

## Piano Strutturale (ai sensi dell'Art. 92 della L.R. 65/2014)

**Arch. Giovanni Parlanti**  
*Progettista*

**Dott. Enzo Cacioli**  
*Sindaco*

**Arch. Gabriele Banchetti**  
*Responsabile GIS*

**Caterina Galli**  
*Assessore all'urbanistica*

**Pian. Jr. Emanuele Bechelli**  
*Collaborazione al progetto*

**Arch. Luigi Moffa**  
*Responsabile dell'Ufficio  
pianificazione urbanistica, edilizia e ambiente*

**GEOPROGETTI Studio Associato**  
**Geol. Emilio Pistilli**  
*Studi geologici*

**Geom. Luigi Rogai**  
*Garante dell'informazione e  
della partecipazione*



**Sorgente Ingegneria**  
**studio tecnico associato**

**Ing. Luca Rosadini**  
**Ing. Leonardo Marini**  
*Studi idraulici*

**Ing. Jacopo Taccini**  
*Collaborazione studi idraulici*

*Doc. QC.I 01*

**PFM S.r.l. Società tra professionisti**  
*Studi agronomici e forestali*

**RELAZIONE**

**IDROLOGICO-IDRAULICA**

**Arch. Alessandro Melis**  
*Valutazione Ambientale Strategica (VAS)*

**Pian. Martina Franco**  
**Pian. Manuela Fontanive**  
*Elaborazione grafica e GIS*

*Adottato con Del. C.C. n.            del*  
*Approvato con Del. C.C. n.        del*



**Maggio 2023**

## SOMMARIO

<b>PREMESSA</b> .....	2
<b>1. RIFERIMENTI NORMATIVI</b> .....	3
<b>2. INQUADRAMENTO</b> .....	4
2.1. Reticolo idrografico.....	4
<b>3. METODOLOGIA DI INDAGINE</b> .....	5
<b>4. ANALISI IDROLOGICA</b> .....	7
4.1. Introduzione.....	7
4.2. Calcolo LSPP.....	7
4.3. Parametri del Modello idrologico .....	11
4.4. Analisi idrologica .....	13
<b>5. ANALISI IDRAULICA</b> .....	16
5.1. Introduzione.....	16
5.1.1. Codice di calcolo Infoworks ICM.....	16
5.1.2. Infoworks ICM – Equazioni di base del risolutore 2D .....	16
5.1.3. Considerazioni sulle connessioni spondali (bank lines) .....	18
5.1.4. Modellazione zone 2D .....	19
5.1.5. Modellazione geometrica .....	20
5.2. Modelli idraulici .....	22
5.2.1. Torrente Faella .....	22
5.2.2. Borro della Spina- sistema Botriolo .....	25
5.2.3. Fosso Campo Cellani.....	28
5.2.4. Fosso Bowling.....	30
5.2.5. Borro Valecchi .....	32
5.2.6. Affluenti del torrente Faella.....	33
5.2.7. Torrente Resco .....	37
5.2.8. Affluenti del torrente Resco in loc. Vaggio .....	38
<b>6. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE</b> .....	41
<b>7. AREE PRESIDATE DA SISTEMI ARGINALI</b> .....	42
<b>8. CONSIDERAZIONI FINALI</b> .....	44
<b>ALLEGATI</b> .....	45
ALLEGATO 1 - Elenco shapefiles Modelli idraulici ICM .....	45
ALLEGATO 2 - Borro Valecchi - Outputs Her Ras.....	45

## PREMESSA

Questa relazione fa parte dello studio idrologico-idraulico redatto, su incarico dell'Amministrazione Comunale, a supporto della Variante al Piano Strutturale del Comune di Castelfranco Piandiscò (AR).

In particolare verrà effettuata un'analisi idrologico-idraulica estesa ai corsi d'acqua significativi all'interno del territorio comunale, che permetterà di definire le aree a pericolosità idraulica, così come indicate nella LRT41/2018 ed il Regolamento Regionale 5/R del 30 gennaio 2020.

Oltre alla presente relazione costituiscono parte integrante dello studio gli elaborati riportati nella seguente tabella e gli allegati informatici.

N.	TAVOLE	SCALA	NOTE
QC.I 02N	CARTA DELLA PERICOLOSITA' PER ALLUVIONI	1:10.000	NORD
QC.I 02S	CARTA DELLA PERICOLOSITA' PER ALLUVIONI	1:10.000	SUD
QC.I 03N	CARTA DELLA MAGNITUDO IDRAULICA	1:10.000	NORD
QC.I 03S	CARTA DELLA MAGNITUDO IDRAULICA	1:10.000	SUD
QC.I 04	CARTA DEI BATTENTI	1:10.000	Tr200 - SUD
QC.I 05	CARTA DELLA VELOCITA' DELLA CORRENTE	1:10.000	Tr200 - SUD
QC.I 06N	CARTA DELLE AREE PRESIDATE DA SISTEMI ARGINALI, COMPRESIVA DELLE AREE DI FONDOVALLE FLUVIALE	1:10.000	NORD
QC.I 06S	CARTA DELLE AREE PRESIDATE DA SISTEMI ARGINALI, COMPRESIVA DELLE AREE DI FONDOVALLE FLUVIALE	1:10.000	SUD

**Tabella 1.** Elenco degli elaborati allegati allo studio idrologico-idraulico di supporto al PS.

## 1. RIFERIMENTI NORMATIVI

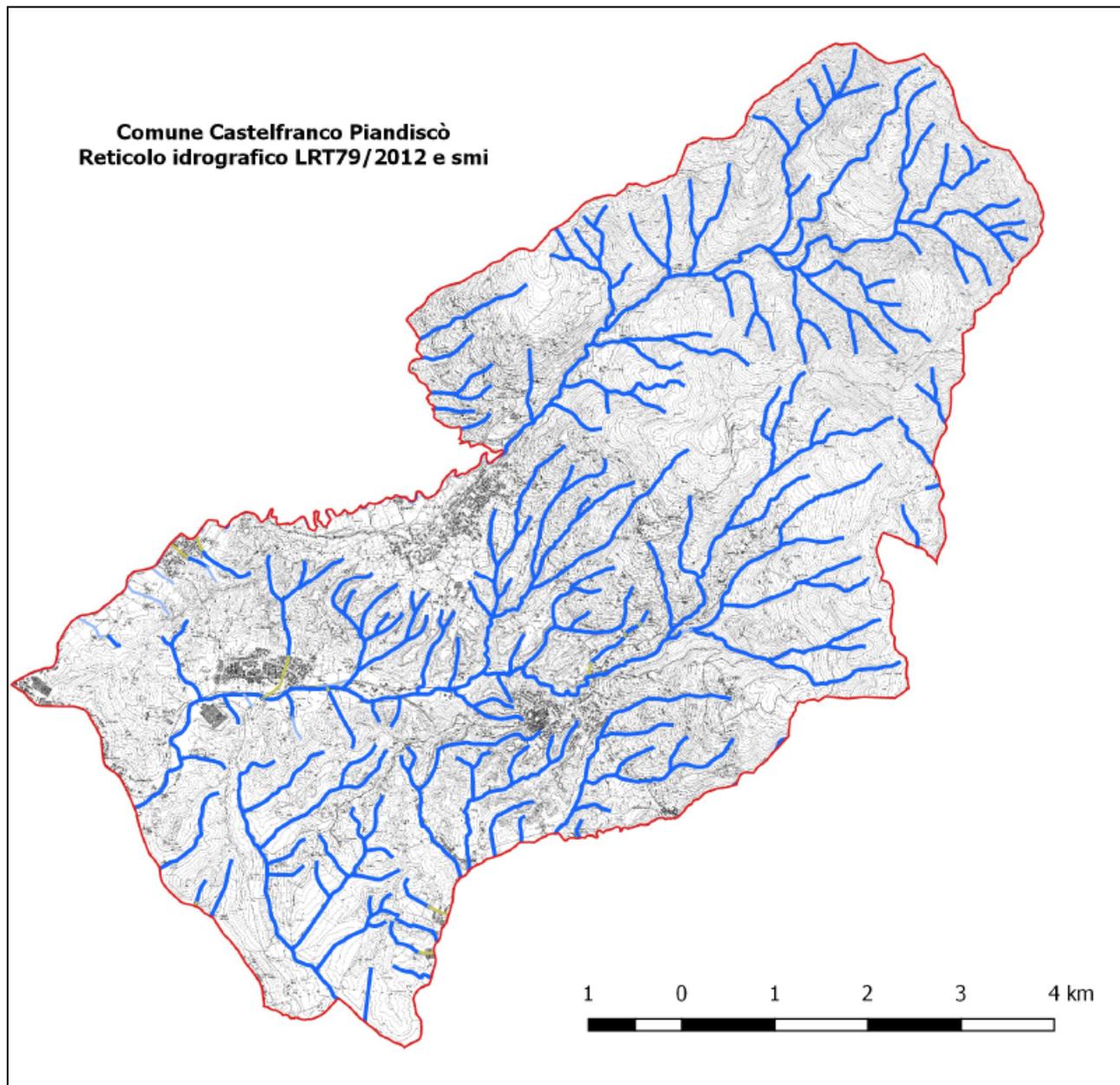
Il quadro normativo di riferimento vigente è il seguente:

- R.D. 25 luglio 1904 n.523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie";
- R. D. 8 maggio 1904 n. 368 "Regolamento sulle bonificazioni delle paludi e dei terreni paludosi";
- DPCM n. 226 del 5/11/99 "Approvazione del Piano stralcio relativo alla riduzione del rischio idraulico del bacino del fiume Arno";
- D.L. 180/89 e successive modifiche;
- Legge Regionale 10 novembre 2014, n. 65 - Norme per il governo del territorio (art.104).
- Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49: "Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni".
- L.R. n. 41 del 24/07/2018 "Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014".
- DPGR N°5/R del 30 gennaio 2020 (regolamento di attuazione dell'art.104 della LR 65/2014);

## 2. INQUADRAMENTO

### 2.1. RETICOLO IDROGRAFICO

Si riporta un estratto del reticolo idrografico di cui all'art. 22, comma 2, lettera e), della L.R. n.79 del 27/12/2012 approvato dalla Delib. C.R.T. n. 57 del 11/06/2013 e successivi aggiornamenti (Delibera 28/2020 e 904/2020 -Allegato A).



**Figura 1.** Estratto Reticolo idrografico L.R. n.79/2012 e smi.

Dall'analisi del reticolo idrografico e della sua correlazione con i nuclei abitati e con infrastrutture di interesse strategico, sono stati identificati i corsi d'acqua significativi su cui estendere lo studio della pericolosità idraulica, sia con modellazione idrologico-idraulica che con indagini di tipo geomorfologico e storico inventariale.

### 3. METODOLOGIA DI INDAGINE

In questo capitolo si descrive la metodologia d'indagine utilizzata per la definizione delle aree a pericolosità idraulica sull'intero territorio comunale. Per i tratti dei corsi d'acqua più significativi è stato allestito un modello idrologico-idraulico in moto vario misto: monodimensionale in alveo e bidimensionale per le aree allagabili, per la definizione delle pericolosità idrauliche relativa ai tempi di ritorno previsti nella normativa vigente (Tr30 aree soggette ad alluvioni frequenti, Tr200 aree soggette ad alluvioni poco frequenti e Tr500 anni).

I corsi d'acqua analizzati tramite modellazione idraulica sono riportati nella seguente tabella.

Tratti fluviali oggetto di studio		
Nome del corso d'acqua	ID del tratto	Note
Borro della Fornace o della Spina	AV10141-AV10187-AV10313-AV10429-AV10573-AV10661-AV10819-AV11067-AV11317	Loc. Botriolo
Fosso Steccata	AV0142	Loc. Botriolo
Borro Molinaccio	AV9783-AV10188	Loc. Botriolo
Fosso Bowling	AV10369	Loc. Botriolo
Fosso Cellani	AV10662	Loc. Botriolo
Borro valecchi	AV9515	Loc. Castelfranco
Torrente Faella	AV9285-AV9307-AV9318-AV9351-AV9353-AV9283-AV9298-AV9337-AV9321-AV9311-AV9341-AV9624-AV9857	Faella
Borro della Ragnaia	AV9282-AV9197	Loc. Faella
Borro Rantigioni	AV9121-AV9242	Loc. Faella
Borro Barberaia	non presente nel reticolo LRT79/2012	Loc. Faella
Fosso Vallimaggiore	AV9328	Loc. Vallimaggiore
Fosso Vaggio A	AV8764-AV8681	Loc. Vaggio
Fosso Vaggio B	AV8734-AV8706	Loc. Vaggio
Torrente Resco	AV8590-AV8617-AV8733-AV8806-AV8924-AV8955-AV9034-AV9263	Sistema Resco

**Tabella 2.** Elenco dei corsi d'acqua oggetto di modellazione idrologico-idraulica.

Il torrente Resco è stato oggetto di studi idraulici aggiornati utilizzando il più recente quadro conoscitivo idrologico della Regione Toscana dal Comune di Reggello<sup>1</sup> (per l'intera asta che scorre sul confine comunale) e dal Comune di Figline Incisa<sup>2</sup> (nel tratto in loc. Matassino). In accordo con Amministrazione Comunale di Castelfranco Piandiscò e Genio Civile Valdarno Superiore è stato ritenuto di non eseguire un nuovo studio idraulico del torrente Resco per cui per la redazione delle mappe di pericolosità idraulica saranno utilizzati i risultati ottenuti nei suddetti studi.

In conformità alle disposizioni del Reg 5/R al di fuori del territorio urbanizzato, in presenza di aree non riconducibili alle mappe di pericolosità da alluvione ed in assenza di studi idrologici idraulici, sono comunque definiti gli ambiti territoriali di fondovalle posti in situazione morfologicamente sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda. Sono, inoltre, definite le aree presidiate da sistemi arginali per il contenimento delle alluvioni, come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera s) della l.r.41/2018. L'analisi geomorfologica è stata eseguita sul DTM 10k della Regione Toscana.

Tratti fluviali oggetto di studio		
Nome del corso d'acqua	ID del tratto	Note
Borro della Fornace o della Spina	AV10141-AV10071-AV10002-AV9978-AV9996-AV9981- AV9975-	Loc. Botriolo
Borro di Valecchi	AV9960-AV9865-AV9748-AV9515	Loc. Castelfranco
Borro del Molinaccio	AV9783	Loc. Botriolo
Borro della Renacciola	AV11318-AV11086-AV10932-AV10750-AV10634-AV10153-AV10102-AV10030-AV9872	Loc. Botriolo
Torrente Faella	AV9209-AV9212-AV9213-AV9312	Faella
Borro Rantigioni	AV9121-AV8878	Loc. Faella
Borro del Cerberesi	AV9203	Loc. Faella
Torrente Resco	AV8573-AV8012	Sistema Resco

**Tabella 3.** Elenco dei corsi d'acqua oggetto di modellazione con criterio morfologico.

<sup>1</sup> Professionista incaricato: Ing. David Settesoldi

<sup>2</sup> Professionista incaricato: Ing. Tiziano Staiano

## 4. ANALISI IDROLOGICA

### 4.1. INTRODUZIONE

La modellazione idrologica è stata eseguita utilizzando i dati delle curve di possibilità pluviometrica derivanti dall'aggiornamento delle LSPP (Linee Segnatrici di Possibilità Pluviometrica) denominato: "Analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme", eseguito nell'ambito dell'"Accordo di collaborazione scientifica tra Regione Toscana e Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli studi di Firenze per attività di ricerca per la mitigazione del rischio idraulico nella Regione Toscana - Marzo 2014.

Lo studio sulle LSPP fornisce un aggiornamento del quadro conoscitivo per quanto riguarda la valutazione delle precipitazioni estreme. Le stime delle altezze di pioggia sono state valutate per le diverse durate caratteristiche (1, 3, 6, 12 e 24 ore e giornaliera) e per i diversi tempi di ritorno fissati (2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500 anni).

### 4.2. CALCOLO LSPP

È stato eseguito il calcolo delle LSPP aggiornate per i bacini analizzati, seguendo le indicazioni indicate per il calcolo dell'altezza di pioggia in un bacino idrografico.

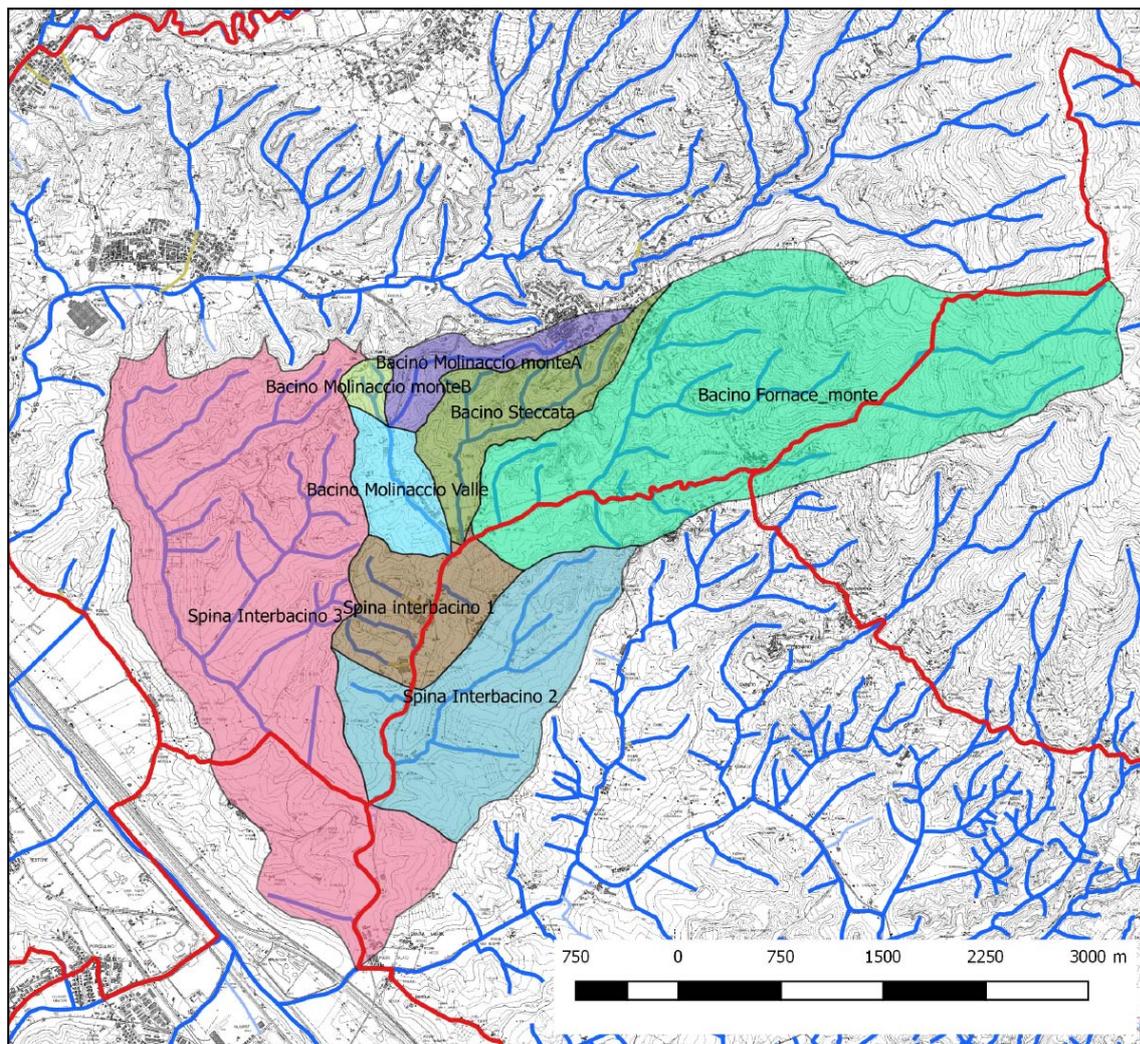
La metodologia indicata dalla Regione Toscana consente il calcolo dell'altezza di pioggia su qualunque bacino imbrifero e fornisce il valore di  $h$  in mm per una determinata durata dell'evento.

Per ricavare i dati pluviometrici è stato necessario effettuare i seguenti passaggi:

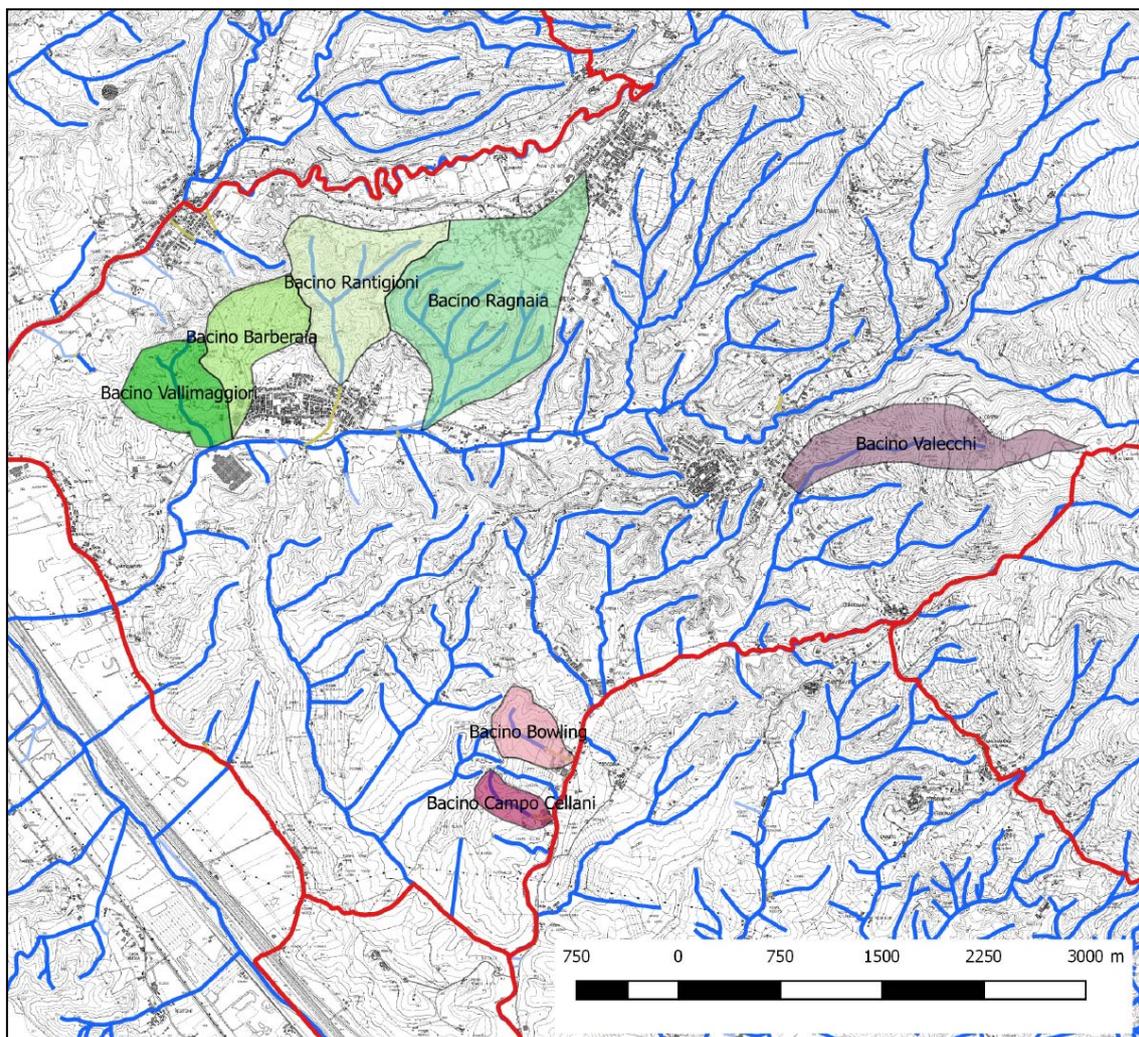
- a) calcolo dell'altezza di pioggia per il bacino considerato per le varie durate caratteristiche (1, 3, 6, 12 e 24 ore) e per i diversi tempi di ritorno fissati (2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500 anni) tramite software Gis;
- b) per ciascun tempo di ritorno è stata eseguita un'analisi di regressione per ricavare i parametri  $a$  ed  $n$  della curva di possibilità pluviometrica;

La procedura di regressione utilizzata per il calcolo dei parametri  $a$  ed  $n$  delle varie curve di possibilità

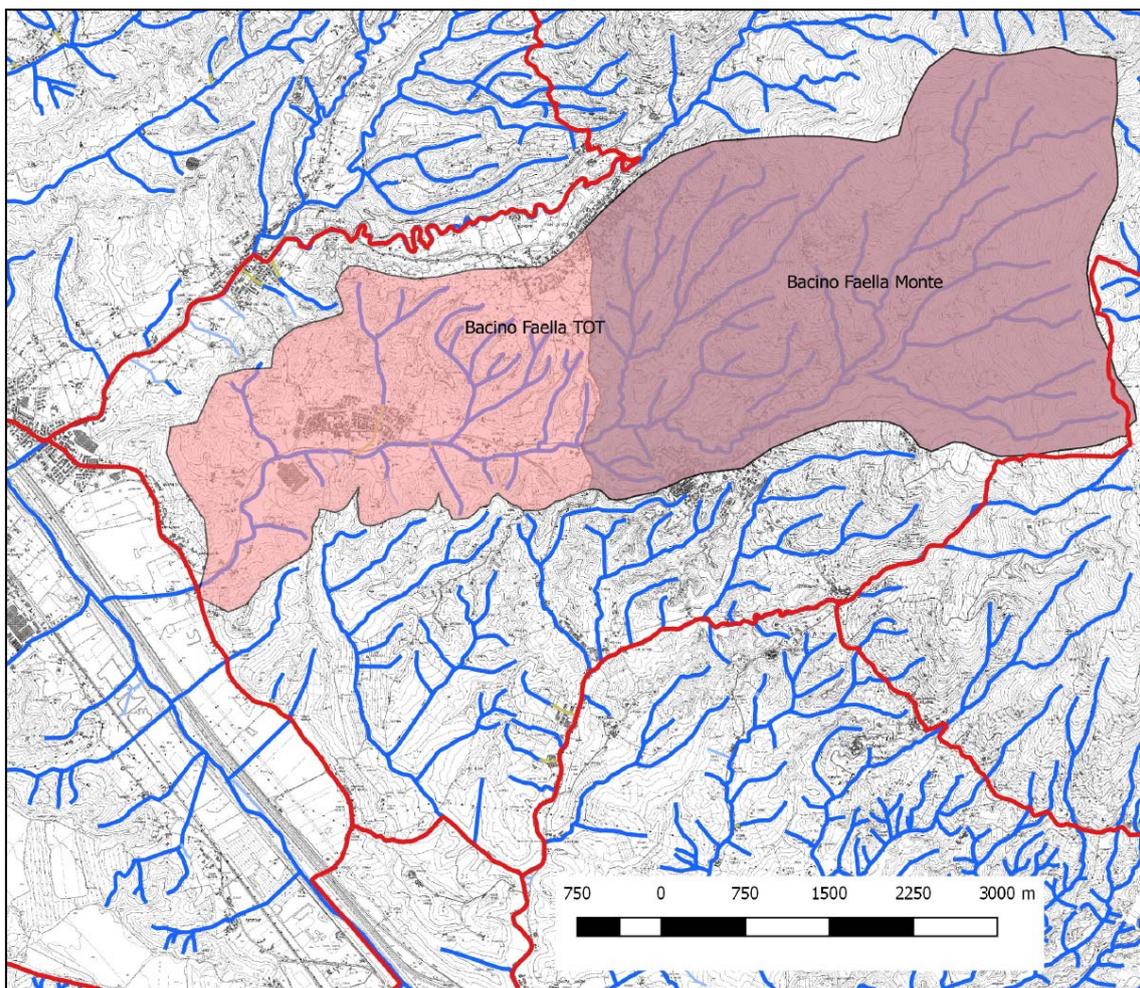
Con le nuove LSPP2014 sono state calcolate le diverse altezze di pioggia per ogni  $Tr$  e per ogni durata. Attraverso una regressione lineare multipla sono stati quindi individuati i parametri delle curve di possibilità pluviometrica a 3 parametri. Nelle figure seguenti si riportano i bacini idrografici analizzati.



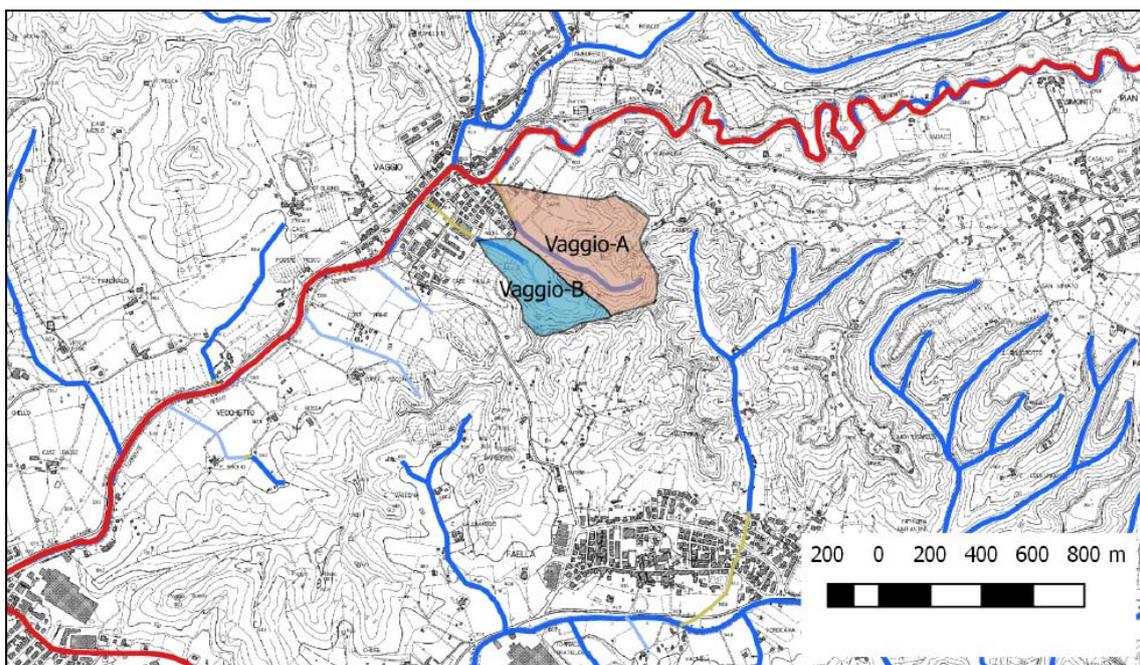
**Figura 2.** Individuazione dei bacini idrografici analizzati. Sistema Botriolo



**Figura 3.** Individuazione dei bacini idrografici analizzati – Reticolo idraulico minore Faella e Botriolo e borro Valecchi.



**Figura 4.** Individuazione dei bacini idrografici analizzati-Torrente Faella



**Figura 5.** Individuazione dei bacini idrografici analizzati-Fossi minori Vaggio.

### 4.3. PARAMETRI DEL MODELLO IDROLOGICO

Il calcolo delle portate di piena viene eseguito utilizzando il modello numerico AITo2000 aggiornato nei valori dei coefficienti di possibilità pluviometrica (o linee segnalatrici di possibilità pluviometrica LSPP 2014). Tale modello numerico risulta tuttora un valido e consolidato metodo di calcolo idrologico basato sul calcolo delle perdite per infiltrazione a due parametri (iniziale  $I_a$  ed a saturazione  $K_s$ ) e sul modello afflussi-deflussi di Nash a due parametri ( $n$  numero dei serbatoi lineari e  $k$  tempo caratteristico di svuotamento del serbatoio).

Per quanto riguarda i parametri  $n$ ,  $k$ , in questo studio continueranno ad essere utilizzati i valori del database di AITo2000 poiché tali parametri, dipendenti dalla morfometria del bacino imbrifero, possono essere assunti come invariati.

Per i bacini con estensione areale ridotta (inferiore a 0.5 kmq) è stato utilizzato il metodo dell'invaso a serbatoio lineare impostando  $n=1$  e  $k=0.7 \times T_c$  (dove  $t_c$  è il tempo di corrivazione del bacino).

Per quanto riguarda i parametri delle perdite  $I_a$  e  $K_s$  si è proceduto alla stima dei suddetti parametri:

- $I_a$  (mm) perdita iniziale che il terreno assorbe durante i primi istanti di precipitazione valutata in funzione della percentuale di area boscata presente nel bacino considerato (derivata dall'Uso e Copertura del Suolo) con la seguente relazione  $I_a = 3.3 + 22P_{ab}$ ;
- $K_s$  (mm/h) coefficiente di infiltrazione a saturazione  $K_{sat}$  è valutato sulla base dell'aggiornamento del quadro conoscitivo eseguito con lo studio in collaborazione tra LAMMA e Regione Toscana nel 2014 per la "Caratterizzazione idrologica dei suoli della Toscana" utilizzato nell'implementazione del modello idrologico distribuito "Mobidic". Nel dettaglio è stato utilizzato il valore di  $K_{sat30}$  valido per i primi 30 cm di suolo utilizzato per la modellazione dei processi legati all'infiltrazione superficiale.

Per quanto riguarda il fattore di ragguglio areale  $k_a$  è opportuno osservare che nel modello AITo2000 tale coefficiente viene calcolato facendo riferimento alla formula dell'U.S. Weather Bureau

$$k_a = 1 - \exp(-\alpha t^\beta) + \exp(-\alpha t^\beta - \gamma A)$$

con:

$\alpha = 0.036 \cdot a$  dove  $a$  è il parametro della CPP per durate superiori all'ora;

$\beta = 0.25$  ;

$\gamma = 0.01$  ;

$t$  = durata precipitazione [ore];

$A$  = area del bacino [km<sup>2</sup>].

Per ogni bacino individuato, è stato determinato su cartografia tecnica regionale in scala 1:2000 e/o 1:10.000 il relativo bacino idrografico. L'area così ricavata è stata inserita all'interno nel software di simulazione idrologica.

La tabella seguente riporta i parametri idrologici utilizzati per il calcolo degli idrogrammi di piena.

Modello idrologico - Parametri Morfologici e idrologici									
Bacino	Area	IA	KS	N [-]	K [h]	TL	Parametri LSP2014		
							Cpp_a	Cpp_n	Cpp_m
	[kmq]	[mm]	[mm/h]	[-]	[h]	[h]	[mm/ore <sup>n</sup> n/anni <sup>m</sup> ]	[-]	[-]
MOLINACCIO A	0.506	12.58	0.74	1.855	0.226	0.419	28.233	0.277	0.214
MOLINACCIO B	0.123	7.01	1.06	2.505	0.078	0.195	28.110	0.277	0.214
MOLINACCIO VALLE	0.516	6.46	0.73	2.022	0.266	0.538	27.208	0.276	0.214
FORNACE MONTE	6.016	13.60	3.83	2.397	0.467	1.119	28.036	0.272	0.214
STECCATA	0.990	14.14	0.77	4.19	0.14	0.587	27.875	0.275	0.214
SPINA INT_1	0.980	5.51	0.70	2.464	0.533	1.313	26.374	0.271	0.210
SPINA INT_2	2.210	6.21	0.65	2.515	0.571	1.436	25.920	0.269	0.214
SPINA INT_3	6.070	10.36	0.74	2.686	0.653	1.754	25.725	0.276	0.210
VALECCHI	0.690	9.72	4.63	1.694	0.164	0.278	28.344	0.272	0.214
CAMPO CELLANI	0.137	23.65	0.69	1	0.391	0.391	26.314	0.273	0.214
BOWLING	0.230	22.35	0.77	1	0.444	0.444	26.394	0.271	0.210
FAELLA Monte	14.209	16.08	3.60	2.359	0.855	2.017	29.490	0.286	0.214
FAELLA TOT	21.719	14.18	2.67	2.37	1.085	2.571	28.941	0.284	0.214
BARBERAIA	0.470	12.74	0.68	1	0.646	0.646	28.505	0.284	0.210
RANTIGIONI	0.775	17.31	1.24	2.335	0.154	0.360	29.058	0.283	0.214
VAGGIO A	0.190	13.92	0.79	1	0.366	0.366	29.075	0.283	0.210
VAGGIO B	0.090	13.17	0.74	1	0.377	0.377	29.075	0.283	0.210
RAGNAIA	1.498	13.14	1.26	1.802	0.235	0.423	29.075	0.286	0.214
VALLIMAGGIORI	0.480	8.71	0.72	1	0.75	0.750	28.098	0.281	0.214

**Tabella 4.** Parametri morfologici e idrologici utilizzati nella modellazione idrologica.

#### **4.4. ANALISI IDROLOGICA**

Utilizzando i parametri morfologici ed idrologici appena descritti, per ciascun bacino analizzato sono stati ricavati gli idrogrammi di piena utilizzando il codice di calcolo ALTO2000.

Per il modello idraulico del sistema Botriolo che comprende numerosi sottobacini si è proceduto calcolando gli idrogrammi di piena per ciascun bacino analizzato corrispondenti rispettivamente ai tempi di pioggia di 1 e 2 ore. La durata di pioggia di 1 ora risulta più critica per i bacini di minori dimensioni mentre la durata di 2 ore va a massimizzare i bacini più estesi. Con questa impostazione sono state eseguite le simulazioni idrauliche dei due scenari per poi adottare, nelle perimetrazioni di rischio idraulico, l'inviluppo dei massimi battenti ottenuti.

Per il modello del torrente Faella si è proceduto in modo analogo utilizzando la durata di pioggia di 2 e 3 ore. In questo caso la durata di due ore è massimizzante per il tratto di monte mentre la durata di tre ore va a massimizzare il tratto più a valle.

Per quanto riguarda i bacini minori sono state valutate le portate per la durata critica di ciascun bacino.

Le tabelle seguenti riportano i risultati della modellazione idrologica relativi ai vari bacini considerati per i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

Gli idrogrammi di piena relativi alle portate al colmo riportate nelle tabelle successivi rappresentano l'input idrologico nei modelli idraulici.

<b>Modello Botriolo-Spina - Portate al colmo per ciascun tempo di ritorno</b>							
Corso d'acqua	Tempo di ritorno	Durata critica	Precipitazione e totale	Precipitazione netta	Intensità di precipitazione	Kr	Portata
	[anni]	[h]	[mm]	[mm]	[mm/h]	[-]	[mc/s]
MOLINACCIO A	30	1	58.5	45.8	58.5	0.998	7.2
	200	1	87.7	75.0	87.7	0.998	11.2
	500	1	106.7	93.9	106.7	0.998	13.8
MOLINACCIO B	30	1	58.2	50.4	58.2	1.000	1.9
	200	1	87.4	79.5	87.4	1.000	2.9
	500	1	106.3	98.4	106.3	1.000	3.6
MOLINACCIO VALLE	30	1	56.3	49.4	56.3	0.998	6.7
	200	1	70.8	77.6	84.6	0.998	10.3
	500	1	106.3	95.8	102.9	0.998	12.6
FORNACE MONTE	30	1	58.1	40.9	58.1	0.979	43.0
	200	1	87.1	69.4	87.1	0.979	71.8
	500	1	106.0	87.8	106.0	0.979	90.5
STECCATA	30	1	57.7	43.6	57.7	0.996	13.2
	200	1	86.6	72.4	86.6	0.996	20.6
	500	1	105.4	91.1	105.4	0.996	25.5
SPINA INT_1	30	1	54.6	48.6	54.6	0.996	7.1
	200	1	82.0	75.8	82.0	0.996	11.1
	500	1	99.7	93.5	99.7	0.996	13.6
SPINA INT_2	30	1	53.7	46.9	53.7	0.991	14.4
	200	1	80.5	73.5	80.5	0.991	22.5
	500	1	98.0	90.8	98.0	0.991	27.8
SPINA INT_3	30	1	53.3	42.0	53.3	0.977	30.4
	200	1	79.9	68.1	79.9	0.977	49.1
	500	1	97.3	85.0	97.3	0.977	61.2
MOLINACCIO A	30	2	70.8	57.5	35.4	0.998	5.0
	200	2	106.3	92.9	53.2	0.998	7.5
	500	2	129.3	115.9	64.7	0.998	9.2
MOLINACCIO B	30	2	70.5	61.7	35.3	1.000	1.2
	200	2	105.8	97.0	52.9	1.000	1.8
	500	2	128.8	119.9	64.4	1.000	2.2
MOLINACCIO VALLE	30	2	68.2	60.6	34.1	0.998	4.8
	200	2	102.4	94.7	51.2	0.998	7.3
	500	2	124.6	116.9	62.3	0.998	8.9
FORNACE MONTE	30	2	70.1	49.6	35.0	0.982	42.0
	200	2	105.2	84.1	52.6	0.982	68.1
	500	2	128.0	106.5	64.0	0.982	84.8
STECCATA	30	2	69.8	55.0	34.9	0.997	9.3
	200	2	104.8	89.9	52.4	0.997	14.1
	500	2	127.5	112.5	63.8	0.997	17.2
SPINA INT_1	30	2	65.9	59.2	32.9	0.997	7.1
	200	2	98.9	92.1	49.4	0.997	10.8
	500	2	120.3	113.5	60.2	0.997	13.3
SPINA INT_2	30	2	53.7	46.9	53.7	0.991	14.4
	200	2	80.5	73.5	80.5	0.991	22.5
	500	2	98.0	90.8	98.0	0.991	27.8
SPINA INT_3	30	2	64.5	52.6	32.2	0.980	34.0
	200	2	96.8	84.3	48.4	0.980	53.5
	500	2	117.8	104.8	58.9	0.980	66.2

**Tabella 5.** Risultati modello idrologico - Portate al colmo - Modello idraulico Bostrilo-Spina.

<b>Bacini minori - Portate al colmo per ciascun tempo di ritorno</b>							
Corso d'acqua	Tempo di ritorno	Durata critica	Precipitazione totale	Precipitazione netta	Intensità di precipitazione	Kr	Portata
	[anni]	[h]	[mm]	[mm]	[mm/h]	[-]	[mc/s]
CAMPO CELLANI	30	0.9	53.1	29.8	58.3	0.999	1.5
	200	0.7	73.3	50.2	109.4	0.999	2.7
	500	0.4	79.0	56.0	183.7	0.999	3.5
BOWLING	30	0.7	50.2	28.2	68.9	0.999	2.6
	200	0.5	67.5	45.8	138.3	0.999	4.5
	500	0.5	82.2	60.4	168.3	0.999	5.8
VALECCHI	30	0.3	42.5	31.7	139.1	0.997	13.4
	200	0.3	63.8	52.9	208.8	0.997	21.9
	500	0.3	77.6	66.7	254.0	0.997	27.4
BARBERAIA	30	0.7	53.6	41.0	75.4	0.998	5.5
	200	0.5	71.5	59.0	152.0	0.998	8.8
	500	0.5	87.0	74.5	184.9	0.998	11.0
RANTIGIONI	30	0.6	52.9	35.7	83.3	0.997	12.6
	200	0.4	69.5	52.5	175.6	0.997	20.7
	500	0.4	84.5	67.5	213.6	0.997	26.3
VAGGIO A	30	0.6	53.1	39.3	82.7	0.999	3.0
	200	0.4	69.8	56.1	173.5	0.999	4.8
	500	0.4	85.0	71.3	211.1	0.999	6.1
VAGGIO B	30	0.7	53.4	40.2	81.6	1.000	1.4
	200	0.7	80.1	66.9	122.4	1.000	2.2
	500	0.4	85.7	72.7	206.6	1.000	2.8
RAGNAIA	30	0.7	54.5	41.2	77.2	0.994	23.1
	200	0.7	81.8	68.3	115.9	0.994	37.0
	500	0.7	99.5	85.9	141.0	0.994	45.8
VALLIMAGGIORI	30	0.6	50.0	41.3	85.5	0.998	5.3
	200	0.6	75.1	66.3	128.4	0.998	8.3
	500	0.6	91.4	82.6	156.2	0.998	10.3

**Tabella 6.** Risultati modello idrologico - Portate al colmo - Bacini minori.

<b>Torrente Faella - Portate al colmo per ciascun tempo di ritorno</b>							
Corso d'acqua	Tempo di ritorno	Durata critica	Precipitazione totale	Precipitazione netta	Intensità di precipitazione	Kr	Portata
	[anni]	[h]	[mm]	[mm]	[mm/h]	[-]	[mc/s]
FAELLA MONTE	30	2.0	74.5	51.2	37.2	0.963	68.6
	200	2.0	111.7	87.0	55.9	0.963	114.6
	500	2.0	135.9	110.3	68.0	0.963	144.3
FAELLA MONTE	30	3.0	83.6	57.3	27.9	0.967	68.6
	200	3.0	125.5	97.8	41.8	0.967	113.0
	500	3.0	152.7	124.1	50.9	0.967	141.6
FAELLA TOT	30	2.0	73.0	51.9	36.5	0.943	86.7
	200	2.0	109.5	86.4	54.8	0.943	142.9
	500	2.0	133.2	108.8	66.6	0.943	179.2
FAELLA TOT	30	3.0	81.9	58.7	27.3	0.950	90.5
	200	3.0	122.9	97.6	41.0	0.950	147.4
	500	3.0	149.5	122.9	49.8	0.950	184.4

**Tabella 7.** Risultati modello idrologico - Portate al colmo - Torrente Faella.

## 5. ANALISI IDRAULICA

### 5.1. INTRODUZIONE

#### 5.1.1. CODICE DI CALCOLO INFOWORKS ICM

Le simulazioni dei sistemi idraulici oggetto di studio sono state eseguite con il software: Infoworks ICM, sviluppato dall'azienda inglese HR Wallingford.

ICM è un applicativo software per la verifica e la progettazione di sistemi idraulici complessi costituiti da reti idrauliche e corsi d'acqua naturali. Il software consente di creare e risolvere, in regime di moto vario, modelli idraulici monodimensionali (1D) per lo studio della propagazione dell'onda di piena in alveo, modelli idraulici bidimensionali (2D) per lo studio della propagazione dell'esonazione in aree su cui è definita una griglia di elementi triangolari sulla base di un modello digitale del terreno (DTM), e modelli idraulici misti (1D-2D) con la modellazione ibrida monodimensionale nel canale e bidimensionale nel territorio inondabile (floodplain).

ICM è dotato di un risolutore del moto vario bidimensionale (2D) che utilizza la metodologia dei volumi finiti.

Il modello idraulico allestito in ambiente Infoworks ICM è monodimensionale (1D) in alveo e bidimensionale nelle aree inondabili adiacenti all'alveo comprese nell'area modellata con magliatura triangolare (zona 2D).

L'interfaccia tra l'alveo e la zona 2D è costituita da connessioni spondali denominate linee di sponda (bank lines).

Di seguito si riporta una breve descrizione di alcune funzionalità del codice di calcolo utilizzato.

#### 5.1.2. INFOWORKS ICM – EQUAZIONI DI BASE DEL RISOLUTORE 2D

Il motore di calcolo 2D utilizzato in InfoWorks ICM si basa sulle procedure descritte in Alcrudo e Mulet-Marti "Urban inundation models based upon the Shallow Water equations. Numerical and practical issues" (2005).

A partire dalle equazioni di Navier-Stokes considerando un fluido incomprimibile e una profondità bassa rispetto alle dimensioni orizzontali del dominio si può ricavare un modello semplificato, chiamato 2D-Shallow Water Equations.

Le equazioni delle acque basse (shallow water equations SWE), sono utilizzati per la rappresentazione matematica del flusso 2D. SWE assume che il flusso è prevalentemente orizzontale e che la variazione della velocità sopra la coordinata verticale può essere trascurata.

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = q_{1D} \quad (3)$$

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( hu^2 + \frac{gh^2}{2} \right) + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = S_{0,x} - S_{f,x} + q_{1D}u_{1d} \quad (3)$$

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left( hv^2 + \frac{gh^2}{2} \right) + \frac{\partial(huv)}{\partial x} = S_{0,y} - S_{f,y} + q_{1D}v_{1d} \quad (3)$$

dove:

- h è la profondità dell'acqua
- U e V sono le velocità nelle direzioni x ed y, rispettivamente
- S<sub>0,x</sub> e S<sub>0,y</sub> sono le perdite di carico per attrito nelle direzioni x ed y, rispettivamente;
- Q<sub>1D</sub> è la portata di transito per unità di superficie;
- U<sub>1D</sub> e V<sub>1D</sub> sono le componenti di velocità della portata di transito Q<sub>1D</sub> in direzioni x ed y, rispettivamente.

La formulazione conservativa della SWE è essenziale al fine di preservare le grandezze fondamentali di base come la massa e la quantità di moto. Questo tipo di formulazione permette la rappresentazione di discontinuità di flusso e cambiamenti tra portata gradualmente e rapidamente variata.

Il risolutore 2D adotta una discretizzazione utilizzando uno schema esplicito ai volumi finiti del primo ordine utilizzando volumi di controllo per rappresentare l'area di interesse. Con il metodo dei volumi finiti, il dominio di modellazione è diviso in forme geometriche su cui le SWE sono integrate per dare equazioni in termini di flussi attraverso i confini del volume di controllo. Lo schema che viene utilizzato per risolvere le SWE è basato sulla combinazione numerica Godunov, con i flussi numerici attraverso i confini dei volumi di controllo calcolati utilizzando il metodo approssimato di Roe per la soluzione al problema di Riemann.

Poiché lo schema ha una soluzione esplicita, non richiede iterazione per raggiungere la stabilità entro tolleranze definite, come il regime di 1D. Invece, per ciascun elemento, il passo temporale necessario viene calcolato utilizzando la condizione di Courant-Friedrichs-Lewy al fine di raggiungere la stabilità, in cui la condizione di Courant-Friedrichs-Lewy è:

$$C \frac{\Delta x}{\Delta t} \leq 1 \quad (4)$$

Dove C è il numero adimensionale di Courant (il controllo di stabilità Timestep impostato nei parametri 2D default = 0.95).

InfoWorks ICM utilizza una mesh non strutturata per rappresentare la zona di 2D e questo insieme con lo schema utilizzato consente una simulazione stabile anche per flussi rapidamente variabili, così come i flussi super-critici e transizioni attraverso lo stato critico.

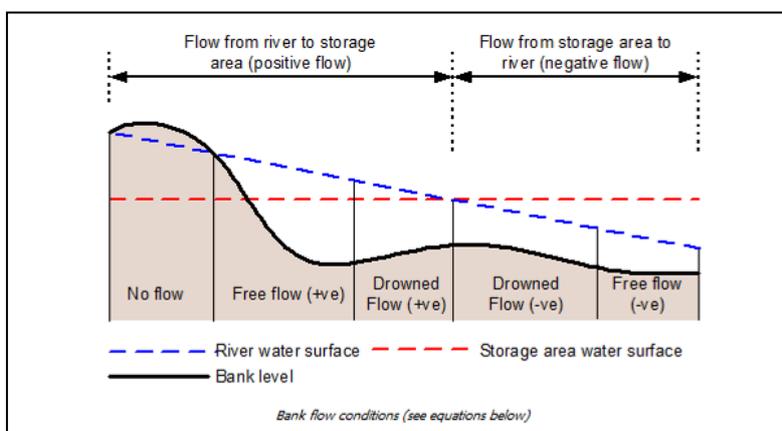
### 5.1.3. CONSIDERAZIONI SULLE CONNESSIONI SPONDALI (BANK LINES)

Il modello idraulico allestito in ambiente Infoworks ICM è monodimensionale (1D) in alveo e bidimensionale nelle aree inondabili adiacenti all'alveo comprese nell'area modellata con magliatura triangolare (zona 2D).

L'interfaccia tra l'alveo e la zona 2D è costituita da connessioni spondali denominate linee di sponda (bank lines).

Ciascun tratto fluviale può essere collegato lateralmente ad altri tratti fluviali, a storage areas (casce espansione) o a zone 2D ed il flusso dal corso d'acqua può essere positivo (se esce dall'alveo) o negativo (se rientra in alveo).

Il flusso sopra le sponde è modellato come deflusso su sfioratore laterale a funzionamento libero o rigurgitato in funzione dei tiranti idrici in alveo e dei battenti nella zona 2D.



L'equazione base dello stramazzo in parete grossa è:

$$Q = C_d b h^{1.5}$$

Valori tipici per il coefficiente di deflusso variano da 1.7 a 1.85 (nella formulazione anglosassone il coefficiente di deflusso è moltiplicato per  $\sqrt{2g}$  quindi i valori di cui sopra nella formulazione italiana sono compresi tra 0.37 e 0.41).

Il valore di  $C_d$  deve essere ridotto se, anziché avere deflusso su strutture in calcestruzzo, abbiamo il deflusso su argini sopra sponde naturali. Indicazioni precise

sulla scelta dei valori di Cd per sponde in erba di aree golenali non sono disponibili, anche se attuali buone pratiche suggeriscono valori nell'intervallo di Cd compresi tra 1,7 e 1,0. Per modellare il flusso su un terreno naturale, che è meno efficiente di un'area golenale, possono essere adottati anche valori inferiori ad 1. Adottando questi valori più bassi del Cd possiamo inoltre tenere conto delle perdite di carico per attrito sopra la linea spondale.

Per le simulazioni idrauliche in ambiente Infoworks ICM, anche attraverso una valutazione dei risultati ottenuti con altri codici di calcolo, risulta opportuno e congruente adottare un coefficiente di deflusso sulle linee spondali pari a 0.7.

#### 5.1.4. MODELLAZIONE ZONE 2D

Infoworks ICM sull'area 2D va a creare una magliatura (mesh 2D) triangolare sulla quale vengono condotti i calcoli per la risoluzione del moto bidimensionale.

La creazione della magliatura può essere regolata da alcuni parametri: dimensione massima dei triangoli, dimensione minima, magliatura dipendente dal terreno con massima variazione di altezza pari ad un valore determinato.

Quando è attivata la magliatura dipendente dal terreno (Terrain-sensibile meshing), ICM genera una magliatura con triangoli preliminari. Se la gamma delle altezze all'interno del triangolo supera la massima variazione dell'altezza prevista per la zona 2D, il triangolo è diviso, aumentando la risoluzione della mesh in aree in cui l'altezza del terreno varia rapidamente. Questo processo viene ripetuto finché la massima variazione di altezza non viene più superata. Viene così incrementata la precisione di calcolo per le aree in cui ci sono importanti variazioni in altezza del terreno.

Nella definizione delle aree 2D è necessario impostare la condizione al contorno per il perimetro della zona bidimensionale. Questo parametro governa il deflusso delle acque che escono dall'area 2D attraversandone il perimetro. Generalmente, nella definizione del perimetro 2D è opportuno definire un'area di indagine con estensione superiore alla massima area allagata presunta e per la quale il passaggio dei deflussi attraverso il perimetro dell'area 2D non si verifica. Ciò nonostante, in taluni casi (come ad esempio per le aree a valle dei tratti terminali dei corsi d'acqua simulati) si può verificare la fuoriuscita dei deflussi dall'area 2D. La condizione al contorno del modello 2D può essere impostata come:

- vertical wall: in questo caso si considera la presenza di una barriera impermeabile di altezza infinita per cui le acque risultano confinate all'interno dell'area 2D (non c'è fuoriuscita di acque dalla zona 2D);
- critical condition: in questo caso si considera che sul perimetro si vadano ad instaurare condizioni di deflusso critiche su stramazzo - (le acque non possono rientrare sulla zona 2D);

- **dry:** il confine della Zona 2D è considerato come se fosse circondato da un pozzo senza fondo, l'acqua che arriva al bordo della zona 2D fluirà fuori della zona e verrà persa dalla simulazione.
- **normal condition:** in questo caso si considera che sul perimetro ci sia equilibrio tra la pendenza e le forze di attrito (normal flow), profondità e velocità sono mantenute costanti quando l'acqua raggiunge il perimetro e questa può defluire all'esterno senza perdite.

Nelle simulazioni idrauliche eseguite è stata impostata sul perimetro dell'area 2D la "normal condition".

#### 5.1.5. MODELLAZIONE GEOMETRICA

La modellazione geometrica monodimensionale in alveo (1D) è stata eseguita tramite l'utilizzo di sezioni trasversali topografiche rilevate dagli scriventi tramite rilievo topografico di dettaglio o ricavate da LIDAR. Nel modello del torrente Faella sono state utilizzate anche sezioni ricavate da aerofotogrammetria da volo con drone.

Le caratteristiche geometriche dei ponti e di alcune infrastrutture arginali e trasversali sono state rilevate tramite rilievo topografico di dettaglio e rilievi diretti in sito.

Il modello geometrico utilizzato per le simulazioni idrauliche con Infoworks ICM viene completato con:

- inserimento degli edifici esistenti: in ICM gli edifici sono rappresentati da poligoni chiusi, dove viene raccordata la magliatura (mesh 2D). Gli edifici rappresentano quindi degli ostacoli per il deflusso delle acque ed è possibile apprezzare la progressione del fronte di esondazione in funzione degli ostacoli che trova nel suo percorso. Per l'inserimento di questi sono stati utilizzati gli strati informativi contenuti negli shapes di tipo xxxxxEA della Regione Toscana. Per aggiornare la modellazione sono state analizzate le fotografie aeree (anno 2016 Regione Toscana) e aggiunti e/o eliminati alcuni edifici;
- inserimento di zone a magliatura differenziata: in ICM si possono inserire aree a magliatura differenziata, denominate "Zone Magliatura". In queste aree è possibile definire le caratteristiche della magliatura diversa da quella della zona 2D generale. È possibile ad esempio creare zone a magliatura più dettagliata, come viene fatto in questa modellazione. Questo permette di avere una precisione maggiore per le aree di interesse, tipo le aree adiacenti il confine tra la zona 1D e la zona 2D, e una precisione minore nelle altre aree, riducendo di conseguenza anche i tempi di calcolo. Le zone a magliatura differenziata si possono anche usare per definire aree con quote definite dall'utente, imponendo al programma la "Modifica del livello

campagna". Questo permette di inserire ad esempio interventi successivi al volo per la realizzazione del DTM utilizzato, che hanno di fatto modificato la quota del piano campagna.

- Inserimento di strutture lineari 2D: in ICM si possono inserire strutture lineari che simulano la presenza di infrastrutture come muri, recinzioni e/o arginature (polilinee 3D). Si può utilizzare questo strumento per aggiornare e aumentare il dettaglio dei rilievi e delle strutture idraulicamente rilevanti esistenti. Queste strutture rappresentano di fatto degli ostacoli per il deflusso delle acque ed è possibile apprezzare la progressione del fronte di esondazione in funzione della loro consistenza.
- Inserimento di zone a scabrezza differenziata: in ICM si possono inserire aree a scabrezza differenziata che rappresentano ad esempio la viabilità, o altre tipologie di superfici.

In allegato alla presente relazione si riportano in formato digitale (\*.shp) tutti gli elementi che caratterizzano il modello idraulico (modello geometrico) completi delle loro grandezze caratteristiche, insieme ad un fascicolo in cui si descrive la struttura dei metadati.

La modellazione bidimensionale con magliatura triangolare (zona 2D) delle aree inondabili è stata eseguita attraverso l'utilizzo dei rilievi Lidar effettuati dal Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare eseguiti nel 2010 e che coprono pressoché totalmente le aree oggetto di studio.

## **5.2. MODELLI IDRAULICI**

### **5.2.1. TORRENTE FAELLA**

#### **5.2.1.1. IL MODELLO GEOMETRICO**

Il modello idraulico implementato riguarda il tratto del torrente Faella che inizia dal toponimo C. Casellina e si sviluppa per oltre 5 km sino a 150m a valle del ponte del Bernino (ponte di via Urbinese).

Il corso d'acqua è stato oggetto di un volo con drone realizzato da Unione dei Comuni del Pratomagno nel 2017 in seguito alla realizzazione di interventi di manutenzione ordinaria. Arch. Lorenzo Volpi su incarico dell'Amministrazione Comunale ha elaborato e fornito le sezioni trasversali geriferite del corso d'acqua nel tratto compreso tra ponte del Bernino e ponte su SP09 "Fiorentina" in loc. Vallone. Nel tratto posto più a monte le sezioni sono state ricavate da Lidar del Ministero dell'Ambiente. Gli scriventi hanno eseguito un rilievo topografico con GPS del tratto a valle del ponte del Bernino e delle opere arginali e ponti presenti sul torrente Faella. Complessivamente sono state utilizzate 236 sezioni trasversali del corso d'acqua.

Il torrente Faella, circa 20 anni fa, è stato oggetto di interventi strutturali denominati "Interventi di ripristino, prevenzione e riassetto idraulico Legge 265/95" su progetto di Ing. Alessandro Falsini che hanno riguardato il tratto compreso tra ponte su SP09 "Fiorentina" in loc. Vallone sino al ponte del Bernino su via Urbinese con la realizzazione di interventi di adeguamento dell'alveo e realizzazione di sistemi arginali. Il modello geometrico è stato allestito sulla base dei dati topografici ricavato nello stato attuale di tali opere.

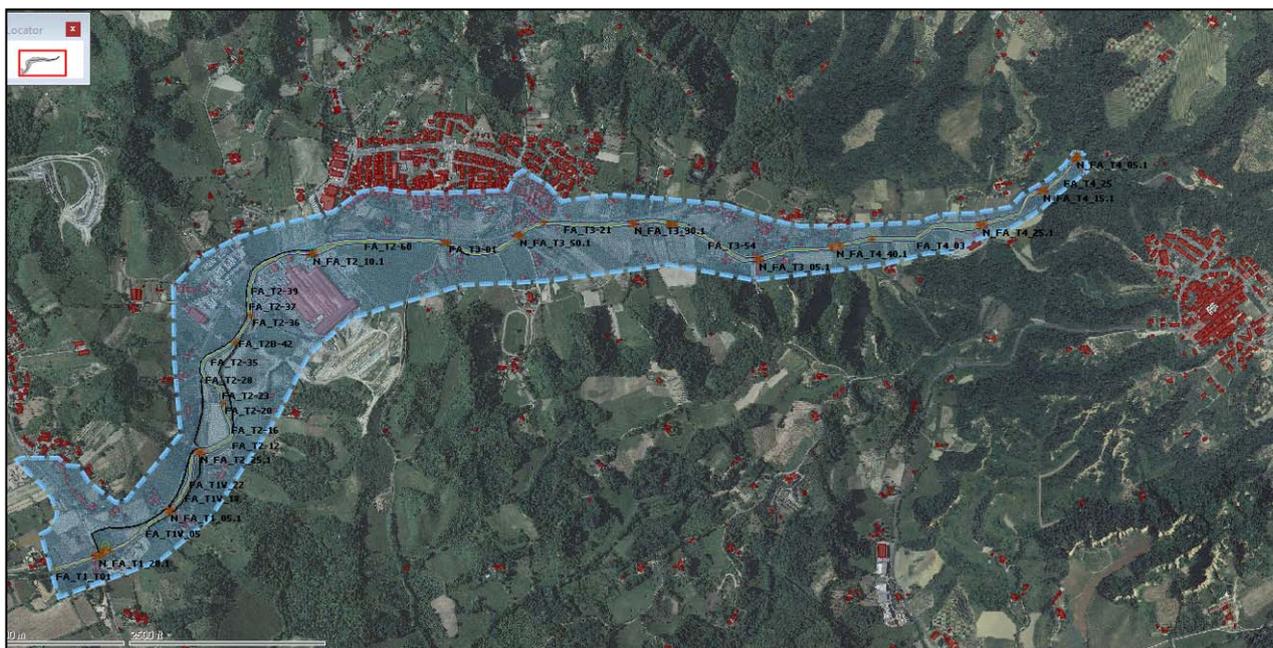
#### **5.2.1.2. MODELLAZIONE ZONE 2D**

La zona di studio, su cui è stato creato il modello idraulico 2D, ha un'estensione di 145 ha ed interessa tutta l'area di fondovalle interessata da potenziali esondazioni.

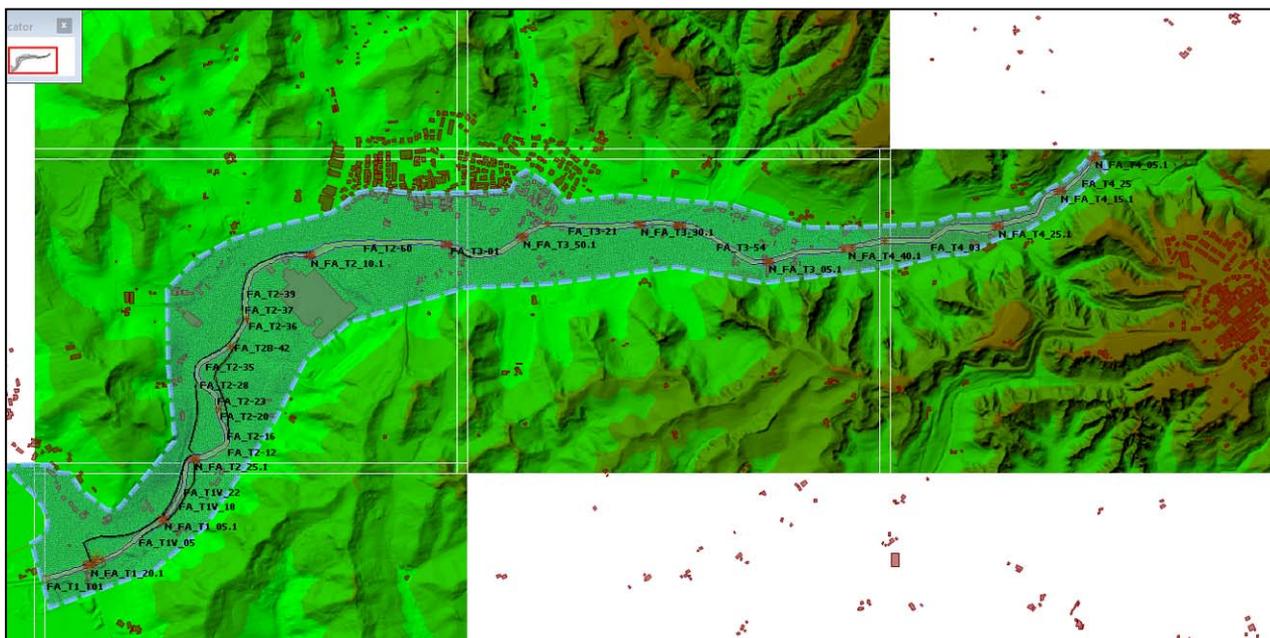
È stata impostata una magliatura con le seguenti caratteristiche: dimensione massima dei triangoli 40 mq, dimensione minima 15 mq, magliatura dipendente dal terreno con massima variazione di altezza pari a 0.2 m. Il modello geometrico utilizzato per le simulazioni idrauliche con Infoworks ICM è stato completato con l'inserimento degli edifici esistenti.

### 5.2.1.3. LAYOUT DEL MODELLO IDRAULICO

Di seguito si riporta un estratto da ICM nel quale viene riportato il layout del modello idraulico sovrapposto alla ortofoto.



**Figura 6.** Modello idraulico torrente Faella – sovrapposizione ad ortofoto RT2010.



**Figura 7.** Modello idraulico torrente Faella sovrapposizione LIDAR.

#### 5.2.1.4. COEFFICIENTI DI RESISTENZA AL MOTO

Per quanto riguarda i coefficienti di resistenza al moto (scabrezza), sulla base delle caratteristiche del corso d'acqua in esame, abbiamo assunto per il deflusso in alveo (1D) un valore di coefficiente di Manning pari a 0.03 [s/m<sup>1/3</sup>].

Per quanto riguarda le aree simulate in moto bidimensionale (2D) abbiamo assunto come rappresentativo un coefficiente di Manning pari a 0.035 [s/m<sup>1/3</sup>].

All'interno dell'ambiente Infoworks ICM sono state inoltre definite aree a scabrezza differenziata nelle zone dove è presente viabilità asfaltata e che pertanto offrono una minore resistenza al moto. Per tali aree è stato adottato un Manning pari a 0.025 [s/m<sup>1/3</sup>].

#### 5.2.1.5. IMMISSIONI

In ambiente Infoworks ICM l'inserimento degli idrogrammi è effettuato attraverso la definizione delle immissioni su determinati nodi della rete.

Nel caso specifico gli idrogrammi relativi al bacino Faella monte sono stati inseriti nel nodo di monte N\_FA\_T4\_01 mentre il contributo del bacino Faella valle è stato inserito come immissione distribuita sui nodi N\_FA\_T3\_45 e N\_FA\_T2\_20.

#### 5.2.1.6. CONDIZIONI AL CONTORNO DI VALLE

Per il torrente Faella come condizione al contorno di valle sono stati utilizzati i dati pubblicati nello studio idraulico redatto da Ing. Tiziano Staiano Hydrogeo per il PS del Comune di Figline-Incisa.

MODELLO IDRAULICO TORRENTE FAELLA	
CONDIZIONE DI VALLE estratto da risultati modello Faella PS Figline Incisa	
Stato di progetto cassa Pizziconi - Lotto 1	
TR	Livello alla sez 00028_09
[anni]	[m s.l.m.]
30	125.67
200	126.61
500	126.99

**Tabella 8.** Modello torrente Faella - condizione di valle.

## 5.2.2. BORRO DELLA SPINA- SISTEMA BOTRIOLO

### 5.2.2.1. IL MODELLO GEOMETRICO

Il modello geometrico utilizzato per la modellistica idraulica del sistema costituito dal borro del Molinaccio, fosso Steccata, borro della Fornace e borro della Spina (denominato sistema Botriolo) è stato sviluppato come segue:

- Borro del Molinaccio: la modellazione ha interessato un tratto lungo circa 1200m dalla confluenza sulla Spina verso monte utilizzando 90 sezioni trasversali;
- Borro della Steccata: modellazione di un tratto di circa 220 metri dalla confluenza sul borro della Fornace verso monte utilizzando 15 sezioni trasversali;
- Borro della Fornace: modellazione di un tratto di circa 250 metri dalla confluenza del Molinaccio verso monte utilizzando 19 sezioni trasversali;
- Borro della Spina: modellazione di un tratto di circa 3500 metri dalla confluenza del Molinaccio sino alla confluenza sul borro Riofi (ubicata nel comune di Terranuova Bracciolini) utilizzando 121 sezioni trasversali.

Le sezioni trasversali sono state rilevate sia attraverso rilievi topografici di dettaglio, sia attraverso l'estrazione di dati dal LIDAR disponibile (volo anno 2008) eseguito nell'area del Comune di Terranuova Bracciolini (il borro della Spina costituisce, per ampi tratti, il confine tra i due comuni pertanto è disponibile la copertura dati Lidar quasi per l'intero tratto della Spina).

Le caratteristiche geometriche dei ponti sono state rilevate tramite rilievo topografico di dettaglio e rilievi diretti in sito, lungo i corsi d'acqua analizzati sono presenti 9 ponti sul Molinaccio, 1 ponte sul fosso Steccata 1 ponte sul borro Fornace e 6 ponti sul borro della Spina.

Per quanto riguarda il tratto di valle del borro della Spina, si precisa che il confine comunale tra Castelfranco Piandiscò e Terranuova Bracciolini - San Giovanni Valdarno è posto nei pressi del toponimo loc. C Boccaccio circa 1 km a monte dell'ultima sezione trasversale del modello idraulico (sez. 420). I risultati ottenuti per il territorio di Castelfranco Piandiscò non sono pertanto influenzati da condizioni di valle.

### 5.2.2.2. MODELLAZIONE ZONE 2D

La zona di studio, su cui è stato creato il modello idraulico 2D, ha un'estensione di 101 ha ed interessa tutta l'area valliva interessata da possibili esondazioni.

È stata impostata una magliatura con le seguenti caratteristiche: dimensione massima dei triangoli 30 mq, dimensione minima 15 mq, magliatura dipendente dal terreno con massima variazione di altezza pari a 0.02 m.

5.2.2.3. LAYOUT DEL MODELLO IDRAULICO

Di seguito si riporta un estratto da ICM nel quale viene riportato il layout del modello idraulico sovrapposto alla ortofoto.

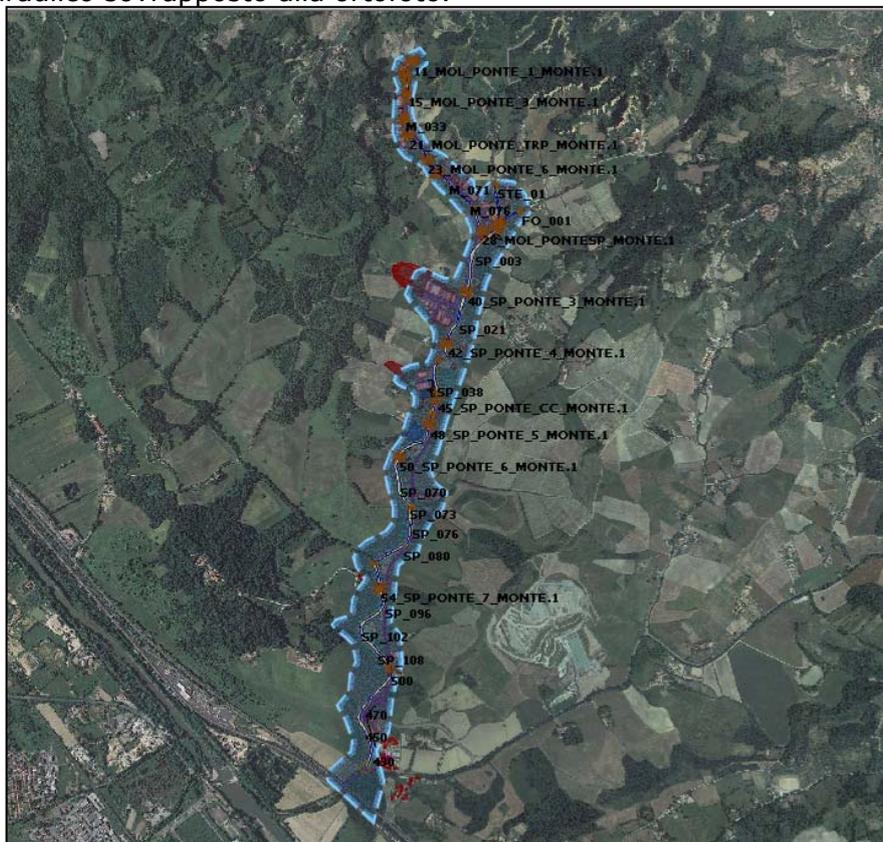


Figura 8. Modello idraulico Spina - Botriolo - sovrapposizione con ortofoto RT2010.

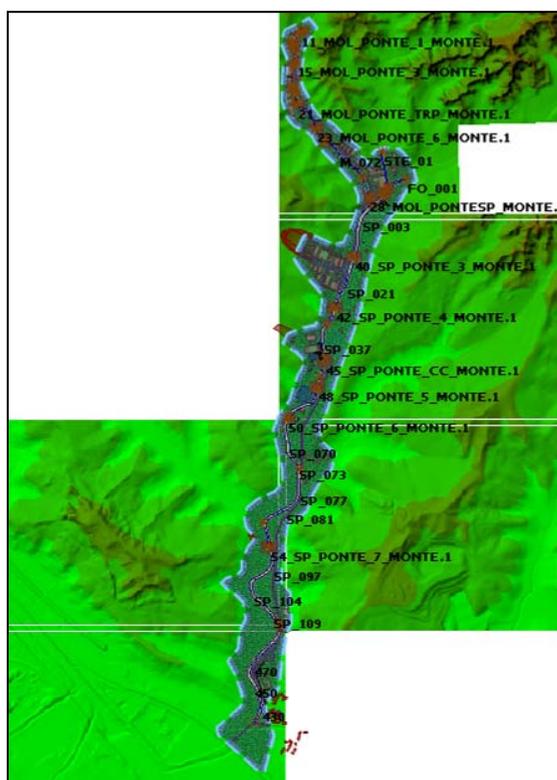


Figura 9. Modello idraulico Spina - Botriolo sovrapposizione LIDAR.

#### 5.2.2.4. COEFFICIENTI DI RESISTENZA AL MOTO

Per quanto riguarda i coefficienti di resistenza al moto (scabrezza), sulla base delle caratteristiche dei corsi d'acqua in esame, abbiamo assunto per il deflusso in alveo (1D) un valore di coefficiente di Manning pari a 0.040 [s/m<sup>1/3</sup>].

Per quanto riguarda le aree simulate in moto bidimensionale (2D), trattandosi essenzialmente di zone coltivate con presenza di bassa vegetazione erbacea, abbiamo assunto come rappresentativo un coefficiente di Manning pari a 0.03 [s/m<sup>1/3</sup>].

All'interno dell'ambiente Infoworks ICM sono state inoltre definite aree a scabrezza differenziata nelle zone dove è presente viabilità asfaltata e che pertanto offrono una minore resistenza al moto. Per tali aree è stato adottato un Manning pari a 0.025 [s/m<sup>1/3</sup>].

#### 5.2.2.5. IMMISSIONI

I risultati dell'analisi idrologica, sono costituiti dagli idrogrammi di piena valutati per i vari tempi di ritorno e per i vari scenari analizzati.

In ambiente Infoworks ICM l'inserimento degli idrogrammi è effettuato attraverso la definizione delle immissioni su determinati nodi della rete. Gli idrogrammi relativi ai tratti di monte sono immessi nei rispettivi nodi di monte dei tratti fluviali. Gli idrogrammi relativi ai vari sottobacini analizzati per definire l'incremento delle portate lungo i corsi d'acqua sono invece inseriti in nodi intermedi della rete.

Di seguito si riporta l'elenco dei sottobacini e il nodo in cui è stata definita la relativa immissione nel modello ICM:

1. Molinaccio A – nodo 10\_MOL\_MONTE;
2. Molinaccio B – nodo 13\_MOL\_PONTE\_2\_MONTE
3. Molinaccio Valle: immissione ripartita tra il nodo 20.5\_MOL\_IMM\_BAC\_VALLE/2 e nodo 27\_MOL\_IMM\_BAC\_VALLE/2;
4. Bacino borro della Fornace – nodo 05\_FOR\_MONTE;
5. Bacino fosso Steccata – nodo 01\_STE\_MONTE;
6. Bacino Spina interbacino 1-A – nodo 44\_SP\_INPUT\_INTERBACINO\_1\_A;
7. Bacino Spina interbacino 2-A – nodo 52\_SP\_INPUT\_INTERBACINO\_2\_A;
8. Bacino Spina interbacino 3-A- – nodo 53\_SP\_INPUT\_INTERBACINO\_3\_A;

#### 5.2.2.6. CONDIZIONI AL CONTORNO DI VALLE

Come condizione al contorno di valle del modello idraulico è stata utilizzata l'altezza di moto uniforme (normal depth) alla sez. terminale (420) che è posta 1 km a valle del confine comunale. Tale distanza consente di affermare che le perimetrazioni ottenute per il comune di Castelfranco-Piandiscò non sono influenzate dai livelli del borro di Riofi (sul quale confluisce il borro della Spina) e tantomeno dai livelli in Arno.

### 5.2.3. FOSSO CAMPO CELLANI

#### 5.2.3.1. IL MODELLO GEOMETRICO

Il modello geometrico utilizzato per la modellistica idraulica è stato allestito in seguito al rilievo topografico di dettaglio di 12 sezioni trasversali e dal rilievo delle caratteristiche planoaltimetriche e dimensionali del tratto tombato. L'asta modellata comprende circa 180 m di fosso a cielo aperto oltre a circa 170 m di tratto tombato.

Il modello idraulico è stato allestito con modalità di simulazione mista: monodimensionale (1D) all'interno dello sviluppo delle sezioni trasversali e (2D) nelle aree esterne sulle quali è stato definito un DTM sulla base dei dati LIDAR e della cartografia CTR 2K e 10K (utilizzando curve di livello e punti quota).

Come in alcuni tratti del modello generale sistema Botriolo non coperti da LIDAR, nel tratto di monte del fosso Campo Cellani (non coperta da LIDAR) si è provveduto ad estendere il dominio monodimensionale all'intera sezione rilevata topograficamente al fine di ottenere, indipendentemente dalla qualità dei dati ricavati dalla cartografia 2K e 10K un livello di precisione analogo al tratto di valle.

#### 5.2.3.2. MODELLAZIONE ZONE 2D

La zona di studio, su cui è stato creato il modello idraulico 2D, ha un'estensione di 6.6 ha ed interessa tutta l'area valliva interessata da possibili esondazioni.

È stata impostata una magliatura con le seguenti caratteristiche: dimensione massima dei triangoli 25 mq, dimensione minima 10 mq, magliatura dipendente dal terreno con massima variazione di altezza pari a 0.15 m.

#### 5.2.3.3. LAYOUT DEL MODELLO IDRAULICO

Di seguito si riportano alcuni estratti da ICM nei quali viene riportato il layout del modello idraulico sovrapposto alla ortofoto dove è possibile individuare alcuni dettagli del modello.

Il modello idraulico sono state inserite le 2D linear structures attraverso le quali è possibile definire le strutture che impediscono il libero deflusso delle acque di esondazione (come i muri).



**Figura 10.** Modello idraulico Campo Cellani - sovrapposizione con ortofoto RT2010.

#### 5.2.3.4. COEFFICIENTI DI RESISTENZA AL MOTO

Per quanto riguarda i coefficienti di resistenza al moto (scabrezza), sulla base delle caratteristiche dei corsi d'acqua in esame, abbiamo assunto per il deflusso in alveo (1D) un valore di coefficiente di Manning pari a 0.040 [s/m<sup>1/3</sup>].

Per quanto riguarda le aree simulate in moto bidimensionale (2D), trattandosi essenzialmente di zone coltivate con presenza di bassa vegetazione erbacea, abbiamo assunto come rappresentativo un coefficiente di Manning pari a 0.03 [s/m<sup>1/3</sup>].

Per quanto riguarda il tratto tombato, trattandosi di una tubazione in calcestruzzo, abbiamo adottato un coefficiente di Manning pari a 0.025 [s/m<sup>1/3</sup>].

#### 5.2.3.5. IMMISSIONI

In Infoworks abbiamo proceduto alla definizione delle immissioni applicando al nodo di monte del modello idraulico gli idrogrammi di piena competenti ai vari tempi di ritorno.

#### 5.2.3.6. CONDIZIONI AL CONTORNO DI VALLE

La condizione di valle per il modello idraulico del fosso Campo Cellani è stata ricavata dal modello generale del sistema Botriolo estraendo i dati relativi al livello idrico massimo atteso alla confluenza del fosso Campo Cellani. Si è imposto il livello massimo come livello statico per tutta la durata della simulazione del fosso Campo Cellani (questa assunzione ci pone a favore di sicurezza).

<b>MODELLO IDRAULICO FOSSO CAMPO CELLANI</b>	
CONDIZIONE DI VALLE estratto da risultati modello sistema Botriolo alla sezione SP_038 nello scenario con durata di pioggia 1 ora	
TR	Livello alla confluenza sul borro Spina
[anni]	[m slm]
30	147.11
200	147.58
500	147.79

**Tabella 9.** Modello fosso Campo Cellani - condizione di valle.

#### 5.2.4. FOSSO BOWLING

##### 5.2.4.1. IL MODELLO GEOMETRICO

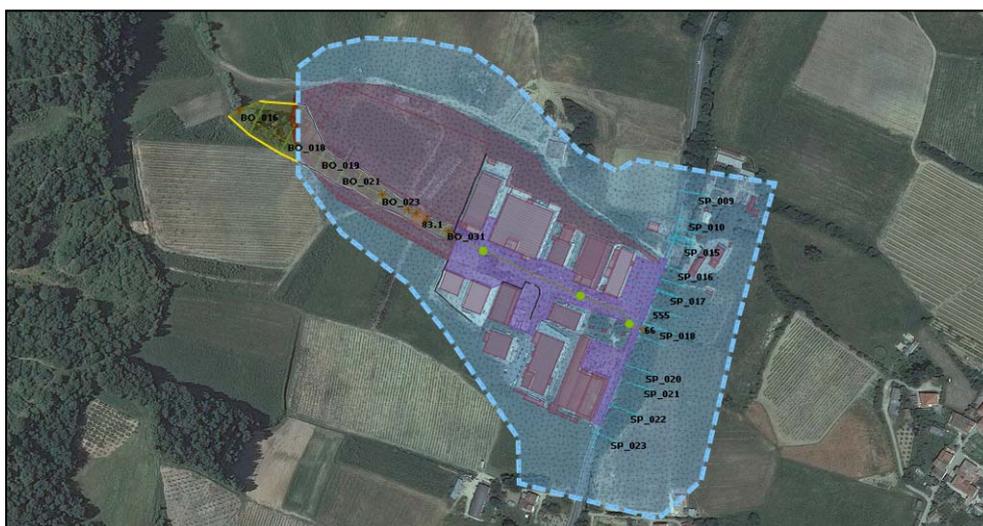
Il modello geometrico utilizzato per la modellistica idraulica è stato allestito in seguito al rilievo topografico di dettaglio di 18 sezioni trasversali e dal rilievo delle caratteristiche planoaltimetriche e dimensionali del tratto tombato. L'asta modellata comprende circa 260 m di fosso a cielo aperto oltre a circa 250 m di tratto tombato all'interno della rete fognaria della zona industriale Botriolo. Il modello idraulico è stato allestito con modalità di simulazione mista: monodimensionale (1D) all'interno dello sviluppo delle sezioni trasversali e (2D) nelle aree esterne sulle quali è stato definito un DTM sulla base dei dati LIDAR e della cartografia CTR 2K e 10K (utilizzando curve di livello e punti quota). Come in alcuni tratti del modello generale sistema Botriolo non coperti da LIDAR, nel tratto di monte del fosso bowling (non coperta da LIDAR) si è provveduto ad estendere il dominio monodimensionale all'intera sezione rilevata topograficamente al fine di ottenere, indipendentemente dalla qualità dei dati ricavati dalla cartografia 2K e 10K un livello di precisione analogo al tratto di valle.

##### 5.2.4.2. MODELLAZIONE ZONE 2D

La zona di studio, su cui è stato creato il modello idraulico 2D, ha un'estensione di 14.76 ha ed interessa tutta l'area valliva interessata da possibili esondazioni. È stata impostata una magliatura con le seguenti caratteristiche: dimensione massima dei triangoli 25 mq, dimensione minima 10 mq, magliatura dipendente dal terreno con massima variazione di altezza pari a 0.15 m.

#### 5.2.4.3. LAYOUT DEL MODELLO IDRAULICO

Di seguito si riporta un estratto da ICM nel quale viene riportato il layout del modello idraulico sovrapposto alla ortofoto.



**Figura 11.** Modello idraulico Bowling - sovrapposizione con ortofoto RT2010.

#### 5.2.4.4. COEFFICIENTI DI RESISTENZA AL MOTO

Per quanto riguarda i coefficienti di resistenza al moto (scabrezza), sulla base delle caratteristiche dei corsi d'acqua in esame, abbiamo assunto per il deflusso in alveo (1D) un valore di coefficiente di Manning pari a 0.040 [s/m<sup>1/3</sup>].

Per quanto riguarda le aree simulate in moto bidimensionale (2D), trattandosi essenzialmente di zone coltivate con presenza di bassa vegetazione erbacea, abbiamo assunto come rappresentativo un coefficiente di Manning pari a 0.025 [s/m<sup>1/3</sup>].

Per quanto riguarda il tratto tombato, trattandosi di una tubazione in calcestruzzo, abbiamo adottato un coefficiente di Manning pari a 0.025 [s/m<sup>1/3</sup>].

#### 5.2.4.5. IMMISSIONI

Per ogni tempo di ritorno analizzato è stata calcolata la durata di pioggia critica che massimizza l'afflusso del relativo corso d'acqua e in funzione di questa sono stati calcolati i relativi idrogrammi di piena. Gli idrogrammi così ottenuti rappresentano la condizione al contorno di monte per il tratto fluviale analizzato.

#### 5.2.4.6. CONDIZIONI AL CONTORNO DI VALLE

La condizione di valle per il modello idraulico del fosso zona industriale Botriolo è stata ricavata dal modello generale del sistema Botriolo estraendo i dati relativi al livello idrico massimo atteso alla confluenza del fosso zona industriale Botriolo. Si è imposto il livello massimo come livello statico per tutta la durata della simulazione del fosso zona industriale Botriolo (questa assunzione ci pone a favore di sicurezza).

MODELLO IDRAULICO FOSSO BOWLING	
CONDIZIONE DI VALLE estratto da risultati modello sistema Botriolo alla sezione SP_018 nello scenario con durata di pioggia 1 ora	
TR	Livello alla confluenza sul borro Spina
[anni]	[m slm]
30	150.78
200	151.16
500	151.35

**Tabella 10.** Modello fosso zona industriale Botriolo - condizione di valle.

### 5.2.5. BORRO VALECCHI

Nell'ambito di questo studio idrologico idraulico il tratto di interesse si estende dal ponte della SP Setteponti per circa 220 m verso monte; in questo tratto infatti il corso d'acqua scorre in adiacenza al tessuto urbanizzato di Castelfranco di Sopra (area ex-Ceim).



**Figura 12.** Borro Valecchi tratto di studio - sovrapposizione con ortofoto RT2010.

Il borro Valecchi è stato analizzato attraverso un modello idraulico allestito in ambiente Hec-Ras 4.1.0. Le simulazioni idrauliche sono state eseguite in regime di moto permanente.

#### 5.2.5.1. MODELLO IDRAULICO -CONDIZIONI AL CONTORNO

Nelle simulazioni idrauliche, come condizione al contorno di monte e di valle, è stata utilizzata l'altezza d'acqua di moto uniforme.

#### 5.2.5.2. COEFFICIENTI DI RESISTENZA AL MOTO

Per quanto riguarda i coefficienti di scabrezza è stato assegnato un coefficiente di Manning pari a 0.030 [s/m<sup>1/3</sup>] per l'alveo e 0.035 [s/m<sup>1/3</sup>] per le zone adiacenti.

I risultati delle simulazioni idrauliche eseguite con il codice di calcolo Hec-Ras sono riportati dettagliatamente in allegato alla presente relazione.

#### 5.2.6. AFFLUENTI DEL TORRENTE FAELLA

Gli affluenti del torrente Faella che sono stati studiati con modellazione idraulica sono:

- Borro della Ragnania;
- Borro Rantigioni;
- Borro Barberaia;
- Fosso Vallimaggiori.

##### 5.2.6.1. IL MODELLO GEOMETRICO

Per quanto riguarda il borro della Ragnania e fosso Vallimaggiori il modello geometrico è stato redatto utilizzando dati Lidar integrati da rilievi in sito.

Per il Ragnania sono state utilizzate 18 sezioni trasversali ed è stato simulato il tratto compreso tra toponimo fattoria Raffantini sino alla confluenza sul torrente faella per complessivi 450 metri.

Per il Vallimaggiori sono state utilizzate 25 sezioni trasversali ed è stato simulato il tratto compreso tra toponimo C. Vallimaggiori sino alla confluenza sul torrente faella per complessivi 500 metri.

Entrambi i corsi d'acqua hanno la maggior parte del tracciato a cielo aperto con la presenza di alcuni brevi tratti tombati in corrispondenza di attraversamenti.

Per quanto riguarda il borro Rantigioni e fosso Barberaia si osserva che entrambi i corsi d'acqua sono stato oggetto di pesanti interventi antropici e sono completamente tombati nell'area urbana di Faella fatta eccezione per i brevi tratti in corrispondenza della loro confluenza sul torrente Faella.

Il borro Rantigioni, che in passato è stato causa di allagamenti del tessuto urbano, è stato oggetto di studio da parte di Hydrogeo Ing. Staiano-Gazzini che hanno prodotto un progetto definitivo (in febbraio 2017) di mitigazione del rischio idraulico che prevede interventi (cassa di espansione ed altro) nel tratto a monte del tombamento da realizzarsi in più stralci funzionali. Ad oggi è stato sviluppato a livello di progetto esecutivo il Lotto 1 (emissione progetto gennaio 2020).

Il modello geometrico del borro di Rantigioni, stato allestito utilizzando dati dello stato attuale contenuti in tale progetto e dati della rete fognaria forniti da Publiacqua, è esteso per un tratto di circa 480 metri dalla confluenza sul torrente Faella sino a monte del centro abitato.

Per quanto riguarda il Barberaia si segnala che il giugno 1997 Ing. Martelli Piero ha redatto un progetto esecutivo di interventi di mitigazione del rischio idraulico ed alcuni dati, opportunamente integrati da rilievi della rete fognaria esistente forniti da Publiacqua, sono stati utilizzati per allestire il modello geometrico che si estende per circa 600 m dalla confluenza sul torrente Faella sino a monte del centro abitato.

I modelli idraulici sono stati allestiti con modalità di simulazione mista: monodimensionale (1D) all'interno dello sviluppo delle sezioni trasversali e delle condotte fognarie e (2D) nelle aree esterne sulle quali è stato definito un DTM sulla base dei dati LIDAR.

#### 5.2.6.2. MODELLAZIONE ZONE 2D

Per quanto riguarda il Rantigioni la zona di studio, su cui è stato creato il modello idraulico 2D, ha un'estensione di 25.7 ha ed interessa tutta l'area valliva interessata da possibili esondazioni. È stata impostata una magliatura con le seguenti caratteristiche: dimensione massima dei triangoli 25 mq, dimensione minima 5 mq, magliatura dipendente dal terreno con massima variazione di altezza pari a 0.25 m.

Per quanto riguarda il Barberaia la zona di studio, su cui è stato creato il modello idraulico 2D, ha un'estensione di 28.8 ha ed interessa tutta l'area valliva interessata da possibili esondazioni. È stata impostata una magliatura con le seguenti caratteristiche: dimensione massima dei triangoli 25 mq, dimensione minima 5 mq, magliatura dipendente dal terreno con massima variazione di altezza pari a 0.20 m.

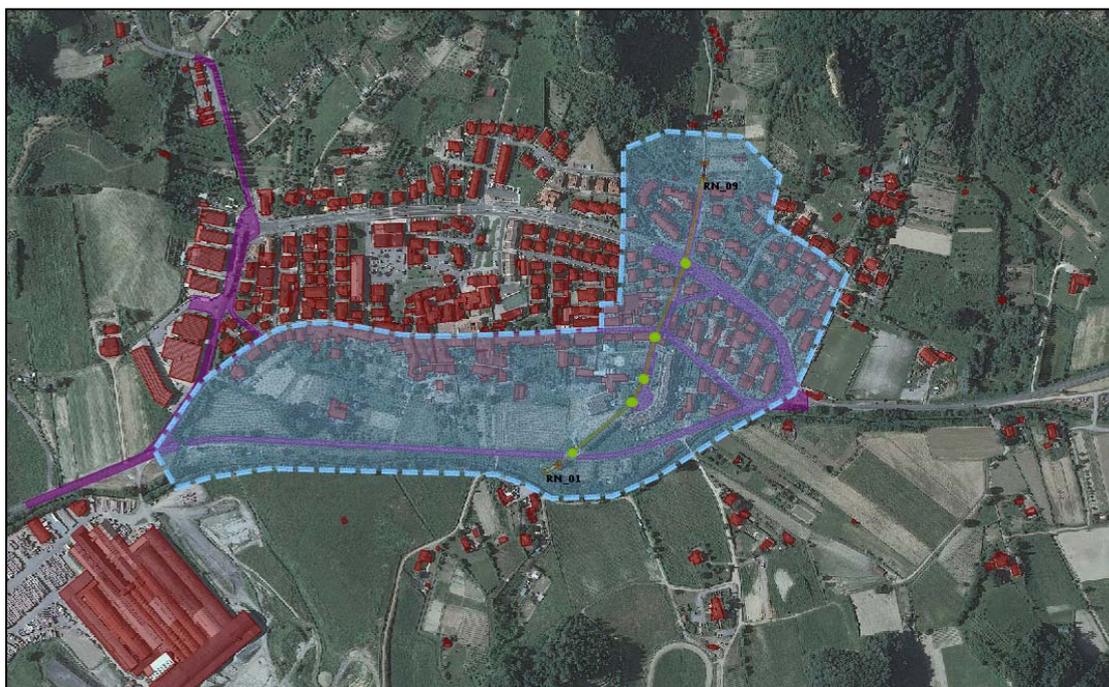
Per quanto riguarda il Ragnaia la zona di studio, su cui è stato creato il modello idraulico 2D, ha un'estensione di 13.0 ha ed interessa tutta l'area valliva interessata da possibili esondazioni. È stata impostata una magliatura con le seguenti caratteristiche: dimensione massima dei triangoli 25 mq, dimensione minima 5 mq, magliatura dipendente dal terreno con massima variazione di altezza pari a 0.20 m.

Per quanto riguarda il Vallimaggiori la zona di studio, su cui è stato creato il modello idraulico 2D, ha un'estensione di 23.0 ha ed interessa tutta l'area valliva interessata da possibili esondazioni. È stata impostata una magliatura con le seguenti caratteristiche: dimensione massima dei triangoli 25 mq, dimensione minima 5 mq, magliatura dipendente dal terreno con massima variazione di altezza pari a 0.20 m.

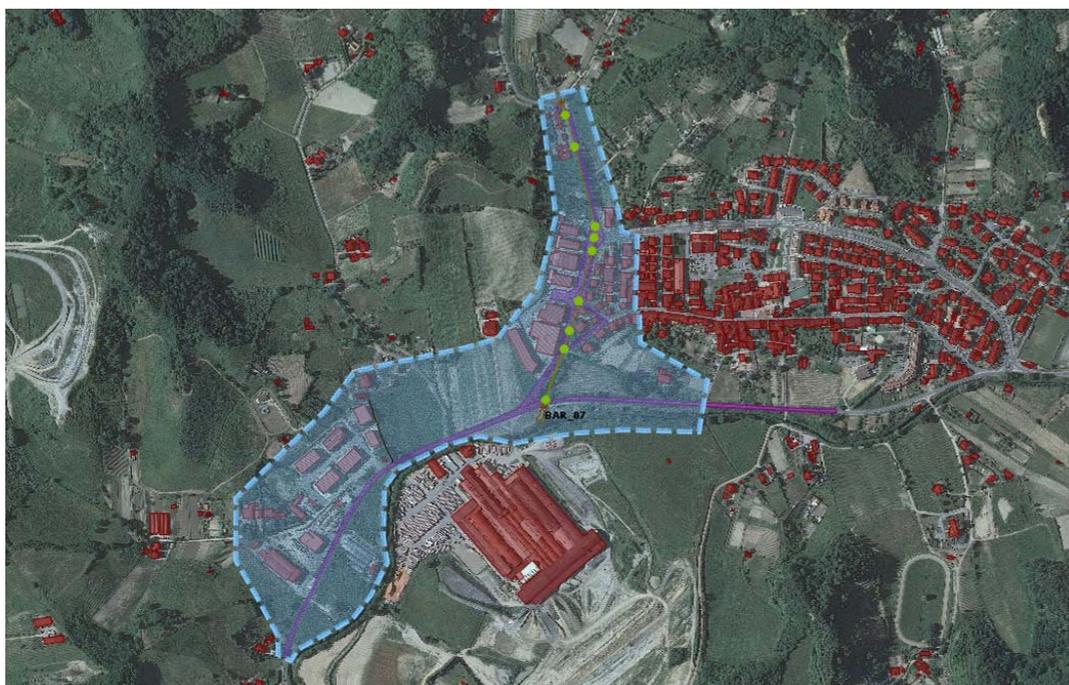
Il modello geometrico utilizzato per le simulazioni idrauliche con Infoworks ICM è stato completato con l'inserimento degli edifici esistenti. In ICM gli edifici sono rappresentati da poligoni chiusi dove viene raccordata la magliatura (mesh 2D). Gli edifici rappresentano quindi degli ostacoli per il deflusso delle acque ed è possibile apprezzare la progressione del fronte di esondazione in funzione degli ostacoli che trova nel suo percorso.

### 5.2.6.3. LAYOUT DEL MODELLO IDRAULICO

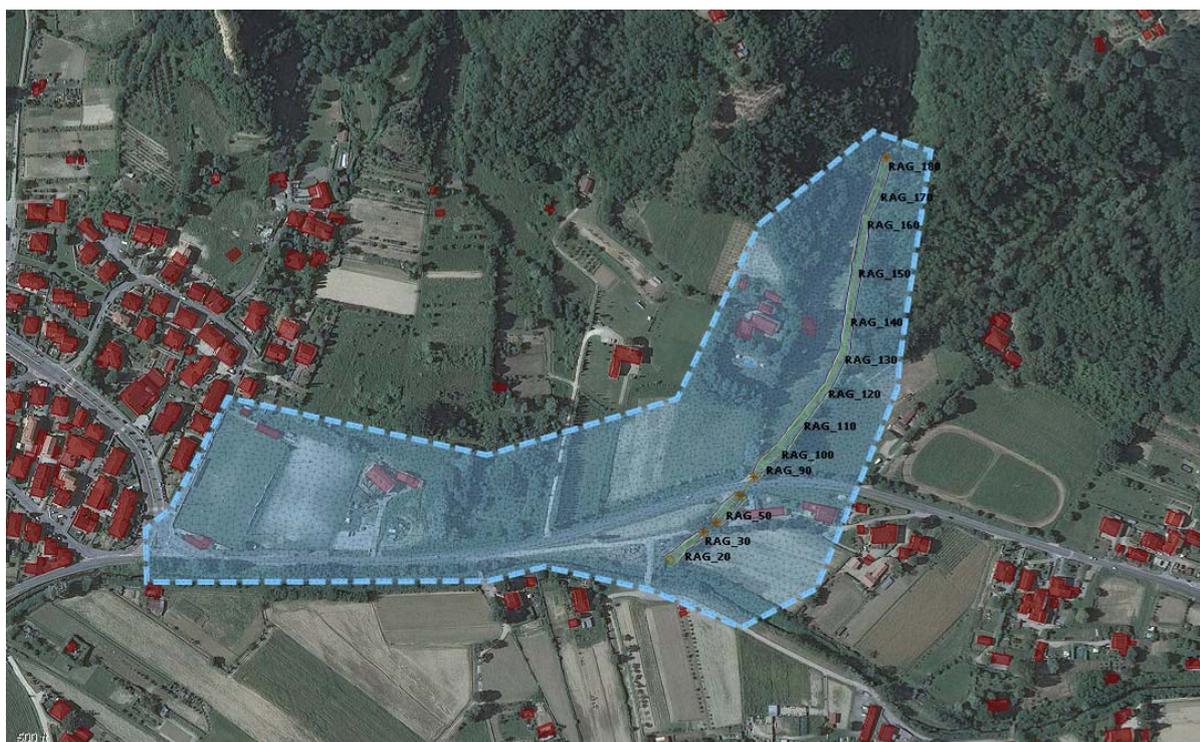
Di seguito si riportano alcuni estratti da ICM nei quali viene riportato il layout dei modelli idraulici sovrapposto alla ortofoto dove è possibile individuare alcuni dettagli del modello.



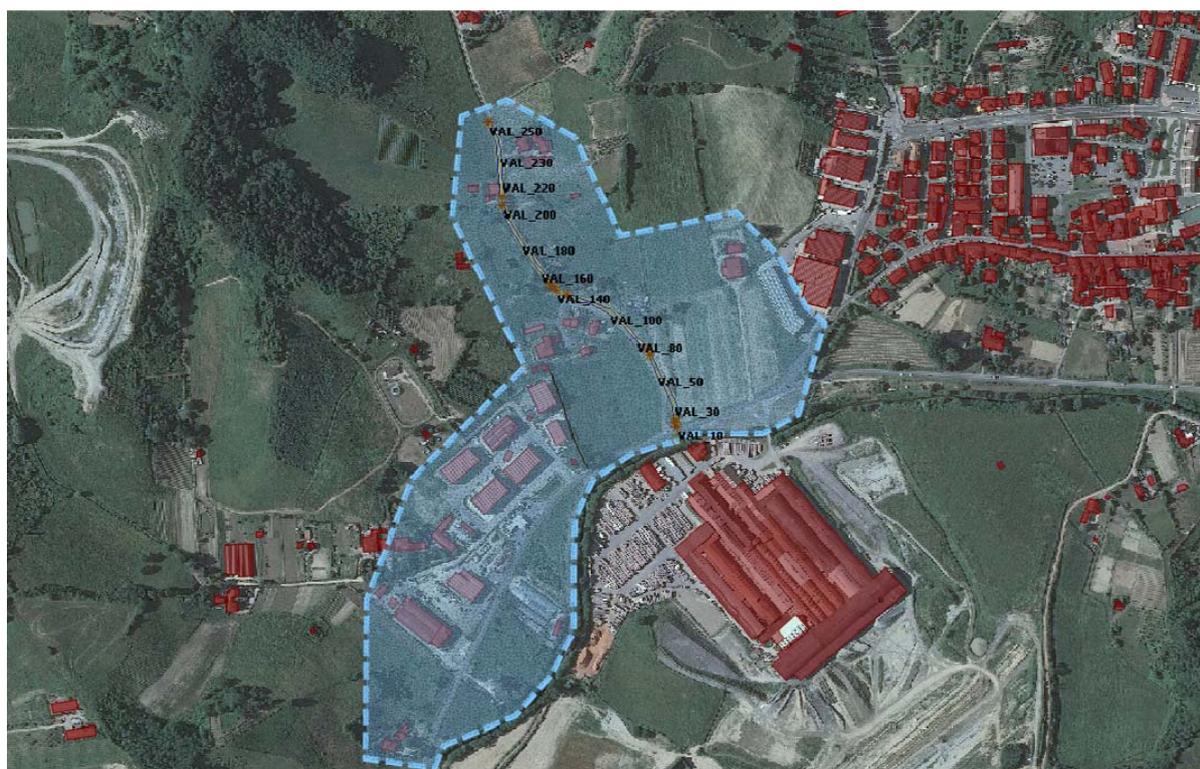
**Figura 13.** Modello idraulico borro Rantigioni - sovrapposizione con ortofoto RT2010.



**Figura 14.** Modello idraulico borro Barberaia - sovrapposizione con ortofoto RT2010.



**Figura 15.** Modello idraulico borro Ragnaia - sovrapposizione con ortofoto RT2010.



**Figura 16.** Modello idraulico borro Vallimaggiore - sovrapposizione con ortofoto RT2010.

#### 5.2.6.4. COEFFICIENTI DI RESISTENZA AL MOTO

Per quanto riguarda i coefficienti di resistenza al moto (scabrezza), sulla base delle caratteristiche dei corsi d'acqua in esame, abbiamo assunto per il deflusso in alveo (1D) un valore di coefficiente di Manning pari a 0.040 [s/m<sup>1/3</sup>].

Per quanto riguarda le aree simulate in moto bidimensionale (2D), trattandosi essenzialmente di zone coltivate con presenza di bassa vegetazione erbacea, abbiamo assunto come rappresentativo un coefficiente di Manning pari a 0.03 [s/m<sup>1/3</sup>].

Per quanto riguarda i tratti tombati costituite da tubazioni in calcestruzzo e PVC, abbiamo adottato un coefficiente di Manning pari a 0.015 [s/m<sup>1/3</sup>] mentre per gli attraversamenti abbiamo adottato un coefficiente di Manning pari a 0.02[s/m<sup>1/3</sup>].

#### 5.2.6.5. IMMISSIONI

In Infoworks abbiamo proceduto alla definizione delle immissioni applicando ai nodi di monte del modello idraulico gli idrogrammi di piena competenti ai vari tempi di ritorno.

#### 5.2.6.6. CONDIZIONI AL CONTORNO DI VALLE

Le condizioni di valle per questi modelli idraulici è costituita dall'altezza d'acqua nel corpo idrico ricettore torrente Faella per lo scenario con durata di pioggia pari a due ore. È stato imposto il livello massimo come livello statico per tutta la durata della simulazione dei tributari (questa assunzione ci pone a favore di sicurezza).

MODELLI IDRAULICI AFFLUENTI FAELLA				
CONDIZIONE DI VALLE estratto da risultati modello torrente faella				
TR	Livello valle Ragnaia alla sezione FA_T3-49	Livello valle Rantigioni alla sezione FA_T3-04	Livello valle Barberaia alla sezione FA_T2-56	Livello valle Vallimaggiore alla sezione FA_T2-42
[anni]	[m slm]			
30	152.21	143.16	138.51	137.51
200	153.09	144.04	139.30	138.18
500	153.38	144.33	139.73	138.50

**Tabella 11.** Modelli idraulici affluenti del torrente Faella - condizioni di valle.

#### 5.2.7. TORRENTE RESCO

Come già accennato nella metodologia di indagine, il torrente Resco è stato oggetto di studi idraulici aggiornati utilizzando il più recente quadro conoscitivo idrologico della Regione Toscana dal Comune di Reggello (per l'intera asta che scorre sul confine comunale) e dal Comune di Figline Incisa (nel tratto in loc. Matassino). In accordo con Amministrazione Comunale di Castelfranco Piandiscò e Genio Civile

Valdarno Superiore è stato ritenuto di non eseguire un nuovo studio idraulico del torrente Resco la redazione delle mappe di pericolosità idraulica e della magnitudo è stata eseguita utilizzando i risultati ottenuti nello studio redatto a supporto del PS di Reggello che relativo all'intero tratto di Resco posto sul confine tra Reggello e Castelfranco Piandiscò.

#### 5.2.8. AFFLUENTI DEL TORRENTE RESCO IN LOC. VAGGIO

Il modello idraulico allestito per il reticolo secondario che impatta sull'abitato di Vaggio comprende i fossi denominati A (cod. LRT79/2012 e smi AV8764-AV8681) e B (cod. LRT79/2012 e smi AV8734-AV8706) che convogliano le acque collinari sul Resco attraverso tracciati in parte a cielo aperto ed in parte intubati.

Questo reticolo di drenaggio ha generato diversi problemi di allagamento nel centro abitato di Vaggio ed il Comune di Castelfranco Piandiscò ha conferito incarico ad ing. Andrea Sorbi di redigere un progetto per la sistemazione idraulica di questi due fossi che prevede in sintesi la realizzazione di un fosso che sia in grado di intercettare i deflussi delle acque del fosso B sul fosso A del quale viene prevista l'adeguamento delle sezioni idrauliche e la realizzazione di un nuovo tratto tombato con officiosità idraulica sufficiente allo smaltimento delle portate di verifica. Ad oggi di questo progetto è stato realizzato solo il tratto tombato.

Il modello idraulico utilizzato in questo studio è stato implementato utilizzando i dati del progetto di Sorbi (per la parte già realizzata) integrandoli con rilievi sul posto e sezioni ricavate da Lidar.

##### 5.2.8.1. IL MODELLO GEOMETRICO

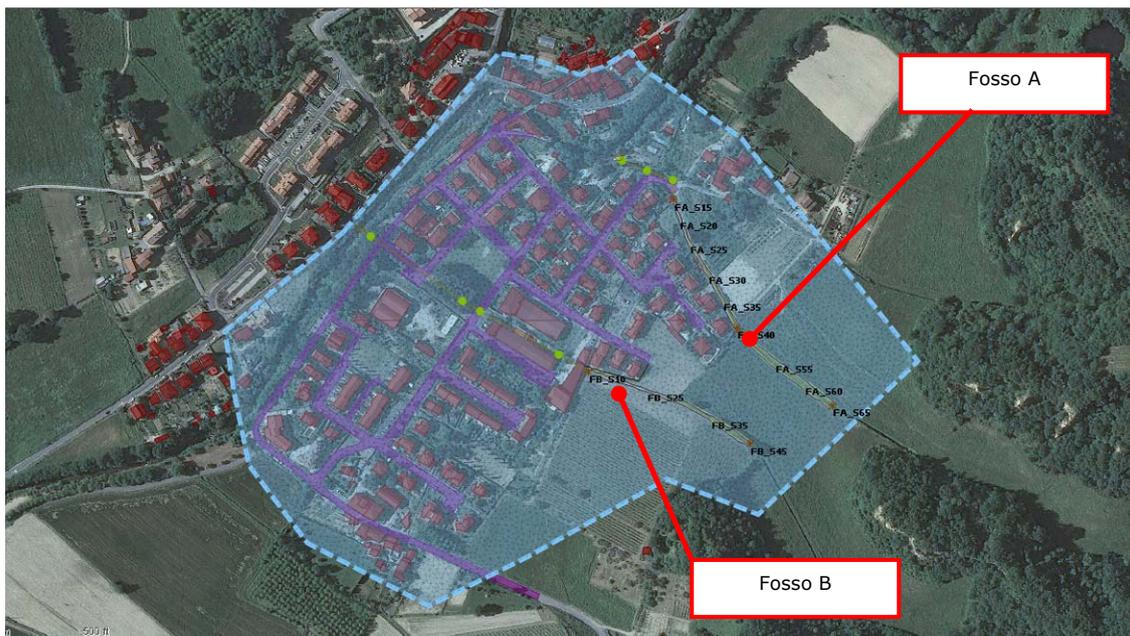
Il modello geometrico utilizzato per la modellistica idraulica di questo studio è stato implementato utilizzando i dati del progetto di Sorbi (per la parte già realizzata) integrandoli con rilievi sul posto e sezioni ricavate da Lidar.

##### 5.2.8.2. MODELLAZIONE ZONE 2D

La zona di studio, su cui è stato creato il modello idraulico 2D, ha un'estensione di 25.62 ha ed interessa tutta l'area interessata da possibili esondazioni. È stata impostata una magliatura con le seguenti caratteristiche: dimensione massima dei triangoli 25 mq, dimensione minima 10 mq, magliatura dipendente dal terreno con massima variazione di altezza pari a 0.20 m.

##### 5.2.8.3. LAYOUT DEL MODELLO IDRAULICO

Di seguito si riporta un estratto da ICM nel quale viene riportato il layout del modello idraulico sovrapposto alla ortofoto.



**Figura 17.** Modello idraulico Vaggio - sovrapposizione con ortofoto RT2010.



**Figura 18.** Modello idraulico Vaggio - sovrapposizione LIDAR.

#### 5.2.8.4. COEFFICIENTI DI RESISTENZA AL MOTO

Per quanto riguarda i coefficienti di resistenza al moto (scabrezza), sulla base delle caratteristiche dei corsi d'acqua in esame, abbiamo assunto per il deflusso in alveo a cielo aperto (1D) un valore di coefficiente di Manning pari a 0.035 [s/m<sup>1/3</sup>].

Per quanto riguarda le aree simulate in moto bidimensionale (2D), trattandosi essenzialmente di zone coltivate con presenza di bassa vegetazione erbacea, abbiamo assunto come rappresentativo un coefficiente di Manning pari a 0.030 [s/m<sup>1/3</sup>].

Per quanto riguarda i tratto tombati, trattandosi di tubazione in calcestruzzo e PVC, abbiamo adottato un coefficiente di Manning pari a 0.015 [s/m<sup>1/3</sup>].

#### 5.2.8.5. IMMISSIONI

Per ogni tempo di ritorno analizzato è stata calcolata la durata di pioggia critica che massimizza l'afflusso del relativo corso d'acqua e in funzione di questa sono stati calcolati i relativi idrogrammi di piena. Gli idrogrammi così ottenuti rappresentano la condizione al contorno di monte per il tratto fluviale analizzato.

#### 5.2.8.6. CONDIZIONI AL CONTORNO DI VALLE

La condizione di valle per il modello idraulico di Vaggio è stata ricavata dai dati ottenuti nelle simulazioni idrauliche di Ing. Settesoldi nell'ambito dello studio per il Piano Strutturale di Reggello.

Il modello generale del sistema Botriolo estraendo i dati relativi al livello idrico massimo atteso alla confluenza del fosso zona industriale Botriolo. Si è imposto il livello massimo come livello statico per tutta la durata della simulazione del fosso zona industriale Botriolo (questa assunzione ci pone a favore di sicurezza).

<b>MODELLO IDRAULICO FOSSO A - VAGGIO</b>	
CONDIZIONE DI VALLE estratto da risultati modello Resco alla sez 032	
TR [anni]	Livello alla confluenza sul Resco [m slm]
30	149.76
200	151.35
500	152.19

<b>MODELLO IDRAULICO FOSSO B - VAGGIO</b>	
CONDIZIONE DI VALLE estratto da risultati modello Resco alla sez. 217	
TR [anni]	Livello alla confluenza sul Resco [m slm]
30	145.87
200	147.03
500	147.26

**Tabella 12.** Modello Vaggio - condizioni di valle.

## 6. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE

Sulla base dei risultati ottenuti sono state redatte le cartografie delle aree a pericolosità idraulica per ciascun tratto di reticolo analizzato. Tali elaborati, riportati nelle tavole allegare al presente studio, mostrano il perimetro delle aree allagate per TR30 (aree a pericolosità per alluvioni frequenti), TR200 (aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti) e TR500 (alluvioni rare o di estrema intensità P1 del Reg. 5/R).

Si ricordano alcune definizioni della LRT41/2018:

- ✓ "aree a pericolosità per alluvioni frequenti": lo scenario di allagamento con riferimento al tempo di ritorno non inferiore a trenta anni;
- ✓ "aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti": lo scenario con riferimento al tempo di ritorno non inferiore a duecento anni;
- ✓ "battente": l'altezza della lama d'acqua in una determinata area associata allo scenario relativo alle alluvioni poco frequenti (Tr200);
- ✓ h) "magnitudo idraulica": la combinazione del battente e della velocità della corrente in una determinata area, associata allo scenario relativo alle alluvioni poco frequenti:
- ✓ h1) "magnitudo idraulica moderata": valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente uguale o inferiore a 0,3 metri;
- ✓ h2) "magnitudo idraulica severa": valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente superiore a 0,3 metri e inferiore o uguale a 0,5 metri;
- ✓ h3) "magnitudo idraulica molto severa": battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 1 metro. Nei casi in cui la velocità non sia determinata battente superiore a 0,5 metri.

La caratterizzazione delle aree a pericolosità da alluvioni è effettuata secondo la seguente classificazione:

- ✓ • Aree a pericolosità per alluvioni frequenti (P3), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera d) della l.r.41/2018
- ✓ • Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (P2), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della l.r.41/2018
- ✓ • Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P1), come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010

In allegato alla presente relazione si riportano in formato digitale (\*.shp) tutti gli elementi che caratterizzano i risultati del modello idraulico completi delle loro grandezze caratteristiche, insieme ad un fascicolo in cui si descrive la struttura dei metadati.

## 7. AREE PRESIDATE DA SISTEMI ARGINALI

I sistemi arginali costituiscono un presidio per il contenimento delle piene dei corsi d'acqua. Tali opere, che consistono in argini in terra, muri di contenimento in c.a o strutture similari, costituiscono importanti opere di difesa idraulica del territorio.

Il collasso strutturale di tali opere può provocare eventi alluvionali significativi ed è fonte di rischio per l'incolumità delle persone. Basti pensare che solo nella Regione Toscana negli ultimi anni si sono verificati danni e perdita di vite umane proprio a causa di collassi di sistemi arginali (Ricortola-Massa 2012 , Serchio 2009, Sinalunga 2006 solo per citarne alcuni). Gli allagamenti dovuti a collassi arginali negli ultimi anni risultano più frequenti rispetto ad episodi di sormonti arginali.



Ricortola-Massa 2012



Serchio 2009

Il legislatore, anche in considerazione sei suddetti eventi, per la prima volta con la LRT 41/2018 introduce la definizione di aree presidiate da sistemi arginali (art. 2 comma s) e disciplina gli interventi nelle aree presidiate da sistemi arginali (art. 14). Di seguito di riporta un estratto della normativa:

Art. 2 comma s) aree presidiate da sistemi arginali: aree situate a quote altimetriche inferiori alla quota posta a 2 metri sopra il piede esterno dell'argine. Il limite esterno di tale aree è determinato dai punti di incontro delle perpendicolari all'asse del corso d'acqua con il terreno alla quota altimetrica sopra individuata pari a 2 metri, comunque non superiore alla distanza di 300 metri dal piede esterno dell'argine.

Art. 14 Interventi nelle aree presidiate da sistemi arginali

1. Fermo restando quanto stabilito all'articolo 3, nelle aree presidiate da sistemi arginali per il contenimento delle alluvioni di cui all'articolo 2, comma 1, lettera s), per gli interventi di nuova costruzione sono previste misure per la gestione del rischio di alluvioni nell'ambito del piano di protezione civile comunale. A tal fine il comune, entro centottanta giorni dal rilascio del titolo abilitativo, aggiorna il relativo piano e lo trasmette alla struttura regionale competente.

Sulla base di questo disposto normativo sono state individuate le aree presidiate da sistemi arginali che nel caso specifico riguardano il torrente Faella e il tratto di Resco in loc. Matassino.

In conformità alle disposizione del Reg. 5/R le carte delle aree presidiate da sistemi arginali comprendono anche le aree di fondovalle fluviale poste in situazione morfologicamente sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

## **8. CONSIDERAZIONI FINALI**

I risultati descritti nel presente studio sono stati ottenuti in considerazione dell'assetto attuale del reticolo idrografico analizzato, dell'uso del suolo e in funzione dell'attuale pianificazione urbanistica.

Le indicazioni e i risultati ottenuti dovranno essere rivalutati ed aggiornati in funzione di eventuali varianti della pianificazione urbanistica o per variazioni sostanziali dei parametri idrologico-idraulici significativi che interessino il quadro di riferimento utilizzato (modifica dei dati idrologici indotti da futuri eventi meteorologici estremi; modifiche dell'uso del suolo o del reticolo idrografico; etc.).

I consulenti idraulici:

Dott. Ing. Leonardo Marini

Dott. Ing. Luca Rosadini

## **ALLEGATI**

**ALLEGATO 1 - ELENCO SHAPEFILES MODELLI IDRAULICI ICM**

**ALLEGATO 2 - BORRO VALECCHI - OUTPUTS HER RAS**

## **ALLEGATO 1**

### **Modelli Idraulici**

#### **01-A Elenco shapefiles modellazione idraulica ICM Infoworks**

#### **01-B Modello geometrico**

#### **01-C Risultati modellazione idraulica**

## Elenco shapefiles modellazione ICM Infoworks

Modello geometrico			
n.	Nome shape	Tipologia	Descrizione
1	2D zone	Polygon	Zona 2D
2	Polygon	Polygon	Edifici
3	Roughness zone	Polygon	Zone a scabrezza differenziata
4	Mesh zone	Polygon	Area mesh
5	River reach	Line	Tratto fluviale
6	River reach Section Lines	Line	Sezioni d'alveo
7	River reach River Section	Point	Punti sezione d'alveo
8	River reach Right river bank Lines	Line	Sponda destra
9	River reach Right river bank	Point	Sponda destra
10	River reach Left river bank Lines	Line	Sponda sinistra
11	River reach Left river bank	Point	Sponda sinistra
12	Bridge	Line	ponte
13	Node	Point	Nodo
14	Base linear structure (2D)	Line	Struttura 2D -muri
15	Bridge US link section data Lines	Line	Sezione ponte monte
16	Bridge US bridge section data Lines	Line	Sezione ponte faccia monte
17	Bridge DS bridge section data Lines	Line	Sezione ponte faccia valle
18	Bridge DS link section data Lines	Line	Sezione ponte valle
19	Bridge opening	Line	Luce ponte
20	Conduit	Line	Condotta

Risultati modellazione			
n.	Nome shape	Tipologia	Descrizione
1	2D Zones	Polygon	Risultati zona 2D triangoli
2	Links	Line	Risultati tratto fluviale
3	Nodes	Point	Risultati nodi
4	River reach Section Lines	Line	Risultati sezione
5	River reach Right Bank Results	Line	Risultati bank destro
6	River reach Left Bank Results	Line	Risultati bank sinistro
7	Base linear structure (2D)	Line	Risultati strutture lineari
8	Bridge US bridge section data Lines	Line	Risultati sezione ponte faccia monte
9	Bridge DS bridge section data Lines	Line	Risultati sezione ponte faccia valle
10	Bridge Bridge deck data Lines	Line	Risultati sezione impalcato

**NB.** Gli shapefiles relativi ai risultati della modellazione vengono forniti per ogni Sistema Idraulico studiato e per ogni scenario analizzato.

Il sistema di riferimento degli shape file deve essere impostato a: EPSG:3003, Monte Mario / Italy zone 1

## Modello geometrico - attributi shapefiles

**Legenda:**  campi significativi per le simulazioni idrauliche effettuate

### 1 2D zone Polygon Zona 2D

wkt_geom	ApplyRainf	RainSub	area	BndryTyp	Inf_surfac	MaxHVar	MaxTriArea	MinCompEle	MinAngle	rainfall_p	rain_prof	Roughness
			Superficie totale zona 2D [ha]	Condizioni al contorno		Massima variazione di altezza permessa [m]	Massima area dei triangoli [mq]	Minima area dei triangoli [mq]	Angolo minimo [°]			Coefficiente di manning [n]

TerrainSen	UN1	UN2	UN3	UN4	UN5	UT1	UT2	UT3	UT4	UT5	zone_id	hotlinks
											nome zona 2D	

### 2 Polygon Polygon Edifici

wkt_geom	area	cat_id	poly_id	UN1	UN2	UN3	UN4	UN5	UT1	UT2	UT3	UT4
	Superficie dell'i-esimo elemento [ha]	voids	identificativo									

UT5	hotlinks

### 3 Roughness zone Polygon Zone a scabrezza differenziata

wkt_geom	area	Exc2DMesh	poly_id	Roughness	UN1	UN2	UN3	UN4	UN5	UT1	UT2	UT3
	Superficie totale zona 2D [ha]		identificativo	Coefficiente di manning [n]								

UT4	UT5	hotlinks

### 4 Mesh zone Polygon Area mesh

wkt_geom	ApplyMinEl	area	GndLevMod	Level	MaxTriArea	MinCompEle	poly_id	RaiseBy	UN1	UN2	UN3	UN4
		Superficie dell'elemento [ha]		Quota [m slm]	Massima area dei triangoli [mq]	Minima area dei triangoli [mq]	identificativo					

UN5	UT1	UT2	UT3	UT4	UT5	hotlinks

## Modello geometrico - attributi shapefiles

**Legenda:**  campi significativi per le simulazioni idrauliche effettuate

### 5 River reach line Tratto fluviale

wkt_geom	id	asset_id	branch_id	dslosscoef	dslosstype	ds_node_id	inflow	lft_2dzone	lft_node	lft_rch_su	lft_rch_nd	condlen
	identificativo					nome nodo di valle		nome zona 2D di riferimento				lunghezza tratto [m]
linksuffix	link_type	rt_2dzone	rt_node	rt_rch_suf	rt_rch_nde	sed_depth	systemtype	uslosscoef	uslosstype	us_node_id	UN1	UN2
	tipo di tratto	nome zona 2D di riferimento								nome nodo di monte		
UN3	UN4	UN5	UT1	UT2	UT3	UT4	UT5	hotlinks				

### 6 River reach Section Lines line Sezioni d'alveo

wkt_geom	ds_node_id	key	linksuffix	us_node_id
	nome nodo di valle	identificativo		1 nome nodo di monte

### 7 River reach River Section point Punti sezione d'alveo

wkt_geom	ds_node_id	key	linksuffix	new_panel	roughness	us_node_id	x	y	z
	nome nodo di valle	identificativo			Coefficiente di manning [n]	nome nodo di monte	coordinate x [m]	coordinate y [m]	Quota [m sim]

### 8 River reach Right river bank Lines line Sponda destra

wkt_geom	ds_node_id	linksuffix	us_node_id
	nome nodo di valle		nome nodo di monte

### 9 River reach Right river bank point Sponda destra

wkt_geom	discharge	ds_node_id	linksuffix	modular_ra	RTC	section_ma	us_node_id	x	y	z
	coefficiente di deflusso	nome nodo di valle		0.7		identificativo	nome nodo di monte	coordinate x [m]	coordinate y [m]	Quota [m sim]

### 10 River reach Left river bank Lines line Sponda sinistra

wkt_geom	ds_node_id	linksuffix	us_node_id
	nome nodo di valle		nome nodo di monte

## Modello geometrico - attributi shapefiles

**Legenda:**  campi significativi per le simulazioni idrauliche effettuate

11	River reach Left river bank	point									Sponda sinistra
wkt_geom	<b>discharge</b>	<b>ds_node_id</b>	linksuffix	<b>modular_ra</b>	<b>RTC</b>	<b>section_ma</b>	<b>us_node_id</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	
	coefficiente di deflusso	nome nodo di valle		0.7		identificativo	nome nodo di monte	coordinate x [m]	coordinate y [m]	Quota [m slm]	

12	Bridge	line											ponte
wkt_geom	<b>id</b>	asset_id	branch_id	<b>clloss</b>	<b>disch_coef</b>	<b>dslosscoef</b>	dslosstype	<b>ds_node_id</b>	<b>eloss</b>	inflow	<b>condlen</b>	linksuffix	
	identificativo			Perdita nella Contrazione	Coefficiente di Deflusso	0		nome nodo di valle	Perdita nella Espansione		lunghezza ponte [m]		
<b>link_type</b>	<b>mod_limit</b>	<b>revclass</b>	<b>reveloss</b>	<b>sed_depth</b>	<b>skew_angle</b>	<b>skew_openi</b>	systemtype	uslosscoef	uslosstype	<b>us_node_id</b>	UN1	UN2	
tipo di tratto	Il rapporto (profondità a valle sopra cresta) / (profondità a monte sopra cresta) su cui il ponte si presume essere annegato.	Perdita per espans. flusso inverso	Perdita per contraz. flusso inverso		0	Angolo di Approccio [°]	0	Other	0	Fixed	nome nodo di monte		
UN3	UN4	UN5	UT1	UT2	UT3	UT4	UT5	hotlinks					

13	Node	point											Nodo
wkt_geom	asset_id	asset_uid	base_area	benchmetho	chambarea	cha_aacom	cha_aacor	cha_aasim	cha_aaur	cha_aatot	chambfloor	chambroof	
elt_area_f	fldarea1	fldarea2	flooddep1	flooddep2	floodlevel	floodtype	floodablea	fl_disch_c	floweff_id	<b>ground_lev</b>	half_road_	headdis_id	
										quota [m slm]			
infiltn	infiltn_al	infiltn_av	infiltn_bl	LatLinkSuf	LatNodeID	linr_lev	ngullies	<b>node_id</b>	<b>node_type</b>	perimeter	porosity	relstages	
								nome del nodo	tipologia nodo				
shaft_area	sha_aacom	sha_aacor	sha_aasim	sha_aaur	sha_aatot	systemtype	UN1	UN2	UN3	UN4	UN5	UT1	
UT2	UT3	UT4	UT5	vegn_lv	<b>x</b>	<b>y</b>	hotlinks						
					1705380	4831579.6							

## Modello geometrico - attributi shapefiles

**Legenda:**  campi significativi per le simulazioni idrauliche effettuate

14	Base linear structure (2D)	Line	Struttura 2D -muri									
wkt_geom	asset_id	Blockage	CrstLev	depth_thre	discharge	elevation	force_thre	headloss	Height	horiz_sect	hydro_pres	lateral_fr
			Livello Cresta		coefficiente di deflusso							
length	Level	line_id	Porosity	remove_wal	struct_typ	total_head	unit_flow	use_diff_a	use_direct	UN1	UN2	UN3
lunghezza struttura		identificativo		Rimuovi il muro durante la simulazione	Tipo struttura							
UN4	UN5	UT1	UT2	UT3	UT4	UT5	velocity_t	wall_remov	weir_type	hotlinks		

15	Bridge US link section data Lines	line	Sezione ponte monte									
wkt_geom	ds_node_id	linksuffix	us_node_id									
	nome nodo di valle		nome nodo di monte									

16	Bridge US bridge section data Lines	Line	Sezione ponte faccia monte									
wkt_geom	ds_node_id	linksuffix	us_node_id									
	nome nodo di valle		nome nodo di monte									

17	Bridge DS bridge section data Lines	line	Sezione ponte faccia valle									
wkt_geom	ds_node_id	linksuffix	us_node_id									
	nome nodo di valle		nome nodo di monte									

18	Bridge DS link section data Lines	line	Sezione ponte valle									
wkt_geom	ds_node_id	linksuffix	us_node_id									
	nome nodo di valle		nome nodo di monte									

## Modello geometrico - attributi shapefiles

**Legenda:**  campi significativi per le simulazioni idrauliche effettuate

19	<b>Bridge opening</b>	line	<b>Luce ponte</b>									
----	-----------------------	------	-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

wkt_geom	asset_id	asset_uid	bridge_lin	bridge_us	condheight	condlen	condwidth	dslosscoef	dslosstype	ds_invert	id	inflow
				nome nodo si monte	altezza luce [m]	lunghezza luce ponte [m]	larghezza luce [m]			Livello Scorrimento Valle (m AD)	identificativo	

rough_n	shape_1	springingh	systemtype	uslosscoef	uslosstype	us_invert	UN1	UN2	UN3	UN4	UN5	UT1
Coefficiente di manning [n]	tipologia ponte	altezza spalla [m]				Livello Scorrimento Monte (m AD)						

UT2	UT3	UT4	UT5	hotlinks

20	<b>Conduit</b>	line	<b>Condotta</b>									
----	----------------	------	-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

wkt_geom	id	asset_id	asset_uid	baseheight	bot_rcw	bot_rhw	bot_man	bot_n	branch_id	capacity	condheight	condlen
	identificativo elemento							scabrezza Manning fondo		Capacità tubo pieno	Altezza condotta [mm]	

condmat	condwidth	critsewcat	design_grp	dslosscoef	dslosstype	ds_invert	ds_node_id	ds_set_eff	gradient	ground_con	infiltnbas	infiltnsid
	Larghezza condotta [mm]			coefficiente perdita locale valle		Livello scorrimento valle [m slm]	identificativo nodo di valle a cui è collegata la condotta		Pendenza condotta [m/]			

inflow	linksuffix	link_type	min_comput	rough_type	sed_depth	sewer_ref	shape_1	site_cond	solvemodell	springingh	systemtype	takeoffref
			numero minimo nodi di computazione	Tipologia di scabrezza	Altezza sedimento [mm]		forma condotta		Modello di soluzione			

top_rcw	top_rhw	top_man	top_n	uslosscoef	us_invert	us_node_id	us_node_id	us_set_eff	UN1	UN2	UN3	UN4
			scabrezza Manning sommità	coefficiente perdita locale monte	Livello scorrimento monte [m slm]	identificativo nodo di monte a cui è collegata la condotta						

UN5	UT1	UT2	UT3	UT4	UT5	hotlinks

### Risultati modellazione - attributi shapefiles

Legenda:  campi significativi per le simulazioni idrauliche effettuate

1		2D Zones	Polygon	Risultati zona 2D triangoli								
wkt_geom	zone_id	tri_no	sim_id	event	prof_type	retperiod	duration	AREA2D	GNDLEV2D	HAZARD2D	DEPTH2D	elevation2
	nome zona 2D	identificativo cella 2D	identificativo simulazione					area triangolo	quota media terreno nella cella 2D		altezza massimalivello idrico	quota massima livello idrico
SPEED2D	unitflow2d	MINDEPTH2	MINSPD2	RAINPROF2D	T_INUDATIO	T_PEAK_2D						
velocità massima del flusso	flusso per unità di lunghezza negli elementi 2D				Tempo (dall'inizio della simulazione) in cui inizia l'allagamento della cella 2D [sec]	Tempo (dall'inizio della simulazione) in cui viene raggiutna la massima altezza del tirente idrico nella cella 2D [sec]						

### Risultati modellazione - attributi shapefiles

**Legenda:**   campi significativi per le simulazioni idrauliche effettuate

2		Links	Line	Risultati tratto fluviale									
wkt_geom	<b>id</b>	<b>us_node_id</b>	<b>ds_node_id</b>	link_suffi	<b>sim_id</b>	event	prof_type	retperiod	duration	<b>ds_QCUM</b>	<b>ds_BC_DEPT</b>	<b>ds_BC_FLOW</b>	
	identificativo tratto fluviale	nodo di monte	nodo di valle		identificativo simulazione					Portata cumulata sezione di valle	altezza massima livello idrico sezione di valle tratto di contrazione del ponte (faccia valle)	portata massima sezione di valle tratto di contrazione del ponte (faccia valle)	
<b>ds_BC_FROU</b>	<b>ds_BC_LEVE</b>	<b>ds_BC_VEL</b>	<b>ds_BD_DEPT</b>	<b>ds_BD_FLOW</b>	<b>ds_BD_FROU</b>	<b>ds_BD_LEVE</b>	<b>ds_BD_VEL</b>	<b>ds_BE_DEPT</b>	<b>ds_BE_FLOW</b>	<b>ds_BE_FROU</b>	<b>ds_BE_LEVE</b>	<b>ds_BE_VEL</b>	
numero di Froude massimo sezione di valle tratto di contrazione del ponte (faccia valle)	quota massima livello idrico sezione di valle tratto di contrazione del ponte (faccia valle)	velocità massima livello idrico sezione di valle tratto di contrazione del ponte (faccia valle)	altezza massima livello idrico sezione di valle tratto di contrazione del ponte	portata massima livello idrico sezione di valle impalcato del ponte	numero di Froude massimo sezione di valle impalcato del ponte	quota massima sezione di valle impalcato del ponte	velocità massima sezione di valle impalcato del ponte	altezza massima livello idrico sezione di valle tratto di espansione del ponte (sezione valle ponte)	portata massima sezione di valle tratto di espansione del ponte (sezione valle ponte)	numero di Froude massimo sezione di valle tratto di espansione del ponte (sezione valle ponte)	quota massima livello idrico sezione di valle tratto di espansione del ponte (sezione valle ponte)	velocità massima livello idrico sezione di valle tratto di espansione del ponte (sezione valle ponte)	
<b>ds_DEPTH</b>	<b>ds_FLOW</b>	<b>ds_FROUDE</b>	<b>ds_VEL</b>	Surcharge	<b>us_BC_DEPT</b>	<b>us_BC_FLOW</b>	<b>us_BC_FROU</b>	<b>us_BC_LEVE</b>	<b>us_BC_VEL</b>	<b>us_BD_DEPT</b>	<b>us_BD_FLOW</b>	<b>us_BD_FROU</b>	
altezza livello idrico sezione di valle	portata massima sezione di valle	numero di Froude sezione di valle	velocità massima sezione di valle	profondità massima del flusso diviso la massima profondità dell'alveo	altezza massima livello idrico sezione di monte tratto di contrazione del ponte (sezione monte ponte)	portata massima sezione di monte tratto di contrazione del ponte (sezione monte ponte)	numero di Froude massimo sezione di monte tratto di contrazione del ponte (sezione monte ponte)	quota massima livello idrico sezione di monte tratto di contrazione del ponte (sezione monte ponte)	velocità massima livello idrico sezione di monte tratto di contrazione del ponte (sezione monte ponte)	altezza massima livello idrico sezione di monte impalcato del ponte	portata massima livello idrico sezione di monte impalcato del ponte	numero di Froude massimo sezione di monte impalcato del ponte	
<b>us_BD_LEVE</b>	<b>us_BD_VEL</b>	<b>us_BE_DEPT</b>	<b>us_BE_FLOW</b>	<b>us_BE_FROU</b>	<b>us_BE_LEVE</b>	<b>us_BE_VEL</b>	<b>us_DEPTH</b>	<b>us_FLOW</b>	<b>us_FROUDE</b>	<b>us_VEL</b>	maxsurchar	PFC	
quota massima sezione di monte impalcato del ponte	velocità massima sezione di monte impalcato del ponte	altezza massima livello idrico sezione di monte tratto di espansione del ponte (faccia valle)	portata massima sezione di monte tratto di espansione del ponte (faccia valle)	numero di Froude massimo sezione di monte tratto di espansione del ponte (faccia valle)	quota massima livello idrico sezione di monte tratto di espansione del ponte (faccia valle)	velocità massima livello idrico sezione di monte tratto di espansione del ponte (faccia valle)	altezza massima livello idrico sezione di monte	portata massima sezione di monte	numero di Froude sezione di monte	velocità massima sezione di valle			
QLICUM	TYPE	<b>us_QCUM</b>											
		Portata cumulata sezione di monte											

### Risultati modellazione - attributi shapefiles

**Legenda:**  campi significativi per le simulazioni idrauliche effettuate

#### 3 Nodes point Risultati nodi

wkt_geom	id	sim_id	event	prof_type	retperiod	duration	DEPNOD	FloodDepth	FloodVol	FLVOL	VOLUME	PCVolBal
	identificativo nodo	identificativo simulazione					altezza massima livello idrico [ m slm]	altezza massima livello idrico [m]				
<b>QINCUM</b>	Vflood	Vground	VolBal									
portata in ingresso cumulata												

#### 4 River reach Section Lines Line Risultati sezione

wkt_geom	id	sim_id	event	prof_type	retperiod	duration	ds_node_id	key	linksuffix	RR_DEPTH	RR_FLOW	RR_FROUDE
	identificativo sezione	identificativo simulazione					nodo di valle	nome sezione		altezza massima livello idrico [m]	portata massima [mc/s]	numero di Froude massimo
<b>rr_level</b>	<b>RR_VEL</b>	<b>RR_CHAINAG</b>	<b>RR_QCUM</b>	<b>us_node_id</b>								
quota massima [m sim]	velocità massima [m/s]	Progressiva della sezione lungo collegamento fluviale [m]	portata cumulata [mc]	nodo di monte								

#### 5 River reach Right Bank Results Line Risultati argine destro

wkt_geom	id	sim_id	event	prof_type	retperiod	duration	ds_node_id	key	linksuffix	Q_RIGHT	QCUM_RIGHT	us_node_id
	identificativo	identificativo simulazione					nodo di valle	nome sezione		portata massima sfiorata in destra [mc/s]	portata cumulata sfiorata in destra [mc]	nodo di monte

#### 6 River reach Left Bank Results Line Risultati argine sinistro

wkt_geom	id	sim_id	event	prof_type	retperiod	duration	ds_node_id	key	linksuffix	Q_LEFT	QCUM_LEFT	us_node_id
	identificativo	identificativo simulazione					nodo di valle	nome sezione		portata massima sfiorata in sinistra [mc/s]	portata cumulata sfiorata in sinistra [mc]	nodo di monte

#### 7 Base linear structure (2D) Line Risultati strutture lineari

wkt_geom	id	sim_id	event	prof_type	retperiod	duration	ls_flow	minls_flow
	identificativo	identificativo simulazione					portata massima sfiorata [mc/s]	

## Risultati modellazione - attributi shapefiles

Legenda:

campi significativi per le simulazioni idrauliche effettuate

8	Bridge US bridge section data Lines	Line	Risultati sezione ponte faccia monte							
wkt_geom	<b>id</b>	<b>sim_id</b>	event	prof_type	retperiod	duration	<b>ds_BC_QCUM</b>	<b>ds_node_id</b>	linksuffix	<b>us_node_id</b>
	identificativo ponte	identificativo simulazione					portata cumulata [mc]	nodo di valle		nodo di monte

9	Bridge DS bridge section data Lines	Line	Risultati sezione ponte faccia valle							
wkt_geom	<b>id</b>	<b>sim_id</b>	event	prof_type	retperiod	duration	<b>ds_node_id</b>	linksuffix	<b>us_BE_QCUM</b>	<b>us_node_id</b>
	identificativo ponte	identificativo simulazione					nodo di valle		portata cumulata [mc]	nodo di monte

10	Bridge Bridge deck data Lines	Line	Risultati sezione impalcato								
wkt_geom	<b>id</b>	<b>sim_id</b>	event	prof_type	retperiod	duration	<b>ds_BD_QCUM</b>	<b>ds_node_id</b>	linksuffix	<b>us_BD_QCUM</b>	<b>us_node_id</b>
	identificativo ponte	identificativo simulazione					portata cumulata valle [mc]	nodo di valle		portata cumulata monte [mc]	nodo di monte

## **ALLEGATO 2: BORRO VALECCHI – OUPUTS HEC-RAS**

HEC-RAS Plan: Cpp2014 DCP River: Valecchi Reach: Valecchi

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Valecchi	830	Tr500	27.36	282.75	284.41	284.84	285.74	0.030024	5.12	5.35	5.34	1.63
Valecchi	830	Tr200	21.86	282.75	284.25	284.62	285.44	0.030023	4.83	4.52	4.97	1.62
Valecchi	830	Tr30	13.40	282.75	283.95	284.24	284.87	0.030020	4.25	3.15	4.26	1.58
Valecchi	820	Tr500	27.36	282.60	284.25	284.64	285.50	0.027600	4.95	5.52	5.42	1.57
Valecchi	820	Tr200	21.86	282.60	284.09	284.44	285.19	0.027232	4.65	4.70	5.05	1.54
Valecchi	820	Tr30	13.40	282.60	283.80	284.05	284.63	0.026214	4.04	3.32	4.35	1.48
Valecchi	810	Tr500	27.36	282.35	283.96	284.38	285.29	0.030050	5.11	5.35	5.38	1.64
Valecchi	810	Tr200	21.86	282.35	283.79	284.18	284.99	0.030275	4.84	4.52	4.99	1.62
Valecchi	810	Tr30	13.40	282.35	283.50	283.79	284.42	0.030339	4.27	3.14	4.26	1.59
Valecchi	800	Tr500	27.36	282.00	283.55	284.03	285.05	0.035260	5.43	5.03	5.23	1.77
Valecchi	800	Tr200	21.86	282.00	283.38	283.83	284.76	0.036606	5.20	4.20	4.84	1.78
Valecchi	800	Tr30	13.40	282.00	283.09	283.44	284.19	0.038362	4.64	2.88	4.15	1.78
Valecchi	790	Tr500	27.36	281.65	283.01	283.58	284.80	0.044819	5.93	4.62	5.10	1.99
Valecchi	790	Tr200	21.86	281.65	282.86	283.37	284.49	0.046880	5.67	3.85	4.74	2.01
Valecchi	790	Tr30	13.40	281.65	282.57	282.99	283.92	0.051556	5.13	2.61	4.10	2.05
Valecchi	785		Bridge									
Valecchi	782	Tr500	27.36	281.51	284.13	283.43	284.36	0.002819	2.12	12.91	8.00	0.53
Valecchi	782	Tr200	21.86	281.51	283.81	283.22	284.04	0.003147	2.09	10.47	7.27	0.55
Valecchi	782	Tr30	13.40	281.51	283.16	282.84	283.40	0.004780	2.15	6.23	5.78	0.66
Valecchi	780	Tr500	27.36	281.45	284.10	283.25	284.35	0.002998	2.21	12.38	6.32	0.50
Valecchi	780	Tr200	21.86	281.45	283.81	283.04	284.03	0.002935	2.07	10.57	5.99	0.50
Valecchi	780	Tr30	13.40	281.45	283.19	282.66	283.37	0.003319	1.90	7.07	5.30	0.52
Valecchi	770	Tr500	27.36	281.31	284.11	283.23	284.35	0.000768	2.13	12.83	7.63	0.52
Valecchi	770	Tr200	21.86	281.31	283.81	283.00	284.02	0.000762	2.05	10.67	6.58	0.51
Valecchi	770	Tr30	13.40	281.31	283.19	282.59	283.37	0.000786	1.88	7.14	5.14	0.51
Valecchi	762	Tr500	27.36	281.20	283.56	283.56	284.30	0.003559	3.83	7.88	6.71	0.93
Valecchi	762	Tr200	21.86	281.20	283.27	283.27	283.97	0.003790	3.74	6.09	5.26	0.96
Valecchi	762	Tr30	13.40	281.20	282.73	282.73	283.33	0.004099	3.43	3.91	3.29	1.01
Valecchi	740	Tr500	27.36	280.36	281.42	282.17	284.07	0.019862	7.22	3.79	3.69	2.27
Valecchi	740	Tr200	21.86	280.36	281.23	281.93	283.75	0.022386	7.03	3.11	3.65	2.43
Valecchi	740	Tr30	13.40	280.36	280.94	281.50	283.13	0.028956	6.55	2.04	3.60	2.78
Valecchi	730.*	Tr500	27.36	278.93	279.95	280.91	283.77	0.030938	8.66	3.16	3.25	2.80
Valecchi	730.*	Tr200	21.86	278.93	279.77	280.64	283.43	0.035078	8.47	2.58	3.24	3.03
Valecchi	730.*	Tr30	13.40	278.93	279.49	280.20	282.74	0.046609	7.98	1.68	3.24	3.54
Valecchi	720	Tr500	27.36	277.50	278.52	279.59	283.37	0.049788	9.76	2.80	3.29	3.38
Valecchi	720	Tr200	21.86	277.50	278.34	279.33	283.01	0.049924	9.58	2.28	2.80	3.39
Valecchi	720	Tr30	13.40	277.50	278.05	278.87	282.24	0.066247	9.06	1.48	2.80	3.99
Valecchi	710.*	Tr500	27.36	277.40	278.63	279.75	282.67	0.077866	8.91	3.07	2.91	2.77
Valecchi	710.*	Tr200	21.86	277.40	278.44	279.55	282.28	0.087226	8.68	2.52	2.91	2.98
Valecchi	710.*	Tr30	13.40	277.40	278.16	278.88	281.32	0.102543	7.88	1.70	2.87	3.27
Valecchi	700	Tr500	27.36	277.30	278.80	279.64	281.68	0.096053	7.52	3.64	2.99	2.17
Valecchi	700	Tr200	21.86	277.30	278.61	279.36	281.20	0.099427	7.14	3.06	2.94	2.23
Valecchi	700	Tr30	13.40	277.30	278.25	278.85	280.26	0.089484	6.29	2.13	2.41	2.14
Valecchi	685.*	Tr500	27.36	277.19	279.28	279.69	280.81	0.042505	5.49	4.98	3.25	1.42
Valecchi	685.*	Tr200	21.86	277.19	279.07	279.41	280.37	0.038413	5.06	4.32	2.99	1.34
Valecchi	685.*	Tr30	13.40	277.19	279.14	278.87	279.58	0.012636	2.95	4.54	3.01	0.77
Valecchi	670	Tr500	27.36	277.07	279.96	279.47	280.58	0.012475	3.48	7.86	3.35	0.73
Valecchi	670	Tr200	21.86	277.07	279.66	279.19	280.18	0.011275	3.18	6.88	3.27	0.70
Valecchi	670	Tr30	13.40	277.07	279.13	278.69	279.47	0.009105	2.60	5.16	3.14	0.65
Valecchi	660.*	Tr500	27.36	277.04	279.71	279.51	280.46	0.015862	3.82	7.16	3.53	0.86
Valecchi	660.*	Tr200	21.86	277.04	279.40	279.23	280.06	0.015721	3.60	6.08	3.45	0.87
Valecchi	660.*	Tr30	13.40	277.04	278.84	278.71	279.36	0.016647	3.21	4.17	3.30	0.91
Valecchi	650	Tr500	27.36	277.01	279.69	279.40	280.31	0.013153	3.50	7.81	4.27	0.83
Valecchi	650	Tr200	21.86	277.01	279.34	279.04	279.93	0.014001	3.41	6.41	3.74	0.83
Valecchi	650	Tr30	13.40	277.01	278.81	278.54	279.23	0.011557	2.87	4.67	3.20	0.76
Valecchi	635.*	Tr500	27.36	276.98	279.60	279.29	280.21	0.012546	3.47	7.89	4.34	0.82
Valecchi	635.*	Tr200	21.86	276.98	279.22	278.99	279.82	0.013505	3.43	6.37	3.58	0.82
Valecchi	635.*	Tr30	13.40	276.98	278.67	278.52	279.13	0.013655	3.02	4.44	3.40	0.84
Valecchi	620	Tr500	27.36	276.95	279.16	279.16	280.07	0.019755	4.23	6.47	3.56	1.00
Valecchi	620	Tr200	21.86	276.95	278.89	278.89	279.68	0.019280	3.96	5.53	3.46	1.00
Valecchi	620	Tr30	13.40	276.95	278.41	278.41	279.01	0.018586	3.42	3.92	3.30	1.00
Valecchi	595.*	Tr500	27.36	276.81	278.75	278.97	279.88	0.026729	4.70	5.82	3.80	1.21
Valecchi	595.*	Tr200	21.86	276.81	278.55	278.72	279.50	0.025429	4.34	5.04	3.73	1.19
Valecchi	595.*	Tr30	13.40	276.81	278.17	278.27	278.85	0.023436	3.65	3.67	3.60	1.15
Valecchi	570	Tr500	27.36	276.67	278.50	278.76	279.67	0.027906	4.79	5.71	3.90	1.26

HEC-RAS Plan: Cpp2014 DCP River: Valecchi Reach: Valecchi (Continued)

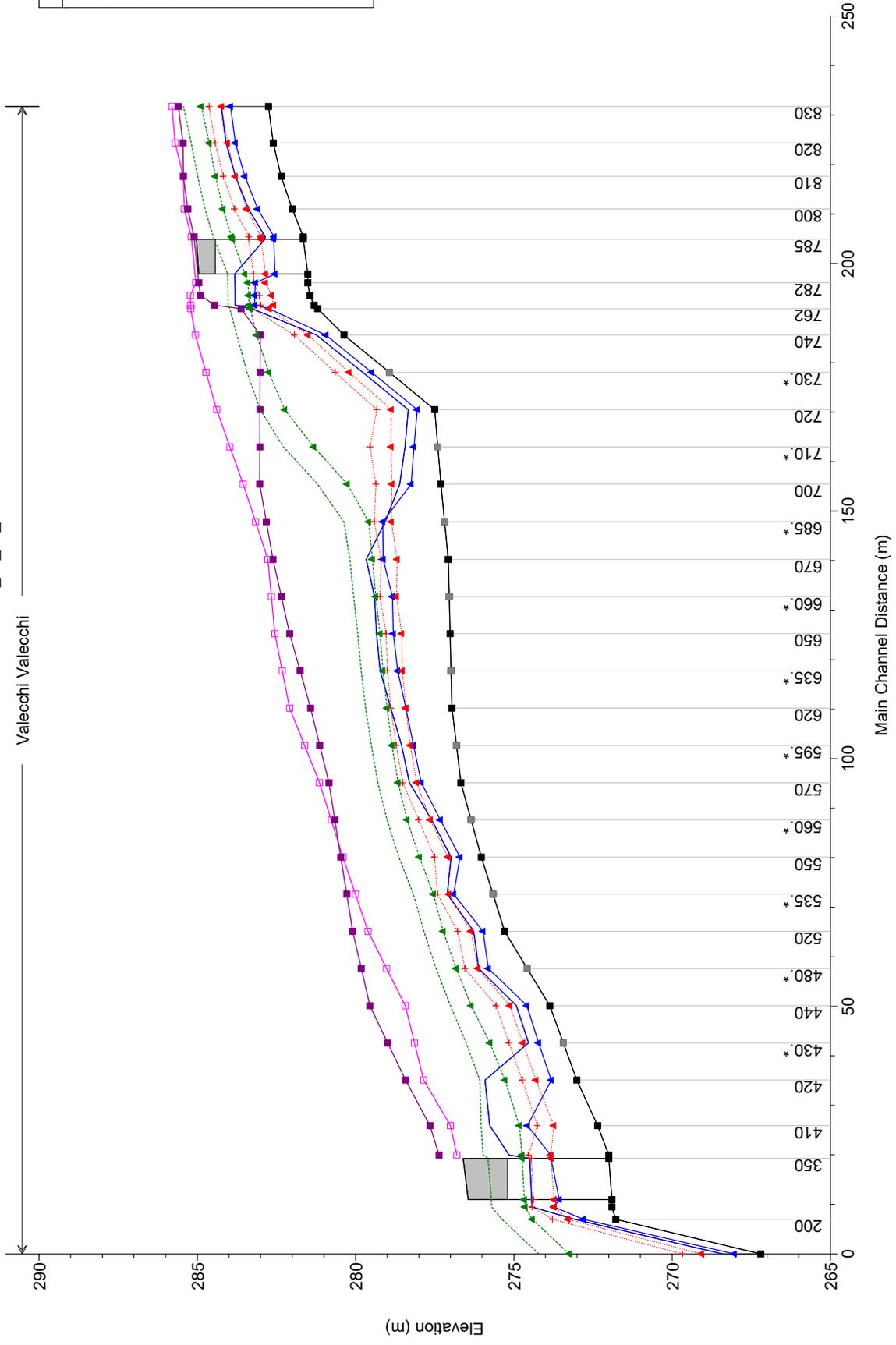
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Valecchi	570	Tr200	21.86	276.67	278.30	278.51	279.30	0.026574	4.42	4.95	3.83	1.24
Valecchi	570	Tr30	13.40	276.67	277.93	278.07	278.66	0.026043	3.79	3.54	3.69	1.24
Valecchi	560.*	Tr500	27.36	276.35	277.75	278.24	279.37	0.042868	5.64	4.85	4.60	1.75
Valecchi	560.*	Tr200	21.86	276.35	277.59	278.01	279.01	0.043191	5.27	4.15	4.54	1.76
Valecchi	560.*	Tr30	13.40	276.35	277.32	277.64	278.37	0.042445	4.55	2.95	4.09	1.71
Valecchi	550	Tr500	27.36	276.03	277.14	277.72	279.00	0.049231	6.04	4.53	4.32	1.88
Valecchi	550	Tr200	21.86	276.03	276.98	277.50	278.63	0.050638	5.69	3.84	4.24	1.91
Valecchi	550	Tr30	13.40	276.03	276.70	277.08	277.99	0.055528	5.02	2.67	4.11	1.99
Valecchi	535.*	Tr500	27.36	275.66	277.22	277.62	278.54	0.033339	5.07	5.39	5.24	1.60
Valecchi	535.*	Tr200	21.86	275.66	277.11	277.41	278.17	0.030163	4.58	4.78	5.11	1.51
Valecchi	535.*	Tr30	13.40	275.66	276.90	277.05	277.54	0.021547	3.54	3.78	4.61	1.25
Valecchi	520	Tr500	27.36	275.29	276.43	276.99	278.20	0.045782	5.88	4.65	4.36	1.82
Valecchi	520	Tr200	21.86	275.29	276.27	276.78	277.84	0.047271	5.56	3.93	4.27	1.85
Valecchi	520	Tr30	13.40	275.29	275.97	276.35	277.23	0.053733	4.97	2.70	4.13	1.96
Valecchi	480.*	Tr500	27.36	274.58	276.26	276.74	277.81	0.040687	5.52	4.96	4.77	1.73
Valecchi	480.*	Tr200	21.86	274.58	276.11	276.54	277.45	0.039320	5.14	4.26	4.43	1.67
Valecchi	480.*	Tr30	13.40	274.58	275.80	276.13	276.82	0.038441	4.47	3.00	3.76	1.60
Valecchi	440	Tr500	27.36	273.87	276.73	275.79	276.98	0.003340	2.23	12.28	6.01	0.50
Valecchi	440	Tr200	21.86	273.87	274.92	275.56	277.00	0.064558	6.39	3.42	3.49	2.06
Valecchi	440	Tr30	13.40	273.87	274.59	275.13	276.35	0.077442	5.88	2.28	3.34	2.27
Valecchi	430.*	Tr500	27.36	273.44	276.77	275.39	276.94	0.001945	1.82	15.03	6.51	0.38
Valecchi	430.*	Tr200	21.86	273.44	274.54	275.15	276.50	0.059400	6.21	3.52	3.46	1.97
Valecchi	430.*	Tr30	13.40	273.44	274.22	274.72	275.76	0.063230	5.50	2.44	3.31	2.05
Valecchi	420	Tr500	27.36	273.01	276.79	274.97	276.91	0.001236	1.53	17.88	6.98	0.31
Valecchi	420	Tr200	21.86	273.01	275.91	274.73	276.07	0.002183	1.79	12.21	5.94	0.40
Valecchi	420	Tr30	13.40	273.01	273.82	274.30	275.28	0.058220	5.36	2.50	3.28	1.96
Valecchi	410	Tr500	27.36	272.35	276.62	274.57	276.88	0.004059	2.22	12.31	3.79	0.39
Valecchi	410	Tr200	21.86	272.35	275.76	274.26	276.03	0.004790	2.31	9.45	2.97	0.41
Valecchi	410	Tr30	13.40	272.35	274.57	273.74	274.82	0.005540	2.23	6.00	2.83	0.49
Valecchi	400	Tr500	27.36	272.00	276.03	274.94	276.82	0.000539	3.92	6.98	2.27	0.62
Valecchi	400	Tr200	21.86	272.00	275.15	274.53	275.97	0.000785	4.01	5.45	1.99	0.72
Valecchi	400	Tr30	13.40	272.00	273.83	273.83	274.74	0.001789	4.22	3.17	1.92	1.00
Valecchi	350		Bridge									
Valecchi	300	Tr500	27.36	271.90	274.85	274.85	276.31	0.001536	5.37	5.10	5.05	1.00
Valecchi	300	Tr200	21.86	271.90	274.43	274.43	275.70	0.001627	4.99	4.38	4.82	1.00
Valecchi	300	Tr30	13.40	271.90	273.73	273.73	274.64	0.001797	4.23	3.17	4.36	1.00
Valecchi	200	Tr500	27.36	271.78	273.23	274.05	275.93	0.072931	7.27	3.76	3.40	2.21
Valecchi	200	Tr200	21.86	271.78	273.08	273.78	275.38	0.068667	6.71	3.26	3.25	2.14
Valecchi	200	Tr30	13.40	271.78	272.80	273.29	274.42	0.061106	5.63	2.38	2.98	2.01
Valecchi	100	Tr500	27.36	267.20	268.62	270.02	274.76	0.226533	10.98	2.49	2.19	3.28
Valecchi	100	Tr200	21.86	267.20	268.41	269.67	274.21	0.240702	10.67	2.05	2.06	3.42
Valecchi	100	Tr30	13.40	267.20	268.04	269.07	273.26	0.286651	10.12	1.32	1.83	3.80

2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018

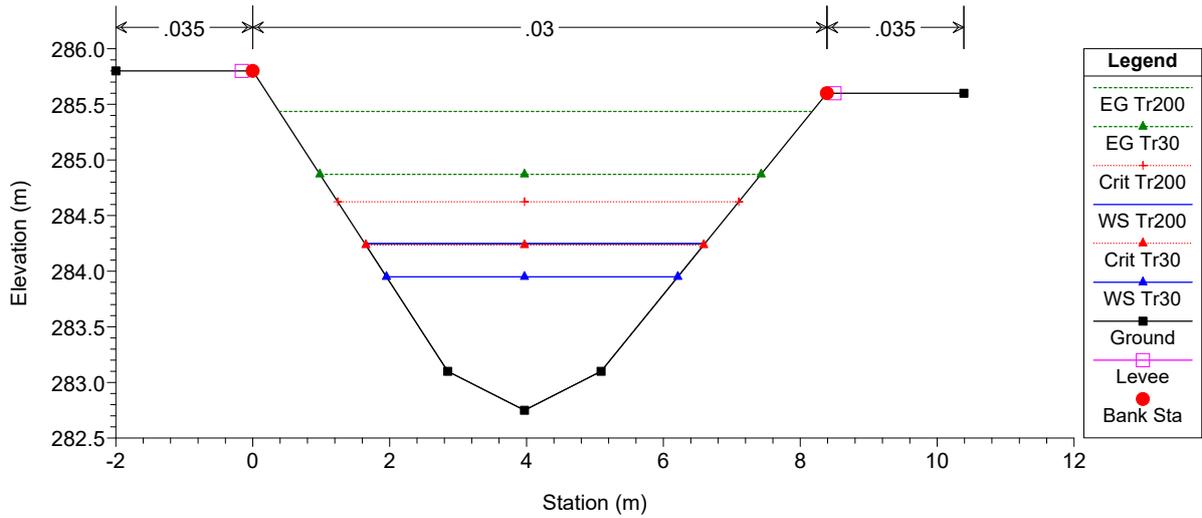
Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o

Valecchi Valecchi

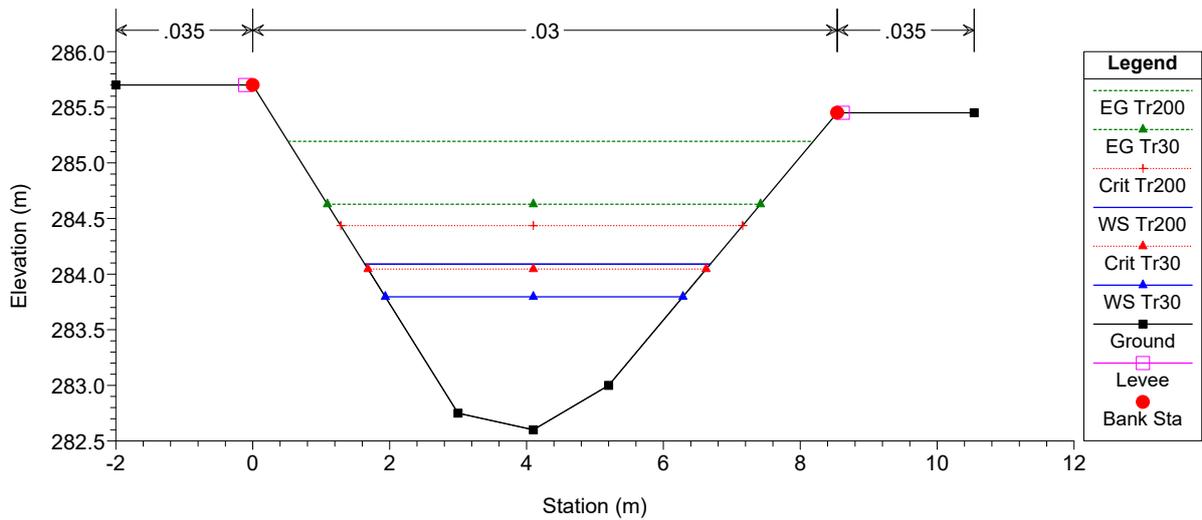
Legend	
EG Tr200	— (dotted green line)
EG Tr30	— (dotted blue line)
Crit Tr200	— (dotted red line)
Crit Tr30	— (dotted purple line)
WS Tr200	— (solid blue line)
WS Tr30	— (solid purple line)
Ground	— (solid black line)
Left Levee	— (solid pink line)
Right Levee	— (solid purple line)



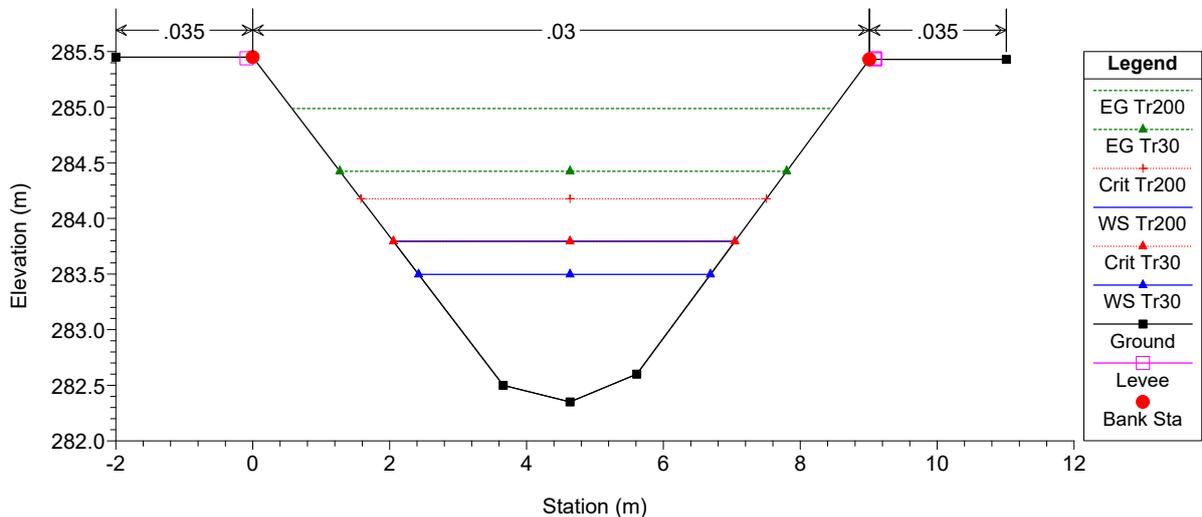
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o



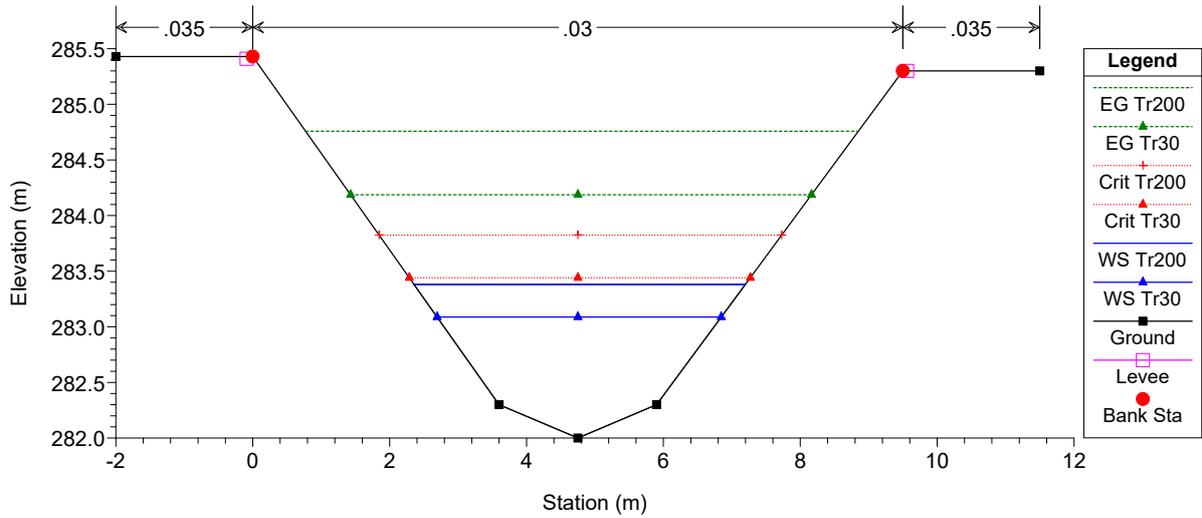
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o



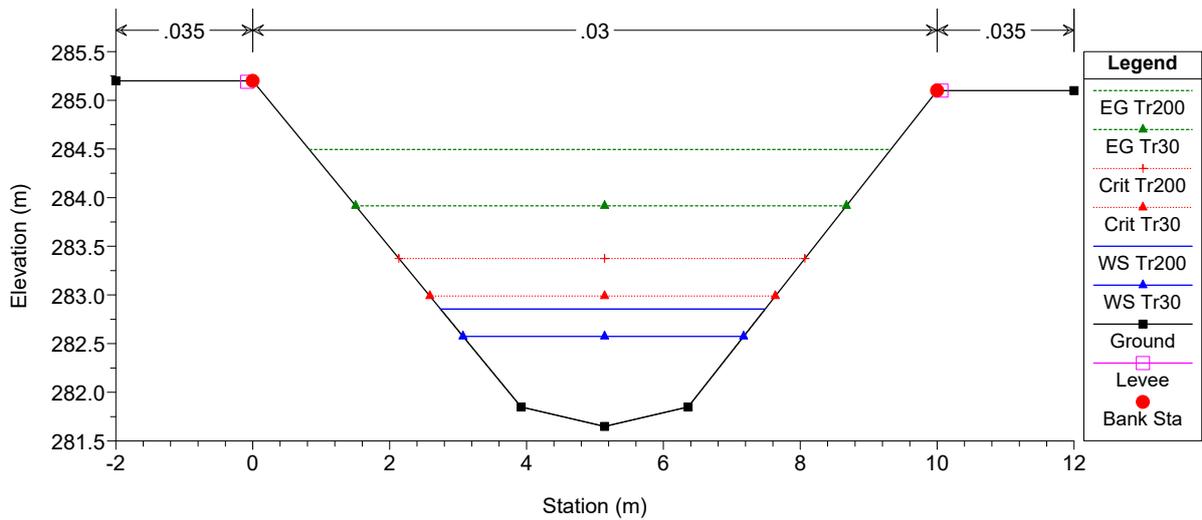
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o



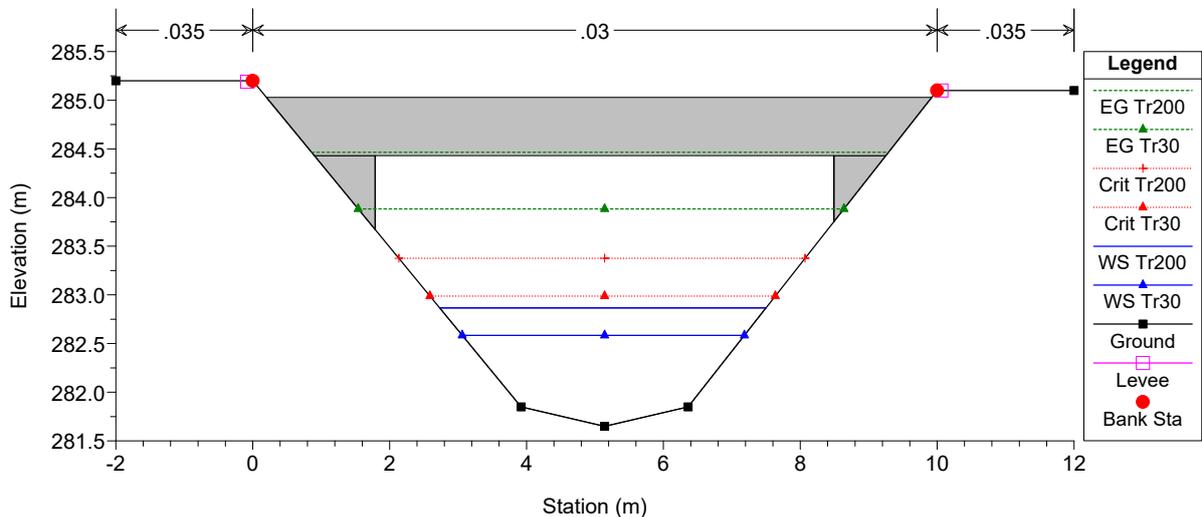
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o



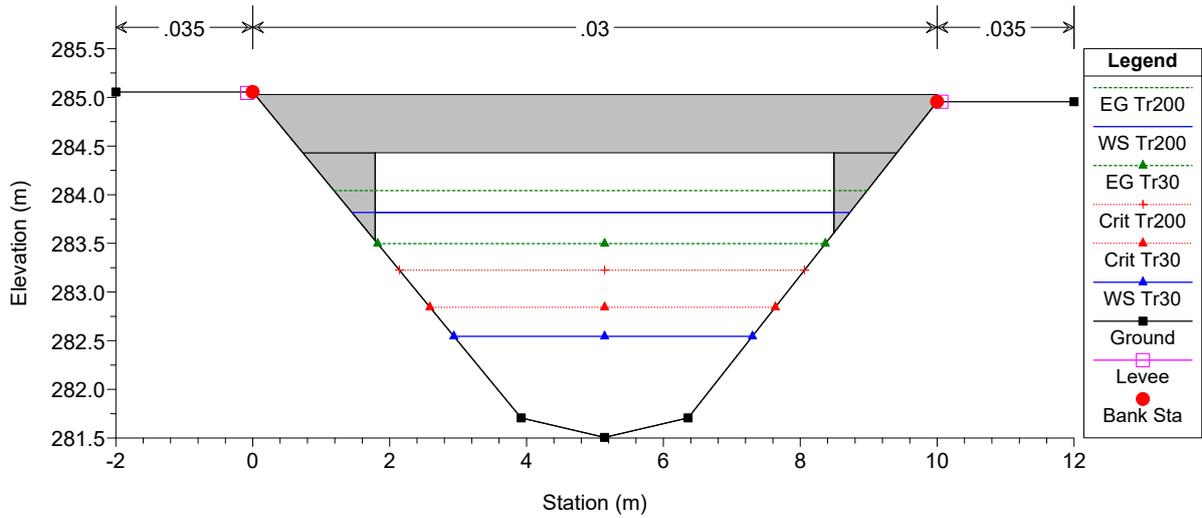
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o



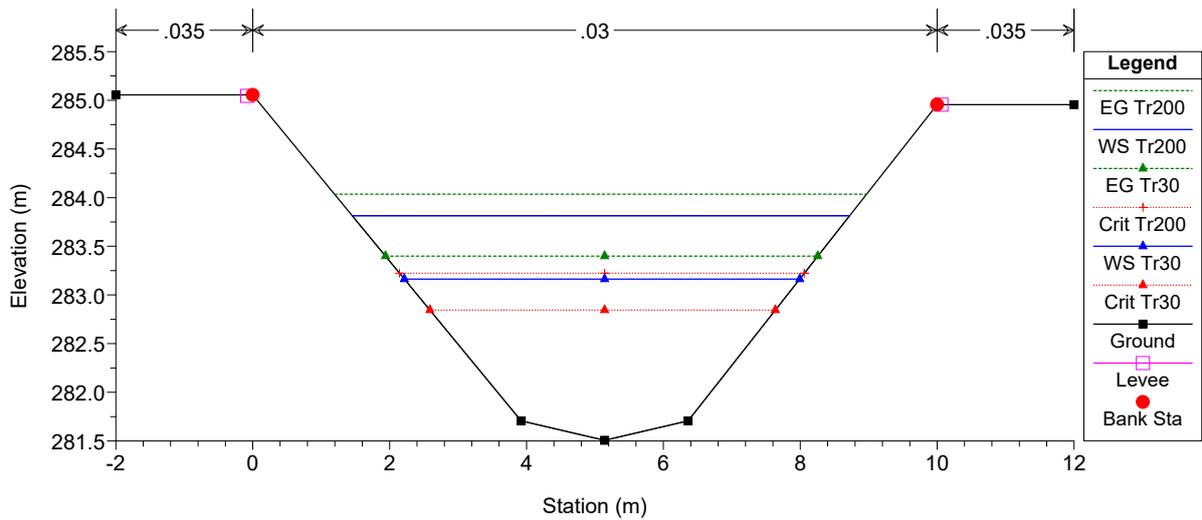
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o



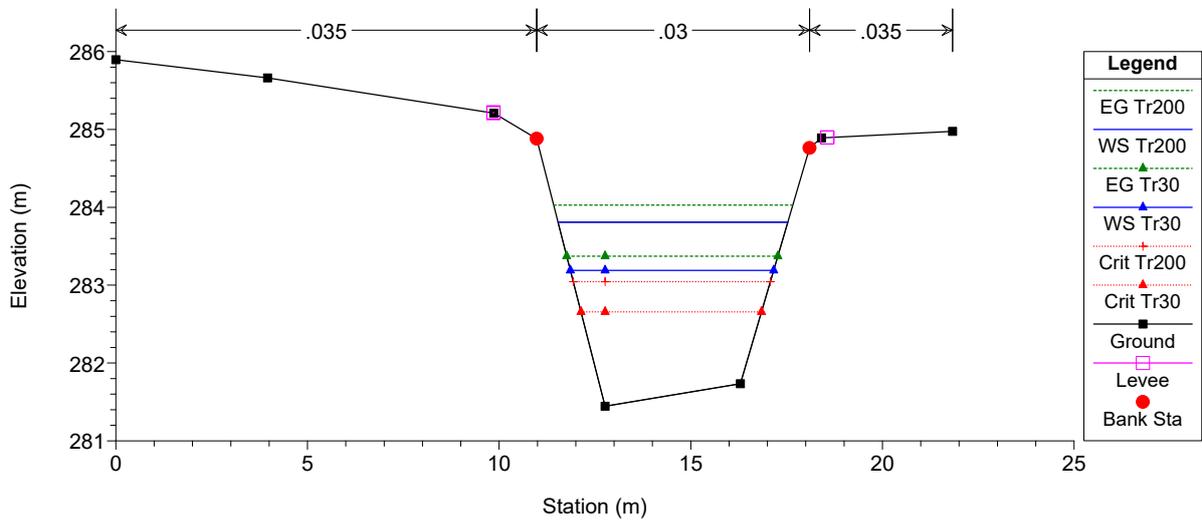
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o

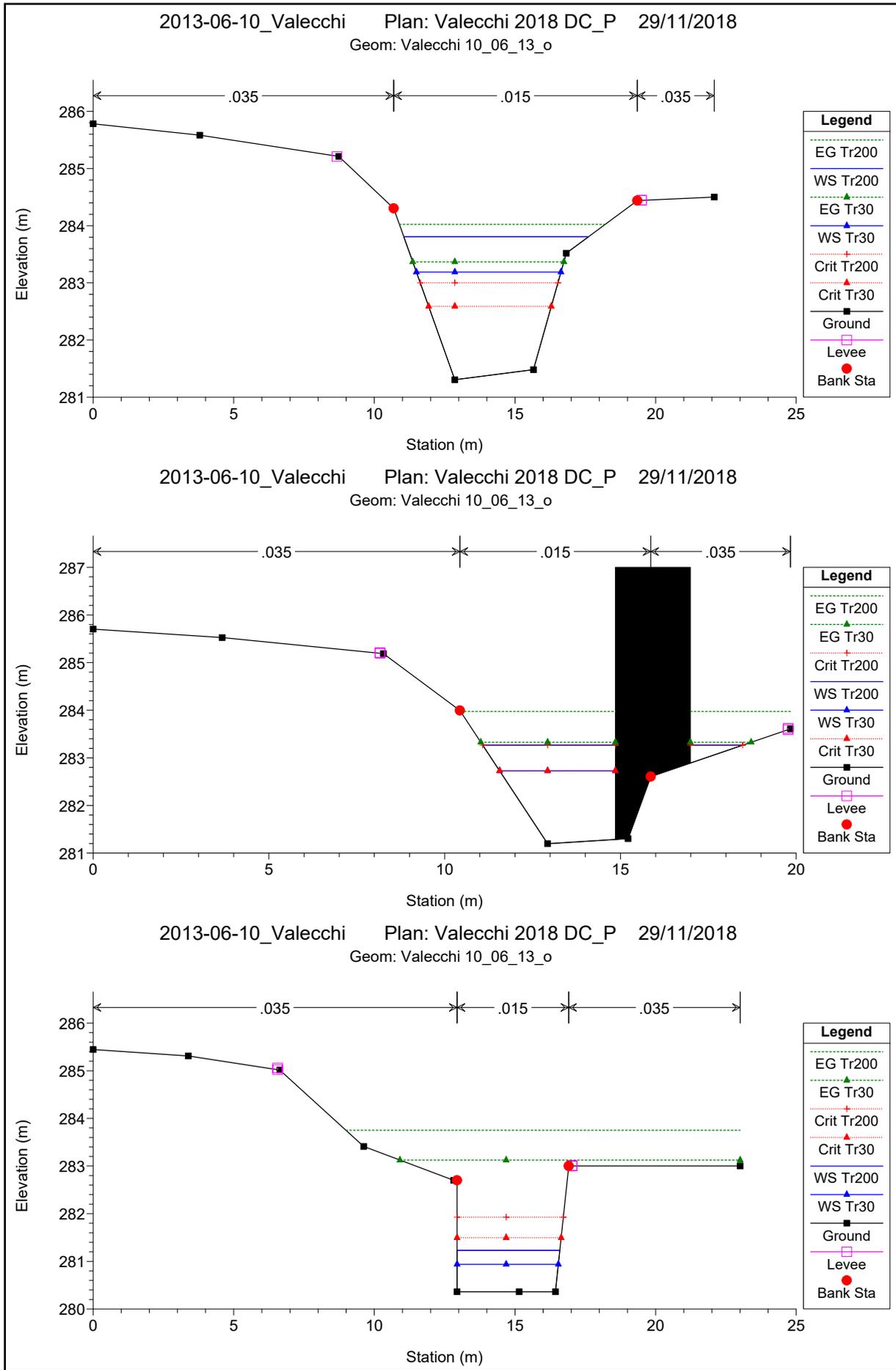


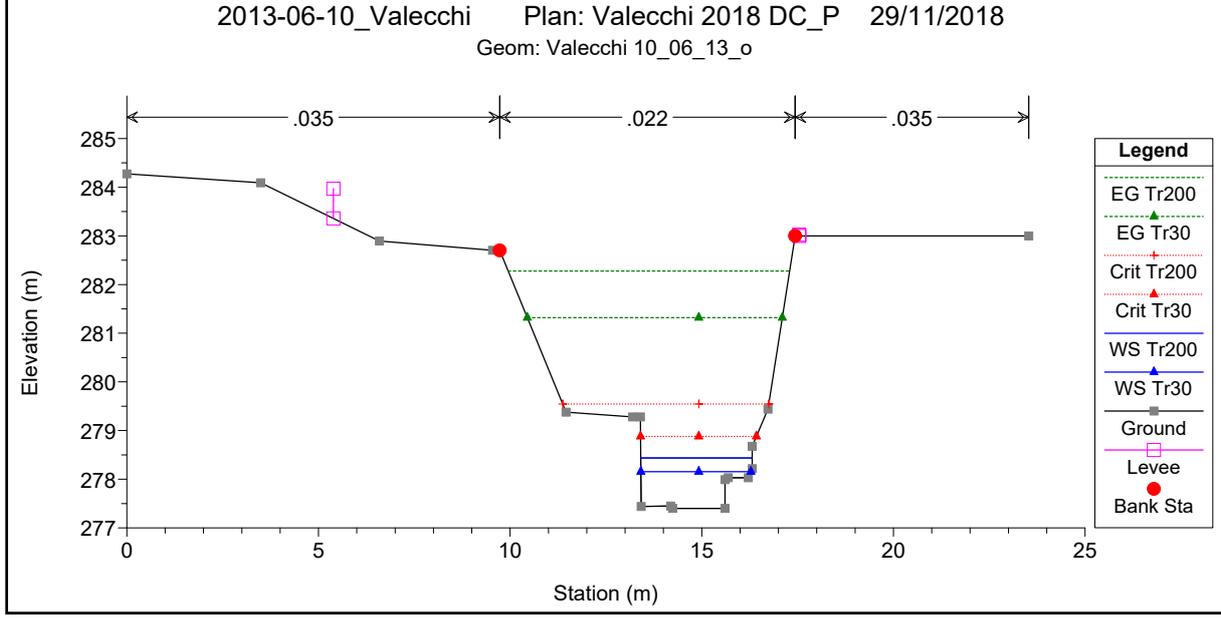
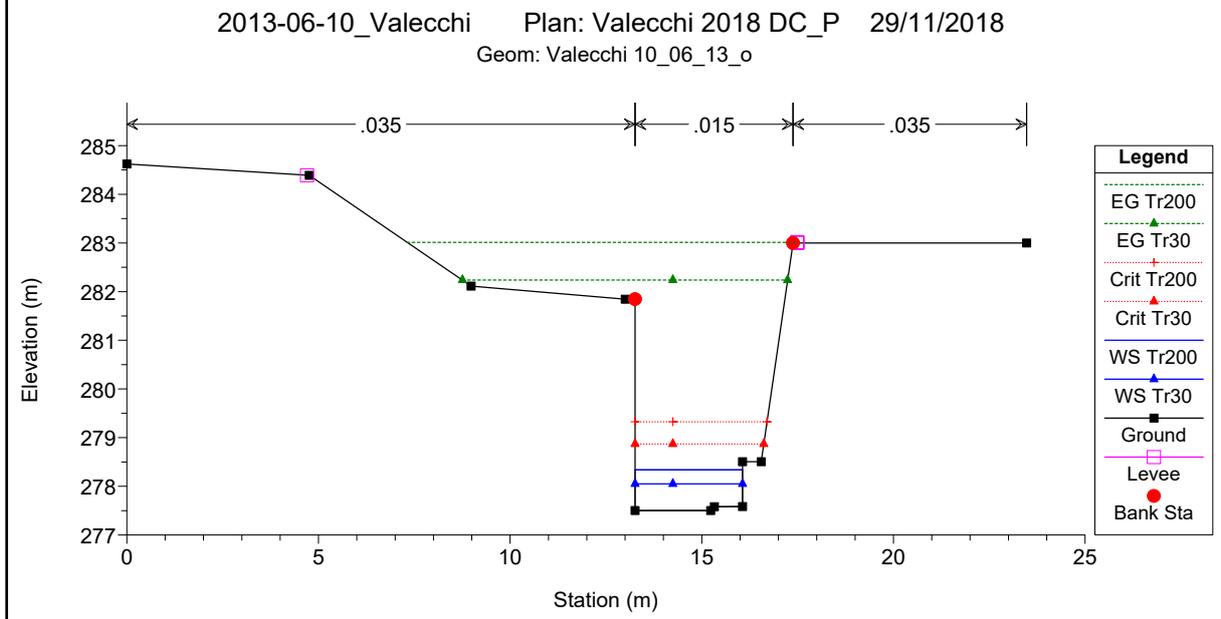
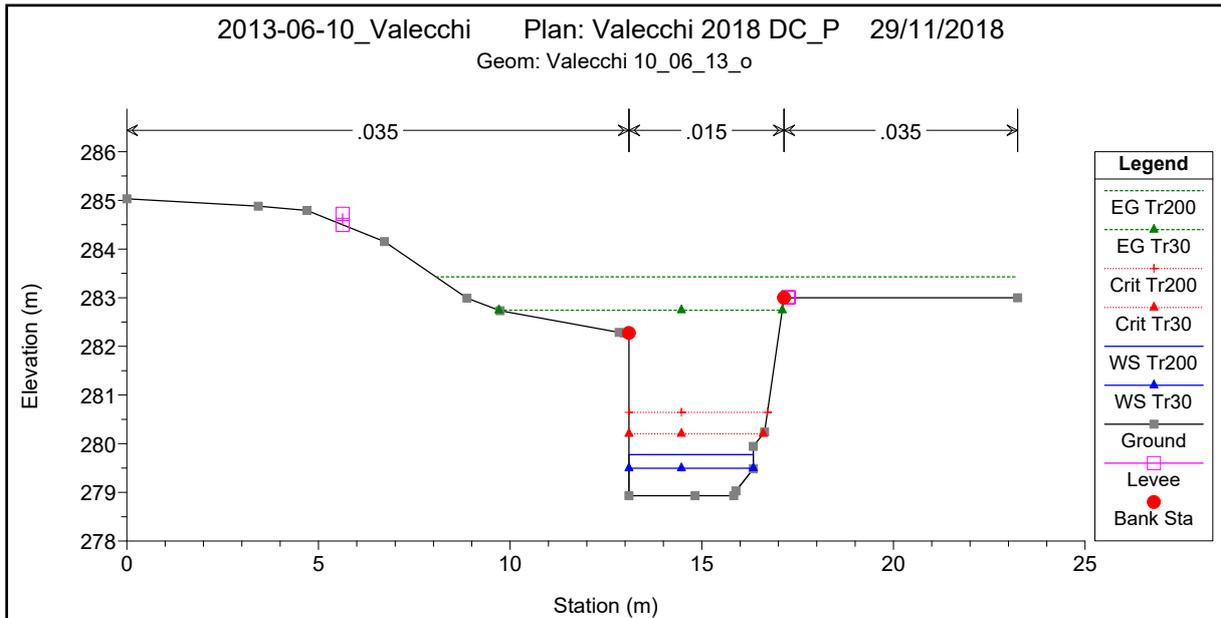
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o

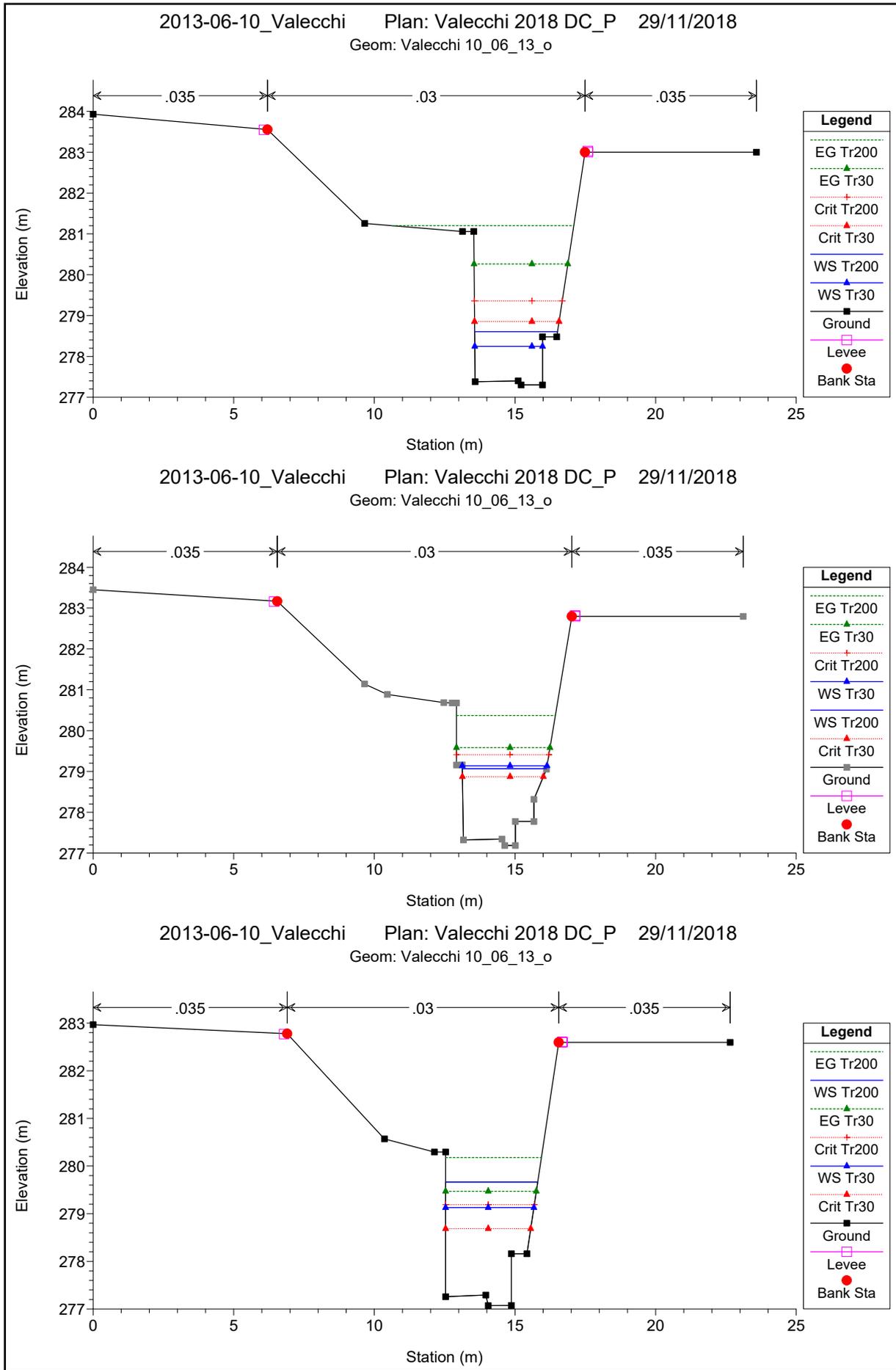


2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o

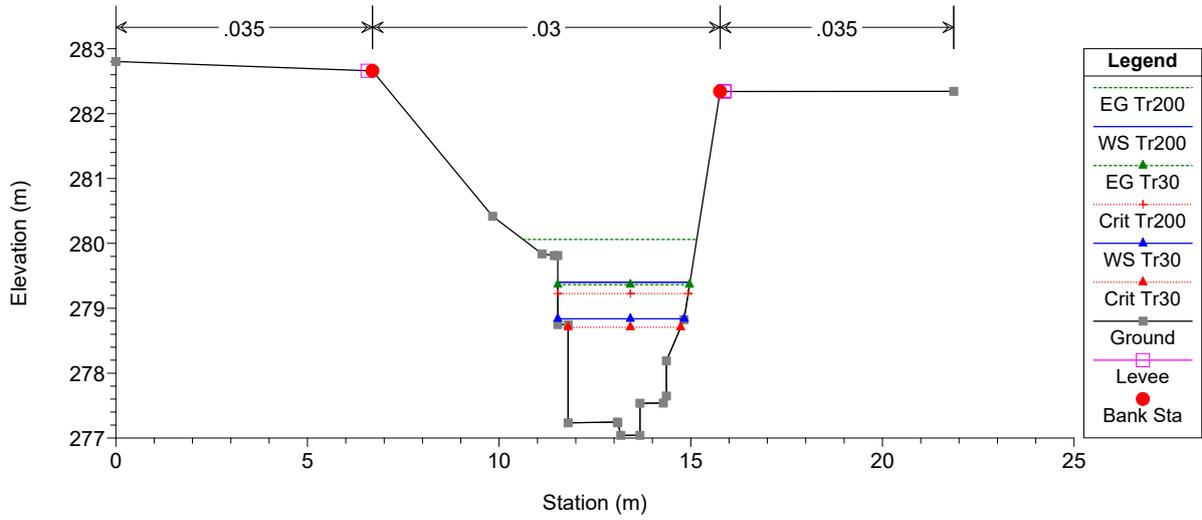




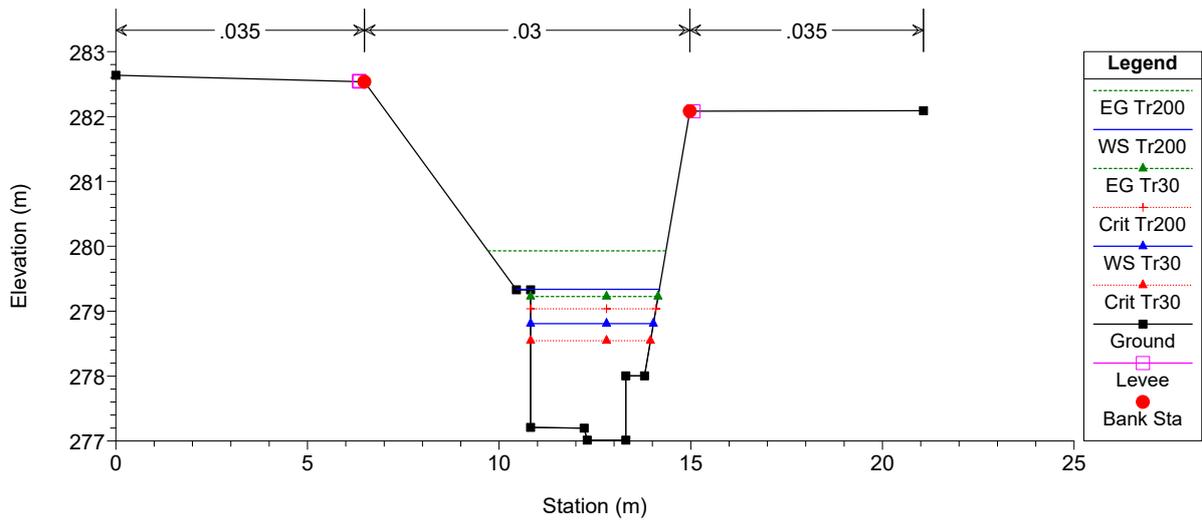




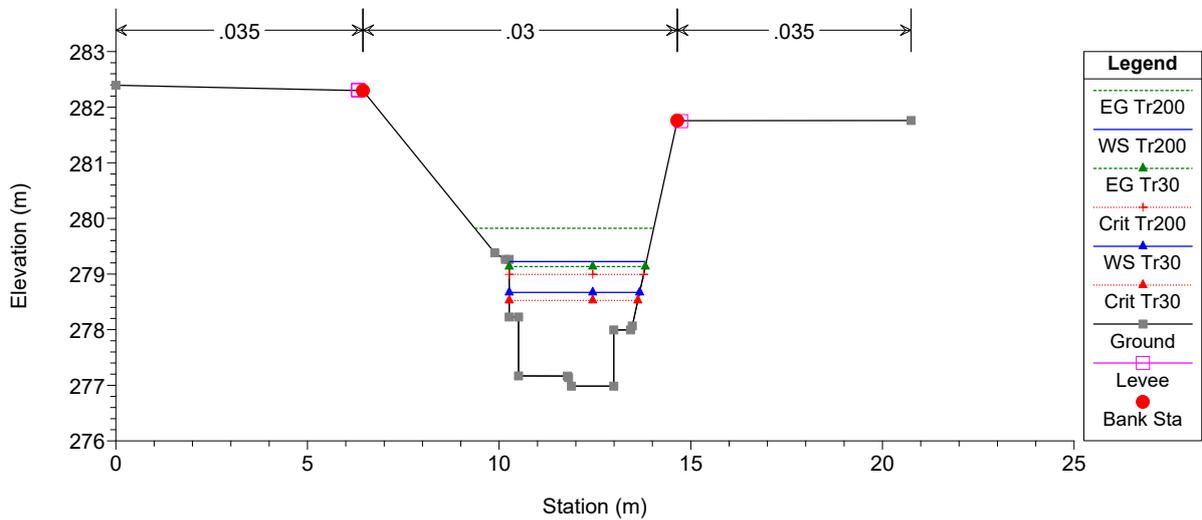
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o



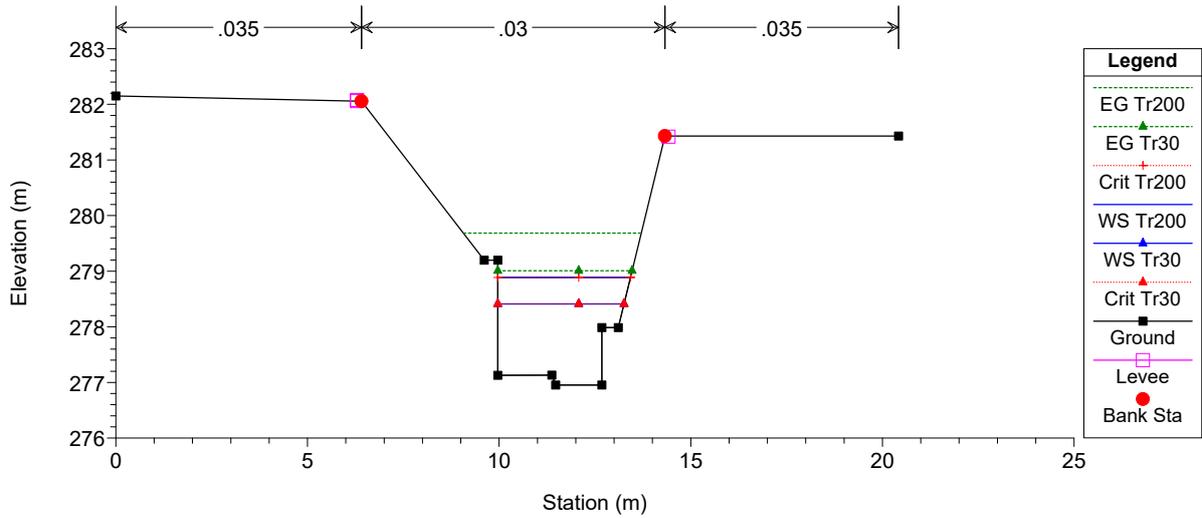
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o



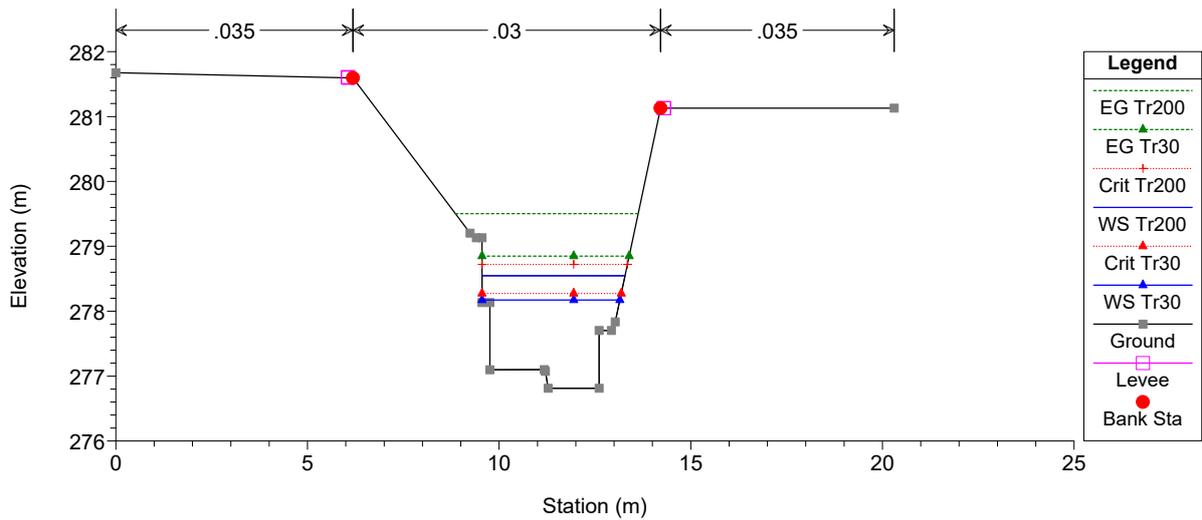
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o



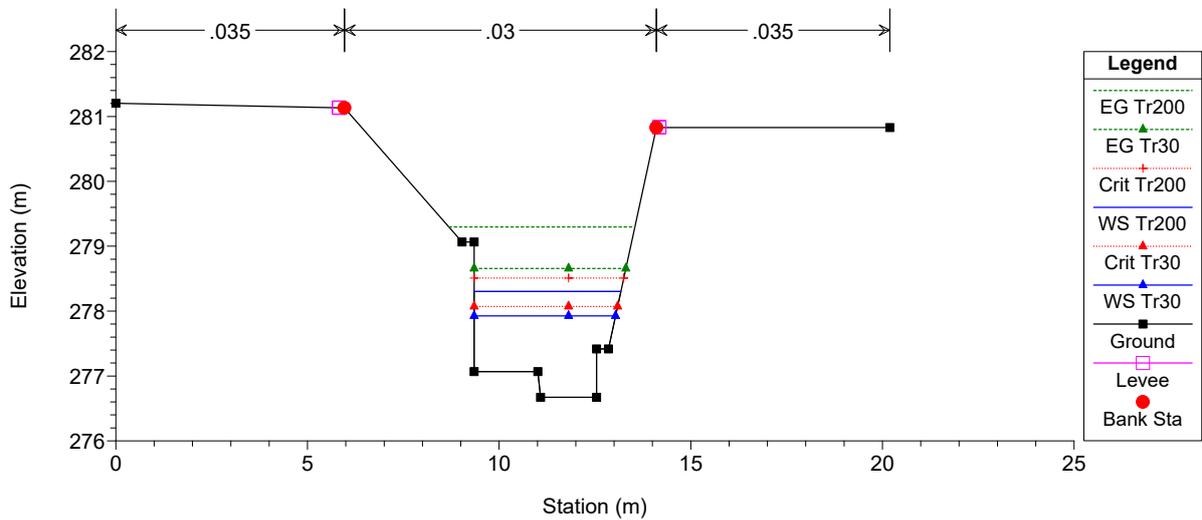
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o

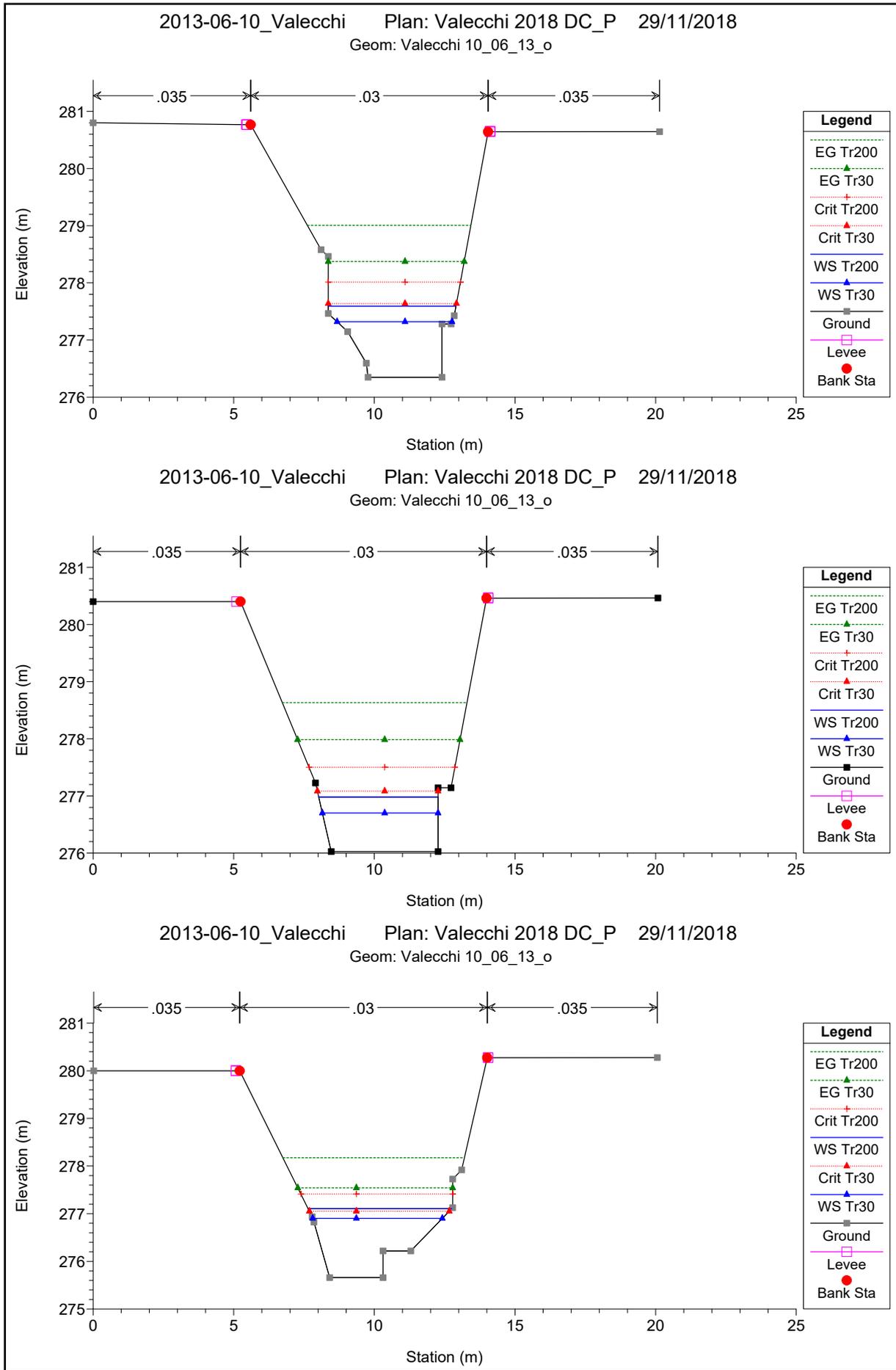


2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o

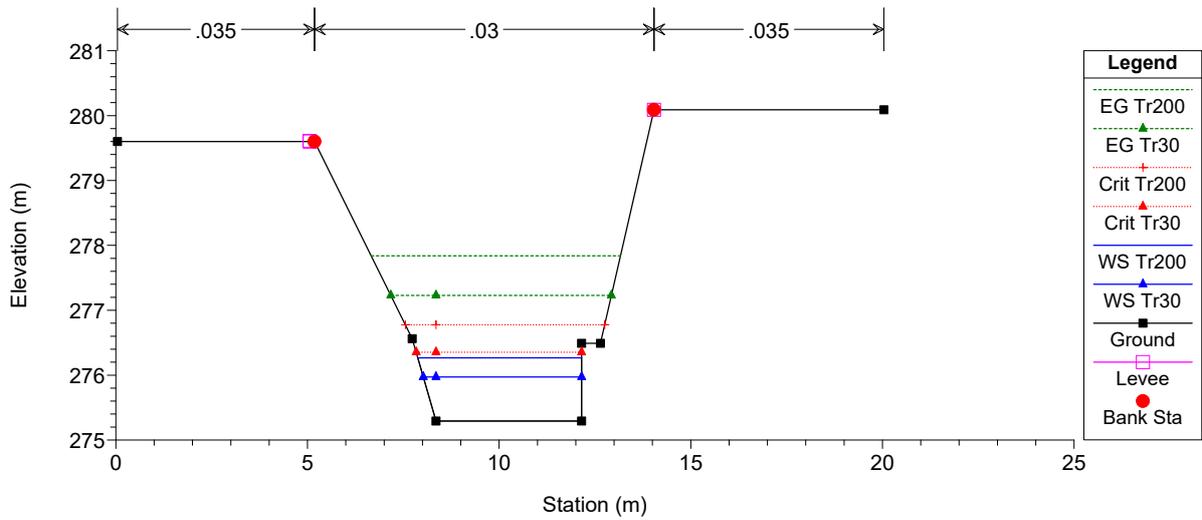


2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o

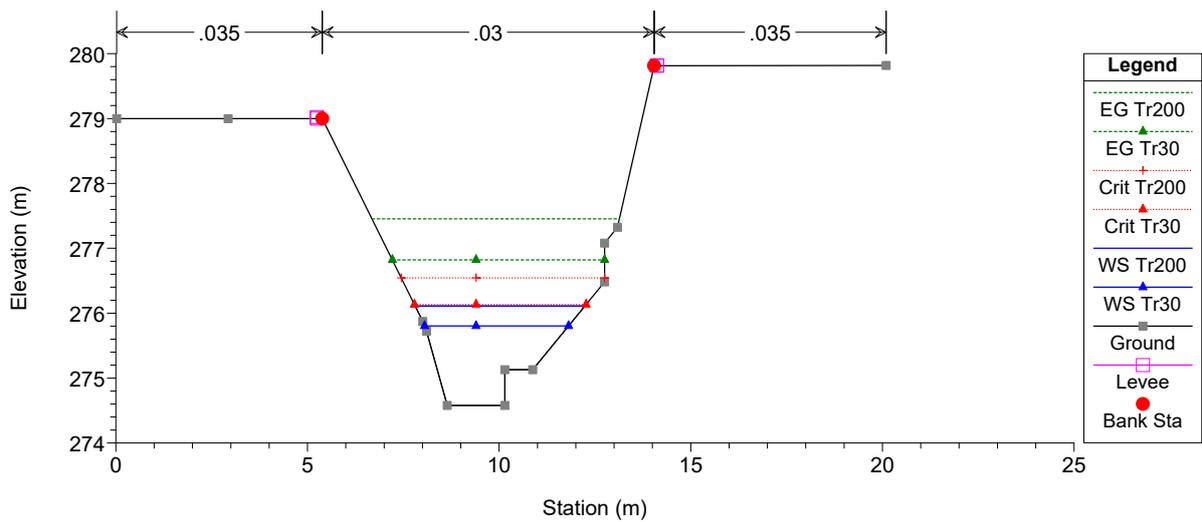




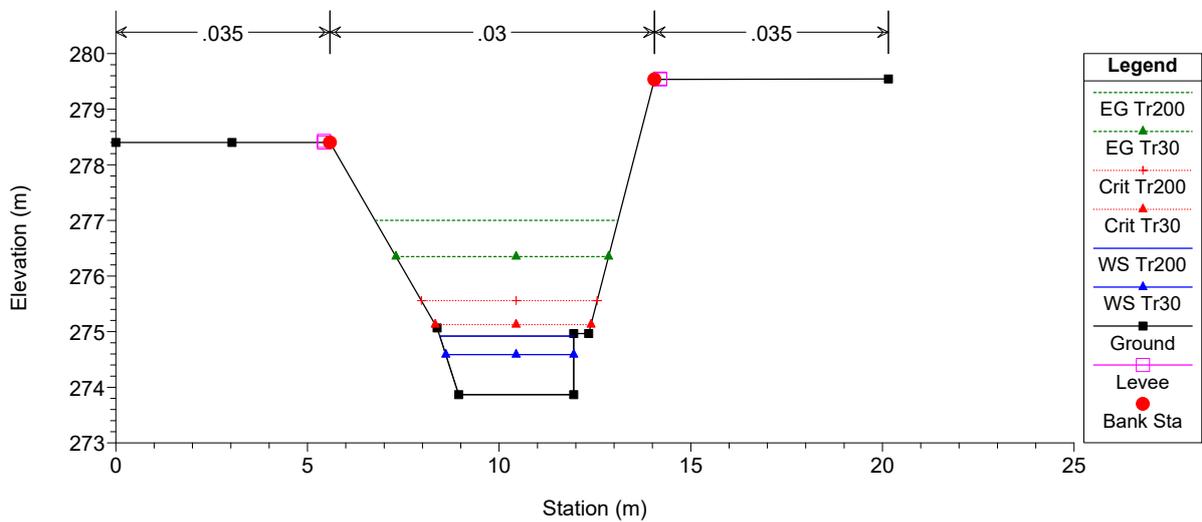
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o

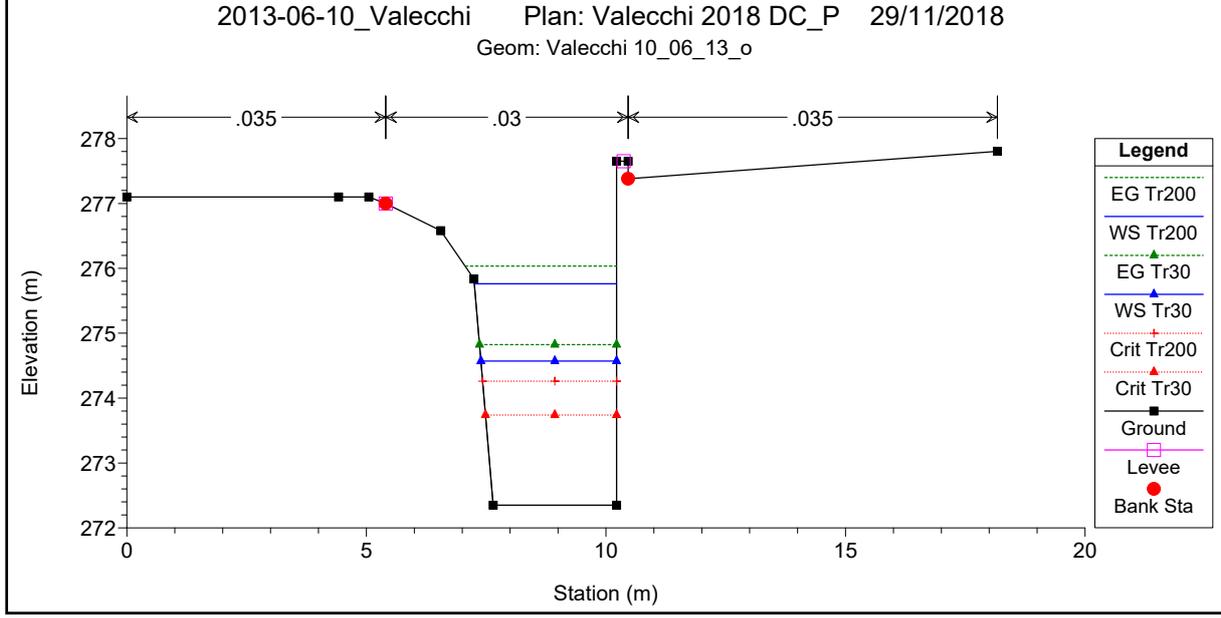
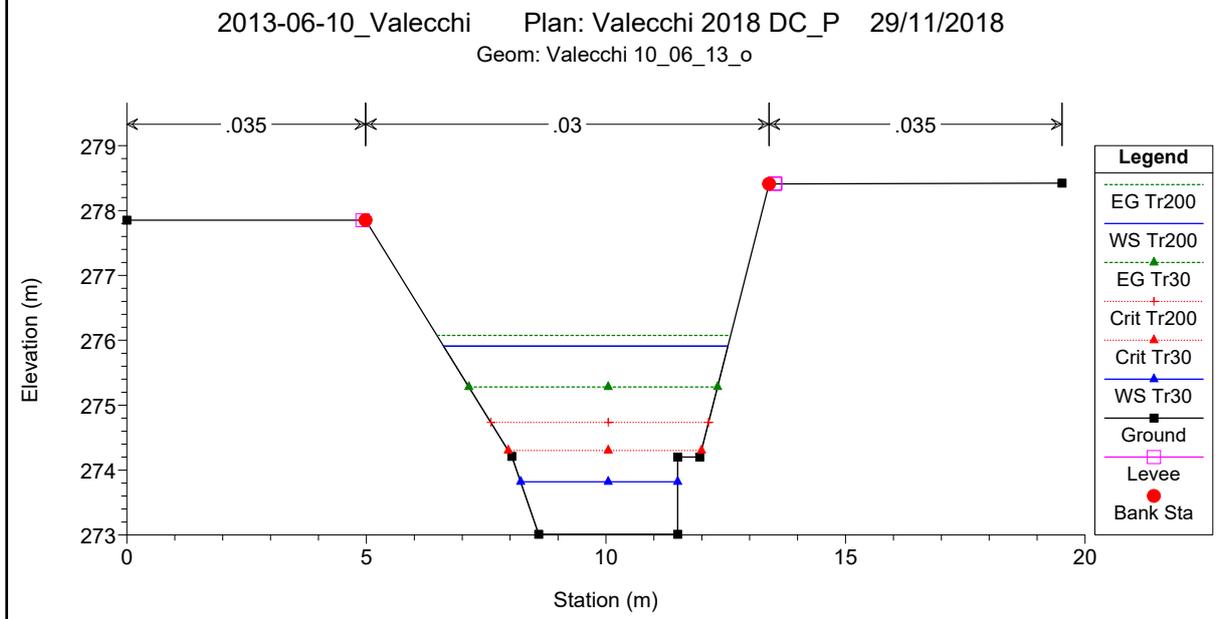
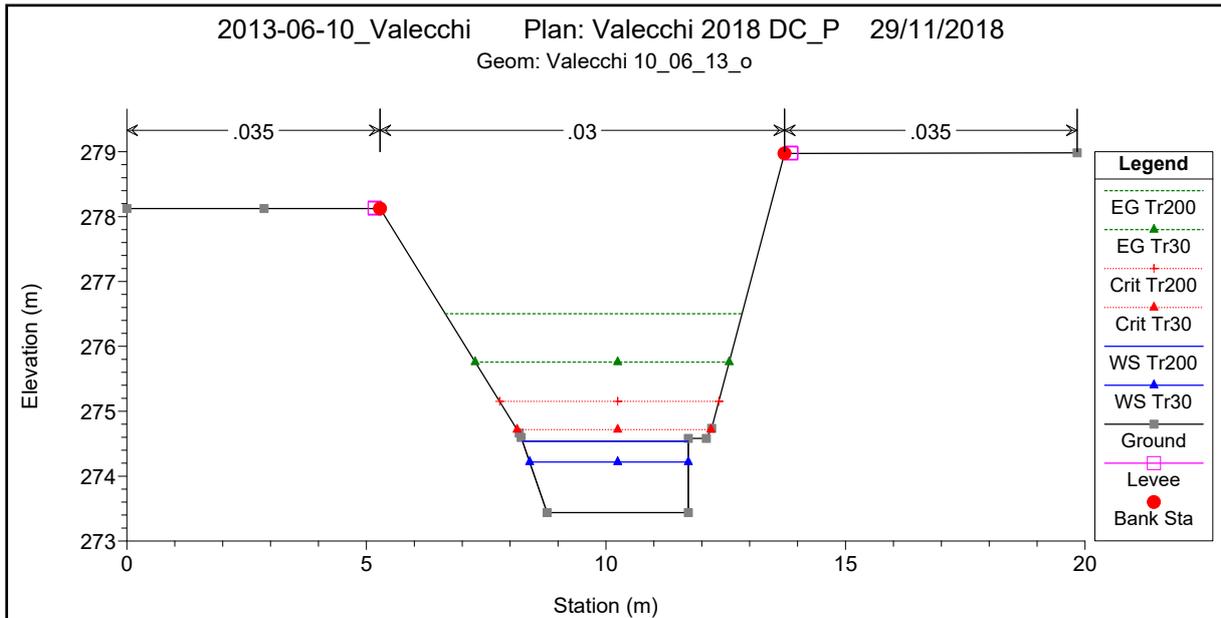


2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o

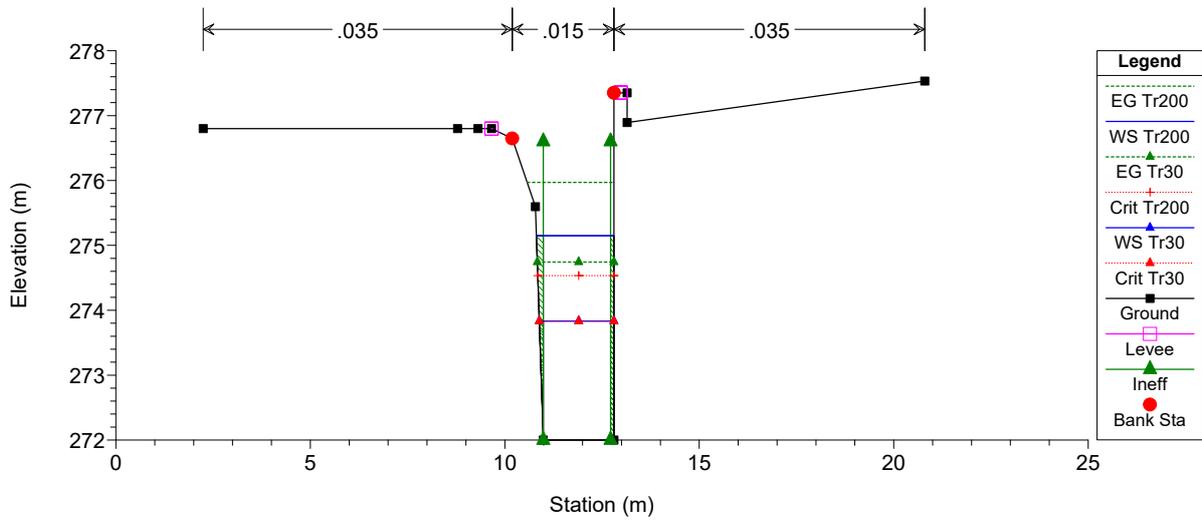


2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o

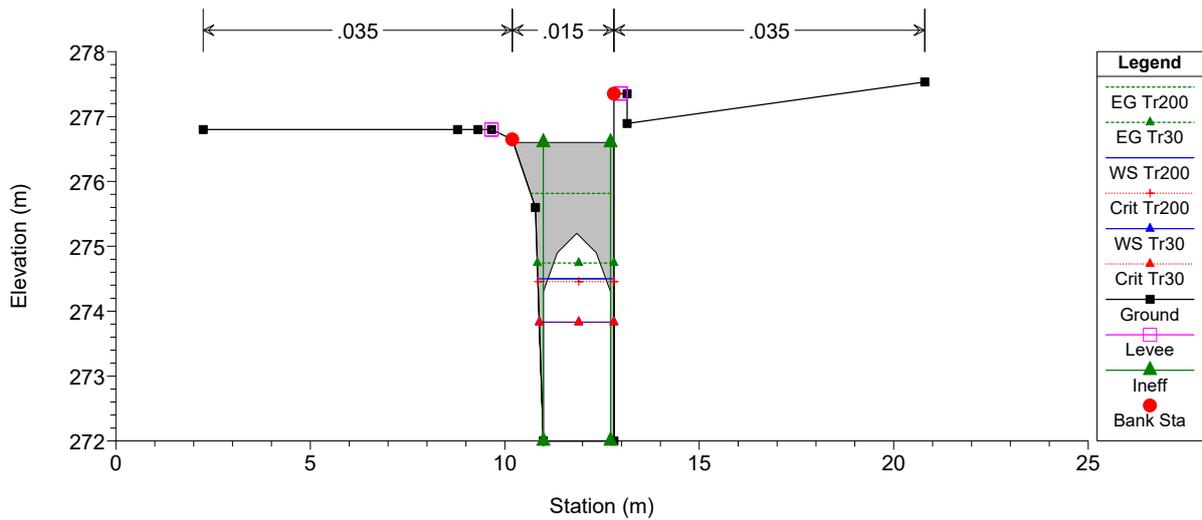




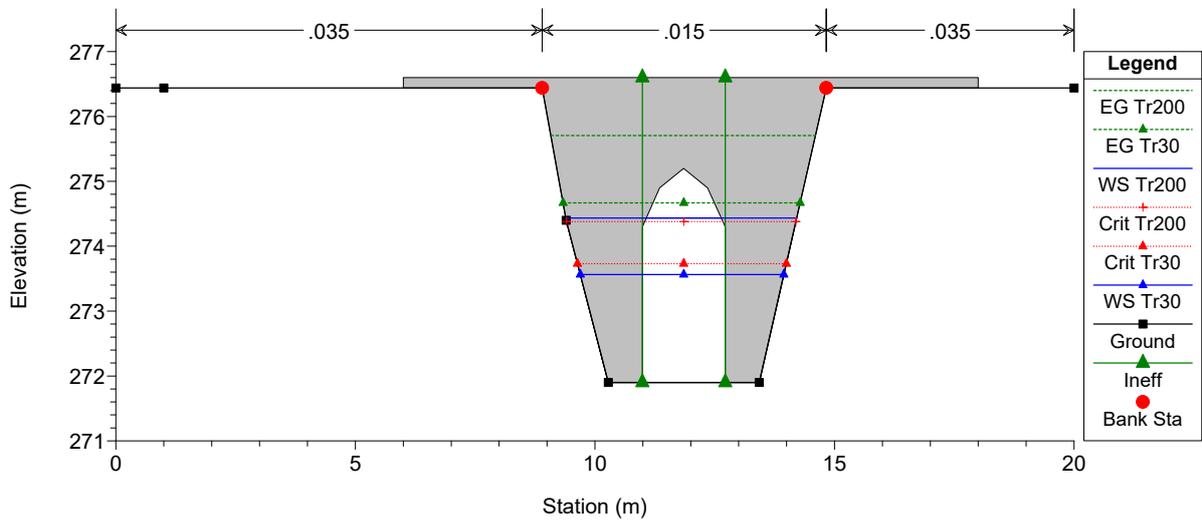
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o



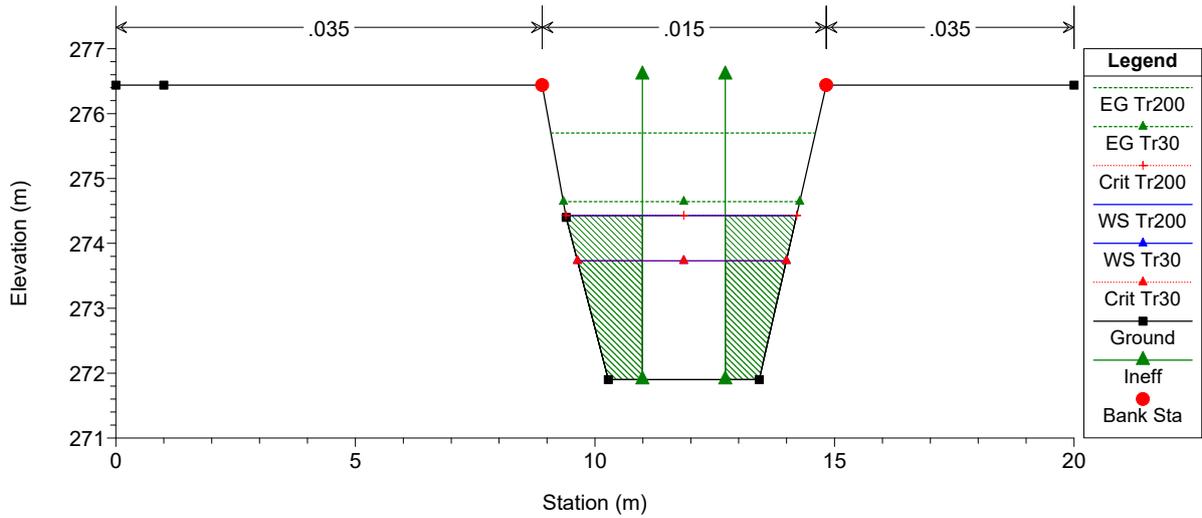
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o



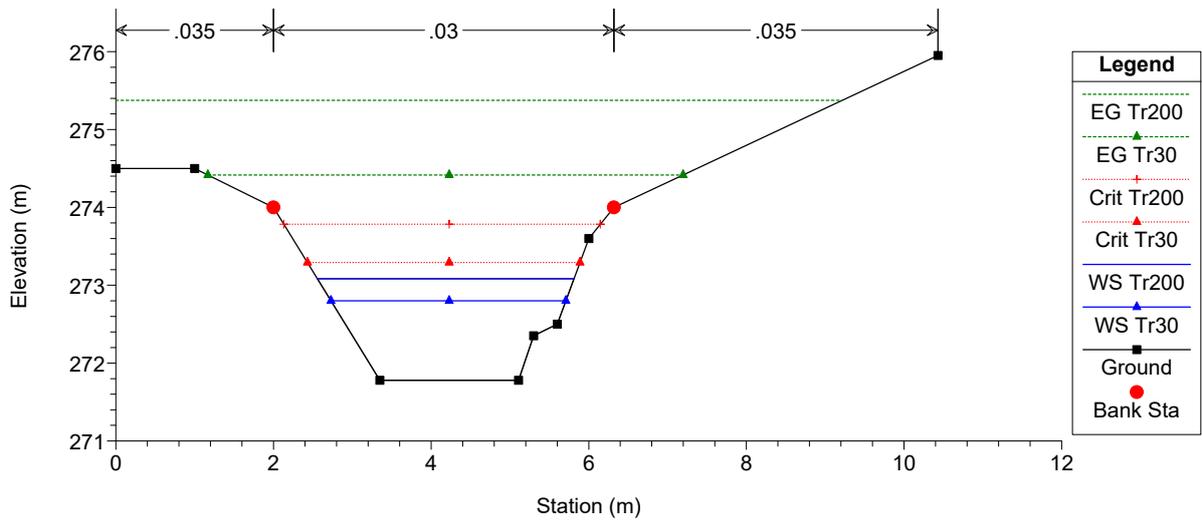
2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o



2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o



2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o



2013-06-10\_Valecchi Plan: Valecchi 2018 DC\_P 29/11/2018  
 Geom: Valecchi 10\_06\_13\_o

