

**COMUNE DI PONTASSIEVE**  
**RICHIESTA DI VARIANTE al R.U.C.**  
**ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 160/2010**

**Progetto di Ampliamento di un edificio**  
**a destinazione d'uso artigianale**

**Loc. via di Serravalle Molino del Piano Lottizzazione Industriale**  
**"MONTETRINI"**

**VERIFICHE IDRAULICHE**

Committenza: DINI srl MECCANICA PRECISIONE

01/03/2018



**1. INDICE**

<b>1.</b>	<b>INDICE</b>	<b>2</b>
<b>1.</b>	<b>MODELLO IDRAULICO</b>	<b>3</b>
1.1	Portate idrologiche	3
1.2	HEC-RAS: dati geometrici, condizioni al contorno	3
1.3	HEC-RAS: moto permanente	6
<b>2.</b>	<b>RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE</b>	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>ALLEGATO A – SEZIONI</b>	<b>13</b>
<b>3.</b>	<b>ALLEGATO B – RISULTATI VERIFICA IDRAULICA</b>	<b>16</b>

## 1. MODELLO IDRAULICO

### 1.1 PORTATE IDROLOGICHE

Le portate di progetto da utilizzare in ingresso al modello idraulico di moto permanente sono state ricavate dallo studio idrologico – idraulico condotto per lo stesso Torrente Sieci nell’ottobre 2008. Le portate furono stimate con il modello di piena stocastico-deterministico ALTO

Per la stima delle portate di progetto da utilizzare come input del modello idraulico si è fatto riferimento ai valori forniti dal modello di piena stocastico-deterministico ALTO (Tabella 1).

**Tabella 1. Risultati modello ALTO**

	<b>Qmax [m<sup>3</sup>/s]</b>
TR20 [m3/s]	75.286
TR30 [m3/s]	82.138
TR100 [m3/s]	105.123
TR200 [m3/s]	120.392

Le portate del modello ALTO (Tabella 1) sono state incrementate del 10% e quindi le portate utilizzate in ingresso al modello idraulico HEC – RAS sono le seguenti (Tabella 2)

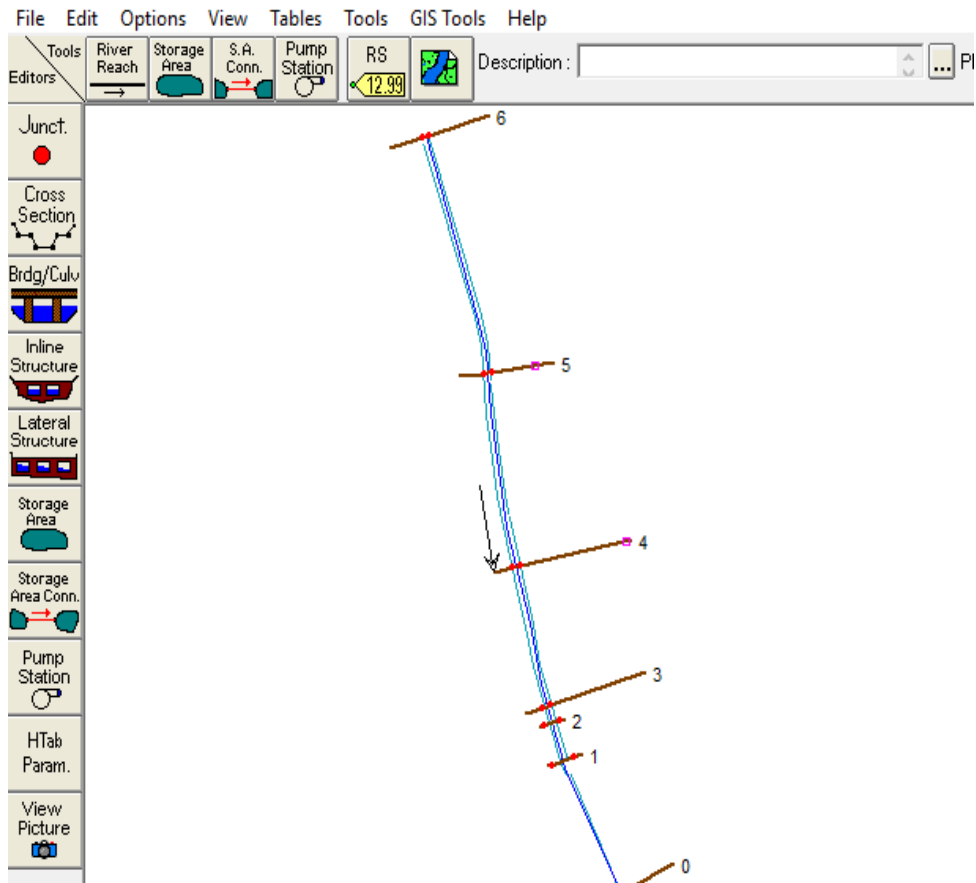
**Tabella 2. Portate in ingresso al modello idraulico HEC – RAS**

	<b>Qmax [m<sup>3</sup>/s]</b>
TR20 [m3/s]	83
TR30 [m3/s]	91
TR100 [m3/s]	116
TR200 [m3/s]	133

### 1.2 HEC-RAS: DATI GEOMETRICI, CONDIZIONI AL CONTORNO

Lo studio relativo al modello idraulico è stato eseguito utilizzando il programma HEC-RAS 4.1.0 (Hidrologic Engineering Service – River Analysis Sistem) distribuito da WRCS e prodotto per l’US Army Corps of Engineers. Questo software adotta una schematizzazione monodimensionale (variazioni graduali della sezione dell’alveo, limitata curvatura dei filetti liquidi, distribuzione della velocità pressoché uniforme nelle sezioni trasversali) su alveo assunto a fondo fisso.

Per l’implementazione del modello idraulico sono state utilizzate quattro sezioni rilevate (vedi allegato A) più tre sezioni rilevate a valle della zona di intervento per lo studio del 2008 (precisamente sezione 10, sezione 11 e sezione 12), per una lunghezza totale del tratto di studio di circa 500m (Figura 1). In base alle indicazioni del topografo, le quote delle sezioni 0 (sezione 10 studio 2008), 1 (sezione 11 studio 2008), 2 (sezione 12 studio 2008) **sono state diminuite di 0.85m per inserirle nel presente modello.**



**Figura 1. Localizzazione delle sezioni nel tratto esaminato**

Di queste sezioni sono stati inseriti i profili trasversali, le distanze relative, il coefficiente di scabrezza di Manning e i coefficienti di contrazione e di espansione secondo i valori di letteratura.

Le scabrezze nel corso d'acqua sono state assunte pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ , valore costante per l'intero tratto sia per l'alveo principale sia per le zone golenali (Figura 2). Tale valore corrisponde a ruscelli di montagna, nessuna vegetazione nel canale e con fondo di ghiaia, ciottoli e pochi massi (Tabella 3, fonte: V.T. Chow, D. Maidment, L.W Mays - Applied Hydrology, McGraw-Hill).

I coefficienti di espansione e contrazione utilizzati, definiti dall'andamento di variazione delle sezioni, sono indicati in Tabella 4.

**Tabella 3. Coefficienti di scabrezza di Manning in funzione delle caratteristiche del corso d'acqua**

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
<b>A. Natural Streams</b>			
<b>1. Main Channels</b>			
a. Clean, straight, full, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
f. Same as "d" but more stones	0.045	0.050	0.060
g. Sluggish reaches, weedy. deep pools	0.050	0.070	0.080
h. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stands of timber and brush	0.070	0.100	0.150
<b>2. Flood Plains</b>			
a. Pasture no brush			
1. Short grass	0.025	0.030	0.035
2. High grass	0.030	0.035	0.050
b. Cultivated areas			
1. No crop	0.020	0.030	0.040
2. Mature row crops	0.025	0.035	0.045
3. Mature field crops	0.030	0.040	0.050
c. Brush			
1. Scattered brush, heavy weeds	0.035	0.050	0.070
2. Light brush and trees, in winter	0.035	0.050	0.060
3. Light brush and trees, in summer	0.040	0.060	0.080
4. Medium to dense brush, in winter	0.045	0.070	0.110
5. Medium to dense brush, in summer	0.070	0.100	0.160
d. Trees			
1. Cleared land with tree stumps, no sprouts	0.030	0.040	0.050
2. Same as above, but heavy sprouts	0.050	0.060	0.080
3. Heavy stand of timber, few down trees, little undergrowth, flow below branches	0.080	0.100	0.120
4. Same as above, but with flow into branches	0.100	0.120	0.160
5. Dense willows, summer, straight	0.110	0.150	0.200
<b>3. Mountain Streams, no vegetation in channel, banks usually steep, with trees and brush on banks submerged</b>			
a. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	0.030	0.040	0.050
b. Bottom: cobbles with large boulders	0.040	0.050	0.070

**Tabella 4. Coefficienti di contrazione e espansione utilizzati nelle simulazioni (fonte: Manuale HEC-RAS)**

	Contrazione	Espansione
<b>Cambiamento graduale</b>	0.1	0.3
<b>Attraversamento di ponti</b>	0.3	0.5



**Figura 2. Foto tratto torrente Sieci studiato**

### **1.3 HEC-RAS: MOTO PERMANENTE**

HEC-RAS calcola i profili di corrente in moto permanente risolvendo, mediante procedura iterativa (standar step method), la seguente equazione del bilancio dell'energia fra due sezioni:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Dove:

$Y_1, Y_2$ : altezze idriche in corrispondenza delle sezioni 1 e 2;

$Z_1, Z_2$ : quote dei punti di talweg in corrispondenza delle sezioni 1 e 2;

$V_1, V_2$ : velocità medie;

$\alpha_1, \alpha_2$ : coefficienti di velocità;

$g$ : accelerazione di gravità;

$h_e$ : perdita di carico totale.

Le perdite di carico totale tra due sezioni, comprendenti sia le perdite distribuite, dovute al coefficiente di attrito, sia le perdite concentrate dovute ad allargamenti e restringimenti delle sezioni sono calcolate secondo la seguente equazione, dove L, S e C indicano rispettivamente la distanza tra le due sezioni, la perdita per attrito per unità di lunghezza e il coefficiente di espansione e contrazione.

$$h_e = LS + C \left| \frac{\alpha_2 U_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 U_1^2}{2g} \right|$$

La risoluzione di tale equazione richiede l'utilizzo di alcuni coefficienti: i coefficienti di contrazione e di espansione ed il coefficiente di attrito, rappresentato dal coefficiente di Manning.

Il coefficiente di scabrezza deriva dall'equazione del moto uniforme formulata da Manning:

$$U = \frac{R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}}{n}$$

dove:

$n$ : coefficiente di Manning;

$R$ : raggio idraulico;

$J$ : pendenza dell'alveo;

$U$ : velocità media della corrente.

## 2. RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE

I valori di portata inseriti per effettuare la verifica idraulica del tratto in esame sono quelli relativi in (Tabella 2) , e quindi:

- $Q (Tr=20) = 83 \text{ m}^3/\text{s};$
- $Q (Tr=30) = 91 \text{ m}^3/\text{s};$
- $Q (Tr=100) = 116 \text{ m}^3/\text{s};$
- $Q (Tr=200) = 133 \text{ m}^3/\text{s};$

La simulazione è stata effettuata specificando il regime di corrente mista (*Mixed*), lasciando al software il compito di individuare i tratti di corrente lenta e veloce in base all'altezza critica. Come condizione al contorno a monte è stata impostata l'altezza di moto uniforme (*Normal Depth*) con pendenza desunta dal locale profilo dell'alveo pari a 0.019. Come condizione a valle sono stati imposti i livelli ottenuti dallo studio del 2008 sulla sezione 10 al variare del tempo di ritorno (*Known WS*). **Al fine di uniformare le quote con il rilievo effettuato nel presente studio le quote sono state abbassate di 0.85m sulla base delle indicazioni del topografo** (Tabella 5)

**Tabella 5. Livelli inseriti come condizione di valle**

	<b>Known WS [m]</b>
TR20 [m <sup>3</sup> /s]	112.49
TR30 [m <sup>3</sup> /s]	112.62
TR100 [m <sup>3</sup> /s]	112.95
TR200 [m <sup>3</sup> /s]	113.13

I risultati del modello HEC-RAS delle portate con  $Tr=20$  anni (Figura 13), con  $Tr=30$  anni (Figura 14),  $Tr=100$  anni (Figura 13) e con  $Tr=200$  anni (Figura 14) sono riportate di seguito (valori in Tabella 6).



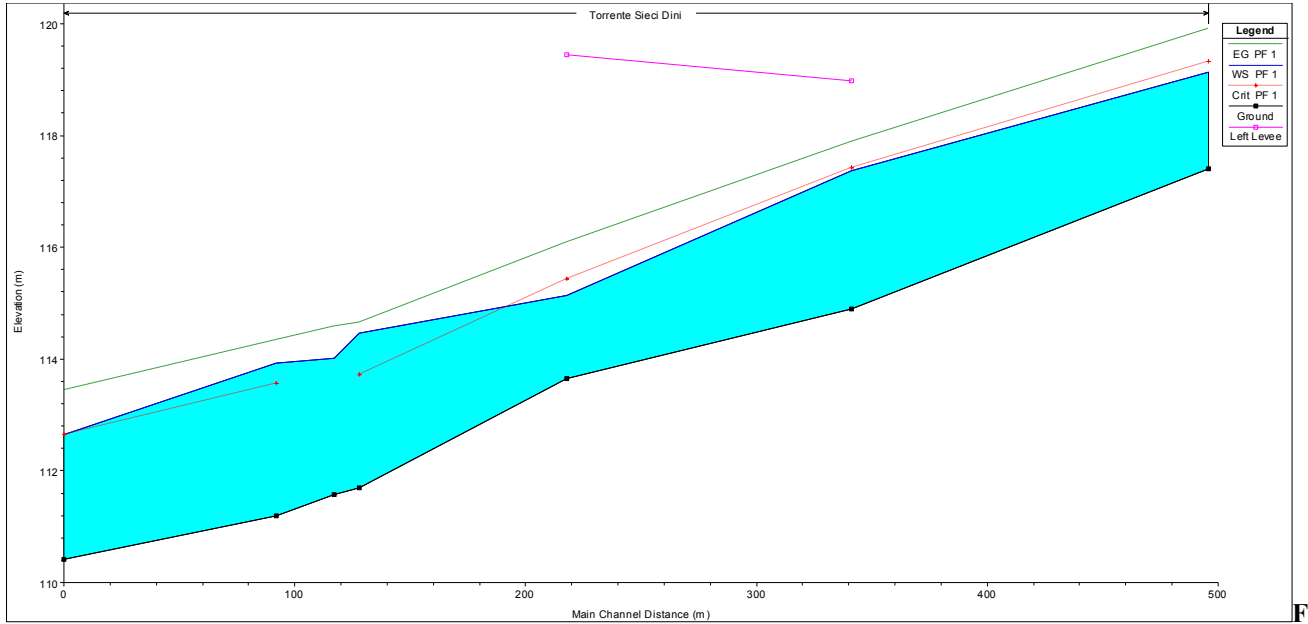


figura 3. Profilo longitudinale risultante dalla simulazione in moto permanente  $Tr=20$ anni

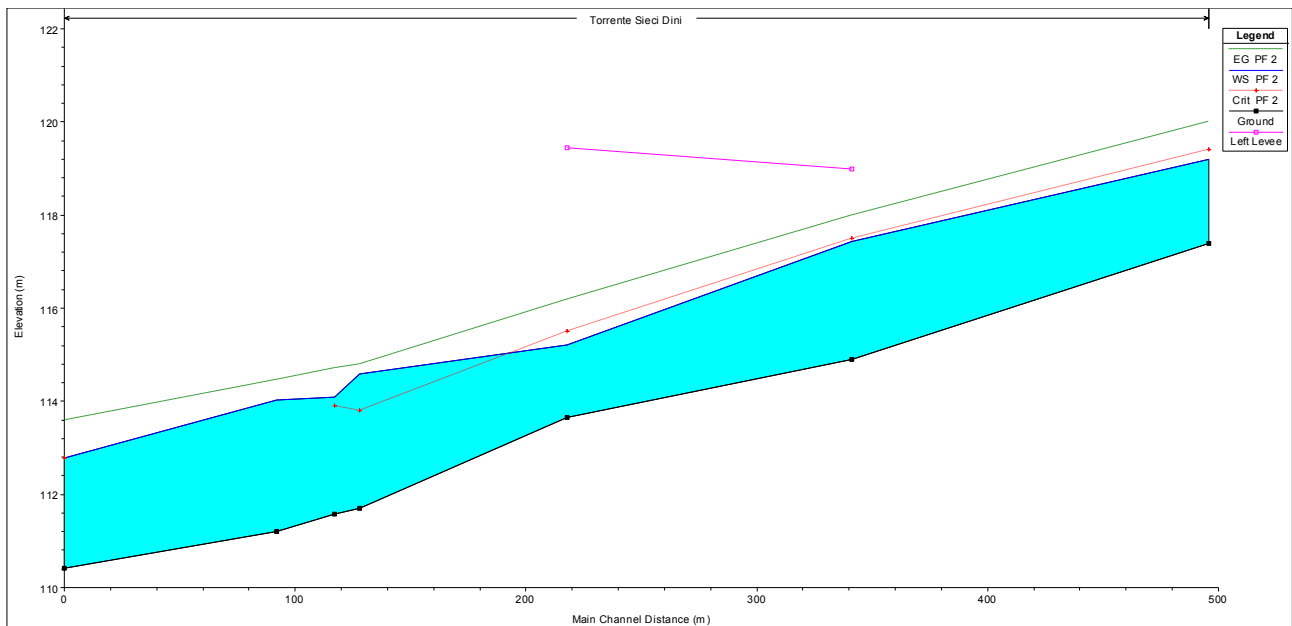


Figura 4. Profilo longitudinale risultante dalla simulazione in moto permanente  $Tr=30$ anni

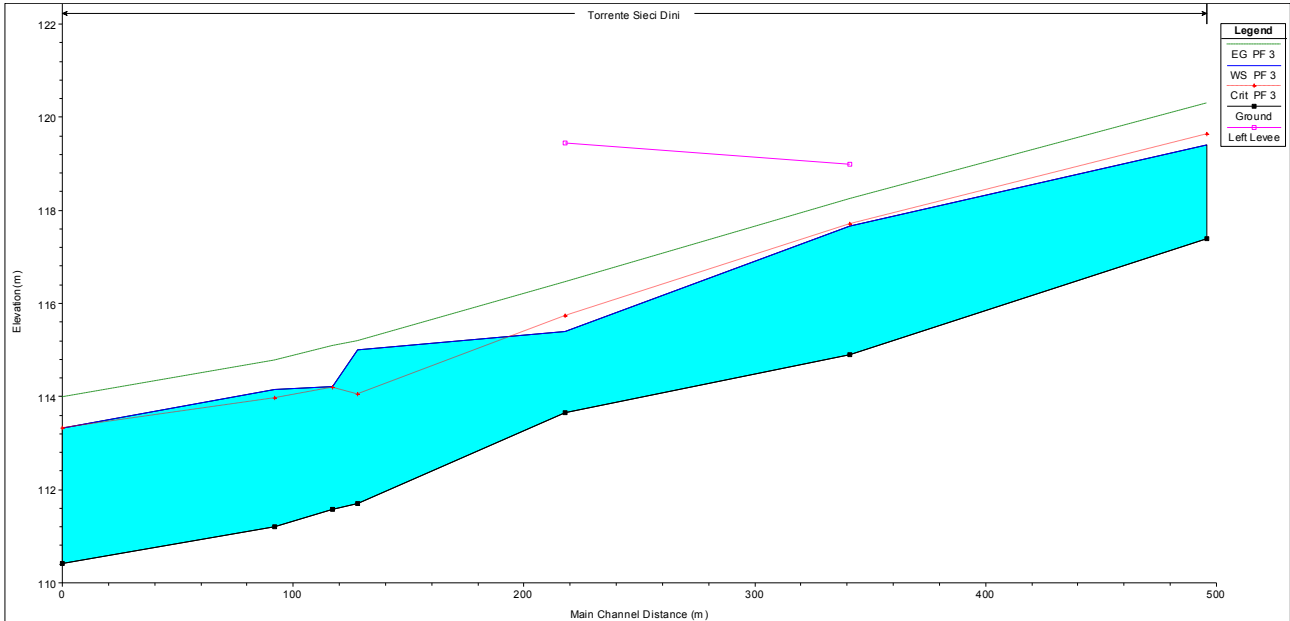


Figura 5. Profilo longitudinale risultante dalla simulazione in moto permanente  $Tr=100$ anni

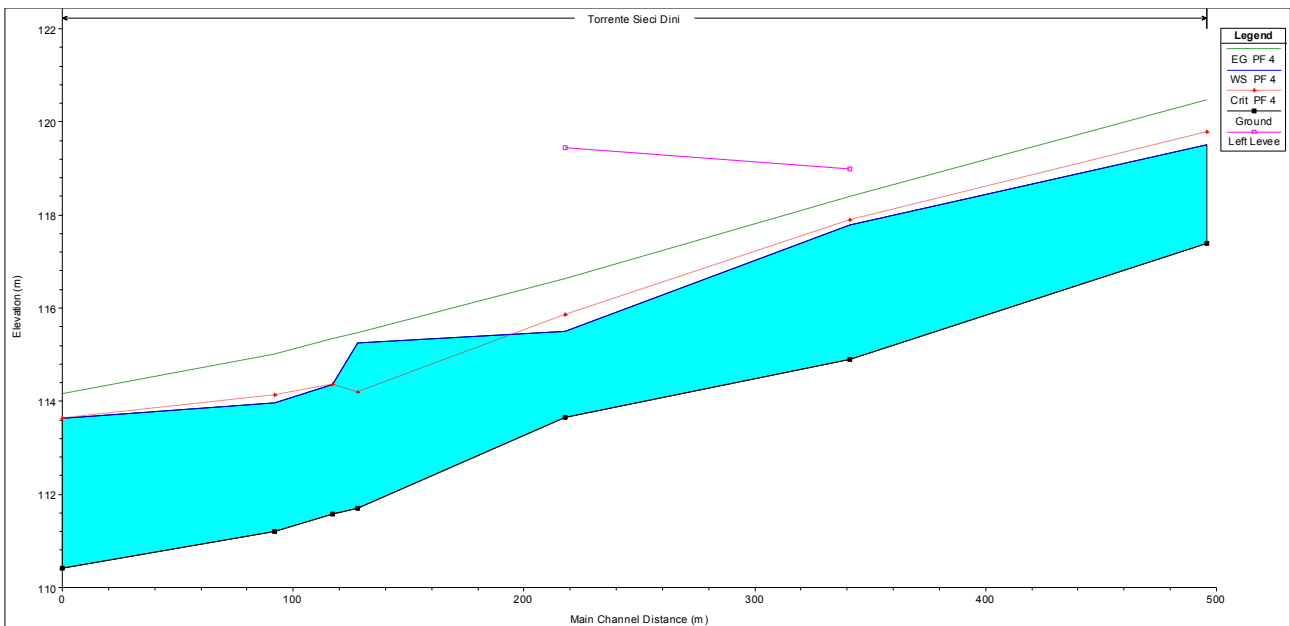


Figura 6. Profilo longitudinale risultante dalla simulazione in moto permanente  $Tr=200$ anni

Analizzando in dettaglio il deflusso lungo il tratto di studio si nota come la corrente si mantenga veloce fino alla sezione 4 (corrispondente alla zona di intervento), dopo la quale la corrente diventa lenta, in coerenza con lo studio del 2008.

La sezione del corso d'acqua risulta di dimensioni esigue lungo tutto il tratto ed in base alle simulazioni idrauliche risulta insufficiente a partire già dagli eventi con tempo di ritorno più basso (20 anni), in quanto i livelli idrici raggiunti in ogni sezione dello studio idraulico risultano superiori alla quota delle sponde (Figura 14-Figura 20). La morfologia incassata della valle in cui scorre questo tratto del Torrente Sieci però limita le aree di scorrimento del corso d'acqua stesso, mantenendolo comunque abbastanza raccolto alle scarpate e campi limitrofi, evitando così che vengano interessate le infrastrutture viarie e gli edifici presenti.

Infatti il piede della strada risulta avere un franco rispetto al livello raggiunto con la portata 200ennale (tempo di ritorno più alto simulato) di 1.45m nella sezione 6 (sezione C-C del rilievo), di 1.20m nella sezione 5 (sezione B-B del rilievo), di 1.50m nella sezione 4 (sezione A-A del rilievo), di 0.80 nella sezione 3 (sezione D-D del rilievo). I livelli sono stati estratti dalla Tabella 6 dalla colonna *W.S. Elev* per ogni sezione analizzata.

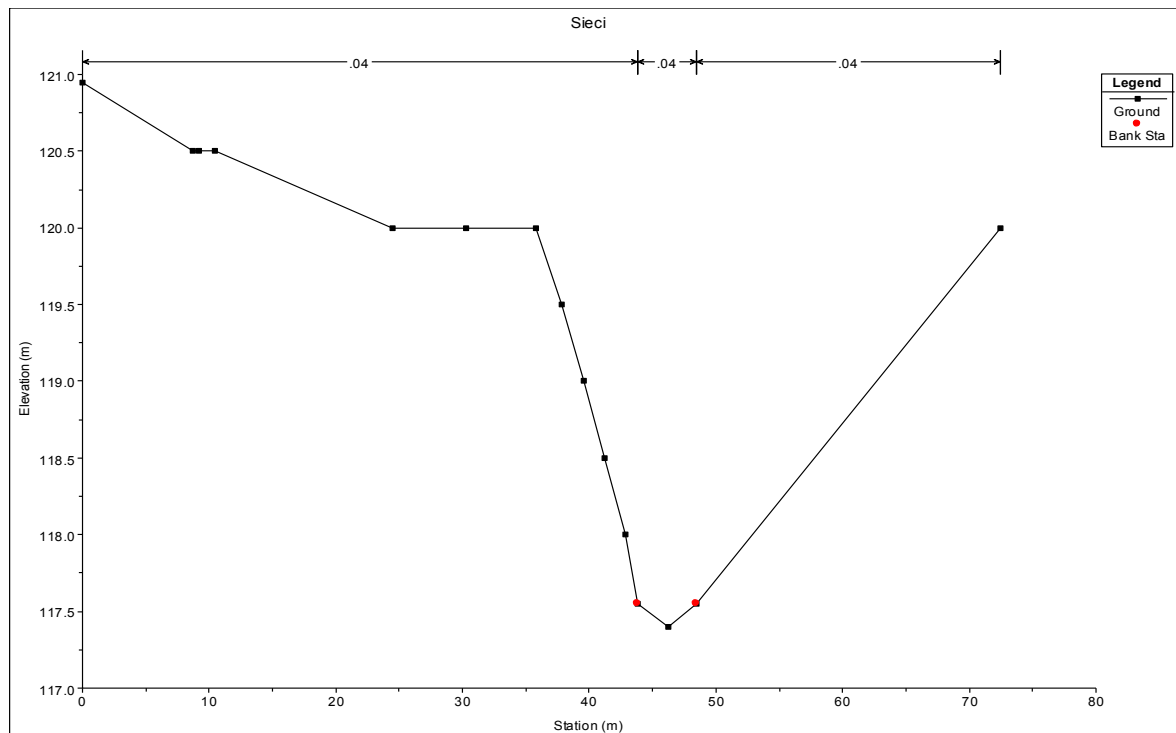
Focalizzandosi sulla sezione 4 (Figura 16), **che è quella corrispondente alla zona oggetto dell'intervento urbanistico**, si osserva che la quota del fabbricato è di 118.20m, cioè 1.20m più alto della strada provinciale limitrofa. Perciò il fabbricato risulta in sicurezza con un franco di 2.70m per la portata con tempo di ritorno 200ennale e di 3.05m per la portata con tempo di ritorno 20ennale.

**Tabella 6. Output modello HEC – RAS (PF1=  $Q_{tr=20}$ , PF2= $Q_{tr=30}$ , PF3=  $Q_{tr=100}$ , PF4= $Q_{tr=200}$ )**

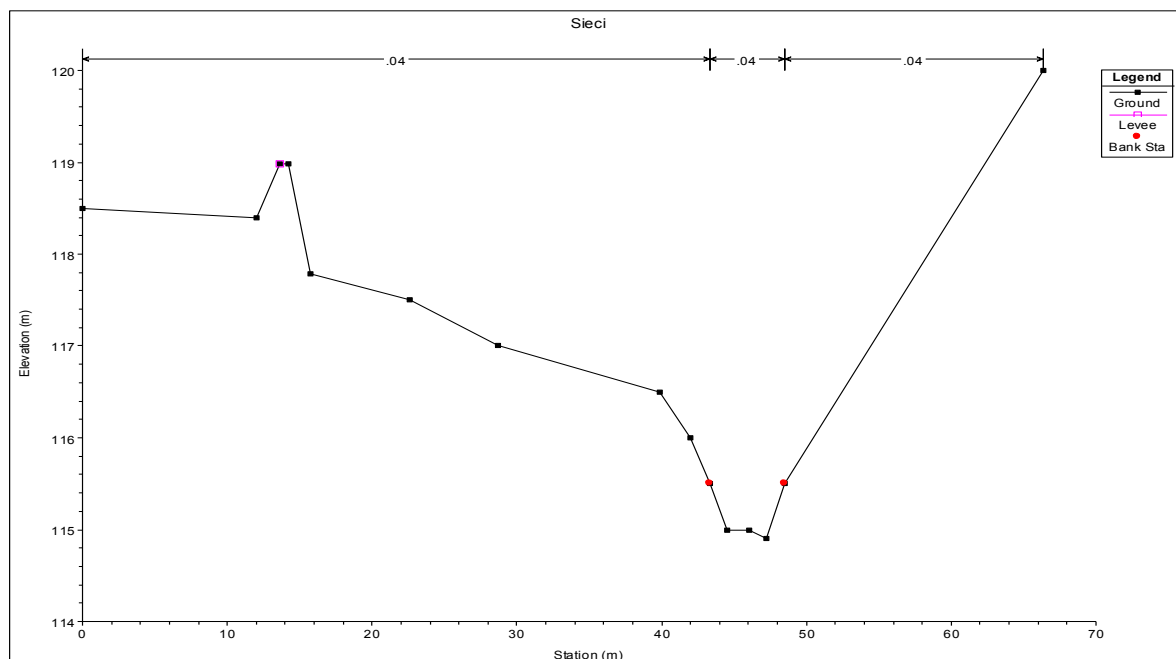
Tabella 1. Output modello HEC – RAS (PF1= $Q_{tr=20}$ , PF2= $Q_{tr=30}$ , PF3= $Q_{tr=100}$ , PF4= $Q_{tr=200}$ )											
River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
		m3/s	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
6	PF 1	83	117.4	119.14	119.33	119.91	0.01900	4.83	23.53	24.93	1.2
6	PF 2	91	117.4	119.21	119.4	120.01	0.01008	4.96	25.24	25.84	1.2
6	PF 3	116	117.4	119.4	119.63	120.29	0.01900	5.32	30.39	28.37	1.22
6	PF 4	133	117.4	119.51	119.77	120.46	0.01901	5.53	33.73	29.91	1.24
5	PF 1	83	114.9	117.37	117.42	117.89	0.00886	3.95	30.97	31.72	0.84
5	PF 2	91	114.9	117.44	117.49	117.98	0.00892	4.04	33.34	32.9	0.84
5	PF 3	116	114.9	117.66	117.69	118.24	0.00897	4.31	41.13	38.42	0.86
5	PF 4	133	114.9	117.79	117.88	118.4	0.00904	4.46	46.22	41.85	0.87
4	PF 1	83	113.65	115.14	115.44	116.09	0.02702	5.13	21.17	25.19	1.39
4	PF 2	91	113.65	115.21	115.51	116.18	0.02646	5.24	22.87	26.12	1.38
4	PF 3	116	113.65	115.39	115.72	116.46	0.02548	5.56	27.84	28.66	1.38
4	PF 4	133	113.65	115.51	115.85	116.62	0.02470	5.73	31.23	30.28	1.38
3	PF 1	83	111.7	114.47	113.71	114.66	0.00258	2.4	46.07	29.02	0.47
3	PF 2	91	111.7	114.6	113.8	114.8	0.00248	2.44	50.02	30.12	0.47
3	PF 3	116	111.7	114.99	114.04	115.2	0.00224	2.52	62.58	33.39	0.45
3	PF 4	133	111.7	115.26	114.19	115.47	0.00213	2.61	71.91	37.93	0.45
2	PF 1	83	111.58	114.01		114.58	0.00771	3.46	26.25	16.2	0.77
2	PF 2	91	111.58	114.1	113.9	114.71	0.00797	3.62	27.61	16.29	0.79
2	PF 3	116	111.58	114.22	114.19	115.09	0.01049	4.31	29.65	16.44	0.92
2	PF 4	133	111.58	114.35	114.35	115.34	0.01116	4.62	31.84	16.59	0.95
1	PF 1	83	111.2	113.93	113.57	114.35	0.00717	2.88	29.3	20.5	0.71
1	PF 2	91	111.2	114.03		114.47	0.00705	2.97	31.38	21.1	0.71
1	PF 3	116	111.2	114.14	113.96	114.77	0.00918	3.53	33.83	21.39	0.82
1	PF 4	133	111.2	113.96	114.13	115	0.01722	4.52	29.98	20.8	1.11
0	PF 1	83	110.42	112.65	112.65	113.45	0.01282	3.99	21.73	15.05	0.91
0	PF 2	91	110.42	112.78	112.78	113.6	0.01226	4.06	23.65	15.6	0.9
0	PF 3	116	110.42	113.32	113.32	113.99	0.00783	3.79	36.99	37.01	0.74
0	PF 4	133	110.42	113.64	113.64	114.16	0.00566	3.48	51.26	50.3	0.65

**2. ALLEGATO A – SEZIONI**

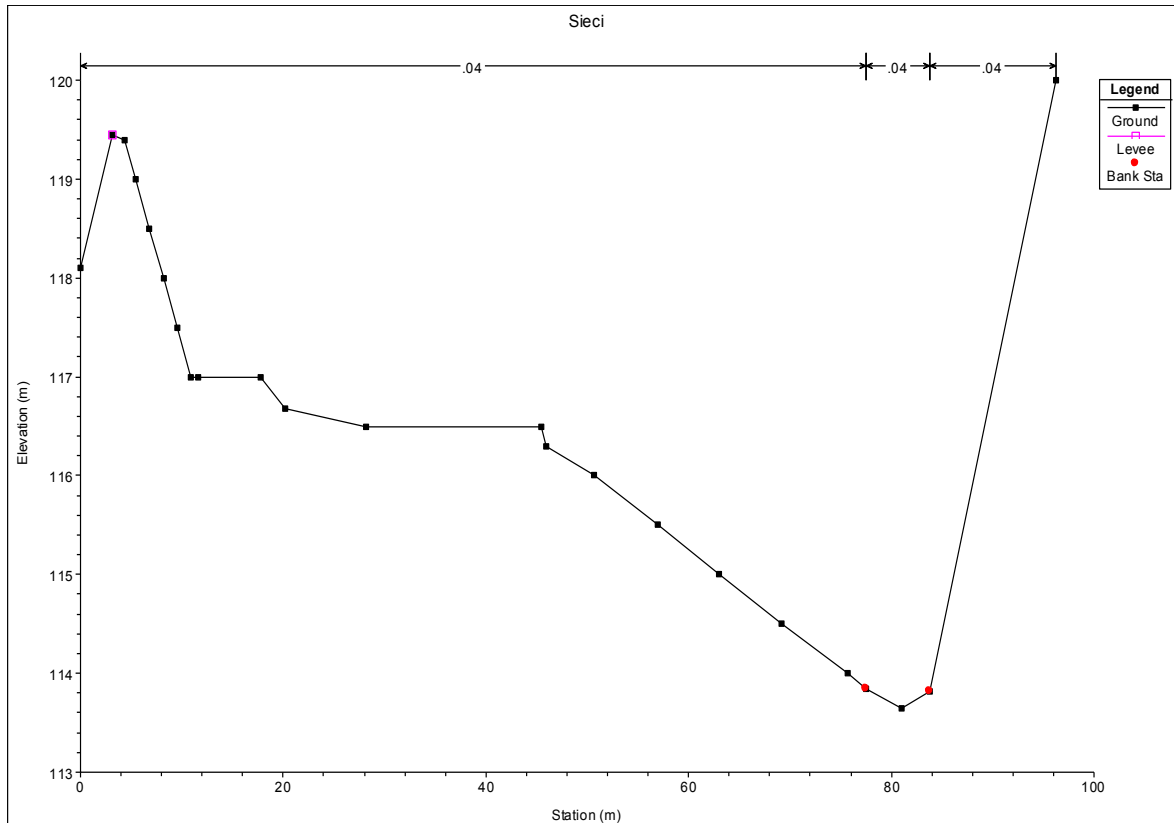
La sezione numero 6 è a circa 280m a monte sezione 4 (corrispondente alla zona di intervento) la numero 5 di circa 120m, la sezione 3 è a circa 90m a valle della zona di intervento. La sezione 0 dista circa 125m dalla sezione 3.



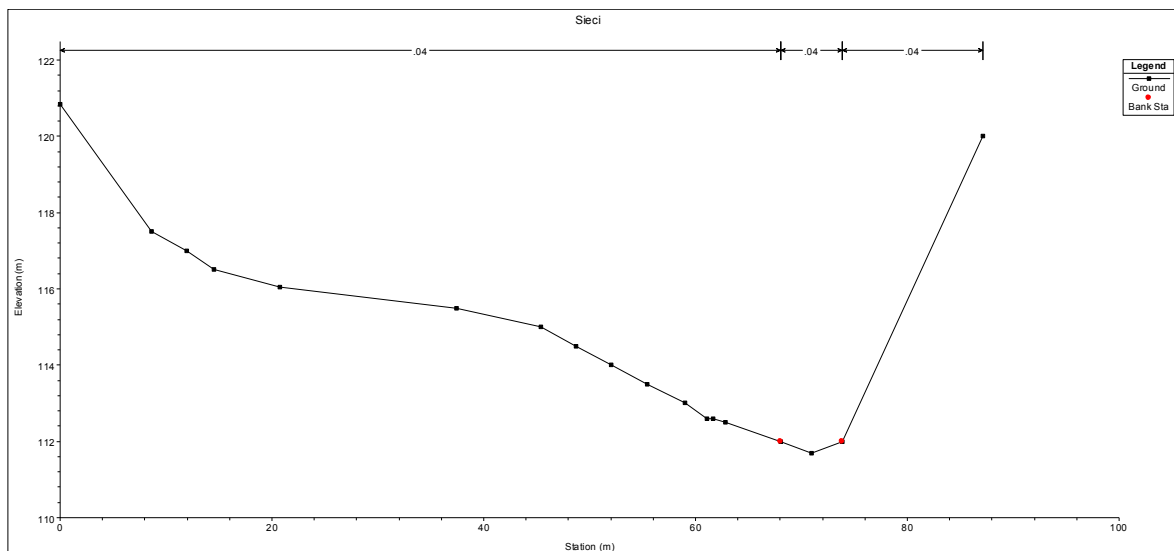
**Figura 7. Sezione 6 modello idraulico HEC-RAS (sezione C-C rilievo)**



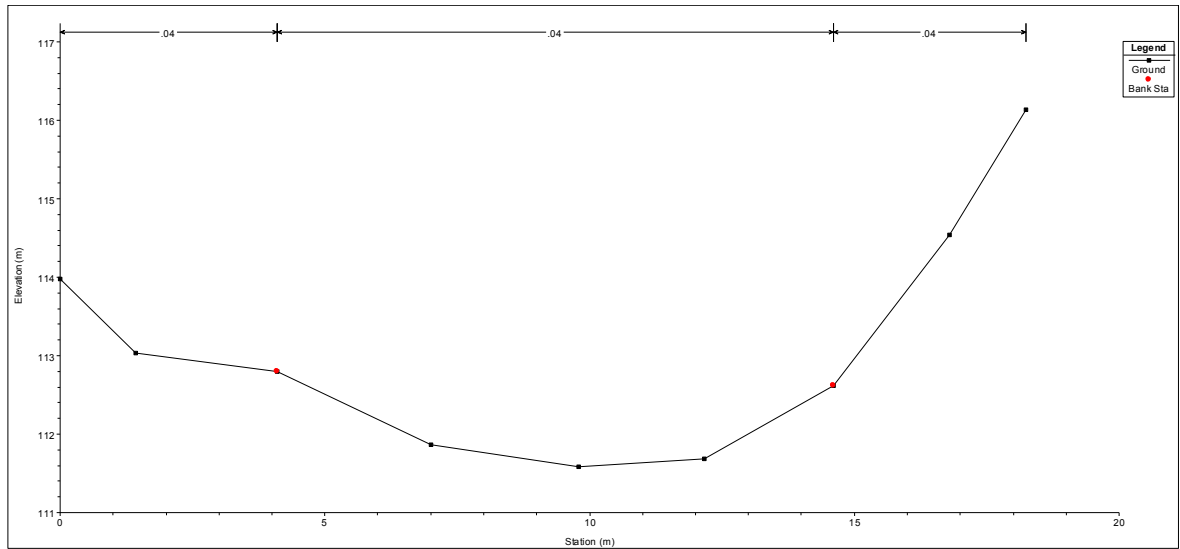
**Figura 8. Sezione 5 modello idraulico HEC-RAS (sezione B-B rilievo)**



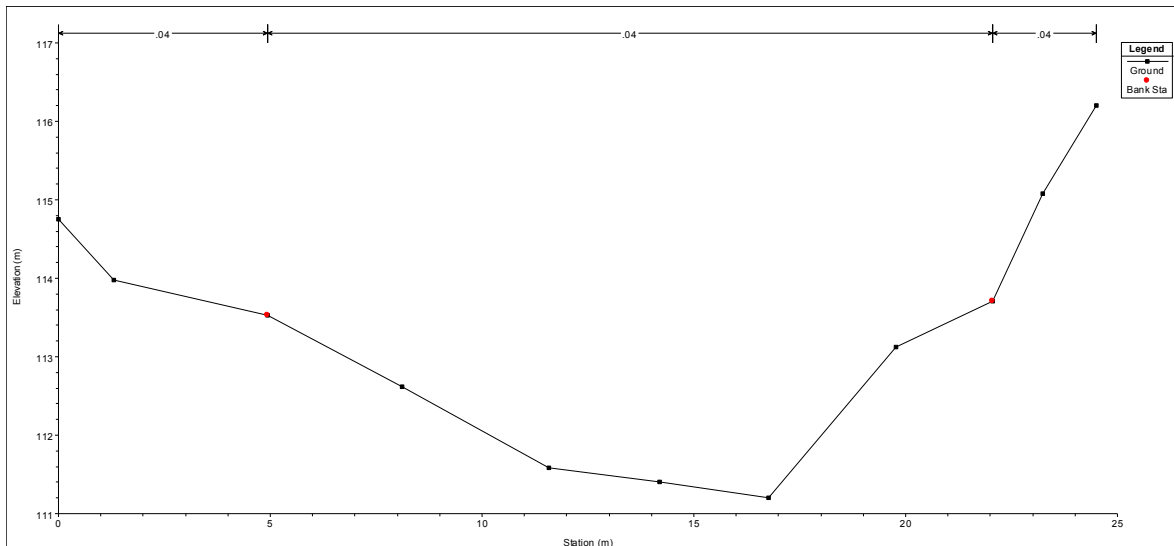
**Figura 9. Sezione 4 modello idraulico HEC-RAS (sezione A-A rilievo)**



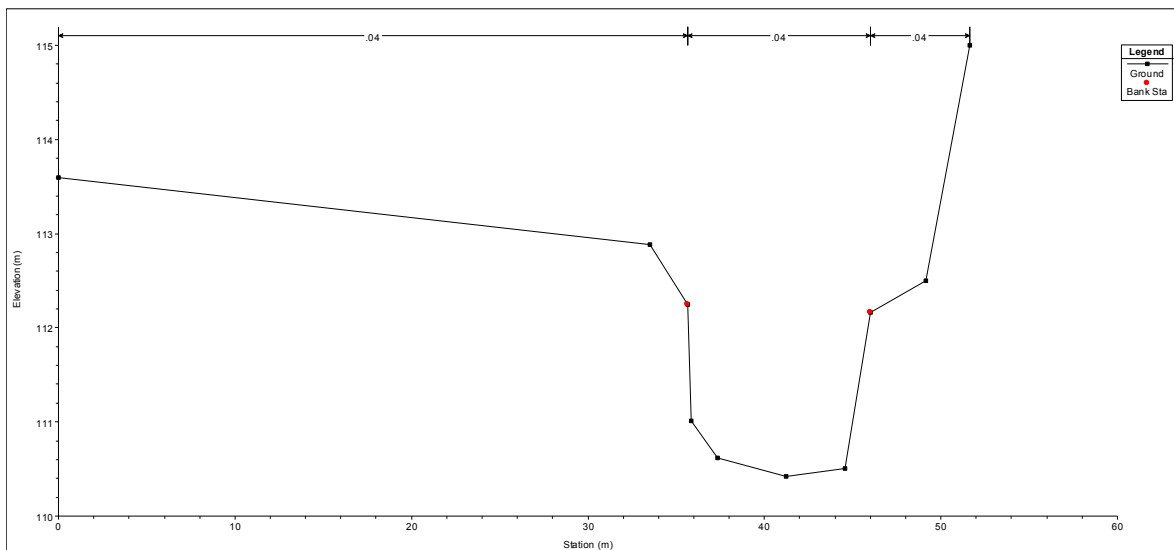
**Figura 10. Sezione 3 modello idraulico HEC-RAS (sezione D-D rilievo)**



**Figura 11. Sezione 2 modello idraulico HEC-RAS**

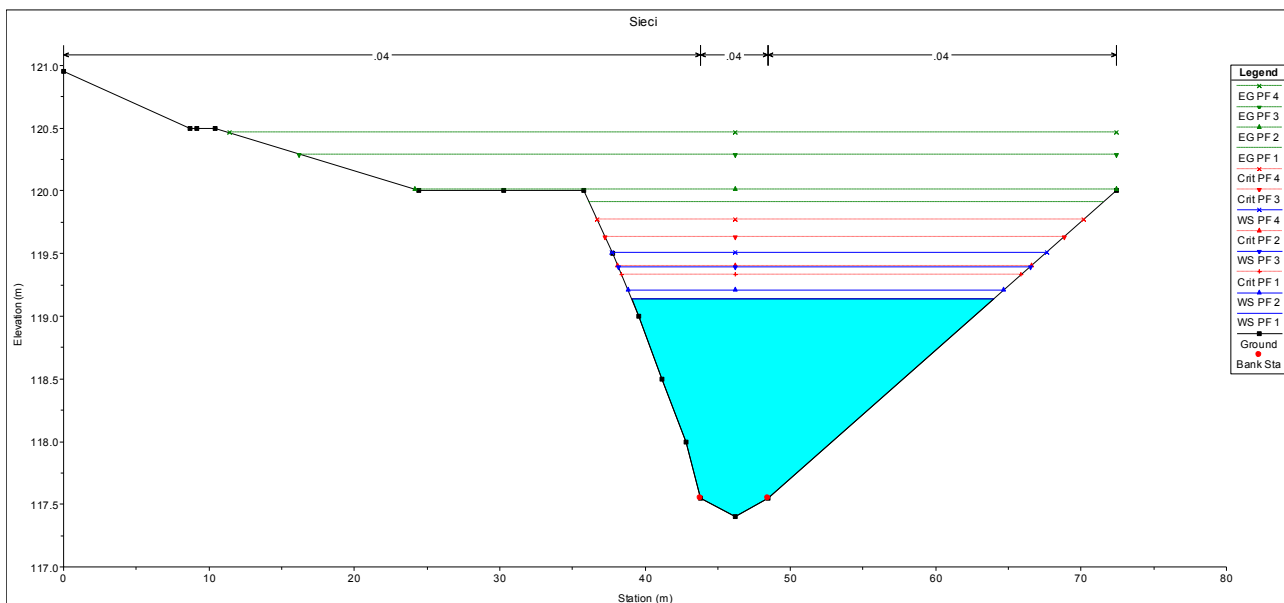


**Figura 12. Sezione 1 modello idraulico HEC-RAS**

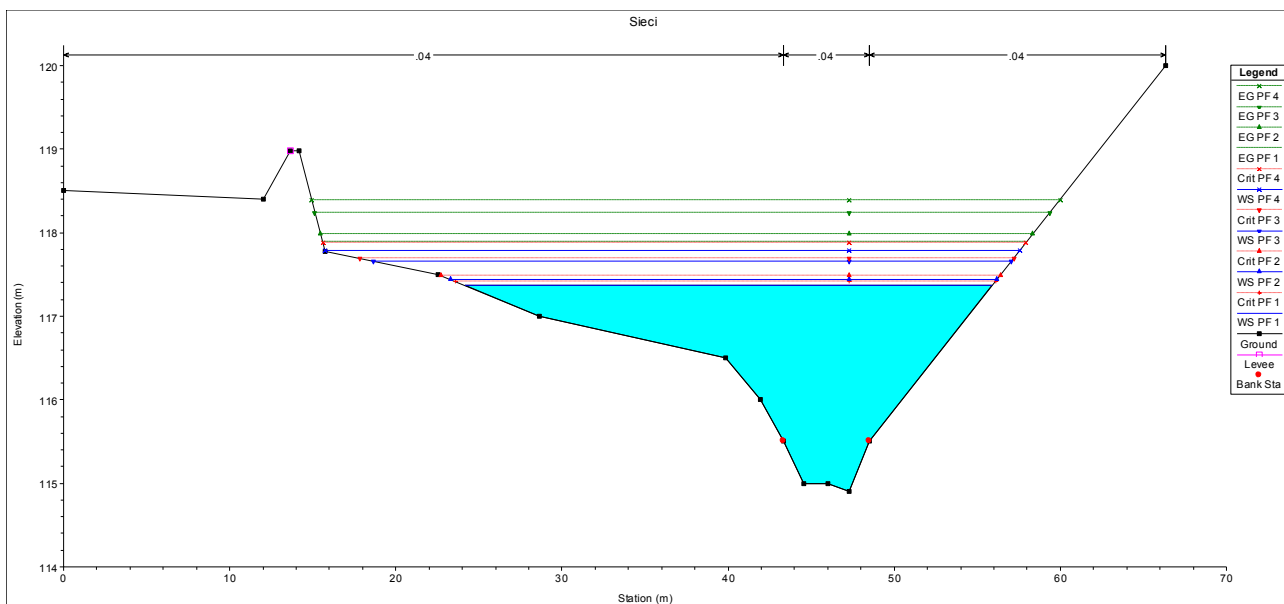


**Figura 13. Sezione 0 modello idraulico HEC-RAS**

**3. ALLEGATO B – RISULTATI VERIFICA IDRAULICA**

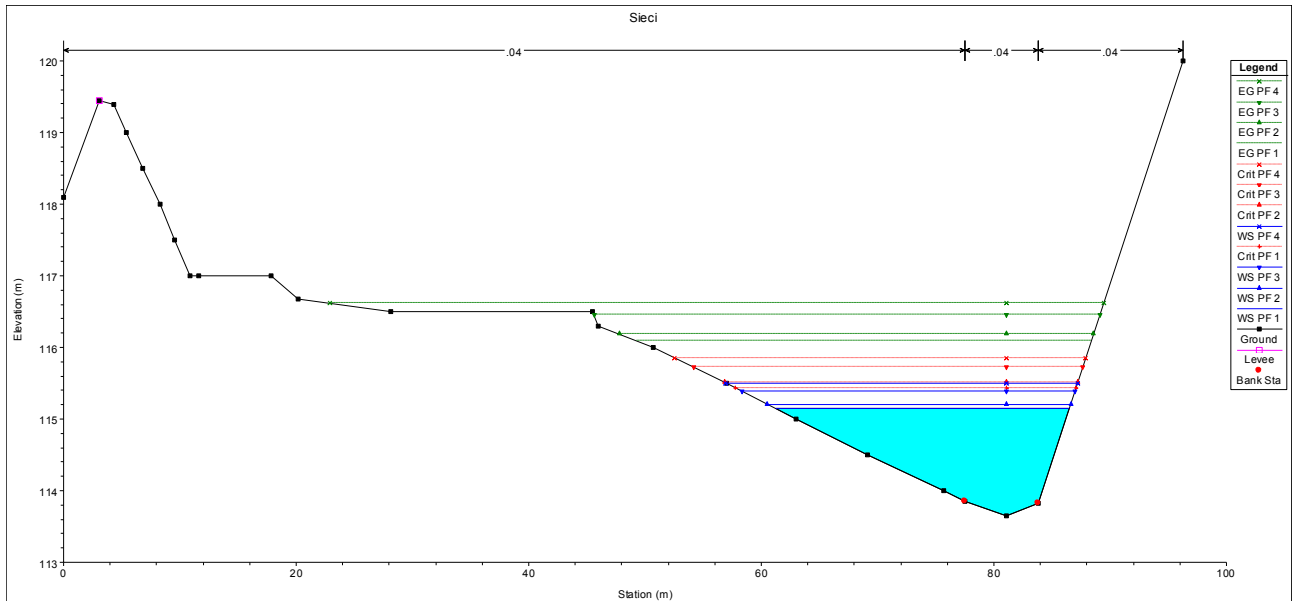


**Figura 14. Sezione 6 modello idraulico HEC-RAS**

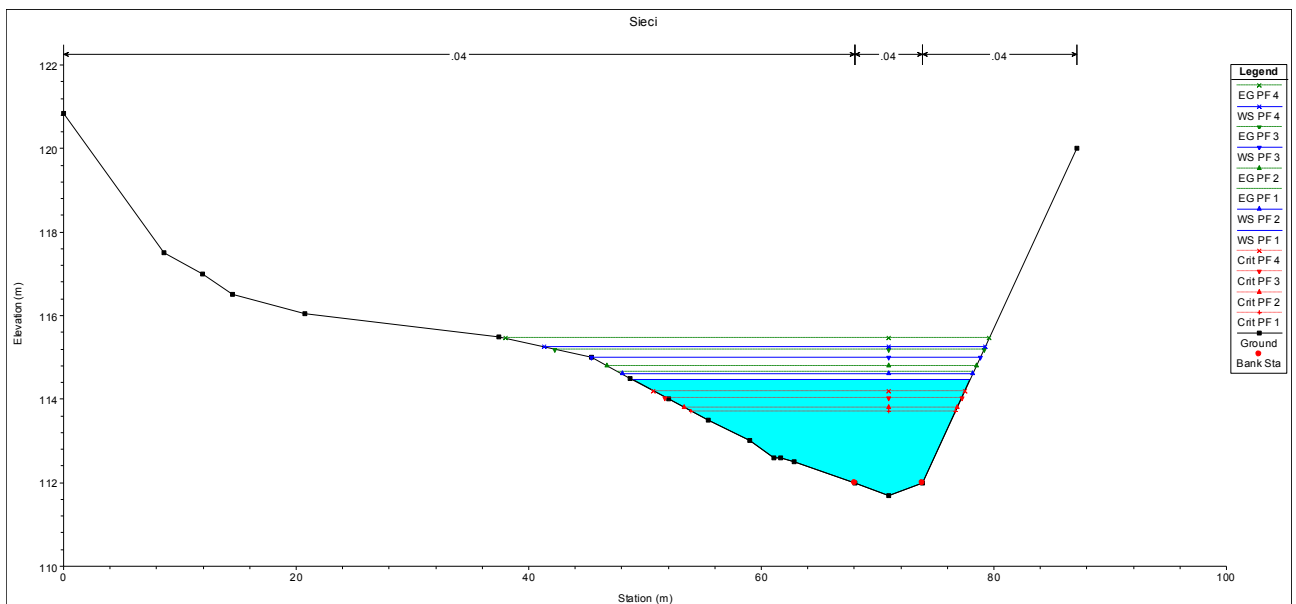


**Figura 15. Sezione 5 modello idraulico HEC-RAS**





**Figura 16. Sezione 4 modello idraulico HEC-RAS**



**Figura 17. Sezione 3 modello idraulico HEC-RAS**

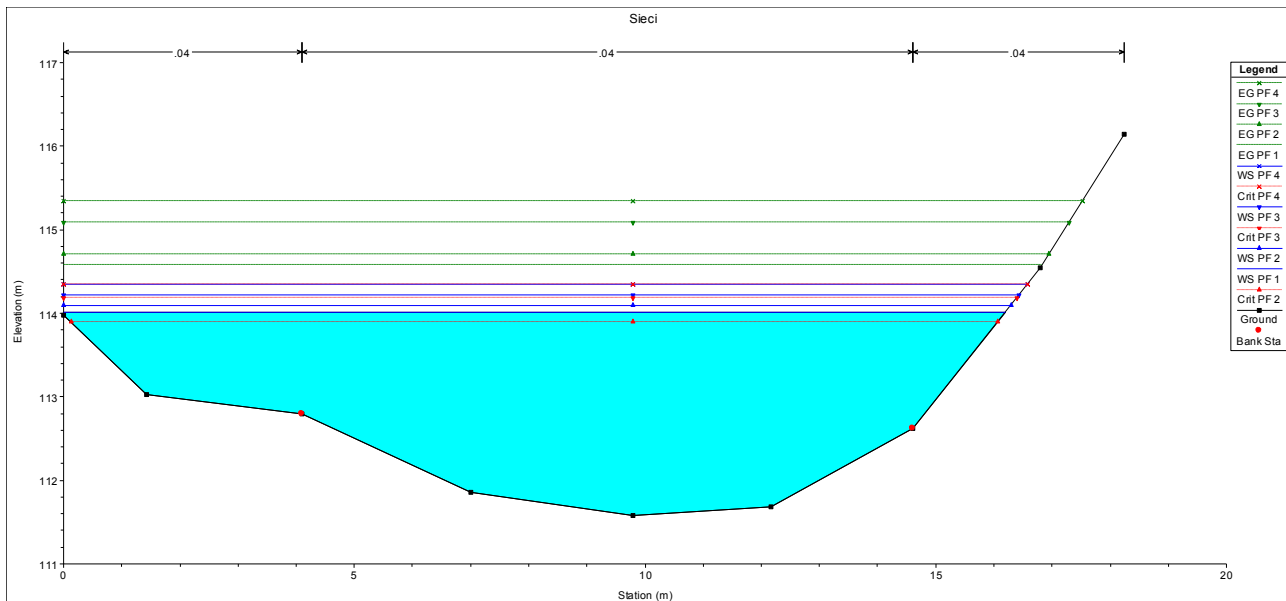


Figura 18. Sezione 2 modello idraulico HEC-RAS

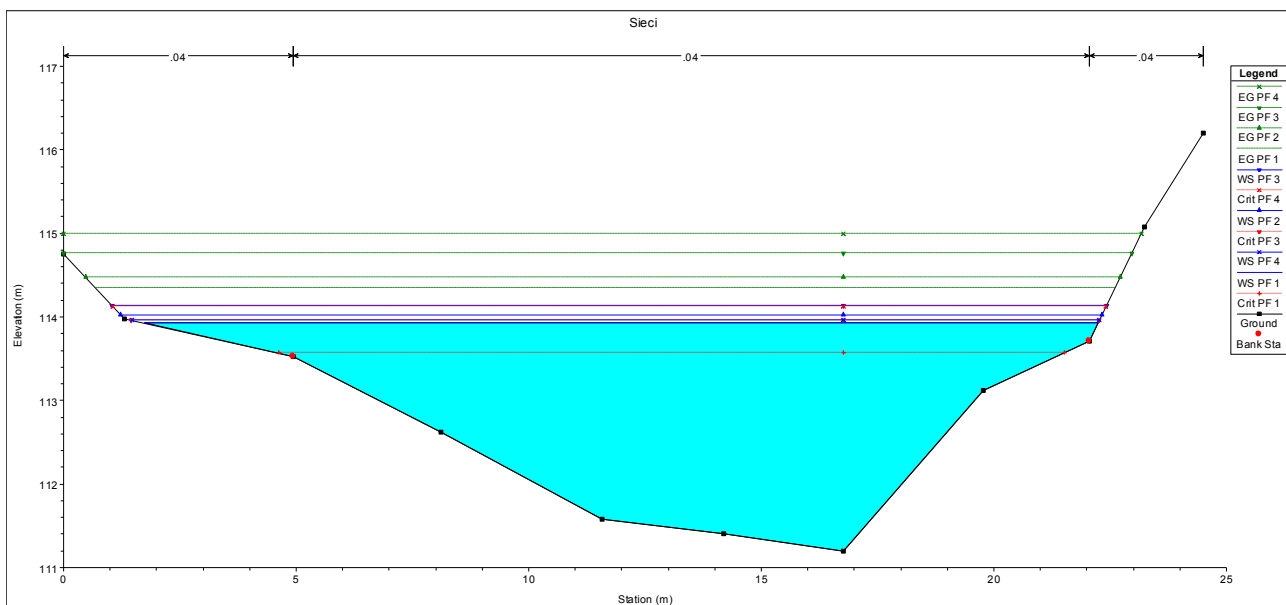
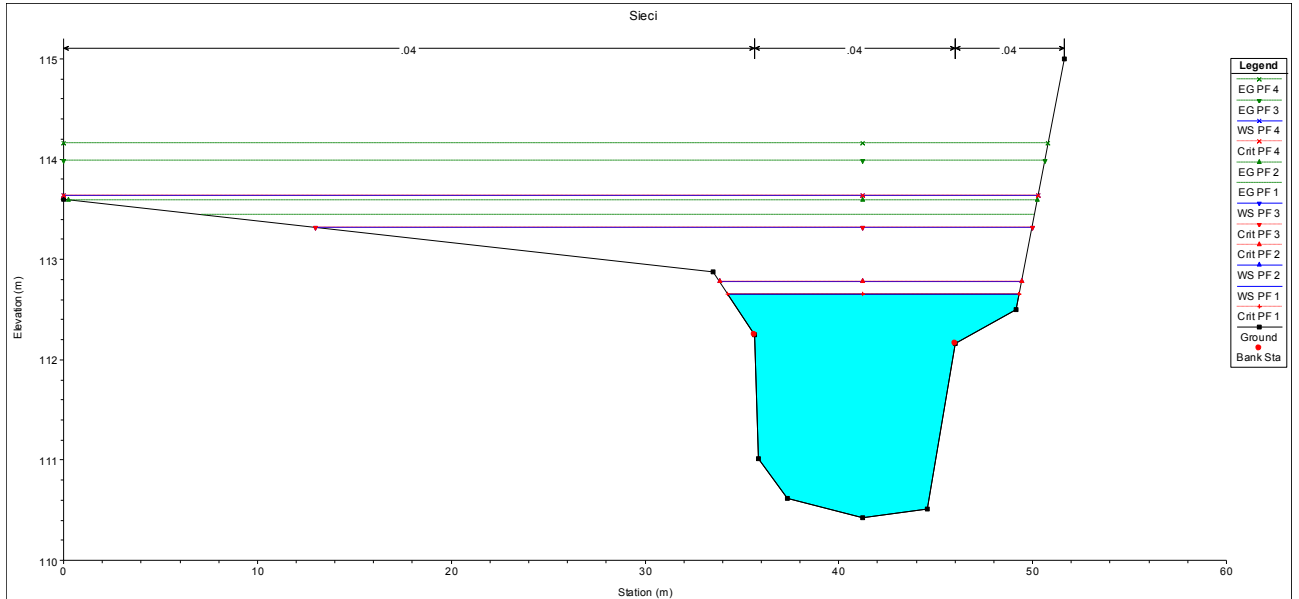
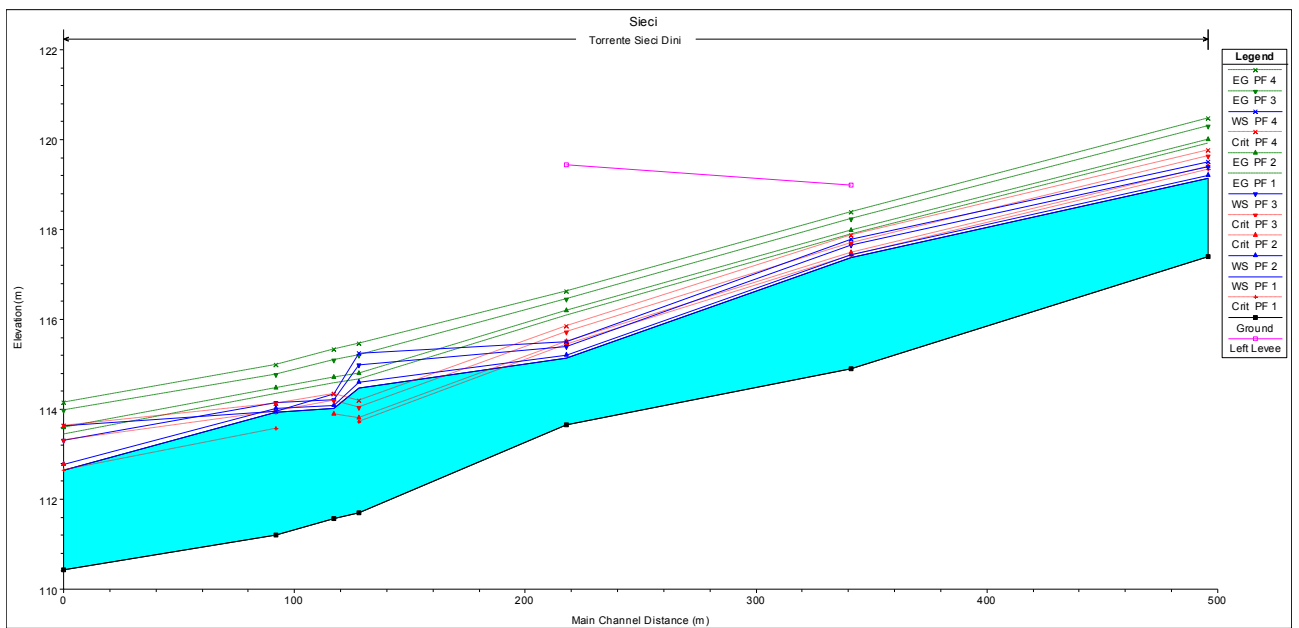


Figura 19. Sezione 1 modello idraulico HEC-RAS



**Figura 20. Sezione 0 modello idraulico HEC-RAS**



**Figura 21. Profilo modello idraulico HEC-RAS**