Comuni di Moconesi, Tribogna e Cicagna

Provincia di Genova

Riattivazione dell'impianto mini-idroelettrico denominato “Filanda” sul Torrente Lavagna, nei Comuni di Moconesi, Tribogna e Cicagna (GE)

105_ANALISI IDRAULICA



Chiavari, ottobre 2018

Il Committente

Alessandro MARINI
Marco LARI
Barbara TRONCHI
Donato FOSSATI

Il Tecnico incaricato

Ing. Barbara Tronchi
Piazza Cavour, 13/8
16043 Chiavari (GE)

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI GENOVA
dott. ing. BARBARA TRONCHI n° 8371A

INDICE

1. ANALISI IDRAULICA 2

1.1 Metodologia adottata 2

1.1.1 Descrizione del codice di calcolo 2

1.1.2 Equazioni per il calcolo del profilo idraulico 3

1.2 Calcolo del profilo idraulico nello stato attuale e di progetto 5

2. CONCLUSIONI 5

barbara tronchi *ingegnere*
info@ingbarbaratronchi.eu
www.ingbarbaratronchi.eu

CF TRNBBR73L68D969N
PI 01447990993

Piazza Cavour, 13/8
16043 Chiavari (Ge)
Tel. 340 6712562

1. ANALISI IDRAULICA

1.1 METODOLOGIA ADOTTATA

1.1.1 DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO

La valutazione delle portate critiche è stata condotta mediante l'ausilio di un codice FPT (*HEC-RAS, River Analysis System (versione 4.1.0), sviluppato da U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, 609 Second Street, Davis, California, USA*) per il calcolo dei profili idraulici in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali (o artificiali), che consente anche la valutazione degli effetti della corrente dovuti all'interazione con ponti, briglie, stramazzi, aree golenali. Il software funziona in ambiente Windows[P] ed è di facile apprendimento e utilizzo, permettendo l'inserimento dei dati attraverso l'apertura di numerose finestre di dialogo.

In primo luogo occorre fornire le informazioni relative alla geometria del corso d'acqua in un'apposita sezione (denominata *geometric data*), all'interno della quale si devono definire il corso del fiume (denominato *reach*), la geometria delle sezioni (denominata *cross section geometry*), la distanza fra le sezioni (denominata *reach lengths*) e il coefficiente di scabrezza, rappresentativo delle perdite di carico, secondo la formulazione di Manning. In questa sezione sono disponibili altre opzioni, fra le quali la procedura di interpolazione fra una sezione e l'altra (denominata *XS Interpolation*), molto utile quando occorre infittire il numero di sezioni, qualora i rilievi originali siano troppo distanti fra loro; inoltre, è possibile definire la quota delle sponde (denominate *left and right elevations*) e degli argini (denominati *levees*) e inserire nella sezione delle aree dove l'acqua arriva ma non contribuisce al deflusso (denominate *ineffective flow areas*) e delle coperture (denominate *lids*).

Il codice di calcolo permette anche di fornire la geometria dei ponti in una sezione (denominata *bridge and culvert data*) nella quale è possibile definire per ogni ponte l'impalcato (denominato *deck/roadway*), le pile (denominate *piers*), le spalle (denominate *sloping abutments*) e le condizioni di calcolo (denominate *bridge modelling approach*).

Successivamente occorre impostare la sezione relativa alle condizioni di moto (denominata *steady flow data*), definendo la portata di riferimento per le diverse sezioni fluviali e le condizioni al contorno (denominate *boundary conditions*). A questo punto il codice di calcolo è pronto per eseguire i calcoli idraulici nella sezione denominta *steady flow analysis*. I risultati delle computazioni idrauliche sono proposti attraverso tabelle riepilogative (*cross-section table e profile table*) e grafici delle sezioni geometriche (*plot cross-section*) e del profilo longitudinale (*plot profile*) e, infine, tramite una visione prospettica tridimensionale del sistema fluviale (*x, y, z perspective plot*).

barbara tronchi *ingegnere*
info@ingbarbaratronchi.eu
www.ingbarbaratronchi.eu
CF TRNBBR73L68D969N
PI 01447990993
Piazza Cavour, 13/8
16043 Chiavari (Ge)
Tel. 340 6712562

1.1.2 EQUAZIONI PER IL CALCOLO DEL PROFILO IDRAULICO

L'ipotesi alla base delle formulazioni per la determinazione del profilo idraulico è che il moto dell'acqua nel canale si considera uniforme.

Questo significa che tutte le grandezze caratterizzanti la corrente (altezza idrica, velocità media nella sezione, portata, ecc.) risultano costanti nel tempo e nello spazio. Sotto questa ipotesi, la pendenza media disponibile iB_{mB}, definita come il rapporto fra la differenza di quota e la distanza fra la sezione di monte e quella di valle, è esattamente pari alla pendenza piezometrica *J*, che rappresenta le dissipazioni energetiche per unità di lunghezza. La relazione $iB_{mB} = J$ costituisce l'equazione fondamentale del moto uniforme.

La determinazione del profilo teorico in moto permanente è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto *Standard Step Method*, basato appunto sull'equazione mono-dimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove $H_1[m]$ ed $H_2[m]$ sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tronco d'alveo considerato,

$h_f[m]$ sono le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde

$h_e[m]$ è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente.

In particolare, h_f dipende principalmente dalla scabrezza del tratto di alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = j_f \times L$$

con j_f pendenza motrice nel tratto di lunghezza *L[m]*.

Il calcolo di j_f è effettuabile con diverse formulazioni in funzione della pendenza motrice *J* in corrispondenza delle sezioni di inizio e fine di ciascun tratto.

Il calcolo del termine *J* nella singola sezione è effettuato mediante la:

$$J = \left[\frac{Q}{K}\right]^2$$

dove $Q[mP^{3P}/s]$ è la portata di calcolo e *K* (denominato *conveyance*) rappresenta un parametro di conducibilità, ricavabile attraverso la seguente espressione:

barbara tronchi *ingegnere*
info@ingbarbaratronchi.eu
www.ingbarbaratronchi.eu
CF TRNBBR73L68D969N
PI 01447990993
Piazza Cavour, 13/8
16043 Chiavari (Ge)
Tel. 340 6712562

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

dove *A[m*P^{2P}*]* l'area della sezione liquida, *R[m]* il raggio idraulico e *n[*$m^{-1/3}$ *s]* è il parametro rappresentativo della scabrezza, espresso in termini di coefficiente di Manning.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro *n* di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata *main channel*) e due zone laterali golenali (denominate *right and left overbanks*).

Ai fini del calcolo, si possono assumere valori del coefficiente *n* riportati nella tabella seguente a seconda della tipologia d'alveo e di golena; tali valori sono da intendersi di riferimento e, quindi, in ogni situazione reale vanno adeguatamente soppesati con le condizioni esistenti.

Descrizione del corso d'acqua: alveo e area golenale	***n*** *Manning* ($m^{-1/3}s$)	k_s *Strickler* ($m^{1/3}s^{-1}$)	***m*** *Kutter* ($m^{1/2}$)	γ *Bazin* ($m^{1/2}$)
Tratti montani dei corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione arbustiva-arborea in alveo	0.040÷0.033	25÷30	3.50÷3.00	3.00÷2.30
Corsi d'acqua regolari con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	0.033÷0.028	30÷35	3.00÷2.00	2.30÷1.75
Corsi d'acqua di pianura, con andamento regolare e scarsa presenza di vegetazione	0.028÷0.025	35÷40	2.00÷1.50	1.75÷1.30
Tratti urbanizzati dei corsi d'acqua, con fondo naturale e pareti in massi regolari cementati	0.028÷0.025	35÷40	2.00÷1.50	1.75÷1.30
Corsi d'acqua con fondo e pareti totalmente cementati, in buono stato e privi di manufatti in alveo	0.018÷0.013	60÷75	1.50÷1.35	1.30÷1.00
Tratti tombinati perfettamente lisciati e dotati di dispositivi di trattenuta di materiale flottante o di trasporto	0.020÷0.018	50÷55	1.00÷0.75	0.85÷0.60
Aree golenali verdi, caratterizzate da vegetazione regolare e alberi di medie dimensioni	0.050÷0.040	20÷25	>3.50	>3.00
Aree golenali a prato, con erba tagliata e assenza di alberi	0.033÷0.025	30÷40	3.00÷1.50	2.30÷1.30
Aree urbane adibite a parcheggio o con strade abbastanza ampie	0.012÷0.020	50÷80	1.00÷0.75	0.85÷0.60

barbara tronchi *ingegnere*
info@ingbarbaratronchi.eu
www.ingbarbaratronchi.eu
CF TRNBBR73L68D969N
PI 01447990993
Piazza Cavour, 13/8
16043 Chiavari (Ge)
Tel. 340 6712562

Per il calcolo della scabrezza equivalente nB_{cB} il codice di calcolo utilizza la formula:

$$n_c = \left[\frac{\sum_{i=1}^{N} \left(P_i \cdot n_i^{\frac{3}{2}} \right)}{P} \right]^{\frac{2}{3}}$$

dove *P[m]* rappresenta il perimetro bagnato dell'intera sezione, PB_{iB} e nB_{iB} il perimetro bagnato e il coefficiente di Manning della sezione iesina.

Per rappresentare la macro-scabrezza, in particolare nei tratti urbani dove si possono trovare edifici in prossimità del corso d'acqua, il codice di calcolo permette di inserire dei blocchi (denominati *blocked obstruction*), che sono aree della sezione permanentemente bloccate, le quali diminuiscono l'area della sezione e aggiungono perimetro bagnato quando l'acqua giunge a contatto con esse.

Il termine *he* dipende, invece, dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \cdot \left| \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2g} - \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2g} \right|$$

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato, V_1 e V_2 *[m/s]* sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e α_1 e α_2 sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

1.2 CALCOLO DEL PROFILO IDRAULICO NELLO STATO ATTUALE E DI PROGETTO

Le verifiche idrauliche per il tratto di interesse sono state estrapolate dallo studio idraulico del Piano di Bacino del Torrente Entella, e implementate sulla base del rilievo topografico appositamente eseguito: nelle tavole allegate si riporta la disposizione planimetrica e l'andamento delle sezioni trasversali battute.

2. CONCLUSIONI

La presente relazione permette di verificare l'ininfluenza delle opere esistenti e della panconatura in progetto con il corretto regime idraulico del Torrente Lavagna nel tratto interessato dall'impianto.

barbara tronchi *ingegnere*
info@ingbarbaratronchi.eu
www.ingbarbaratronchi.eu
CF TRNBBR73L68D969N
PI 01447990993
Piazza Cavour, 13/8
16043 Chiavari (Ge)
Tel. 340 6712562

ALLEGATI

TABELLE RIASSUNTIVE HEC-RAS

SENZA PALANCOLA (MIN CH EL 111,40)
CON PALANCOLA (MIN CH EL 111,45)

RIVER: LAVAGNA

REACH: TORRENTE

barbara tronchi *ingegnere*
info@ingbarbaratronchi.eu
www.ingbarbaratronchi.eu
CF TRNBBR73L68D969N
PI 01447990993
Piazza Cavour, 13/8
16043 Chiavari (Ge)
Tel. 340 6712562

HEC-RAS Plan: 2 River: Lavagna Reach: Torrente

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(cfs)	(ft)	(ft)	(ft)	(ft)	(ft/ft)	(ft/s)	(sq ft)	(ft)	
Torrente	134	PF 1	600,00	113,80	120,86	120,86	122,47	0,018733	10,21	58,79	18,20	1,00
Torrente	134	PF 2	1057,00	113,80	122,56	122,56	124,43	0,016951	10,97	96,37	26,22	1,01
Torrente	134	PF 3	1534,00	113,80	123,68	123,68	125,95	0,016032	12,09	126,88	28,43	1,01
Torrente	133	PF 1	600,00	113,50	118,17		118,59	0,003270	5,20	115,28	34,09	0,50
Torrente	133	PF 2	1057,00	113,50	119,83		120,39	0,003067	5,98	176,72	39,90	0,50
Torrente	133	PF 3	1534,00	113,50	121,26		121,91	0,002803	6,48	236,64	43,66	0,49
Torrente	132	PF 1	600,00	112,50	116,08	116,08	117,49	0,015196	9,51	63,09	22,78	1,01
Torrente	132	PF 2	1057,00	112,50	117,43	117,43	119,36	0,014201	11,15	94,83	24,57	1,00
Torrente	132	PF 3	1534,00	112,50	118,58	118,58	120,96	0,013809	12,37	124,03	26,10	1,00
Torrente	131	PF 1	600,00	111,50	114,98	113,67	115,33	0,003041	4,74	126,51	40,21	0,47
Torrente	131	PF 2	1057,00	111,50	116,16	114,59	116,73	0,003481	6,04	175,10	41,78	0,52
Torrente	131	PF 3	1534,00	111,50	117,19	115,41	117,95	0,003756	7,02	218,57	43,14	0,55
Torrente	130		Bridge									
Torrente	129	PF 1	600,00	111,50	114,90		115,27	0,003272	4,86	123,55	40,11	0,49
Torrente	129	PF 2	1057,00	111,50	116,05		116,65	0,003774	6,20	170,51	41,64	0,54
Torrente	129	PF 3	1534,00	111,50	117,04	115,41	117,85	0,004113	7,23	212,05	42,94	0,57
Torrente	128.6	PF 1	600,00	111,40	113,38	113,38	114,36	0,015714	7,91	75,83	39,41	1,01
Torrente	128.6	PF 2	1057,00	111,40	114,28	114,28	115,67	0,014353	9,46	111,70	40,50	1,00
Torrente	128.6	PF 3	1534,00	111,40	115,08	115,08	116,83	0,013639	10,63	144,28	41,46	1,00
Torrente	128.5	PF 1	600,00	109,10	113,34		113,55	0,001333	3,61	166,38	41,42	0,32
Torrente	128.5	PF 2	1057,00	109,10	115,01		115,32	0,001414	4,46	237,08	43,17	0,34
Torrente	128.5	PF 3	1534,00	109,10	116,37		116,79	0,001531	5,17	296,51	44,58	0,35
Torrente	128	PF 1	600,00	108,00	112,47		113,22	0,006508	6,94	86,47	27,70	0,69
Torrente	128	PF 2	1057,00	108,00	114,02		114,99	0,006114	7,89	134,00	33,51	0,70
Torrente	128	PF 3	1534,00	108,00	115,32		116,44	0,005703	8,50	180,49	37,85	0,69
Torrente	127	PF 1	600,00	106,00	109,82	109,82	111,27	0,014635	9,67	62,02	21,50	1,00
Torrente	127	PF 2	1057,00	106,00	111,26	111,26	113,15	0,013610	11,00	96,09	25,59	1,00
Torrente	127	PF 3	1534,00	106,00	112,43	112,43	114,67	0,013196	12,00	127,80	28,89	1,01
Torrente	126	PF 1	600,00	103,00	108,02		108,81	0,006561	7,14	84,01	24,83	0,68
Torrente	126	PF 2	1057,00	103,00	110,18		111,04	0,004777	7,45	141,93	29,76	0,60
Torrente	126	PF 3	1534,00	103,00	112,05		112,95	0,003816	7,60	201,79	34,16	0,55
Torrente	125	PF 1	600,00	103,00	108,07		108,70	0,004908	6,33	94,72	26,97	0,60
Torrente	125	PF 2	1057,00	103,00	110,26		110,95	0,003675	6,67	158,45	32,43	0,53
Torrente	125	PF 3	1534,00	103,00	112,17		112,88	0,003023	6,75	227,28	39,67	0,50
Torrente	124	PF 1	600,00	103,00	108,23		108,62	0,002871	5,01	119,65	33,93	0,47
Torrente	124	PF 2	1057,00	103,00	110,48		110,90	0,002020	5,19	203,54	41,20	0,41
Torrente	124	PF 3	1534,00	103,00	112,39		112,84	0,001617	5,33	287,58	46,67	0,38
Torrente	123	PF 1	600,00	102,50	108,26	106,35	108,58	0,002139	4,53	132,42	34,51	0,41
Torrente	123	PF 2	1057,00	102,50	110,50	107,43	110,87	0,001684	4,92	214,98	40,27	0,38
Torrente	123	PF 3	1534,00	102,50	112,40	108,38	112,81	0,001455	5,18	296,42	45,45	0,36
Torrente	122		Bridge									
Torrente	121	PF 1	600,00	102,50	108,24		108,56	0,002185	4,56	131,47	34,45	0,41
Torrente	121	PF 2	1057,00	102,50	110,47		110,85	0,001705	4,94	214,02	40,20	0,38
Torrente	121	PF 3	1534,00	102,50	112,37		112,79	0,001469	5,19	295,36	45,39	0,36
Torrente	120	PF 1	600,00	101,80	107,37	106,20	108,22	0,006155	7,37	81,39	19,74	0,64
Torrente	120	PF 2	1057,00	101,80	109,45	107,74	110,56	0,005876	8,46	124,89	22,10	0,63
Torrente	120	PF 3	1534,00	101,80	111,19	109,06	112,53	0,005837	9,30	165,02	24,06	0,63
Torrente	119.5		Bridge									
Torrente	119	PF 1	600,00	101,80	106,20	106,20	107,81	0,015222	10,16	59,06	18,42	1,00
Torrente	119	PF 2	1057,00	101,80	107,74	107,74	109,95	0,015040	11,92	88,69	20,16	1,00
Torrente	119	PF 3	1534,00	101,80	109,06	109,06	111,76	0,015015	13,19	116,33	21,66	1,00
Torrente	118	PF 1	600,00	98,20	102,69		103,57	0,006977	7,53	79,71	21,51	0,69
Torrente	118	PF 2	1057,00	98,20	104,32		105,59	0,007406	9,04	116,92	24,23	0,73
Torrente	118	PF 3	1534,00	98,20	105,67		107,27	0,007670	10,14	151,29	26,50	0,75
Torrente	117	PF 1	600,00	98,20	102,25	101,76	103,38	0,009926	8,52	70,41	20,78	0,82
Torrente	117	PF 2	1057,00	98,20	103,79	103,25	105,38	0,010119	10,11	104,50	23,36	0,84
Torrente	117	PF 3	1534,00	98,20	105,11	104,50	107,07	0,010136	11,22	136,68	25,56	0,86
Torrente	116		Bridge									
Torrente	115	PF 1	600,00	98,20	101,76	101,76	103,29	0,015389	9,93	60,42	19,95	1,01
Torrente	115	PF 2	1057,00	98,20	103,25	103,25	105,30	0,014450	11,49	92,01	22,45	1,00
Torrente	115	PF 3	1534,00	98,20	104,51	104,51	106,98	0,014014	12,62	121,53	24,55	1,00
Torrente	114	PF 1	600,00	97,00	100,00	99,90	101,10	0,012975	8,41	71,34	29,53	0,95
Torrente	114	PF 2	1057,00	97,00	101,19	101,14	102,56	0,013038	9,41	112,29	39,60	0,99
Torrente	114	PF 3	1534,00	97,00	102,18	102,08	103,69	0,011923	9,86	155,61	48,00	0,97

HEC-RAS Plan: 2 River: Lavagna Reach: Torrente (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(cfs)	(ft)	(ft)	(ft)	(ft)	(ft/ft)	(ft/s)	(sq ft)	(ft)	
Torrente	113	PF 1	600,00	94,30	97,74	97,74	98,95	0,015122	8,82	68,01	28,51	1,01
Torrente	113	PF 2	1057,00	94,30	98,96	98,96	100,49	0,013888	9,94	106,37	34,69	1,00
Torrente	113	PF 3	1534,00	94,30	99,92	99,92	101,73	0,013338	10,78	142,24	39,60	1,00
Torrente	112	PF 1	600,00	92,50	96,45		96,84	0,002962	4,99	120,30	34,93	0,47
Torrente	112	PF 2	1057,00	92,50	98,20		98,71	0,002608	5,72	184,95	38,89	0,46
Torrente	112	PF 3	1534,00	92,50	99,77		100,36	0,002351	6,17	248,71	42,44	0,45
Torrente	111	PF 1	600,00	92,00	96,17		96,47	0,002214	4,40	136,34	37,29	0,41
Torrente	111	PF 2	1057,00	92,00	97,98		98,38	0,002037	5,04	209,51	43,40	0,40
Torrente	111	PF 3	1534,00	92,00	99,61		100,06	0,001826	5,39	284,68	48,89	0,39
Torrente	110	PF 1	600,00	92,00	95,63	94,62	96,24	0,005339	6,25	96,04	29,84	0,61
Torrente	110	PF 2	1057,00	92,00	97,47	95,82	98,18	0,004253	6,77	156,08	35,66	0,57
Torrente	110	PF 3	1534,00	92,00	99,14	96,87	99,89	0,003478	6,97	220,01	40,95	0,53
Torrente	109		Bridge									
Torrente	108	PF 1	600,00	92,00	94,62	94,62	95,86	0,015278	8,94	67,13	27,34	1,01
Torrente	108	PF 2	1057,00	92,00	95,82	95,82	97,50	0,014182	10,42	101,47	30,41	1,01
Torrente	108	PF 3	1534,00	92,00	96,86	96,86	98,87	0,013374	11,35	135,12	33,74	1,00
Torrente	107	PF 1	600,00	89,00	92,78	92,37	93,87	0,010245	8,38	71,56	22,90	0,84
Torrente	107	PF 2	1057,00	89,00	93,77	93,77	95,68	0,014111	11,09	95,28	24,97	1,00
Torrente	107	PF 3	1534,00	89,00	94,94	94,94	97,24	0,013600	12,17	126,05	27,42	1,00
Torrente	106	PF 1	600,00	88,50	91,37	91,37	92,53	0,014634	8,63	69,55	30,48	1,01
Torrente	106	PF 2	1057,00	88,50	92,50	92,50	94,02	0,013477	9,91	106,69	35,38	1,01
Torrente	106	PF 3	1534,00	88,50	93,44	93,44	95,25	0,012815	10,82	141,81	39,46	1,01

HEC-RAS Plan: 2 River: Lavagna Reach: Torrente

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(cfs)	(ft)	(ft)	(ft)	(ft)	(ft/ft)	(ft/s)	(sq ft)	(ft)	
Torrente	134	PF 1	600,00	113,80	120,86	120,86	122,47	0,018733	10,21	58,79	18,20	1,00
Torrente	134	PF 2	1057,00	113,80	122,56	122,56	124,43	0,016951	10,97	96,37	26,23	1,01
Torrente	134	PF 3	1534,00	113,80	123,68	123,68	125,95	0,016031	12,09	126,88	28,43	1,01
Torrente	133	PF 1	600,00	113,50	118,17		118,59	0,003270	5,20	115,28	34,09	0,50
Torrente	133	PF 2	1057,00	113,50	119,83		120,39	0,003067	5,98	176,72	39,90	0,50
Torrente	133	PF 3	1534,00	113,50	121,26		121,91	0,002803	6,48	236,63	43,66	0,49
Torrente	132	PF 1	600,00	112,50	116,08	116,08	117,49	0,015196	9,51	63,09	22,78	1,01
Torrente	132	PF 2	1057,00	112,50	117,43	117,43	119,36	0,014201	11,15	94,83	24,57	1,00
Torrente	132	PF 3	1534,00	112,50	118,58	118,58	120,96	0,013809	12,37	124,03	26,10	1,00
Torrente	131	PF 1	600,00	111,50	115,01	113,67	115,35	0,002946	4,69	127,81	40,25	0,46
Torrente	131	PF 2	1057,00	111,50	116,20	114,59	116,76	0,003386	5,98	176,71	41,83	0,51
Torrente	131	PF 3	1534,00	111,50	117,23	115,41	117,98	0,003672	6,97	220,22	43,19	0,54
Torrente	130		Bridge									
Torrente	129	PF 1	600,00	111,50	114,94		115,30	0,003156	4,80	124,99	40,16	0,48
Torrente	129	PF 2	1057,00	111,50	116,10		116,68	0,003659	6,14	172,25	41,69	0,53
Torrente	129	PF 3	1534,00	111,50	117,08		117,88	0,004000	7,17	214,03	43,00	0,57
Torrente	128.6	PF 1	600,00	111,45	113,43	113,43	114,41	0,015710	7,91	75,84	39,42	1,01
Torrente	128.6	PF 2	1057,00	111,45	114,33	114,33	115,72	0,014350	9,46	111,71	40,51	1,00
Torrente	128.6	PF 3	1534,00	111,45	115,13	115,13	116,88	0,013637	10,63	144,30	41,48	1,00
Torrente	128.5	PF 1	600,00	109,10	113,34		113,55	0,001333	3,61	166,38	41,42	0,32
Torrente	128.5	PF 2	1057,00	109,10	115,01		115,32	0,001414	4,46	237,08	43,17	0,34
Torrente	128.5	PF 3	1534,00	109,10	116,37		116,79	0,001531	5,17	296,51	44,58	0,35
Torrente	128	PF 1	600,00	108,00	112,47		113,22	0,006508	6,94	86,47	27,70	0,69
Torrente	128	PF 2	1057,00	108,00	114,02		114,99	0,006114	7,89	134,00	33,51	0,70
Torrente	128	PF 3	1534,00	108,00	115,32		116,44	0,005703	8,50	180,49	37,85	0,69
Torrente	127	PF 1	600,00	106,00	109,82	109,82	111,27	0,014635	9,67	62,02	21,50	1,00
Torrente	127	PF 2	1057,00	106,00	111,26	111,26	113,15	0,013610	11,00	96,09	25,59	1,00
Torrente	127	PF 3	1534,00	106,00	112,43	112,43	114,67	0,013196	12,00	127,80	28,89	1,01
Torrente	126	PF 1	600,00	103,00	108,02		108,81	0,006561	7,14	84,01	24,83	0,68
Torrente	126	PF 2	1057,00	103,00	110,18		111,04	0,004777	7,45	141,93	29,76	0,60
Torrente	126	PF 3	1534,00	103,00	112,05		112,95	0,003816	7,60	201,79	34,16	0,55
Torrente	125	PF 1	600,00	103,00	108,07		108,70	0,004908	6,33	94,72	26,97	0,60
Torrente	125	PF 2	1057,00	103,00	110,26		110,95	0,003675	6,67	158,45	32,43	0,53
Torrente	125	PF 3	1534,00	103,00	112,17		112,88	0,003023	6,75	227,28	39,67	0,50
Torrente	124	PF 1	600,00	103,00	108,23		108,62	0,002871	5,01	119,65	33,93	0,47
Torrente	124	PF 2	1057,00	103,00	110,48		110,90	0,002020	5,19	203,54	41,20	0,41
Torrente	124	PF 3	1534,00	103,00	112,39		112,84	0,001617	5,33	287,58	46,67	0,38
Torrente	123	PF 1	600,00	102,50	108,26	106,35	108,58	0,002139	4,53	132,42	34,51	0,41
Torrente	123	PF 2	1057,00	102,50	110,50	107,43	110,87	0,001684	4,92	214,98	40,27	0,38
Torrente	123	PF 3	1534,00	102,50	112,40	108,38	112,81	0,001455	5,18	296,42	45,45	0,36
Torrente	122		Bridge									
Torrente	121	PF 1	600,00	102,50	108,24		108,56	0,002185	4,56	131,47	34,45	0,41
Torrente	121	PF 2	1057,00	102,50	110,47		110,85	0,001705	4,94	214,02	40,20	0,38
Torrente	121	PF 3	1534,00	102,50	112,37		112,79	0,001469	5,19	295,36	45,39	0,36
Torrente	120	PF 1	600,00	101,80	107,37	106,20	108,22	0,006155	7,37	81,39	19,74	0,64
Torrente	120	PF 2	1057,00	101,80	109,45	107,74	110,56	0,005876	8,46	124,89	22,10	0,63
Torrente	120	PF 3	1534,00	101,80	111,19	109,06	112,53	0,005837	9,30	165,02	24,06	0,63
Torrente	119.5		Bridge									
Torrente	119	PF 1	600,00	101,80	106,20	106,20	107,81	0,015222	10,16	59,06	18,42	1,00
Torrente	119	PF 2	1057,00	101,80	107,74	107,74	109,95	0,015040	11,92	88,69	20,16	1,00
Torrente	119	PF 3	1534,00	101,80	109,06	109,06	111,76	0,015015	13,19	116,33	21,65	1,00
Torrente	118	PF 1	600,00	98,20	102,69		103,57	0,006977	7,53	79,71	21,51	0,69
Torrente	118	PF 2	1057,00	98,20	104,32		105,59	0,007406	9,04	116,92	24,23	0,73
Torrente	118	PF 3	1534,00	98,20	105,67		107,27	0,007670	10,14	151,29	26,50	0,75
Torrente	117	PF 1	600,00	98,20	102,25	101,76	103,38	0,009926	8,52	70,41	20,78	0,82
Torrente	117	PF 2	1057,00	98,20	103,79	103,25	105,38	0,010119	10,11	104,50	23,36	0,84
Torrente	117	PF 3	1534,00	98,20	105,11	104,50	107,07	0,010136	11,22	136,68	25,56	0,86
Torrente	116		Bridge									
Torrente	115	PF 1	600,00	98,20	101,76	101,76	103,29	0,015389	9,93	60,42	19,95	1,01
Torrente	115	PF 2	1057,00	98,20	103,25	103,25	105,30	0,014450	11,49	92,01	22,45	1,00
Torrente	115	PF 3	1534,00	98,20	104,51	104,51	106,98	0,014014	12,62	121,53	24,55	1,00
Torrente	114	PF 1	600,00	97,00	100,00	99,90	101,10	0,012975	8,41	71,34	29,53	0,95
Torrente	114	PF 2	1057,00	97,00	101,19	101,14	102,56	0,013038	9,41	112,29	39,60	0,99
Torrente	114	PF 3	1534,00	97,00	102,18	102,08	103,69	0,011923	9,86	155,61	48,00	0,97

HEC-RAS Plan: 2 River: Lavagna Reach: Torrente (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(cfs)	(ft)	(ft)	(ft)	(ft)	(ft/ft)	(ft/s)	(sq ft)	(ft)	
Torrente	113	PF 1	600,00	94,30	97,74	97,74	98,95	0,015122	8,82	68,01	28,51	1,01
Torrente	113	PF 2	1057,00	94,30	98,96	98,96	100,49	0,013888	9,94	106,37	34,69	1,00
Torrente	113	PF 3	1534,00	94,30	99,92	99,92	101,73	0,013338	10,78	142,24	39,60	1,00
Torrente	112	PF 1	600,00	92,50	96,45		96,84	0,002962	4,99	120,30	34,93	0,47
Torrente	112	PF 2	1057,00	92,50	98,20		98,71	0,002608	5,72	184,95	38,89	0,46
Torrente	112	PF 3	1534,00	92,50	99,77		100,36	0,002351	6,17	248,71	42,44	0,45
Torrente	111	PF 1	600,00	92,00	96,17		96,47	0,002214	4,40	136,34	37,29	0,41
Torrente	111	PF 2	1057,00	92,00	97,98		98,38	0,002037	5,04	209,51	43,40	0,40
Torrente	111	PF 3	1534,00	92,00	99,61		100,06	0,001826	5,39	284,68	48,89	0,39
Torrente	110	PF 1	600,00	92,00	95,63	94,62	96,24	0,005339	6,25	96,04	29,84	0,61
Torrente	110	PF 2	1057,00	92,00	97,47	95,82	98,18	0,004253	6,77	156,08	35,66	0,57
Torrente	110	PF 3	1534,00	92,00	99,14	96,87	99,89	0,003478	6,97	220,01	40,95	0,53
Torrente	109		Bridge									
Torrente	108	PF 1	600,00	92,00	94,62	94,62	95,86	0,015278	8,94	67,13	27,34	1,01
Torrente	108	PF 2	1057,00	92,00	95,82	95,82	97,50	0,014182	10,42	101,47	30,41	1,01
Torrente	108	PF 3	1534,00	92,00	96,86	96,86	98,87	0,013374	11,35	135,12	33,74	1,00
Torrente	107	PF 1	600,00	89,00	92,78	92,37	93,87	0,010245	8,38	71,56	22,90	0,84
Torrente	107	PF 2	1057,00	89,00	93,77	93,77	95,68	0,014111	11,09	95,28	24,97	1,00
Torrente	107	PF 3	1534,00	89,00	94,94	94,94	97,24	0,013600	12,17	126,05	27,42	1,00
Torrente	106	PF 1	600,00	88,50	91,37	91,37	92,53	0,014634	8,63	69,55	30,48	1,01
Torrente	106	PF 2	1057,00	88,50	92,50	92,50	94,02	0,013477	9,91	106,69	35,38	1,01
Torrente	106	PF 3	1534,00	88,50	93,44	93,44	95,25	0,012816	10,82	141,81	39,46	1,01