.83	227.86	227.53	228.15	0.004456	2.38	413.58	319.29	0.67
1.35	1287.00	225.83	228.12	227.74	228.46	0.004326	2.59	497.75	331.70	0.67
1.35	1480.00	225.83	228.27	227.86	228.64	0.004254	2.70	548.81	339.01	0.68
1.35	1672.00	225.83	228.42	227.98	228.81	0.004188	2.80	598.08	345.92	0.68
1.34964*	984.00	225.53	227.63	227.30	227.93	0.004392	2.41	408.28	310.15	0.67
1.34964*	1287.00	225.53	227.90	227.51	228.25	0.004254	2.62	492.11	322.88	0.68
1.34964*	1480.00	225.53	228.05	227.64	228.43	0.004179	2.73	542.98	330.37	0.68
1.34964*	1672.00	225.53	228.20	227.76	228.61	0.004112	2.82	592.06	337.43	0.68
1.34928*	984.00	225.24	227.41	227.06	227.71	0.004333	2.43	405.33	301.58	0.67
1.34928*	1287.00	225.24	227.68	227.28	228.03	0.004199	2.63	488.92	314.67	0.67
1.34928*	1480.00	225.24	227.84	227.41	228.22	0.004127	2.74	539.64	322.36	0.68
1.34928*	1672.00	225.24	227.99	227.53	228.40	0.004063	2.84	588.57	329.60	0.68
1.34892*	984.00	224.94	227.19	226.83	227.49	0.004322	2.45	401.00	293.07	0.67
1.34892*	1287.00	224.94	227.46	227.06	227.82	0.004189	2.66	484.17	306.55	0.68
1.34892*	1480.00	224.94	227.62	227.19	228.02	0.004118	2.77	534.62	314.44	0.68
1.34892*	1672.00	224.94	227.78	227.31	228.20	0.004056	2.87	583.26	321.87	0.68
1.34857*	984.00	224.64	226.96	226.60	227.27	0.004325	2.48	396.35	284.85	0.67
1.34857*	1287.00	224.64	227.24	226.83	227.61	0.004192	2.69	479.06	298.74	0.68
1.34857*	1480.00	224.64	227.41	226.97	227.81	0.004123	2.80	529.20	306.86	0.68
1.34857*	1672.00	224.64	227.57	227.10	227.99	0.004063	2.90	577.52	314.48	0.68
1.34821*	984.00	224.34	226.74	226.37	227.06	0.004309	2.51	392.50	277.19	0.67
1.34821*	1287.00	224.34	227.03	226.61	227.40	0.004180	2.71	474.80	291.55	0.68
1.34821*	1480.00	224.34	227.20	226.75	227.60	0.004116	2.82	524.64	299.91	0.68
1.34821*	1672.00	224.34	227.35	226.88	227.79	0.004061	2.92	572.62	307.74	0.68
1.34785*	984.00	224.05	226.52	226.14	226.84	0.004279	2.53	389.19	270.00	0.67
1.34785*	1287.00	224.05	226.81	226.38	227.19	0.004164	2.73	470.93	284.84	0.68
1.34785*	1480.00	224.05	226.98	226.52	227.39	0.004108	2.84	520.34	293.44	0.68
1.34785*	1672.00	224.05	227.14	226.66	227.58	0.004062	2.94	567.88	301.49	0.68
1.3475*	984.00	223.75	226.29	225.91	226.63	0.004297	2.56	384.74	263.19	0.68
1.3475*	1287.00	223.75	226.59	226.16	226.98	0.004195	2.76	465.70	278.55	0.68
1.3475*	1480.00	223.75	226.77	226.31	227.19	0.004148	2.88	514.56	287.43	0.69
1.3475*	1672.00	223.75	226.93	226.44	227.38	0.004109	2.98	561.55	295.71	0.69
1.34714*	984.00	223.45	226.07	225.68	226.41	0.004300	2.58	381.11	257.18	0.68
1.34714*	1287.00	223.45	226.37	225.94	226.77	0.004222	2.79	461.13	273.11	0.69
1.34714*	1480.00	223.45	226.55	226.09	226.98	0.004189	2.91	509.34	282.27	0.69
1.34714*	1672.00	223.45	226.71	226.23	227.17	0.004160	3.01	555.76	290.81	0.69
1.34678*	984.00	223.16	225.85	225.46	226.19	0.004358	2.61	376.33	251.72	0.68
1.34678*	1287.00	223.16	226.15	225.72	226.56	0.004309	2.83	455.04	268.24	0.69
1.34678*	1480.00	223.16	226.32	225.87	226.76	0.004274	2.94	502.62	277.22	0.70
1.34678*	1672.00	223.16	226.49	226.01	226.96	0.004197	3.05	548.55	283.26	0.70
1.34642*	984.00	222.86	225.62	225.23	225.97	0.004398	2.64	372.71	247.40	0.69
1.34642*	1287.00	222.86	225.92	225.50	226.34	0.004360	2.86	450.13	263.35	0.70
1.34642*	1480.00	222.86	226.10	225.65	226.55	0.004277	2.98	497.07	269.62	0.70
1.34642*	1672.00	222.86	226.27	225.80	226.75	0.004194	3.08	542.75	275.57	0.70
1.34607*	984.00	222.56	225.38	225.00	225.75	0.004530	2.68	367.38	243.98	0.70
1.34607*	1287.00	222.56	225.69	225.27	226.12	0.004403	2.90	443.54	255.57	0.70
1.34607*	1480.00	222.56	225.87	225.43	226.33	0.004313	3.02	490.04	261.72	0.70
1.34607*	1672.00	222.56	226.04	225.57	226.54	0.004220	3.12	535.51	267.60	0.70
1.34571*	984.00	222.27	225.14	224.77	225.52	0.004607	2.72	361.72	237.63	0.70
1.34571*	1287.00	222.27	225.45	225.05	225.89	0.004447	2.95	436.87	247.79	0.71
1.34571*	1480.00	222.27	225.64	225.20	226.11	0.004347	3.06	483.05	253.84	0.71
1.34571*	1672.00	222.27	225.81	225.34	226.32	0.004238	3.16	528.53	259.65	0.71
1.34535*	984.00	221.97	224.90	224.54	225.29	0.004646	2.76	356.15	229.93	0.71
1.34535*	1287.00	221.97	225.21	224.81	225.67	0.004477	2.99	430.43	239.85	0.71

COMUNE DI ARQUATA SCRIVIA – Relazione di verifica idraulica Torrente Scrivia e Torrente Spinti

1.34535*	1480.00	221.97	225.40	224.96	225.90	0.004365	3.11	476.36	245.79	0.71
1.34535*	1672.00	221.97	225.59	225.11	226.11	0.004234	3.20	522.17	251.57	0.71
1.345*	984.00	221.67	224.65	224.30	225.05	0.004701	2.81	350.19	222.25	0.71
1.345*	1287.00	221.67	224.97	224.57	225.44	0.004516	3.04	423.68	231.92	0.72
1.345*	1480.00	221.67	225.17	224.72	225.68	0.004382	3.15	469.67	237.78	0.72
1.345*	1672.00	221.67	225.36	224.87	225.90	0.004210	3.24	516.47	243.59	0.71
1.34464*	984.00	221.38	224.40	224.05	224.81	0.004784	2.87	343.44	214.36	0.72
1.34464*	1287.00	221.38	224.73	224.32	225.21	0.004569	3.09	416.32	223.79	0.72
1.34464*	1480.00	221.38	224.93	224.48	225.45	0.004392	3.20	462.97	229.63	0.72
1.34464*	1672.00	221.38	225.14	224.64	225.69	0.004153	3.27	511.85	235.59	0.71
1.34428*	984.00	221.08	224.14	223.80	224.57	0.004830	2.92	337.51	206.57	0.73
1.34428*	1287.00	221.08	224.48	224.07	224.98	0.004568	3.14	410.43	215.79	0.73
1.34428*	1480.00	221.08	224.71	224.24	225.24	0.004320	3.23	458.90	221.71	0.72
1.34428*	1672.00	221.08	224.94	224.39	225.48	0.003993	3.27	511.27	227.93	0.70
1.34392*	984.00	220.78	223.88	223.54	224.33	0.004897	2.97	331.07	198.76	0.74
1.34392*	1287.00	220.78	224.24	223.82	224.76	0.004529	3.17	405.55	207.94	0.73
1.34392*	1480.00	220.78	224.49	223.99	225.02	0.004167	3.23	457.62	214.11	0.71
1.34392*	1672.00	220.78	224.75	224.15	225.29	0.003762	3.25	513.95	220.60	0.68
1.34357*	984.00	220.49	223.61	223.27	224.08	0.004964	3.03	324.53	190.90	0.74
1.34357*	1287.00	220.49	224.01	223.57	224.53	0.004379	3.19	403.76	200.34	0.72
1.34357*	1480.00	220.49	224.29	223.74	224.82	0.003908	3.22	460.24	206.80	0.69
1.34357*	1672.00	220.49	224.58	223.90	225.10	0.003467	3.22	520.04	213.56	0.66
1.34321*	984.00	220.19	223.35	223.00	223.83	0.004891	3.07	320.92	183.44	0.74
1.34321*	1287.00	220.19	223.81	223.31	224.32	0.004052	3.16	407.56	193.31	0.69
1.34321*	1480.00	220.19	224.12	223.49	224.63	0.003542	3.16	467.83	199.90	0.66
1.34321*	1672.00	220.19	224.43	223.65	224.93	0.003111	3.15	530.74	207.01	0.63
1.34285*	984.00	219.89	223.12	222.73	223.59	0.004619	3.06	321.58	176.46	0.72
1.34285*	1287.00	219.89	223.63	223.04	224.12	0.003626	3.10	415.67	186.61	0.66
1.34285*	1480.00	219.89	223.97	223.22	224.45	0.003131	3.09	479.26	193.35	0.63
1.34285*	1672.00	219.89	224.30	223.40	224.78	0.002744	3.07	544.30	200.48	0.60
1.3425*	984.00	219.60	222.91	222.45	223.37	0.004114	3.00	328.27	170.14	0.69
1.3425*	1287.00	219.60	223.49	222.77	223.95	0.003118	3.00	429.17	180.26	0.62
1.3425*	1480.00	219.60	223.84	222.95	224.30	0.002697	2.99	494.81	187.11	0.59
1.3425*	1672.00	219.60	224.19	223.13	224.64	0.002379	2.98	560.77	193.90	0.56
1.34214*	984.00	219.30	222.75	222.15	223.17	0.003431	2.88	342.09	164.37	0.64
1.34214*	1287.00	219.30	223.37	222.48	223.79	0.002603	2.88	447.21	174.27	0.57
1.34214*	1480.00	219.30	223.74	222.68	224.17	0.002281	2.88	513.47	180.82	0.55
1.34214*	1672.00	219.30	224.10	222.86	224.53	0.002040	2.89	579.17	187.09	0.52
1.34178*	984.00	219.00	222.63	221.85	223.00	0.002725	2.72	361.87	158.89	0.58
1.34178*	1287.00	219.00	223.28	222.19	223.66	0.002136	2.75	468.17	168.28	0.53
1.34178*	1480.00	219.00	223.66	222.40	224.05	0.001911	2.77	533.71	174.17	0.51
1.34178*	1672.00	219.00	224.03	222.59	224.42	0.001737	2.80	598.11	180.67	0.49
1.34142*	984.00	218.71	222.54	221.55	222.87	0.002102	2.55	385.94	153.30	0.51
1.34142*	1287.00	218.71	223.21	221.90	223.56	0.001737	2.62	490.79	161.90	0.48
1.34142*	1480.00	218.71	223.59	222.10	223.96	0.001593	2.67	554.55	166.99	0.47
1.34142*	1672.00	218.71	223.96	222.29	224.34	0.001450	2.71	617.57	176.97	0.45
1.34107*	984.00	218.41	222.48	221.24	222.77	0.001612	2.39	412.02	147.64	0.46
1.34107*	1287.00	218.41	223.15	221.59	223.47	0.001410	2.51	513.62	154.85	0.44
1.34107*	1480.00	218.41	223.54	221.80	223.88	0.001321	2.58	574.90	161.49	0.43
1.34107*	1672.00	218.41	223.91	222.00	224.26	0.001217	2.64	637.19	174.63	0.42
1.34071*	984.00	218.11	222.43	220.92	222.69	0.001238	2.24	438.74	141.40	0.41
1.34071*	1287.00	218.11	223.10	221.28	223.40	0.001147	2.40	535.70	146.94	0.40
1.34071*	1480.00	218.11	223.49	221.49	223.81	0.001087	2.49	595.20	160.12	0.40
1.34071*	1672.00	218.11	223.87	221.69	224.20	0.001029	2.57	657.15	171.11	0.39
1.34035*	984.00	217.82	222.40	220.60	222.63	0.000960	2.12	464.62	134.24	0.36
1.34035*	1287.00	217.82	223.07	220.96	223.34	0.000931	2.32	556.38	144.45	0.37
1.34035*	1480.00	217.82	223.46	221.18	223.76	0.000904	2.43	616.57	163.79	0.37
1.34035*	1672.00	217.82	223.83	221.38	224.15	0.000877	2.52	678.12	165.46	0.37

1.34	984.00	217.52	222.37	220.27	222.58	0.000782	2.01	488.57	125.96	0.33
1.34	1287.00	217.52	223.04	220.63	223.29	0.000793	2.24	579.17	151.35	0.34
1.34	1480.00	217.52	223.43	220.85	223.71	0.000791	2.37	638.72	153.48	0.34
1.34	1672.00	217.52	223.80	221.06	224.11	0.000786	2.48	695.65	153.48	0.34
1.33	984.00	217.15	222.35	220.00	222.51	0.000593	1.81	550.14	156.70	0.29
1.33	1287.00	217.15	223.02	220.35	223.23	0.000599	2.01	657.83	160.34	0.30
1.33	1480.00	217.15	223.41	220.56	223.64	0.000602	2.13	720.72	160.34	0.30
1.33	1672.00	217.15	223.79	220.77	224.04	0.000603	2.23	780.82	162.04	0.30
1.325	984.00	218.53	222.03	220.72	222.41	0.001785	2.73	359.81	107.00	0.48
1.325	1287.00	218.53	222.66	221.11	223.12	0.001754	3.02	426.83	107.00	0.48
1.325	1480.00	218.53	223.02	221.35	223.53	0.001753	3.18	465.36	107.00	0.49
1.325	1672.00	218.53	223.36	221.58	223.92	0.001751	3.33	502.08	107.00	0.49
1.32	Bridge									
1.315	984.00	218.43	220.94	220.61	221.70	0.005606	3.88	253.47	107.00	0.81
1.315	1287.00	218.43	221.16	221.02	222.26	0.007169	4.65	277.02	107.00	0.92
1.315	1480.00	218.43	221.32	221.25	222.61	0.007716	5.02	295.02	107.00	0.96
1.315	1672.00	218.43	221.48	221.48	222.95	0.008208	5.36	311.94	107.00	1.00
1.31	984.00	218.49	220.53	220.53	221.45	0.009020	4.25	231.71	126.18	1.00
1.31	1287.00	218.49	220.89	220.89	221.99	0.008543	4.64	277.60	126.96	1.00
1.31	1480.00	218.49	221.11	221.11	222.31	0.008311	4.85	304.97	127.42	1.00
1.31	1672.00	218.49	221.31	221.31	222.61	0.008088	5.04	331.45	127.87	1.00
1.30	984.00	214.40	217.87	216.64	218.28	0.001956	2.86	343.97	107.34	0.51
1.30	1287.00	214.40	218.26	217.06	218.83	0.002318	3.33	386.87	109.21	0.56
1.30	1480.00	214.40	218.48	217.32	219.14	0.002548	3.60	410.60	110.23	0.60
1.30	1672.00	214.40	218.67	217.56	219.44	0.002781	3.87	431.81	111.13	0.63
1.29	984.00	213.59	217.92	216.31	218.07	0.000767	1.70	578.49	195.89	0.32
1.29	1287.00	213.59	218.37	216.58	218.56	0.000821	1.93	667.65	196.66	0.33
1.29	1480.00	213.59	218.63	216.75	218.85	0.000856	2.06	718.12	197.09	0.34
1.29	1672.00	213.59	218.86	216.90	219.11	0.000891	2.19	764.32	197.49	0.35
1.28	984.00	214.22	217.39	216.87	217.86	0.003932	3.02	325.90	159.93	0.68
1.28	1287.00	214.22	217.79	217.22	218.34	0.003876	3.30	389.73	165.34	0.69
1.28	1480.00	214.22	218.00	217.41	218.61	0.003932	3.48	425.02	168.26	0.70
1.28	1672.00	214.22	218.18	217.59	218.87	0.004044	3.67	456.20	170.80	0.72
1.27	984.00	213.70	216.99	216.61	217.49	0.005176	3.14	313.84	178.90	0.76
1.27	1287.00	213.70	217.46	216.97	217.97	0.005083	3.17	405.81	224.34	0.75
1.27	1480.00	213.70	217.75	217.17	218.25	0.004380	3.12	473.64	239.38	0.71
1.27	1672.00	213.70	217.99	217.42	218.50	0.003818	3.14	532.42	240.91	0.67
1.26	1083.00	213.55	216.95	216.12	217.18	0.001908	2.10	516.36	253.47	0.47
1.26	1415.00	213.55	217.44	216.37	217.68	0.001646	2.21	639.76	259.11	0.45
1.26	1628.00	213.55	217.72	216.52	217.98	0.001573	2.28	713.70	266.61	0.45
1.26	1840.00	213.55	217.97	216.66	218.25	0.001496	2.36	780.68	267.01	0.44
1.25	1083.00	213.33	216.58	215.98	216.98	0.003338	2.78	389.02	190.40	0.62
1.25	1415.00	213.33	217.07	216.30	217.51	0.002840	2.93	482.96	193.82	0.59
1.25	1628.00	213.33	217.34	216.48	217.81	0.002846	3.04	535.56	203.72	0.60
1.25	1840.00	213.33	217.58	216.65	218.08	0.002741	3.15	584.68	205.13	0.60
1.24	1083.00	212.97	216.47	215.70	216.81	0.002521	2.60	417.14	183.62	0.55
1.24	1415.00	212.97	216.97	216.00	217.36	0.002272	2.77	510.24	188.01	0.54
1.24	1628.00	212.97	217.24	216.19	217.67	0.002276	2.90	560.52	192.86	0.54
1.24	1840.00	212.97	217.48	216.36	217.94	0.002247	3.03	606.96	193.87	0.55
1.23	1083.00	212.14	216.24	215.42	216.62	0.002547	2.73	396.34	162.58	0.56
1.23	1415.00	212.14	216.73	215.76	217.17	0.002877	2.95	480.03	192.48	0.60
1.23	1628.00	212.14	216.99	215.95	217.47	0.002878	3.05	533.03	202.44	0.60
1.23	1840.00	212.14	217.25	216.15	217.75	0.002859	3.14	585.61	211.86	0.60
1.22	1083.00	211.96	216.14	214.94	216.46	0.002006	2.50	433.11	169.47	0.50
1.22	1415.00	211.96	216.61	215.30	216.99	0.002191	2.73	517.76	189.50	0.53
1.22	1628.00	211.96	216.87	215.53	217.29	0.002240	2.86	568.71	197.36	0.54
1.22	1840.00	211.96	217.12	215.80	217.57	0.002268	2.97	618.93	204.81	0.55
1.21	1083.00	211.69	215.84	214.93	216.27	0.003345	2.91	371.96	169.11	0.63

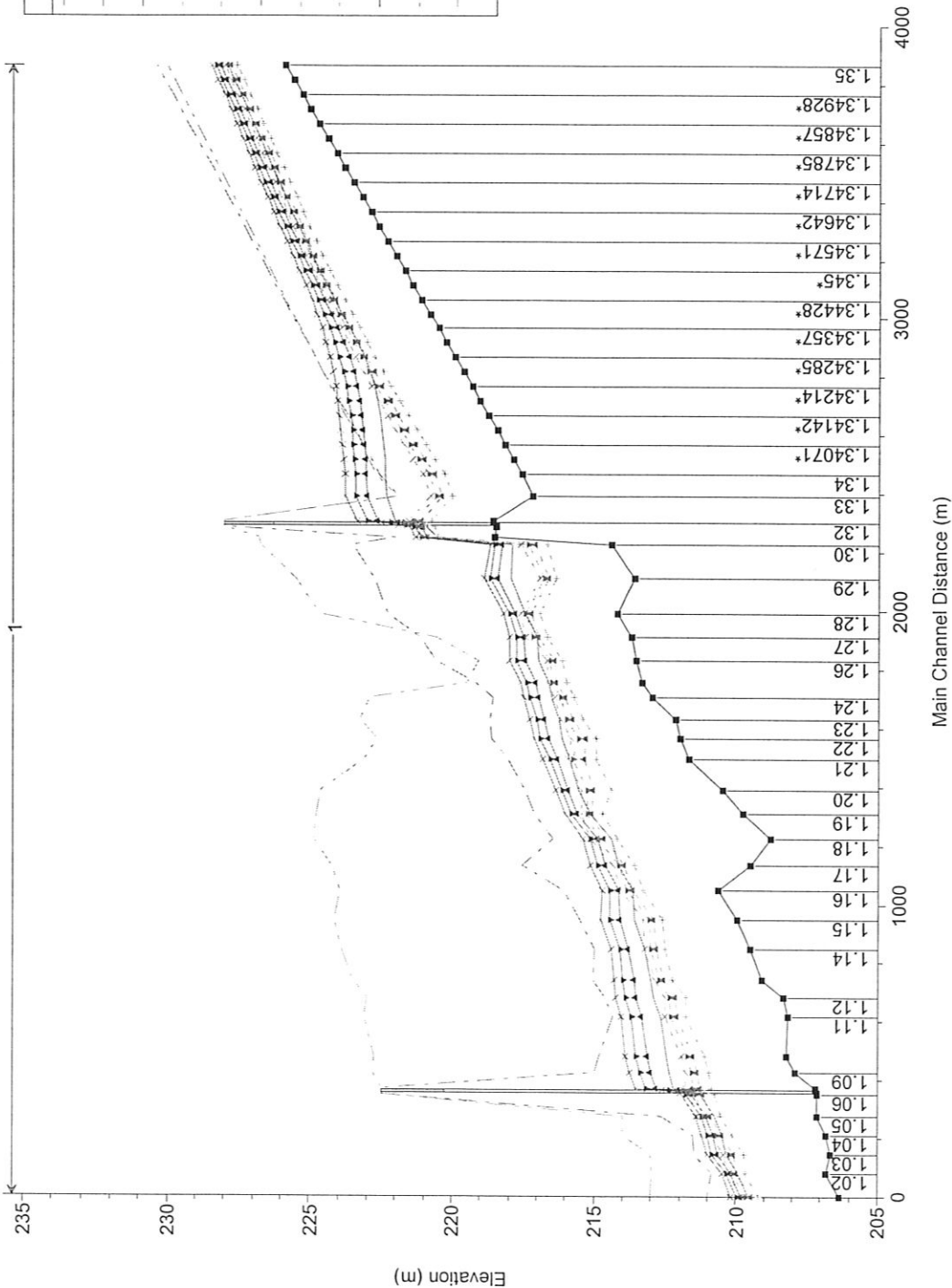
1.21	1415.00	211.69	216.30	215.33	216.80	0.003216	3.13	452.77	179.77	0.63
1.21	1628.00	211.69	216.55	215.74	217.10	0.003145	3.26	498.78	182.40	0.63
1.21	1840.00	211.69	216.79	215.93	217.38	0.003091	3.39	542.58	184.88	0.63
1.20	1083.00	210.50	215.53	214.43	215.95	0.002600	2.88	376.37	143.07	0.57
1.20	1415.00	210.50	215.92	215.03	216.46	0.002936	3.26	434.16	149.90	0.61
1.20	1628.00	210.50	216.13	215.26	216.75	0.003105	3.50	465.27	150.47	0.64
1.20	1840.00	210.50	216.31	215.46	217.02	0.003280	3.73	493.38	150.98	0.66
1.19	1083.00	209.75	215.15	214.73	215.67	0.004578	3.19	339.00	168.93	0.72
1.19	1415.00	209.75	215.58	215.07	216.18	0.004342	3.42	413.54	178.71	0.72
1.19	1628.00	209.75	215.81	215.26	216.46	0.004287	3.58	454.66	181.73	0.72
1.19	1840.00	209.75	216.01	215.47	216.72	0.004411	3.74	492.02	188.20	0.74
1.18	1083.00	208.75	214.42	214.22	215.18	0.007070	3.86	280.59	144.71	0.88
1.18	1415.00	208.75	214.87	214.65	215.70	0.006845	4.05	349.66	164.32	0.89
1.18	1628.00	208.75	215.13	214.90	215.99	0.006896	4.12	394.75	181.66	0.89
1.18	1840.00	208.75	215.37	215.13	216.26	0.006571	4.17	440.91	192.42	0.88
1.17	1083.00	209.50	214.15	213.60	214.64	0.003818	3.09	350.70	161.99	0.67
1.17	1415.00	209.50	214.61	213.94	215.17	0.003734	3.31	427.36	174.81	0.68
1.17	1628.00	209.50	214.87	214.16	215.47	0.003608	3.45	472.03	176.75	0.67
1.17	1840.00	209.50	215.12	214.35	215.77	0.003459	3.56	517.02	178.69	0.67
1.16	1083.00	210.65	213.66	213.28	214.26	0.004948	3.42	317.05	153.49	0.76
1.16	1415.00	210.65	214.16	213.65	214.81	0.004529	3.58	394.73	166.35	0.74
1.16	1628.00	210.65	214.45	213.85	215.14	0.004132	3.67	444.13	168.85	0.72
1.16	1840.00	210.65	214.74	214.07	215.45	0.003784	3.73	493.73	171.33	0.70
1.15	1083.00	209.96	213.59	212.60	213.87	0.001838	2.33	463.84	188.30	0.47
1.15	1415.00	209.96	214.13	212.90	214.44	0.001699	2.50	566.44	195.55	0.47
1.15	1628.00	209.96	214.44	213.08	214.78	0.001599	2.59	628.69	196.23	0.46
1.15	1840.00	209.96	214.75	213.25	215.12	0.001510	2.67	689.51	196.88	0.46
1.14	1083.00	209.49	213.22	212.49	213.63	0.002902	2.83	382.91	163.45	0.59
1.14	1415.00	209.49	213.77	212.83	214.22	0.002652	2.98	475.43	175.44	0.58
1.14	1628.00	209.49	214.10	213.03	214.58	0.002473	3.04	534.86	180.78	0.56
1.14	1840.00	209.49	214.43	213.23	214.92	0.002293	3.09	596.33	186.42	0.55
1.13	1083.00	209.08	212.99	212.25	213.32	0.002554	2.54	425.91	193.95	0.55
1.13	1415.00	209.08	213.61	212.54	213.95	0.002031	2.58	548.74	205.57	0.50
1.13	1628.00	209.08	213.98	212.72	214.32	0.001758	2.61	624.71	206.35	0.48
1.13	1840.00	209.08	214.33	212.88	214.68	0.001562	2.64	697.96	207.08	0.46
1.12	1083.00	208.31	212.91	211.80	213.18	0.001781	2.33	464.92	183.78	0.47
1.12	1415.00	208.31	213.53	212.13	213.83	0.001493	2.43	581.41	188.03	0.44
1.12	1628.00	208.31	213.90	212.32	214.22	0.001361	2.50	651.89	188.88	0.43
1.12	1840.00	208.31	214.26	212.51	214.59	0.001260	2.56	719.67	189.70	0.42
1.11	1083.00	208.18	212.67	211.76	213.03	0.002429	2.67	405.57	165.32	0.54
1.11	1415.00	208.18	213.33	212.10	213.71	0.001942	2.74	516.01	170.26	0.50
1.11	1628.00	208.18	213.71	212.30	214.11	0.001739	2.80	581.73	171.03	0.48
1.11	1840.00	208.18	214.08	212.50	214.49	0.001593	2.86	644.26	171.77	0.47
1.10	1083.00	208.22	212.46	211.13	212.76	0.001517	2.44	443.85	145.41	0.45
1.10	1415.00	208.22	213.13	211.49	213.47	0.001499	2.59	546.04	161.79	0.45
1.10	1628.00	208.22	213.53	211.71	213.89	0.001374	2.66	611.64	162.82	0.44
1.10	1840.00	208.22	213.91	211.92	214.29	0.001287	2.73	673.31	163.79	0.43
1.09	1083.00	207.89	212.35	210.95	212.68	0.001521	2.54	426.38	130.90	0.45
1.09	1415.00	207.89	212.99	211.34	213.38	0.001453	2.77	511.30	132.89	0.45
1.09	1628.00	207.89	213.39	211.58	213.81	0.001497	2.87	566.56	142.05	0.46
1.09	1840.00	207.89	213.76	211.79	214.21	0.001461	2.97	620.08	145.19	0.46
1.08	1083.00	207.17	212.19	210.84	212.58	0.001785	2.77	391.11	116.00	0.48
1.08	1415.00	207.17	212.81	211.28	213.29	0.001757	3.05	463.28	116.00	0.49
1.08	1628.00	207.17	213.18	211.52	213.71	0.001746	3.22	506.12	116.00	0.49
1.08	1840.00	207.17	213.53	211.77	214.11	0.001739	3.37	546.57	116.00	0.50
1.07	Bridge									
1.06	1083.00	207.14	211.24	210.75	211.92	0.004437	3.66	295.83	116.00	0.73
1.06	1415.00	207.14	211.59	211.15	212.49	0.004980	4.21	336.26	116.00	0.79

1.06	1628.00	207.14	211.77	211.40	212.83	0.005378	4.55	357.88	116.00	0.83
1.06	1840.00	207.14	211.93	211.63	213.15	0.005874	4.90	375.48	116.00	0.87
1.05	1083.00	207.13	210.75	210.54	211.50	0.006579	3.85	281.05	138.90	0.86
1.05	1415.00	207.13	211.04	210.92	212.02	0.007312	4.39	322.26	141.67	0.93
1.05	1628.00	207.13	211.23	211.15	212.34	0.007559	4.67	348.82	143.42	0.96
1.05	1840.00	207.13	211.42	211.36	212.63	0.007606	4.89	376.65	145.24	0.97
1.04	1083.00	206.83	210.49	210.15	211.06	0.005185	3.34	324.45	165.07	0.76
1.04	1415.00	206.83	210.80	210.48	211.52	0.005469	3.76	376.51	166.67	0.80
1.04	1628.00	206.83	210.99	210.67	211.80	0.005909	3.99	408.20	175.21	0.83
1.04	1840.00	206.83	211.19	210.85	212.06	0.006501	4.13	445.55	195.31	0.87
1.03	1083.00	206.68	210.34	209.71	210.76	0.003437	2.85	380.23	180.02	0.63
1.03	1415.00	206.68	210.66	210.06	211.19	0.003807	3.23	438.09	185.39	0.67
1.03	1628.00	206.68	210.84	210.24	211.45	0.004003	3.45	471.72	187.71	0.69
1.03	1840.00	206.68	211.01	210.43	211.69	0.004138	3.65	504.78	189.69	0.71
1.02	1083.00	206.79	209.89	209.66	210.43	0.006161	3.26	331.83	202.54	0.81
1.02	1415.00	206.79	210.17	209.96	210.84	0.006441	3.64	388.34	207.70	0.85
1.02	1628.00	206.79	210.33	210.13	211.09	0.006527	3.86	421.71	208.78	0.87
1.02	1840.00	206.79	210.50	210.29	211.32	0.006857	4.01	458.92	222.73	0.89
1.01	1083.00	206.35	209.53	209.22	209.96	0.005003	2.92	370.73	226.92	0.73
1.01	1415.00	206.35	209.82	209.47	210.35	0.005001	3.24	436.61	228.51	0.75
1.01	1628.00	206.35	209.99	209.63	210.59	0.005008	3.42	476.19	230.22	0.76
1.01	1840.00	206.35	210.16	209.78	210.81	0.005003	3.58	514.10	231.85	0.77

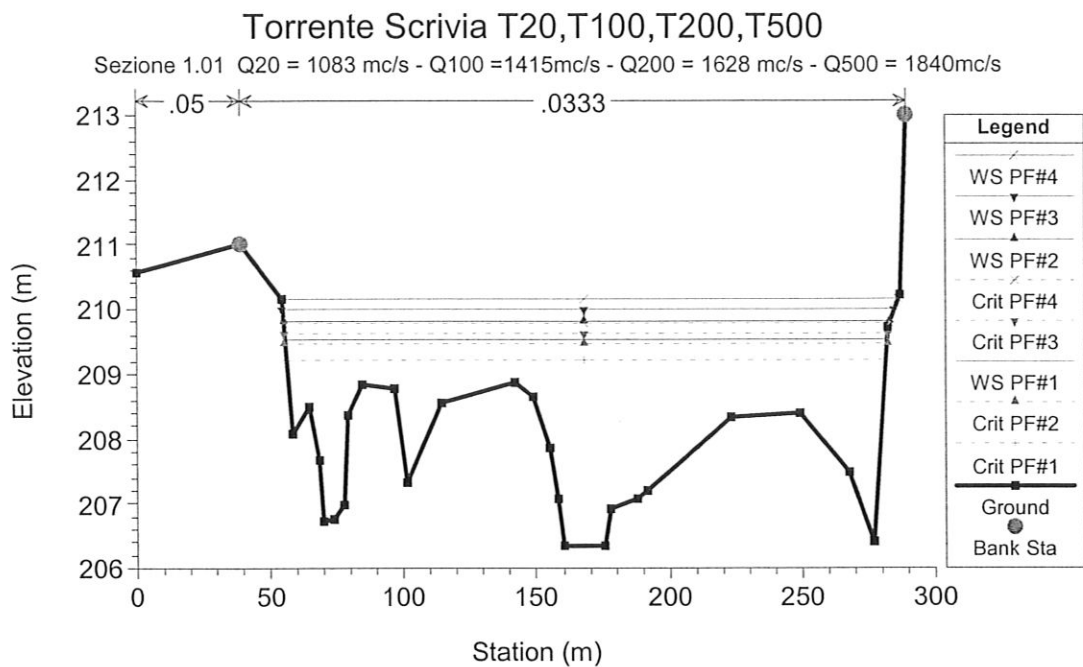
Profilo longitudinale del torrente Scrivia

Torrente Scrivia T20,T100,T200,T500

Q20 = 1083 mc/s - Q100 = 1415mc/s - Q200 = 1628 mc/s - Q500 = 1840mc/s

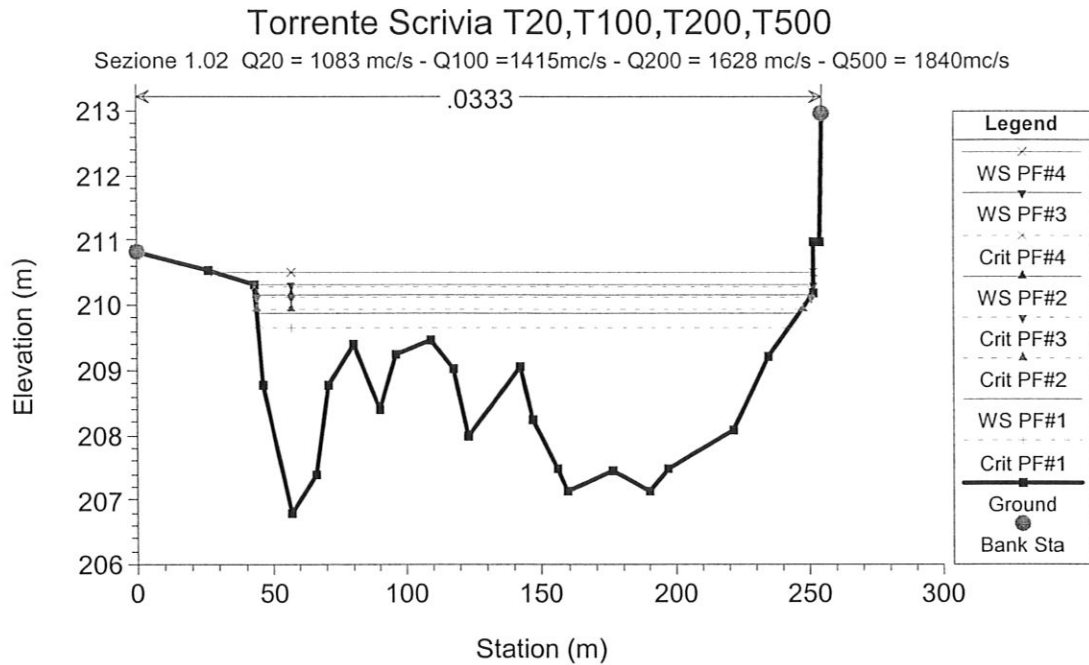


Sezione 1.01 a valle del ponte per Vignole Borbera



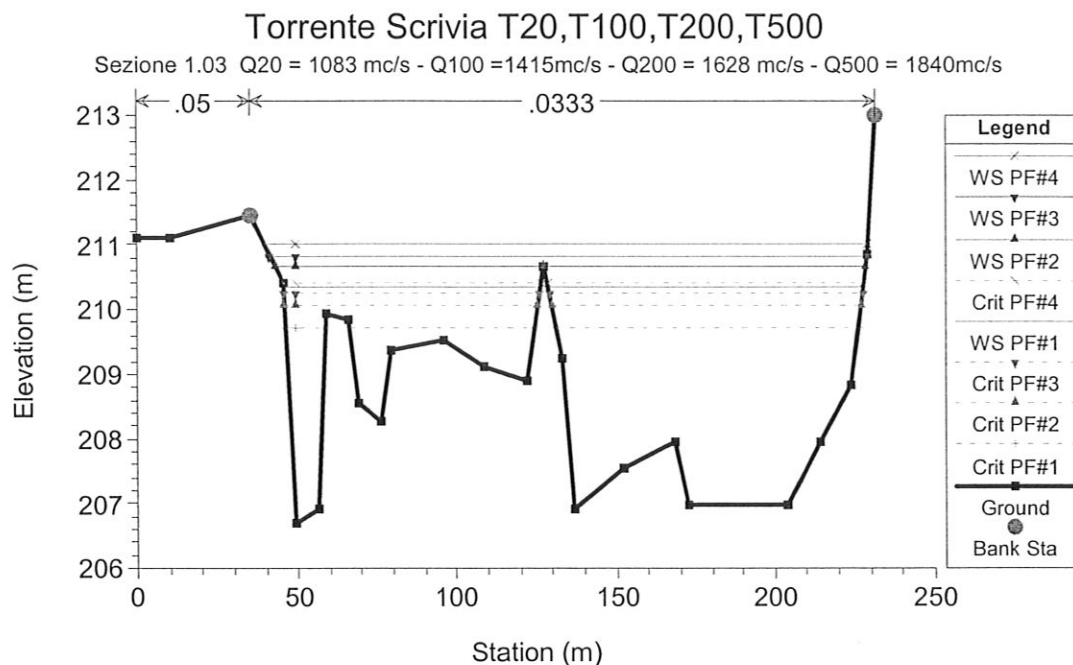
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	209.99	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.60	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	210.59	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	209.63	Flow Area (m2)		476.19	
E.G. Slope (m/m)	0.005008	Area (m2)		476.19	
Q Total (m3/s)	1628.00	Flow (m3/s)		1628.00	
Top Width (m)	230.22	Top Width (m)		230.22	
Vel Total (m/s)	3.42	Avg. Vel. (m/s)		3.42	
Max Chl Dpth (m)	3.64	Hydr. Depth (m)		2.07	
Conv. Total (m3/s)	23005.8	Conv. (m3/s)		23005.8	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		233.36	
Min Ch El (m)	206.35	Shear (N/m2)		100.21	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		342.60	

Sezione 1.02 a valle del ponte per Vignole Borbera



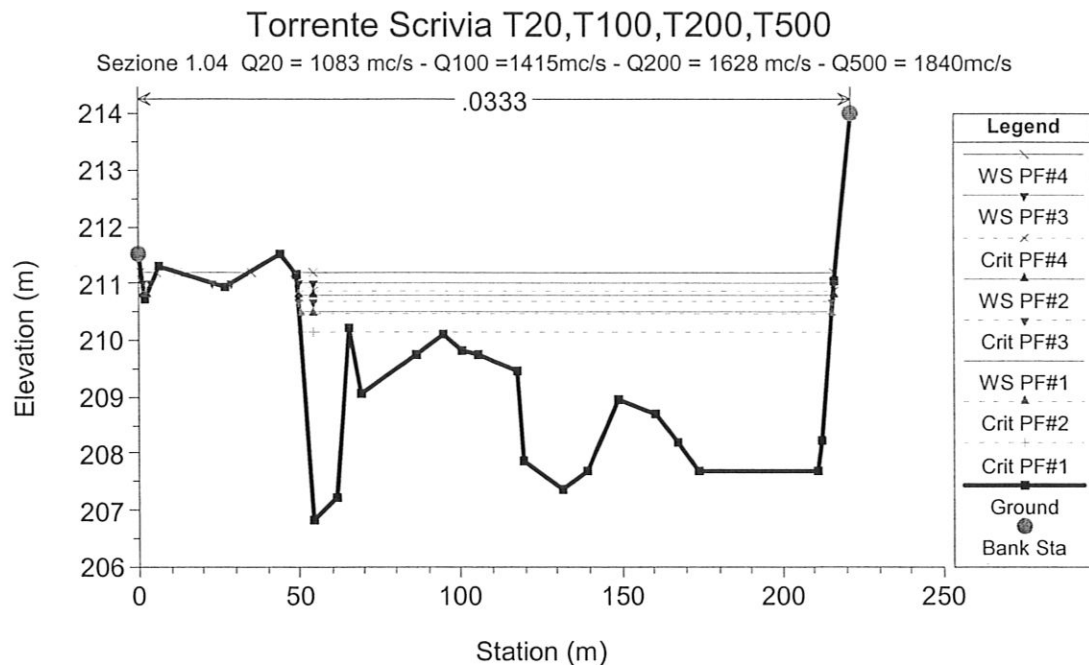
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	210.33	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.76	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	211.09	Reach Len. (m)	78.96	78.96	78.96
Crit W.S. (m)	210.13	Flow Area (m ²)		421.71	
E.G. Slope (m/m)	0.006527	Area (m ²)		421.71	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	208.78	Top Width (m)		208.78	
Vel Total (m/s)	3.86	Avg. Vel. (m/s)		3.86	
Max Chl Dpth (m)	3.54	Hydr. Depth (m)		2.02	
Conv. Total (m ³ /s)	20150.8	Conv. (m ³ /s)		20150.8	
Length Wtd. (m)	78.96	Wetted Per. (m)		210.11	
Min Ch El (m)	206.79	Shear (N/m ²)		128.47	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		495.97	

Sezione 1.03 a valle del ponte per Vignole Borbera



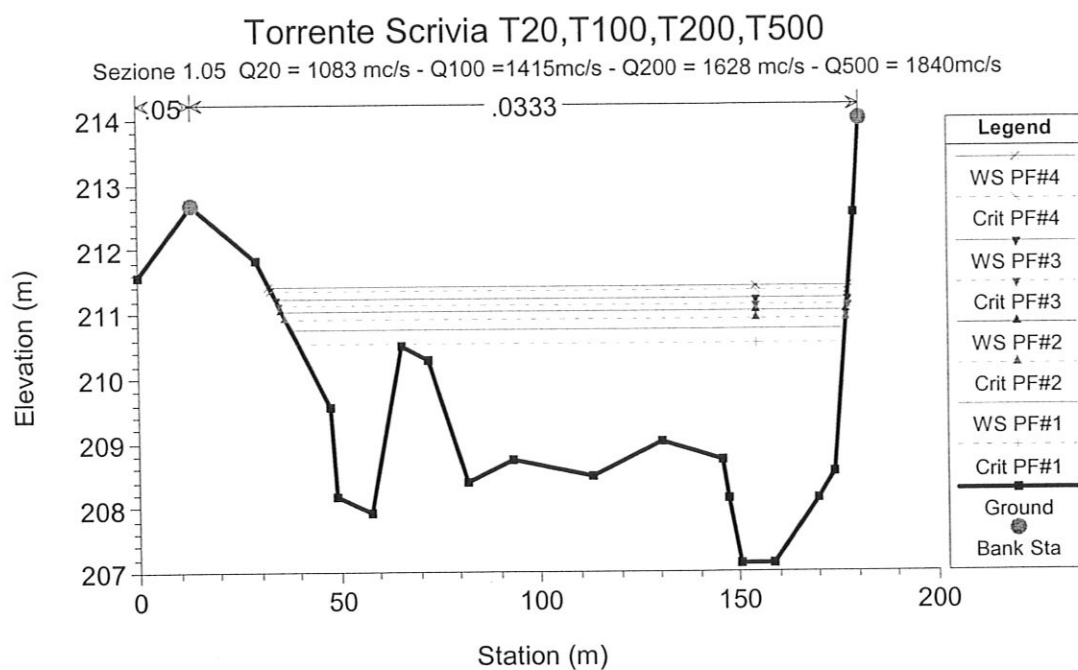
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	210.84	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.61	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	211.45	Reach Len. (m)	68.51	68.51	68.51
Crit W.S. (m)	210.24	Flow Area (m ²)		471.72	
E.G. Slope (m/m)	0.004003	Area (m ²)		471.72	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	187.71	Top Width (m)		187.71	
Vel Total (m/s)	3.45	Avg. Vel. (m/s)		3.45	
Max Chl Dpth (m)	4.16	Hydr. Depth (m)		2.51	
Conv. Total (m ³ /s)	25729.8	Conv. (m ³ /s)		25729.8	
Length Wtd. (m)	68.51	Wetted Per. (m)		192.70	
Min Ch El (m)	206.68	Shear (N/m ²)		96.11	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		331.68	

Sezione 1.04 a valle del ponte per Vignole Borbera



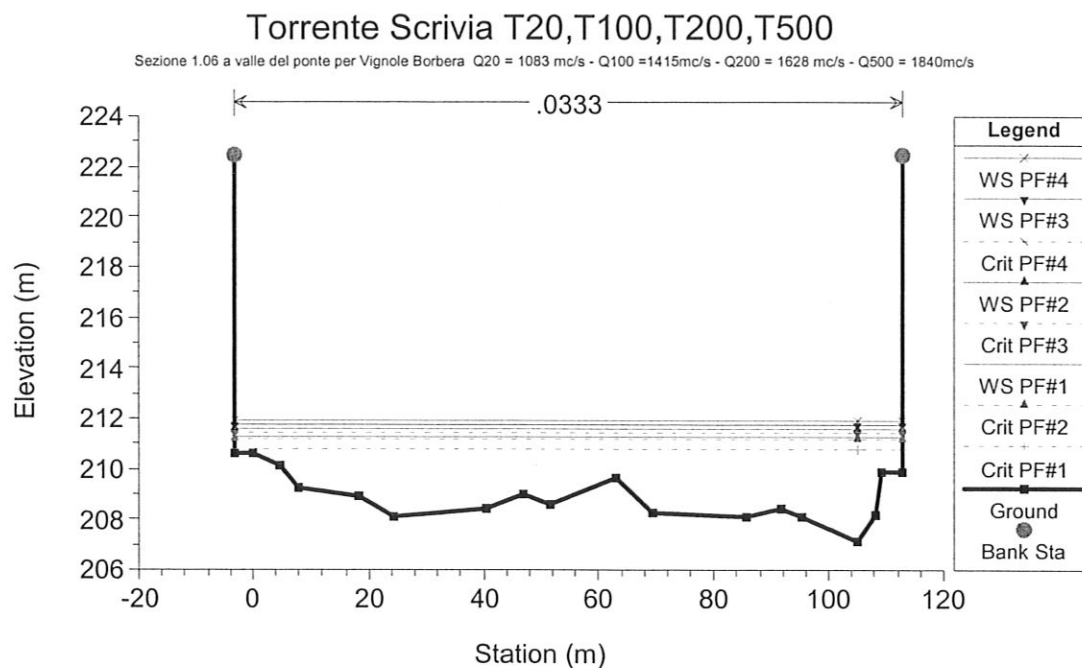
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	210.99	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.81	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	211.80	Reach Len. (m)	61.05	61.05	61.05
Crit W.S. (m)	210.67	Flow Area (m ²)		408.20	
E.G. Slope (m/m)	0.005909	Area (m ²)		408.20	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	175.21	Top Width (m)		175.21	
Vel Total (m/s)	3.99	Avg. Vel. (m/s)		3.99	
Max Chl Dpth (m)	4.16	Hydr. Depth (m)		2.33	
Conv. Total (m ³ /s)	21178.9	Conv. (m ³ /s)		21178.9	
Length Wtd. (m)	61.05	Wetted Per. (m)		179.75	
Min Ch El (m)	206.83	Shear (N/m ²)		131.59	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		524.81	

Sezione 1.05 a valle del ponte per Vignole Borbera



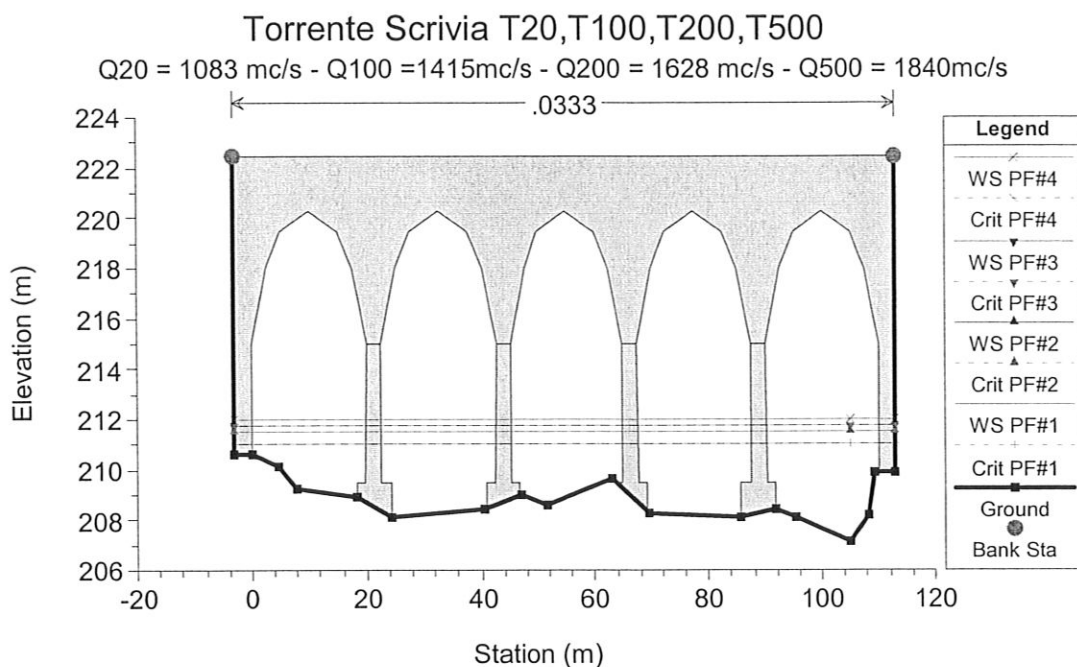
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	211.23	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.11	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	212.34	Reach Len. (m)	66.60	66.60	66.60
Crit W.S. (m)	211.15	Flow Area (m ²)		348.82	
E.G. Slope (m/m)	0.007559	Area (m ²)		348.82	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	143.42	Top Width (m)		143.42	
Vel Total (m/s)	4.67	Avg. Vel. (m/s)		4.67	
Max Chl Dpth (m)	4.10	Hydr. Depth (m)		2.43	
Conv. Total (m ³ /s)	18724.7	Conv. (m ³ /s)		18724.7	
Length Wtd. (m)	66.60	Wetted Per. (m)		145.95	
Min Ch El (m)	207.13	Shear (N/m ²)		177.17	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		826.88	

Sezione 1.06 a valle del ponte per Vignole Borbera



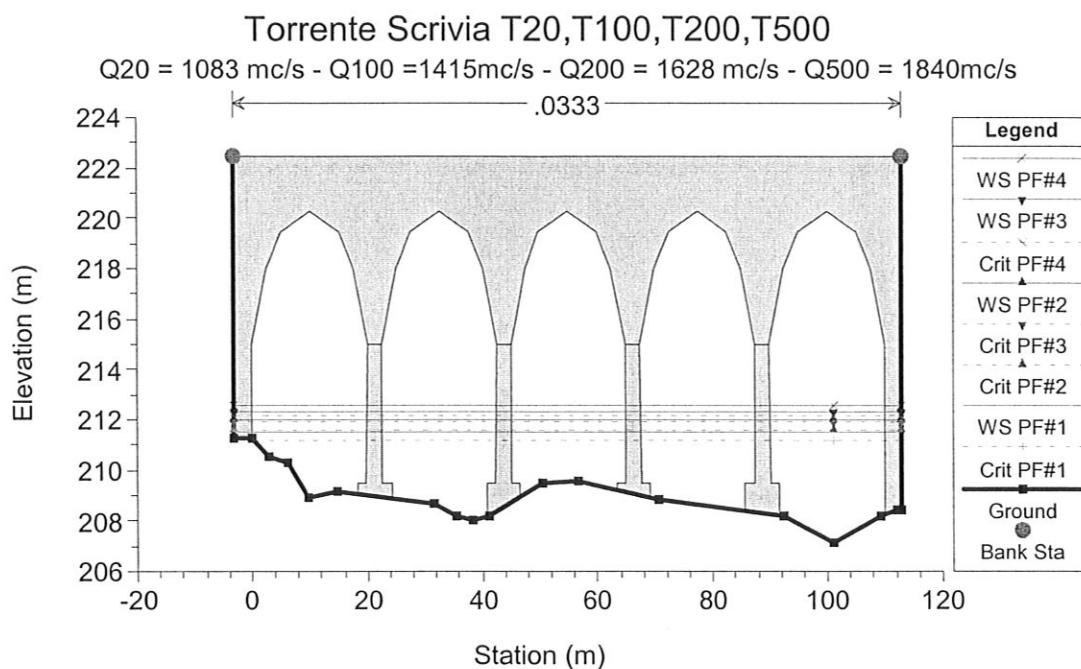
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	211.77	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.05	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	212.83	Reach Len. (m)	76.99	76.99	76.99
Crit W.S. (m)	211.40	Flow Area (m ²)		357.88	
E.G. Slope (m/m)	0.005378	Area (m ²)		357.88	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	116.00	Top Width (m)		116.00	
Vel Total (m/s)	4.55	Avg. Vel. (m/s)		4.55	
Max Chl Dpth (m)	4.63	Hydr. Depth (m)		3.09	
Conv. Total (m ³ /s)	22199.2	Conv. (m ³ /s)		22199.2	
Length Wtd. (m)	76.99	Wetted Per. (m)		120.55	
Min Ch El (m)	207.14	Shear (N/m ²)		156.57	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		712.24	

Sezione 1.07 in corrispondenza del ponte per Vignole Borbera



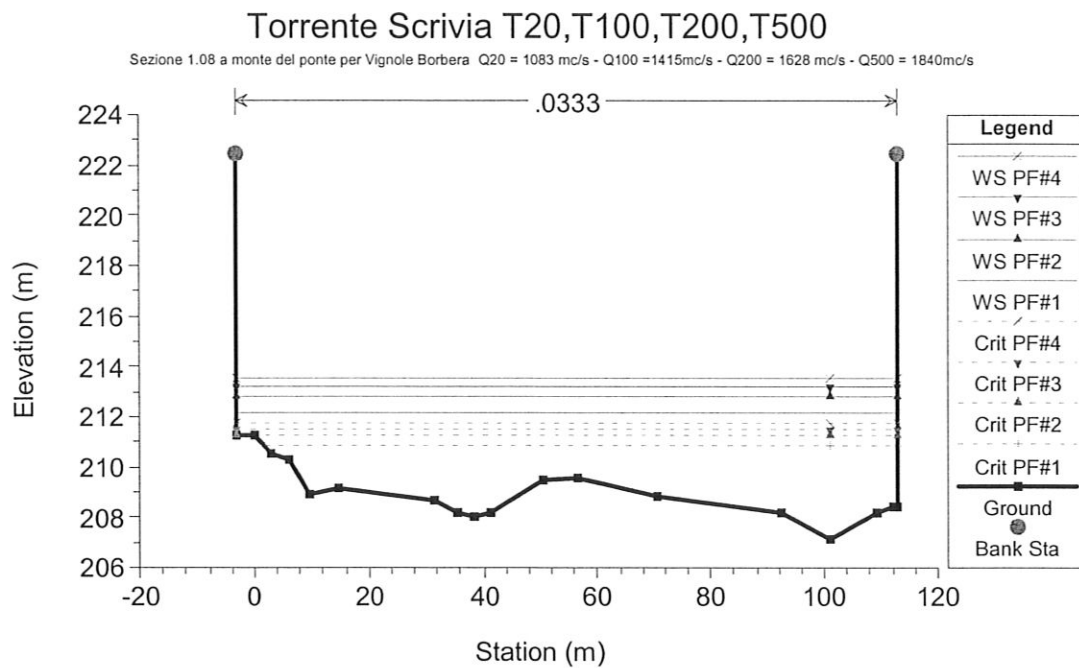
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	211.74	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.52	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	213.26	Reach Len. (m)	4.29	4.29	4.29
Crit W.S. (m)	211.74	Flow Area (m ²)		297.68	
E.G. Slope (m/m)	0.010690	Area (m ²)		297.68	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	98.82	Top Width (m)		98.82	
Vel Total (m/s)	5.47	Avg. Vel. (m/s)		5.47	
Max Chl Dpth (m)	4.60	Hydr. Depth (m)		3.01	
Conv. Total (m ³ /s)	15745.9	Conv. (m ³ /s)		15745.9	
Length Wtd. (m)	4.29	Wetted Per. (m)		127.34	
Min Ch El (m)	207.14	Shear (N/m ²)		245.06	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		1340.21	

Sezione 1.07 in corrispondenza del ponte per Vignole Borbera



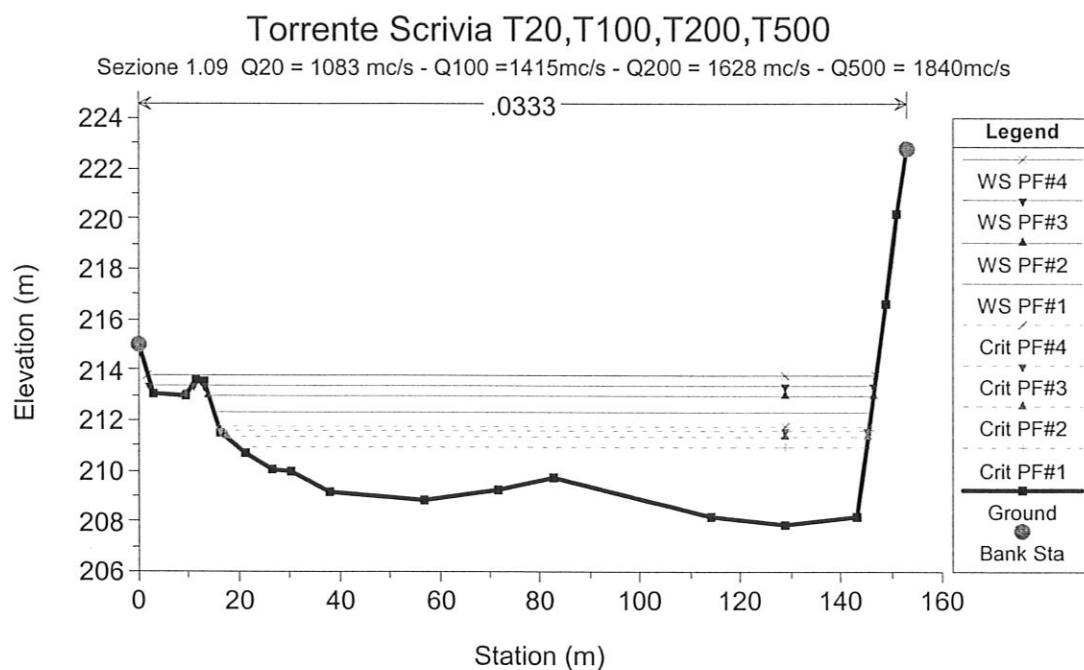
W.S. Elev (m) Q_{200}	212.32	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.17	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	213.49	Reach Len. (m)	10.00	10.00	10.00
Crit W.S. (m)	211.90	Flow Area (m ²)		340.25	
E.G. Slope (m/m)	0.007229	Area (m ²)		340.25	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	99.03	Top Width (m)		99.03	
Vel Total (m/s)	4.78	Avg. Vel. (m/s)		4.78	
Max Chl Dpth (m)	5.15	Hydr. Depth (m)		3.44	
Conv. Total (m ³ /s)	19147.1	Conv. (m ³ /s)		19147.1	
Length Wtd. (m)	10.00	Wetted Per. (m)		132.64	
Min Ch El (m)	207.17	Shear (N/m ²)		181.86	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		870.13	

Sezione 1.08 a monte del ponte per Vignole Borbera



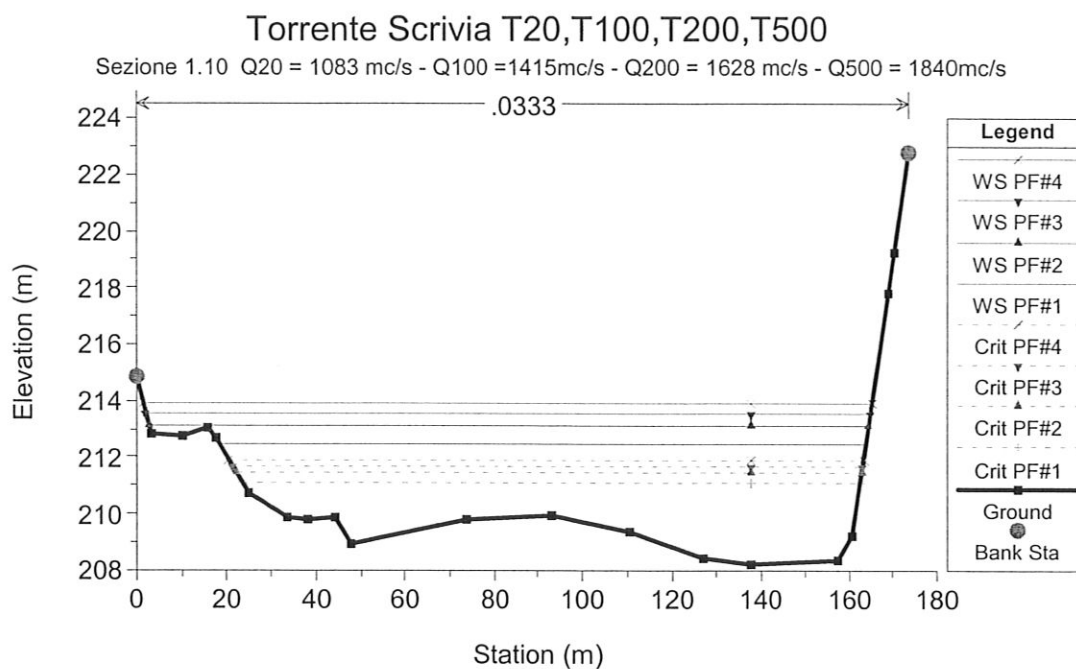
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	213.18	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.53	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	213.71	Reach Len. (m)	4.00	4.00	4.00
Crit W.S. (m)	211.52	Flow Area (m ²)		506.12	
E.G. Slope (m/m)	0.001746	Area (m ²)		506.12	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	116.00	Top Width (m)		116.00	
Vel Total (m/s)	3.22	Avg. Vel. (m/s)		3.22	
Max Chl Dpth (m)	6.01	Hydr. Depth (m)		4.36	
Conv. Total (m ³ /s)	38962.7	Conv. (m ³ /s)		38962.7	
Length Wtd. (m)	4.00	Wetted Per. (m)		123.31	
Min Ch El (m)	207.17	Shear (N/m ²)		70.27	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		226.04	

Sezione 1.09 a monte del ponte per Vignole Borbera



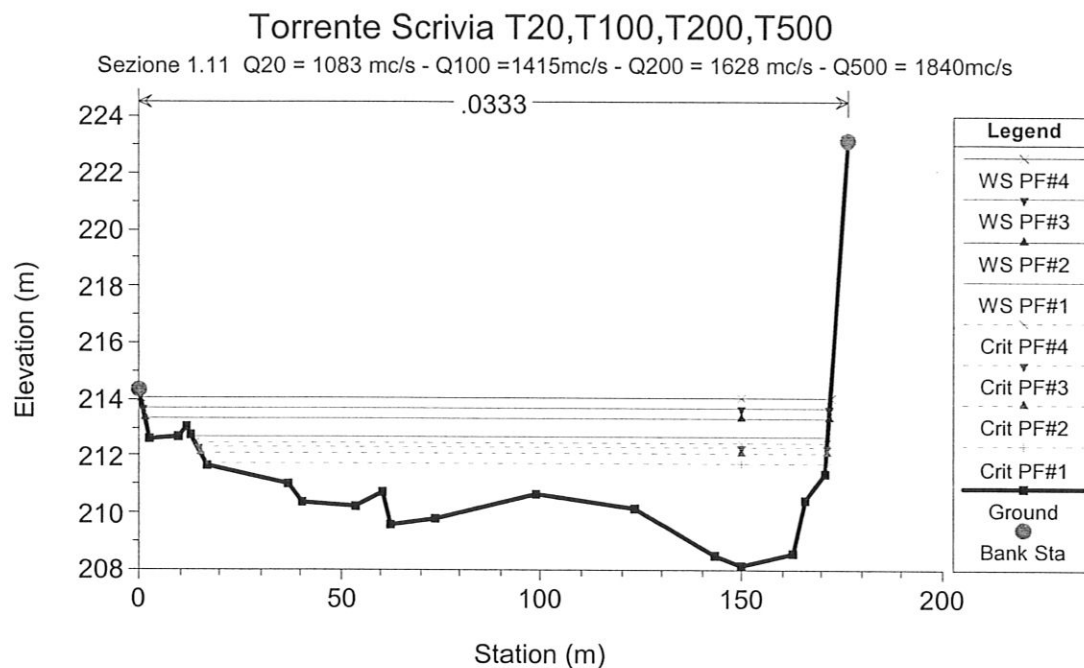
W.S. Elev (m) Q_{200}	213.39	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.42	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	213.81	Reach Len. (m)	55.73	55.73	55.73
Crit W.S. (m)	211.58	Flow Area (m ²)		566.56	
E.G. Slope (m/m)	0.001497	Area (m ²)		566.56	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	142.05	Top Width (m)		142.05	
Vel Total (m/s)	2.87	Avg. Vel. (m/s)		2.87	
Max Chl Dpth (m)	5.50	Hydr. Depth (m)		3.99	
Conv. Total (m ³ /s)	42076.8	Conv. (m ³ /s)		42076.8	
Length Wtd. (m)	55.73	Wetted Per. (m)		145.67	
Min Ch El (m)	207.89	Shear (N/m ²)		57.10	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		164.06	

Sezione 1.10 a monte del ponte per Vignole Borbera



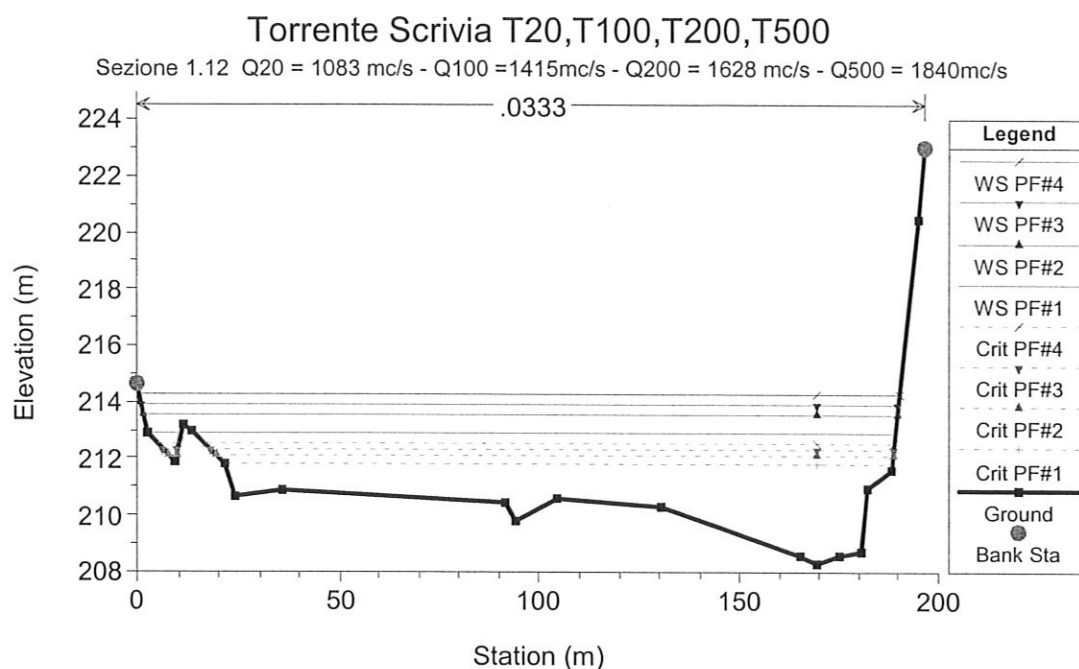
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	213.53	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.36	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	213.89	Reach Len. (m)	55.54	55.54	55.54
Crit W.S. (m)	211.71	Flow Area (m ²)		611.64	
E.G. Slope (m/m)	0.001374	Area (m ²)		611.64	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	162.82	Top Width (m)		162.82	
Vel Total (m/s)	2.66	Avg. Vel. (m/s)		2.66	
Max Chl Dpth (m)	5.31	Hydr. Depth (m)		3.76	
Conv. Total (m ³ /s)	43918.9	Conv. (m ³ /s)		43918.9	
Length Wtd. (m)	55.54	Wetted Per. (m)		165.42	
Min Ch El (m)	208.22	Shear (N/m ²)		49.82	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		132.61	

Sezione 1.11



W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	213.71	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.40	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	214.11	Reach Len. (m)	132.61	132.61	132.61
Crit W.S. (m)	212.30	Flow Area (m ²)		581.73	
E.G. Slope (m/m)	0.001739	Area (m ²)		581.73	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	171.03	Top Width (m)		171.03	
Vel Total (m/s)	2.80	Avg. Vel. (m/s)		2.80	
Max Chl Dpth (m)	5.53	Hydr. Depth (m)		3.40	
Conv. Total (m ³ /s)	39044.5	Conv. (m ³ /s)		39044.5	
Length Wtd. (m)	132.61	Wetted Per. (m)		174.10	
Min Ch El (m)	208.18	Shear (N/m ²)		56.97	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		159.43	

Sezione 1.12

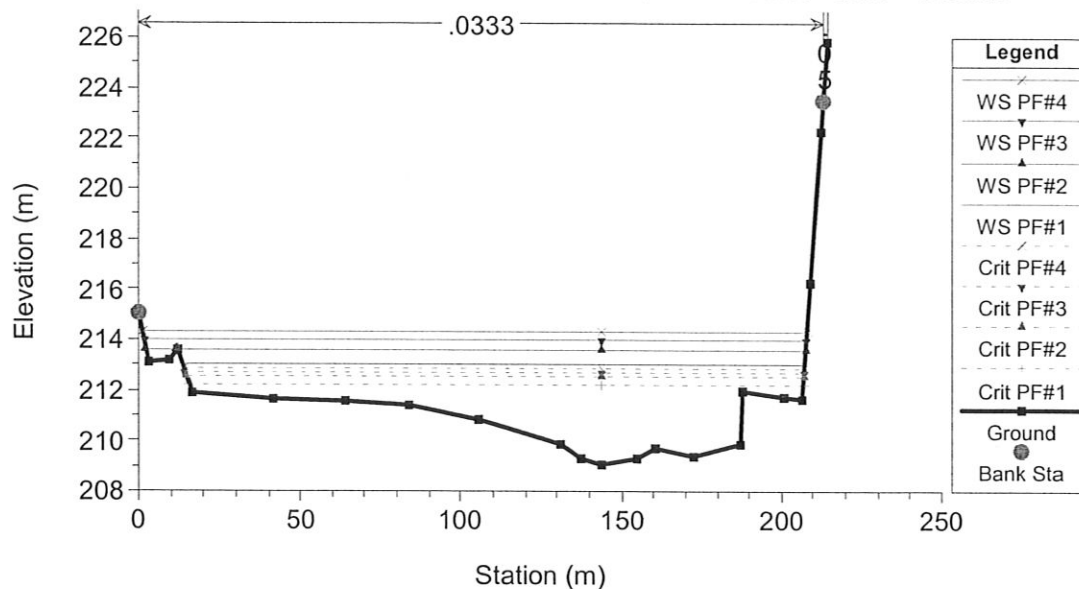


W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	213.90	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.32	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	214.22	Reach Len. (m)	67.59	67.59	67.59
Crit W.S. (m)	212.32	Flow Area (m ²)		651.89	
E.G. Slope (m/m)	0.001361	Area (m ²)		651.89	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	188.88	Top Width (m)		188.88	
Vel Total (m/s)	2.50	Avg. Vel. (m/s)		2.50	
Max Chl Dpth (m)	5.59	Hydr. Depth (m)		3.45	
Conv. Total (m ³ /s)	44131.2	Conv. (m ³ /s)		44131.2	
Length Wtd. (m)	67.59	Wetted Per. (m)		192.60	
Min Ch El (m)	208.31	Shear (N/m ²)		45.17	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		112.81	

Sezione 1.13

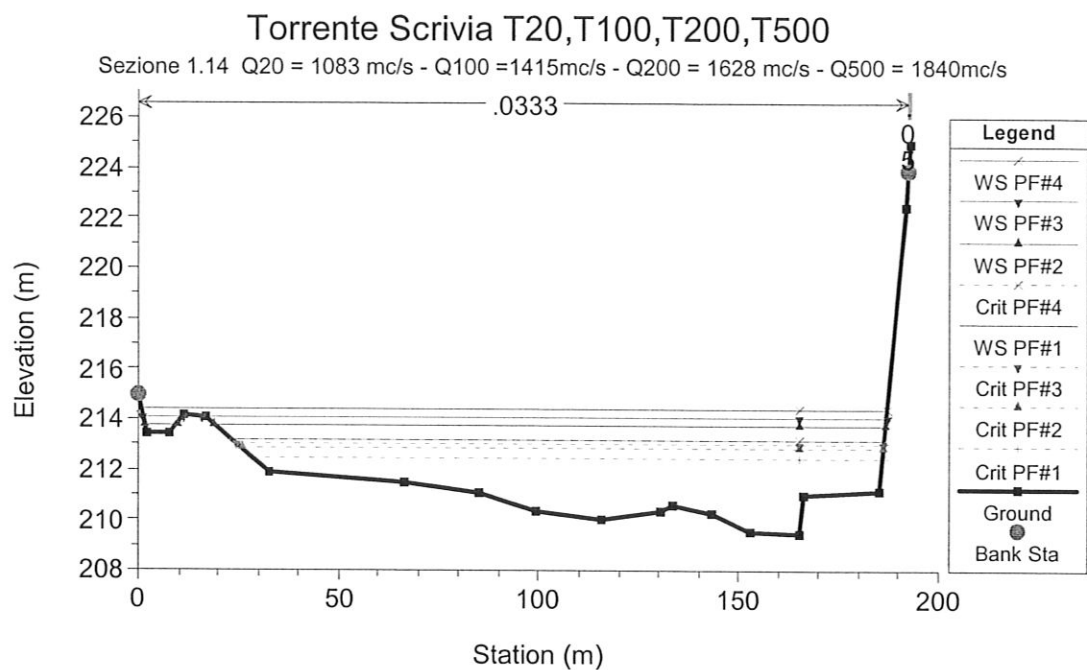
Torrente Scrivia T20,T100,T200,T500

Sezione 1.13 Q20 = 1083 mc/s - Q100 = 1415 mc/s - Q200 = 1628 mc/s - Q500 = 1840 mc/s



W.S. Elev (m) Q_{200}	213.98	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.35	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	214.32	Reach Len. (m)	59.64	59.64	59.64
Crit W.S. (m)	212.72	Flow Area (m2)		624.71	
E.G. Slope (m/m)	0.001758	Area (m2)		624.71	
Q Total (m3/s)	1628.00	Flow (m3/s)		1628.00	
Top Width (m)	206.35	Top Width (m)		206.35	
Vel Total (m/s)	2.61	Avg. Vel. (m/s)		2.61	
Max Chl Dpth (m)	4.90	Hydr. Depth (m)		3.03	
Conv. Total (m3/s)	38830.6	Conv. (m3/s)		38830.6	
Length Wtd. (m)	59.64	Wetted Per. (m)		209.78	
Min Ch El (m)	209.08	Shear (N/m2)		51.33	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		133.77	

Sezione 1.14

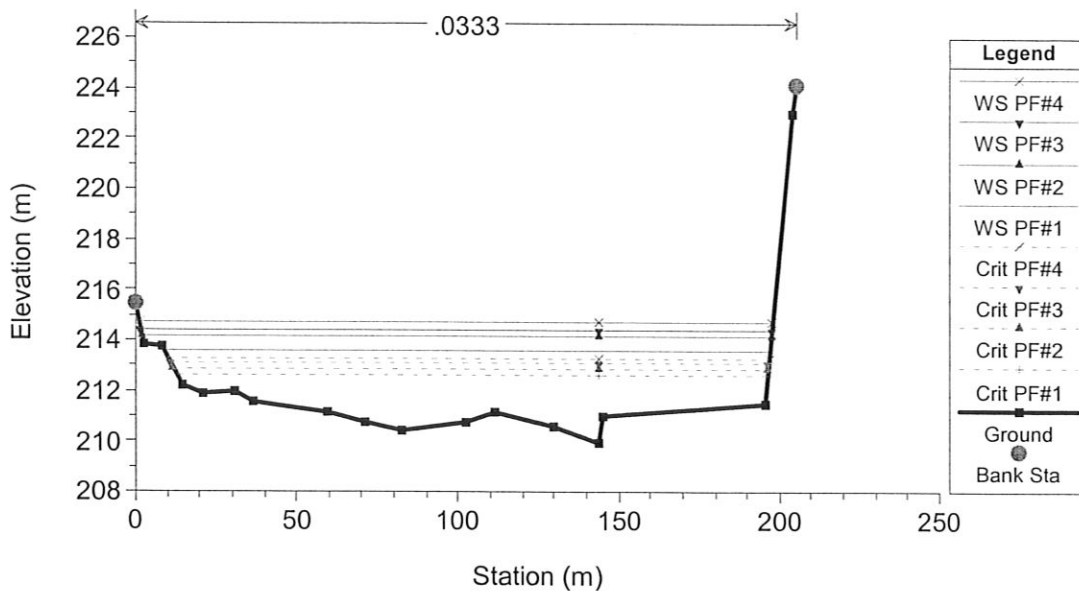


W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	214.10	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.47	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	214.58	Reach Len. (m)	104.41	104.41	104.41
Crit W.S. (m)	213.03	Flow Area (m ²)		534.86	
E.G. Slope (m/m)	0.002473	Area (m ²)		534.86	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	180.78	Top Width (m)		180.78	
Vel Total (m/s)	3.04	Avg. Vel. (m/s)		3.04	
Max Chl Dpth (m)	4.62	Hydr. Depth (m)		2.96	
Conv. Total (m ³ /s)	32740.0	Conv. (m ³ /s)		32740.0	
Length Wtd. (m)	104.41	Wetted Per. (m)		183.78	
Min Ch El (m)	209.49	Shear (N/m ²)		70.57	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		214.79	

Sezione 1.15

Torrente Scrivia T20,T100,T200,T500

Sezione 1.15 Q20 = 1083 mc/s - Q100 = 1415mc/s - Q200 = 1628 mc/s - Q500 = 1840mc/s

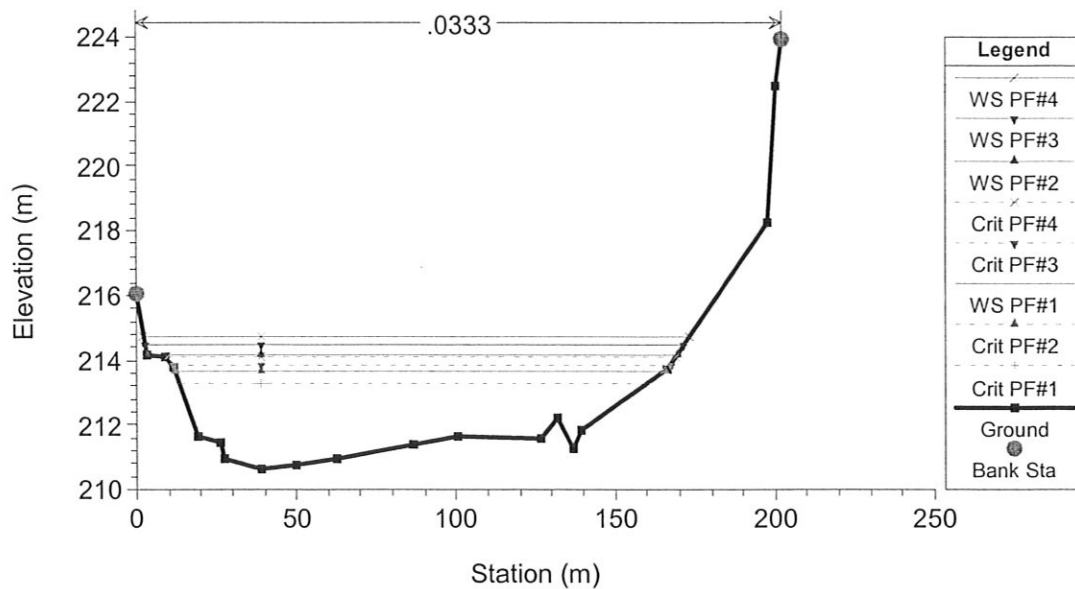


W.S. Elev (m) Q_{200}	214.44	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.34	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	214.78	Reach Len. (m)	99.65	99.65	99.65
Crit W.S. (m)	213.08	Flow Area (m2)		628.69	
E.G. Slope (m/m)	0.001599	Area (m2)		628.69	
Q Total (m3/s)	1628.00	Flow (m3/s)		1628.00	
Top Width (m)	196.23	Top Width (m)		196.23	
Vel Total (m/s)	2.59	Avg. Vel. (m/s)		2.59	
Max Chl Dpth (m)	4.48	Hydr. Depth (m)		3.20	
Conv. Total (m3/s)	40714.7	Conv. (m3/s)		40714.7	
Length Wtd. (m)	99.65	Wetted Per. (m)		198.51	
Min Ch El (m)	209.96	Shear (N/m2)		49.65	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		128.58	

Sezione 1.16

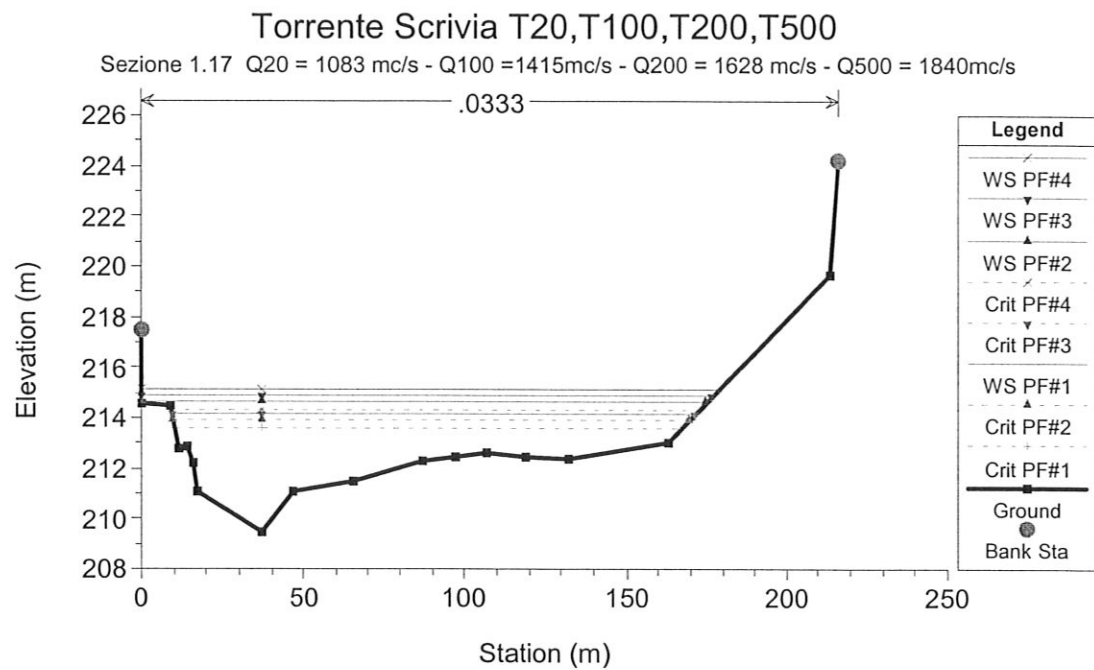
Torrente Scrivia T20,T100,T200,T500

Sezione 1.16 Q20 = 1083 mc/s - Q100 = 1415mc/s - Q200 = 1628 mc/s - Q500 = 1840mc/s



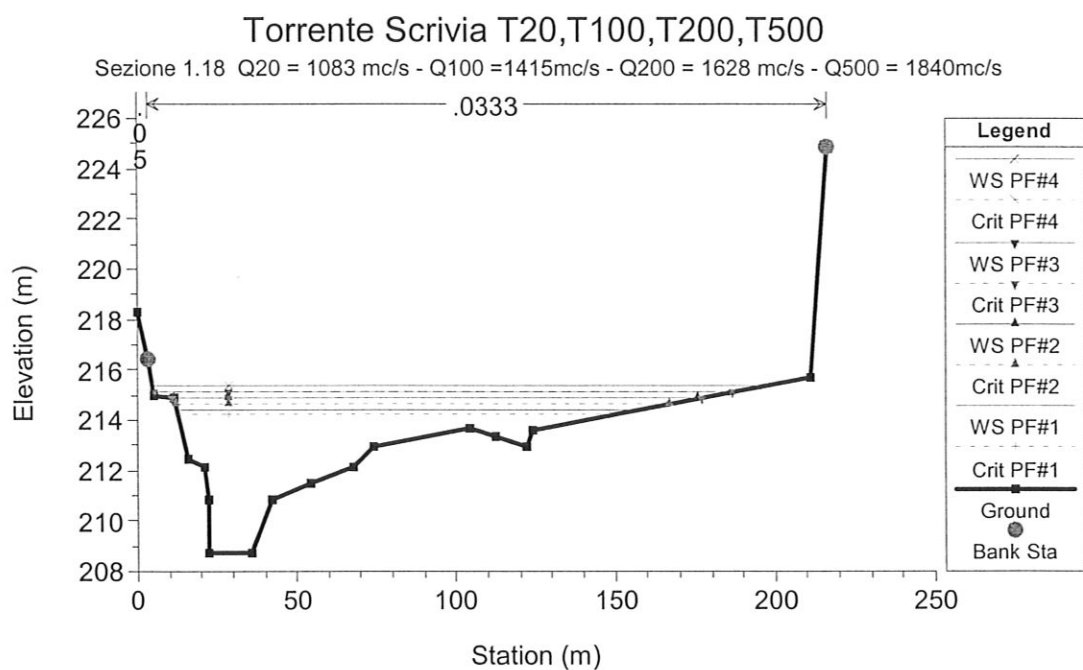
W.S. Elev (m) Q_{200}	214.45	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.68	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	215.14	Reach Len. (m)	102.03	102.03	102.03
Crit W.S. (m)	213.85	Flow Area (m2)		444.13	
E.G. Slope (m/m)	0.004132	Area (m2)		444.13	
Q Total (m3/s)	1628.00	Flow (m3/s)		1628.00	
Top Width (m)	168.85	Top Width (m)		168.85	
Vel Total (m/s)	3.67	Avg. Vel. (m/s)		3.67	
Max Chl Dpth (m)	3.80	Hydr. Depth (m)		2.63	
Conv. Total (m3/s)	25327.7	Conv. (m3/s)		25327.7	
Length Wtd. (m)	102.03	Wetted Per. (m)		169.71	
Min Ch El (m)	210.65	Shear (N/m2)		106.03	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		388.66	

Sezione 1.17



W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	214.87	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.61	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	215.47	Reach Len. (m)	85.63	85.63	85.63
Crit W.S. (m)	214.16	Flow Area (m ²)		472.03	
E.G. Slope (m/m)	0.003608	Area (m ²)		472.03	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	176.75	Top Width (m)		176.75	
Vel Total (m/s)	3.45	Avg. Vel. (m/s)		3.45	
Max Chl Dpth (m)	5.37	Hydr. Depth (m)		2.67	
Conv. Total (m ³ /s)	27102.2	Conv. (m ³ /s)		27102.2	
Length Wtd. (m)	85.63	Wetted Per. (m)		178.54	
Min Ch El (m)	209.50	Shear (N/m ²)		93.55	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		322.65	

Sezione 1.18

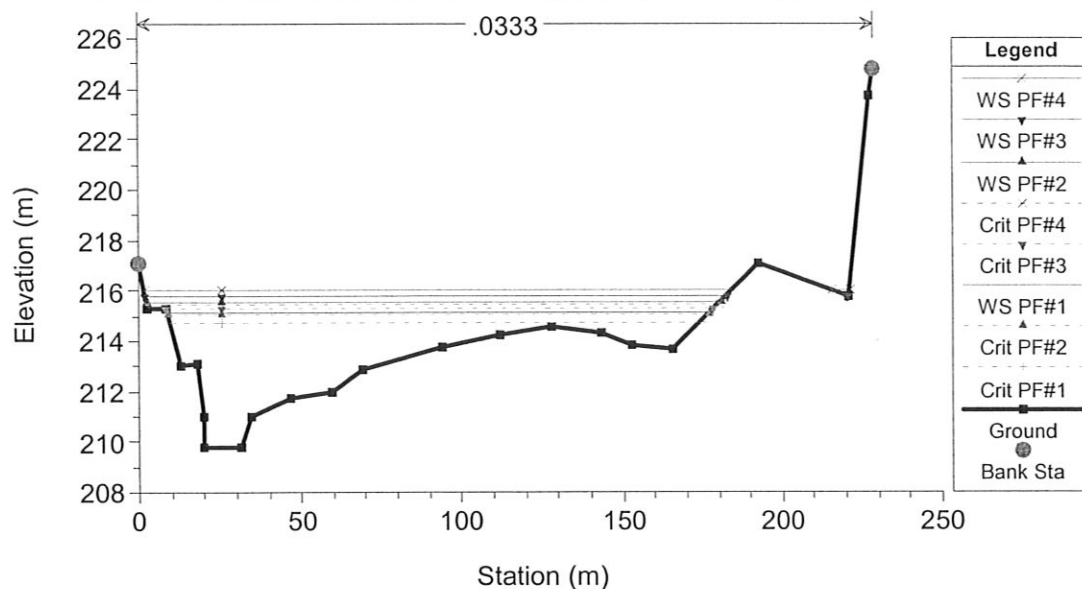


W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	215.13	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.87	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	215.99	Reach Len. (m)	90.73	90.73	90.73
Crit W.S. (m)	214.90	Flow Area (m ²)		394.75	
E.G. Slope (m/m)	0.006896	Area (m ²)		394.75	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	181.66	Top Width (m)		181.66	
Vel Total (m/s)	4.12	Avg. Vel. (m/s)		4.12	
Max Chl Dpth (m)	6.38	Hydr. Depth (m)		2.17	
Conv. Total (m ³ /s)	19605.1	Conv. (m ³ /s)		19605.1	
Length Wtd. (m)	90.73	Wetted Per. (m)		185.60	
Min Ch El (m)	208.75	Shear (N/m ²)		143.82	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		593.14	

Sezione 1.19

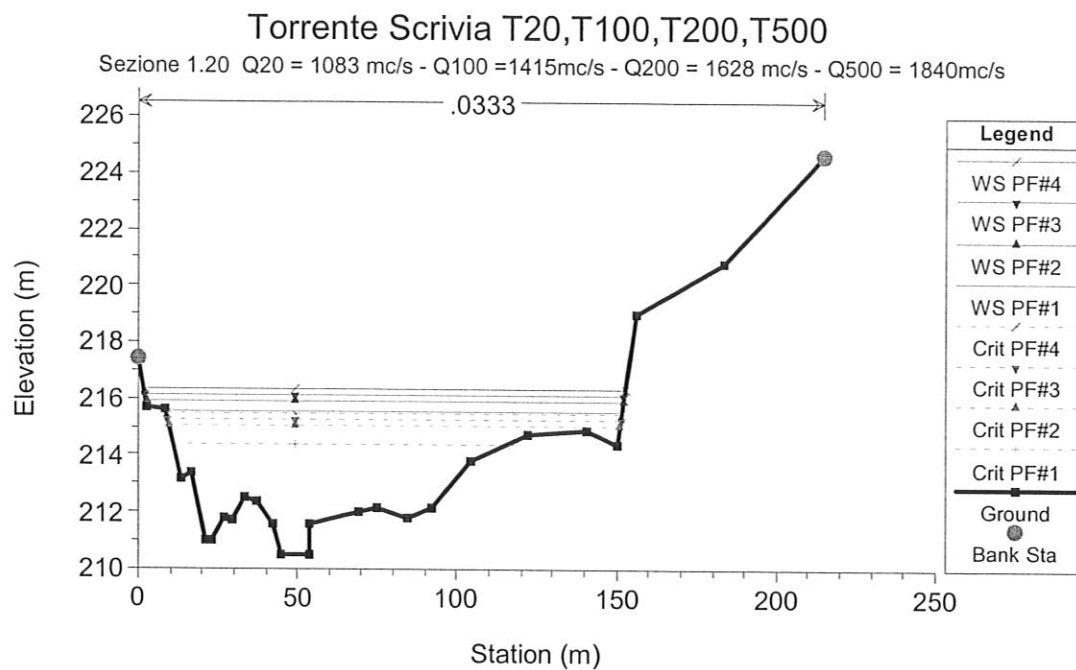
Torrente Scrivia T20,T100,T200,T500

Sezione 1.19 Q20 = 1083 mc/s - Q100 = 1415mc/s - Q200 = 1628 mc/s - Q500 = 1840mc/s



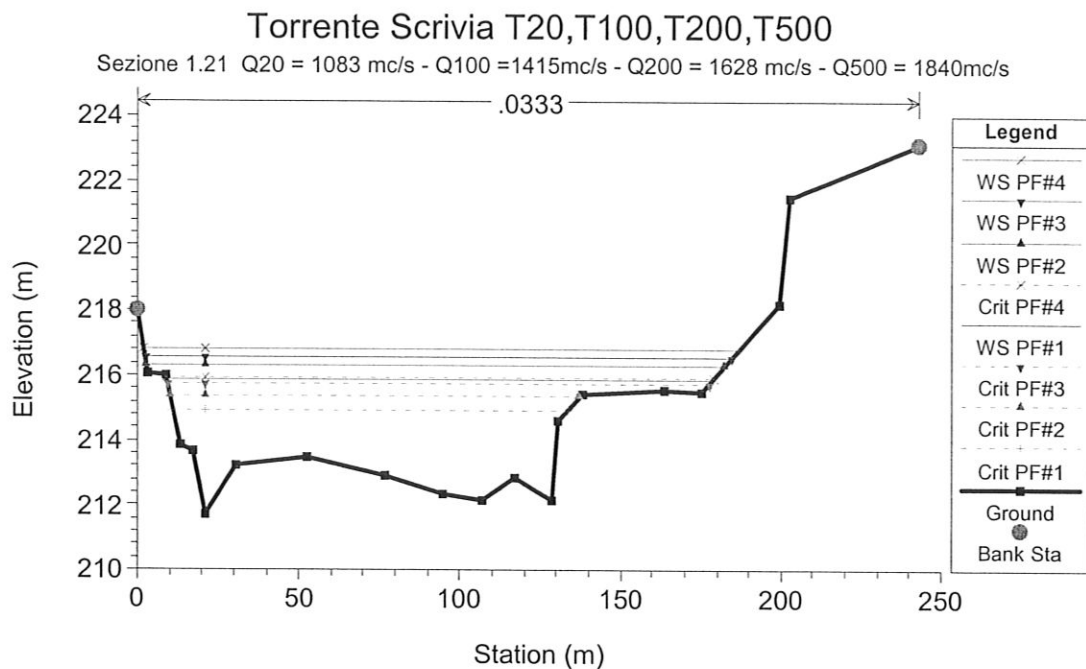
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	215.81	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.65	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	216.46	Reach Len. (m)	83.39	83.39	83.39
Crit W.S. (m)	215.26	Flow Area (m ²)		454.66	
E.G. Slope (m/m)	0.004287	Area (m ²)		454.66	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	181.73	Top Width (m)		181.73	
Vel Total (m/s)	3.58	Avg. Vel. (m/s)		3.58	
Max Chl Dpth (m)	6.06	Hydr. Depth (m)		2.50	
Conv. Total (m ³ /s)	24865.6	Conv. (m ³ /s)		24865.6	
Length Wtd. (m)	83.39	Wetted Per. (m)		184.99	
Min Ch El (m)	209.75	Shear (N/m ²)		103.32	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		369.95	

Sezione 1.20



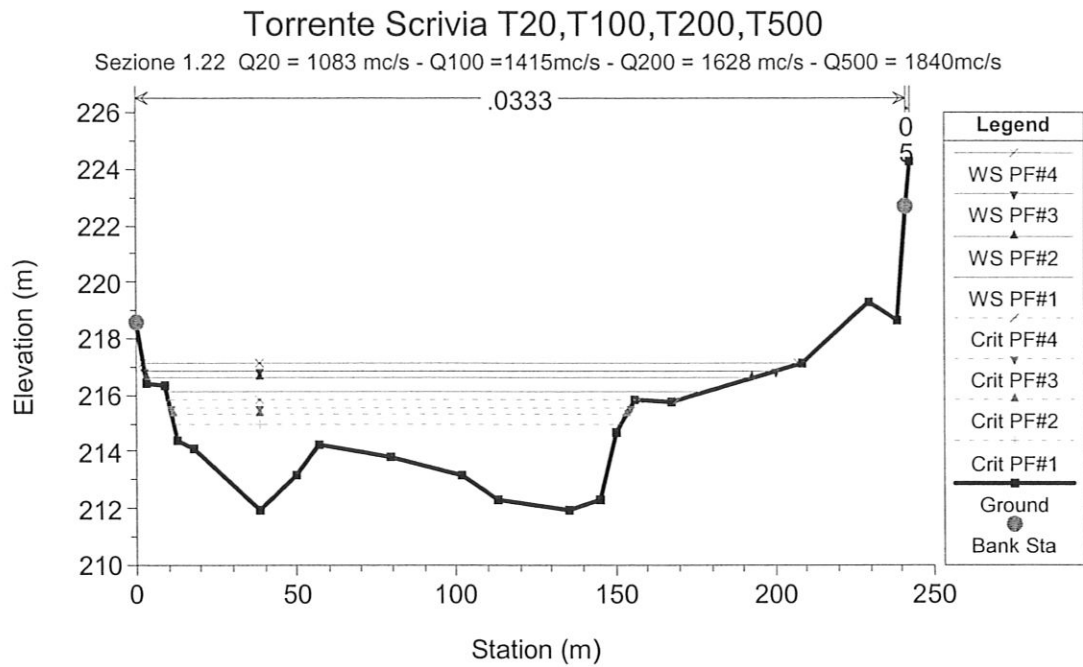
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	216.13	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.62	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	216.75	Reach Len. (m)	79.15	79.15	79.15
Crit W.S. (m)	215.26	Flow Area (m ²)		465.27	
E.G. Slope (m/m)	0.003105	Area (m ²)		465.27	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	150.47	Top Width (m)		150.47	
Vel Total (m/s)	3.50	Avg. Vel. (m/s)		3.50	
Max Chl Dpth (m)	5.63	Hydr. Depth (m)		3.09	
Conv. Total (m ³ /s)	29216.7	Conv. (m ³ /s)		29216.7	
Length Wtd. (m)	79.15	Wetted Per. (m)		153.87	
Min Ch El (m)	210.50	Shear (N/m ²)		92.07	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		322.15	

Sezione 1.21



W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	216.55	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.54	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	217.10	Reach Len. (m)	107.32	107.32	107.32
Crit W.S. (m)	215.74	Flow Area (m ²)		498.78	
E.G. Slope (m/m)	0.003145	Area (m ²)		498.78	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	182.40	Top Width (m)		182.40	
Vel Total (m/s)	3.26	Avg. Vel. (m/s)		3.26	
Max Chl Dpth (m)	4.86	Hydr. Depth (m)		2.73	
Conv. Total (m ³ /s)	29028.7	Conv. (m ³ /s)		29028.7	
Length Wtd. (m)	107.32	Wetted Per. (m)		184.87	
Min Ch El (m)	211.69	Shear (N/m ²)		83.22	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		271.62	

Sezione 1.22

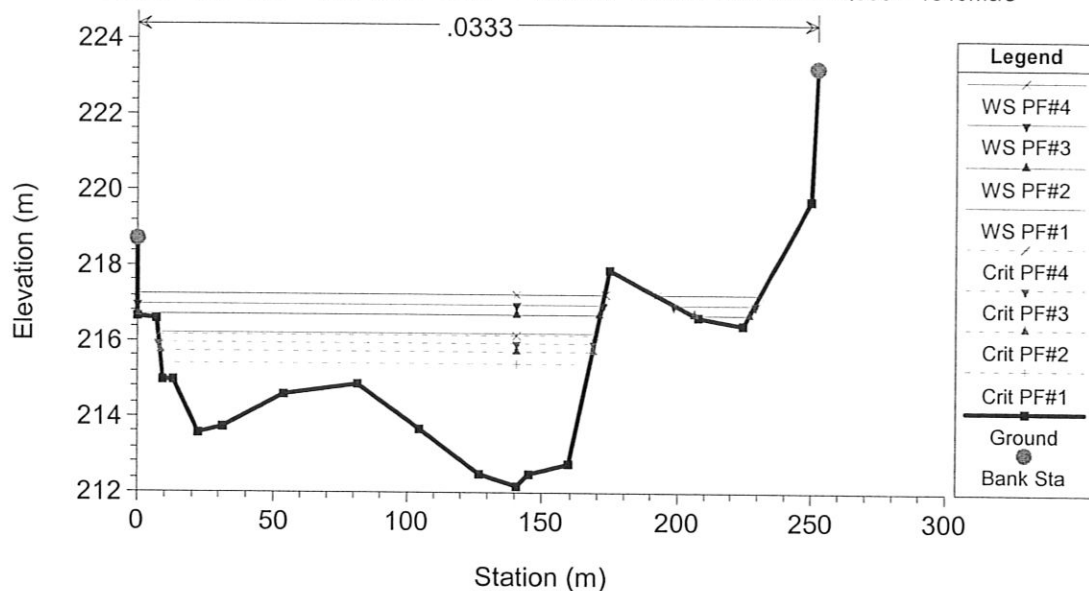


W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	216.87	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.42	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	217.29	Reach Len. (m)	68.56	68.56	68.56
Crit W.S. (m)	215.53	Flow Area (m ²)		568.71	
E.G. Slope (m/m)	0.002240	Area (m ²)		568.71	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	197.36	Top Width (m)		197.36	
Vel Total (m/s)	2.86	Avg. Vel. (m/s)		2.86	
Max Chl Dpth (m)	4.91	Hydr. Depth (m)		2.88	
Conv. Total (m ³ /s)	34400.2	Conv. (m ³ /s)		34400.2	
Length Wtd. (m)	68.56	Wetted Per. (m)		198.94	
Min Ch El (m)	211.96	Shear (N/m ²)		62.79	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		179.73	

Sezione 1.23

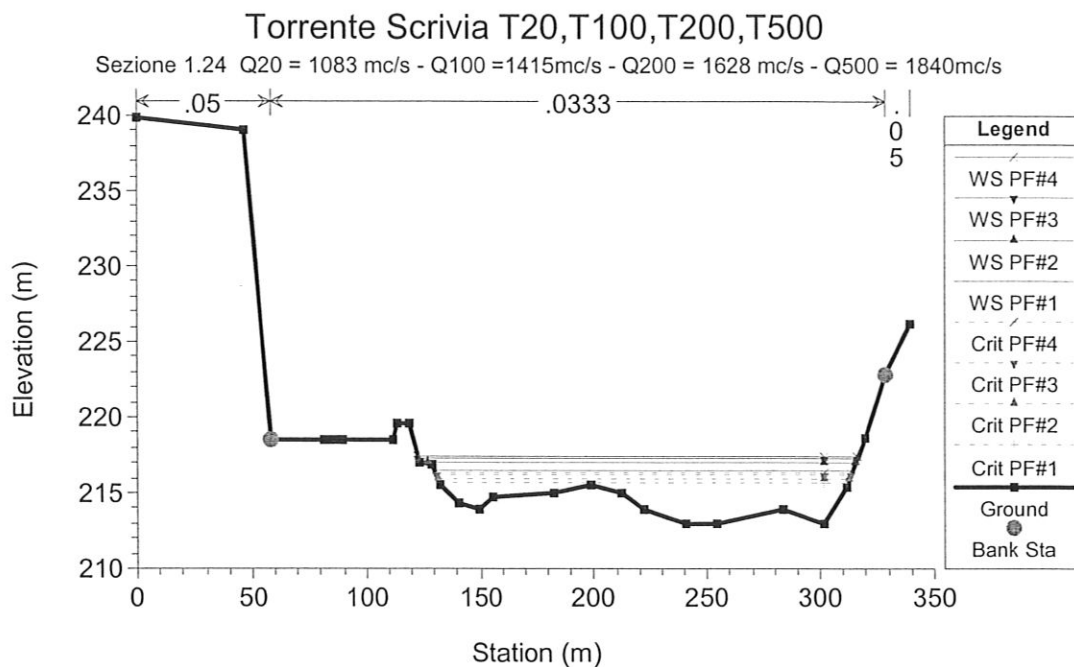
Torrente Scrivia T20,T100,T200,T500

Sezione 1.23 Q20 = 1083 mc/s - Q100 = 1415 mc/s - Q200 = 1628 mc/s - Q500 = 1840 mc/s



W.S. Elev (m) Q_{200}	216.99	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.48	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	217.47	Reach Len. (m)	64.44	64.44	64.44
Crit W.S. (m)	215.95	Flow Area (m2)		533.03	
E.G. Slope (m/m)	0.002878	Area (m2)		533.03	
Q Total (m3/s)	1628.00	Flow (m3/s)		1628.00	
Top Width (m)	202.44	Top Width (m)		202.44	
Vel Total (m/s)	3.05	Avg. Vel. (m/s)		3.05	
Max Chl Dpth (m)	4.85	Hydr. Depth (m)		2.63	
Conv. Total (m3/s)	30347.3	Conv. (m3/s)		30347.3	
Length Wtd. (m)	64.44	Wetted Per. (m)		204.19	
Min Ch El (m)	212.14	Shear (N/m2)		73.67	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		225.01	

Sezione 1.24

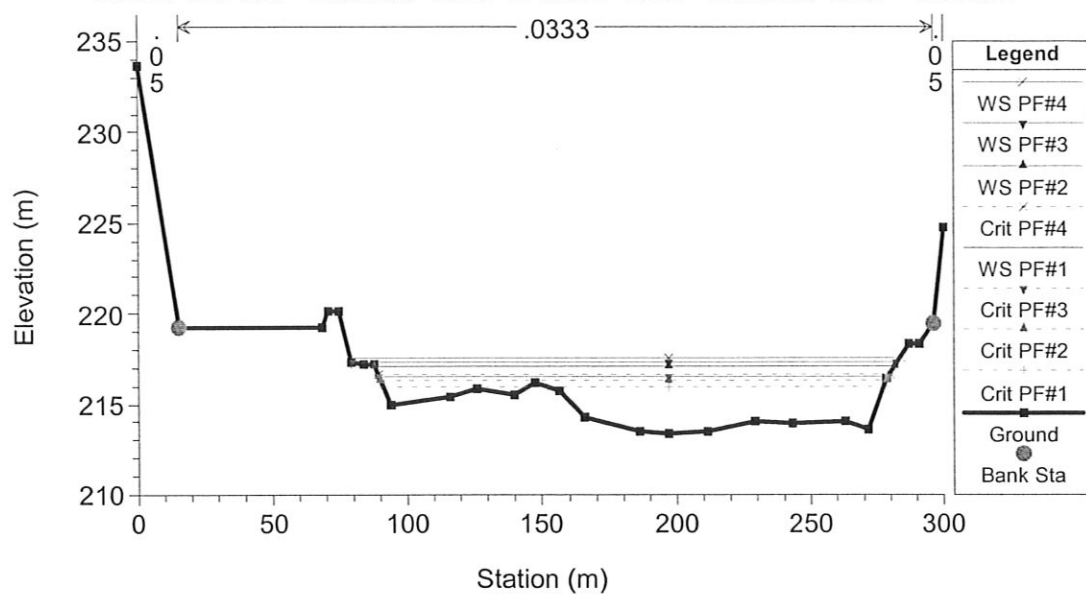


W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	217.24	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.43	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	217.67	Reach Len. (m)	75.12	75.12	75.12
Crit W.S. (m)	216.19	Flow Area (m ²)		560.52	
E.G. Slope (m/m)	0.002276	Area (m ²)		560.52	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	192.86	Top Width (m)		192.86	
Vel Total (m/s)	2.90	Avg. Vel. (m/s)		2.90	
Max Chl Dpth (m)	4.27	Hydr. Depth (m)		2.91	
Conv. Total (m ³ /s)	34128.2	Conv. (m ³ /s)		34128.2	
Length Wtd. (m)	75.12	Wetted Per. (m)		194.15	
Min Ch El (m)	212.97	Shear (N/m ²)		64.42	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		187.12	

Sezione 1.25

Torrente Scrivia T20,T100,T200,T500

Sezione 1.25 Q20 = 1083 mc/s - Q100 = 1415 mc/s - Q200 = 1628 mc/s - Q500 = 1840 mc/s

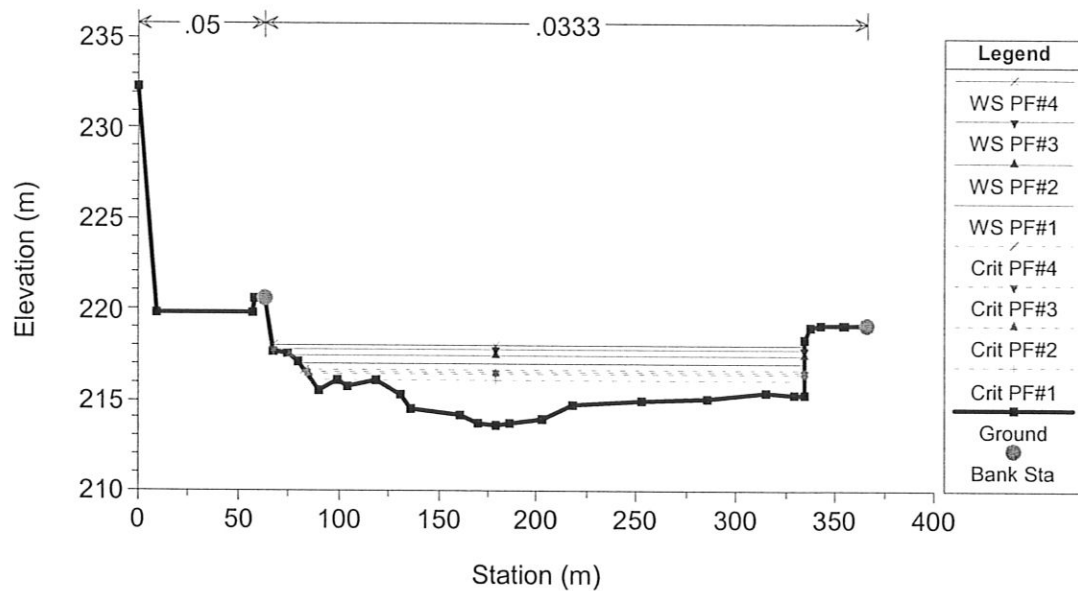


W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	217.34	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.47	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	217.81	Reach Len. (m)	52.05	52.05	52.05
Crit W.S. (m)	216.48	Flow Area (m2)		535.56	
E.G. Slope (m/m)	0.002846	Area (m2)		535.56	
Q Total (m3/s)	1628.00	Flow (m3/s)		1628.00	
Top Width (m)	203.72	Top Width (m)		203.72	
Vel Total (m/s)	3.04	Avg. Vel. (m/s)		3.04	
Max Chl Dpth (m)	4.01	Hydr. Depth (m)		2.63	
Conv. Total (m3/s)	30514.7	Conv. (m3/s)		30514.7	
Length Wtd. (m)	52.05	Wetted Per. (m)		204.92	
Min Ch El (m)	213.33	Shear (N/m2)		72.95	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		221.75	

Sezione 1.26 in corrispondenza della confluenza con il Torrente Spinti

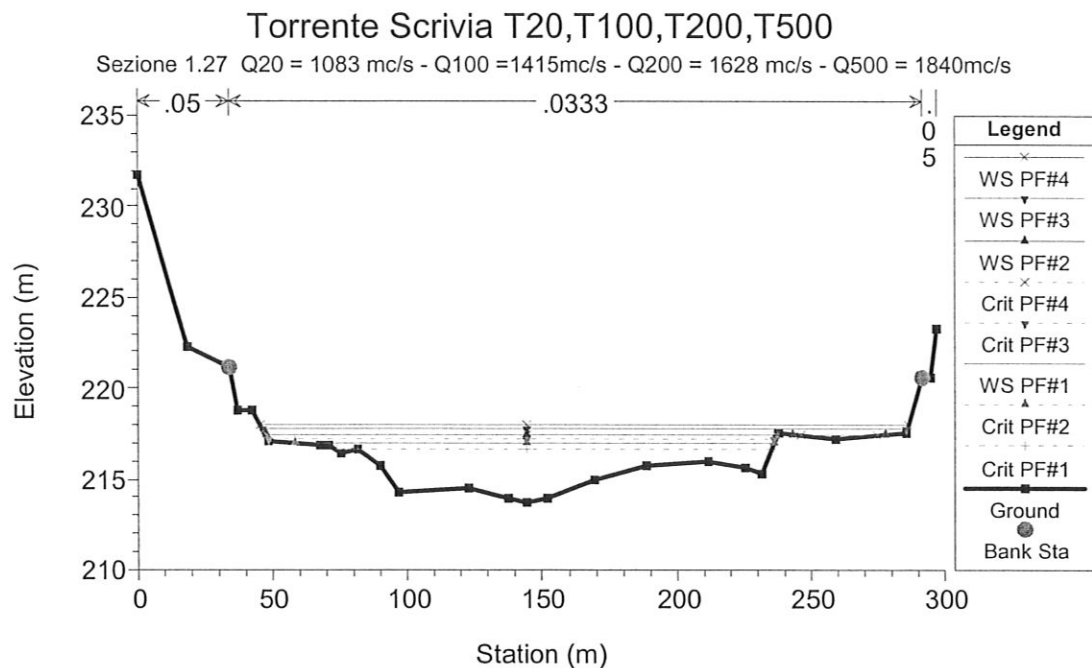
Torrente Scrivia T20,T100,T200,T500

Sezione 1.26 in corrispondenza della confluenza col Torrente Spinti Q20 = 1083 mc/s - Q100 = 1415mc/s - Q200 = 1628 mc/s - Q500 = 1840mc/s



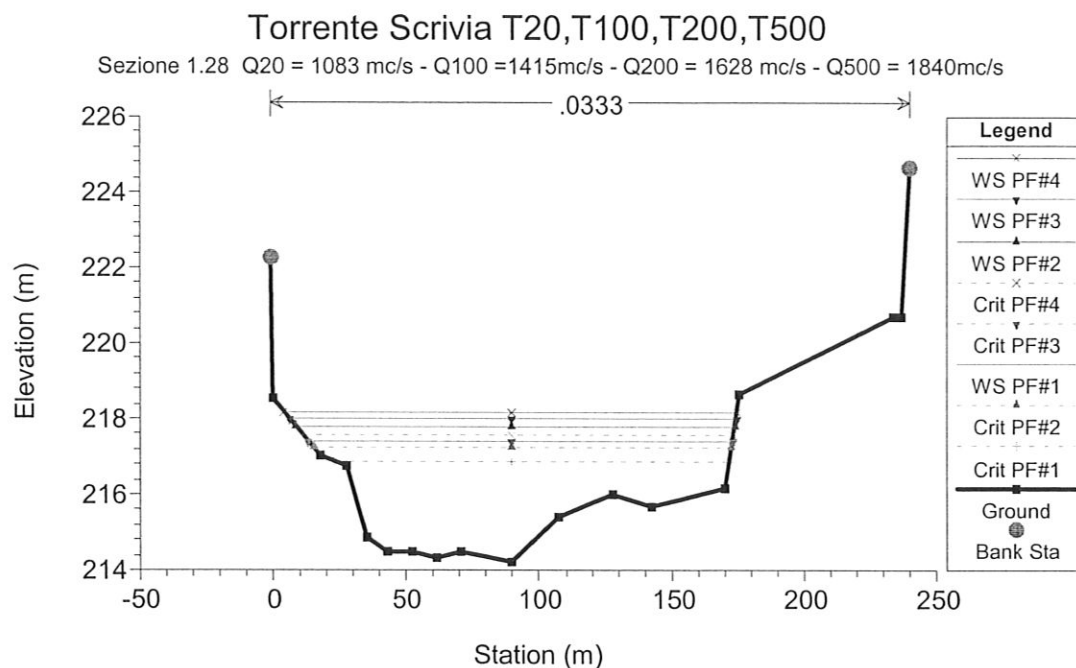
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	217.72	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.27	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	217.98	Reach Len. (m)	73.20	73.20	73.20
Crit W.S. (m)	216.52	Flow Area (m ²)		713.70	
E.G. Slope (m/m)	0.001573	Area (m ²)		713.70	
Q Total (m ³ /s)	1628.00	Flow (m ³ /s)		1628.00	
Top Width (m)	266.61	Top Width (m)		266.61	
Vel Total (m/s)	2.28	Avg. Vel. (m/s)		2.28	
Max Chl Dpth (m)	4.17	Hydr. Depth (m)		2.68	
Conv. Total (m ³ /s)	41044.3	Conv. (m ³ /s)		41044.3	
Length Wtd. (m)	73.20	Wetted Per. (m)		269.31	
Min Ch El (m)	213.55	Shear (N/m ²)		40.89	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		93.27	

Sezione 1.27



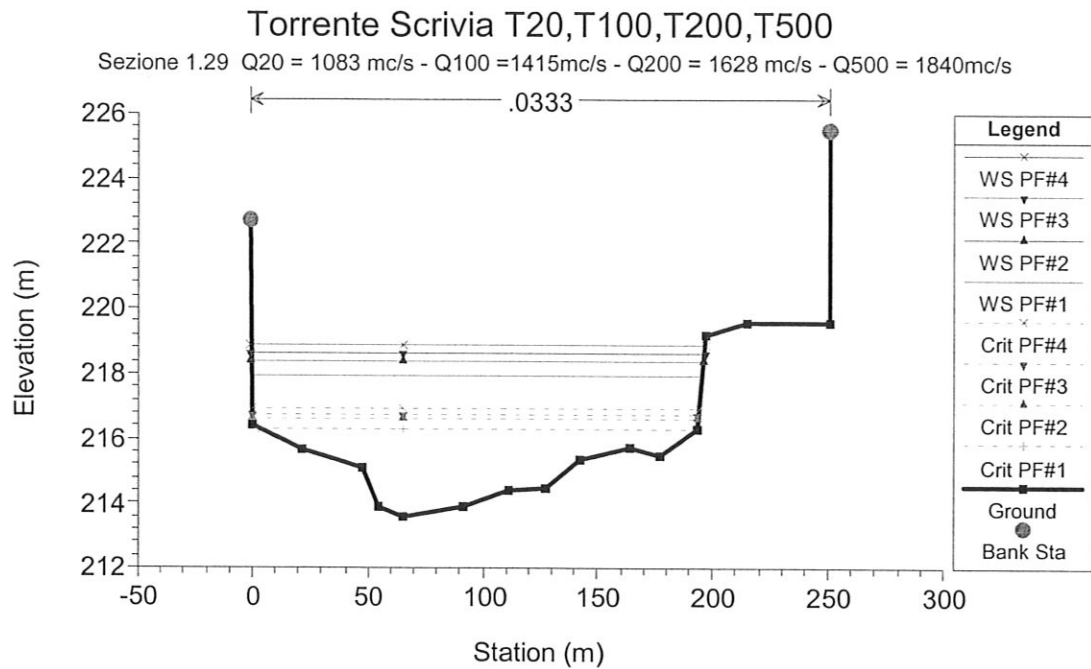
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	217.75	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.50	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	218.25	Reach Len. (m)	80.87	80.87	80.87
Crit W.S. (m)	217.17	Flow Area (m ²)		473.64	
E.G. Slope (m/m)	0.004380	Area (m ²)		473.64	
Q Total (m ³ /s)	1480.00	Flow (m ³ /s)		1480.00	
Top Width (m)	239.38	Top Width (m)		239.38	
Vel Total (m/s)	3.12	Avg. Vel. (m/s)		3.12	
Max Chl Dpth (m)	4.05	Hydr. Depth (m)		1.98	
Conv. Total (m ³ /s)	22363.8	Conv. (m ³ /s)		22363.8	
Length Wtd. (m)	80.87	Wetted Per. (m)		240.23	
Min Ch El (m)	213.70	Shear (N/m ²)		84.68	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		264.59	

Sezione 1.28



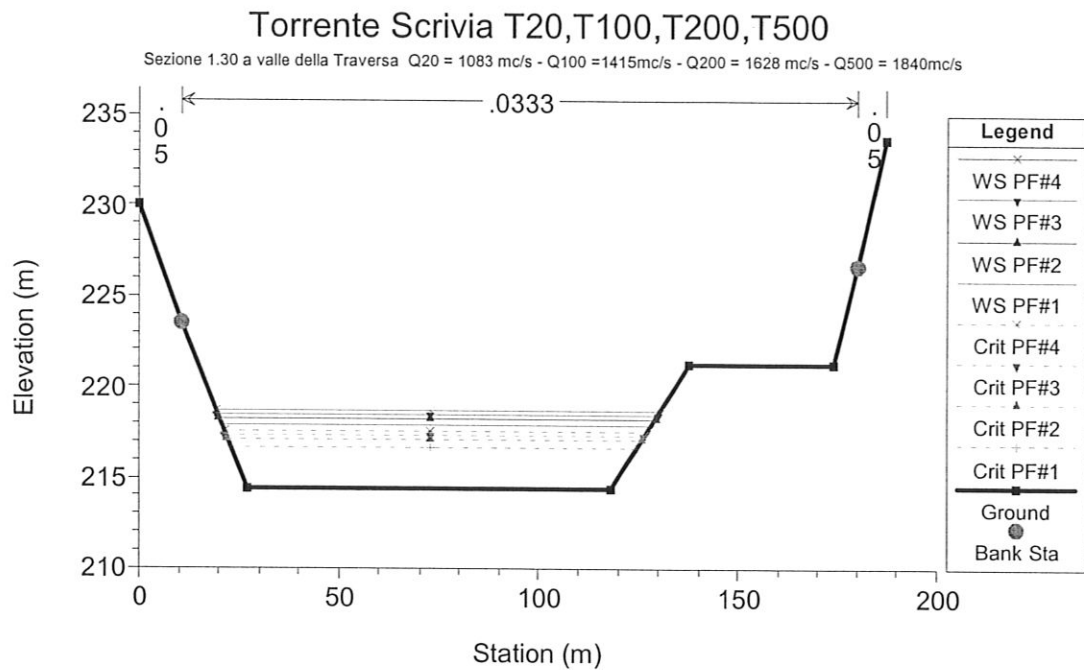
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	218.00	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.62	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	218.61	Reach Len. (m)	80.09	80.09	80.09
Crit W.S. (m)	217.41	Flow Area (m ²)		425.02	
E.G. Slope (m/m)	0.003932	Area (m ²)		425.02	
Q Total (m ³ /s)	1480.00	Flow (m ³ /s)		1480.00	
Top Width (m)	168.26	Top Width (m)		168.26	
Vel Total (m/s)	3.48	Avg. Vel. (m/s)		3.48	
Max Chl Dpth (m)	3.78	Hydr. Depth (m)		2.53	
Conv. Total (m ³ /s)	23603.4	Conv. (m ³ /s)		23603.4	
Length Wtd. (m)	80.09	Wetted Per. (m)		169.00	
Min Ch El (m)	214.22	Shear (N/m ²)		96.96	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		337.64	

Sezione 1.29



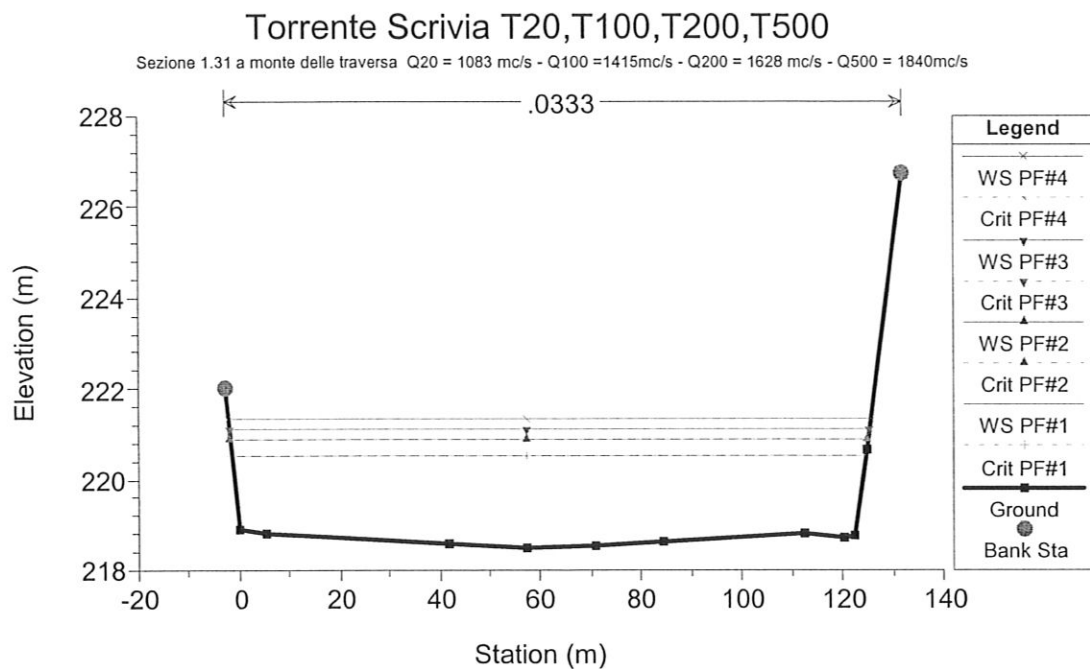
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	218.63	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.22	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	218.85	Reach Len. (m)	120.32	120.32	120.32
Crit W.S. (m)	216.75	Flow Area (m ²)		718.12	
E.G. Slope (m/m)	0.000856	Area (m ²)		718.12	
Q Total (m ³ /s)	1480.00	Flow (m ³ /s)		1480.00	
Top Width (m)	197.09	Top Width (m)		197.09	
Vel Total (m/s)	2.06	Avg. Vel. (m/s)		2.06	
Max Chl Dpth (m)	5.04	Hydr. Depth (m)		3.64	
Conv. Total (m ³ /s)	50595.2	Conv. (m ³ /s)		50595.2	
Length Wtd. (m)	120.32	Wetted Per. (m)		199.83	
Min Ch El (m)	213.59	Shear (N/m ²)		30.15	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		62.15	

Sezione 1.30 a valle della traversa



W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	218.48	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.66	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	219.14	Reach Len. (m)	118.00	118.00	118.00
Crit W.S. (m)	217.32	Flow Area (m ²)		410.60	
E.G. Slope (m/m)	0.002548	Area (m ²)		410.60	
Q Total (m ³ /s)	1480.00	Flow (m ³ /s)		1480.00	
Top Width (m)	110.23	Top Width (m)		110.23	
Vel Total (m/s)	3.60	Avg. Vel. (m/s)		3.60	
Max Chl Dpth (m)	4.08	Hydr. Depth (m)		3.72	
Conv. Total (m ³ /s)	29322.3	Conv. (m ³ /s)		29322.3	
Length Wtd. (m)	118.00	Wetted Per. (m)		111.96	
Min Ch El (m)	214.40	Shear (N/m ²)		91.62	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		330.24	

Sezione 1.31 a monte della traversa

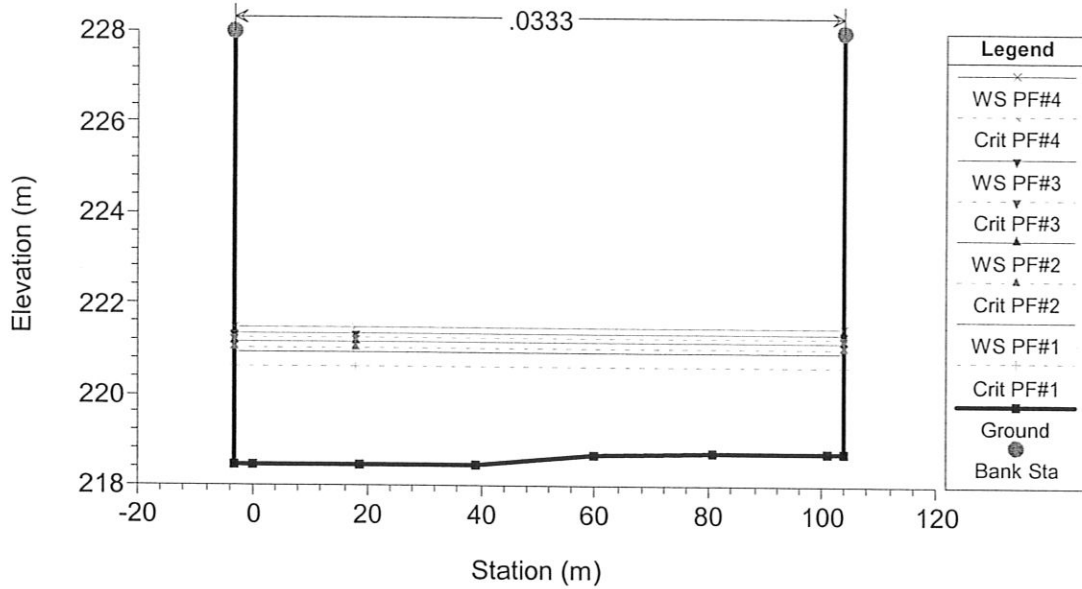


W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	221.11	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.20	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	222.31	Reach Len. (m)	24.06	24.06	24.06
Crit W.S. (m)	221.11	Flow Area (m ²)		304.97	
E.G. Slope (m/m)	0.008311	Area (m ²)		304.97	
Q Total (m ³ /s)	1480.00	Flow (m ³ /s)		1480.00	
Top Width (m)	127.42	Top Width (m)		127.42	
Vel Total (m/s)	4.85	Avg. Vel. (m/s)		4.85	
Max Chl Dpth (m)	2.62	Hydr. Depth (m)		2.39	
Conv. Total (m ³ /s)	16234.1	Conv. (m ³ /s)		16234.1	
Length Wtd. (m)	24.06	Wetted Per. (m)		129.22	
Min Ch El (m)	218.49	Shear (N/m ²)		192.35	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		933.48	

Sezione 1.315 a valle del ponte per Varinella

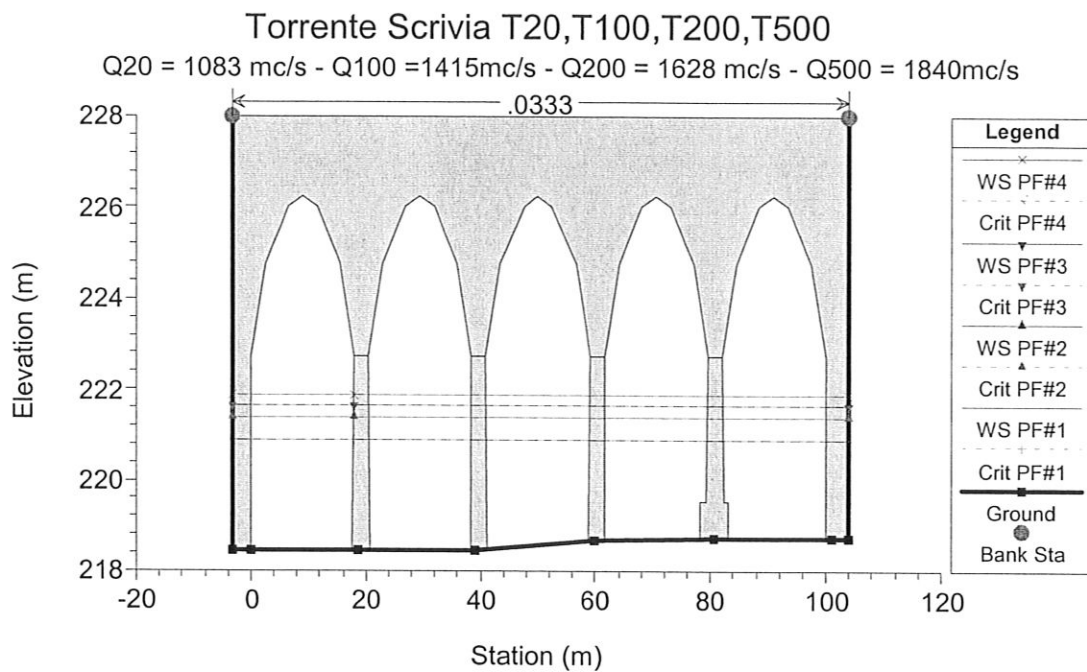
Torrente Scrivia T20,T100,T200,T500

Sezione 1.315 a valle del ponte per Varinella Q20 = 1083 mc/s - Q100 = 1415mc/s - Q200 = 1628 mc/s - Q500 = 1840mc/s



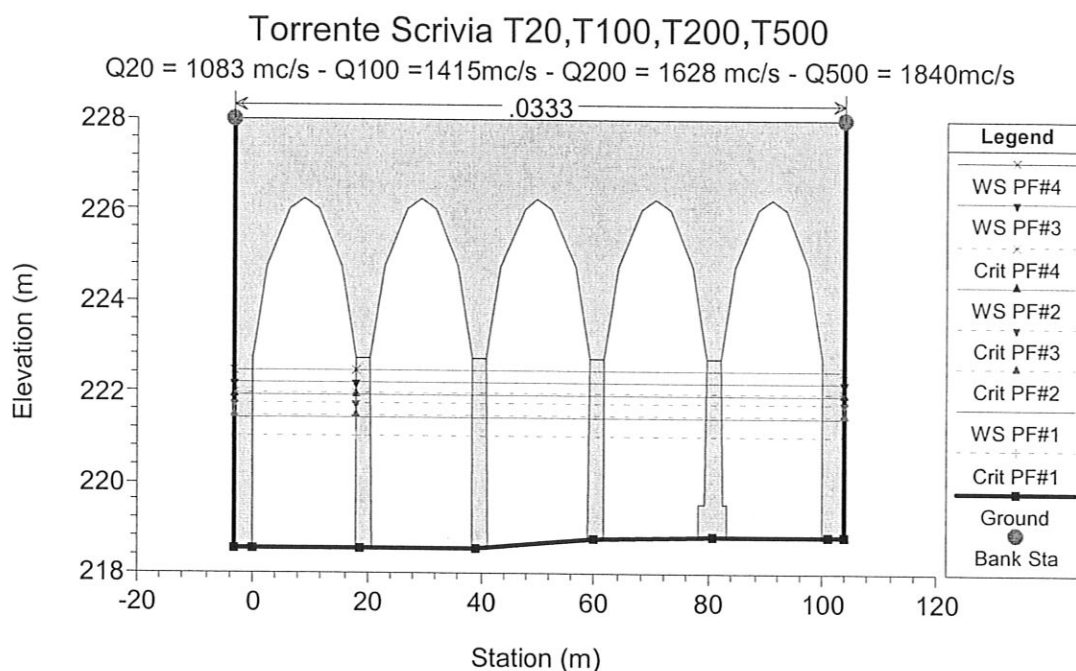
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	221.32	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.28	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	222.61	Reach Len. (m)	35.41	34.41	34.41
Crit W.S. (m)	221.25	Flow Area (m ²)		295.02	
E.G. Slope (m/m)	0.007716	Area (m ²)		295.02	
Q Total (m ³ /s)	1480.00	Flow (m ³ /s)		1480.00	
Top Width (m)	107.00	Top Width (m)		107.00	
Vel Total (m/s)	5.02	Avg. Vel. (m/s)		5.02	
Max Chl Dpth (m)	2.89	Hydr. Depth (m)		2.76	
Conv. Total (m ³ /s)	16849.0	Conv. (m ³ /s)		16849.0	
Length Wtd. (m)	34.41	Wetted Per. (m)		112.49	
Min Ch El (m)	218.43	Shear (N/m ²)		198.44	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		995.49	

Sezione 1.32BRD in corrispondenza del ponte per Varinella



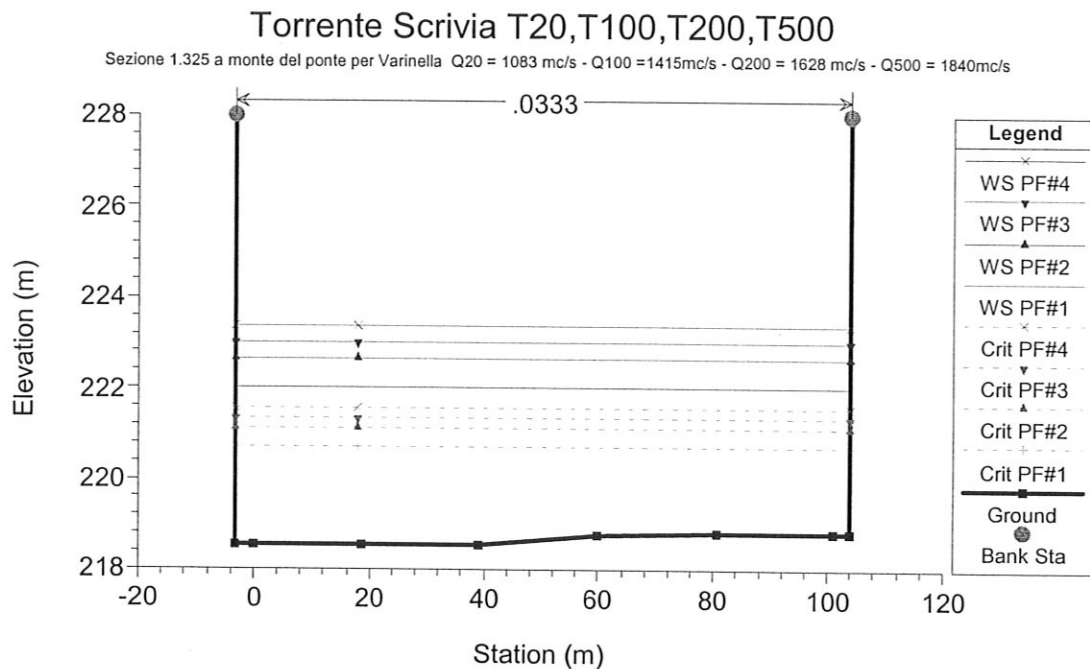
W.S. Elev (m) Q_{200}	221.64	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.52	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	223.16	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	221.64	Flow Area (m ²)		271.18	
E.G. Slope (m/m)	0.011006	Area (m ²)		271.18	
Q Total (m ³ /s)	1480.00	Flow (m ³ /s)		1480.00	
Top Width (m)	89.48	Top Width (m)		89.48	
Vel Total (m/s)	5.46	Avg. Vel. (m/s)		5.46	
Max Chl Dpth (m)	3.21	Hydr. Depth (m)		3.03	
Conv. Total (m ³ /s)	14107.3	Conv. (m ³ /s)		14107.3	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)		118.94	
Min Ch El (m)	218.43	Shear (N/m ²)		246.08	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		1343.02	

Sezione 1.32BRU in corrispondenza del ponte per Varinella



W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	222.19	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.15	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	223.34	Reach Len. (m)	10.00	10.00	10.00
Crit W.S. (m)	221.73	Flow Area (m ²)		311.98	
E.G. Slope (m/m)	0.007253	Area (m ²)		311.98	
Q Total (m ³ /s)	1480.00	Flow (m ³ /s)		1480.00	
Top Width (m)	89.74	Top Width (m)		89.74	
Vel Total (m/s)	4.74	Avg. Vel. (m/s)		4.74	
Max Chl Dpth (m)	3.66	Hydr. Depth (m)		3.48	
Conv. Total (m ³ /s)	17378.3	Conv. (m ³ /s)		17378.3	
Length Wtd. (m)	10.00	Wetted Per. (m)		123.49	
Min Ch El (m)	218.53	Shear (N/m ²)		179.68	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		852.39	

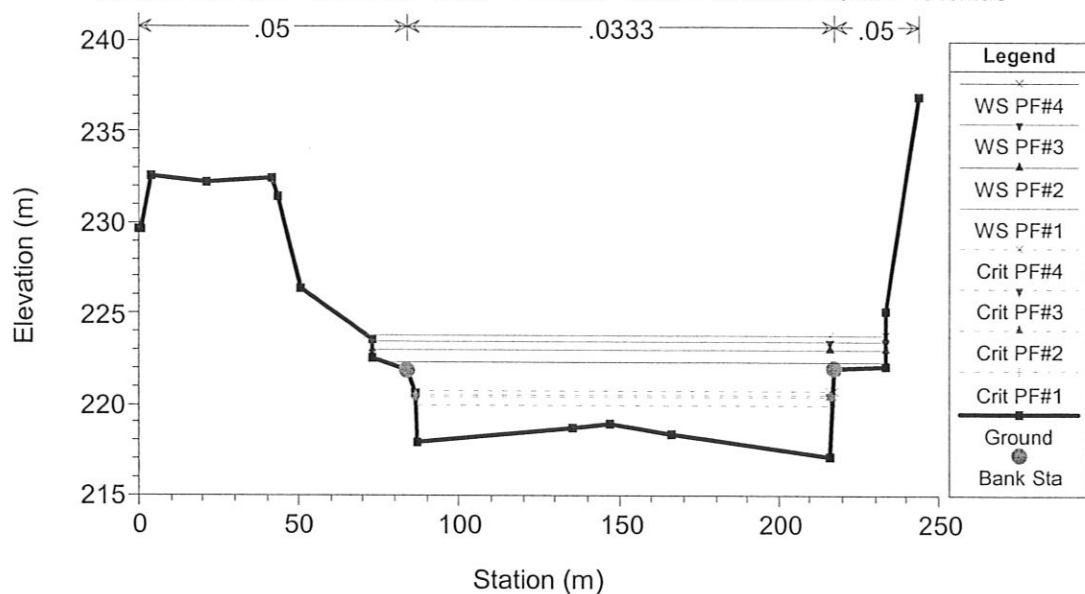
Sezione 1.325 a monte del ponte per Varinella



W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	223.02	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.52	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	223.53	Reach Len. (m)	5.00	5.00	5.00
Crit W.S. (m)	221.35	Flow Area (m ²)		465.36	
E.G. Slope (m/m)	0.001753	Area (m ²)		465.36	
Q Total (m ³ /s)	1480.00	Flow (m ³ /s)		1480.00	
Top Width (m)	107.00	Top Width (m)		107.00	
Vel Total (m/s)	3.18	Avg. Vel. (m/s)		3.18	
Max Chl Dpth (m)	4.49	Hydr. Depth (m)		4.35	
Conv. Total (m ³ /s)	35349.3	Conv. (m ³ /s)		35349.3	
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)		115.67	
Min Ch El (m)	218.53	Shear (N/m ²)		69.16	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		219.94	

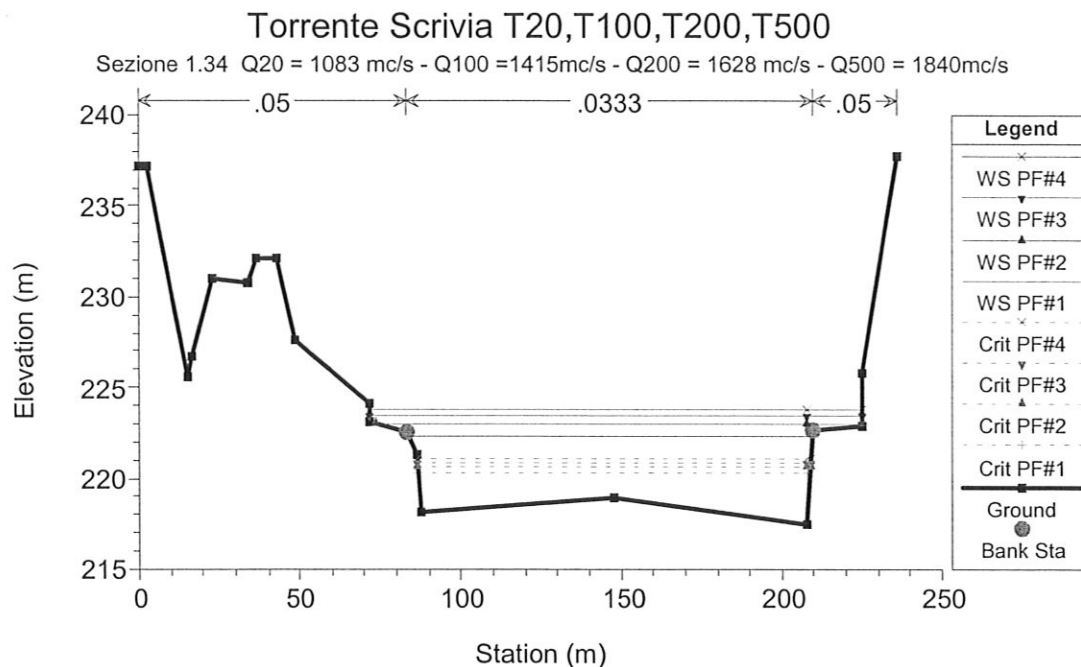
Torrente Scrivia T20,T100,T200,T500

Sezione 1.33 Q20 = 1083 mc/s - Q100 = 1415mc/s - Q200 = 1628 mc/s - Q500 = 1840mc/s



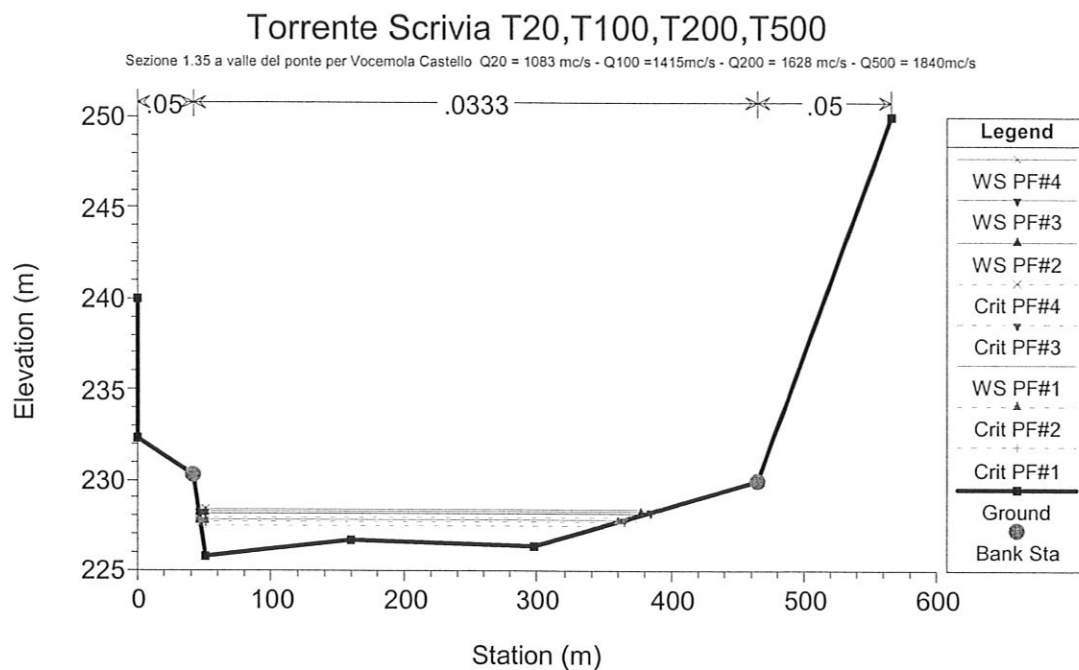
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	223.41	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.23	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
E.G. Elev (m)	223.64	Reach Len. (m)	85.00	85.00	85.00
Crit W.S. (m)	220.56	Flow Area (m ²)	13.04	685.86	21.82
E.G. Slope (m/m)	0.000602	Area (m ²)	13.04	685.86	21.82
Q Total (m ³ /s)	1480.00	Flow (m ³ /s)	6.81	1460.50	12.70
Top Width (m)	160.34	Top Width (m)	11.03	133.76	15.55
Vel Total (m/s)	2.05	Avg. Vel. (m/s)	0.52	2.13	0.58
Max Chl Dpth (m)	6.26	Hydr. Depth (m)	1.18	5.13	1.40
Conv. Total (m ³ /s)	60306.5	Conv. (m ³ /s)	277.3	59511.7	517.5
Length Wtd. (m)	85.00	Wetted Per. (m)	11.89	139.64	16.89
Min Ch El (m)	217.15	Shear (N/m ²)	6.48	29.01	7.63
Alpha	1.06	Stream Power (N/m s)	3.38	61.77	4.44

Sezione 1.34 in prossimità della discarica



W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	223.43	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.28	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
E.G. Elev (m)	223.71	Reach Len. (m)	75.00	75.00	75.00
Crit W.S. (m)	220.85	Flow Area (m ²)	6.33	622.21	10.18
E.G. Slope (m/m)	0.000791	Area (m ²)	6.33	622.21	10.18
Q Total (m ³ /s)	1480.00	Flow (m ³ /s)	2.38	1473.41	4.21
Top Width (m)	153.48	Top Width (m)	11.29	126.64	15.55
Vel Total (m/s)	2.32	Avg. Vel. (m/s)	0.38	2.37	0.41
Max Chl Dpth (m)	5.91	Hydr. Depth (m)	0.56	4.91	0.65
Conv. Total (m ³ /s)	52621.9	Conv. (m ³ /s)	84.5	52387.6	149.8
Length Wtd. (m)	75.00	Wetted Per. (m)	11.59	132.54	16.14
Min Ch El (m)	217.52	Shear (N/m ²)	4.24	36.42	4.89
Alpha	1.04	Stream Power (N/m s)	1.59	86.24	2.02

Sezione 1.35 a valle del ponte per Vocemola Castello

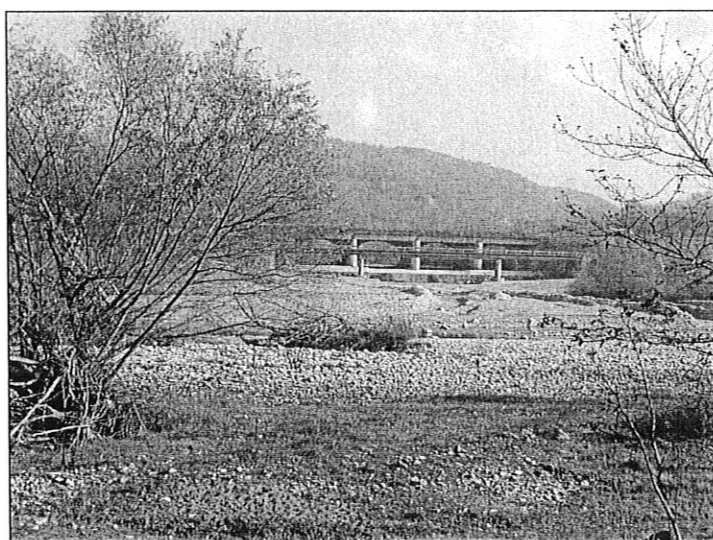


W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	228.27	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.37	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	228.64	Reach Len. (m)	50.00	50.00	50.00
Crit W.S. (m)	227.86	Flow Area (m ²)		548.81	
E.G. Slope (m/m)	0.004254	Area (m ²)		548.81	
Q Total (m ³ /s)	1480.00	Flow (m ³ /s)		1480.00	
Top Width (m)	339.01	Top Width (m)		339.01	
Vel Total (m/s)	2.70	Avg. Vel. (m/s)		2.70	
Max Chl Dpth (m)	2.44	Hydr. Depth (m)		1.62	
Conv. Total (m ³ /s)	22692.5	Conv. (m ³ /s)		22692.5	
Length Wtd. (m)	50.00	Wetted Per. (m)		339.68	
Min Ch El (m)	225.83	Shear (N/m ²)		67.40	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		181.75	

4) VERIFICHE IDRAULICHE TORRENTE SPINTI

4.1) Determinazione delle portate di calcolo

Sono state eseguite le verifiche idrauliche di moto permanente per il corso d'acqua in esame, nel tratto in prossimità della confluenza con il Torrente Scrivia, in corrispondenza del viadotto autostradale e del ponte Comunale di Vocemola Castello.



Fot.5– Sezione a valle della traversa

La **portata di calcolo**, ovvero la portata massima al colmo per un tempo di ritorno pari a 20, 100, 200 e 500 anni, è stata desunta applicando la formula razionale riportata nelle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) e già utilizzata nello studio idrologico sul Torrente Scrivia:

$$Q_{c \max} = 0.28 \, c \, i \, A$$

Dove:

Q_c = portata al colmo	(m^3/s)
c = coefficiente di deflusso	(-)
i = intensità di pioggia	(mm/h)
A = superficie del bacino	(km^2)

4.2) Studio idrologico Torrente Spinti

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- La precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino
- La portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità di pioggia
- Il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione
- L'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione T_c

Il tempo di corrivazione del bacino è stato calcolato con la formula di Giandotti

$$T_c = \frac{(4\sqrt{A} + 1.5L)}{0.8\sqrt{(H_m - H_0)}}$$

dove:

L = lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino (km)

H_m = altitudine media del bacino (m.s.m.)

H_0 = altitudine della sezione di chiusura (m.s.m.)

e risulta pari a 3,231 ore.

COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Il coefficiente di deflusso adottato per il calcolo della portata al colmo è riportato nella tabella che segue.

Tipo di suolo	C	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0.20	0.10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0.40	0.30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo al di sopra di roccia impermeabile	0.50	0.40

In base a sopralluoghi effettuati e procedendo secondo una via cautelativa, si è ritenuto di adottare il **coefficiente di deflusso c pari a 0.40, 0.45 e 0.50**, in analogia a quanto è stato fatto per il Torrente Scrivia

I valori dei parametri "a" ed "n" che definiscono le curve di possibilità climatica, sono stati ricavati utilizzando le tabelle emesse dall'Autorità di bacino del fiume Po, "Parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni", allegate alla Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica.

La curva di probabilità pluviometrica è espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

in cui i parametri a ed n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

La stima delle curve di probabilità pluviometrica nelle stazioni di misura è stata effettuata sulla base delle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione per le durate considerate, definendo i parametri a ed n per i tempi di ritorno di 20, 100, 200, 500 anni.

Per il bacino dello Scrivia sono stati considerati i seguenti valori riferiti alle stazioni pluviometriche insistenti sul bacino imbrifero:

		T = 20		T = 100		T = 200		T = 500	
Codice	Denominazione	a	n	a	n	a	n	a	n
617	Val Noci Diga	62.83	0.408	78.31	0.415	84.89	0.417	93.63	0.420
1621	Scoffera	76.64	0.341	98.50	0.326	107.84	0.321	120.15	0.316
1629	Isola del Cantone	52.05	0.391	67.84	0.384	74.56	0.382	83.46	0.380
1642	Tortona	50.52	0.272	65.55	0.272	71.96	0.272	80.42	0.272

I risultati ottenuti calcolando le portate idriche col metodo razionale sono riportati nelle tabelle seguenti.

PORTATA Q_{20} TORRENTE SPINTI ALLA CONFLUENZA CON LO SCRIVIAPortata Q_{20} alla confluenza con $c = 0.40$

PORTATA DI CALCOLO Q_{20} TORRENTE SPINTI - $C = 0.40$											
N	Stazione	Sup	a(20)	n(20)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	48,373	62,83	0,408	15,486	630	240	3,231	101,389	0,40	169,998
2	Scoffera	48,373	76,64	0,341	15,486	630	240	3,231	114,327	0,40	191,692
3	Isola del Cantone	48,373	52,05	0,391	15,486	630	240	3,231	82,335	0,40	138,050
4	Tortona	48,373	50,52	0,272	15,486	630	240	3,231	69,504	0,40	116,537

Portata Q_{20} alla confluenza con $c = 0.45$

PORTATA DI CALCOLO Q_{20} TORRENTE SPINTI - $C = 0.45$											
N	Stazione	Sup	a(20)	n(20)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	48,373	62,83	0,408	15,486	630	240	3,231	101,389	0,45	191,247
2	Scoffera	48,373	76,64	0,341	15,486	630	240	3,231	114,327	0,45	215,653
3	Isola del Cantone	48,373	52,05	0,391	15,486	630	240	3,231	82,335	0,45	155,306
4	Tortona	48,373	50,52	0,272	15,486	630	240	3,231	69,504	0,45	131,104

Portata Q_{20} alla confluenza con $c = 0.50$

PORTATA DI CALCOLO Q_{20} TORRENTE SPINTI - $C = 0.50$											
N	Stazione	Sup	a(20)	n(20)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	48,373	62,83	0,408	15,486	630	240	3,231	101,389	0,50	212,497
2	Scoffera	48,373	76,64	0,341	15,486	630	240	3,231	114,327	0,50	239,615
3	Isola del Cantone	48,373	52,05	0,391	15,486	630	240	3,231	82,335	0,50	172,563
4	Tortona	48,373	50,52	0,272	15,486	630	240	3,231	69,504	0,50	145,672

PORTATA Q_{100} TORRENTE SPINTI ALLA CONFLUENZA CON LO SCRIVIAPortata Q_{100} alla confluenza con $c = 0.40$

PORTATA DI CALCOLO Q_{100} TORRENTE SPINTI - $C = 0.40$											
N	Stazione	Sup	a(100)	n(100)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	48,373	78,31	0,415	15,486	630	240	3,231	127,410	0,40	213,628
2	Scoffera	48,373	98,50	0,326	15,486	630	240	3,231	144,374	0,40	242,072
3	Isola del Cantone	48,373	67,84	0,384	15,486	630	240	3,231	106,435	0,40	178,458
4	Tortona	48,373	65,55	0,272	15,486	630	240	3,231	90,182	0,40	151,208

Portata Q_{100} alla confluenza con $c = 0.45$

PORTATA DI CALCOLO Q_{100} TORRENTE SPINTI - $C = 0.45$											
N	Stazione	Sup	a(100)	n(100)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	48,373	78,31	0,415	15,486	630	240	3,231	127,410	0,45	240,332
2	Scoffera	48,373	98,50	0,326	15,486	630	240	3,231	144,374	0,45	272,330
3	Isola del Cantone	48,373	67,84	0,384	15,486	630	240	3,231	106,435	0,45	200,766
4	Tortona	48,373	65,55	0,272	15,486	630	240	3,231	90,182	0,45	170,109

Portata Q_{100} alla confluenza con $c = 0.50$

PORTATA DI CALCOLO Q_{100} TORRENTE SPINTI - $C = 0.50$											
N	Stazione	Sup	a(100)	n(100)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	48,373	78,31	0,415	15,486	630	240	3,231	127,410	0,50	267,035
2	Scoffera	48,373	98,50	0,326	15,486	630	240	3,231	144,374	0,50	302,589
3	Isola del Cantone	48,373	67,84	0,384	15,486	630	240	3,231	106,435	0,50	223,073
4	Tortona	48,373	65,55	0,272	15,486	630	240	3,231	90,182	0,50	189,010

PORTATA Q_{200} TORRENTE SPINTI ALLA CONFLUENZA CON LO SCRIVIAPortata Q_{200} alla confluenza con $c = 0.40$

PORTATA DI CALCOLO Q_{200} TORRENTE SPINTI - C = 0.40											
N	Stazione	Sup	a(200)	n(200)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	48,373	84,89	0,417	15,486	630	240	3,231	138,440	0,40	232,122
2	Scoffera	48,373	107,84	0,321	15,486	630	240	3,231	157,140	0,40	263,476
3	Isola del Cantone	48,373	74,56	0,382	15,486	630	240	3,231	116,704	0,40	195,676
4	Tortona	48,373	71,96	0,272	15,486	630	240	3,231	99,001	0,40	165,994

Portata Q_{200} alla confluenza con $c = 0.45$

PORTATA DI CALCOLO Q_{200} TORRENTE SPINTI - C = 0.45											
N	Stazione	Sup	a(200)	n(200)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	48,373	84,89	0,417	15,486	630	240	3,231	138,440	0,45	261,137
2	Scoffera	48,373	107,84	0,321	15,486	630	240	3,231	157,140	0,45	296,410
3	Isola del Cantone	48,373	74,56	0,382	15,486	630	240	3,231	116,704	0,45	220,136
4	Tortona	48,373	71,96	0,272	15,486	630	240	3,231	99,001	0,45	186,743

Portata Q_{200} alla confluenza con $c = 0.50$

PORTATA DI CALCOLO Q_{200} TORRENTE SPINTI - C = 0.50											
N	Stazione	Sup	a(200)	n(200)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	48,373	84,89	0,417	15,486	630	240	3,231	138,440	0,50	290,153
2	Scoffera	48,373	107,84	0,321	15,486	630	240	3,231	157,140	0,50	329,345
3	Isola del Cantone	48,373	74,56	0,382	15,486	630	240	3,231	116,704	0,50	244,595
4	Tortona	48,373	71,96	0,272	15,486	630	240	3,231	99,001	0,50	207,493

PORTATA Q_{500} TORRENTE SPINTI ALLA CONFLUENZA CON LO SCRIVIAPortata Q_{500} alla confluenza con $c = 0.40$

PORTATA DI CALCOLO Q_{500} TORRENTE SPINTI - $C = 0.40$											
N	Stazione	Sup	a(500)	n(500)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	48,373	93,60	0,420	15,486	630	240	3,231	153,183	0,400	256,841
2	Scoffera	48,373	120,15	0,316	15,486	630	240	3,231	174,054	0,400	291,835
3	Isola del Cantone	48,373	83,46	0,380	15,486	630	240	3,231	130,328	0,400	218,520
4	Tortona	48,373	80,42	0,272	15,486	630	240	3,231	110,640	0,400	185,509

Portata Q_{500} alla confluenza con $c = 0.45$

PORTATA DI CALCOLO Q_{500} TORRENTE SPINTI - $C = 0.45$											
N	Stazione	Sup	a(500)	n(500)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	48,373	93,60	0,420	15,486	630	240	3,231	153,183	0,45	288,946
2	Scoffera	48,373	120,15	0,316	15,486	630	240	3,231	174,054	0,45	328,315
3	Isola del Cantone	48,373	83,46	0,380	15,486	630	240	3,231	130,328	0,45	245,835
4	Tortona	48,373	80,42	0,272	15,486	630	240	3,231	110,640	0,45	208,698

Portata Q_{500} alla confluenza con $c = 0.50$

PORTATA DI CALCOLO Q_{500} TORRENTE SPINTI - $C = 0.50$											
N	Stazione	Sup	a(500)	n(500)	L	Hm	Ho	Tc	h	c	Qc
		Kmq	mm/h		km	m	m	ore	mm		mc/s
1	Val Noci Diga	48,373	93,60	0,420	15,486	630	240	3,231	153,183	0,50	321,051
2	Scoffera	48,373	120,15	0,316	15,486	630	240	3,231	174,054	0,50	364,794
3	Isola del Cantone	48,373	83,46	0,380	15,486	630	240	3,231	130,328	0,50	273,150
4	Tortona	48,373	80,42	0,272	15,486	630	240	3,231	110,640	0,50	231,887

E' stata eseguita una verifica idraulica, assegnando determinati valori di scabrezza al torrente Spinti dedotti da sopralluoghi in sito. I valori di portata introdotti nelle verifiche di moto permanente sono stati mediati su quelli calcolati a partire dalle quattro stazioni pluviometriche considerate assumendo un coefficiente di deflusso C pari a 0,50. I valori numerici ottenuti sono i seguenti e sono riportati nella tabella seguente:

<i>VERIFICA</i>	<i>Q VERIFICA</i> <i>[m³/s]</i>	<i>DESCRIZIONE</i>
<i>MOTO PERMANENTE T₅₀₀</i>	298	Torrente Spinti
<i>MOTO PERMANENTE T₂₀₀</i>	268	Torrente Spinti
<i>MOTO PERMANENTE T₁₀₀</i>	246	Torrente Spinti
<i>MOTO PERMANENTE T₂₀</i>	193	Torrente Spinti

4.3) Modello idraulico di moto permanente

Nelle verifiche in condizioni di moto permanente si ipotizza il perdurare, per un certo periodo di tempo, di una portata costante nelle varie sezioni e pari al valore massimo stimato o misurato. Detta condizione risulta nettamente a favore di sicurezza, perché trascura gli eventuali effetti di laminazione della piena nel suo propagarsi da monte verso valle e considera, per un certo intervallo di tempo, il valore massimo del colmo di piena.

Il calcolo del profilo del pelo libero di moto permanente è effettuato integrando l'equazione del moto ottenuta esprimendo la perdita "i" di carico totale per unità di lunghezza della corrente, rappresentata dalla seguente espressione:

$$-\frac{dH}{ds}=i=\frac{Q^2}{\Omega^2 C^2 \cdot R \cdot g}$$

Il calcolo dei livelli è stato effettuato attraverso un metodo numerico che correla le perdite di carico della corrente in un tratto compreso tra 2 sezioni, e di conseguenza la

differenza dei livelli idrici alle caratteristiche geometriche e tipologiche delle sezioni prese in considerazione.

In una sezione "i" il carico idraulico è pari a:

$$H_i = Z_i + Y_i + \frac{U_i^2}{2g} = h_i + \frac{U_i^2}{2g}$$

Nella sezione successiva "i+1", il carico totale

$$H_{(i+1)} = H_i + \Delta H_{(i,i+1)}$$

si ottiene risolvendo l'equazione:

$$H_{(i+1)} = h_{(i+1)} + \frac{Q^2}{2g \cdot A_{(i+1)}^2}$$

Con procedimenti iterativi di calcolo, assumendo in una prima approssimazione un valore per $h_{(i+1)}$ dedotto dal calcolo delle perdite nel tronco ipotizzando che queste si mantengano costanti ed uguali a quelle della sezione iniziale e paragonandolo a quello che compete alla sezione successiva, si ripete il calcolo finché la differenza tra i due non diventi trascurabile.

A seguito della esecuzione ripetuta del procedimento iterativo con il codice di calcolo HEC-RAS (US Army Corps of Engineers) in tutti i tronchi successivi si determinano i livelli idrici presenti nelle varie sezioni di verifica per le portate considerate.

4.4) Parametri per la caratterizzazione del modello

I parametri necessari per la definizione del modello di calcolo sono i seguenti:

- Geometria dell'alveo
- Portata di verifica, dedotta a seguito di precedenti studi idraulici
- Coefficienti di scabrezza
- Coefficienti di perdita di carico per contrazione/espansione

COEFFICIENTI DI SCABREZZA

I coefficienti di scabrezza adottati per le simulazioni sono schematizzati nella tabella che segue.

Alveo allo stato attuale:

ALVEO	C Strickler ($\text{m s}^{-1/3}$)	Adottato per
Canale in terra	30	Alveo torrente Spinti
Vegetazione diffusa	20	Tutte le aree golenali

COEFFICIENTI DI PERDITA DI CARICO CONCENTRATA

I coefficienti utilizzati nelle simulazioni per il calcolo delle perdite di carico concentrate sono i seguenti:

TIPO PERDITE	COEFFICIENTE
Contrazione	0.1
Espansione	0.3

4.5) Condizioni al contorno del modello

Le condizioni al contorno del modello idraulico di moto permanente sono i livelli piezometrici ipotizzati, o conosciuti, nelle sezioni di “partenza”, ovvero quelle da cui inizia la procedura di calcolo; in particolare per il regime idraulico di *corrente lenta* la condizione al contorno è il livello del tirante idrico nella sezione più a valle, mentre per il regime di *corrente veloce* è il livello piezometrico nella sezione più a monte del tronco di corso d’acqua in esame.

Data la modesta pendenza e la buona regolarità del tronco oggetto dello studio, le simulazioni vengono condotte in regime di corrente di tipo “*lento*”; è necessario pertanto introdurre nel modello il valore della pendenza media del corso d’acqua nel tratto esaminato, in funzione del quale è possibile esprimere il valore dell’altezza idrica di moto uniforme da cui ha inizio la procedura di calcolo.

<i>VERIFICA</i>	<i>LIVELLO PIEZOMETRICO DI VALLE</i>
<i>MOTO PERMANENTE</i>	altezza di moto uniforme

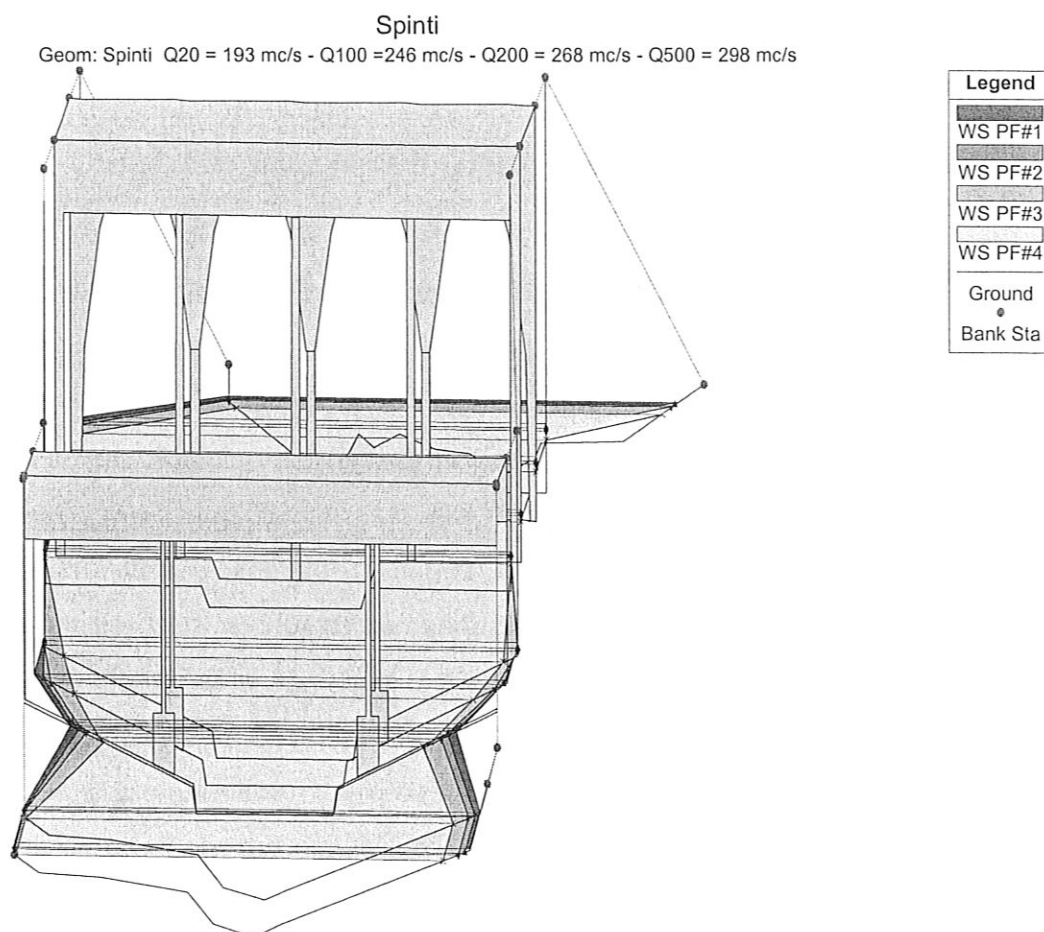
4.6) VERIFICA 1 - Verifiche idrauliche in moto permanente

Nelle ipotesi idrauliche sopra esposte è stato schematizzato il moto permanente per le portate di piena ipotizzate; lo scopo principale della verifica, peraltro, è quello di constatare il passaggio della portata di calcolo al di sotto dei due manufatti presenti, con un franco di sicurezza più che sufficiente. Per ciascuna delle verifiche specificate, si riportano i seguenti allegati tabulati e grafici:

- tabella relativa alla verifica in cui compaiono: portata di calcolo, numero della sezione di verifica, quota del fondo scorrevole [m slm], quota piezometrica [m slm], quota dell'altezza critica [m slm], quota del carico totale [m slm], velocità media nella sezione [m/s], area occupata dalla corrente idrica [m²], ampiezza del pelo libero [m], numero di Froude.; a causa del rilievo fornito, tutte le quote non sono inserite nel sistema di riferimento assoluto, considerato tuttavia lo scopo della verifica, ciò non costituisce un problema.
- profilo longitudinale in cui sono evidenziati il fondo scorrevole, le sponde, il profilo di pelo libero della corrente idrica, il profilo di altezza critica;
- le sezioni trasversali in cui è riportato in via grafica, sia il livello del pelo libero che l'altezza critica, ed in forma numerica i valori caratteristici del deflusso della piena centennale.

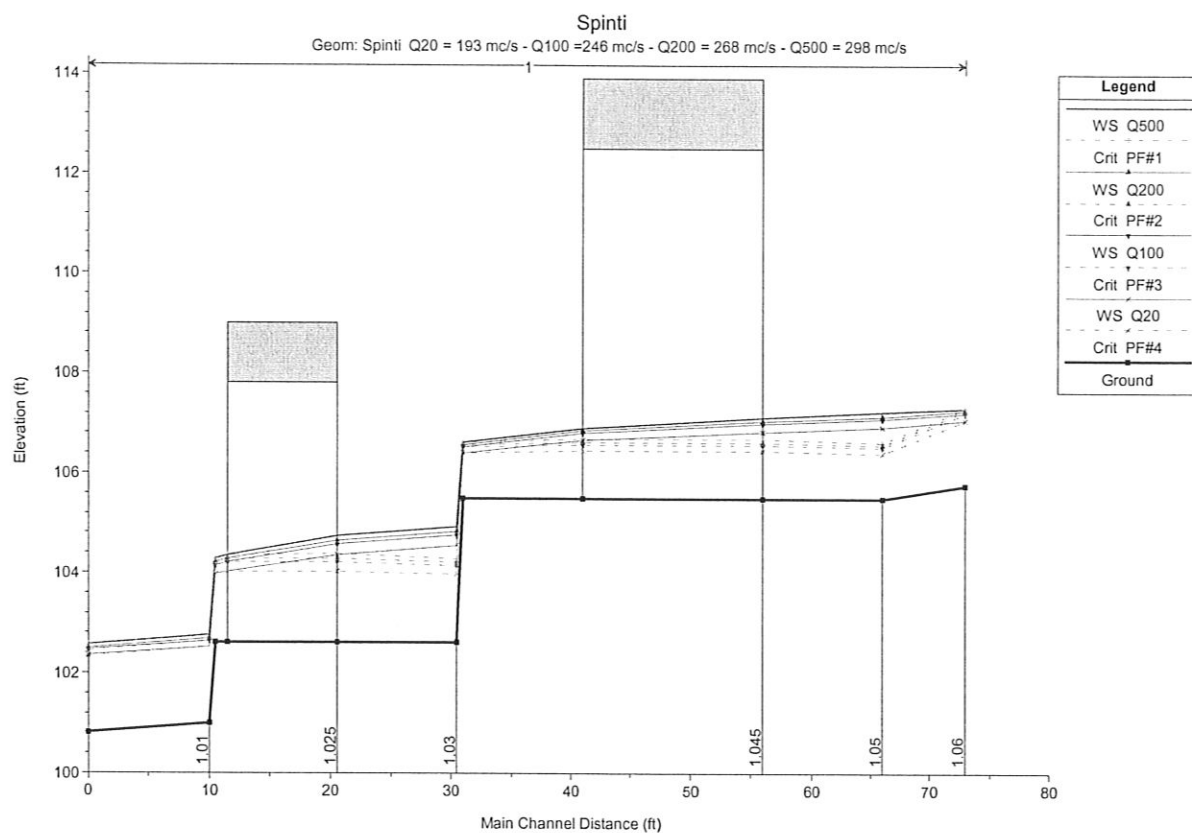
Questi allegati permettono di definire il moto idraulico nel tronco d'alveo studiato, in corrispondenza della sezione di confluenza fra il Torrente Scrivia ed il Torrente Spinti; la sezione 1.01 si trova a valle della controbriglia, mentre la sezione 1.06 si trova a monte del viadotto autostradale.

Risultati relativi alla verifica di moto permanente

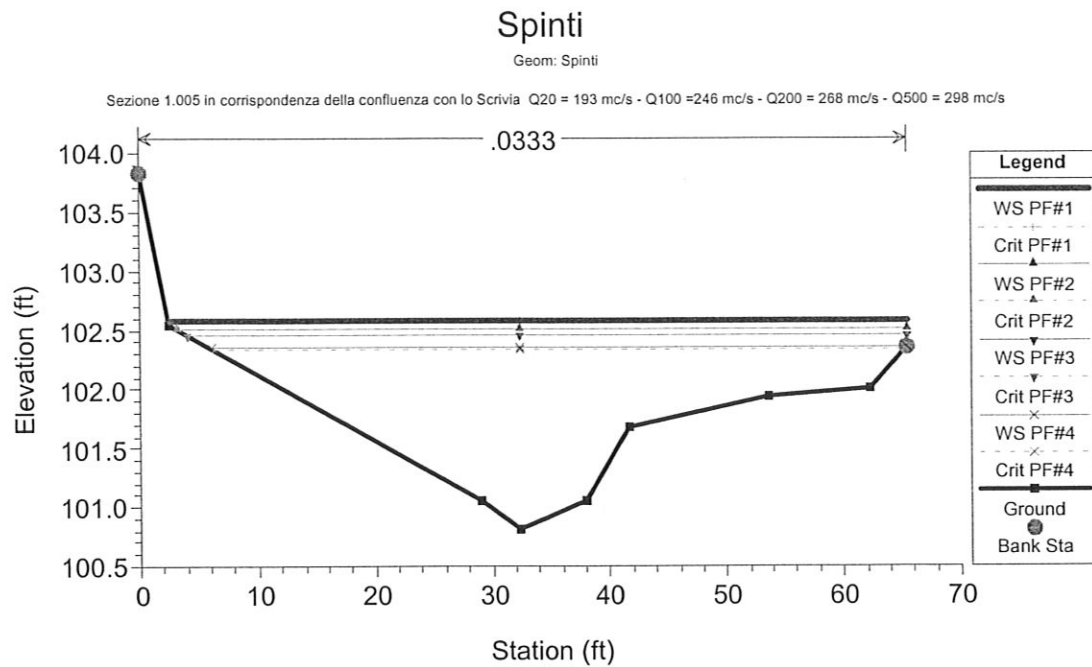


Sezione	Q	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1.06	298.00	105.77	107.31	107.31	107,76	0,017330	5,39	55,29	62,47	1,01
1.06	268.00	105.77	107.25	107.25	107,67	0,017605	5,21	51,41	61,86	1,01
1.06	246.00	105.77	107.20	107.20	107,60	0,017784	5,07	48,52	61,39	1
1.06	193.00	105.77	107.07	107.07	107,42	0,019120	4,78	40,38	58,95	1,02
1.05	298.00	105.50	107.23	106.63	107,39	0,003140	3,14	94,84	64,5	0,46
1.05	268.00	105.50	107.15	106.58	107,29	0,003087	3	89,36	64,5	0,45
1.05	246.00	105.50	107.09	106.53	107,21	0,003036	2,89	85,24	64,5	0,44
1.05	193.00	105.50	106.92	106.42	107,02	0,002898	2,59	74,58	64,5	0,42
1.045	Bridge									
1.04	298.00	105.50	106.63	106.63	107,07	0,017871	5,33	55,88	64,5	1,01
1.04	268.00	105.50	106.58	106.58	106,98	0,017968	5,12	52,32	64,5	1
1.04	246.00	105.50	106.53	106.53	106,91	0,018513	5	49,22	64,5	1,01
1.04	193.00	105.50	106.42	106.42	106,74	0,019144	4,59	42,07	64,5	1
1.03	298.00	102.63	104.92	104.30	105,09	0,003526	3,27	91,12	65,5	0,49
1.03	268.00	102.63	104.83	104.21	104,98	0,003569	3,15	85,1	65,5	0,49
1.03	246.00	102.63	104.75	104.15	104,90	0,003635	3,06	80,32	65,5	0,49
1.03	193.00	102.63	104.54	103.97	104,67	0,003720	2,88	66,93	60,86	0,48
1.025	Bridge									
1.02	298.00	102.63	104.29	104.29	104,79	0,016798	5,67	52,54	53,59	1,01
1.02	268.00	102.63	104.21	104.21	104,69	0,017038	5,56	48,21	51,2	1,01
1.02	246.00	102.63	104.15	104.15	104,61	0,017227	5,47	44,98	49,35	1,01
1.02	193.00	102.63	103.97	103.97	104,40	0,017742	5,22	36,96	44,41	1,01
1.01	298.00	101.00	102.75	102.75	103,21	0,017597	5,4	55,19	63	1,02
1.01	268.00	101.00	102.69	102.69	103,12	0,018000	5,24	51,17	62,25	1,02
1.01	246.00	101.00	102.64	102.64	103,05	0,018005	5,09	48,34	61,44	1,01
1.01	193.00	101.00	102.53	102.53	102,87	0,018003	4,69	41,17	59,3	0,99
1.005	298.00	100.82	102.57	102.57	103,03	0,017597	5,4	55,19	63	1,02
1.005	268.00	100.82	102.51	102.51	102,94	0,018001	5,24	51,17	62,25	1,02
1.005	246.00	100.82	102.46	102.46	102,87	0,018015	5,09	48,33	61,44	1,01
1.005	193.00	100.82	102.35	102.35	102,69	0,018011	4,69	41,16	59,3	0,99

Profilo longitudinale torrente Spinti in corrispondenza della confluenza con lo Scrivia

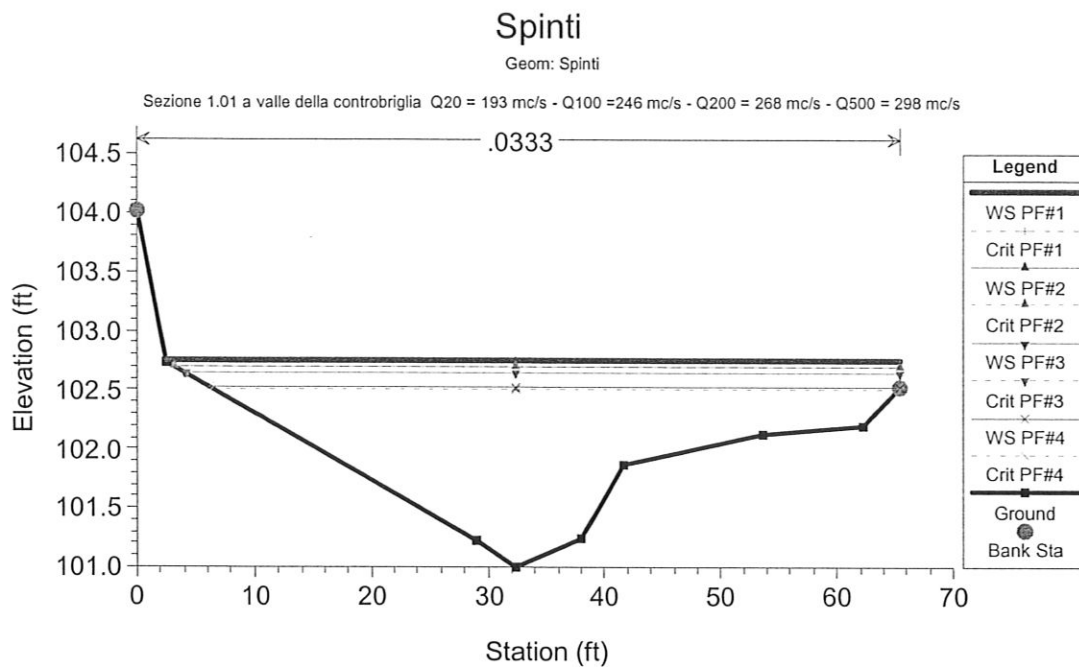


Sezione 1.005 in corrispondenza della confluenza con lo Scrivia



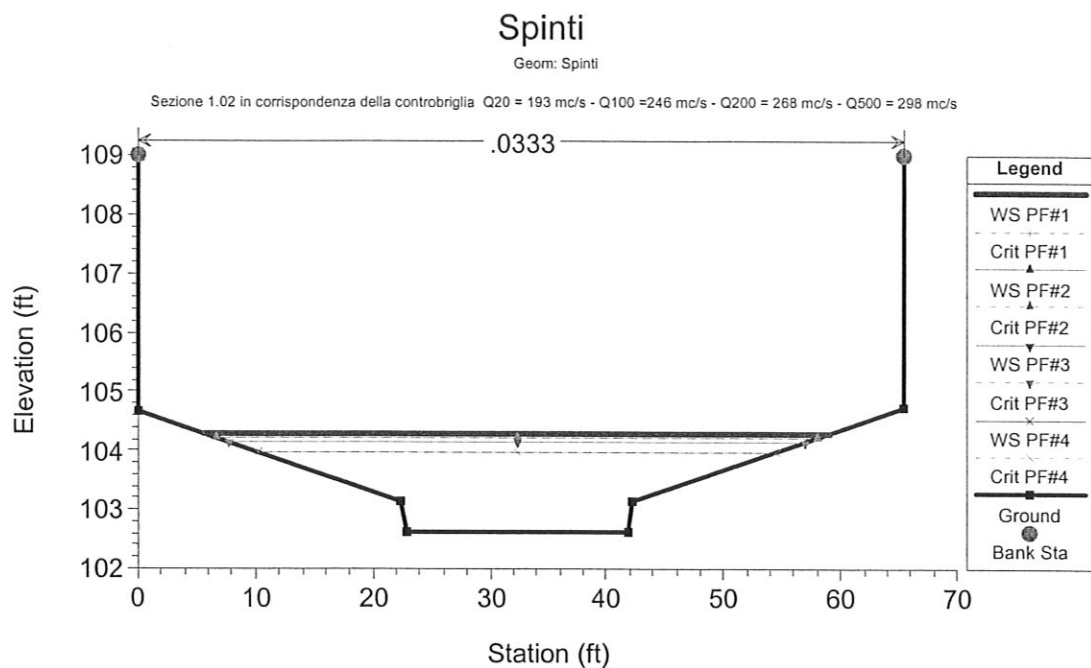
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	102.46	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.40	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	102.87	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	102.46	Flow Area (m2)		48.33	
E.G. Slope (m/m)	0.018015	Area (m2)		48.33	
Q Total (m3/s)	246.00	Flow (m3/s)		246.00	
Top Width (m)	61.44	Top Width (m)		61.44	
Vel Total (m/s)	5.09	Avg. Vel. (m/s)		5.09	
Max Chl Dpth (m)	1.64	Hydr. Depth (m)		0.79	
Conv. Total (m3/s)	1832.8	Conv. (m3/s)		1832.8	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		61.68	
Min Ch El (m)	100.82	Shear (N/m2)		0.88	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		4.49	

Sezione 1.01 a valle della controbriglia



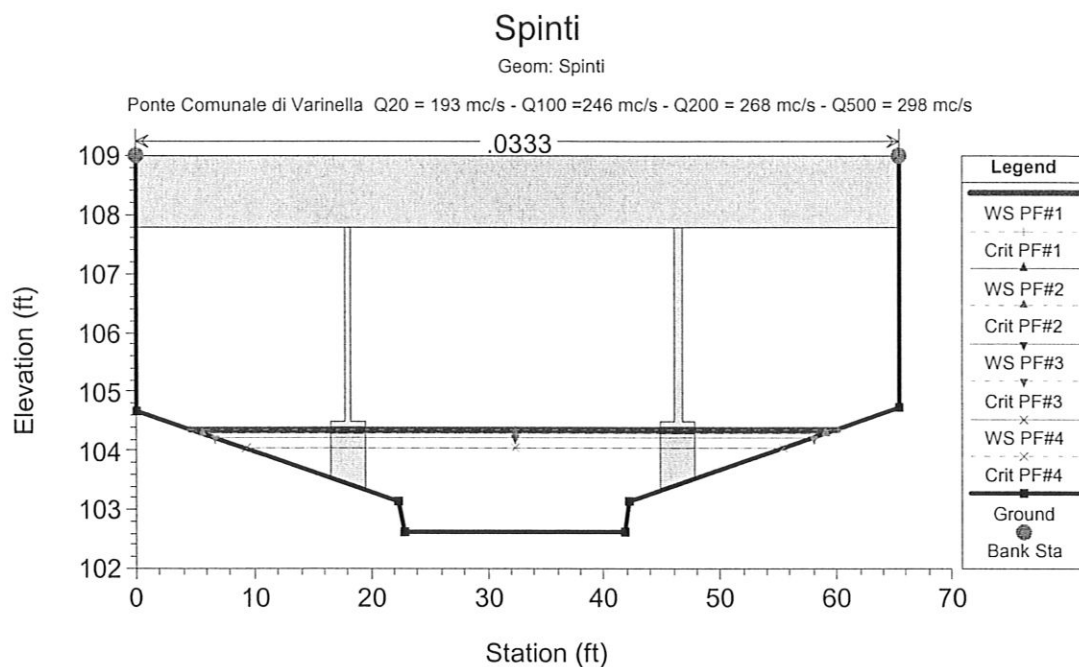
W.S. Elev (m) Q_{200}	102.64	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.40	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	103.05	Reach Len. (m)	10.00	10.00	10.00
Crit W.S. (m)	102.64	Flow Area (m ²)		48.34	
E.G. Slope (m/m)	0.018005	Area (m ²)		48.34	
Q Total (m ³ /s)	246.00	Flow (m ³ /s)		246.00	
Top Width (m)	61.44	Top Width (m)		61.44	
Vel Total (m/s)	5.09	Avg. Vel. (m/s)		5.09	
Max Chl Dpth (m)	1.64	Hydr. Depth (m)		0.79	
Conv. Total (m ³ /s)	1833.3	Conv. (m ³ /s)		1833.3	
Length Wtd. (m)	10.00	Wetted Per. (m)		61.68	
Min Ch El (m)	101.00	Shear (N/m ²)		0.88	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		4.48	

Sezione 1.02 in corrispondenza della controbriglia



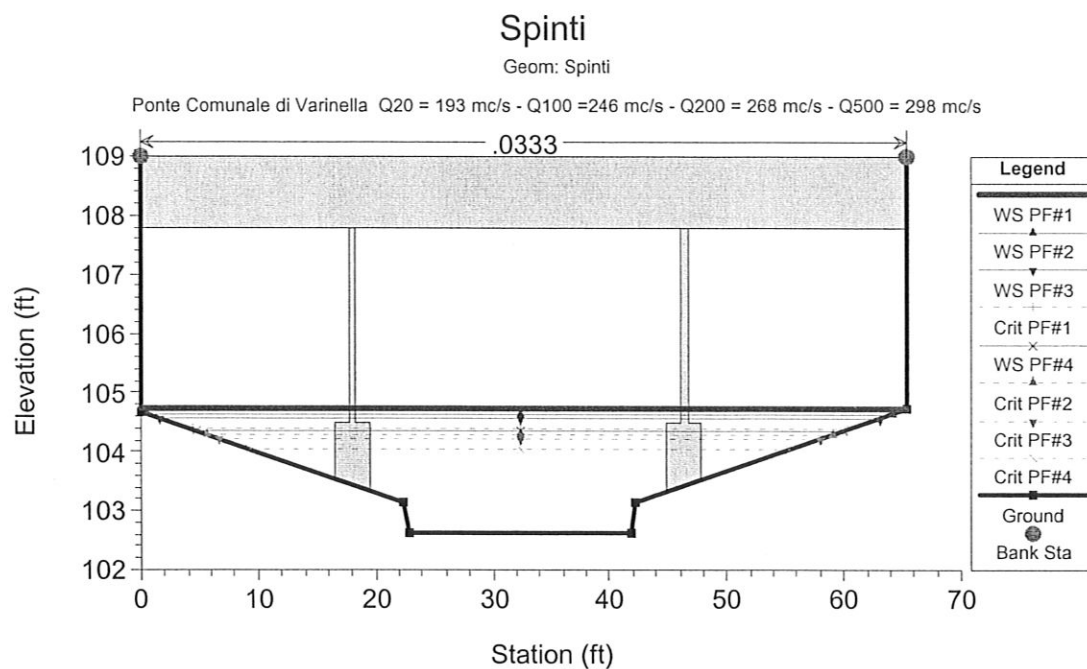
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	104.15	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.46	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	104.61	Reach Len. (m)	0.50	0.50	0.50
Crit W.S. (m)	104.15	Flow Area (m ²)		44.98	
E.G. Slope (m/m)	0.017227	Area (m ²)		44.98	
Q Total (m ³ /s)	246.00	Flow (m ³ /s)		246.00	
Top Width (m)	49.35	Top Width (m)		49.35	
Vel Total (m/s)	5.47	Avg. Vel. (m/s)		5.47	
Max Chl Dpth (m)	1.52	Hydr. Depth (m)		0.91	
Conv. Total (m ³ /s)	1874.3	Conv. (m ³ /s)		1874.3	
Length Wtd. (m)	0.50	Wetted Per. (m)		49.83	
Min Ch El (m)	102.63	Shear (N/m ²)		0.97	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		5.31	

Sezione 1.025 BR D in corrispondenza del ponte comunale di Varinella



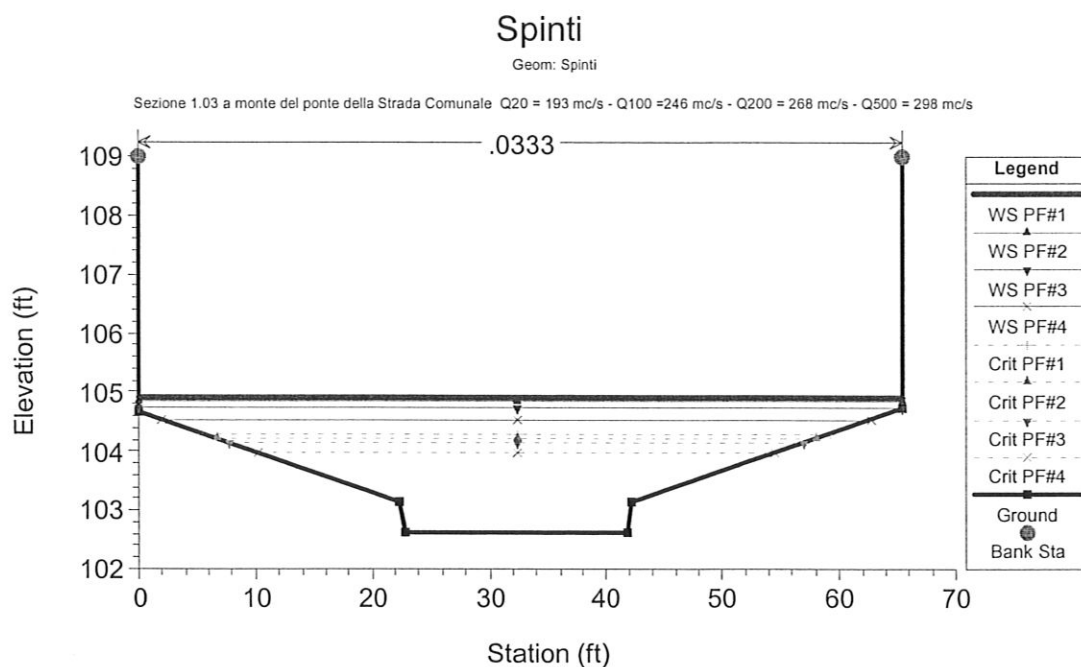
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	104.22	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.49	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	104.71	Reach Len. (m)	1.00	1.00	1.00
Crit W.S. (m)	104.22	Flow Area (m ²)		43.88	
E.G. Slope (m/m)	0.018354	Area (m ²)		43.88	
Q Total (m ³ /s)	246.00	Flow (m ³ /s)		246.00	
Top Width (m)	45.46	Top Width (m)		45.46	
Vel Total (m/s)	5.61	Avg. Vel. (m/s)		5.61	
Max Chl Dpth (m)	1.59	Hydr. Depth (m)		0.97	
Conv. Total (m ³ /s)	1815.8	Conv. (m ³ /s)		1815.8	
Length Wtd. (m)	1.00	Wetted Per. (m)		49.13	
Min Ch El (m)	102.63	Shear (N/m ²)		1.02	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		5.74	

Sezione 1.025 BR U in corrispondenza del ponte comunale di Varinella



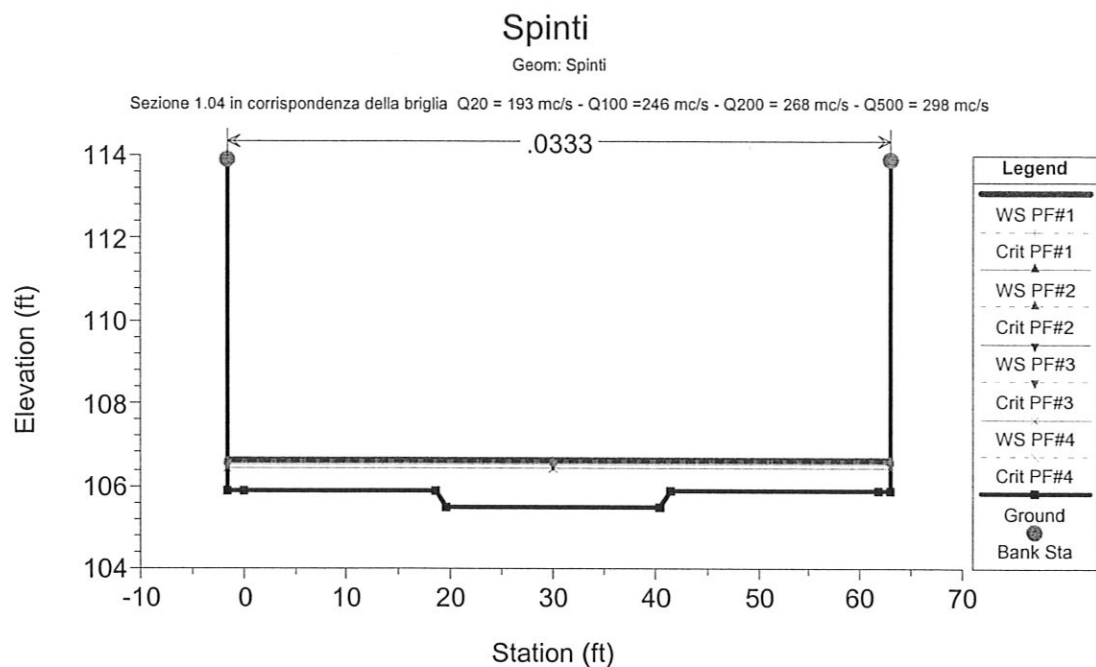
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	104.56	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.25	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	104.81	Reach Len. (m)	9.00	9.00	9.00
Crit W.S. (m)	104.22	Flow Area (m ²)		61.61	
E.G. Slope (m/m)	0.008645	Area (m ²)		61.64	
Q Total (m ³ /s)	246.00	Flow (m ³ /s)		246.00	
Top Width (m)	60.25	Top Width (m)		60.25	
Vel Total (m/s)	3.99	Avg. Vel. (m/s)		3.99	
Max Chl Dpth (m)	1.093	Hydr. Depth (m)		1.02	
Conv. Total (m ³ /s)	2645.8	Conv. (m ³ /s)		2645.8	
Length Wtd. (m)	9.00	Wetted Per. (m)		65.33	
Min Ch El (m)	102.63	Shear (N/m ²)		0.51	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		2.03	

Sezione 1.03 a monte del ponte Comunale di Varinella



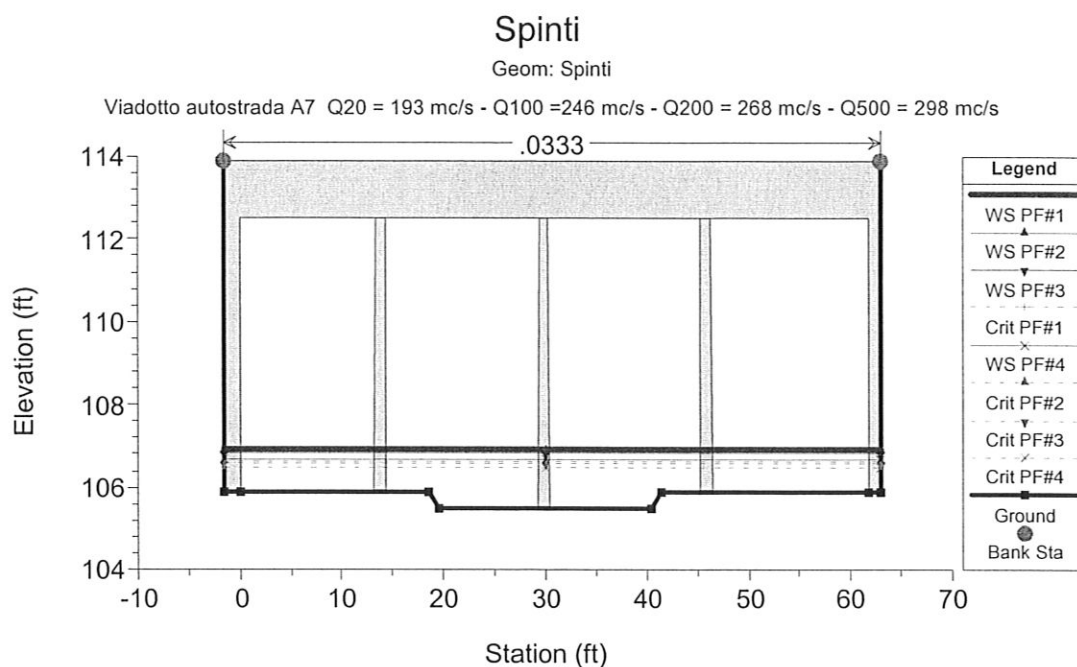
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	104.75	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.15	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	104.90	Reach Len. (m)	10.00	10.00	10.00
Crit W.S. (m)	104.15	Flow Area (m ²)		80.32	
E.G. Slope (m/m)	0.003635	Area (m ²)		80.32	
Q Total (m ³ /s)	246.00	Flow (m ³ /s)		246.00	
Top Width (m)	65.50	Top Width (m)		65.50	
Vel Total (m/s)	3.06	Avg. Vel. (m/s)		3.06	
Max Chl Dpth (m)	2.12	Hydr. Depth (m)		1.23	
Conv. Total (m ³ /s)	4080.4	Conv. (m ³ /s)		4080.4	
Length Wtd. (m)	10.00	Wetted Per. (m)		66.12	
Min Ch El (m)	102.63	Shear (N/m ²)		0.28	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		0.84	

Sezione 1.04 in corrispondenza della briglia



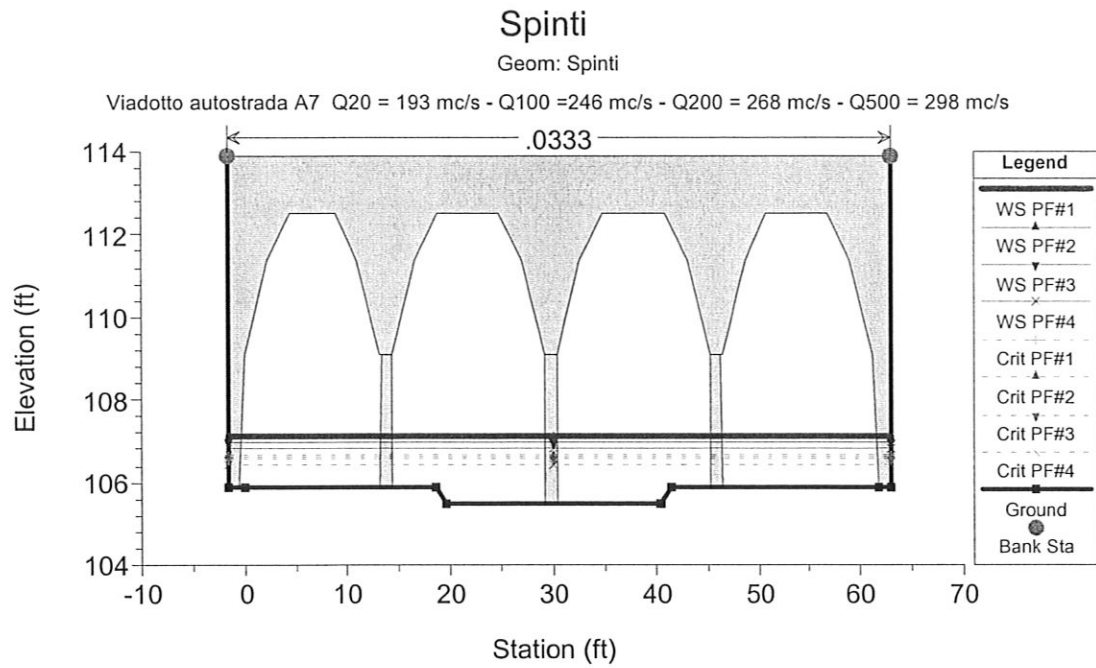
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	106.53	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.39	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	106.91	Reach Len. (m)	0.50	0.50	0.50
Crit W.S. (m)	106.91	Flow Area (m ²)		49.22	
E.G. Slope (m/m)	0.018513	Area (m ²)		49.22	
Q Total (m ³ /s)	246.00	Flow (m ³ /s)		246.00	
Top Width (m)	64.50	Top Width (m)		64.50	
Vel Total (m/s)	5.00	Avg. Vel. (m/s)		5.00	
Max Chl Dpth (m)	1.03	Hydr. Depth (m)		0.76	
Conv. Total (m ³ /s)	18.08.0	Conv. (m ³ /s)		18.08.0	
Length Wtd. (m)	0.50	Wetted Per. (m)		65.91	
Min Ch El (m)	105.50	Shear (N/m ²)		0.86	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		4.31	

Sezione 1.045 BR D in corrispondenza del viadotto Autostradale



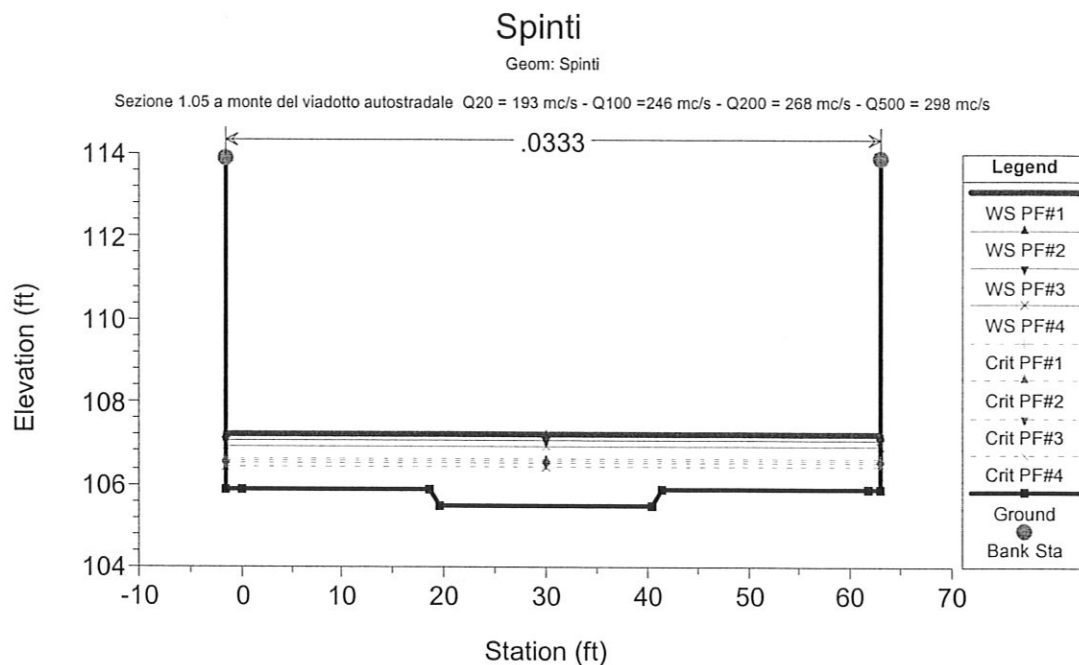
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	106.80	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.25	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	107.06	Reach Len. (m)	10.00	10.00	10.00
Crit W.S. (m)	106.58	Flow Area (m ²)		60.92	
E.G. Slope (m/m)	0.009180	Area (m ²)		60.92	
Q Total (m ³ /s)	246.00	Flow (m ³ /s)		246.00	
Top Width (m)	58.29	Top Width (m)		58.29	
Vel Total (m/s)	4.04	Avg. Vel. (m/s)		4.04	
Max Chl Dpth (m)	1.30	Hydr. Depth (m)		1.05	
Conv. Total (m ³ /s)	2567.5	Conv. (m ³ /s)		2567.5	
Length Wtd. (m)	10.00	Wetted Per. (m)		66.38	
Min Ch El (m)	105.50	Shear (N/m ²)		0.53	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		2.12	

Sezione 1.045 BR U in corrispondenza del viadotto Autostradale



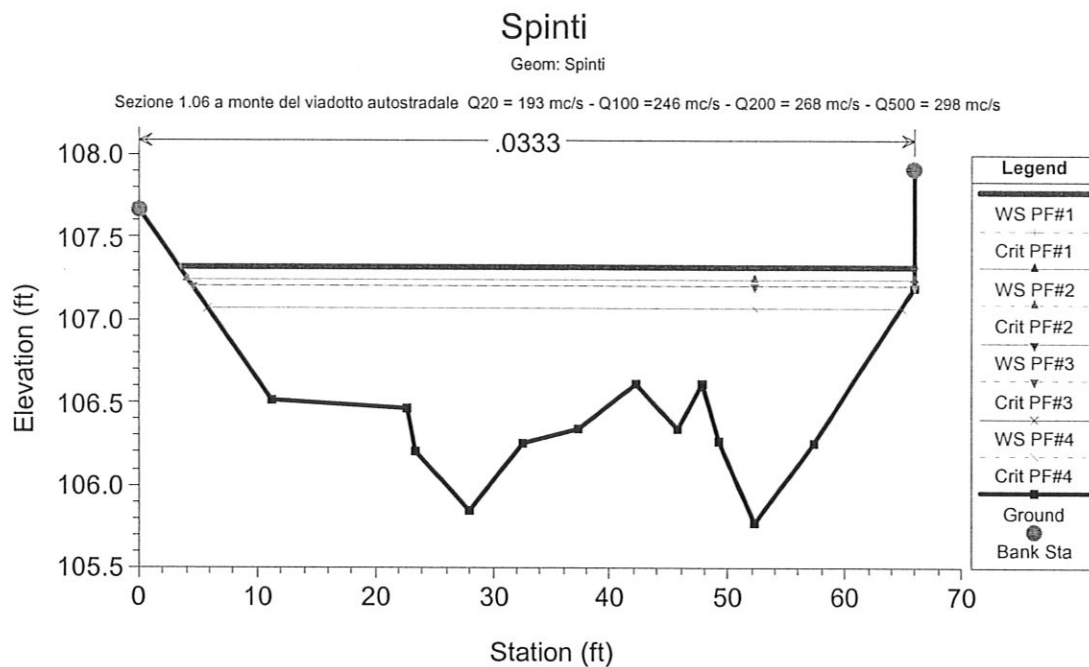
W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	106.99	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.18	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	107.17	Reach Len. (m)	15.00	15.00	15.00
Crit W.S. (m)	106.57	Flow Area (m ²)		72.07	
E.G. Slope (m/m)	0.005459	Area (m ²)		72.07	
Q Total (m ³ /s)	246.00	Flow (m ³ /s)		246.00	
Top Width (m)	58.44	Top Width (m)		58.44	
Vel Total (m/s)	3.41	Avg. Vel. (m/s)		3.41	
Max Chl Dpth (m)	1.49	Hydr. Depth (m)		1.23	
Conv. Total (m ³ /s)	3329.4	Conv. (m ³ /s)		3329.4	
Length Wtd. (m)	15.00	Wetted Per. (m)		68.42	
Min Ch El (m)	105.50	Shear (N/m ²)		0.36	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		1.23	

Sezione 1.05 a monte del viadotto Autostradale



W.S. Elev (m) Q ₂₀₀	107.09	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.13	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	107.21	Reach Len. (m)	10.00	10.00	10.00
Crit W.S. (m)	106.53	Flow Area (m ²)		85.24	
E.G. Slope (m/m)	0.003036	Area (m ²)		85.24	
Q Total (m ³ /s)	246.00	Flow (m ³ /s)		246.00	
Top Width (m)	64.50	Top Width (m)		64.50	
Vel Total (m/s)	2.89	Avg. Vel. (m/s)		2.89	
Max Chl Dpth (m)	1.59	Hydr. Depth (m)		1.32	
Conv. Total (m ³ /s)	4464.6	Conv. (m ³ /s)		4464.6	
Length Wtd. (m)	10.00	Wetted Per. (m)		67.03	
Min Ch El (m)	105.50	Shear (N/m ²)		0.24	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		0.70	

Sezione 1.06 a monte del viadotto Autostradale



W.S. Elev (m) Q_{200}	107.20	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.40	Wt. n-Val.		0.033	
E.G. Elev (m)	107.60	Reach Len. (m)	7.00	7.00	7.00
Crit W.S. (m)	107.20	Flow Area (m ²)		48.52	
E.G. Slope (m/m)	0.017784	Area (m ²)		48.52	
Q Total (m ³ /s)	246.00	Flow (m ³ /s)		246.00	
Top Width (m)	61.39	Top Width (m)		61.39	
Vel Total (m/s)	5.07	Avg. Vel. (m/s)		5.07	
Max Chl Dpth (m)	1.43	Hydr. Depth (m)		0.79	
Conv. Total (m ³ /s)	1844.7	Conv. (m ³ /s)		18.44	
Length Wtd. (m)	7.00	Wetted Per. (m)		61.71	
Min Ch El (m)	105.77	Shear (N/m ²)		0.87	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		4.43	

5) COMMENTO AI RISULTATI IDRAULICI OTTENUTI

5.1 Torrente Scrivia

Sono state eseguite le verifiche idrauliche di moto permanente per il corso d'acqua in esame, nel tratto compreso tra i ponti che collegano il Comune di Arquata Scrivia con le località di Vignole Borbera e di Vocemola Castello.

In merito ai risultati ottenuti dalla simulazione idraulica, eseguita facendo ricorso al codice di calcolo HEC-RAS e ai numerosi sopralluoghi effettuati in sito, si può ritenere che le previsioni contenute nel Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) risultano eccessivamente cautelative, poiché l'individuazione del limite di esondabilità duecentennale indicato si estende in zone del territorio comunale che non sono a rischio di esondazione in quanto ubicate a quote altimetriche non raggiungibili in caso di piena.

Il limite di esondabilità definito dal presente studio è stato tracciato pertanto sulla base dei risultati forniti dalla simulazione idraulica e riportato nell'allegato A.2 in scala 1:10.000. Per le aree urbanizzate e/o urbanizzande per maggior sicurezza, il limite stesso è stato definito su planimetrie a maggiore scala Tav. A.2.1 ed A.2.2.

Come si evince dagli elaborati grafici allegati alla presente relazione (Tav. A2, A2.1, A2.2, A.4), le zone a rischio di esondazione risultano nettamente più limitate di quelle individuate dal PAI, per cui si chiede che la nuova perimetrazione delle stesse ricavata dal presente studio venga recepita anche dal PAI in quanto derivante da studi di maggiore dettaglio.

5.2 Torrente Spinti

Si ritiene adeguata la definizione di area a pericolosità idraulica non perimetrata individuata dal PAI estesa a tutto l'alveo inciso come hanno evidenziato i calcoli idraulici nel tratto terminale.

5.3 Rii Minori

Le verifiche effettuate e riportate per esteso nell'allegato A1.2 hanno individuato l'insufficienza o la sufficienza idraulica delle infrastrutture pubbliche e/o private interferenti con il deflusso delle piene esaminate, come riportato nell'apposita tavola allegata A7.

In tale tavola, con riferimento alle portate valutate cautelativamente con coefficiente di deflusso $C = 0,6$, sono individuate:

- aree esondabili con pericolosità molto elevate **EaA** le zone latitanti ad un manufatto con insufficienza idraulica già per le portate con tempo di ritorno di 20 anni;
- aree esondabili con pericolosità elevata **EbA** le zone latitanti ad un manufatto con insufficienza idraulica già per portate con tempo di ritorno 100 anni;
- aree esondabili con pericolosità moderata **EmA** le zone latitanti ad un manufatto con insufficienza idraulica solo per portate con tempo di ritorno di 200 anni.

Ai fini urbanistici, in base alle risultanze delle verifiche idrauliche effettuate ed ai conseguenti valori numerici dei tiranti d'acqua di esondazione, delle velocità di deflusso e dei presunti volumi d'acqua fuoriusciti in un evento temporalesco di piena, (unica tipologia di evento meteorico critico per i suddetti corsi d'acqua) si ritiene che sia da individuare quale zona a rischio idraulico di esondazione, la fascia della larghezza di 25 m per aree EaA, di 20 m per aree EbA e di 15 m per aree EmA latitante alle sponde dei rii risultanti idraulicamente insufficienti nelle verifiche idrauliche, ed assunta a partire dal punto di insufficienza, fino al punto in cui è prevedibile il rientro in alveo delle portate fuoriuscite.

Per i rii risultati sufficienti per tutto il loro percorso, è da considerarsi di pertinenza fluviale e quindi a rischio EmA di esondazione, l'area a cavallo del rio per uno sviluppo di almeno 10 metri ai lati dell'alveo attivo per consentire le indispensabili operazioni di pulizia e manutenzione.

ELENCO ELABORATI

N.	DESCRIZIONE	SCALA
A1.1	Relazione di verifica idraulica Torrente Scrivia e Spinti	
A1.2	Relazione di verifica idraulica rii minori	
A2	Planimetria di verifica idraulica Torrente Scrivia	1:10.000
A2.1	Delimitazione fasce fluviali Torrente Scrivia (zona deposito petrolifero)	1:2000
A2.2	Delimitazione fasce fluviali Torrente Scrivia (zona scarica)	1:500
A3.1	Sezioni di verifica idraulica Torrente Scrivia	1:1000/1:1000
A3.2	Sezioni di verifica idraulica Torrente Scrivia	1:1000/1:1000
A4	Corografia di confronto PAI	1:25.000
A5	Schede opere idrauliche	
A6	Schede di rilievo interferenze Rii minori	1:10.000
A7	Planimetria interferenze Rii minori	1:10.000
A8	Planimetria rilievo opere idrauliche ed interferenze Rii minori	1:10.000