



PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA' - INFRASTRUTTURE - URBANISTICA

COMUNE DI FERMO

LAVORI DI REALIZZAZIONE INNESTO S.P. n.
204 LUNGOTENNA e S.P. n. 239 ex S.S. 210
FERMANA - FALERIENSE
collegamento strada del Ferro

PROGETTO DEFINITIVO

Ufficio Tecnico Servizio Viabilità

Ing. Giuseppe LAURETI

Ing. Filippo LANZI

Elaborazione dati cartografici:

Dott. Ivan Ciarma

Indagini geologiche:

Geol. Enrico Salomoni

Data: dicembre 2015

scala: 1:-

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Ing. Ivano Pignoloni

ELABORATO:

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA IDRAULICA FOSSO SANT'ANTONIO

R5

Oggetto: D.Lgs. 152/2006, Procedura di VIA, sostituzione della procedura di assoggettabilità a VAS, rilascio autorizzazione paesaggistica per l'intervento denominato "Lavori di realizzazione innesto S.P. n. 204 Lungotenna e S.P. n. 239 ex S.S. 210 Fermana – Faleriense. Collegamento Strada del Ferro".
Verifiche idrauliche: integrazione.

Di seguito si riportano le verifiche idrauliche del Fosso S. Antonio, così come richiesto nella Conferenza di Servizi regionale del 6.5.2013.

In particolare, si allegano gli studi idraulici condotti rispettivamente nella situazione di stato attuale e di stato modificato:

- a. *Studio idraulico in moto permanente con modellizzazione Hec-Ras fosso S. Antonio*, redatta nel novembre 2011 (stato attuale)
- b. *Studio idraulico sezioni di progetto in moto permanente corrente lenta, alveo pulito e sporco con modellizzazione Hec-Ras*, redatta nel settembre 2013. (stato modificato).

***Studio idraulico in moto permanente con
modellizzazione Hec-Ras fosso S. Antonio
(STATO ATTUALE)***

REGIONE MARCHE

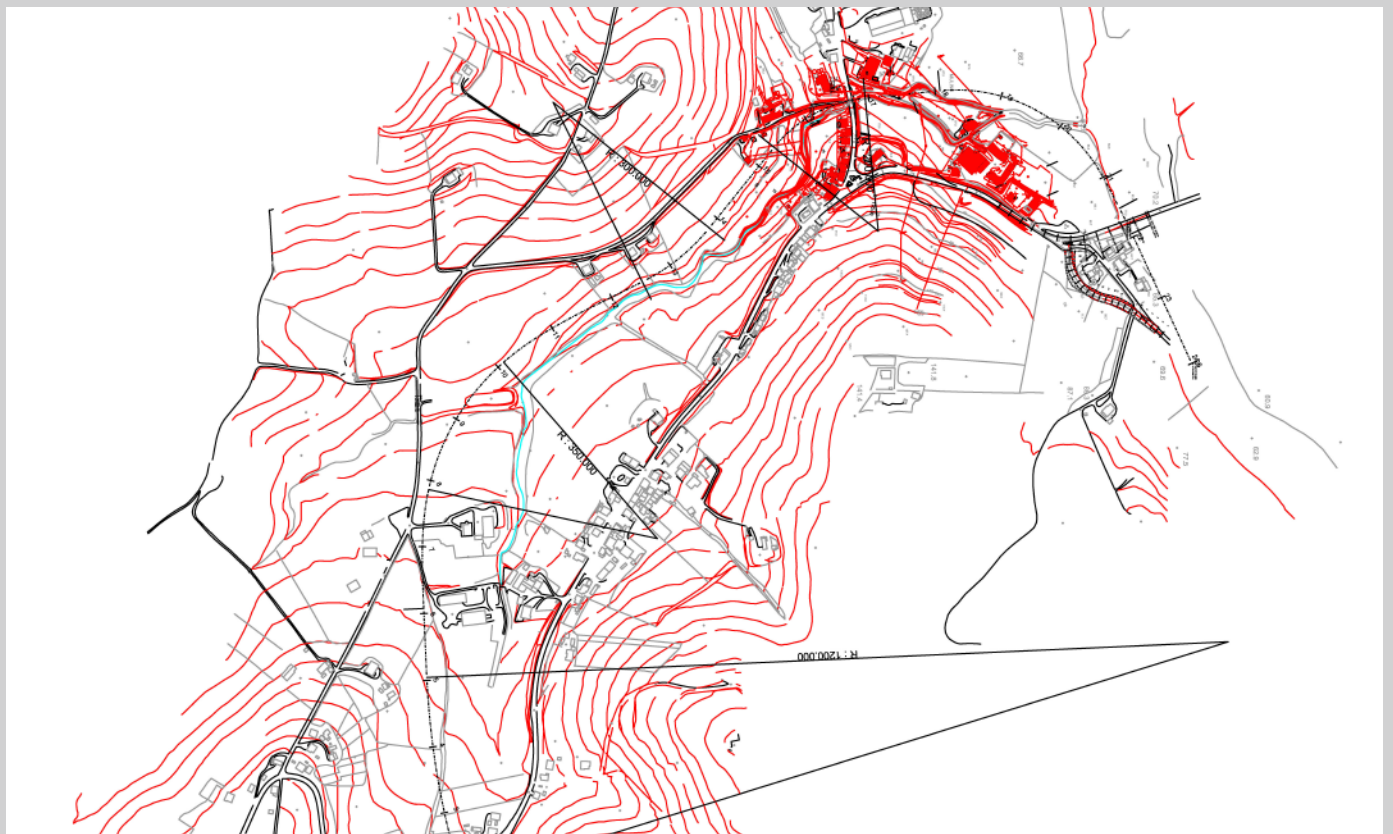
PROVINCIA DI FERMO

COMUNE DI FERMO

**STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE CON MODELLIZZAZIONE HEC-RAS
FOSSO S.ANTONIO - INTERESSATO DAL PROGETTO DI "Lavori di realizzazione
innesto S.P. n.204 Lungotenna e S.P. n.239 Fermana - Faleriense -
Collegamento strada del Ferro - Comune di Fermo"**

Data: Novembre 2011

Integrazione a seguito della Conferenza dei Servizi Istruttoria del 22 Settembre 2011,
in merito alla procedura di VIA e sostituzione della procedura di assoggettabilità a VAS



rif. 72.2011

gae studio

geology architecture engineering

Via Val Tiberina, 124 / Via Potenza, 12 - San Benedetto del Tronto (AP)

Dott. Geol. Alessandro Mascitti - Ordine dei Geologi Regione Marche Sez. A N°717

Email: alessandromascitti@gmail.com - cell: 349.7545862 - 320.6026926 -

uff.: 0735.650550 fax.: 0735.651211

“Lavori di realizzazione innesto S.P. n.204 Lungotenna e S.P. n.239 Fermana - Faleriense - Collegamento strada del Ferro - Comune di Fermo”

Studio Idraulico in moto permanente con modellizzazione HEC-RAS fosso Sant'Antonio

1. INTRODUZIONE ED UBICAZIONE GENERALE	2
2. VERIFICHE IDRAULICHE	3
2.1 Sezioni del torrente Sant'Antonio	4
2.2 Modello idraulico adottato	4
2.3 Ipotesi di elaborazione	6
TABELLA RIASSUNTIVA SEZIONI ANALIZZATE	8
Profile Plot PF1-PF2 (post operam)	9
DETTAGLIO PROFILO IDRAULICO 3d PF1-PF2	10
DETTAGLIO PROFILO VELOCITA' PF1-PF2	11
2.4 Analisi e valutazioni idrauliche	12
3. CONTROLLO E PIANO DI GESTIONE FOSSO SANT'ANTONIO	15

1. INTRODUZIONE ED UBICAZIONE GENERALE

Scopo del presente lavoro, nell'ambito del *progetto* "**Lavori di realizzazione innesto S.P. n.204 Lungotenna e S.P. n.239 Fermana - Faleriense - Collegamento strada del Ferro - Comune di Fermo**", a seguito della conferenza dei servizi istruttoria del 22 Settembre 2011, in merito alla procedura di VIA e sostituzione della procedura di assoggettabilità a VAS per l'intervento e quindi delle osservazioni e valutazioni espresse in tale sede, è quello di verificare idraulicamente gli interventi proposti ed in progetto lungo l'asta del torrente Sant'Antonio rispetto alla situazione attuale e realizzare un modello idraulico da analizzare in moto permanente al fine di verificare la compatibilità idraulica dell'opera e l'adeguato dimensionamento degli attraversamenti presenti lungo il tracciato stradale sullo stesso.

Per quanto riguarda le portate di piena, lo studio riprende le valutazioni idrauliche relative al calcolo delle portate con Tr200 anni (maggiorate considerando gli apporti idrici derivanti dalla viabilità) calcolate nel precedente elaborato in relazione ai vari metodi di analisi (razionale, turazza, giandotti, forti, etc), differenziando due valori, uno per la porzione superiore del bacino (a monte della sezione 11 - river station 900) con portata pari a 23.30mc/sec (PF1) - 27.30mc/sec (PF2) ed il secondo per la porzione inferiore del bacino (a valle della sezione 11 - river station 900) con portata pari a 25.60mc/sec (PF1) - 29.10mc/sec (PF2).

Le valutazioni che seguono prendono in considerazione la portata con Tr 200 anni del t. Sant'Antonio per le sezioni di progetto dalla n.5 alla n.20 (13 sezioni elaborate) che caratterizzano morfologicamente tale tratto fino alla confluenza con il fiume Tenna. Di seguito si illustrano i dettagli dell'analisi redatta.

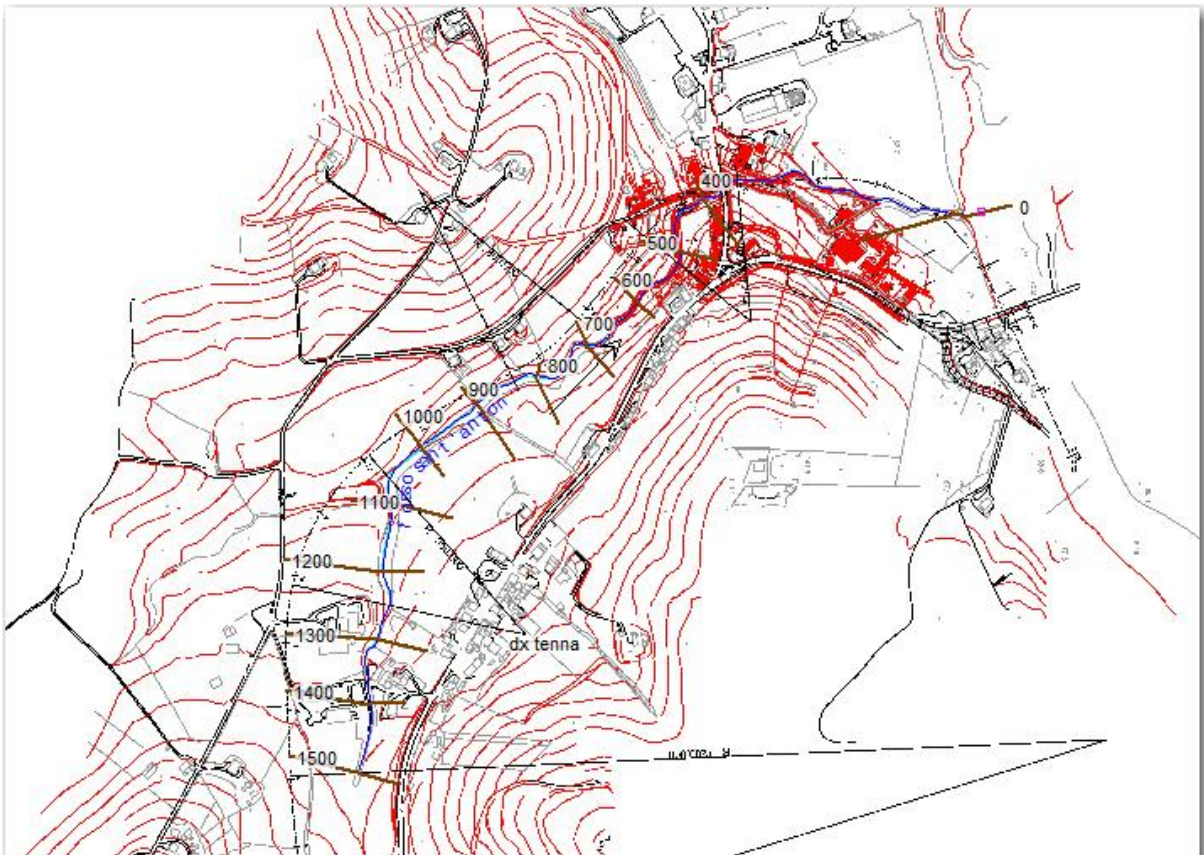
2. VERIFICHE IDRAULICHE

Lo studio idraulico del tratto di interesse del torrente Sant'Antonio, in corrispondenza del quale si inseriscono le opere infrastrutturali in valutazione, si basa sui dati provenienti dai rilievi topografici di dettaglio realizzati per le varie fasi di progettazione ed analisi discretizzati per il tratto di interesse di circa 1500m con n.13 sezioni elaborate con numerazione HEC-RAS da valle verso monte con distanza progressiva (0 - 1500m).

In particolare sono state utilizzate nello studio idraulico le sezioni così descritte secondo la numerazione di progetto, da monte verso valle:

- Sezione n°05;**
- Sezione n°06;**
- Sezione n°07;**
- Sezione n°08;**
- Sezione n°09;**
- Sezione n°10;**
- Sezione n°11;**
- Sezione n°12;**
- Sezione n°13;**
- Sezione n°14;**
- Sezione n°15;**
- Sezione n°16;**
- Sezione n°20.**

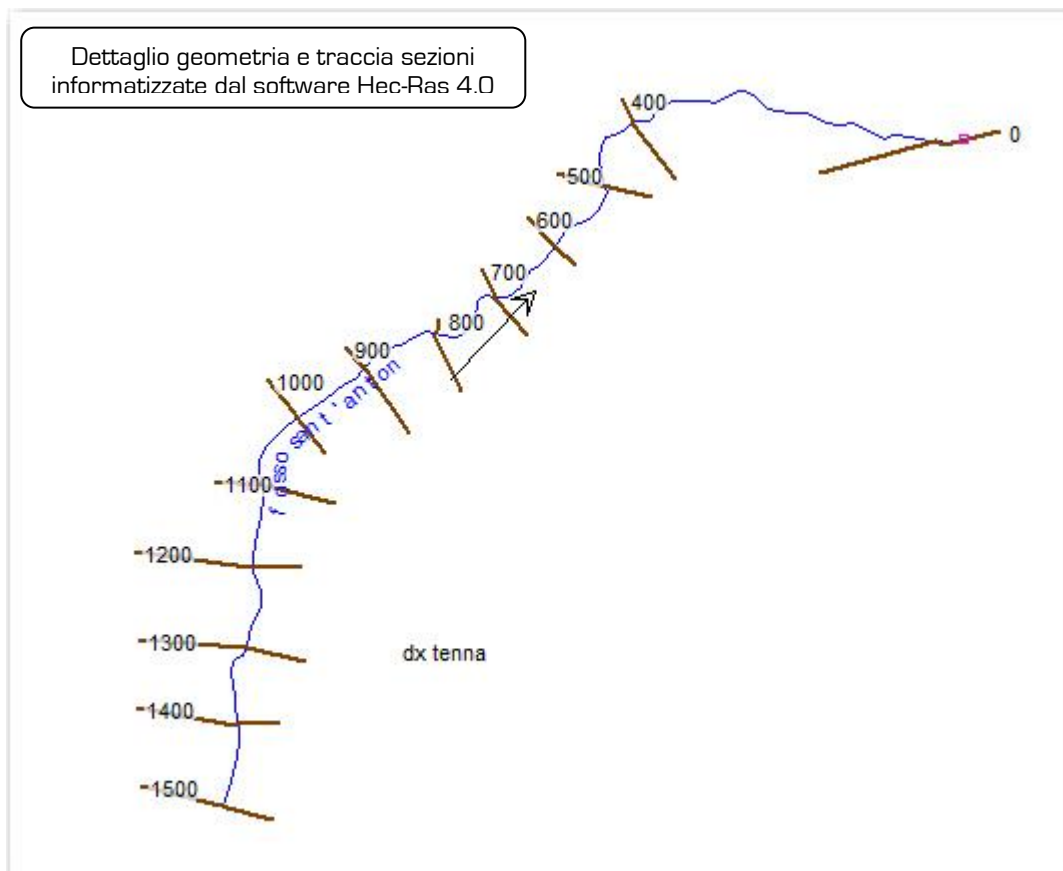
Di seguito si allega la corografia con l'ubicazione delle sezioni utilizzate nel presente studio e la geometria delle sezioni discretizzate in sovrapposizione con la base topografica di rilievo e con l'asta fluviale (*geometry data* da HEC-RAS).



2.1 Sezioni del torrente Sant'Antonio

Nel presente studio si è individuato un tratto del torrente Sant'Antonio come già detto, della lunghezza di circa 2000 metri, all'interno del quale sono note le caratteristiche geometriche di 20 sezioni stradali di progetto, di queste il tratto di interesse è stato analizzato attraverso l'utilizzo di 13 sezioni. Per ogni sezione sono state calcolate, sulla base della portata con tempo di ritorno di 200 anni (portata di progetto : PF1/F2 nell'analisi), le altezze d'acqua in condizioni di moto permanente.

La portata di progetto è stata posta pari a **23.30mc/sec (PF1) - 27.30mc/sec (PF2)** per tutte le sezioni a monte della sezione 11 di progetto (river station 900) e **25.60mc/sec (PF1) - 29.10mc/sec (PF2)** per le sezioni a valle della sezione 11 di progetto (river station 900), tali portate di progetto corrispondono ad un tempo di ritorno ritenuto conforme in relazione ai dati disponibili.



2.2 Modello idraulico adottato

Il moto della corrente nei corsi d'acqua è generalmente vario (unsteady), ma talvolta le variazioni temporali sono talmente lente che può essere considerato permanente (steady).

Il campo di moto è, in generale, tridimensionale, ma in molti casi la componente verticale della velocità è decisamente trascurabile. Per i corsi d'acqua la corrente si svolge secondo una direzione prevalente e sono valide le ipotesi delle correnti lineari.

Per la lenta evoluzione delle onde di piena spesso è lecito considerare in moto permanente tratti non eccessivamente lunghi, ipotizzando che in tutte le sezioni la portata sia la stessa. Ciò è lecito quando è piccola la variazione di portata (deducibile dall'idrogramma di piena) nell'intervallo Δt che l'onda impiega a propagarsi nel tratto (Fig. 1).

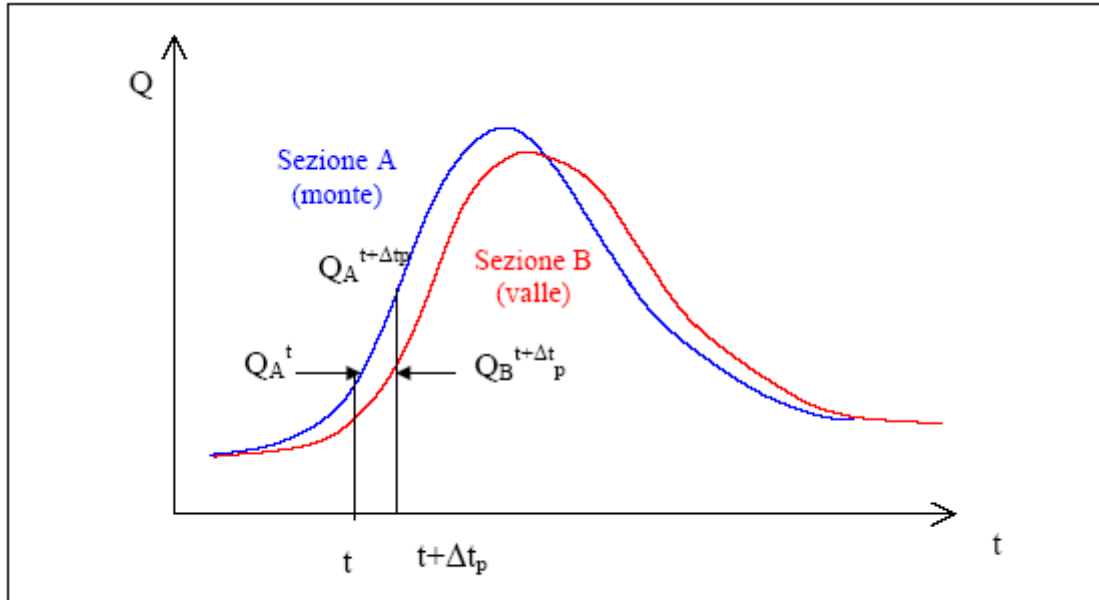


Fig. 1 – Propagazione di un’onda di piena fra le sezioni estreme A e B di un tratto.

Il tracciamento dei profili di moto permanente nei corsi d’acqua naturali è condotto col metodo delle differenze finite, scrivendo l’equazione del bilancio energetico per il tronchetto generico di lunghezza Δx_i , compreso fra le sezioni i e $i+1$ [crescenti nel senso del moto] (Fig. 2).

$$E_i = E_{i+1} + \Delta h_i$$

Ossia

$$\left(z_o + h + \alpha \frac{U^2}{2g} \right)_i = \left(z_o + h + \alpha \frac{U^2}{2g} \right)_{i+1} + \bar{j} \Delta x_i$$

L’incognita è il tirante h o, meglio, la quota del pelo libero $Z_w = z_o + h$ da cui dipende il termine cinetico nella sezione di monte i , se il moto è lento oppure nella sezione di valle $i+1$, se il moto è rapido.

$$\alpha \frac{U^2}{2g} = \alpha \frac{Q^2}{2gA(h)^2}$$

La perdita di carico i h Δ è valutata con un valore significativo di j per il tronco,

generalmente $\frac{j_i + j_{i+1}}{2}$ è il valore medio.

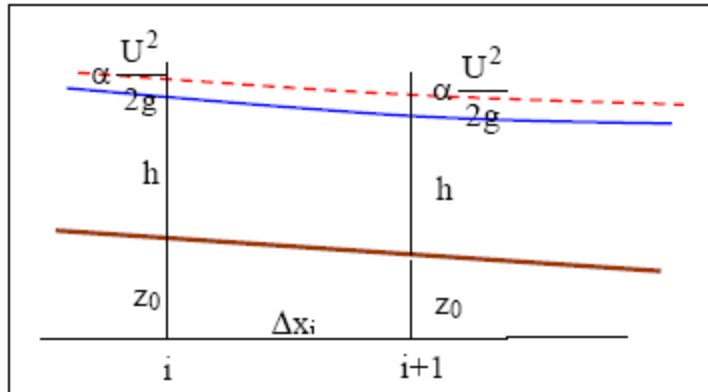


Fig. 2 – Termini energetici nelle sezioni estreme del tronchetto Δx_i .

Il software utilizzato nel presente studio per l'integrazione del profilo è HEC-RAS 4.0, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'US Corps of Engineers.

2.3 Ipotesi di elaborazione

L'ipotesi alla base delle simulazioni è di corrente subcritica, e come condizione al contorno è stata ipotizzata l'altezza critica nella sezione più a valle. Sono state effettuate oltre alla simulazione di moto permanente, in corrispondenza della portata di piena duecentennale del torrente Sant'Antonio (PF1 : **23.30-25.60** mc/sec), altre simulazioni con portate superiori per un'ulteriore analisi cautelativa (PF2 : **27.30-29.10** mc/sec).

Le sezioni di particolare interesse per la modellazione delle opere in progetto e delle criticità presenti lungo il corso del fosso Sant'Antonio, sono quelle in corrispondenza degli attraversamenti o interferenze del rilevato stradale all'interno dell'attuale alveo naturale (prevedendo scatolari o difese spondali antierosive) individuabili presso le seguenti sezioni:

- Sezione 12 di progetto / progressiva 800 modello HEC-RAS;
- Sezione 16 di progetto / progressiva 400 nel modello HEC-RAS;
- Sezione 20 di progetto / progressiva 0 nel modello HEC-RAS.

Pertanto in relazione alla geometria allo stato attuale e post operam inserendo cioè il profilo stradale, si è proceduto alla simulazione del modello idraulico con le portate di progetto.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche con l'individuazione dei livelli di massima piena risultanti dalle simulazioni, tabelle di dettaglio e profilo idraulico.

Nelle elaborazioni in relazione alla natura, alla superficie ed alla granulometria dei sedimenti presenti all'interno dell'alveo del fosso Sant'Antonio, è stato considerato un valore uniforme del **Coefficiente di Manning pari a 0.045**, viste le caratteristiche morfologiche e le condizioni attuali dell'asta fluviale che le dimensioni e l'estensione dell'area golenale, con una situazione del canale principale con vegetazione ripariale, talvolta copertura erbosa, e per l'area golenale aree prevalentemente agricole e presenza di alberi, copertura erbosa allo stato naturale.

Si riporta di seguito la tabella 3-1 contenuta nel manuale del software HEC-RAS di riferimento per la definizione dei coefficienti di Manning nel caso di corpi idrici naturali e la tabella 6-1 per le opere idrauliche tipo *Culvert*.

Table 3-1 Manning's 'n' Values

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
A. Natural Streams			
1. Main Channels			
a. Clean, straight, full, no rifts or deep pools			
b. Same as above, but more stones and weeds	0.025	0.030	0.033
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.030	0.035	0.040
d. Same as above, but some weeds and stones	0.033	0.040	0.045
e. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.035	0.045	0.050
f. Same as "d" but more stones	0.040	0.048	0.055
g. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.045	0.050	0.060
h. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stands of timber and brush	0.050	0.070	0.080
	0.070	0.100	0.150
2. Flood Plains			
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

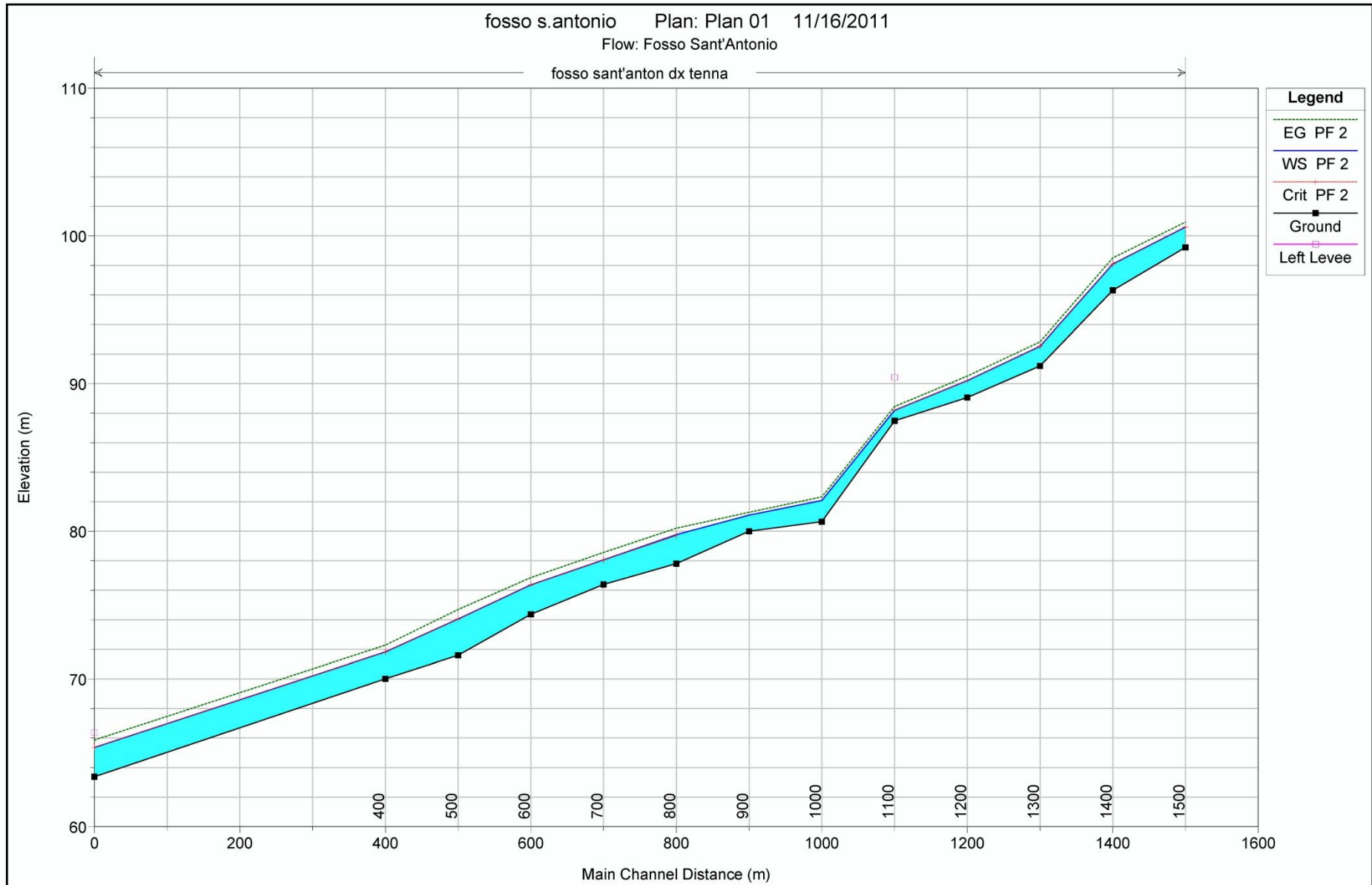
Di seguito si allegano le sezioni derivanti dall'elaborazione, le tabelle di elaborazione del software HEC-RAS con i parametri idraulici ottenuti nelle diverse elaborazioni, il Profilo Idraulico per il tratto studiato nella simulazione PF1 e PF2 di riferimento, il modello 3d ed il profilo delle velocità in alveo.

TABELLA RIASSUNTIVA SEZIONI ANALIZZATE

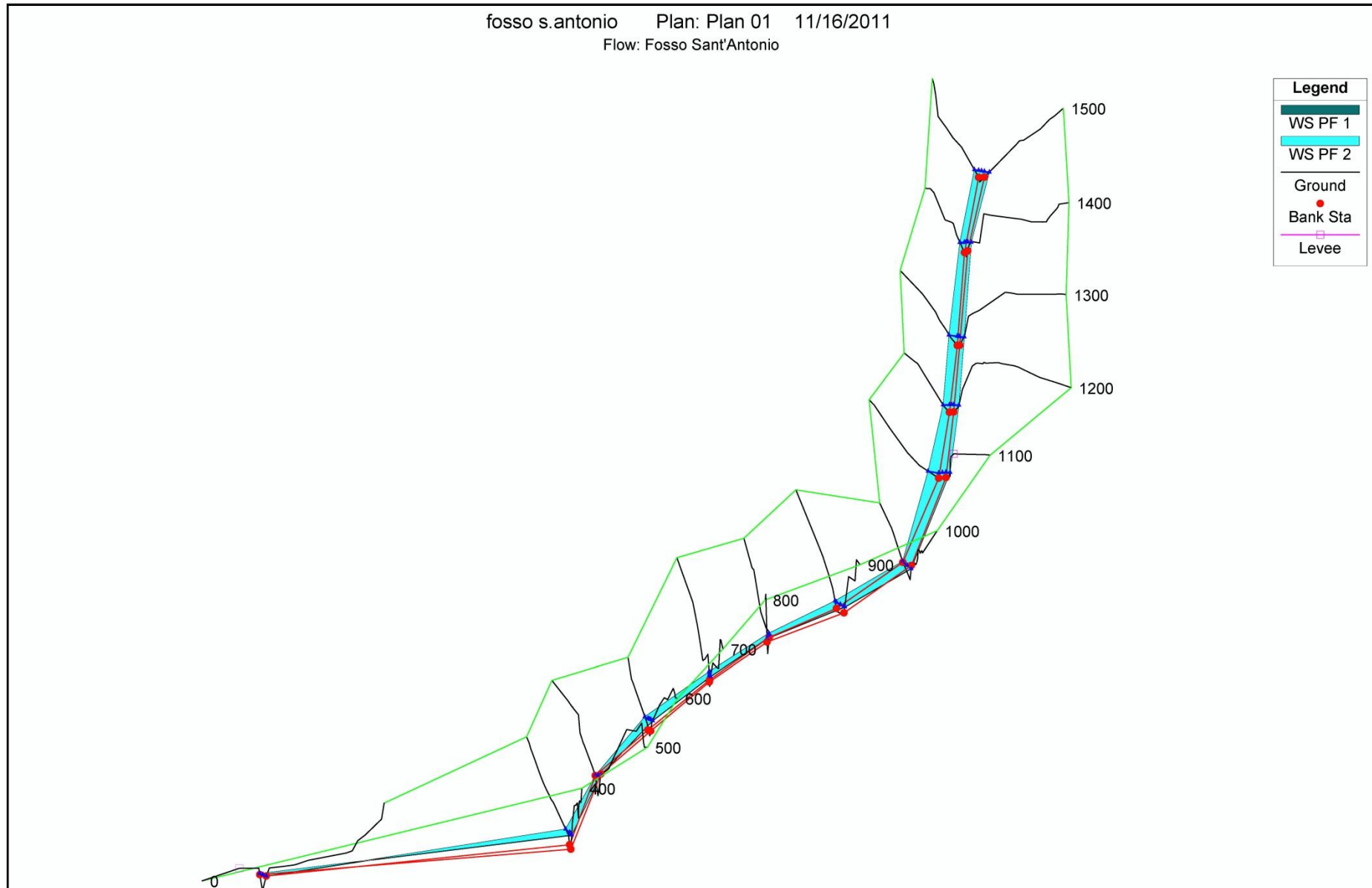
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: fosso sant'anton Reach: dx tenna

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
dx tenna	1500	PF 1	23.30	99.22	100.51	100.51	100.83	0.015931	2.71	10.35	17.37	0.88
dx tenna	1500	PF 2	27.30	99.22	100.60	100.60	100.93	0.015182	2.80	11.93	18.70	0.87
dx tenna	1400	PF 1	23.30	96.31	97.97	97.97	98.38	0.014453	3.16	9.27	12.32	0.87
dx tenna	1400	PF 2	27.30	96.31	98.09	98.09	98.51	0.013390	3.22	10.91	13.85	0.85
dx tenna	1300	PF 1	23.30	91.20	92.46	92.46	92.74	0.015165	2.94	11.10	18.42	0.88
dx tenna	1300	PF 2	27.30	91.20	92.53	92.53	92.84	0.015773	3.11	12.27	18.96	0.90
dx tenna	1200	PF 1	23.30	89.06	90.14	90.14	90.43	0.016603	2.77	10.80	18.46	0.90
dx tenna	1200	PF 2	27.30	89.06	90.21	90.21	90.52	0.016706	2.91	12.06	19.02	0.92
dx tenna	1100	PF 1	23.30	87.48	88.14	88.14	88.37	0.021335	2.37	11.58	25.69	0.96
dx tenna	1100	PF 2	27.30	87.48	88.20	88.20	88.45	0.020733	2.48	13.08	26.88	0.96
dx tenna	1000	PF 1	23.30	80.65	82.01		82.23	0.015567	2.08	11.18	16.81	0.81
dx tenna	1000	PF 2	27.30	80.65	82.08		82.33	0.015478	2.21	12.38	17.40	0.82
dx tenna	900	PF 1	23.30	80.00	80.99		81.17	0.007564	1.88	13.09	16.09	0.61
dx tenna	900	PF 2	27.30	80.00	81.09		81.28	0.007360	1.98	14.69	16.66	0.61
dx tenna	800	PF 1	25.60	77.80	79.70	79.60	80.09	0.015351	2.78	9.45	10.38	0.85
dx tenna	800	PF 2	29.10	77.80	79.77	79.70	80.21	0.015785	2.95	10.23	10.85	0.87
dx tenna	700	PF 1	25.60	76.39	77.96	77.96	78.44	0.017522	3.14	8.81	9.78	0.93
dx tenna	700	PF 2	29.10	76.39	78.06	78.06	78.56	0.016914	3.25	9.77	10.20	0.93
dx tenna	600	PF 1	25.60	74.37	76.25	76.25	76.74	0.013493	3.36	9.43	10.90	0.86
dx tenna	600	PF 2	29.10	74.37	76.37	76.37	76.86	0.012596	3.41	10.84	12.21	0.84
dx tenna	500	PF 1	25.60	71.60	73.94	73.94	74.54	0.025403	3.42	7.48	6.34	1.01
dx tenna	500	PF 2	29.10	71.60	74.05	74.05	74.69	0.025401	3.54	8.22	6.70	1.01
dx tenna	400	PF 1	25.60	70.01	71.74	71.71	72.17	0.012022	3.28	10.34	12.62	0.84
dx tenna	400	PF 2	29.10	70.01	71.83	71.83	72.29	0.012249	3.43	11.47	13.73	0.85
dx tenna	0	PF 1	25.60	63.38	65.27	65.27	65.74	0.022527	3.06	8.37	8.87	1.00
dx tenna	0	PF 2	29.10	63.38	65.36	65.36	65.87	0.021900	3.16	9.22	9.30	1.00

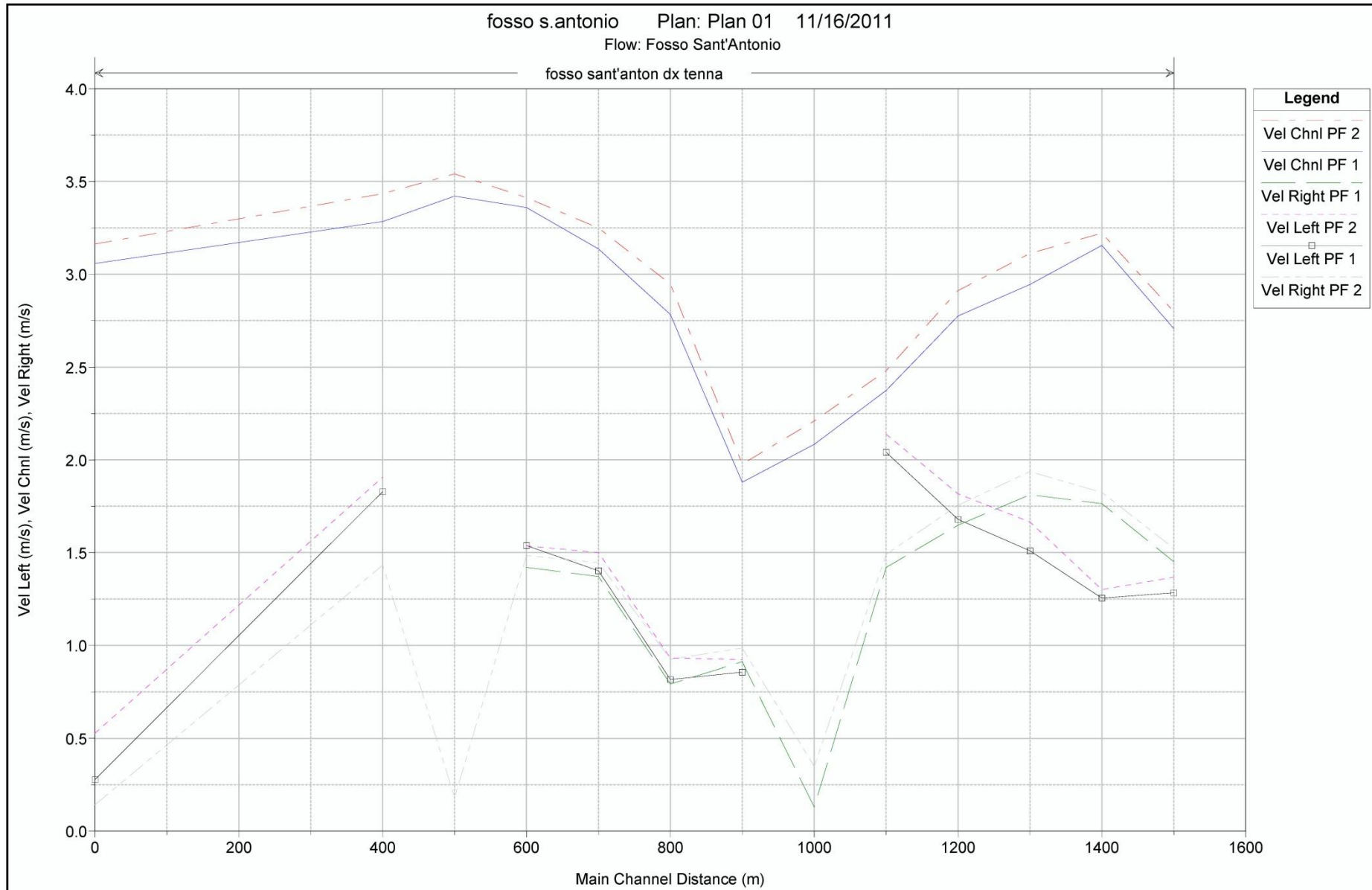
Profile Plot PF1-PF2 (post operam)



DETTAGLIO PROFILO IDRAULICO 3d PF1-PF2



DETTAGLIO PROFILO VELOCITA' PF1-PF2



2.4 Analisi e valutazioni idrauliche

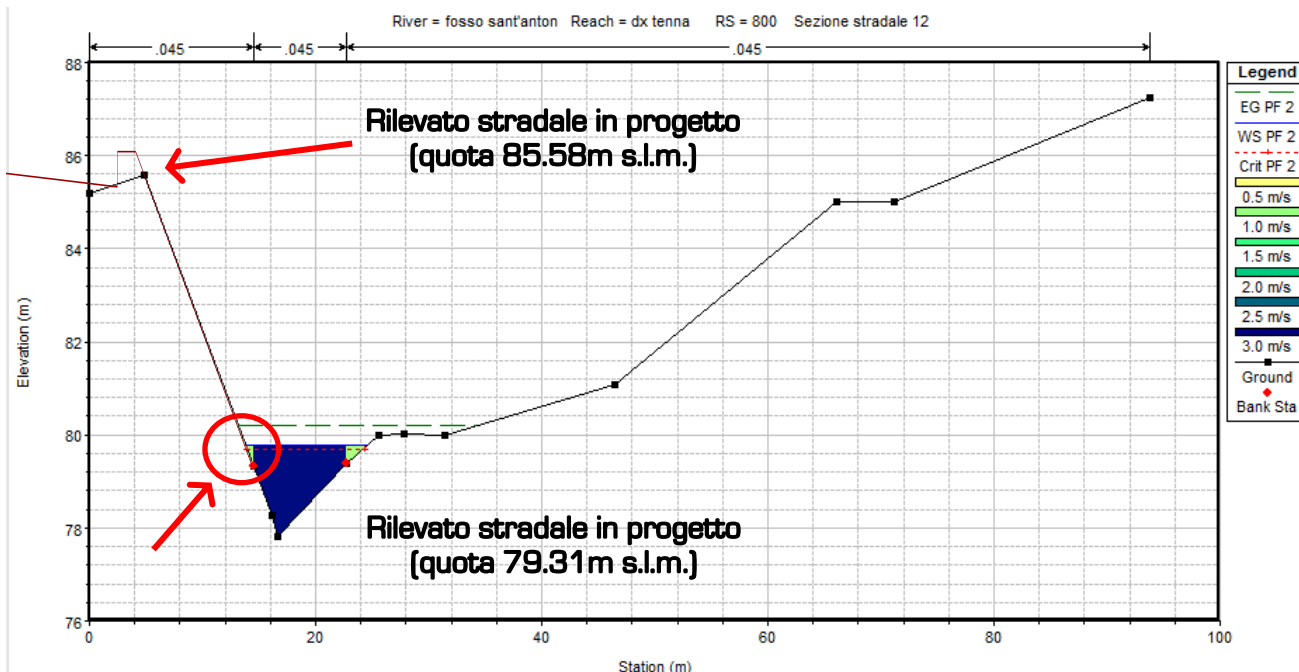
L'elaborazione realizzata mediante ricostruzione del modello idraulico con il software HEC-RAS v.4.1.0 relativa alla discretizzazione delle sezioni di progetto come descritte in precedenza, ha evidenziato una sostanziale compatibilità idraulica dell'intervento con il profilo idraulico con portata del fosso Sant'Antonio relativa ad un Tr200 anni come visibile graficamente dalle sezioni di analisi di seguito allegate ed in precedenza dai dati riportati nella tabella di output numerica di tutte le sezioni.

Particolare attenzione è stata posta laddove il tracciato stradale corre in corrispondenza dell'asta fluviale o la lambisce o la interseca. Ciò avviene in corrispondenza delle sezioni (da monte verso valle) n.12, n.16 e n.20.

- Sezione n.12 (River Station 800)

Plan: Plan 01 fosso sant'anton dx tenna RS: 800 Profile: PF 2					
E.G. Elev (m)		Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.44	Wt. n-Val.	0.045	0.045	0.045
W.S. Elev (m)	79.77	Reach Len. (m)	100.00	100.00	100.00
Crit W.S. (m)	79.70	Flow Area (m2)	0.16	9.71	0.37
E.G. Slope (m/m)	0.015785	Area (m2)	0.16	9.71	0.37
Q Total (m3/s)	29.10	Flow (m3/s)	0.15	28.61	0.34
Top Width (m)	10.85	Top Width (m)	0.71	8.27	1.88
Vel Total (m/s)	2.84	Avg. Vel. (m/s)	0.93	2.95	0.93
Max Chl Dpth (m)	1.97	Hydr. Depth (m)	0.23	1.17	0.19
Conv. Total (m3/s)	231.6	Conv. (m3/s)	1.2	227.7	2.7
Length Wtd. (m)	100.00	Wetted Per. (m)	0.84	8.95	1.92
Min Ch El (m)	77.80	Shear (N/m2)	29.82	167.91	29.52
Alpha	1.06	Stream Power (N/m s)	4487.59	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.63	Cum Volume (1000 m3)	0.42	6.01	2.15
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.94	5.09	4.07

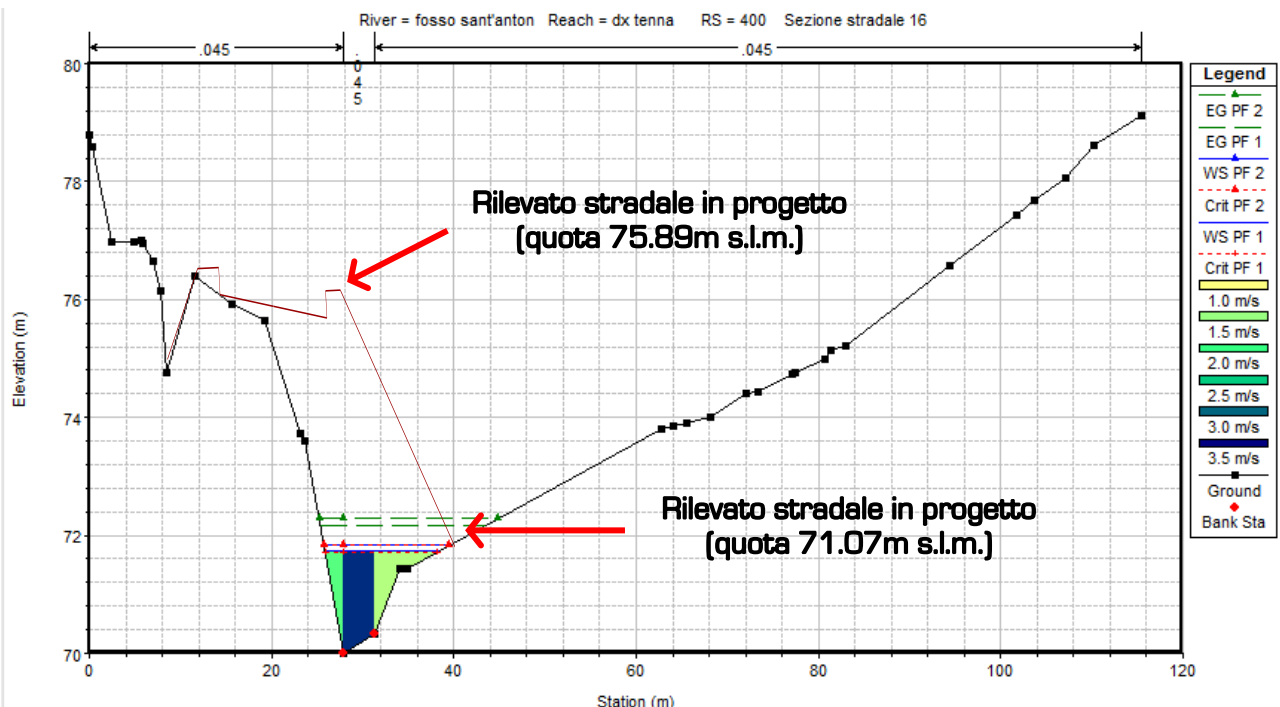
Il tracciato stradale lambisce con la parte terminale del rilevato la fascia dell'alveo naturale ponendosi come da progetto a quota 79.31m s.l.m. come punto di partenza dal basso verso l'alto, mentre il livello del pelo libero calcolato con PF2 è pari a 79.77m s.l.m.. Come visibile graficamente nella sezione di seguito riportata, l'area di deflusso disponibile è idonea a contenere la portata, pertanto nel caso specifico si reputano necessarie opere di protezione dall'erosione alla base del rilevato stradale, in sponda sinistra del fosso Sant'Antonio, per un'altezza idonea di non meno di 50cm.



- Sezione 16 (River Station 400)

Plan: Plan 01 fossò sant'anton dx tenna RS: 400 Profile: PF 2					
E.G. Elev (m)	72.29	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.46	Wt. n-Val.	0.045	0.045	0.045
W.S. Elev (m)	71.83	Reach Len. (m)	400.00	400.00	400.00
Crit W.S. (m)	71.83	Flow Area (m ²)	1.88	5.88	3.71
E.G. Slope (m/m)	0.012249	Area (m ²)	1.88	5.88	3.71
Q Total (m ³ /s)	29.10	Flow (m ³ /s)	3.58	20.20	5.32
Top Width (m)	13.73	Top Width (m)	2.07	3.55	8.11
Vel Total (m/s)	2.54	Avg. Vel. (m/s)	1.91	3.43	1.43
Max Chl Dpth (m)	1.82	Hydr. Depth (m)	0.91	1.66	0.46
Conv. Total (m ³ /s)	262.9	Conv. (m ³ /s)	32.4	182.5	48.0
Length Wtd. (m)	400.00	Wetted Per. (m)	2.75	3.56	8.35
Min Ch El (m)	70.01	Shear (N/m ²)	81.99	198.21	53.38
Alpha	1.40	Stream Power (N/m s)	5524.15	0.00	0.00
Fictn Loss (m)	6.42	Cum Volume (1000 m ³)	0.38	3.02	0.74
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m ²)	0.47	2.50	1.64

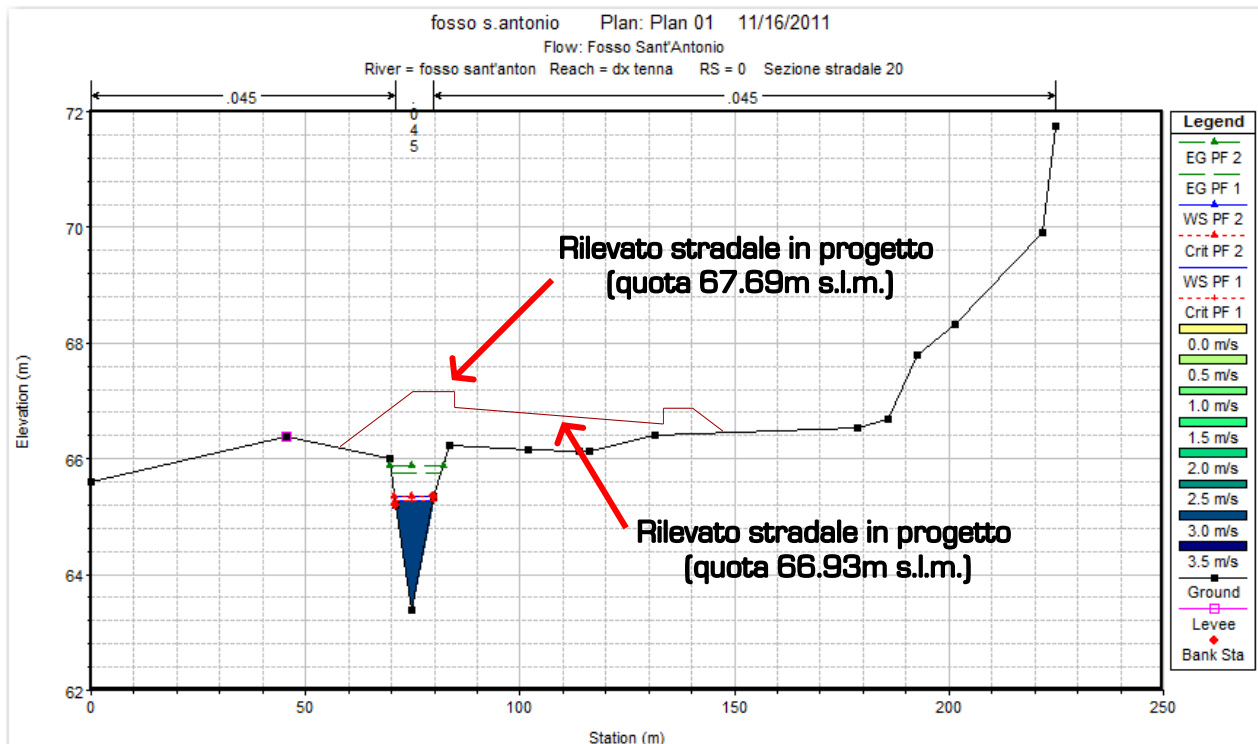
Il tracciato stradale in corrispondenza della sezione n.16 v'ad occupare con parte del rilevato stradale l'alveo del fossò Sant'Antonio. In tal caso si è analizzata la sezione naturale ante operam per definire l'area necessaria al deflusso della portata di progetto (come dettagliata in tabella allegata). Da tale valore in relazione alla geometria della sezione risulta complessivamente necessaria una superficie di deflusso pari a 11.47mq. Il dimensionamento dello scatolare idoneo alla sezione 16 è pertanto basato su tale valore, sulla necessità di manutenzione di tale opera con mezzi meccanici, sul tirante idraulico calcolato (1.66m) e sul livello del pelo libero in quota assoluta pari a 71.83m s.l.m.. Si reputa quindi una dimensione minima dello scatolare pari a 12.00mq LxB : 4.0x3.0m o 5.0x2.5m o maggiore.



- Sezione 20 (River Station 0)

Plan: Plan 01 fosso sant'anton dx tenna RS: 0 Profile: PF 2					
E.G. Elev (m)	65.87	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.51	Wt. n-Val.	0.045	0.045	0.045
W.S. Elev (m)	65.36	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	65.36	Flow Area (m2)	0.02	9.20	0.00
E.G. Slope (m/m)	0.021900	Area (m2)	0.02	9.20	0.00
Q Total (m3/s)	29.10	Flow (m3/s)	0.01	29.09	0.00
Top Width (m)	9.30	Top Width (m)	0.26	8.97	0.08
Vel Total (m/s)	3.16	Avg. Vel. (m/s)	0.53	3.16	0.14
Max Chl Dpth (m)	1.98	Hydr. Depth (m)	0.07	1.03	0.01
Conv. Total (m3/s)	196.6	Conv. (m3/s)	0.1	196.6	0.0
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	0.30	9.75	0.08
Min Ch El (m)	63.38	Shear (N/m2)	13.79	202.59	1.92
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	10772.52	2178.44	0.00
Frictn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			

Il tracciato stradale in corrispondenza della sezione n.20 va ad occupare completamente con il rilevato stradale l'alveo del fosso Sant'Antonio. In tal caso si è analizzata la sezione naturale ante operam per definire l'area necessaria al deflusso della portata di progetto (come dettagliata in tabella allegata). Da tale valore in relazione alla geometria della sezione risulta complessivamente necessaria una superficie di deflusso pari a 9.20mq. Il dimensionamento dello scatolare idoneo alla sezione 20 è pertanto basato su tale valore, sulla necessità di manutenzione di tale opera con mezzi meccanici, sul tirante idraulico calcolato (1.03m) e sul livello del pelo libero in quota assoluta pari a 65.36m s.l.m.. Si reputa quindi una dimensione minima dello scatolare pari a 10.00mq LxB : 5.0x2.0m o maggiore.



In allegato sono riportate le sezioni elaborate con la definizione del livello idraulico rispettivo.

3. CONTROLLO E PIANO DI GESTIONE FOSSO SANT'ANTONIO

Il fosso Sant'Antonio interessato dall'intervento in valutazione affiancato in taluni casi ed attraversato e ritombato in altri dal tracciato stradale, dovrà essere periodicamente controllato (almeno tre volte l'anno: settembre, novembre, aprile) allo scopo di evitare l'intasamento per effetto di depositi di materiale trasportato da correnti nel periodo di massima pioggia.

Si reputa utile redigere specifico verbale nel momento del controllo periodico, nel quale si descriva la reale situazione del fosso, il materiale depositatosi e la sua quantità, l'ubicazione del deposito di materiale e quanto altro.

Occorre che prontamente, in caso di occlusioni, venga provveduto all'asportazione di tale materiale in modo da ripristinare le condizioni funzionali del fosso stesso. Nei punti oggetto di opere idrauliche di attraversamento del corpo idrico quali scatolari, con dimensioni idonee all'accesso di mezzi meccanizzati, siano previsti controlli ed interventi di pulizia periodica almeno due volte l'anno (settembre, aprile) o a seguito di evidente accumulo di materiale terrigeno o vegetale che ne occluda la sezione di deflusso.

Sintesi opere di manutenzione lungo l'asta fluviale e sugli scoli ad esso facenti riferimento (anche di privati):

1. estirpare e tagliare le erbe sulle sponde e sul ciglio di fossi e canali almeno due volte all'anno (aprile - settembre);
2. tenere pulite le luci dei ponti/attraversamenti/scatolari ed i tominamenti per la loro lunghezza almeno una volta all'anno;
3. aprire i nuovi fossi che fossero necessari per il regolare deflusso delle acque del proprio fondo o dei fondi superiori e allargare, risezionandoli, quelli esistenti e con invasi palesemente insufficienti;
4. rimuovere prontamente alberi, tronchi e rami di proprietà che per qualsiasi causa cadano nel fosso/canale;
5. tagliare i rami delle piante e delle siepi poste nei propri fondi e limitrofe ai fossi/canali;
6. mantenere in buono stato di conservazione i ponti e le altre opere d'arte d'uso particolare e privato di uno o più fondi;
7. eseguire l'immediata aratura dopo trinciatura delle colture ove presenti, al fine di evitare che, in occasione di piogge intense, le canne sminuzzate lasciate in superficie siano trasportate in grandi quantità nei fossi/canali provocandone l'intasamento degli stessi;
9. procedere al riescavo del fosso quando il deposito di materiale terroso ed erbaceo ha ridotto il franco di coltivazione.

Novembre 2011

dott. Geol. Alessandro Mascitti

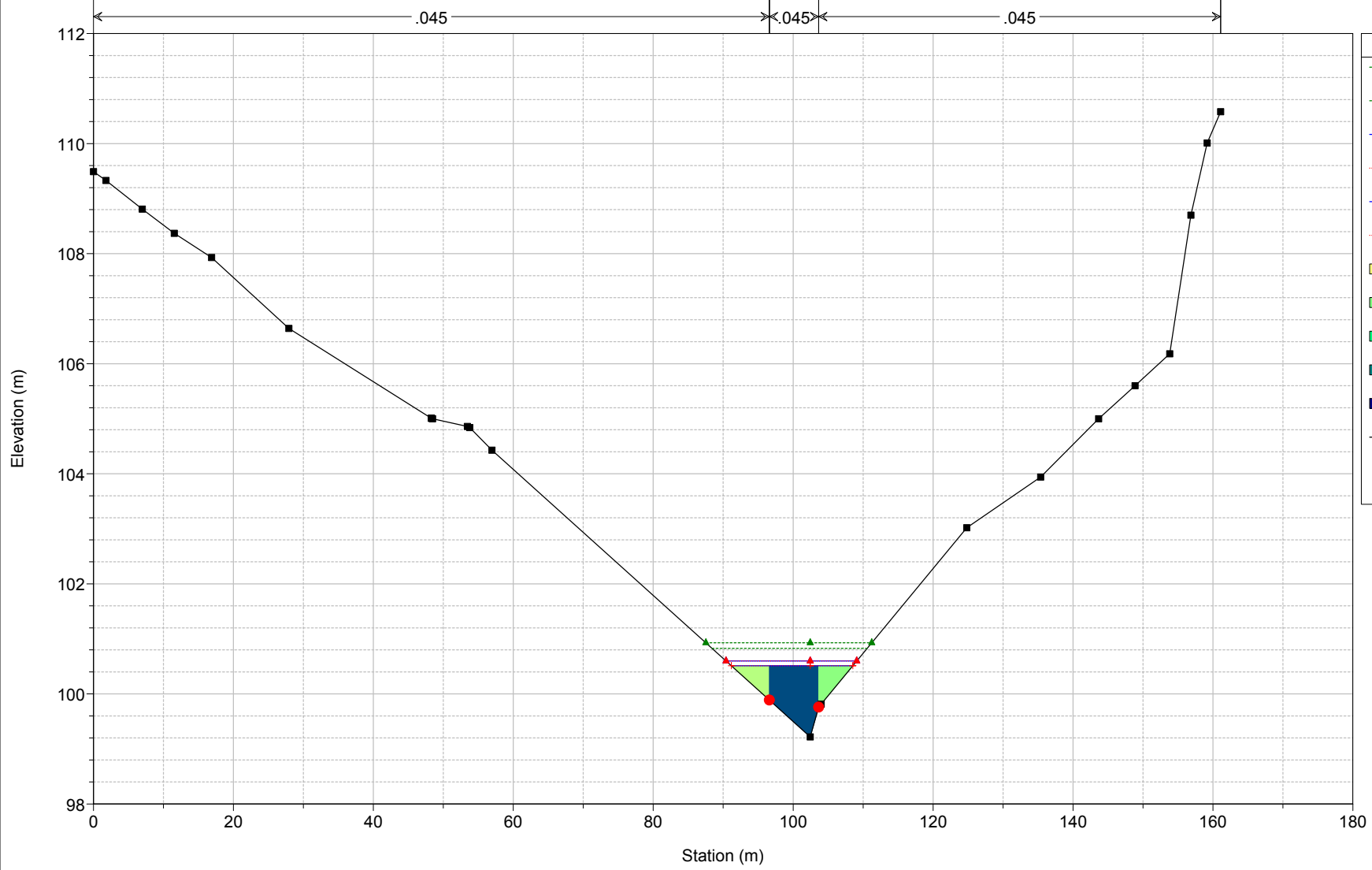


The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to be 'Alessandro Mascitti'. Below the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the following text: 'ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE' around the top edge, 'Alessandro MASCITTI' in the center, 'Geologo Specialista' below the name, 'N. 717' below the name, and 'ALBO SEZIONE A' around the bottom edge. There are two small stars on either side of the number '717'.

fosso s.antonio Plan: Plan 01 11/16/2011

Flow: Fosso Sant'Antonio

River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 1500 Sezione stradale 05

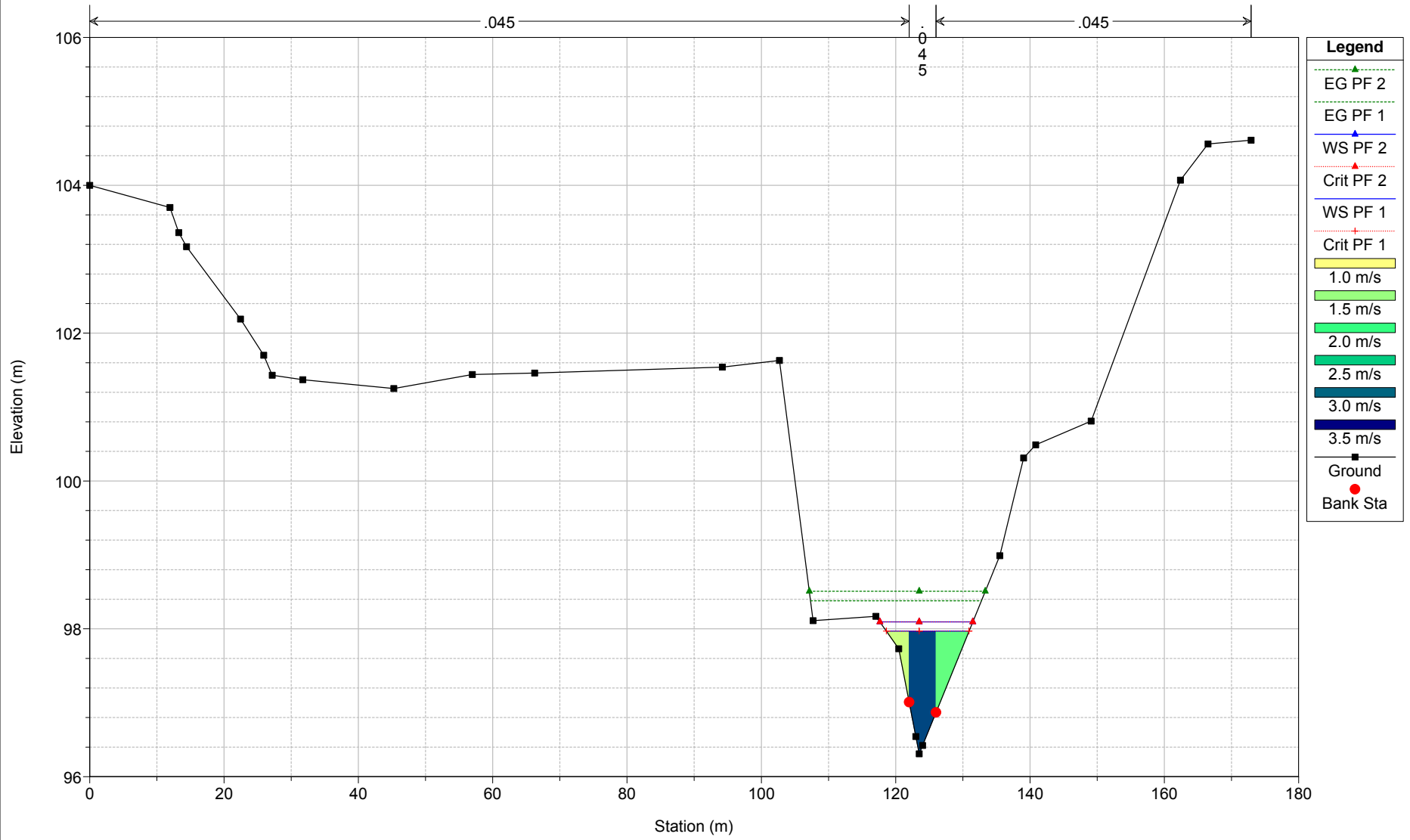


Legend	
EG PF 2	▲ (green)
EG PF 1	▲ (blue)
WS PF 2	▲ (red)
Crit PF 2	▲ (blue)
WS PF 1	▲ (blue)
Crit PF 1	▲ (red)
1.0 m/s	■ (yellow)
1.5 m/s	■ (light green)
2.0 m/s	■ (green)
2.5 m/s	■ (teal)
3.0 m/s	■ (dark blue)
Ground	■ (black)
Bank Sta	● (red)

fosso s.antonio Plan: Plan 01 11/16/2011

Flow: Fosso Sant'Antonio

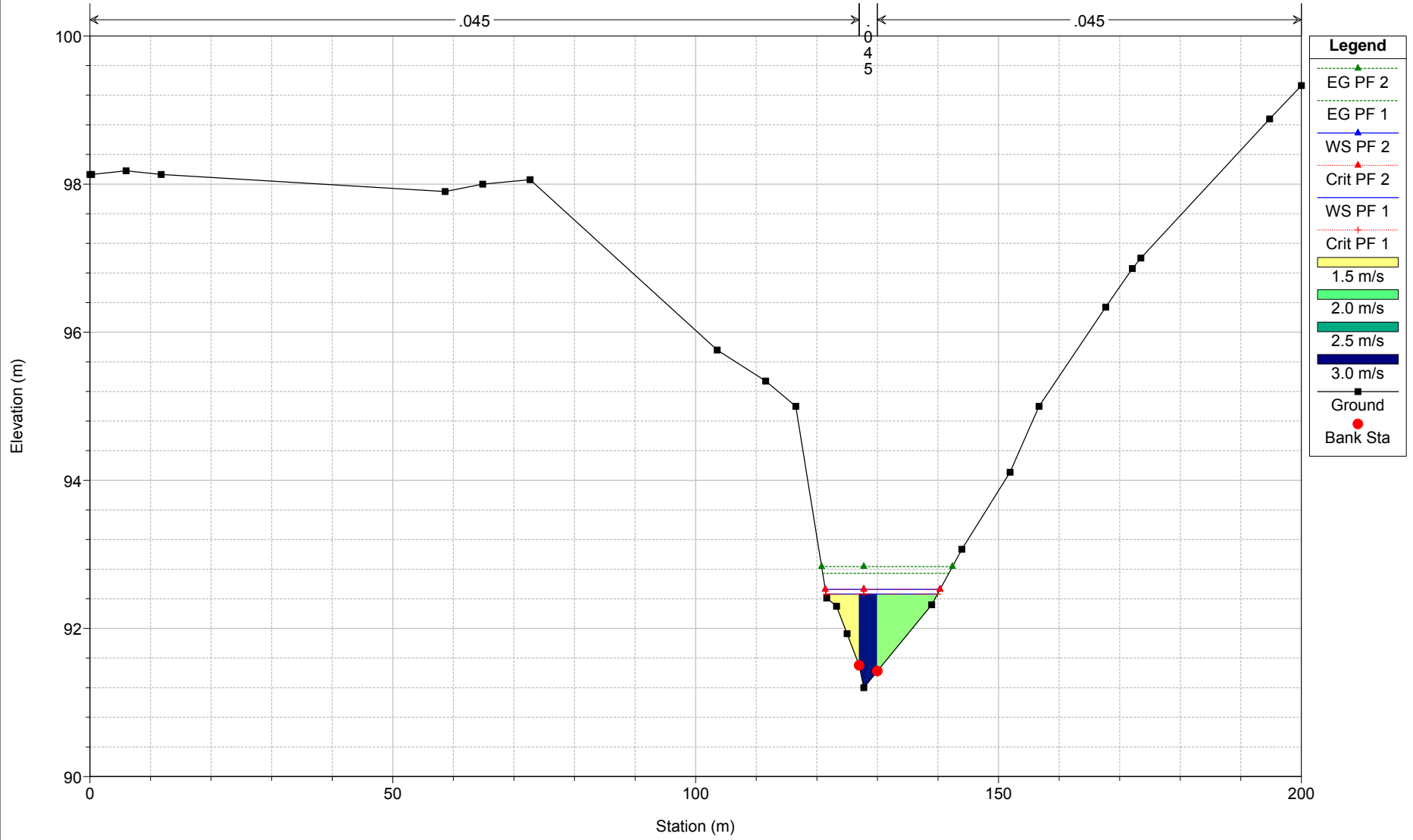
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 1400 Sezione stradale 06



fosso s.antonio Plan: Plan 01 11/16/2011

Flow: Fosso Sant'Antonio

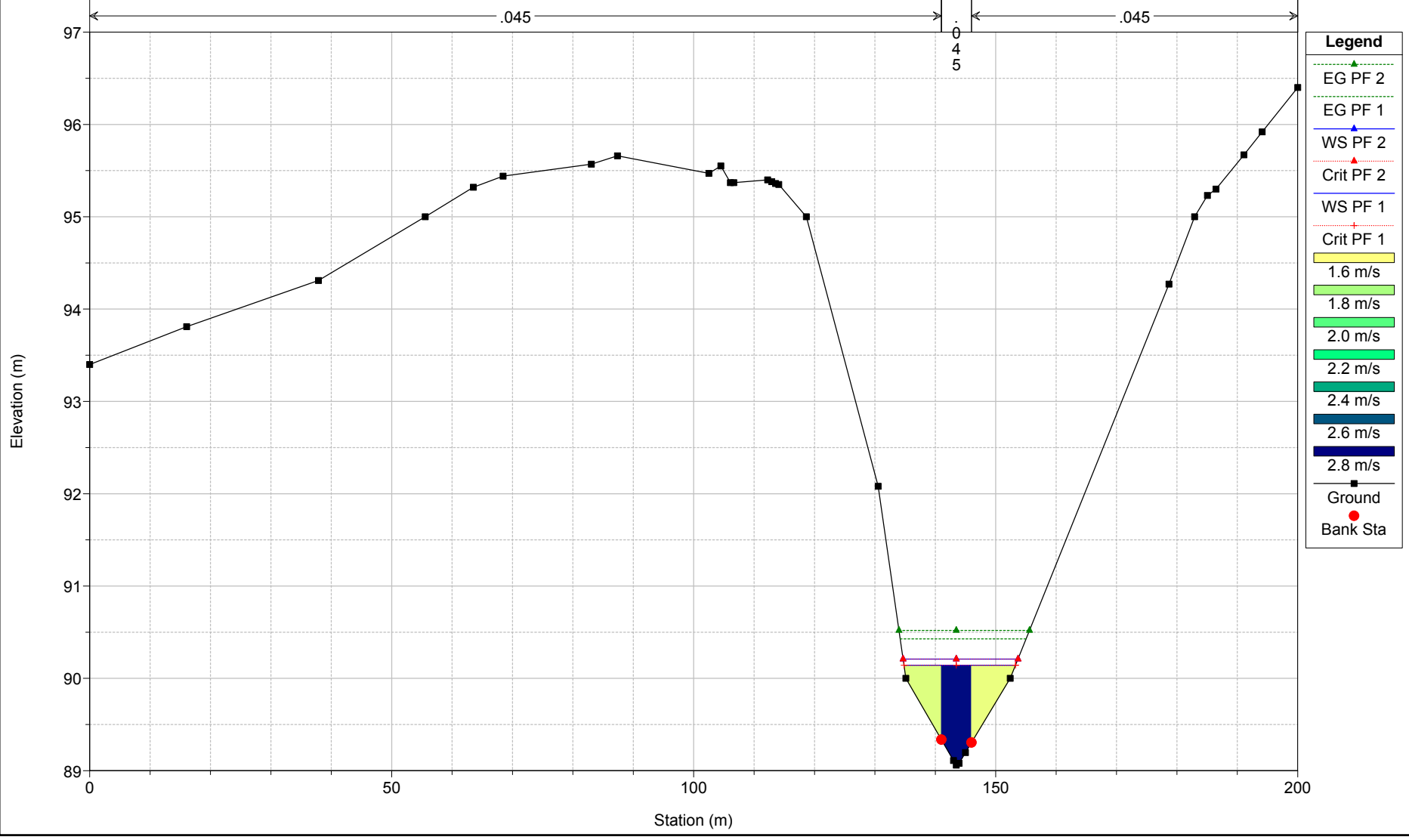
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 1300 Sezione stradale 07



fosso s.antonio Plan: Plan 01 11/16/2011

Flow: Fosso Sant'Antonio

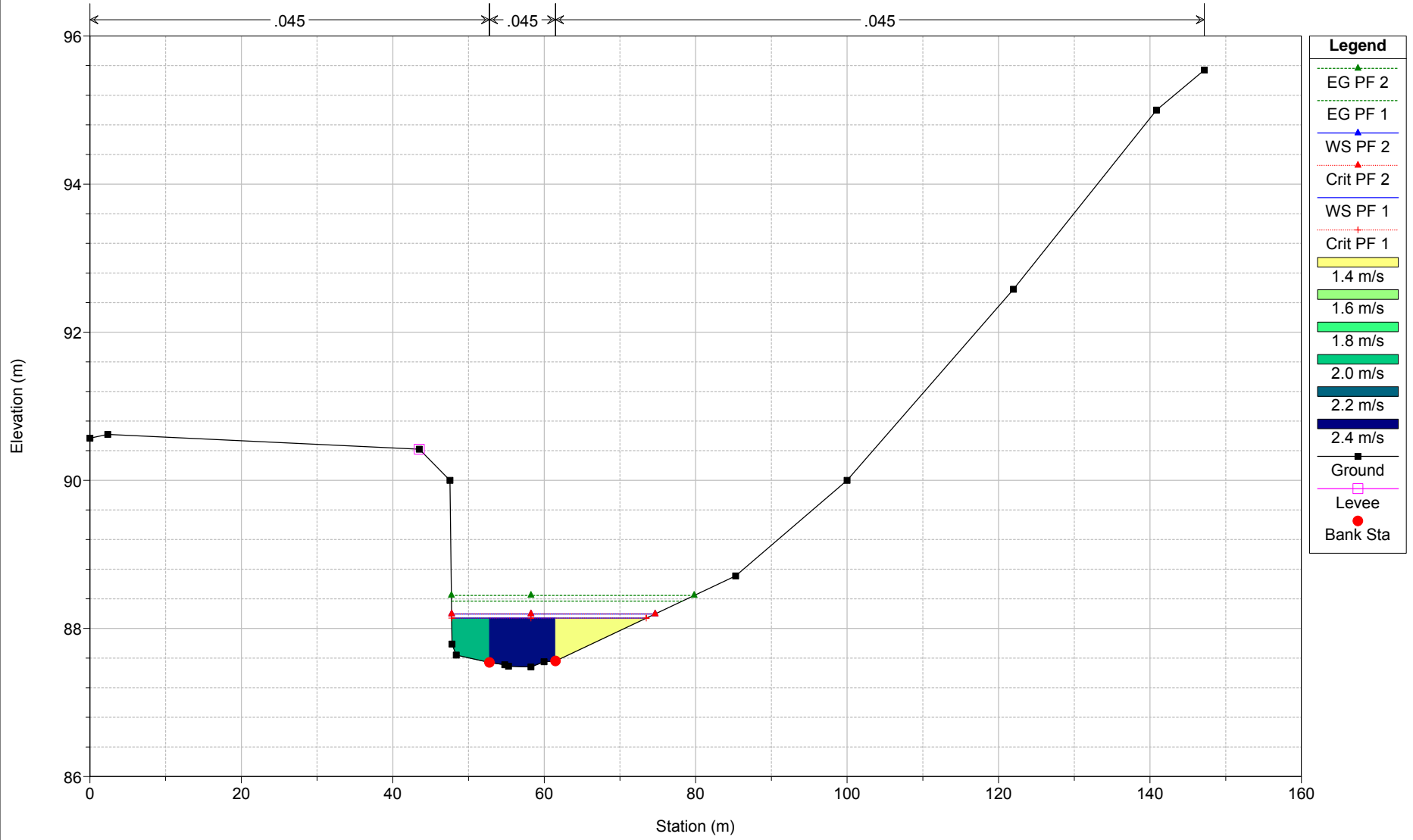
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 1200 Sezione stradale 08



fosso s.antonio Plan: Plan 01 11/16/2011

Flow: Fosso Sant'Antonio

River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 1100 Sezione stradale 09

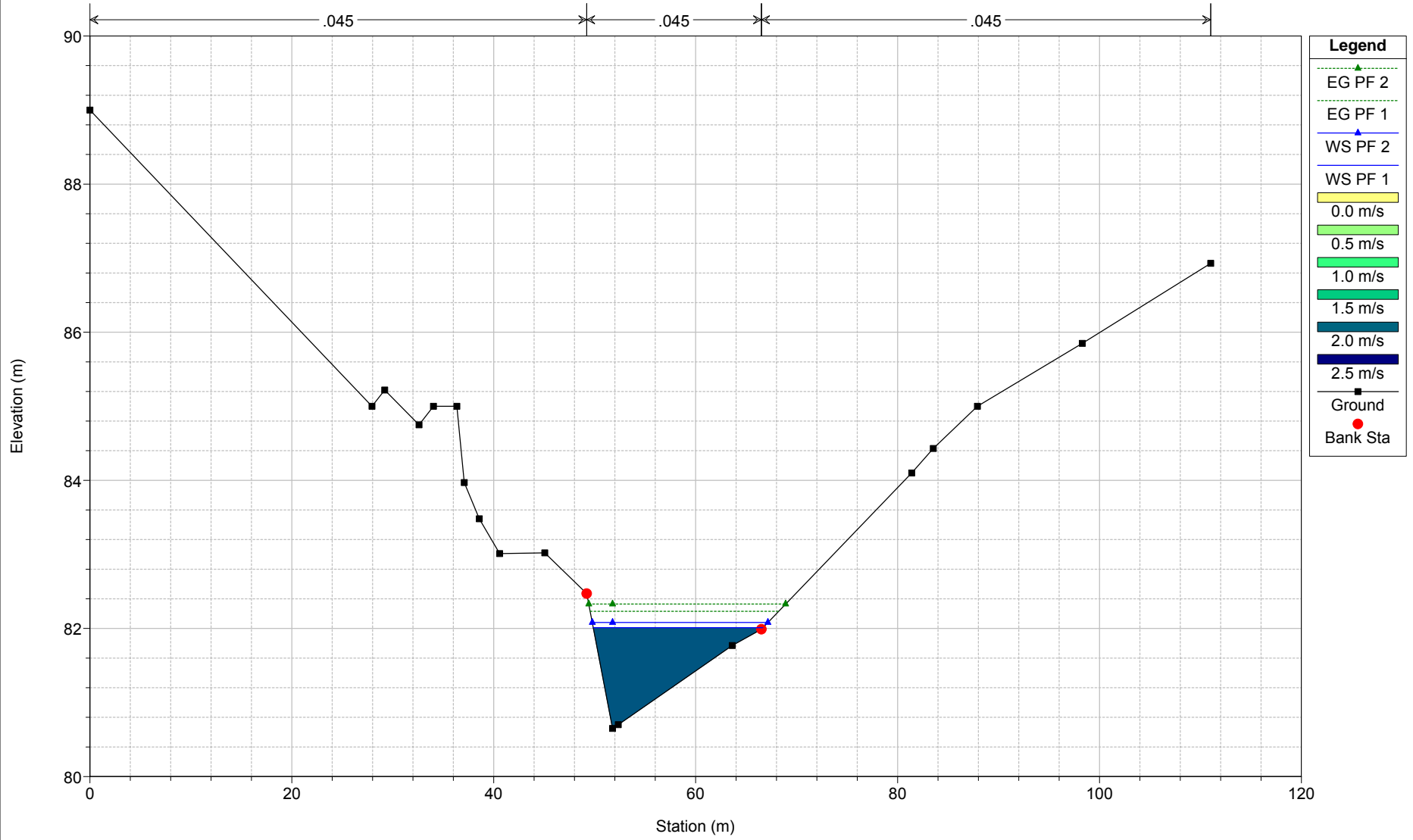


Legend	
EG PF 2	▲ (green)
EG PF 1	▲ (blue)
WS PF 2	▲ (blue)
Crit PF 2	▲ (red)
WS PF 1	▲ (blue)
Crit PF 1	▲ (red)
1.4 m/s	■ (yellow)
1.6 m/s	■ (light green)
1.8 m/s	■ (green)
2.0 m/s	■ (teal)
2.2 m/s	■ (dark teal)
2.4 m/s	■ (dark blue)
Ground	■ (black)
Levee	□ (pink)
Bank Sta	● (red)

fosso s.antonio Plan: Plan 01 11/16/2011

Flow: Fosso Sant'Antonio

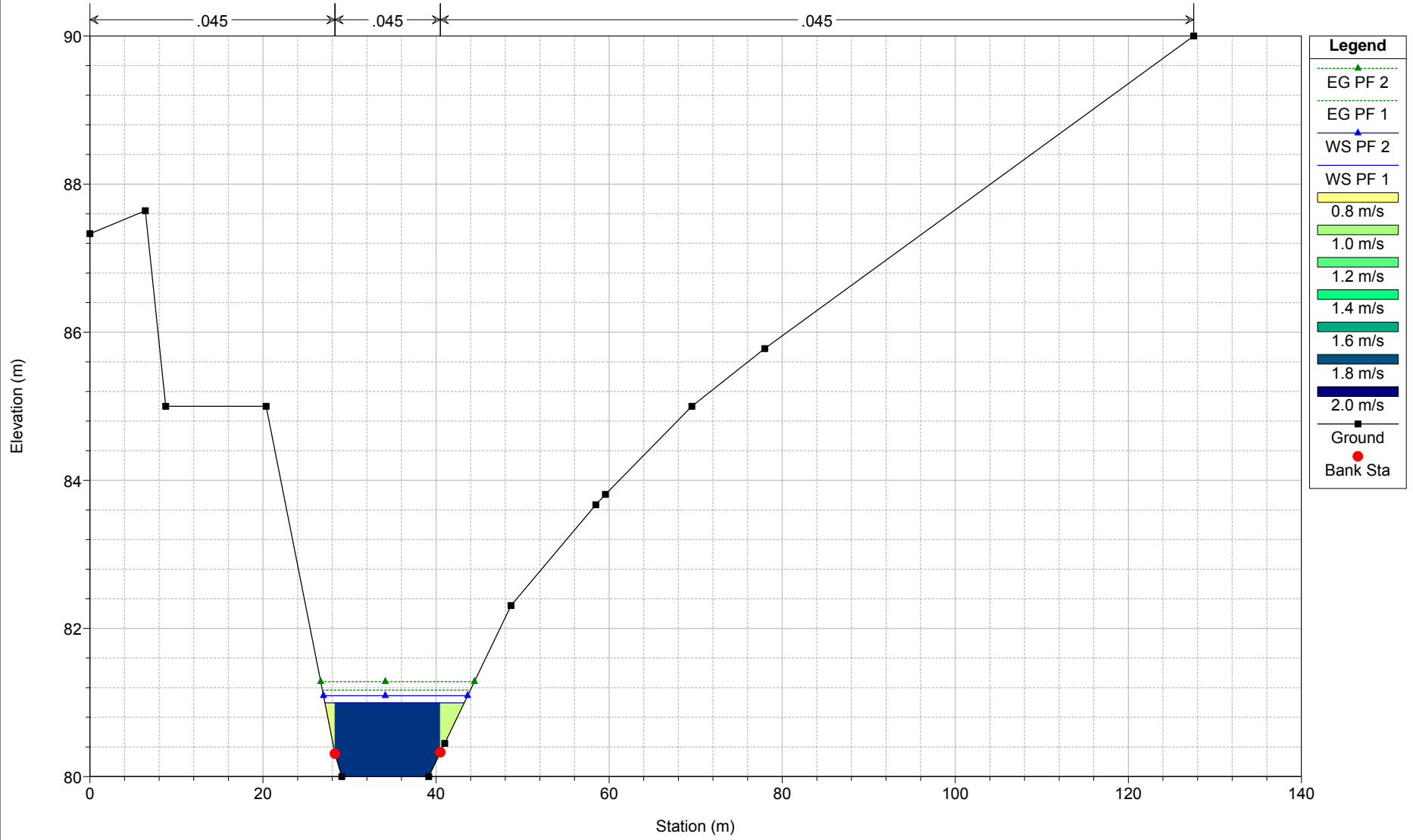
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 1000 Sezione stradale 10



fosso s.antonio Plan: Plan 01 11/16/2011

Flow: Fosso Sant'Antonio

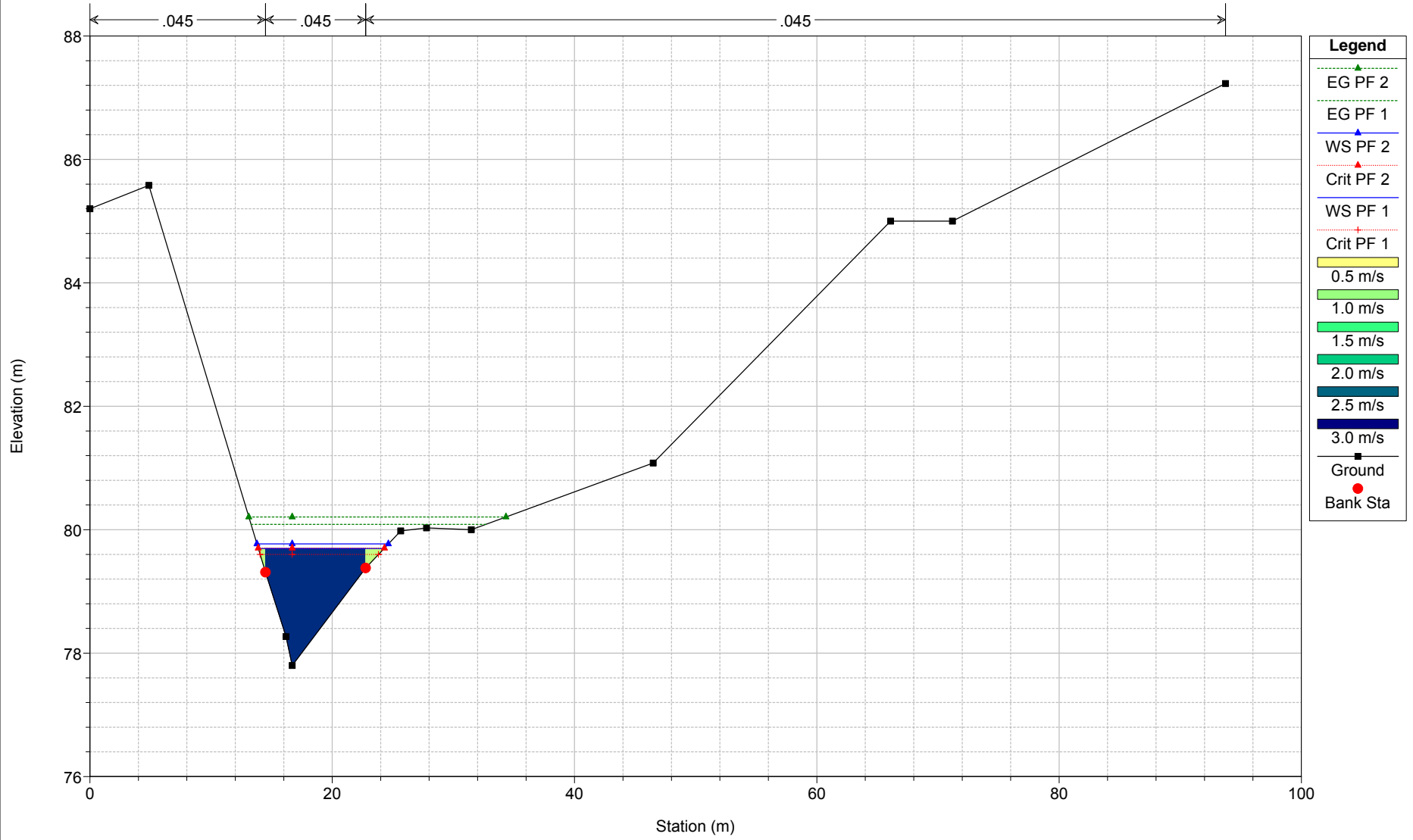
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 900 Sezione stradale 11



fosso s.antonio Plan: Plan 01 11/16/2011

Flow: Fosso Sant'Antonio

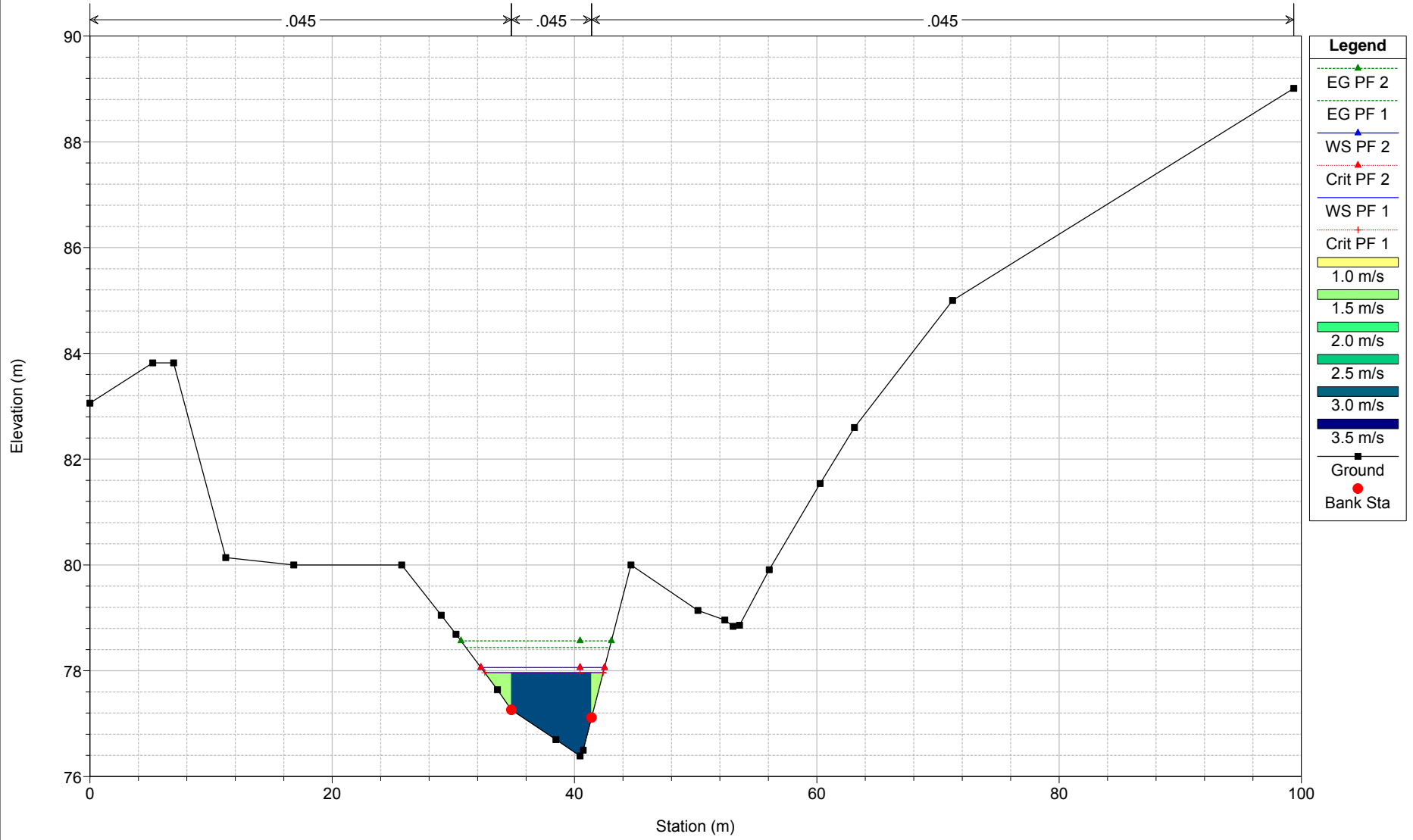
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 800 Sezione stradale 12



fosso s.antonio Plan: Plan 01 11/16/2011

Flow: Fosso Sant'Antonio

River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 700 Sezione stradale 13

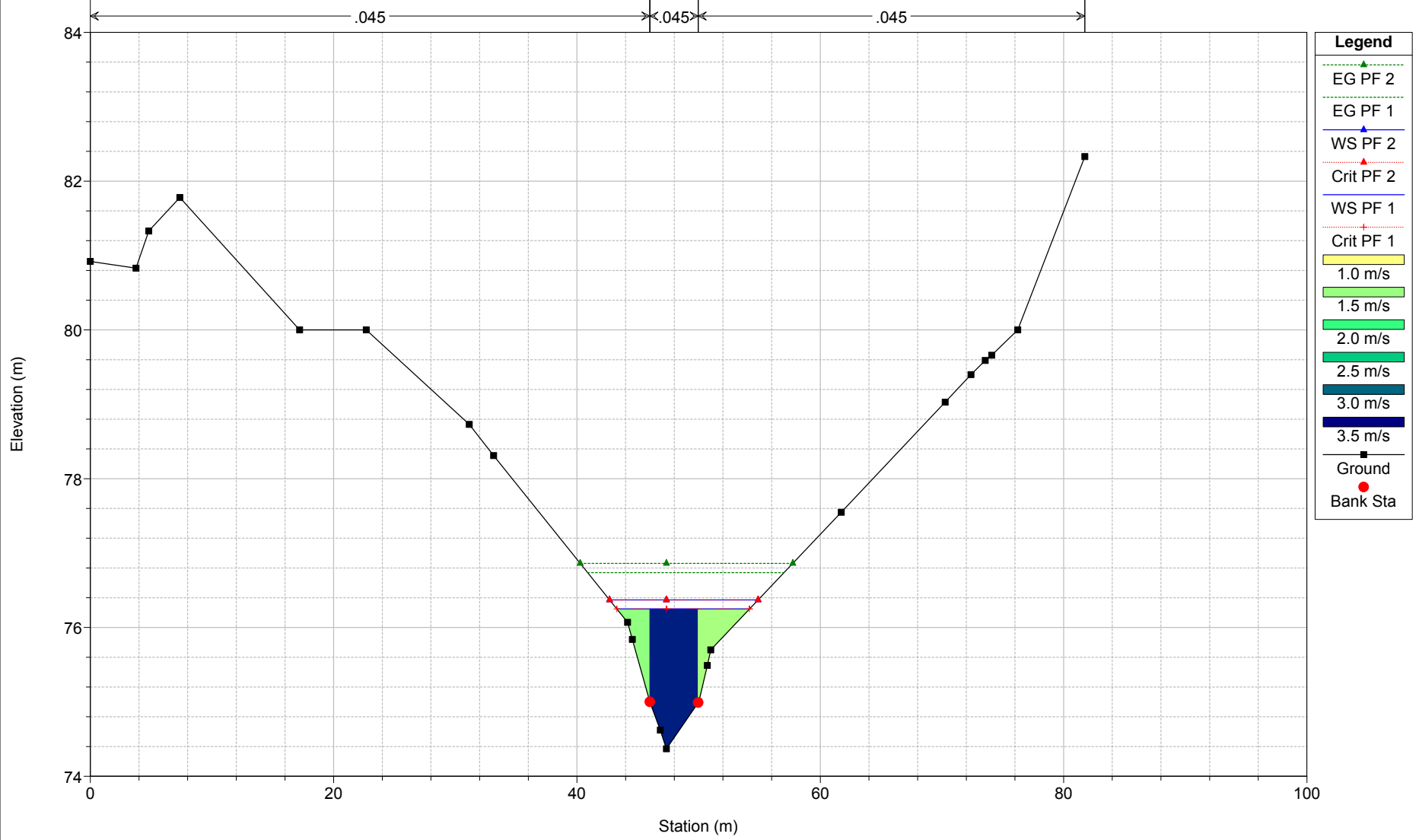


Legend	
EG PF 2	
EG PF 1	
WS PF 2	
Crit PF 2	
WS PF 1	
Crit PF 1	
1.0 m/s	
1.5 m/s	
2.0 m/s	
2.5 m/s	
3.0 m/s	
3.5 m/s	
Ground	
Bank Sta	

fosso s.antonio Plan: Plan 01 11/16/2011

Flow: Fosso Sant'Antonio

River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 600 Sezione stradale 14



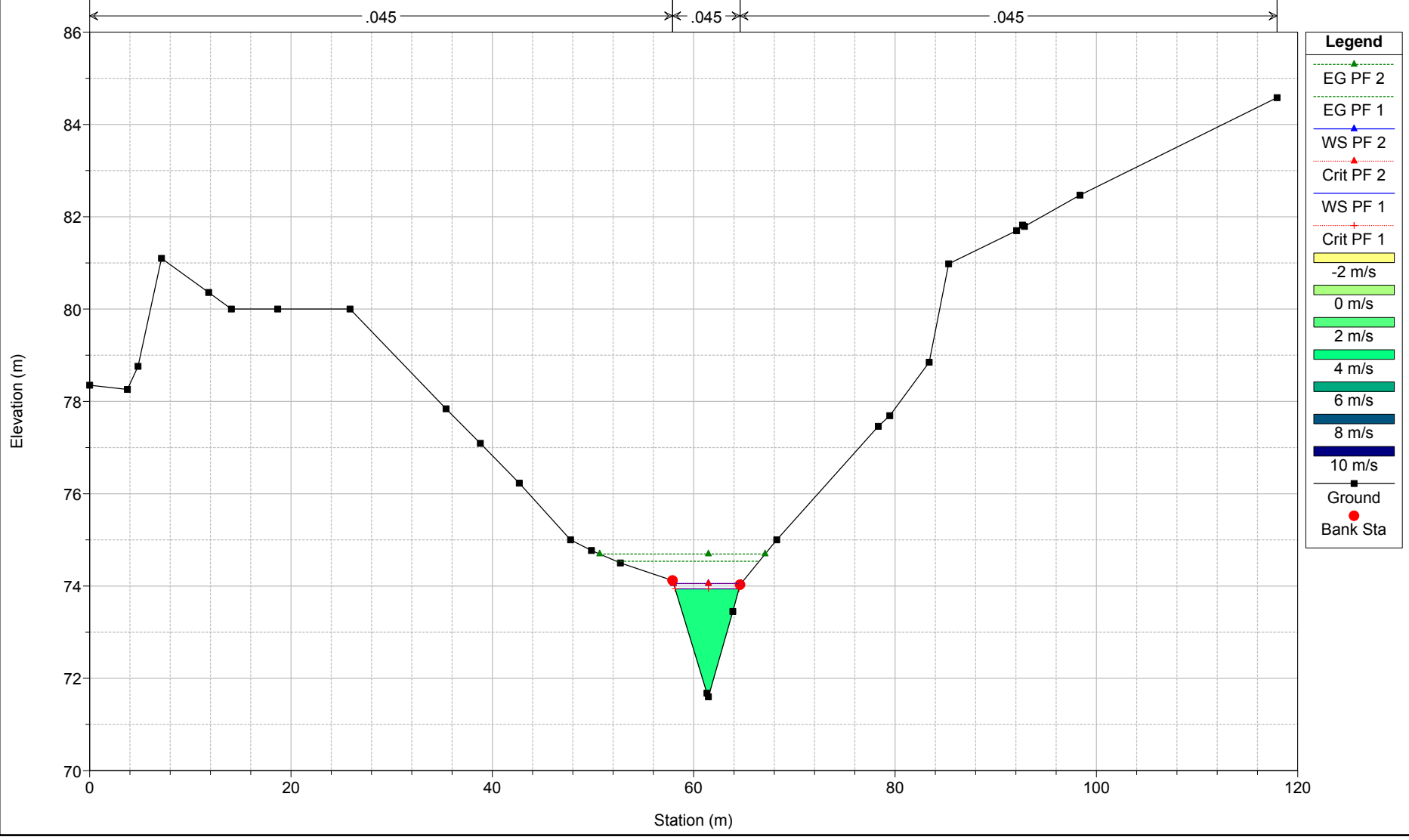
Legend

- EG PF 2 (green dashed line with triangle)
- EG PF 1 (green dashed line with triangle)
- WS PF 2 (blue solid line with triangle)
- Crit PF 2 (red dotted line with triangle)
- WS PF 1 (blue solid line with triangle)
- Crit PF 1 (red dotted line with cross)
- 1.0 m/s (yellow bar)
- 1.5 m/s (light green bar)
- 2.0 m/s (green bar)
- 2.5 m/s (dark green bar)
- 3.0 m/s (teal bar)
- 3.5 m/s (dark blue bar)
- Ground (black square)
- Bank Sta (red circle)

fosso s.antonio Plan: Plan 01 11/16/2011

Flow: Fosso Sant'Antonio

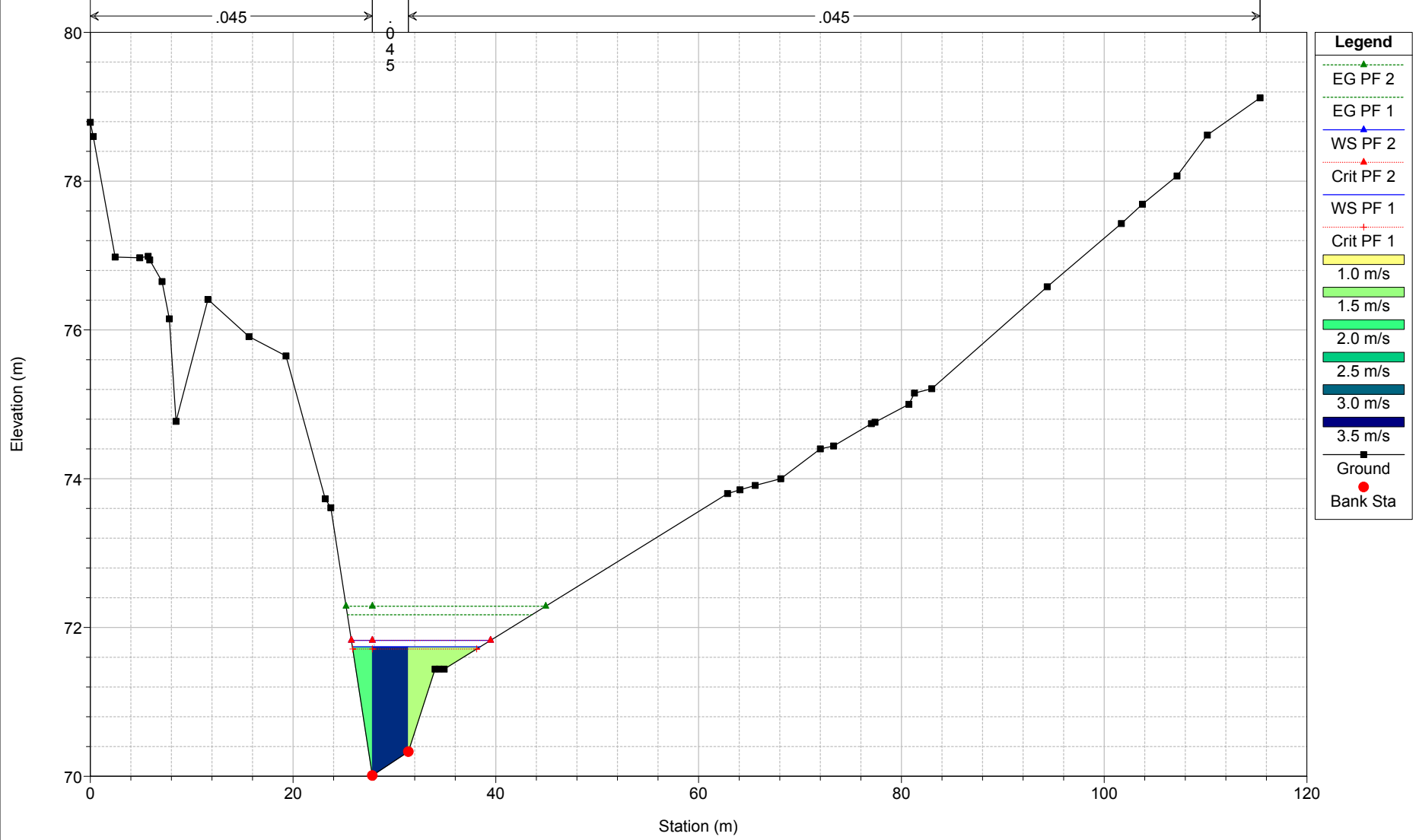
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 500 Sezione stradale 15



fosso s.antonio Plan: Plan 01 11/16/2011

Flow: Fosso Sant'Antonio

River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 400 Sezione stradale 16

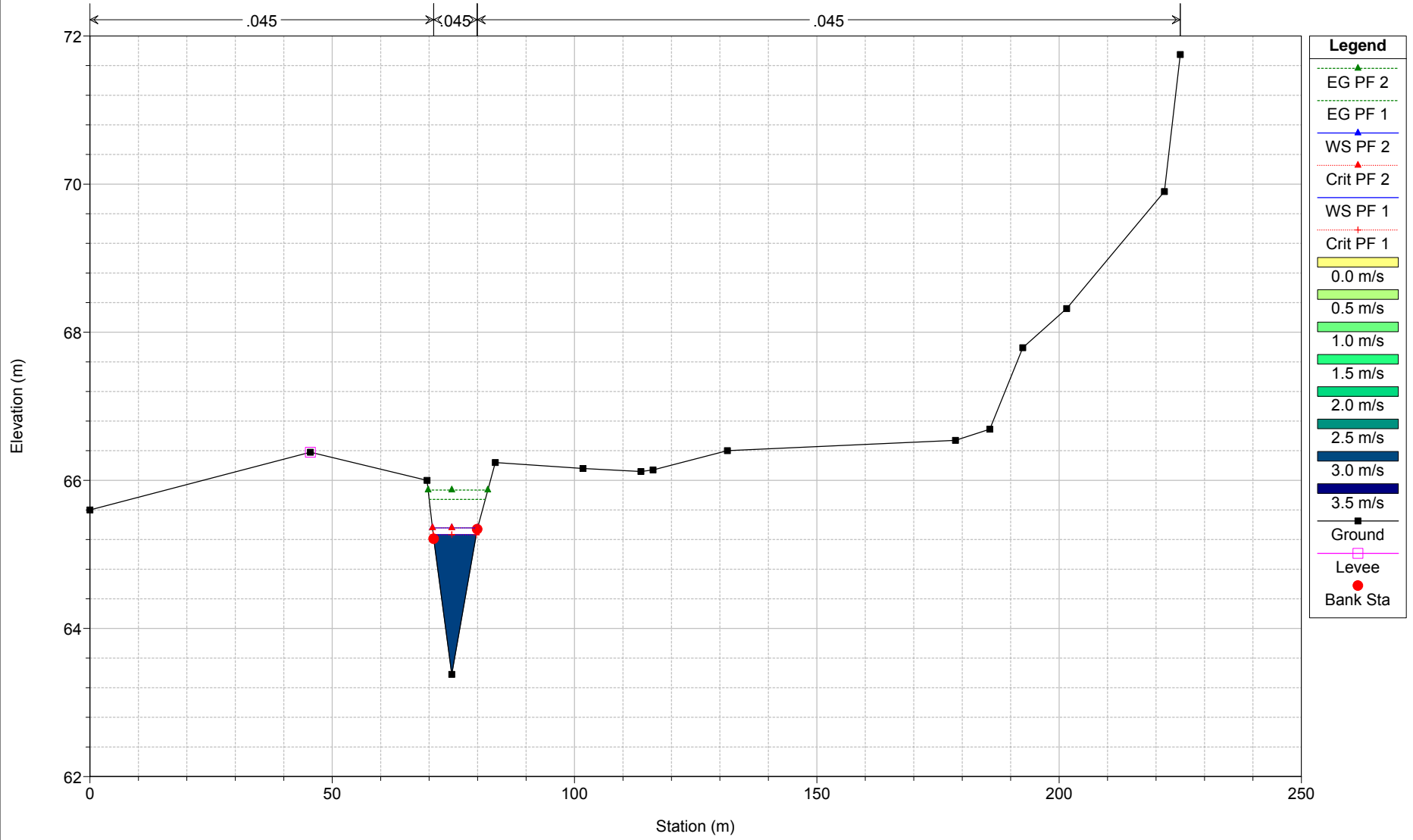


Legend	
EG PF 2	▲ (dotted green line)
EG PF 1	▲ (dotted blue line)
WS PF 2	▲ (solid red line)
Crit PF 2	▲ (dotted green line)
WS PF 1	▲ (solid blue line)
Crit PF 1	▲ (dotted red line)
1.0 m/s	■ (yellow bar)
1.5 m/s	■ (light green bar)
2.0 m/s	■ (green bar)
2.5 m/s	■ (teal bar)
3.0 m/s	■ (dark teal bar)
3.5 m/s	■ (dark blue bar)
Ground	■ (black square)
Bank Sta	● (red circle)

fosso s.antonio Plan: Plan 01 11/16/2011

Flow: Fosso Sant'Antonio

River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 0 Sezione stradale 20



***Studio idraulico sezioni di progetto in moto
permanente corrente lenta, alveo pulito e sporco con
modellizzazione Hec-Ras
(STATO MODIFICATO)***

REGIONE MARCHE

PROVINCIA DI FERMO

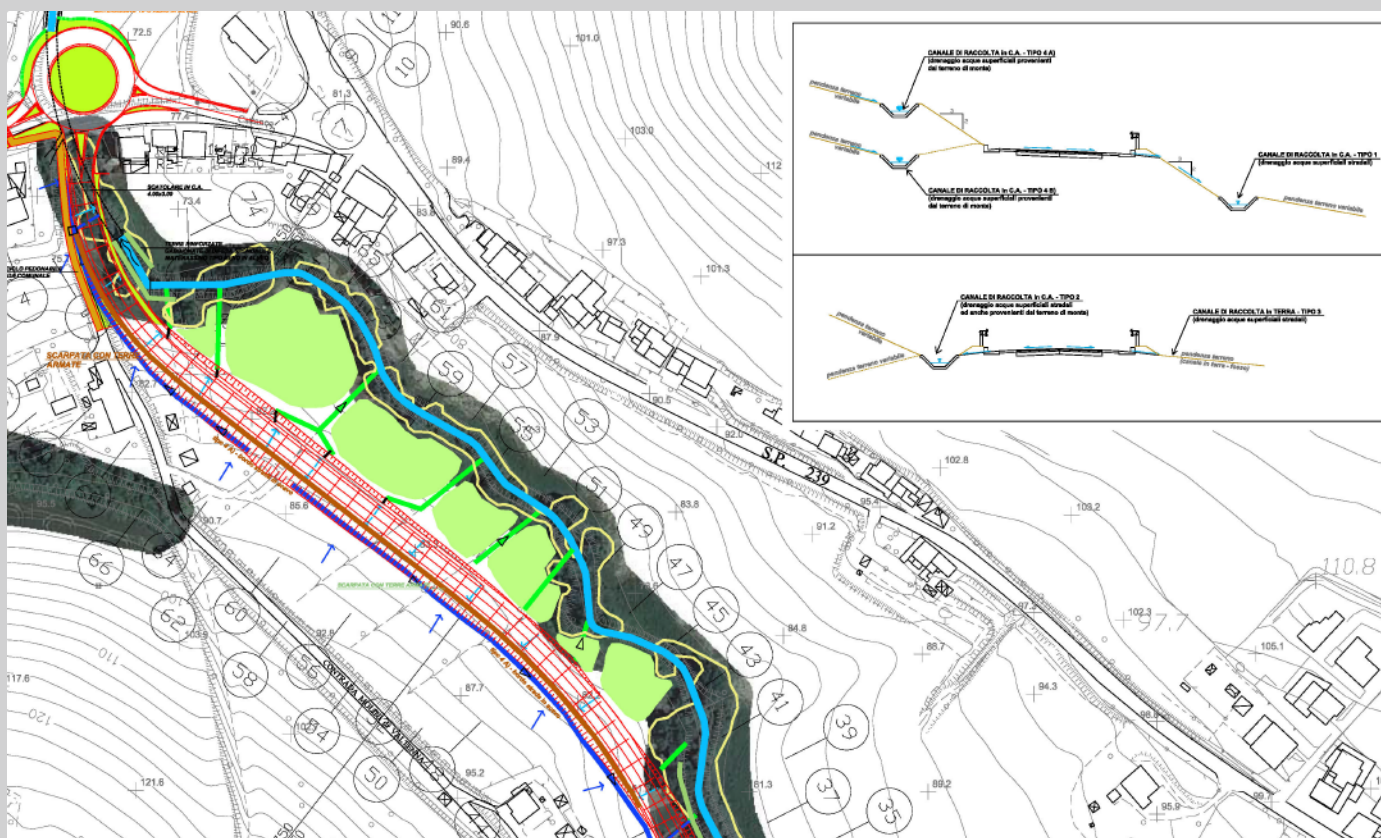
COMUNE DI FERMO

STUDIO IDRAULICO SEZIONI DI PROGETTO IN MOTO PERMANENTE CORRENTE LENTA, ALVEO PULITO E SPORCO CON MODELLIZZAZIONE HEC-RAS

FOSSO S.ANTONIO – INTERESSATO DAL PROGETTO DI “Lavori di realizzazione innesto S.P. n.204 Lungotenna e S.P. n.239 Fermana – Faleriense – Collegamento strada del Ferro – Comune di Fermo”

Data: Settembre 2013

Integrazione a seguito della Conferenza dei Servizi del 06 Maggio 2013



rif. 52.2013

gae studio

geology architecture engineering

Via Val Tiberina, 124 / Via Potenza, 12 - San Benedetto del Tronto (AP)

Dott. Geol. Alessandro Mascitti - Ordine dei Geologi Regione Marche Sez. A N° 717

Email: alessandromascitti@gmail.com - cell: 349.7545862 - uff.: 0735.650550



**“Lavori di realizzazione innesto S.P. n.204 Lungotenna e S.P. n.239 Fermana -
Faleriense - Collegamento strada del Ferro - Comune di Fermo”**

**Studio Idraulico in moto permanente e corrente lenta, sezioni di
progetto, con modellizzazione HEC-RAS fosso Sant’Antonio**

1. INTRODUZIONE ED UBICAZIONE GENERALE.....	2
2. VERIFICHE IDRAULICHE.....	3
2.1 Sezioni del torrente Sant’Antonio.....	3
2.2 Modello idraulico adottato.....	3
2.3 Ipotesi di elaborazione.....	5
Profile Plot PF1-PF2 (post operam-sezioni di progetto).....	8
DETTAGLIO PROFILO IDRAULICO 3d PF1-PF2.....	9
DETTAGLIO PROFILO VELOCITA’ PF1-PF2.....	10
2.4 Analisi e valutazioni idrauliche.....	11

1. INTRODUZIONE ED UBICAZIONE GENERALE

Scopo del presente lavoro, nell'ambito del *progetto* "Lavori di realizzazione innesto S.P. n.204 Lungotenna e S.P. n.239 Fermana - Faleriense - Collegamento strada del Ferro - Comune di Fermo", a seguito della conferenza dei servizi istruttoria del 06 Maggio 2013 e quindi delle osservazioni e valutazioni espresse in tale sede, è quello di verificare idraulicamente gli interventi di progetto secondo le sezioni finali di nuova elaborazione lungo l'asta del torrente Sant'Antonio rispetto alla situazione attuale e realizzare un modello idraulico da analizzare in moto permanente "Steady Flow Analysis" con corrente lenta "Flow Regime : subcritical" al fine di verificare la compatibilità idraulica delle opere e l'adeguato dimensionamento delle sezioni rispetto al tracciato stradale di nuova realizzazione. Le analisi tengono inoltre conto per mezzo dei coefficienti di Manning delle condizioni di alveo sporco o con sedimento in alveo (0.045) ed inoltre la condizione al contorno in corrispondenza della confluenza sul fiume Tenna è il livello del tirante idraulico calcolato con Tr200 anni e portata 940mc/sec pari a 66.54m s.l.m..

Per quanto riguarda le portate di piena, lo studio riprende le valutazioni idrauliche relative al calcolo delle portate con Tr100 e Tr200 anni calcolate nel precedente elaborato in relazione ai vari metodi di analisi (razionale, turazza, giandotti, forti, etc) maggiorate considerando gli apporti idrici derivanti dalla viabilità - acque di prima pioggia - con un valore valutato in 0.01mc/sec di incremento di portata per ogni 100m lineari di tracciato stradale, differenziando due tratti del copro idrico con differenti valori di portate, con asse 1 dalla sezione 1500 alla 1200 (sezioni di progetto 45-55-65) con portata pari a 23.30mc/sec (PF1) - 27.30mc/sec (PF2) e con asse 2 dalla sezione 1100 alla 300 (sezioni di progetto 5-25-35-45-55-65-74) con portata pari a 25.50mc/sec (PF1) - 29.20mc/sec (PF2).

Le valutazioni che seguono prendono in considerazione la portata con Tr 100 anni e 200 anni del t. Sant'Antonio per le sezioni di progetto asse 1 e 2 (11 sezioni elaborate) che caratterizzano morfologicamente tale tratto fino alla confluenza con il fiume Tenna.
Di seguito si illustrano i dettagli dell'analisi redatta.

2. VERIFICHE IDRAULICHE

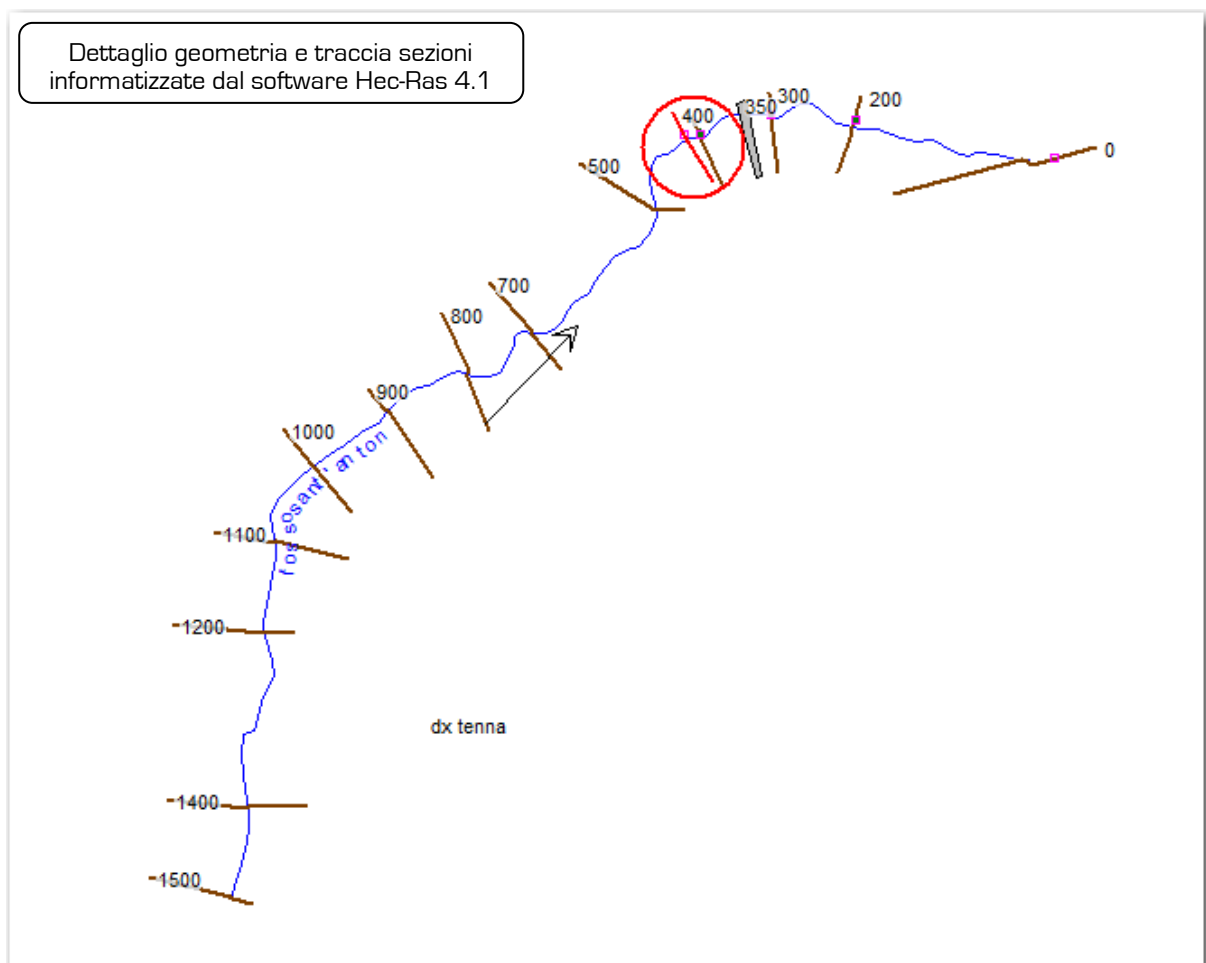
Lo studio idraulico del tratto di interesse del torrente Sant'Antonio, in corrispondenza del quale si inseriscono le opere infrastrutturali in valutazione, si basa sui dati provenienti dai rilievi topografici di dettaglio realizzati per la fase esecutiva e discretizzati per il tratto di interesse di circa 1500m con n.11 sezioni elaborate con numerazione HEC-RAS da valle verso monte con distanza progressiva (0 - 1500m).

Di seguito si allega la corografia con l'ubicazione delle sezioni utilizzate nel presente studio e la geometria delle sezioni discretizzate in sovrapposizione con la base topografica di rilievo e con l'asta fluviale (*geometry data* da HEC-RAS).

2.1 Sezioni del torrente Sant'Antonio

Nel presente studio si è individuato un tratto del torrente Sant'Antonio come già detto, della lunghezza di circa 2000 metri, all'interno del quale sono note le caratteristiche geometriche di 20 sezioni stradali di progetto, di queste il tratto di interesse è stato analizzato attraverso l'utilizzo di 13 sezioni. Per ogni sezione sono state calcolate, sulla base della portata con tempo di ritorno di 200 anni (portata di progetto : PF1/F2 nell'analisi), le altezze d'acqua in condizioni di moto permanente.

La portata di progetto è stata posta pari a **23.30mc/sec (PF1) - 27.30mc/sec (PF2)** per tutte le sezioni a monte della sezione 11 di progetto (river station 900) e **25.50mc/sec (PF1) - 29.20mc/sec (PF2) per le sezioni a valle della sezione 11 di progetto (river station 900)**, tali portate di progetto corrispondono ad un tempo di ritorno ritenuto conforme in relazione ai dati disponibili.



2.2 Modello idraulico adottato

Il moto della corrente nei corsi d'acqua è generalmente vario (unsteady), ma talvolta le variazioni temporali sono talmente lente che può essere considerato permanente (steady).

Il campo di moto è, in generale, tridimensionale, ma in molti casi la componente verticale della velocità è decisamente trascurabile. Per i corsi d'acqua la corrente si svolge secondo una direzione prevalente e sono valide le ipotesi delle correnti lineari.

Per la lenta evoluzione delle onde di piena spesso è lecito considerare in moto permanente tratti non eccessivamente lunghi, ipotizzando che in tutte le sezioni la portata sia la stessa. Ciò è lecito quando è piccola la variazione di portata (deducibile dall'idrogramma di piena) nell'intervallo Δt che l'onda impiega a propagarsi nel tratto (Fig. 1).

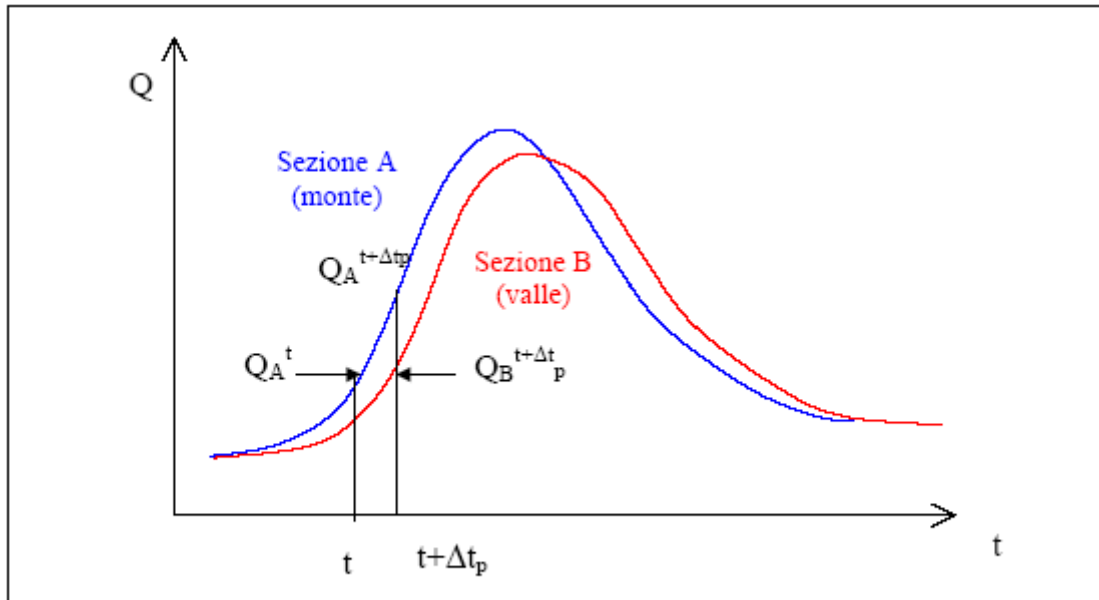


Fig. 1 – Propagazione di un'onda di piena fra le sezioni estreme A e B di un tratto.

Il tracciamento dei profili di moto permanente nei corsi d'acqua naturali è condotto col metodo delle differenze finite, scrivendo l'equazione del bilancio energetico per il tronchetto generico di lunghezza Δx_i , compreso fra le sezioni i e $i+1$ (crescenti nel senso del moto) (Fig. 2).

$$E_i = E_{i+1} + \Delta h_i$$

Ossia

$$\left(z_o + h + \alpha \frac{U^2}{2g} \right)_i = \left(z_o + h + \alpha \frac{U^2}{2g} \right)_{i+1} + \bar{j} \Delta x_i$$

L'incognita è il tirante h o, meglio, la quota del pelo libero $Z_w = z_o + h$ da cui dipende il termine cinetico nella sezione di monte i , se il moto è lento oppure nella sezione di valle $i+1$, se il moto è rapido.

$$\alpha \frac{U^2}{2g} = \alpha \frac{Q^2}{2gA(h)^2} \quad \text{La perdita di carico } h \Delta \text{ è valutata con un valore significativo di } j \text{ per il tronco,}$$

generalmente $\frac{j_i + j_{i+1}}{2}$ è il valore medio.

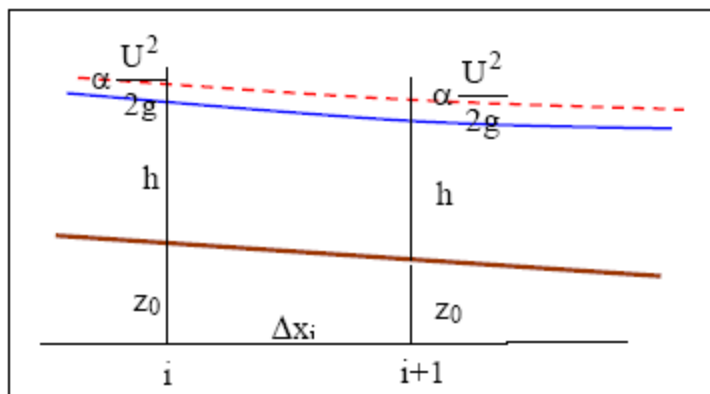


Fig. 2 – Termini energetici nelle sezioni estreme del tronchetto Δx_i .

Il software utilizzato nel presente studio per l'integrazione del profilo è HEC-RAS 4.1, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'US Corps of Engineers.

2.3 Ipotesi di elaborazione

L'ipotesi alla base delle simulazioni è di corrente subcritica, e come condizione al contorno è stata ipotizzata l'altezza critica nella sezione più a valle. Sono state effettuate oltre alla simulazione di moto permanente, in corrispondenza della portata di piena duecentennale del torrente Sant'Antonio (PF1 : **23.30-25.50** mc/sec), altre simulazioni con portate superiori per un'ulteriore analisi cautelativa (PF2 : **27.30-29.20** mc/sec).

In relazione alla geometria allo stato di progetto inserendo cioè il profilo stradale finale e le opere (scatolare in corrispondenza della rotatoria dell'asse 2 nel suo ultimo tratto), si è proceduto alla simulazione del modello idraulico con le portate di progetto, incrementando la portata con l'apporto delle acque di prima pioggia e in condizioni di alveo sporco.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche con l'individuazione dei livelli di massima piena risultanti dalle simulazioni, tabelle di dettaglio e profilo idraulico.

Nelle elaborazioni in relazione alla natura, alla superficie ed alla granulometria dei sedimenti presenti all'interno dell'alveo del fosso Sant'Antonio, è stato considerato un valore uniforme del **Coefficiente di Manning pari a 0.045**, viste le caratteristiche morfologiche e le condizioni attuali dell'asta fluviale che le dimensioni e l'estensione dell'area golenale, con una situazione del canale principale con vegetazione ripariale, talvolta copertura erbosa e detrito (alveo sporco) e per l'area golenale aree prevalentemente agricole e presenza di alberi, copertura erbosa allo stato naturale con valori pari a 0.035 e 0.04.

Per il tratto in scatolare si è inserito un valore del coefficiente di Manning per la porzione superiore di flusso pari a 0.011 e per quella inferiore con detrito pari a 0.013.

Si riporta di seguito la tabella 3-1 contenuta nel manuale del software HEC-RAS di riferimento per la definizione dei coefficienti di Manning nel caso di corpi idrici naturali e la tabella 6-1 per le opere idrauliche tipo *Culvert*.

Table 3-1 Manning's 'n' Values

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
A. Natural Streams			
1. Main Channels			
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
2. Flood Plains			
a. Pasture no brush	0.025	0.030	0.035
1. Short grass	0.030	0.035	0.050
2. High grass			
b. Cultivated areas	0.020	0.030	0.040
1. No crop	0.025	0.035	0.045
2. Mature row crops	0.030	0.040	0.050
3. Mature field crops			
c. Brush	0.035	0.050	0.070
1. Scattered brush, heavy weeds	0.035	0.050	0.060
2. Light brush and trees, in winter	0.040	0.060	0.080
3. Light brush and trees, in summer	0.045	0.070	0.110
4. Medium to dense brush, in winter	0.070	0.100	0.160
5. Medium to dense brush, in summer			
d. Trees	0.030	0.040	0.050
1. Cleared land with tree stumps, no sprouts	0.050	0.060	0.080
2. Same as above, but heavy sprouts	0.080	0.100	0.120
3. Heavy stand of timber, few down trees, little undergrowth, flow below branches	0.100	0.120	0.160
4. Same as above, but with flow into branches			
5. Dense willows, summer, straight	0.110	0.150	0.200

Table 6-1 Manning's "n" for Closed Conduits Flowing Partly Full

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
Brass, smooth:			
	0.009	0.010	0.013
Steel:			
Lockbar and welded	0.010	0.012	0.014
Riveted and spiral	0.013	0.016	0.017
Cast Iron:			
Coated	0.010	0.013	0.014
Uncoated	0.011	0.014	0.016
Wrought Iron:			
Black	0.012	0.014	0.015
Galvanized	0.013	0.016	0.017
Corrugated Metal:			
Subdrain	0.017	0.019	0.021
Storm Drain	0.021	0.024	0.030
Lucite:			
	0.008	0.009	0.010
Glass:			
	0.009	0.010	0.013
Cement:			
Neat, surface	0.010	0.011	0.013
Mortar	0.011	0.013	0.015
Concrete:			
Culvert, straight and free of debris	0.010	0.011	0.013
Culvert with bends, connections, and some debris	0.011	0.013	0.014
Finished	0.011	0.012	0.014
Sewer with manholes, inlet, etc., straight	0.013	0.015	0.017
Unfinished, steel form	0.012	0.013	0.014
Unfinished, smooth wood form	0.012	0.014	0.016
Unfinished, rough wood form	0.015	0.017	0.020

Di seguito si allegano le sezioni derivanti dall'elaborazione, le tabelle di elaborazione del software HEC-RAS con i parametri idraulici ottenuti nelle diverse elaborazioni, il Profilo Idraulico per il tratto studiato nella simulazione PF1 e PF2 di riferimento, il modello 3d ed il profilo delle velocità in alveo.

TABELLA RIASSUNTIVA SEZIONI ANALIZZATE

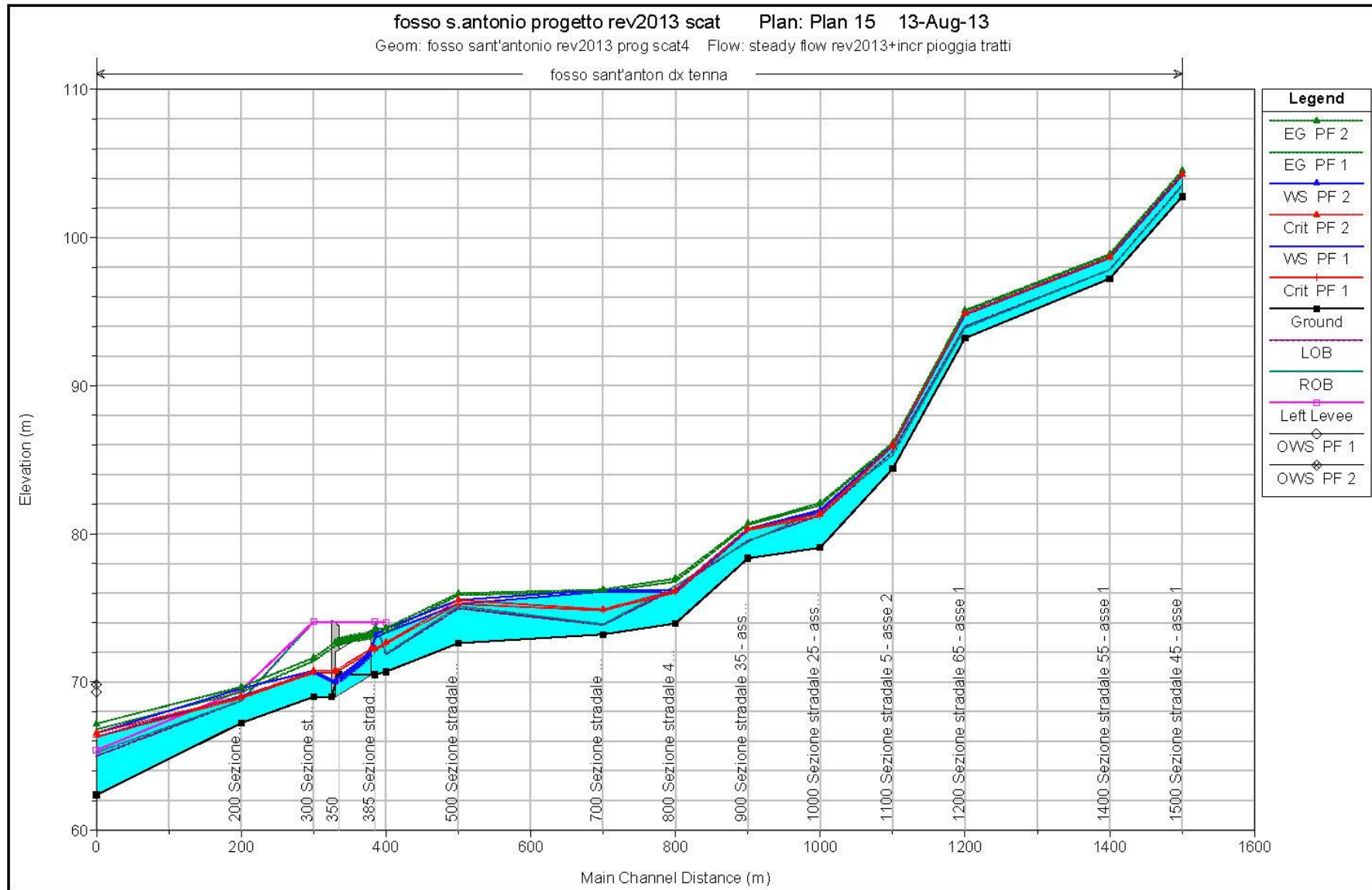
HEC-RAS Plan: ultimo River: fosso sant'anton Reach: dxtenna

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
dxtenna	1500	PF 1	23.30	102.77	104.20	104.20	104.44	0.017319	2.58	11.28	22.99	0.75
dxtenna	1500	PF 2	27.30	102.77	104.27	104.27	104.52	0.017186	2.66	12.77	24.53	0.76
dxtenna	1400	PF 1	23.31	97.23	98.62	98.62	98.82	0.017135	2.71	12.21	27.67	0.80
dxtenna	1400	PF 2	27.31	97.23	98.67	98.67	98.89	0.017375	2.81	13.72	29.43	0.81
dxtenna	1200	PF 1	23.33	93.21	94.79	94.79	95.01	0.016782	2.77	11.72	24.46	0.77
dxtenna	1200	PF 2	27.33	93.21	94.85	94.85	95.09	0.016651	2.84	13.29	26.17	0.77
dxtenna	1100	PF 1	25.50	84.39	85.93	85.93	86.08	0.013129	2.38	16.53	43.81	0.68
dxtenna	1100	PF 2	29.20	84.39	85.96	85.96	86.13	0.013998	2.50	17.77	44.32	0.71
dxtenna	1000	PF 1	25.51	79.06	81.51	81.20	81.93	0.013761	2.87	9.14	8.11	0.73
dxtenna	1000	PF 2	29.21	79.06	81.60	81.36	82.07	0.014834	3.06	9.94	9.20	0.77
dxtenna	900	PF 1	25.52	78.35	80.26	80.26	80.61	0.012320	2.90	10.55	14.79	0.75
dxtenna	900	PF 2	29.22	78.35	80.34	80.34	80.70	0.012156	2.98	11.84	15.94	0.75
dxtenna	800	PF 1	25.53	73.95	76.03	76.03	76.78	0.030767	3.83	6.66	4.46	1.00
dxtenna	800	PF 2	29.23	73.95	76.19	76.19	76.96	0.030548	3.95	7.40	4.65	1.00
dxtenna	700	PF 1	25.54	73.21	76.10	74.83	76.12	0.000341	0.73	42.83	33.92	0.14
dxtenna	700	PF 2	29.24	73.21	76.22	74.91	76.24	0.000350	0.76	46.93	35.55	0.15
dxtenna	500	PF 1	25.56	72.62	75.26	75.26	75.85	0.022441	3.45	7.76	7.91	0.82
dxtenna	500	PF 2	29.26	72.62	75.52	75.52	75.99	0.015588	3.15	10.43	12.08	0.70
dxtenna	400	PF 1	25.57	70.69	73.34	72.59	73.38	0.001043	1.09	29.67	31.14	0.23
dxtenna	400	PF 2	29.27	70.69	73.61	72.67	73.64	0.000680	0.95	38.75	36.19	0.19
dxtenna	385	PF 1	25.57	70.50	72.98	72.11	73.32	0.011718	2.58	9.92	4.01	0.52
dxtenna	385	PF 2	29.27	70.50	73.21	72.26	73.58	0.012161	2.69	10.86	4.02	0.52
dxtenna	350		Mut Open									
dxtenna	300	PF 1	25.57	69.00	70.61	70.61	71.41	0.037097	3.97	6.44	4.01	1.00
dxtenna	300	PF 2	29.27	69.00	70.76	70.76	71.64	0.038170	4.16	7.04	4.01	1.00
dxtenna	200	PF 1	25.58	67.23	69.05	68.90	69.31	0.011695	2.27	11.68	15.61	0.74
dxtenna	200	PF 2	29.28	67.23	69.56	68.99	69.66	0.002968	1.52	21.50	24.20	0.40
dxtenna	0	PF 1	640.00	62.38	66.29	66.29	66.79	0.012479	4.28	216.29	189.40	0.87
dxtenna	0	PF 2	900.00	62.38	66.54	66.54	67.18	0.013019	4.68	264.98	190.98	0.91

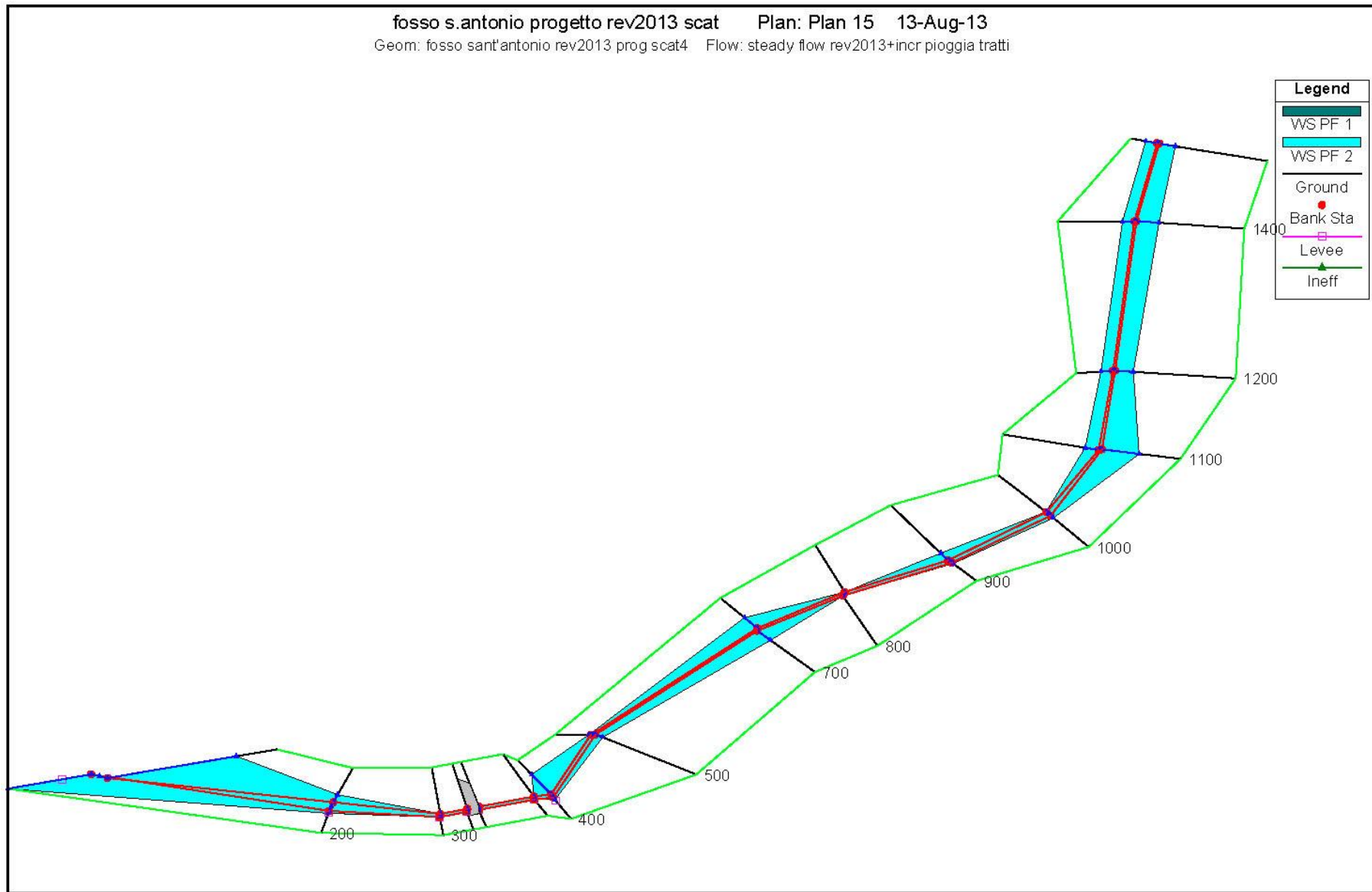
HEC-RAS Plan: ultimo River: fosso sant'anton Reach: dxtenna

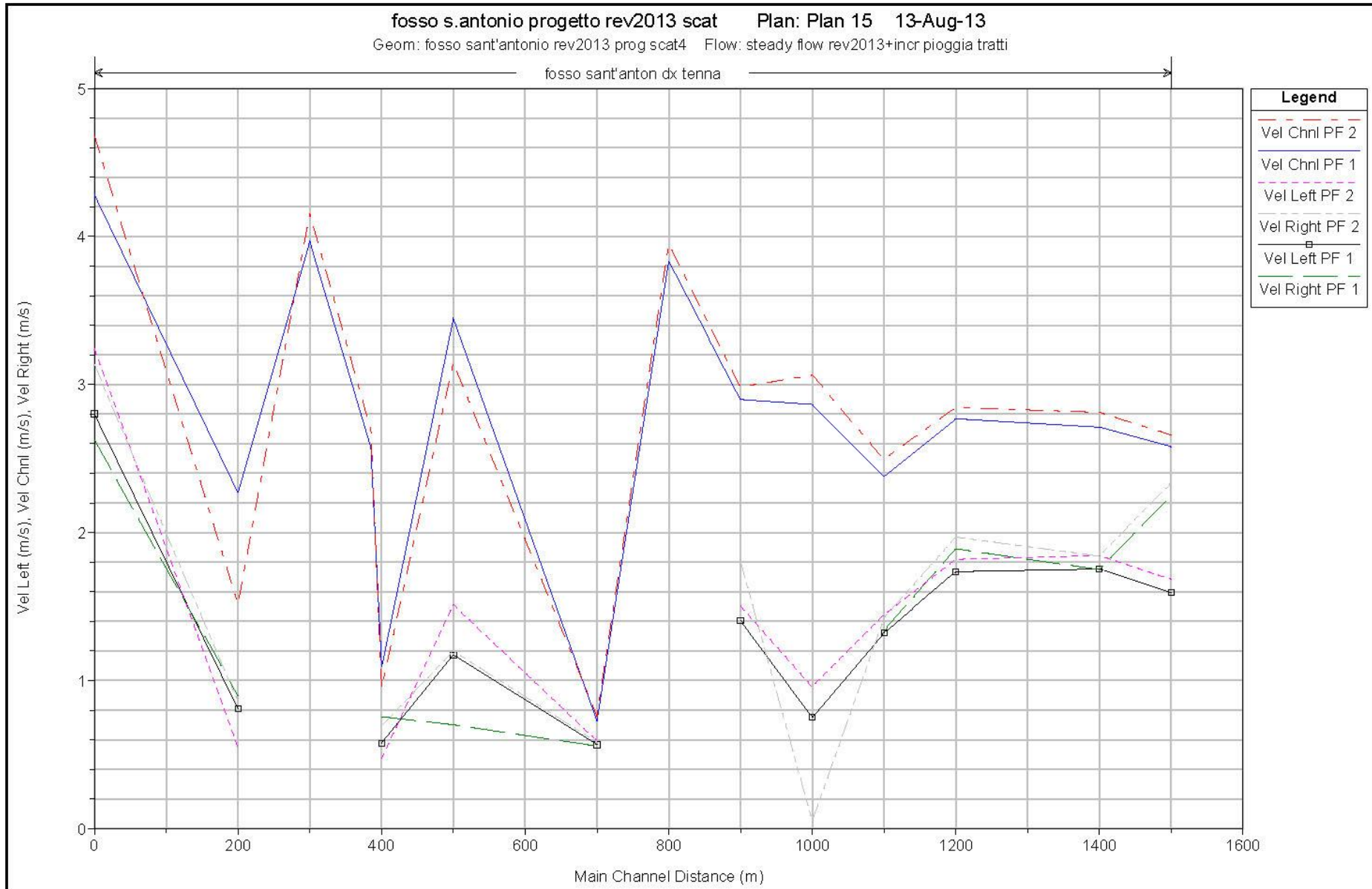
Reach	River Sta	Profile	E.G. US. (m)	W.S. US. (m)	E.G. IC (m)	E.G. OC (m)	Min El Weir Flow (m)	Q Culv Group (m ³ /s)	Q Weir (m ³ /s)	Delta WS (m)	Culv Vel US (m/s)	Culv Vel DS (m/s)
dxtenna	350 Culv Grp #1	PF 1	73.32	72.96	73.20	73.32	74.15	25.57		2.34	3.97	7.03
dxtenna	350 Culv Grp #1	PF 2	73.68	73.19	73.46	73.68	74.15	29.27		2.42	4.16	7.23

Profile Plot PF1-PF2 (post operam-sezioni di progetto)



DETTAGLIO PROFILO IDRAULICO 3d PF1-PF2





2.4 Analisi e valutazioni idrauliche

L'elaborazione realizzata mediante ricostruzione del modello idraulico con il software HEC-RAS v.4.1.0 relativa alla discretizzazione delle sezioni di progetto come descritte in precedenza, ha evidenziato una sostanziale compatibilità idraulica dell'intervento con il profilo idraulico con portata del fosso Sant'Antonio relativa ad un Tr200 anni come visibile graficamente dalle sezioni di analisi di seguito allegate ed in precedenza dai dati riportati nella tabella di output numerica di tutte le sezioni.

Particolare attenzione è stata posta laddove il tracciato stradale corre in corrispondenza dell'asta fluviale o la lambisce o la interseca. Si è considerata la condizione di corrente lenta con alveo sporco con valori del coefficiente di Manning pari a 0.045 e di incremento della portata derivante dalle acque di prima pioggia. Si è inoltre analizzato il tratto finale dell'asse 2 interessato dall'inserimento di uno scatolare con dimensioni 4.0mx3.0m.

I tiranti idraulici per le sezioni relative all'asse 1 (dalla sezione progressiva 1500 alla 1200) risultano compatibili con le quote dell'asse stradale in progetto con franchi di sicurezza superiori a 1.50m come visibile dalle sezioni allegate.

Per quanto riguarda l'asse 2, si hanno franchi di sicurezza di circa 1.50m e superiori rispetto al livello del pelo libero con Tr200 anni secondo le condizioni al contorno considerate e descritte ad eccezione delle sezioni 900 con franco pari a 0.63m, sezione 400 con franco pari a 0.65m e sezione 385 in prossimità dello scatolare di progetto (lato di monte) con franco pari a 0.85m.

Per quanto riguarda lo scatolare, le verifiche idrauliche evidenziano franchi compresi tra 1.24m sulla sezione di monte (upstream) e 2.00m sulla sezione di valle (downstream).

Si riportano i dettagli dei dati inseriti nella analisi ed il report relativo alla condizione di alveo pulito con coefficiente di Manning uniforme pari a 0.035 per tutte le sezioni.

- River Station 900

Plan: ultimo fosso sant'anton dx tenna RS: 900 Profile: PF 2					
		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	80.70	Wt. n-Val.	0.035	0.045	0.035
Vel Head (m)	0.36	Reach Len. (m)	100.00	100.00	100.00
W.S. Elev (m)	80.34	Flow Area (m2)	0.47	6.76	4.61
Crit W.S. (m)	80.34	Area (m2)	0.47	6.76	4.61
E.G. Slope (m/m)	0.012156	Flow (m3/s)	0.70	20.18	8.34
Q Total (m3/s)	29.22	Top Width (m)	1.17	4.20	10.57
Top Width (m)	15.94	Avg. Vel. (m/s)	1.50	2.98	1.81
Vel Total (m/s)	2.47	Hydr. Depth (m)	0.40	1.61	0.44
Max Chl Dpth (m)	1.99	Conv. (m3/s)	6.4	183.0	75.6
Conv. Total (m3/s)	265.0	Wetted Per. (m)	1.42	5.03	10.61
Length Wtd. (m)	100.00	Shear (N/m2)	39.36	160.21	51.82
Min Ch El (m)	78.35	Stream Power (N/m s)	5618.48	0.00	0.00
Alpha	1.17	Cum Volume (1000 m3)	13.62	11.08	17.62
Frctn Loss (m)	1.83	Cum SA (1000 m2)	10.97	5.70	17.13
C & E Loss (m)	0.04				

- River Station 400

Plan: ultimo fosso sant'anton dx tenna RS: 400 Profile: PF 2					
		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	73.64	Wt. n-Val.	0.035	0.045	0.035
Vel Head (m)	0.03	Reach Len. (m)	15.00	15.00	15.00
W.S. Elev (m)	73.61	Flow Area (m2)	1.72	11.14	25.89
Crit W.S. (m)	72.67	Area (m2)	1.72	11.14	25.89
E.G. Slope (m/m)	0.000680	Flow (m3/s)	0.82	10.60	17.86
Q Total (m3/s)	29.27	Top Width (m)	2.77	4.40	29.02
Top Width (m)	36.19	Avg. Vel. (m/s)	0.47	0.95	0.69
Vel Total (m/s)	0.76	Hydr. Depth (m)	0.62	2.53	0.89
Max Chl Dpth (m)	2.92	Conv. (m3/s)	31.3	406.3	684.7
Conv. Total (m3/s)	1122.2	Wetted Per. (m)	3.40	5.30	29.07
Length Wtd. (m)	15.00	Shear (N/m2)	3.38	14.03	5.94
Min Ch El (m)	70.69	Stream Power (N/m s)	4076.81	1243.86	0.00
Alpha	1.09	Cum Volume (1000 m3)	10.45	6.84	13.16
Frctn Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	7.43	3.72	12.42
C & E Loss (m)	0.03				

• River Station 385

Plan: ultimo fossò sant'anton dx tenna RS: 385 Profile: PF 2					
Element	Left OB	Channel	Right OB		
E.G. Elev (m)	73.58				
Vel Head (m)	0.37				
W.S. Elev (m)	73.21				
Crit W.S. (m)	72.26				
E.G. Slope (m/m)	0.012161				
Q Total (m3/s)	29.27				
Top Width (m)	4.02				
Vel Total (m/s)	2.69				
Max Chl Dpth (m)	2.71				
Conv. Total (m3/s)	265.4				
Length Wtd. (m)	85.00				
Min Ch EI (m)	70.50				
Alpha	1.00				
Frctn Loss (m)					
C & E Loss (m)					
Element					
Wt. n-Val.					
Reach Len. (m)	85.00	85.00	85.00		
Flow Area (m2)		10.86			
Area (m2)		10.86			
Flow (m3/s)		29.27			
Top Width (m)		4.02			
Avg. Vel. (m/s)		2.69			
Hydr. Depth (m)		2.71			
Conv. (m3/s)		265.4			
Wetted Per. (m)		9.42			
Shear (N/m2)		137.51			
Stream Power (N/m s)	4076.81	1088.26	0.00		
Cum Volume (1000 m3)		10.43	6.67	12.97	
Cum SA (1000 m2)		7.41	3.65	12.21	

Culvert Section 350 Upstream e Downstream

Plan: ultimo fossò sant'anton dx tenna RS: 350 Open#2: Culvert #1 Profile: PF 2					
Q Culv Group (m3/s)	29.27	Culv Full Len (m)			
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)		4.16	
Q Barrel (m3/s)	29.27	Culv Vel DS (m/s)		7.23	
E.G. US. (m)	73.58	Culv Inv El Up (m)		70.50	
W.S. US. (m)	73.19	Culv Inv El Dn (m)		69.00	
E.G. DS (m)	71.67	Culv Frctn Ls (m)		0.47	
W.S. DS (m)	70.78	Culv Exit Loss (m)		1.01	
Delta EG (m)	1.91	Culv Entr Loss (m)		0.44	
Delta WS (m)	2.42	Q Weir (m3/s)			
E.G. IC (m)	73.46	Weir Sta Lft (m)			
E.G. OC (m)	73.58	Weir Sta Rgt (m)			
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg			
Culv WS Inlet (m)	72.26	Weir Max Depth (m)			
Culv WS Outlet (m)	70.01	Weir Avg Depth (m)			
Culv Nml Depth (m)	0.78	Weir Flow Area (m2)			
Culv Crit Depth (m)	1.76	Min El Weir Flow (m)			74.15

Multiple Opening Analysis

Conveyance Culvert Group Bridge Insert Row Delete Row

		Upstream		Downstream	
	Opening Type	Station Left	Station Right	Station Left	Station Right
1	Conveyance	0	22.8	0	22.8
2	Culvert Group	22.8	26.8	22.8	26.8
3	Conveyance	26.8	85.15	26.8	85.15
4					
5					
6					
7					

OK Cancel Help Copy Up to Down

Culvert Data Editor

Add ... Copy Delete ... Culvert ID: Culvert #1

Solution Criteria: Highest U.S. EG Rename ...

Shape: Box Span: 4 Rise: 3

Chart #: 8 - flared wingwalls

Scale #: 2 - Wingwall flared 90 or 15 deg.

Distance to Upstrm XS: 5 Upstream Invert Elev: 70.5

Culvert Length: 50 Downstream Invert Elev: 69

Entrance Loss Coeff: 0.5 # identical barrels: 1

Exit Loss Coeff: 1

Manning's n for Top: 0.011

Manning's n for Bottom: 0.013

Depth to use Bottom n: 0.25

Depth Blocked: 0

Centerline Stations		
	Upstream	Downstream
1	24.8	24.8
2		
3		
4		

OK Cancel Help

Tabella sintesi analisi alveo pulito (Coeff. di Manning = 0.035)

HEC-RAS Plan: alveo pulito River: fosso sant'anton Reach: dx tenna

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
dx tenna	1500	PF 1	23.30	102.77	104.23	104.23	104.47	0.013294	2.95	11.93	23.67	0.85
dx tenna	1500	PF 2	27.30	102.77	104.29	104.29	104.55	0.013519	3.07	13.42	25.17	0.87
dx tenna	1400	PF 1	23.31	97.23	98.65	98.65	98.86	0.012209	3.00	13.27	28.92	0.87
dx tenna	1400	PF 2	27.31	97.23	98.71	98.71	98.93	0.012475	3.13	14.92	30.75	0.88
dx tenna	1200	PF 1	23.33	93.21	94.83	94.83	95.06	0.011674	3.03	12.77	25.61	0.83
dx tenna	1200	PF 2	27.33	93.21	94.89	94.89	95.13	0.011826	3.15	14.42	27.33	0.84
dx tenna	1100	PF 1	25.50	84.39	85.96	85.96	86.12	0.008780	2.55	17.98	44.41	0.72
dx tenna	1100	PF 2	29.20	84.39	86.00	86.00	86.17	0.009226	2.66	19.48	45.02	0.74
dx tenna	1000	PF 1	25.51	79.06	81.20	81.20	81.86	0.016172	3.60	7.08	5.35	1.00
dx tenna	1000	PF 2	29.21	79.06	81.35	81.35	82.04	0.015283	3.68	7.98	6.49	0.98
dx tenna	900	PF 1	25.52	78.35	80.28	80.28	80.65	0.007790	3.00	10.93	15.13	0.77
dx tenna	900	PF 2	29.22	78.35	80.37	80.37	80.76	0.007672	3.09	12.36	16.38	0.77
dx tenna	800	PF 1	25.53	73.95	76.03	76.03	76.78	0.018612	3.83	6.66	4.46	1.00
dx tenna	800	PF 2	29.23	73.95	76.19	76.19	76.98	0.018460	3.95	7.40	4.65	1.00
dx tenna	700	PF 1	25.54	73.21	76.09	74.87	76.12	0.000303	0.88	42.48	33.78	0.17
dx tenna	700	PF 2	29.24	73.21	76.22	74.95	76.24	0.000308	0.92	46.85	35.52	0.17
dx tenna	500	PF 1	25.56	72.62	75.13	75.13	75.86	0.017806	3.77	6.91	6.00	0.93
dx tenna	500	PF 2	29.26	72.62	75.50	75.50	76.01	0.010554	3.30	10.09	11.64	0.74
dx tenna	400	PF 1	25.57	70.69	73.32	72.61	73.37	0.000873	1.28	29.05	30.77	0.27
dx tenna	400	PF 2	29.27	70.69	73.60	72.70	73.63	0.000576	1.12	38.28	35.95	0.23
dx tenna	385	PF 1	25.57	70.50	72.98	72.11	73.32	0.007089	2.58	9.92	4.01	0.52
dx tenna	385	PF 2	29.27	70.50	73.21	72.26	73.58	0.007357	2.69	10.86	4.02	0.52
dx tenna	350		Mult Open									
dx tenna	300	PF 1	25.57	69.00	70.61	70.61	71.41	0.022441	3.97	6.44	4.01	1.00
dx tenna	300	PF 2	29.27	69.00	70.76	70.76	71.64	0.023090	4.16	7.04	4.01	1.00
dx tenna	200	PF 1	25.58	67.23	68.90	68.90	69.28	0.012928	2.74	9.47	13.57	0.97
dx tenna	200	PF 2	29.28	67.23	68.99	68.99	69.39	0.011937	2.82	10.70	14.75	0.95
dx tenna	0	PF 1	640.00	62.38	66.38	66.38	66.89	0.008597	4.69	234.43	189.99	0.94
dx tenna	0	PF 2	900.00	62.38	66.64	66.64	67.28	0.009440	5.24	283.71	191.59	1.00

HEC-RAS Plan: alveo pulito River: fosso sant'anton Reach: dx tenna

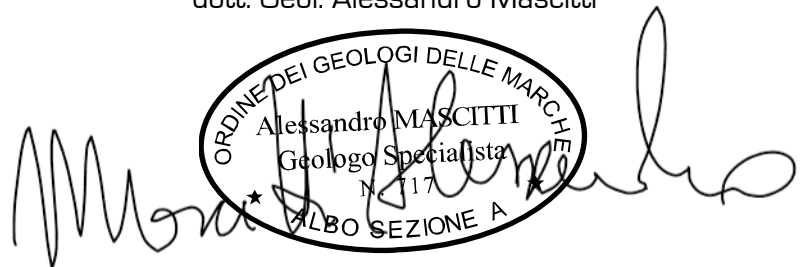
Reach	River Sta	Profile	E.G. US. (m)	W.S. US. (m)	E.G. IC (m)	E.G. OC (m)	Min El Weir Flow (m)	Q Culv Group (m3/s)	Q Weir (m3/s)	Delta WS (m)	Culv Vel US (m/s)	Culv Vel DS (m/s)
dx tenna	350	Culv Grp #1	PF 1	73.32	72.96	73.22	73.32	74.15	25.57	2.34	3.97	6.66
dx tenna	350	Culv Grp #1	PF 2	73.68	73.19	73.48	73.68	74.15	29.27	2.42	4.16	6.88

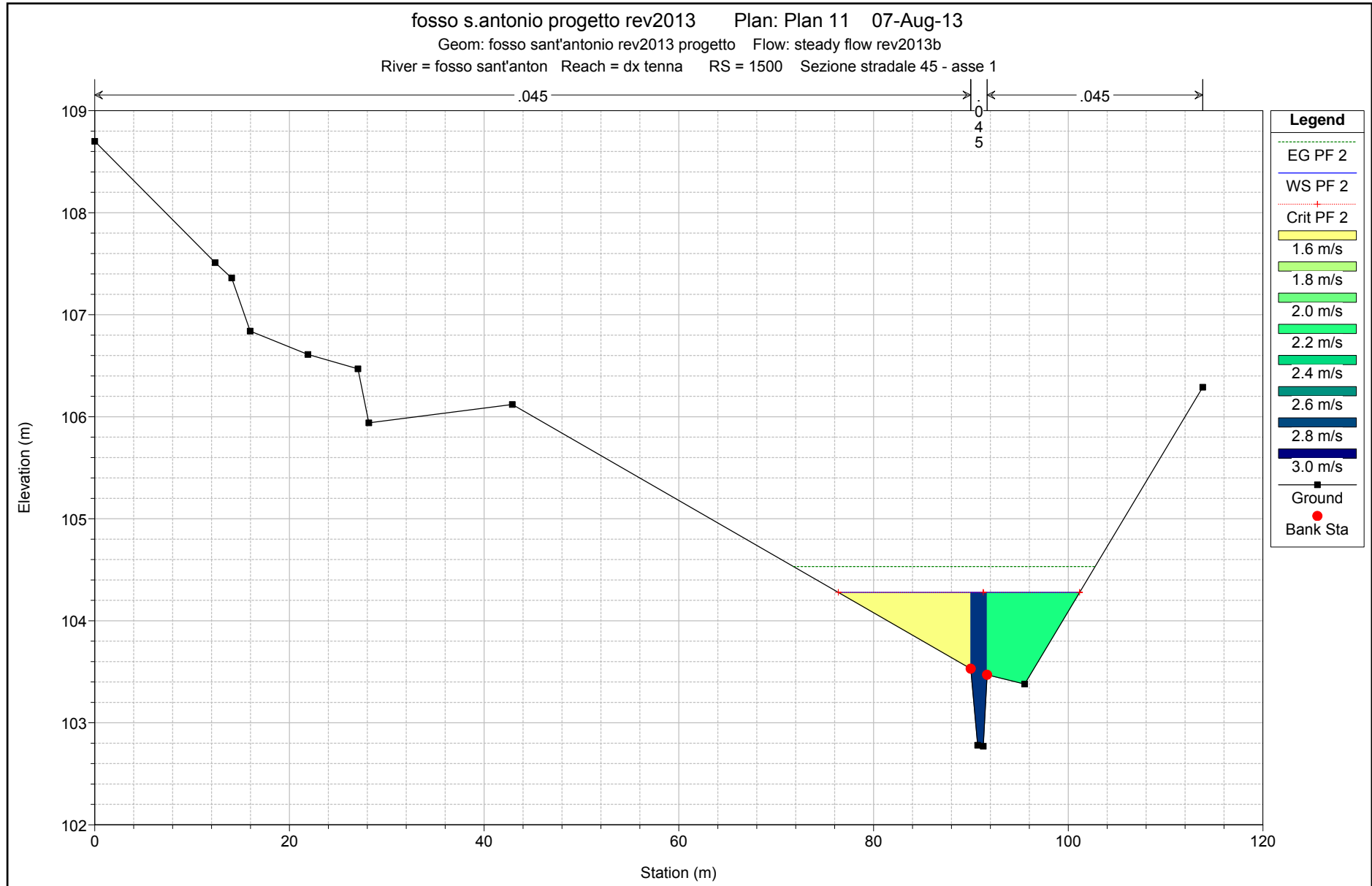
Dal confronto con i dati relativi all'analisi con alveo sporco, si hanno miglioramenti relativamente all'abbassamento del pelo libero con portata di progetto PF1 e PF2 (Asse 2) dell'ordine di 2cm, al contrario nel primo tratto (Asse 1) si ha un innalzamento del pelo libero dell'ordine di 2-3cm con aumento della velocità in alveo e conseguente riduzione dell'area di deflusso.

In allegato sono riportate le sezioni elaborate con la definizione del livello idraulico rispettivo ed il dettaglio delle sezioni del tratto in scatolare sia per la condizione di alveo sporco (Coeff. di Manning pari a 0.045 che pulito con 0.035).

Settembre 2013

dott. Geol. Alessandro Mascitti

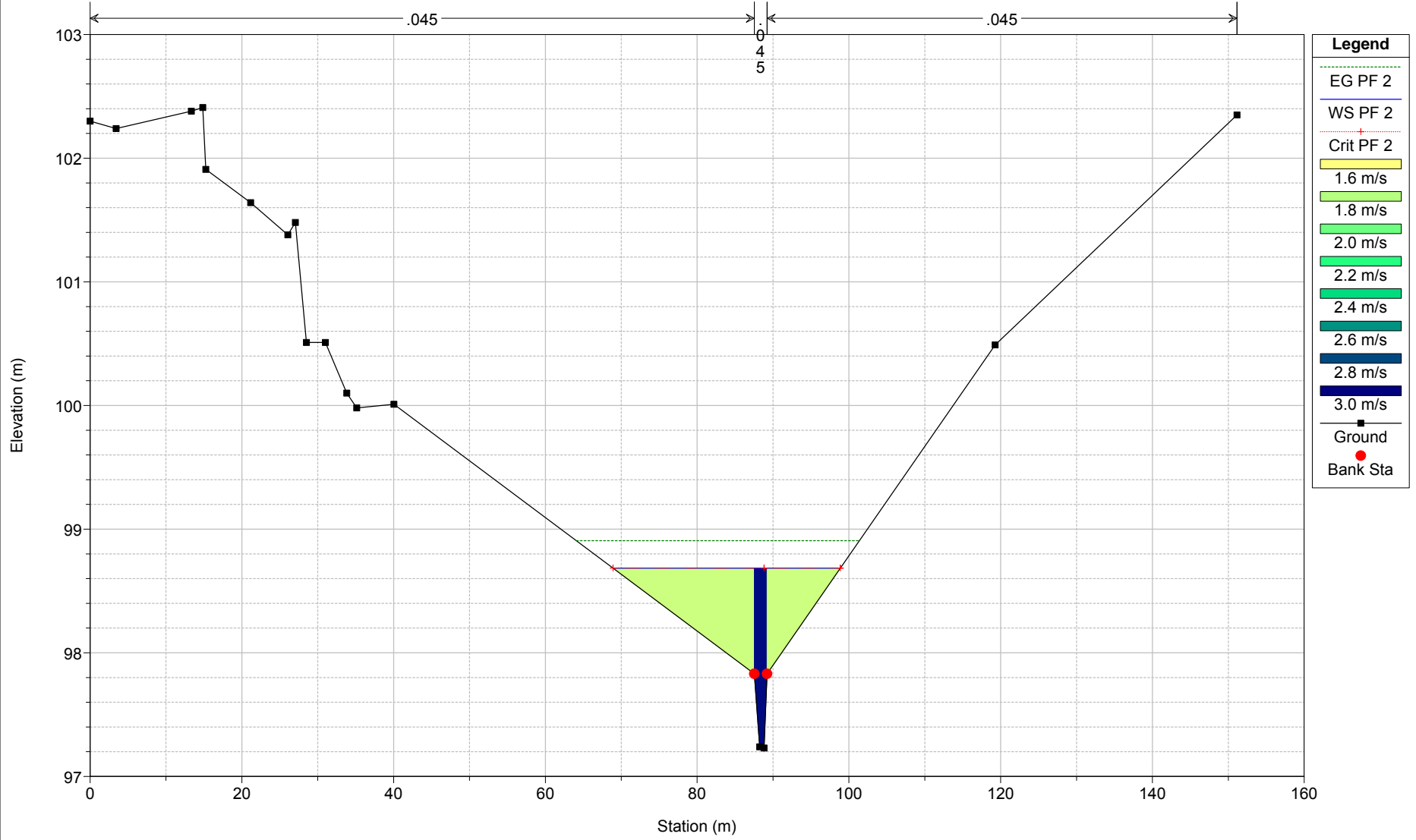




fosso s.antonio progetto rev2013 Plan: Plan 11 07-Aug-13

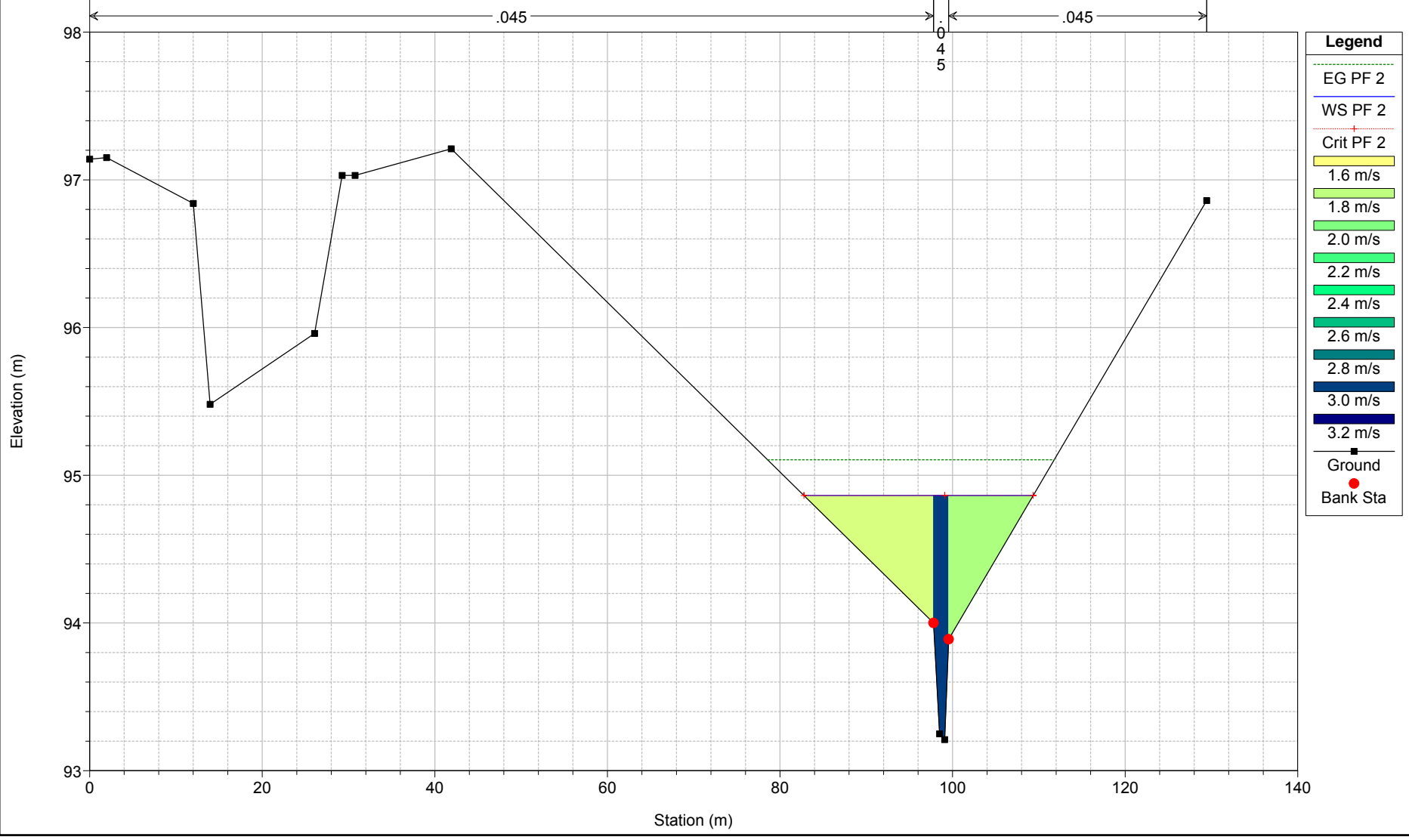
Geom: fosso sant'antonio rev2013 progetto Flow: steady flow rev2013b

River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 1400 Sezione stradale 55 - asse 1



fosso s.antonio progetto rev2013 Plan: Plan 11 07-Aug-13

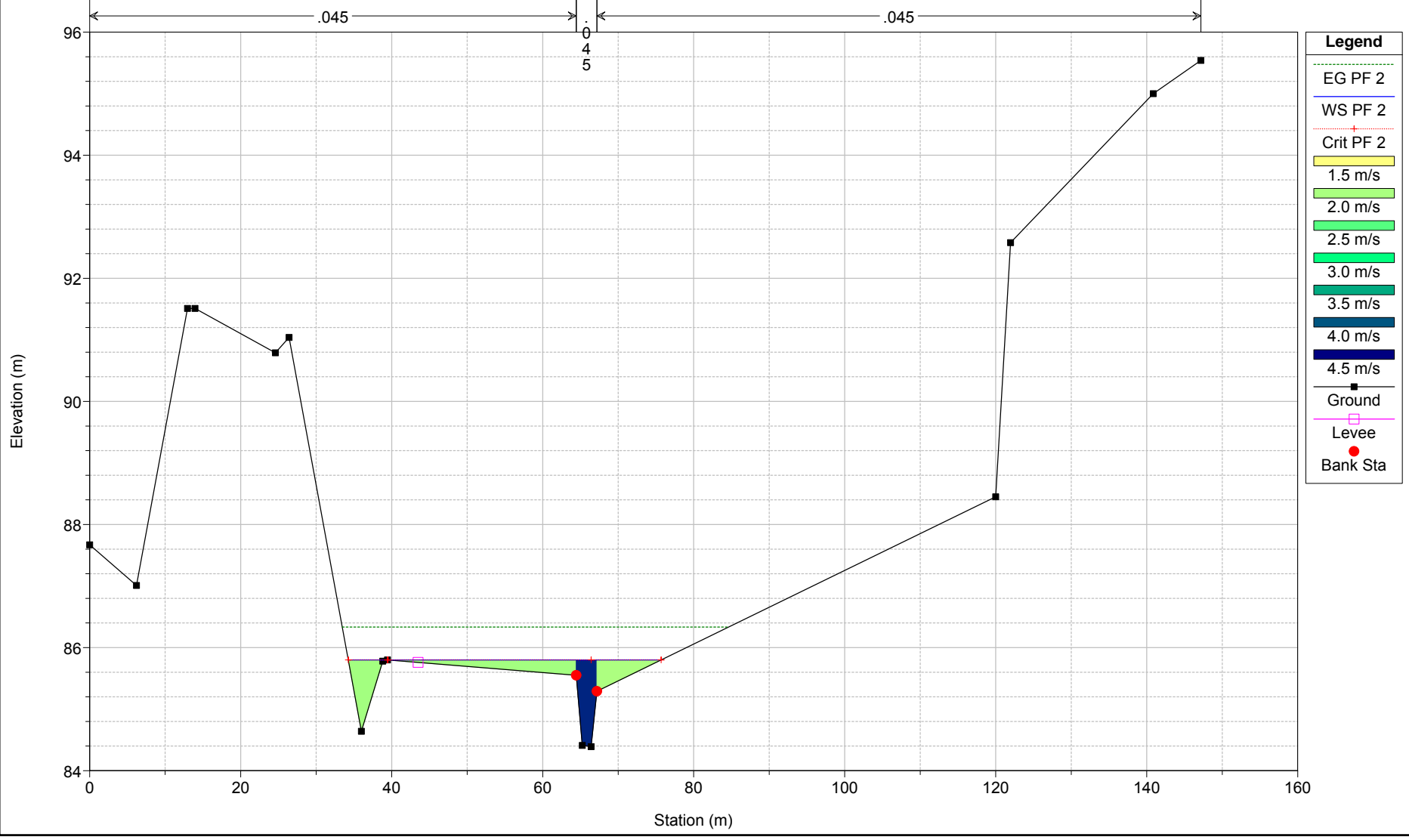
Geom: fosso sant'antonio rev2013 progetto Flow: steady flow rev2013b
 River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 1200 Sezione stradale 65 - asse 1



fosso s.antonio progetto rev2013 Plan: Plan 11 07-Aug-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 progetto Flow: steady flow rev2013b

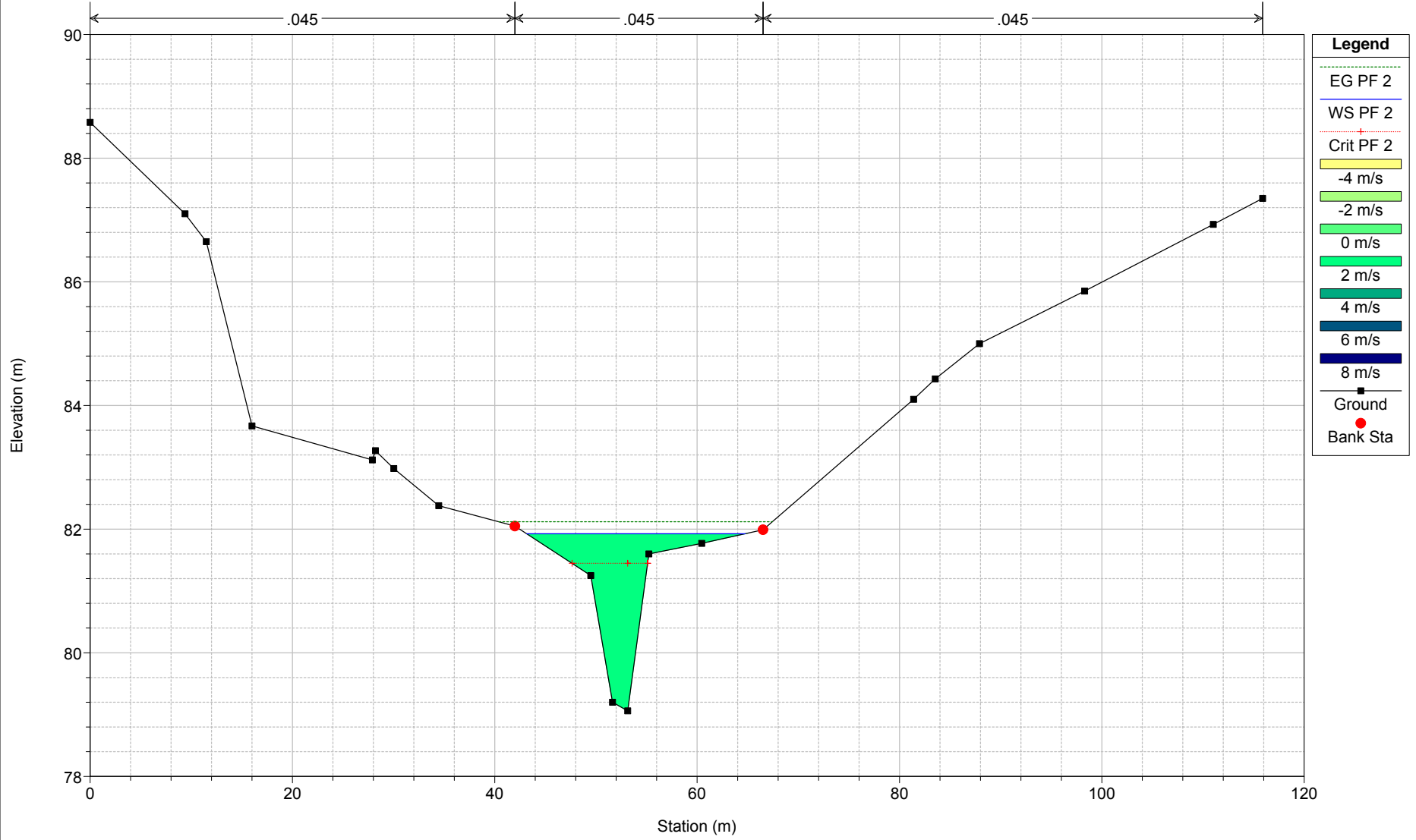
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 1100 Sezione stradale 5 - asse 2



fosso s.antonio progetto rev2013 Plan: Plan 11 07-Aug-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 progetto Flow: steady flow rev2013b

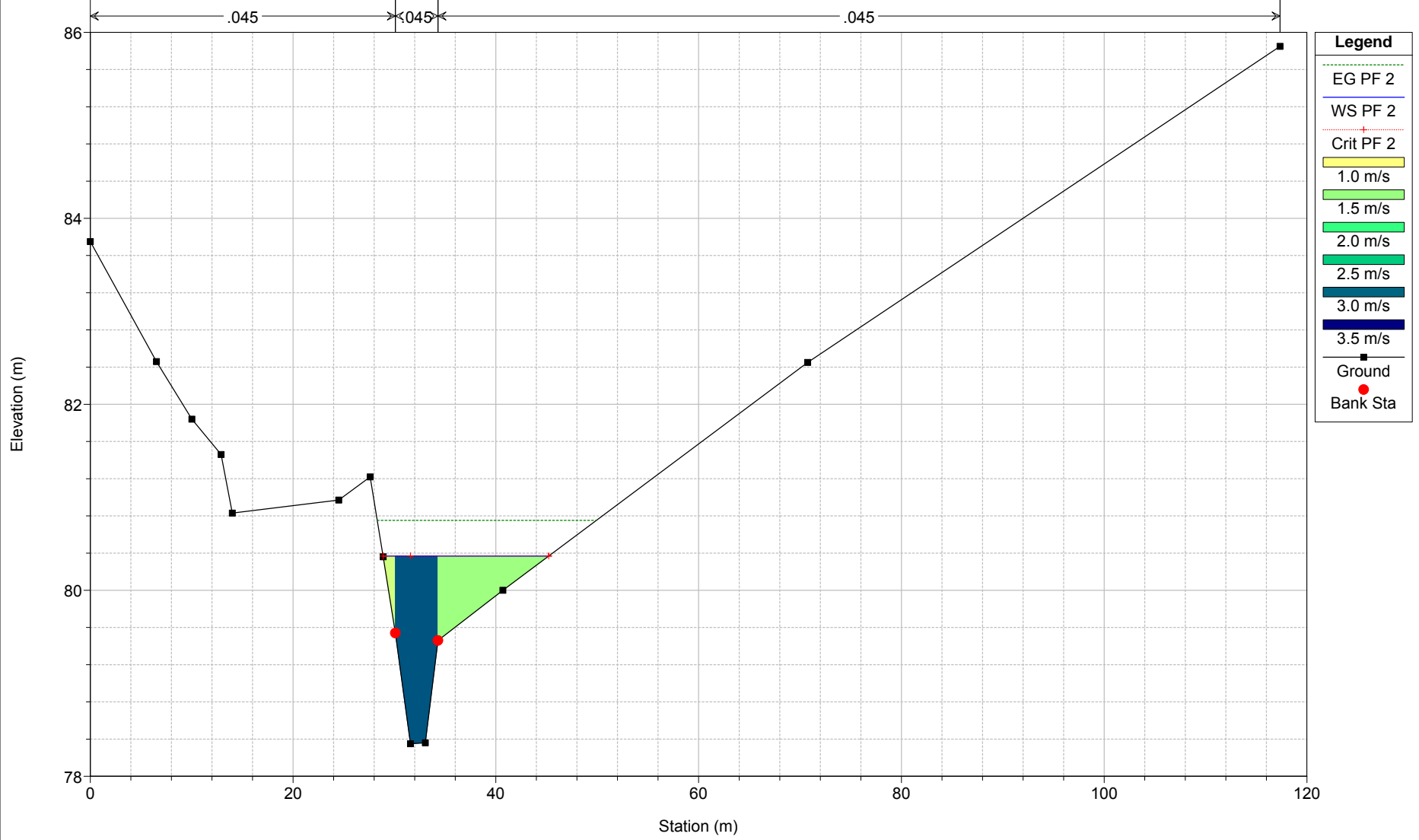
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 1000 Sezione stradale 25 - asse 2



fosso s.antonio progetto rev2013 Plan: Plan 11 07-Aug-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 progetto Flow: steady flow rev2013b

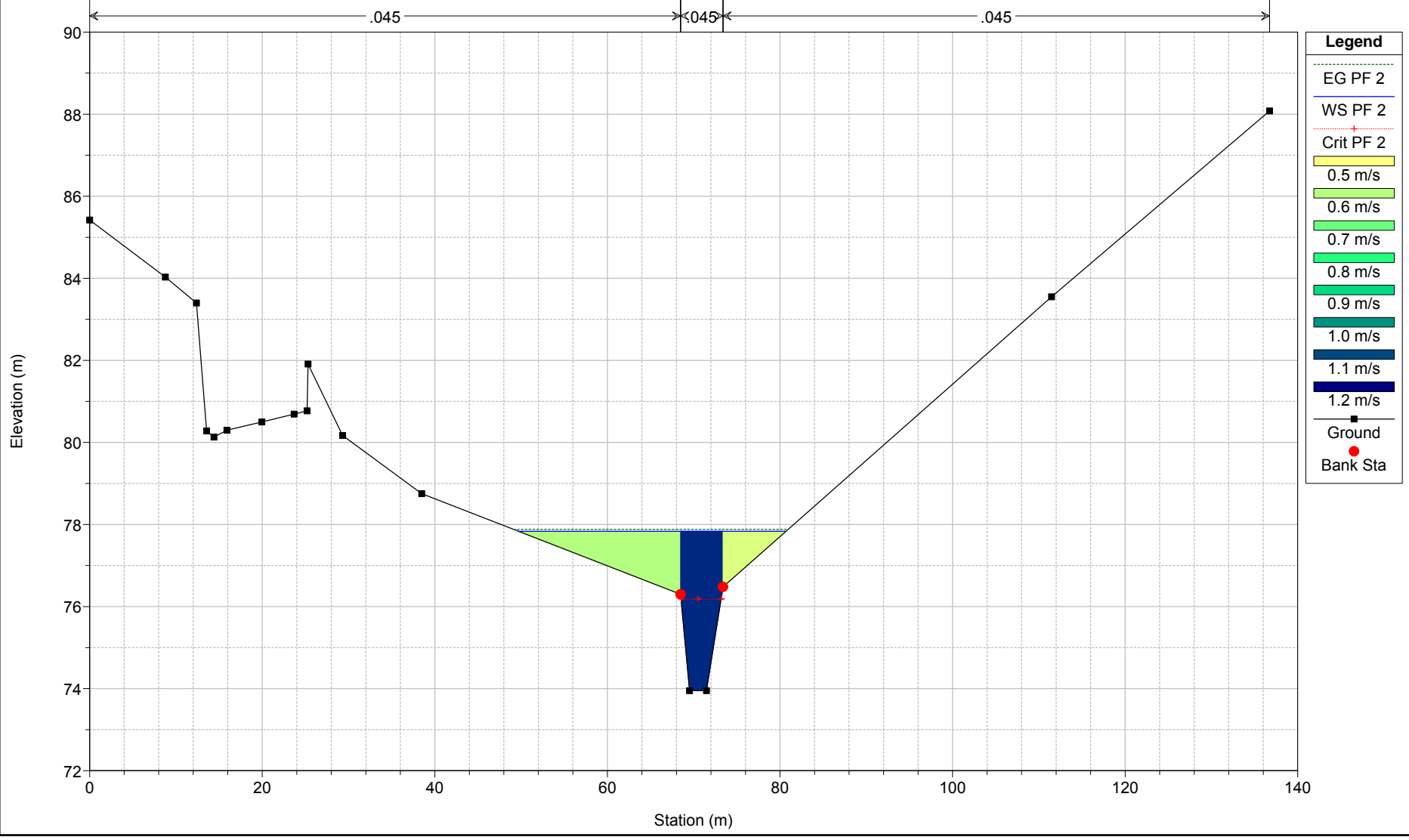
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 900 Sezione stradale 35 - asse 2



fosso s.antonio progetto rev2013 Plan: Plan 11 07-Aug-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 progetto Flow: steady flow rev2013b

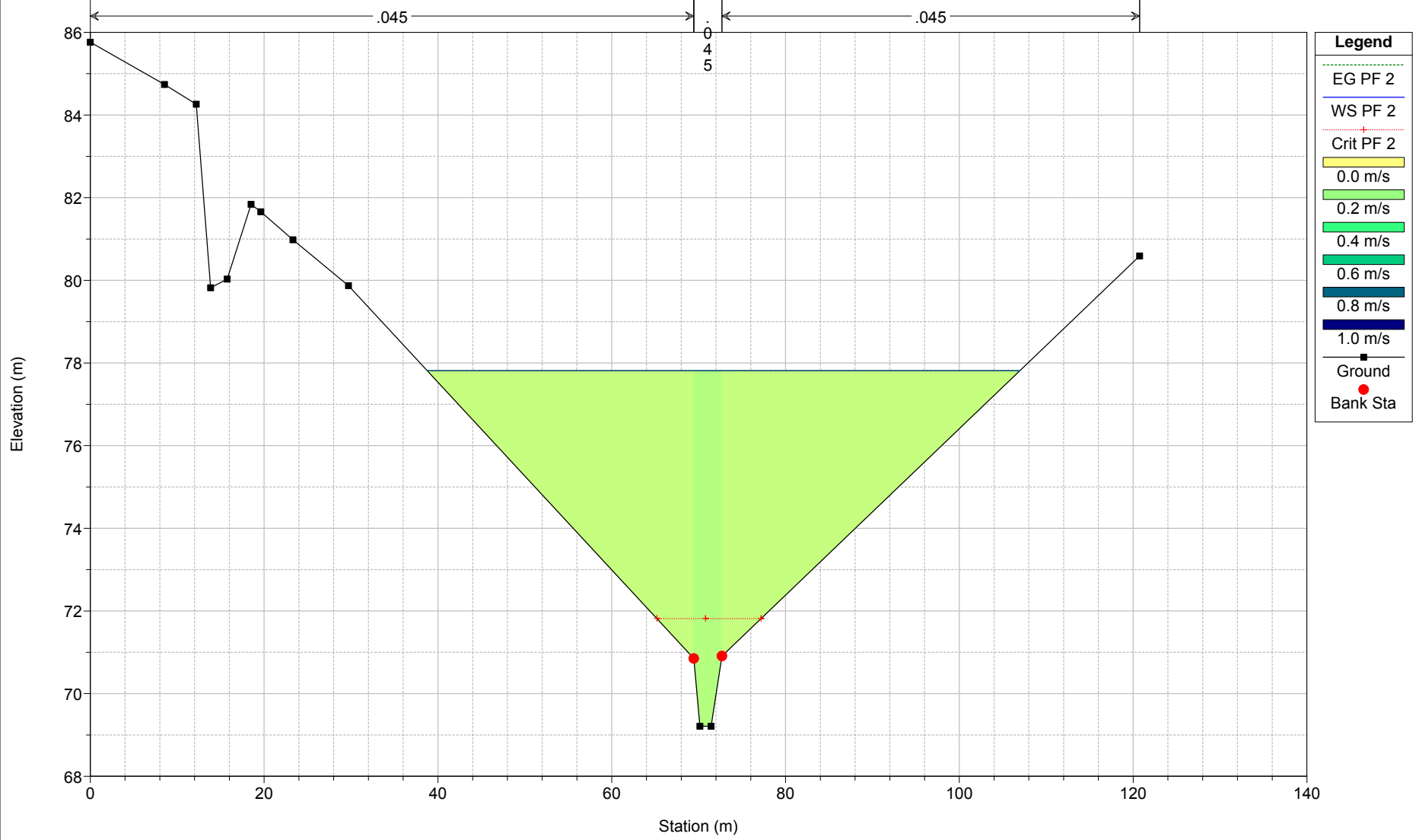
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 800 Sezione stradale 45 - asse 2



fosso s.antonio progetto rev2013 Plan: Plan 11 07-Aug-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 progetto Flow: steady flow rev2013b

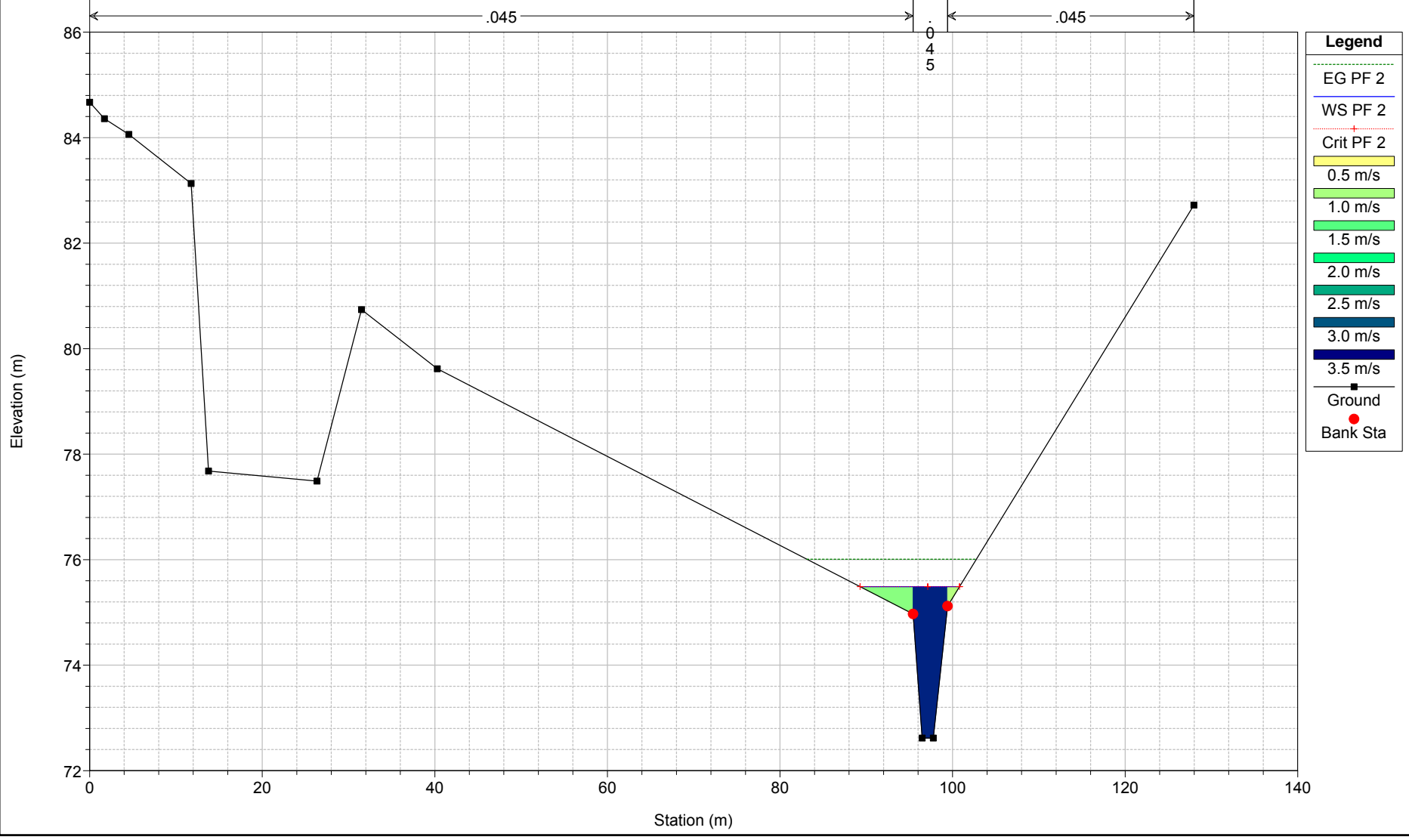
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 700 Sezione stradale 55 - asse 2



fosso s.antonio progetto rev2013 Plan: Plan 11 07-Aug-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 progetto Flow: steady flow rev2013b

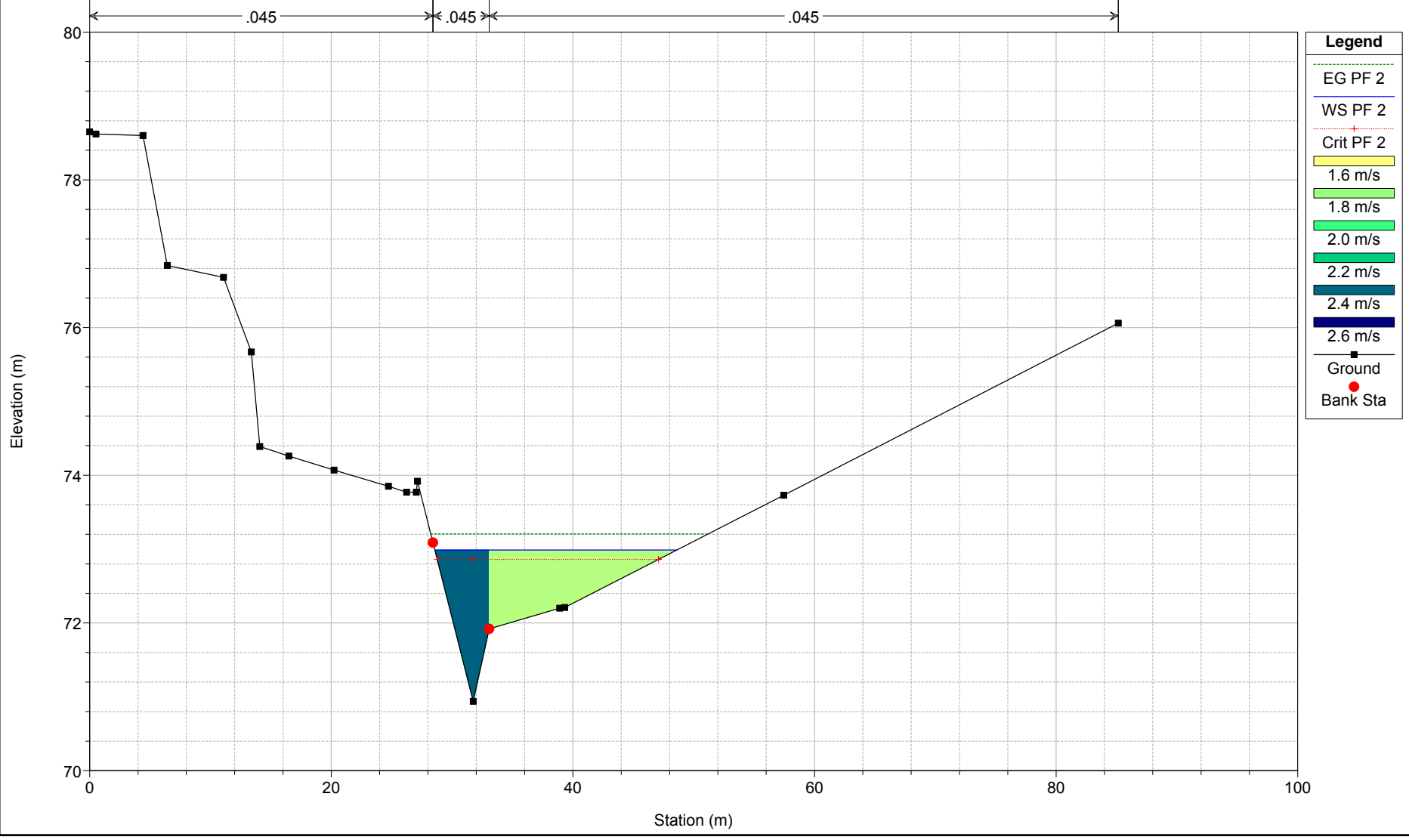
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 500 Sezione stradale 65 - asse 2

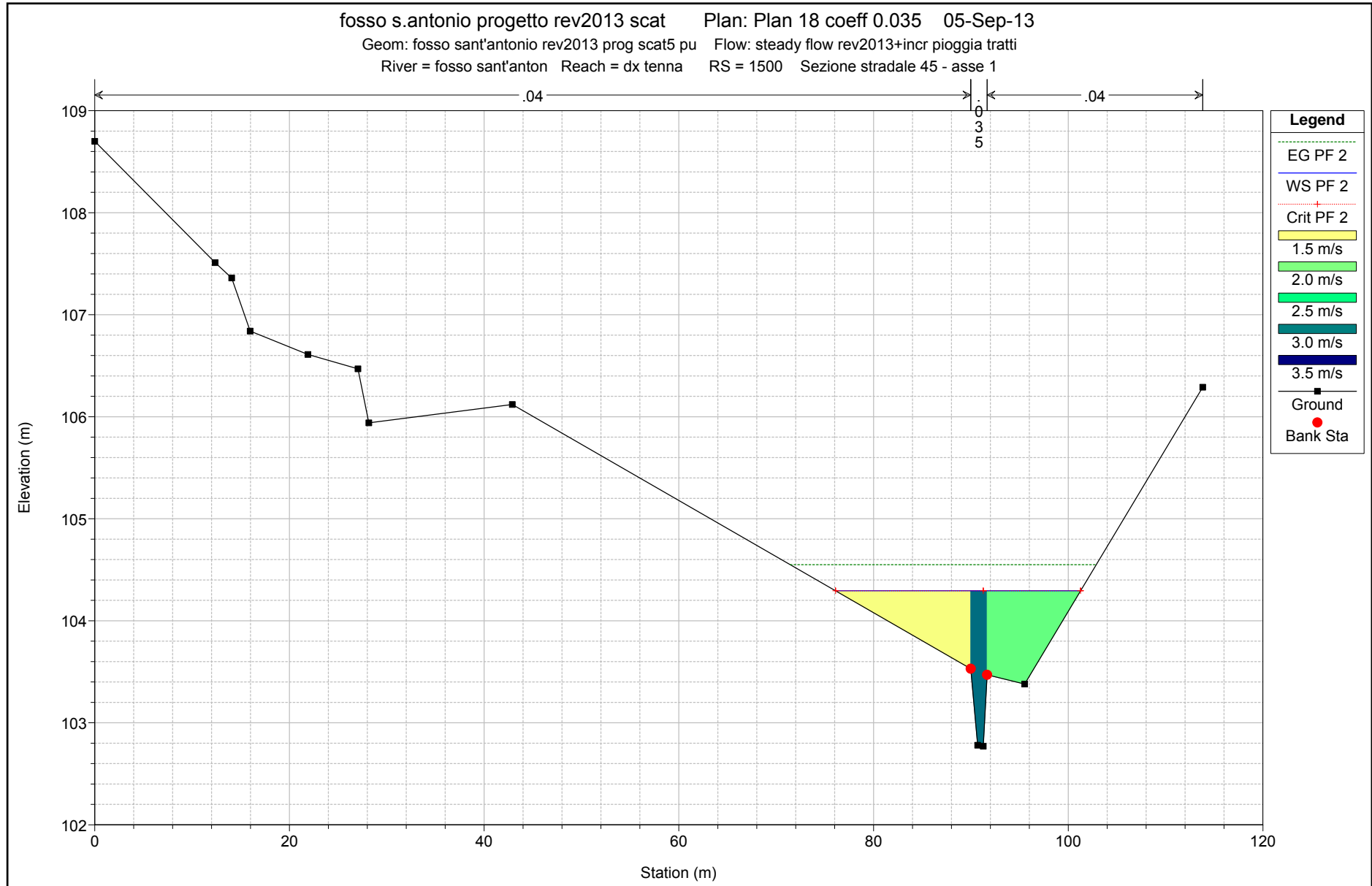


fosso s.antonio progetto rev2013 Plan: Plan 11 07-Aug-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 progetto Flow: steady flow rev2013b

River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 400 Sezione stradale 74 - asse 2

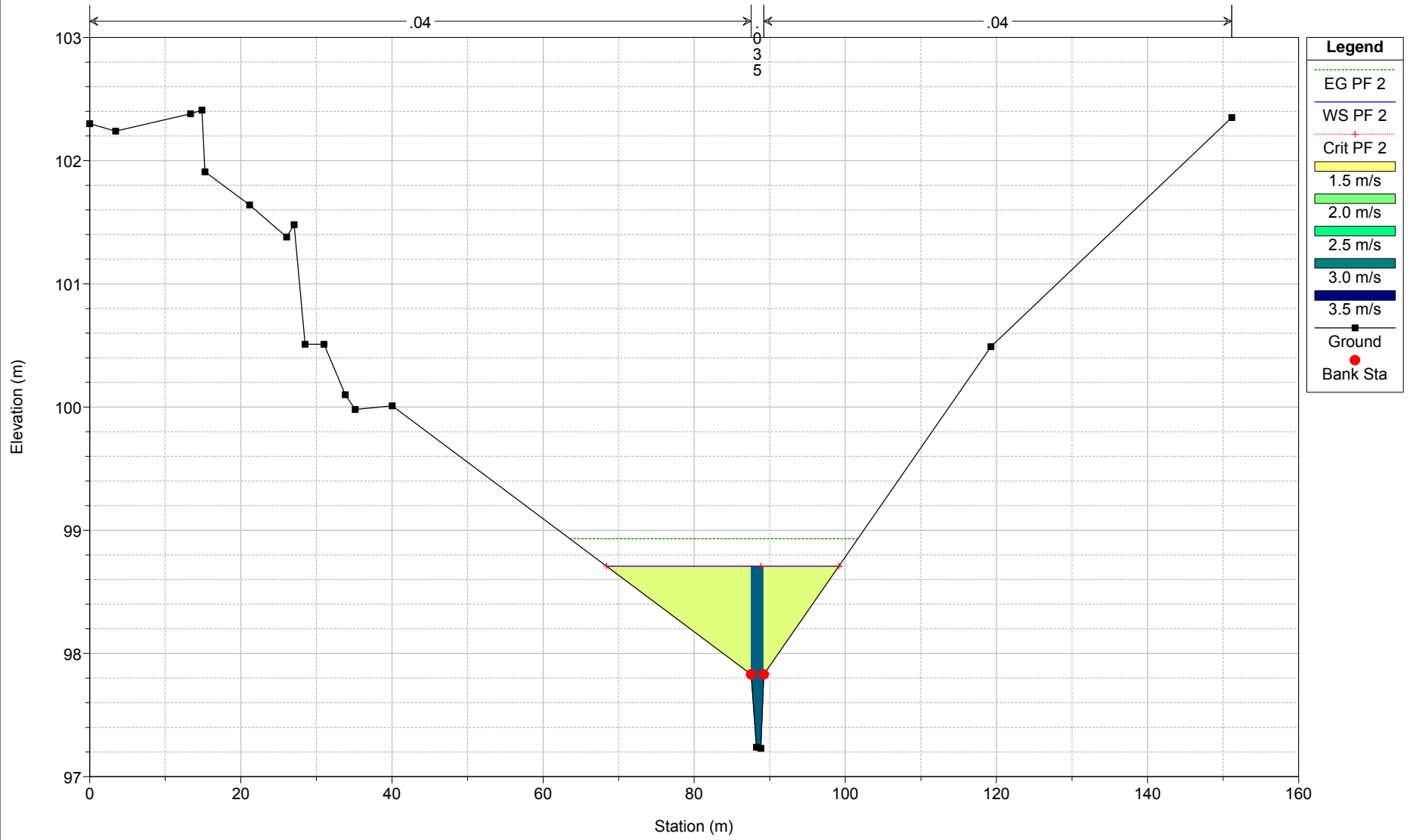




fosso s.antonio progetto rev2013 scat Plan: Plan 18 coeff 0.035 05-Sep-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 prog scat5 pu Flow: steady flow rev2013+incr pioggia tratti

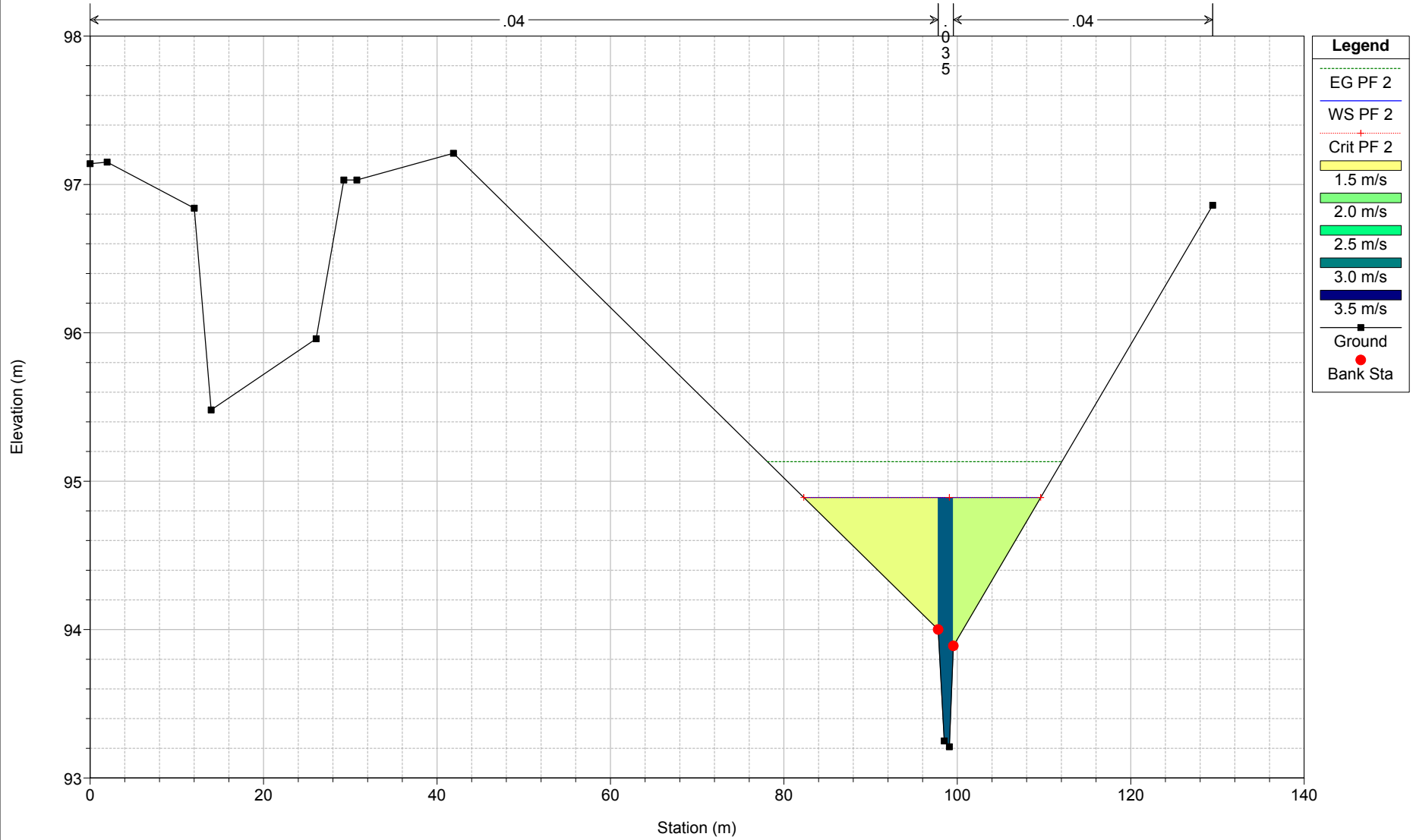
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 1400 Sezione stradale 55 - asse 1



fosso s.antonio progetto rev2013 scat Plan: Plan 18 coeff 0.035 05-Sep-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 prog scat5 pu Flow: steady flow rev2013+incr pioggia tratti

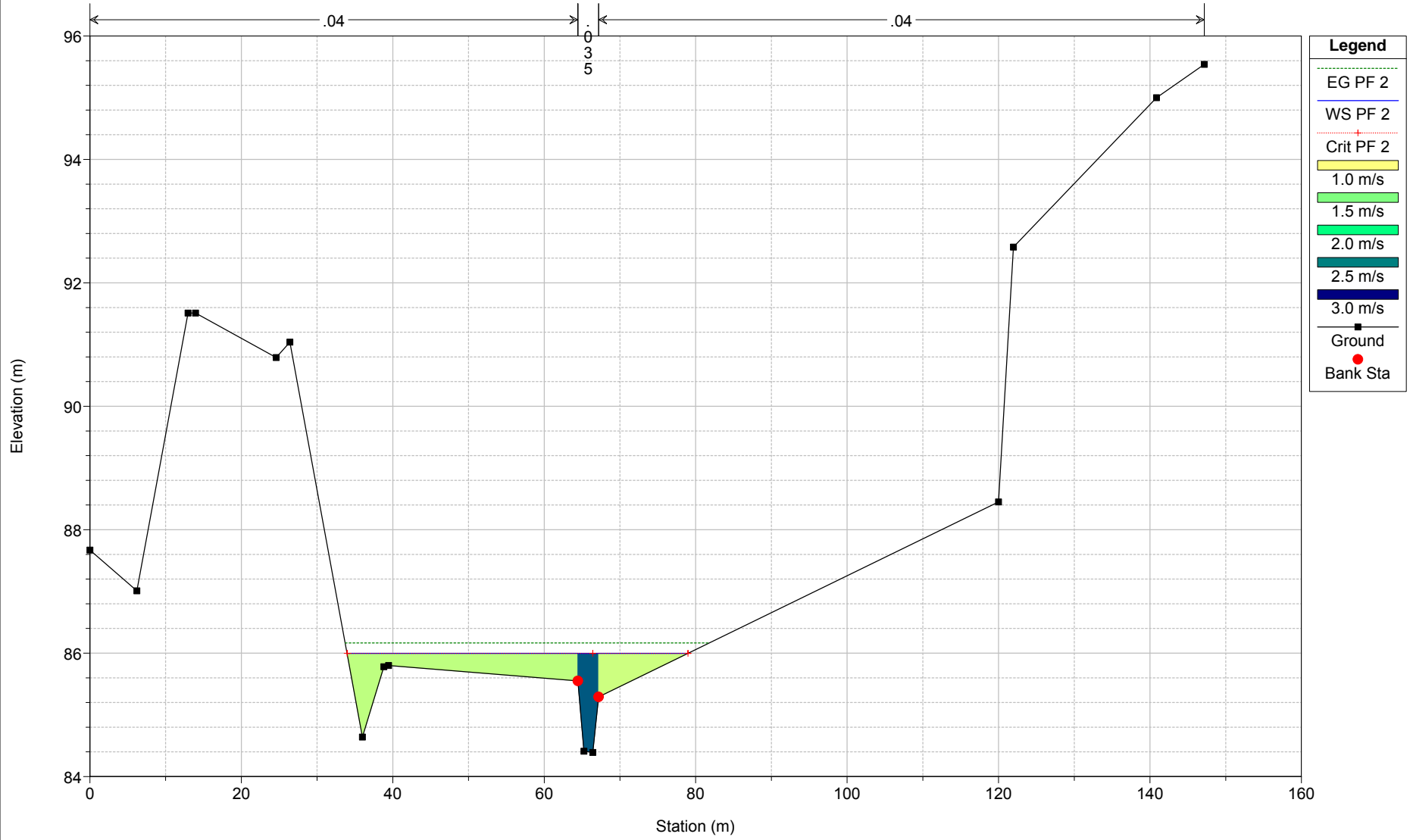
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 1200 Sezione stradale 65 - asse 1



fosso s.antonio progetto rev2013 scat Plan: Plan 18 coeff 0.035 05-Sep-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 prog scat5 pu Flow: steady flow rev2013+incr pioggia tratti

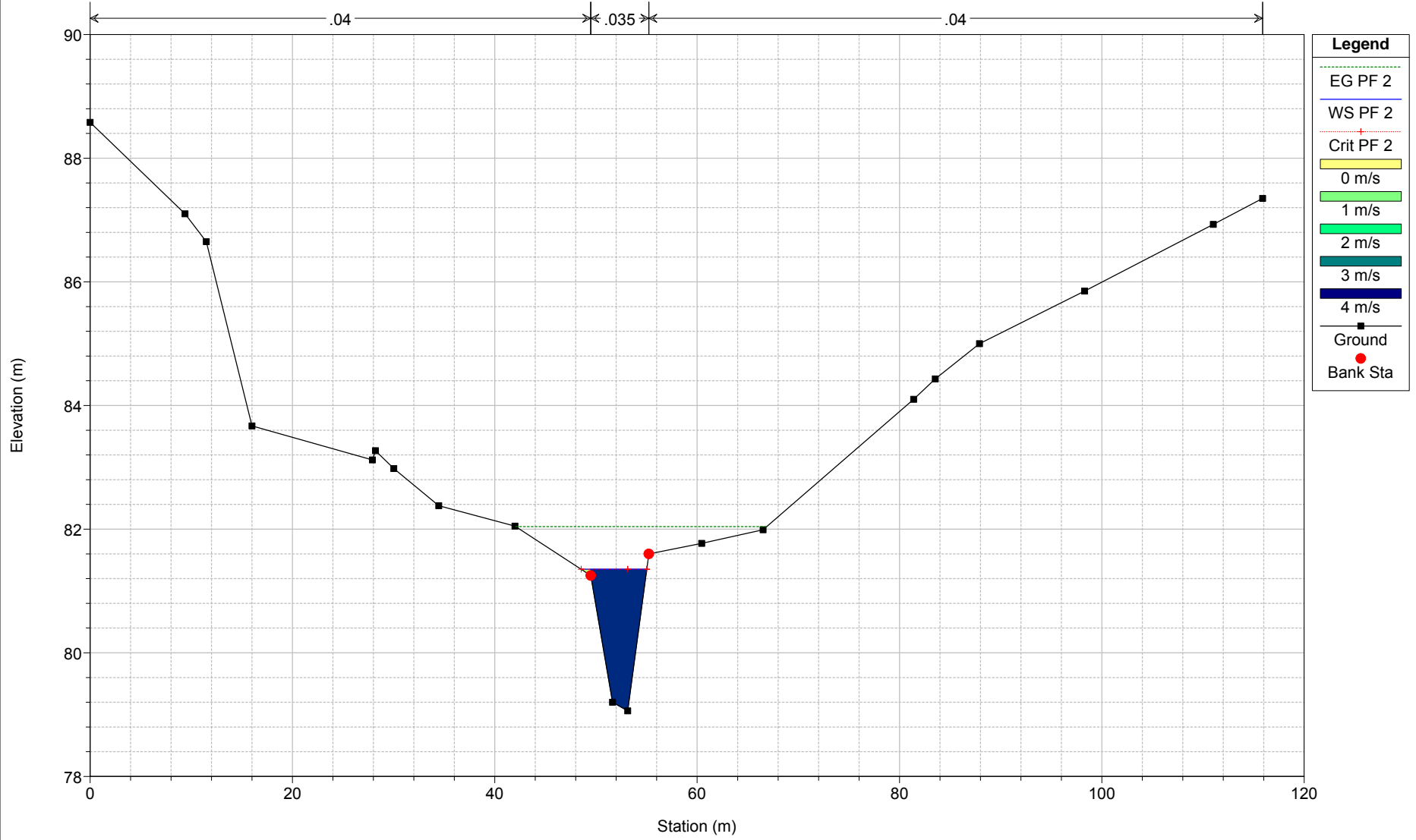
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 1100 Sezione stradale 5 - asse 2



fosso s.antonio progetto rev2013 scat Plan: Plan 18 coeff 0.035 05-Sep-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 prog scat5 pu Flow: steady flow rev2013+incr pioggia tratti

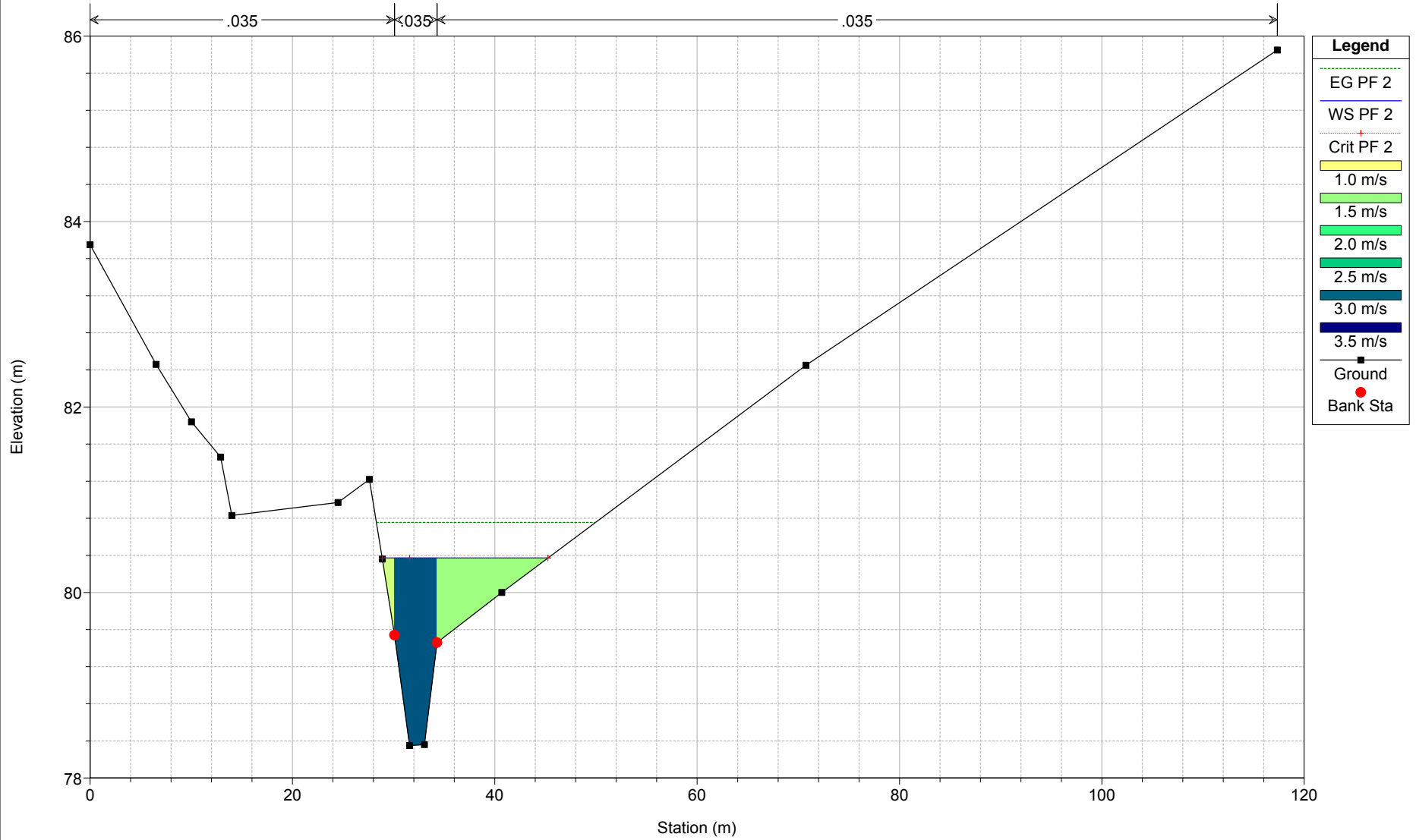
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 1000 Sezione stradale 25 - asse 2



fosso s.antonio progetto rev2013 scat Plan: Plan 18 coeff 0.035 05-Sep-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 prog scat5 pu Flow: steady flow rev2013+incr pioggia tratti

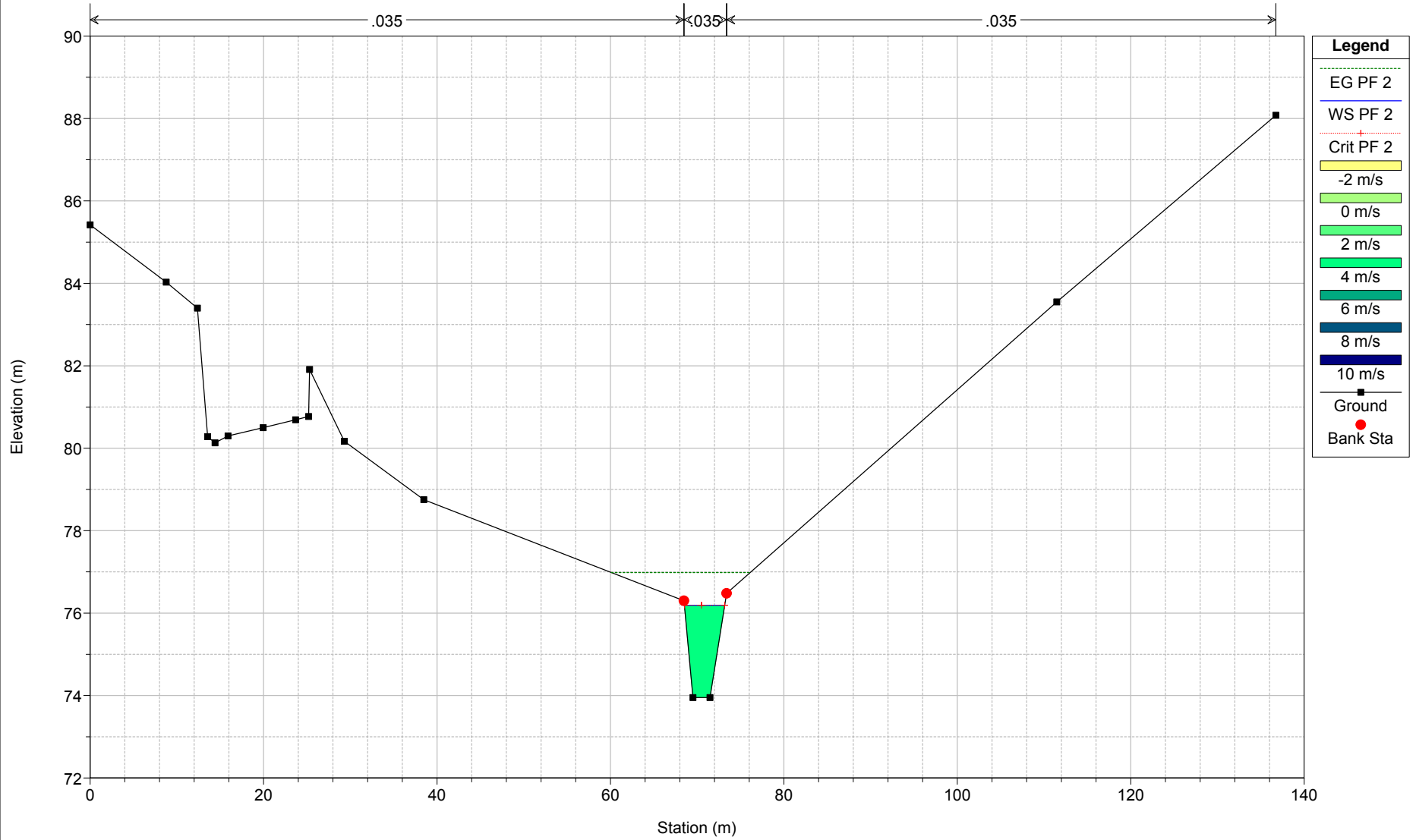
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 900 Sezione stradale 35 - asse 2



fosso s.antonio progetto rev2013 scat Plan: Plan 18 coeff 0.035 05-Sep-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 prog scat5 pu Flow: steady flow rev2013+incr pioggia tratti

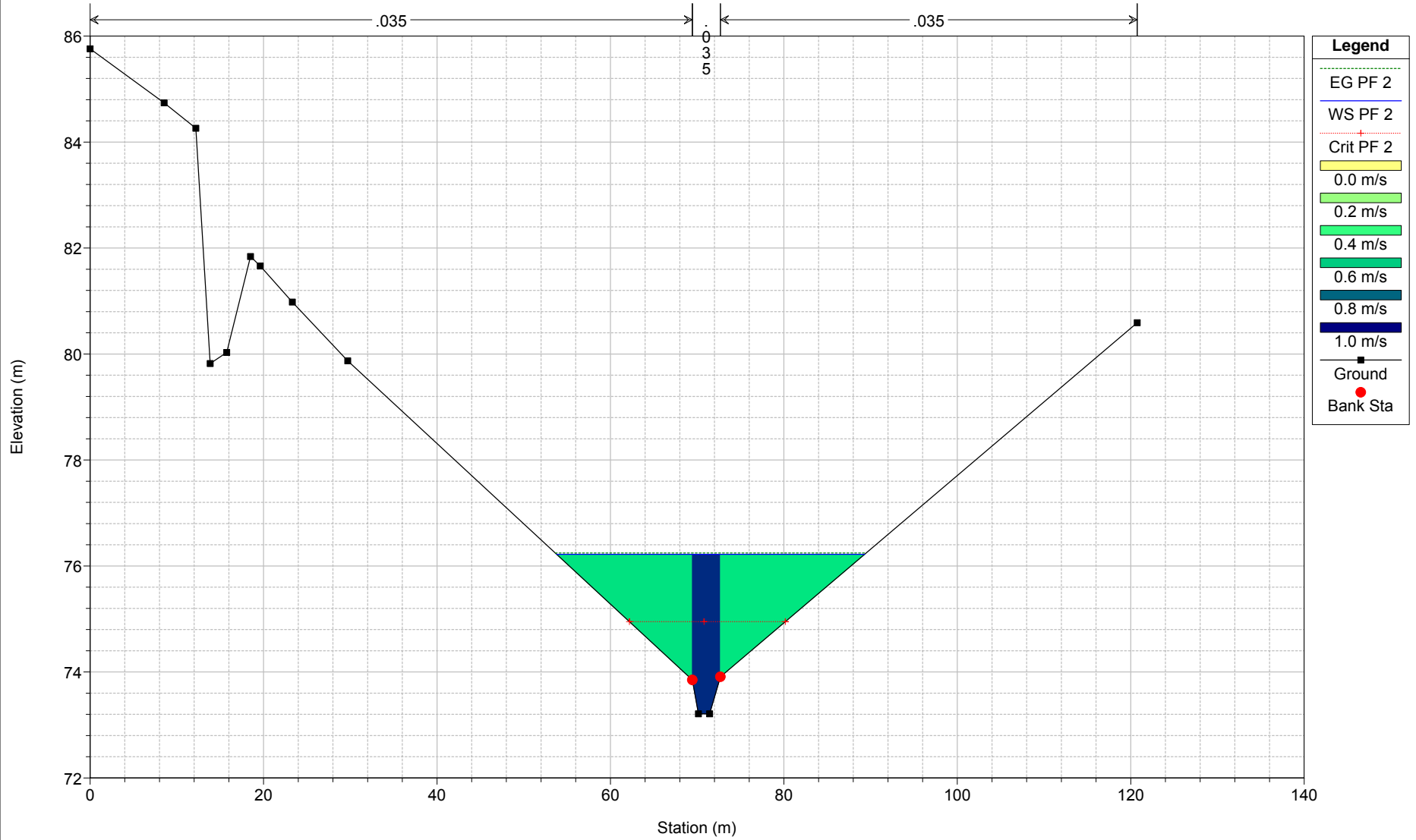
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 800 Sezione stradale 45 - asse 2



fosso s.antonio progetto rev2013 scat Plan: Plan 18 coeff 0.035 05-Sep-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 prog scat5 pu Flow: steady flow rev2013+incr pioggia tratti

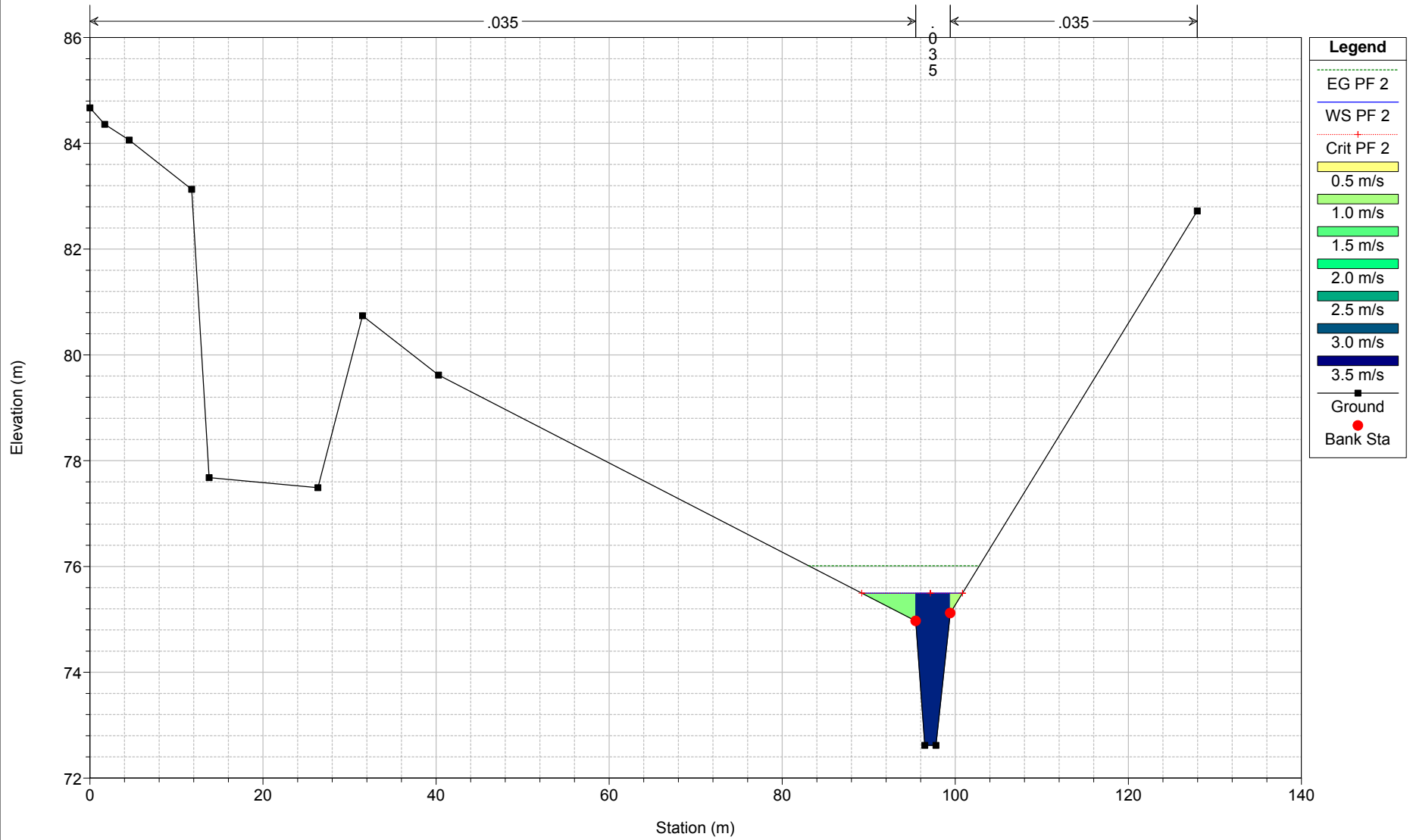
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 700 Sezione stradale 55 - asse 2



fosso s.antonio progetto rev2013 scat Plan: Plan 18 coeff 0.035 05-Sep-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 prog scat5 pu Flow: steady flow rev2013+incr pioggia tratti

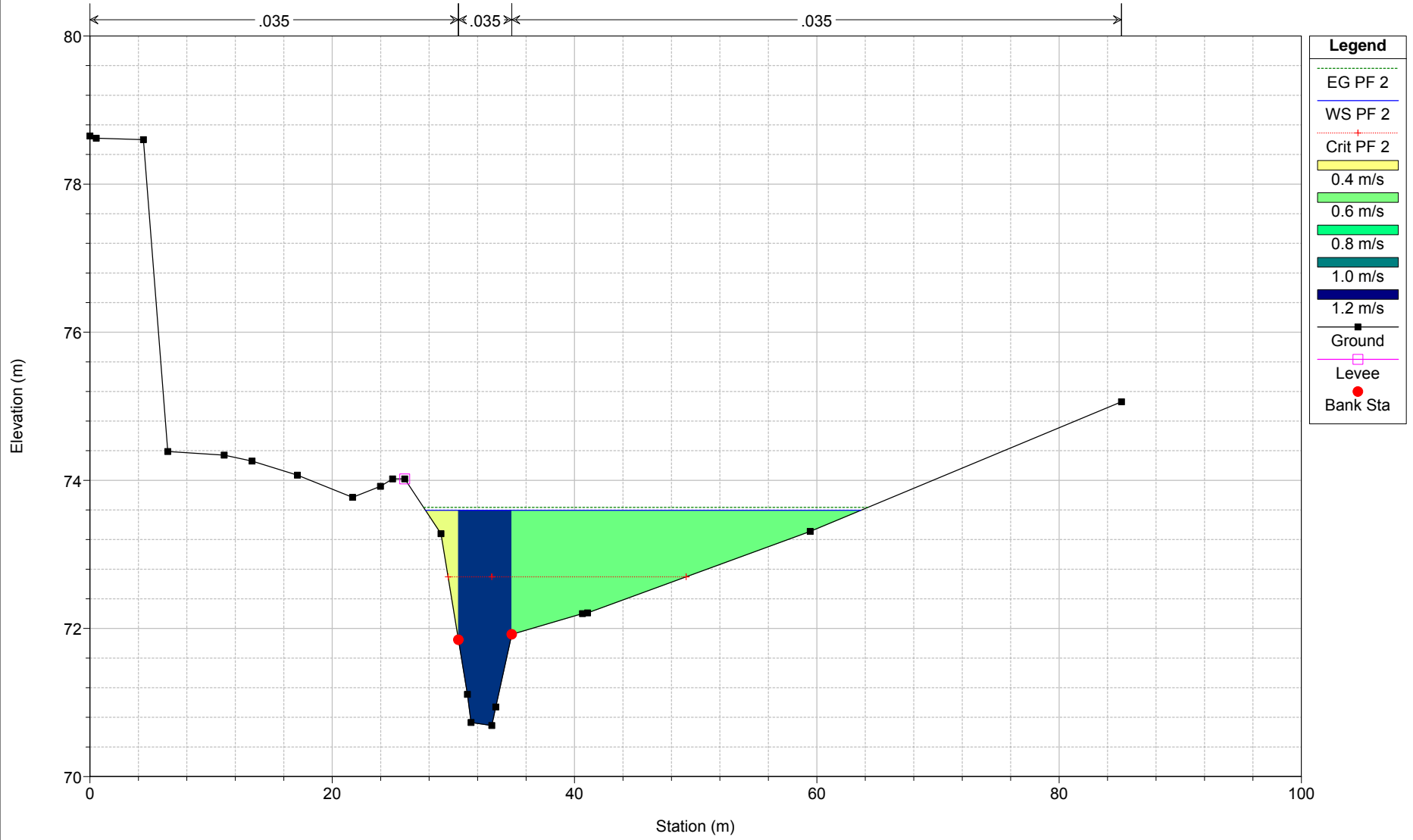
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 500 Sezione stradale 65 - asse 2



fosso s.antonio progetto rev2013 scat Plan: Plan 18 coeff 0.035 05-Sep-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 prog scat5 pu Flow: steady flow rev2013+incr pioggia tratti

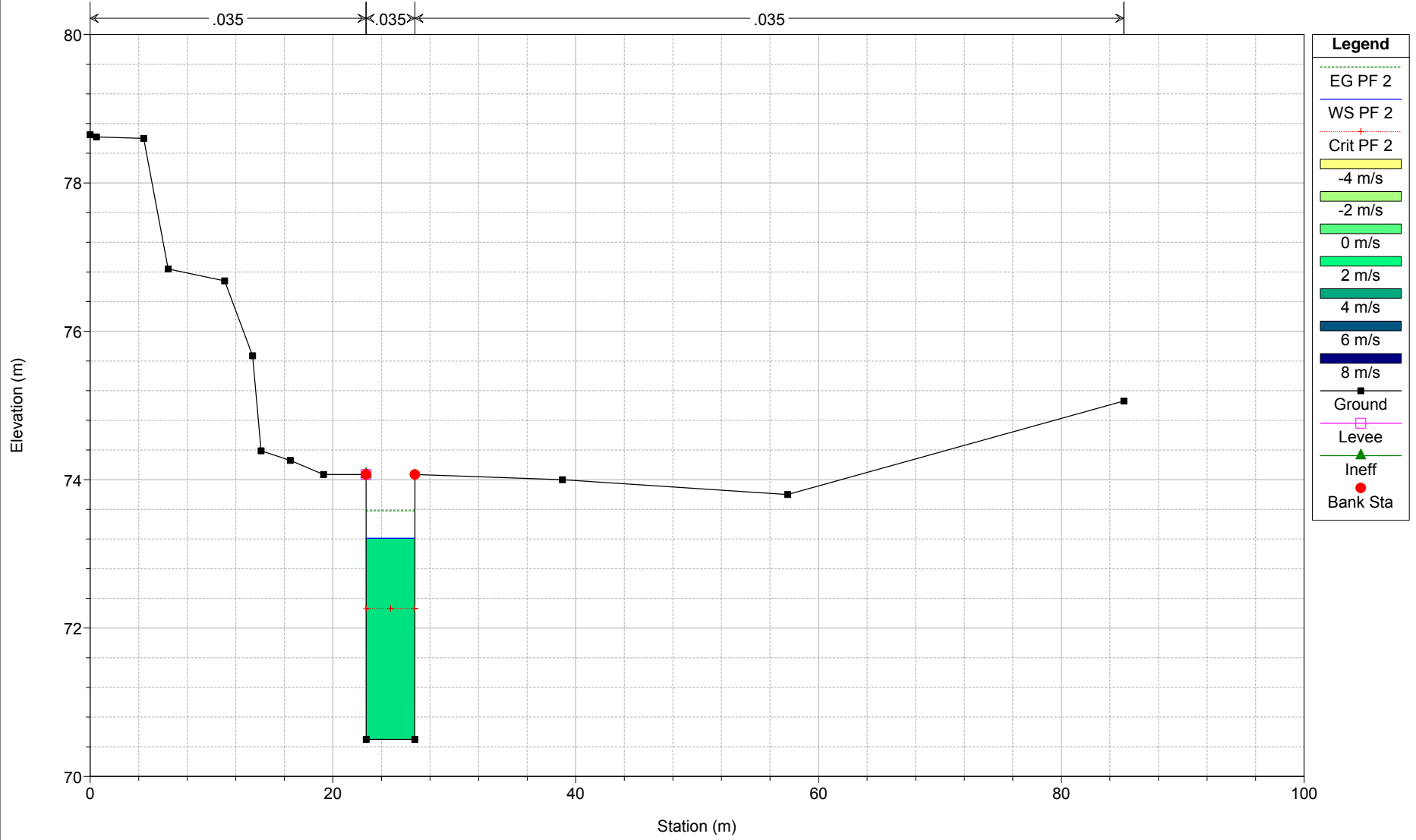
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 400 Sezione stradale 74 - asse 2



fosso s.antonio progetto rev2013 scat Plan: Plan 18 coeff 0.035 05-Sep-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 prog scat5 pu Flow: steady flow rev2013+incr pioggia tratti

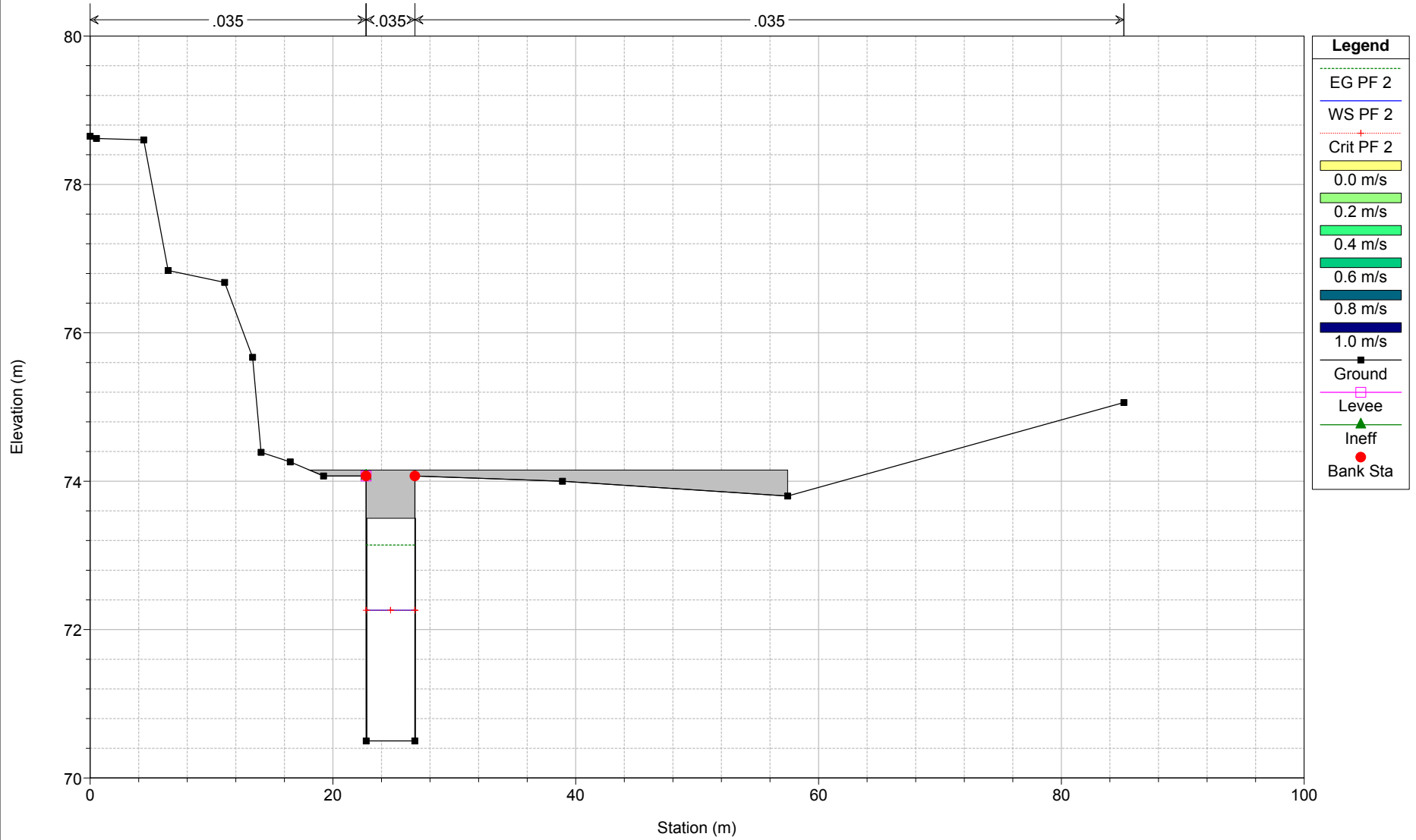
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 385 Sezione stradale 74 - asse 2



fosso s.antonio progetto rev2013 scat Plan: Plan 18 coeff 0.035 05-Sep-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 prog scat5 pu Flow: steady flow rev2013+incr pioggia tratti

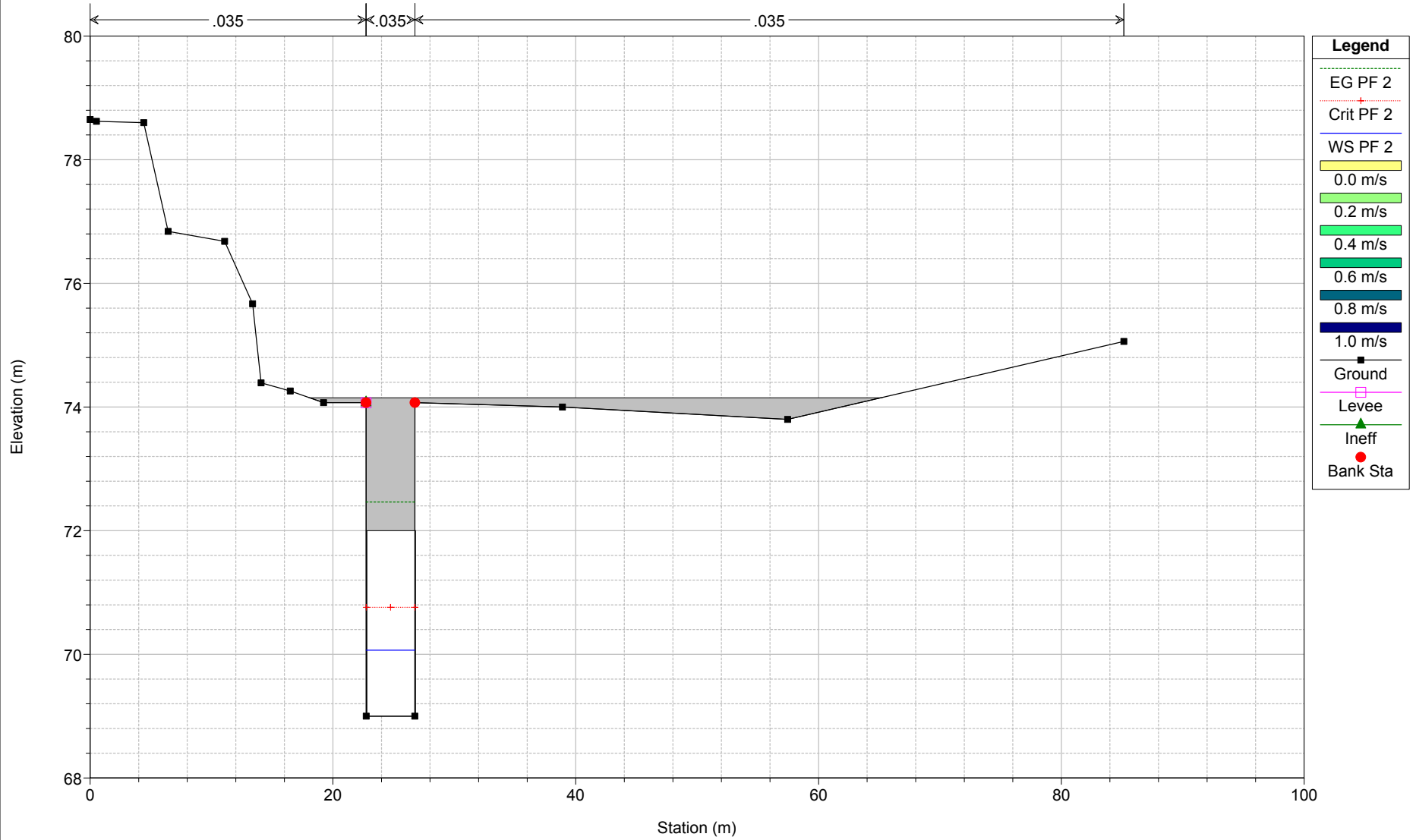
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 350 MO



fosso s.antonio progetto rev2013 scat Plan: Plan 18 coeff 0.035 05-Sep-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 prog scat5 pu Flow: steady flow rev2013+incr pioggia tratti

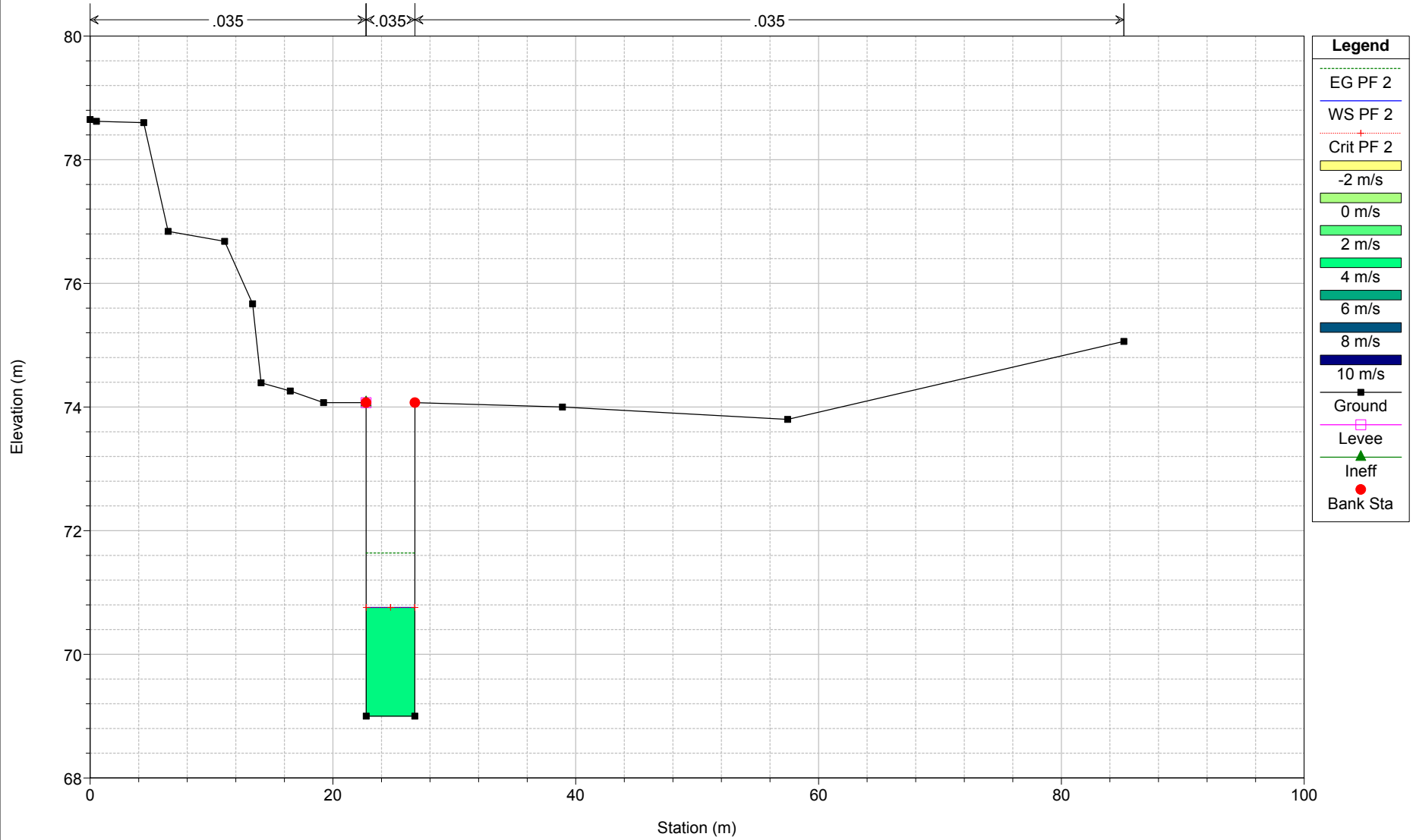
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 350 MO



fosso s.antonio progetto rev2013 scat Plan: Plan 18 coeff 0.035 05-Sep-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 prog scat5 pu Flow: steady flow rev2013+incr pioggia tratti

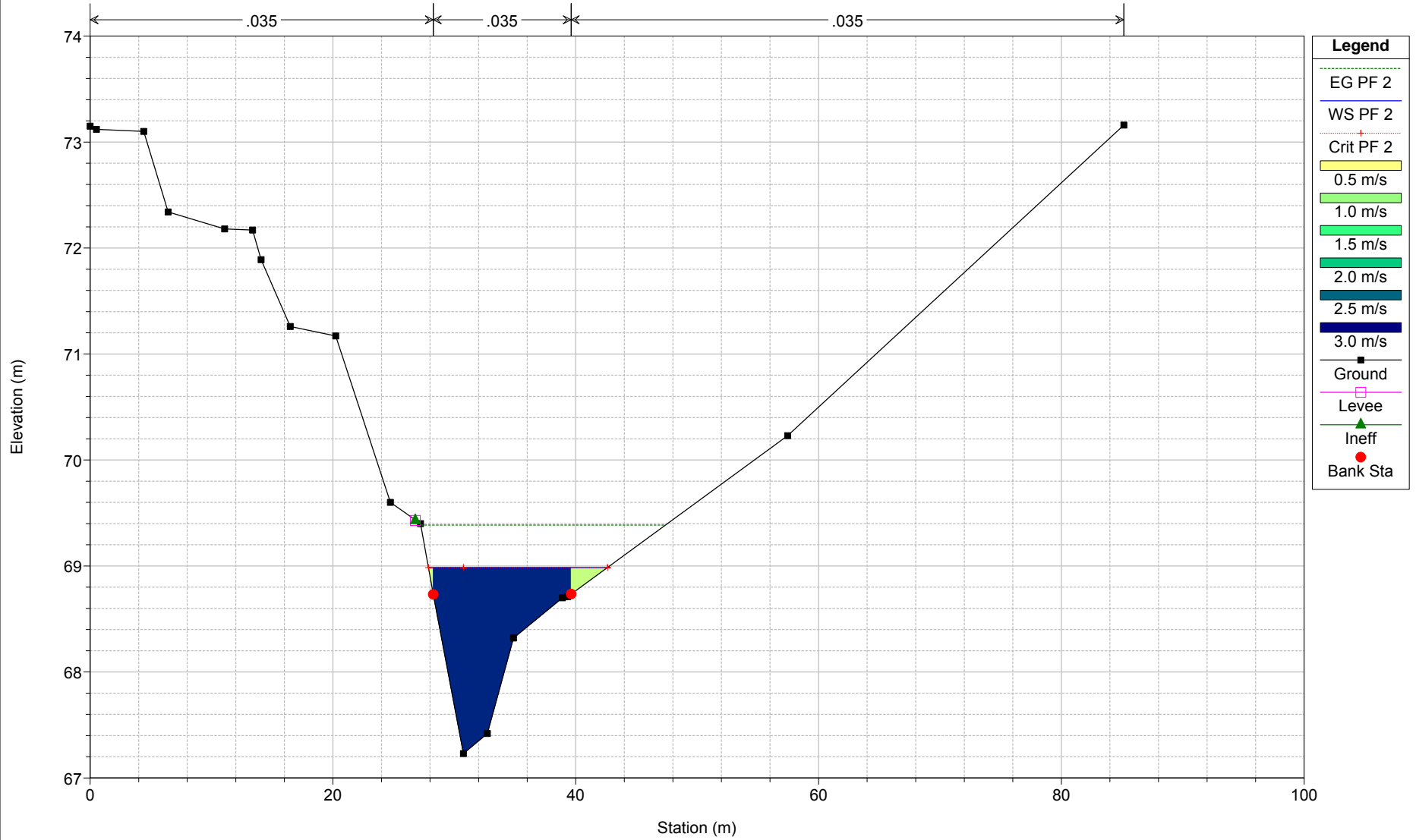
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 300 Sezione stradale 74 - asse 2



fosso s.antonio progetto rev2013 scat Plan: Plan 18 coeff 0.035 05-Sep-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 prog scat5 pu Flow: steady flow rev2013+incr pioggia tratti

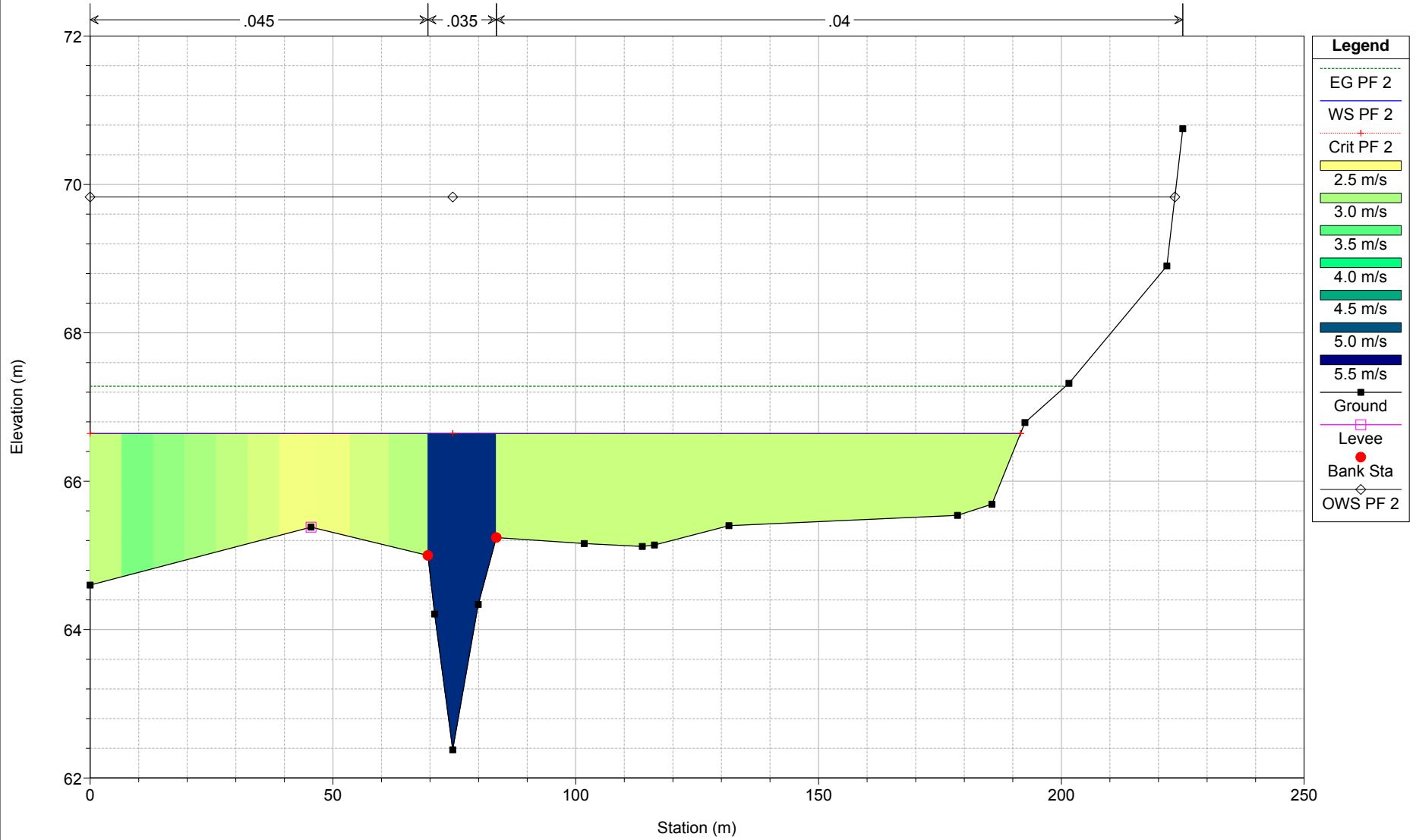
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 200 Sezione stradale 74 - asse 2



fosso s.antonio progetto rev2013 scat Plan: Plan 18 coeff 0.035 05-Sep-13

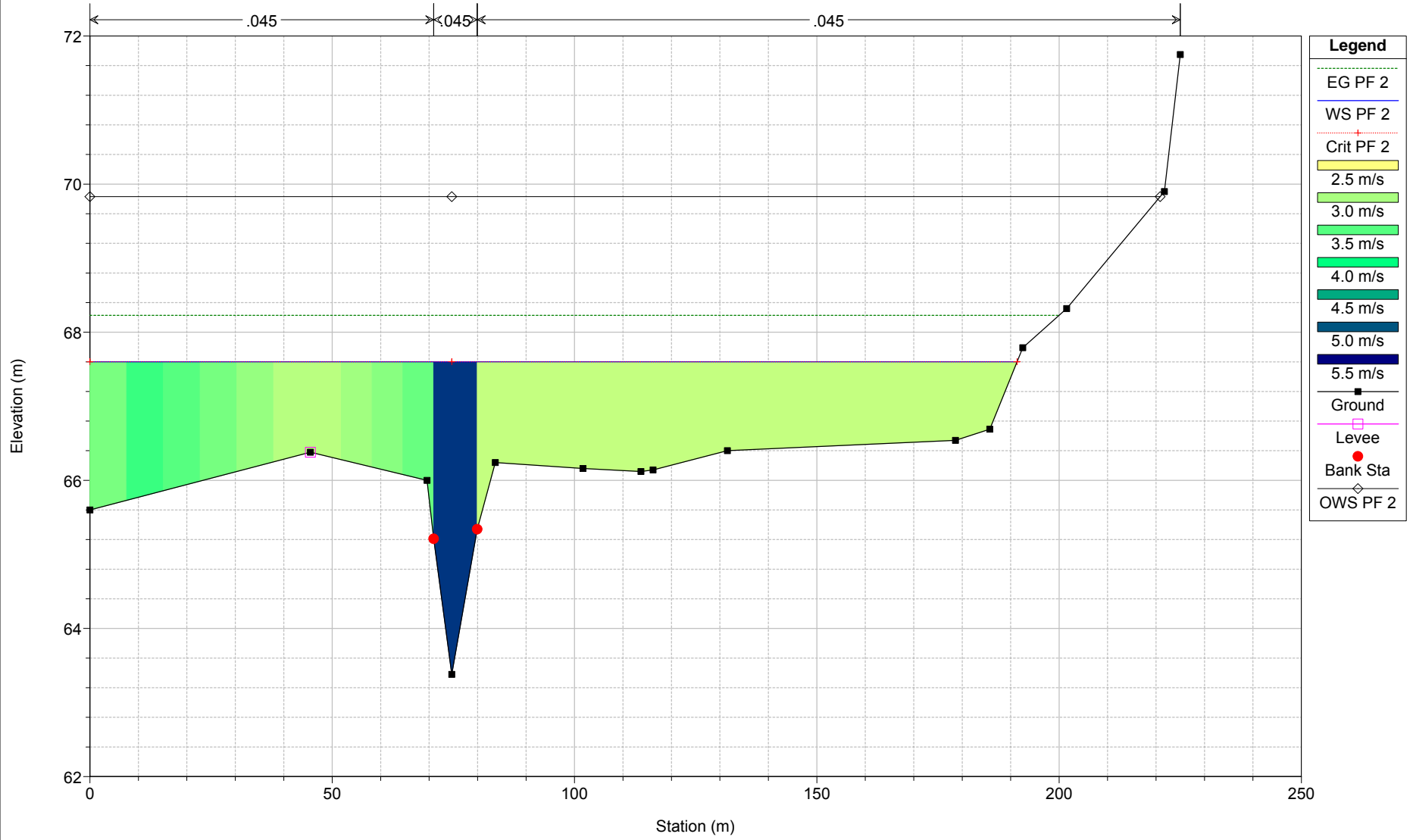
Geom: fosso sant'antonio rev2013 prog scat5 pu Flow: steady flow rev2013+incr pioggia tratti

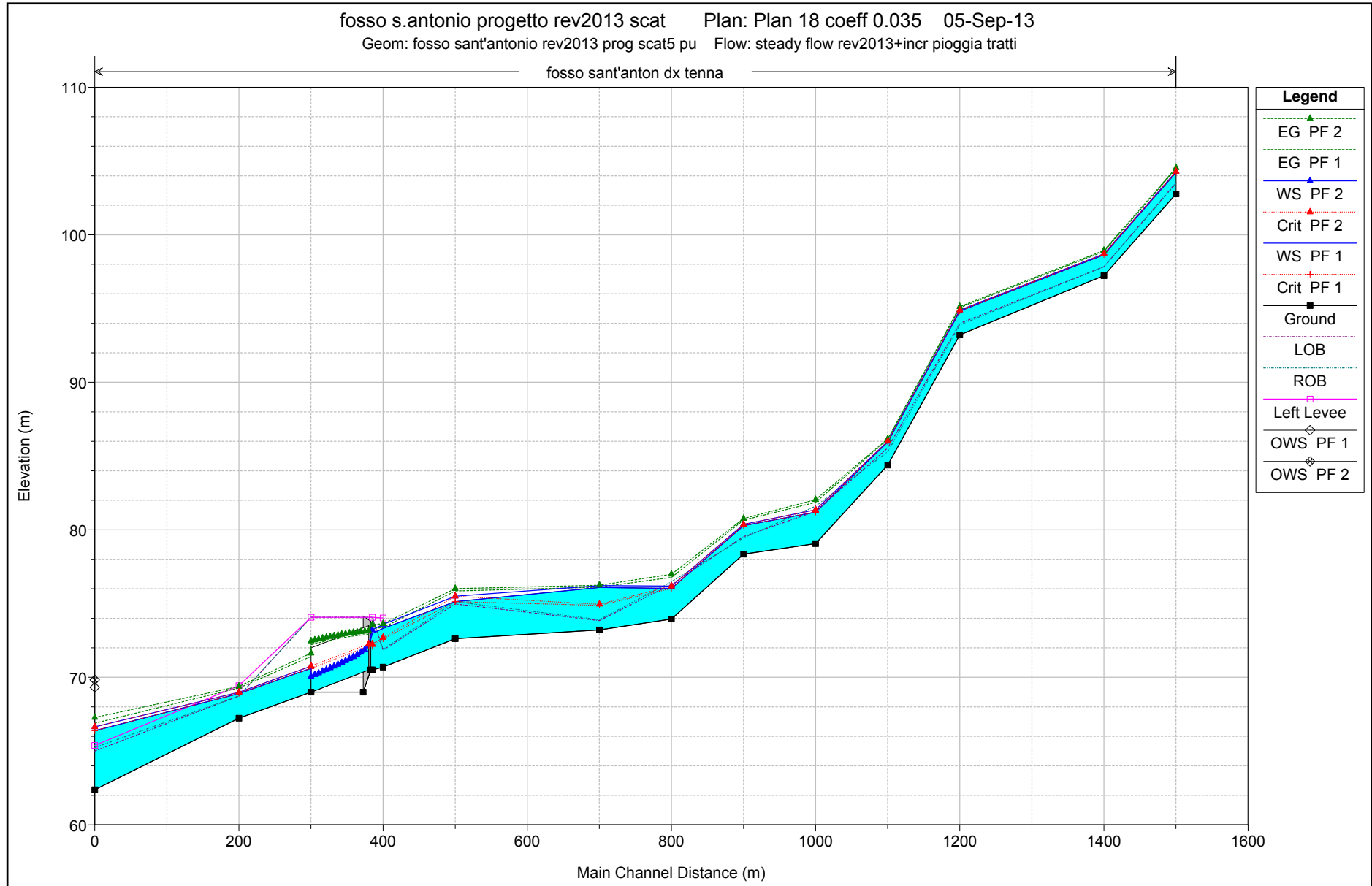
River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 0 Sezione stradale 20



fosso s.antonio progetto rev2013 Plan: Plan 11 07-Aug-13

Geom: fosso sant'antonio rev2013 progetto Flow: steady flow rev2013b
 River = fosso sant'anton Reach = dx tenna RS = 0 Sezione stradale 20





Relazione Idraulica
tratto finale fosso Sant'Antonio

Modellazione idraulica mediante l'utilizzo del software Hec Ras

La modellazione idraulica del fosso Sant'Antonio è stata effettuata mediante l'utilizzo del software Hec-Ras 4.0 (Hydrologic Engineering Center's – River Analysis System).

Il calcolo dei profili del pelo libero è stato svolto attraverso un'analisi in moto permanente.

Il fosso è stato valutato idraulicamente attraverso la realizzazione di un modello costruito da sezioni topografiche successive, opportunamente posizionate al fine di poter valutare quanto più possibile realisticamente le condizioni idrauliche presenti. Le condizioni al contorno utilizzate hanno cercato di cucire il modello sulle condizioni presenti. Le variabili introdotte sono il coefficiente di scabrezza di Manning ovvero l'attrito presente sul fondo dell'alveo e nelle golene introdotto, la pendenza media del tratto di fiume e la quota minima del gradiente idraulico posta come vincolo di valle e costituita dal livello di piena raggiunto dal Tenna in condizioni di piena duecentesimale (67,8 m s.l.m.).

La modellazione idraulica ha riguardato il del fosso Sant'Antonio nel suo tratto finale, prima della confluenza del fiume Tenna per una lunghezza di circa 500m, definito attraverso l'inserimento di 24 sezioni topografiche successive. La presente verifica idraulica si è resa necessaria a seguito della modifica del progetto che prevede la realizzazione di un'opera di intubamento lunga circa 130m con sezione di 4m x 3,5m.

L'analisi ha valutato l'opera idraulica di progetto, la sua sezione e la verifica delle sue dimensioni. La simulazione ha preso in considerazione anche il contributo di un fosso di natura antropica, che affluisce in sinistra idrografica nel fosso Sant'Antonio. Tale fosso viene convogliato nel tratto finale lungo circa 50m, in un culvert di 1,5m x 1,5m di dimensioni e viene raccordato all'opera in progetto. A tale fosso è stata attribuita una portata di 1 m³/sec che si somma alla portata del fosso Sant'Antonio dopo la loro confluenza. Tramite il software Hec Ras si ha la possibilità di variare la portata in qualsiasi sezione trasversale lungo il ramo per tenere conto dell'aumento di portata generato. La portata attribuita al fosso Sant'Antonio, con tempo di ritorno di duecento anni, è di 29,2 m³/sec ed è stata calcolata nello studio geologico-idrogeologico-idraulico redatto nel Marzo 2010 allegato al progetto di collegamento stradale tra variante Madonna del Ferro ed innesto SP204, SP239 e SS210.

E' stata valutata l'omogeneità delle sponde e dell'alveo fluviale da un punto di vista vegetazionale ed è stato pertanto attribuito un coefficiente di scabrezza di Manning di 0,035 per l'intero alveo e di

0,045 per le sponde. Al sottopasso è stato assegnato un valore del coefficiente di Manning pari a 0,011.

Le condizioni al contorno introdotte nella simulazione riguardano la pendenza media dell'alveo (1%) ed il vincolo di valle definito dalla quota minima del gradiente idraulico ovvero dal livello raggiunto dal Tenna in condizioni di piena duecentennale (67,8 m s.l.m.).

RISULTATI

La verifica idraulica svolta ha permesso di valutare le scelte progettuali sul dimensionamento dell'opera e di verificare che la sezione dell'opera, 4m x 3,5m, riesce a smaltire la portata di progetto duecentennale. I risultati mostrano che il contributo alla portata del fosso Sant'Antonio dato dal fosso antropico affluente in sinistra idrografica è ben sopportato e smaltito dalle sezioni a valle della loro confluenza. Nella simulazione, diminuendo quasi totalmente la portata del fosso antropico, che contribuisce alla portata principale si può osservare che quest'ultimo viene invece interessato dalla piena del fosso Sant'Antonio.



Progetto opera idraulica

Traccia delle sezioni topografiche
usate per la modellazione idraulica

Comune di Fermo
Analisi Idraulica del fosso Sant'Antonio in località Molini
-Stato di progetto-
Software Hec Ras 4.0



Geometria collettore-modello 2D

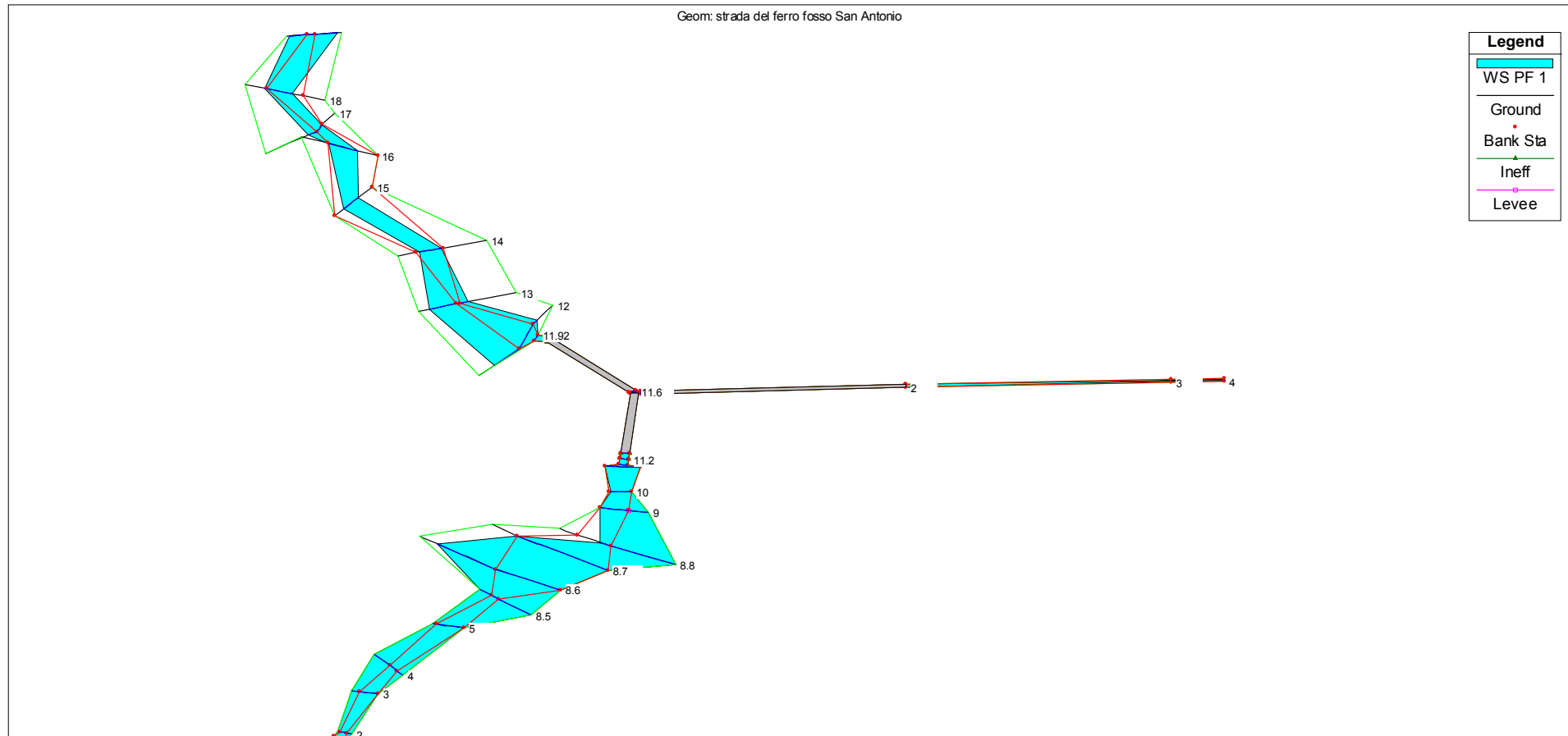


TABELLA DATI DI FLUSSO

Steady Flow Data - Flow 02

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (25000 max): Reach Boundary Conditions ... Apply Data

Locations of Flow Data Changes

River: Add Multiple...

Reach: River Sta.: Add A Flow Change Location

Flow Change Location				Profile Names and Flow Rates	
River	Reach	RS	PF 1		
1	fosso antropico	sn idrografica	4	0.1	
2	fosso San Giacom	innesto SP 204	19	29.2	
3	fosso San Giacom	innesto SP204val	11.5	30.2	

Steady Flow Boundary Conditions

Set boundary for all profiles Set boundary for one profile at a time

Available External Boundary Condition Types

Selected Boundary Condition Locations and Types

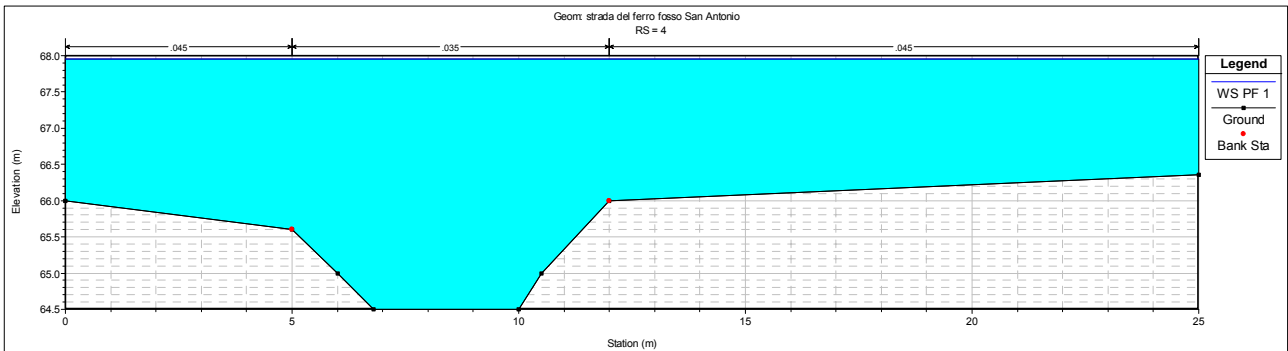
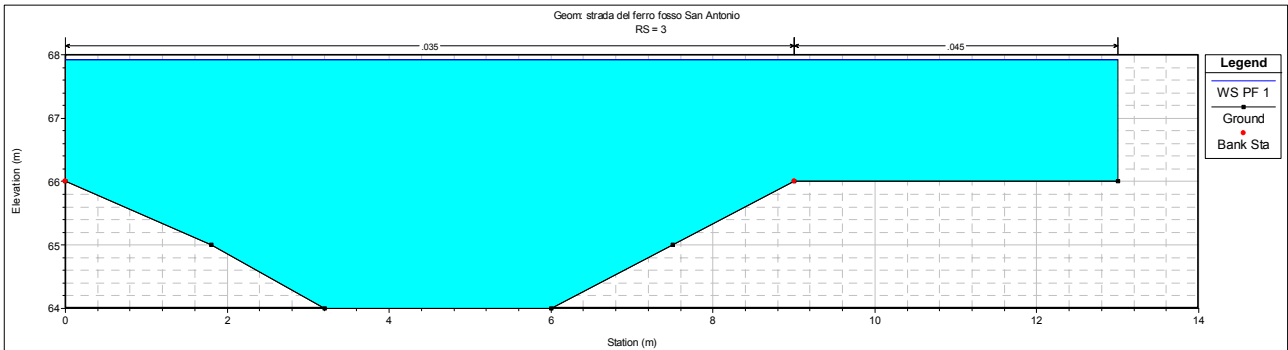
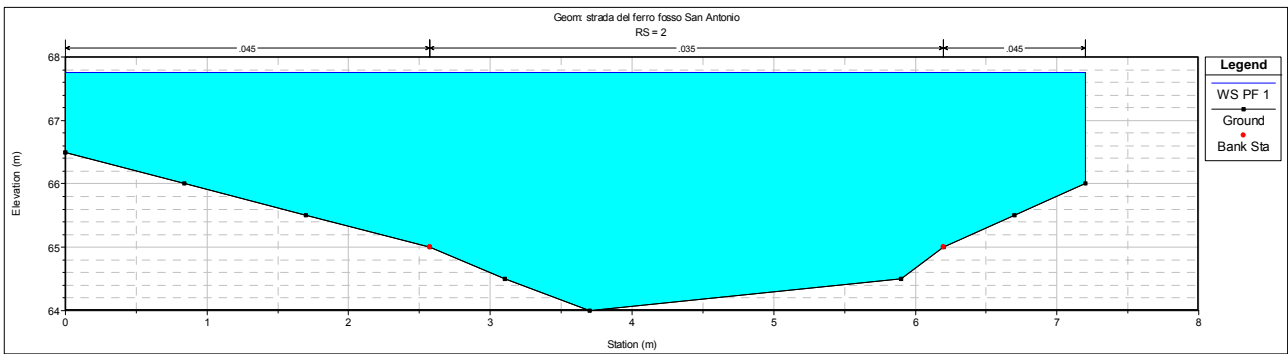
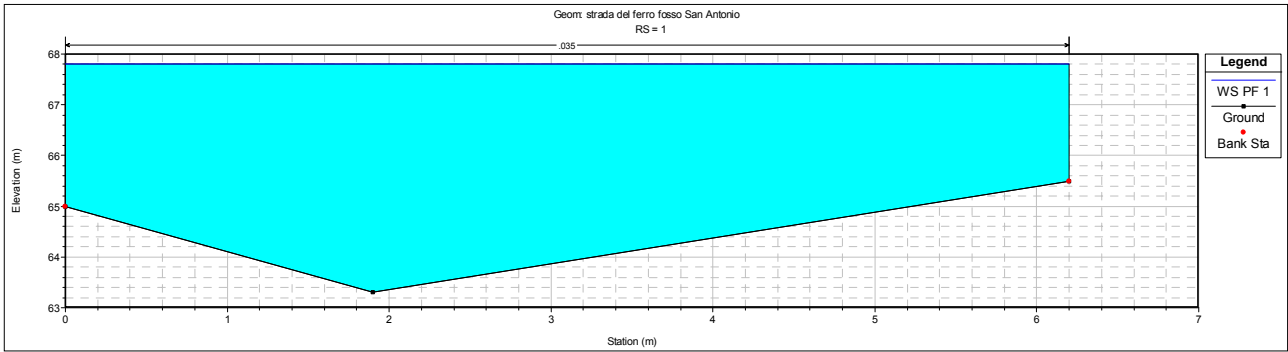
River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
fosso antropico	sn idrografica	all	Normal Depth S = 0.01	Junction=X
fosso San Giacom	innesto SP 204	all	Normal Depth S = 0.01	Junction=X
fosso San Giacom	innesto SP204val	all	Junction=X	Known W5

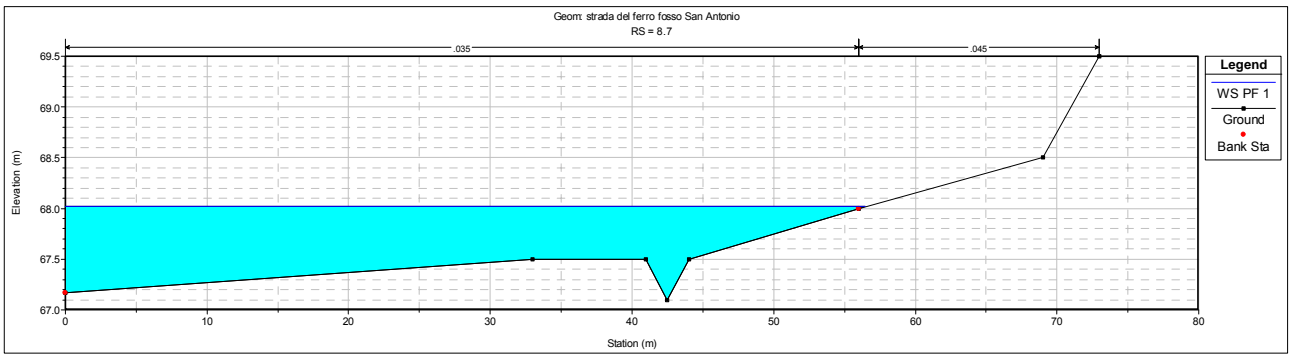
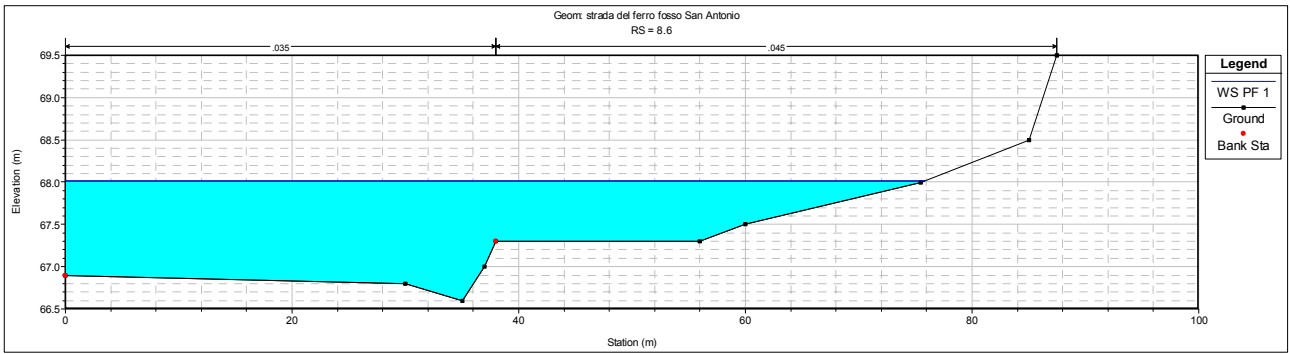
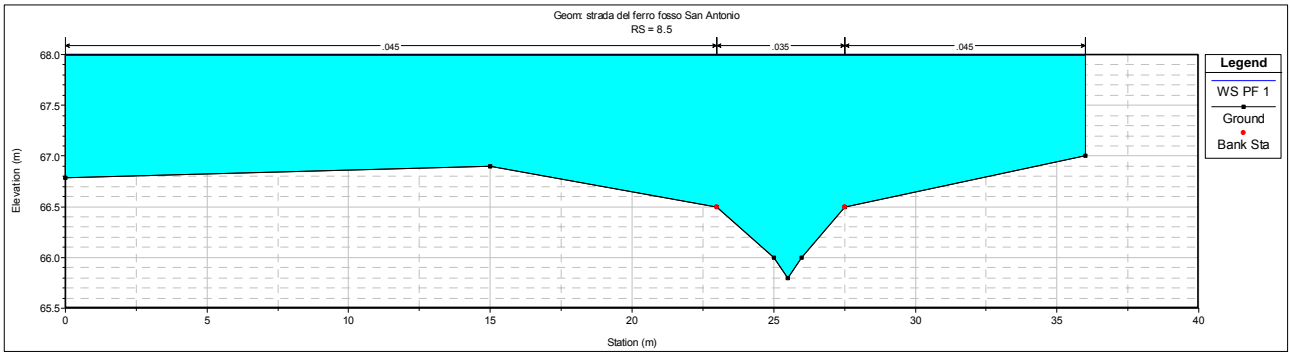
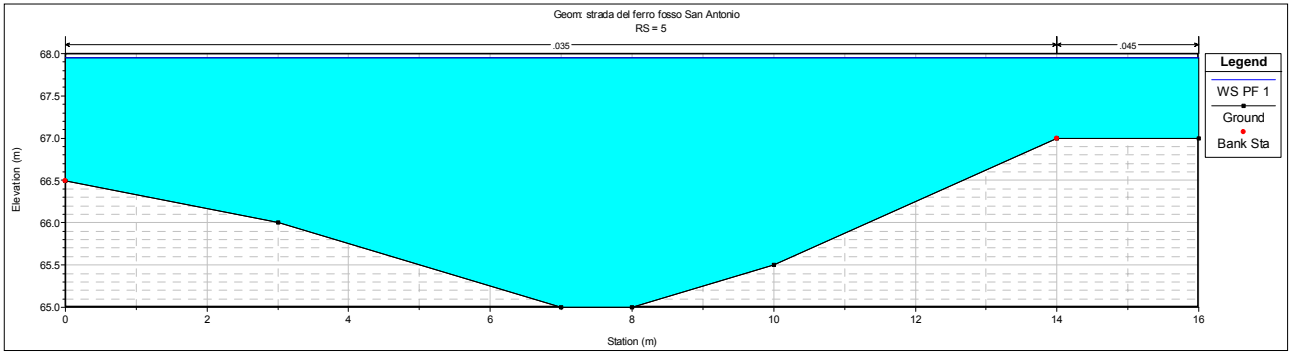
Steady Flow Reach-Storage Area Optimization ...

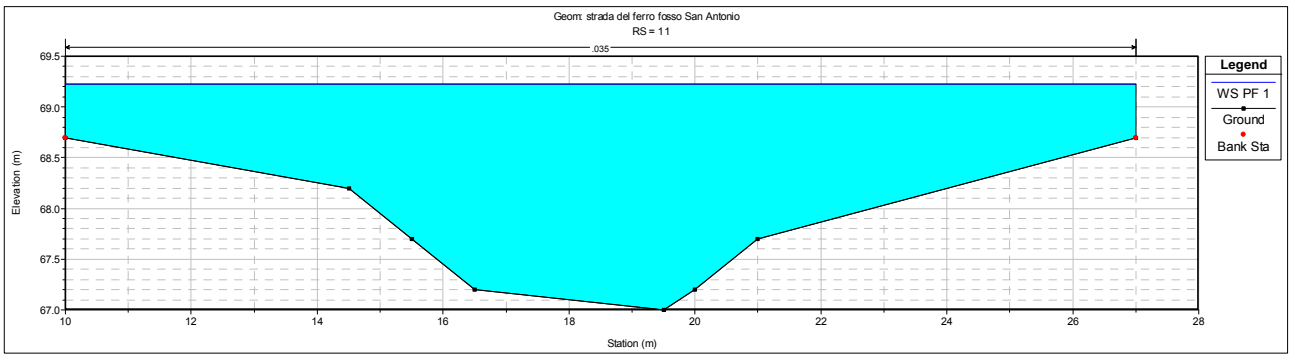
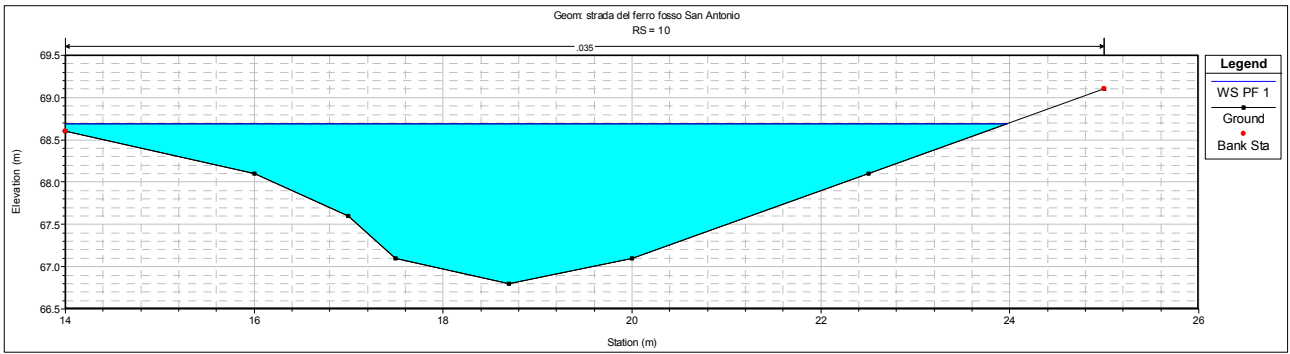
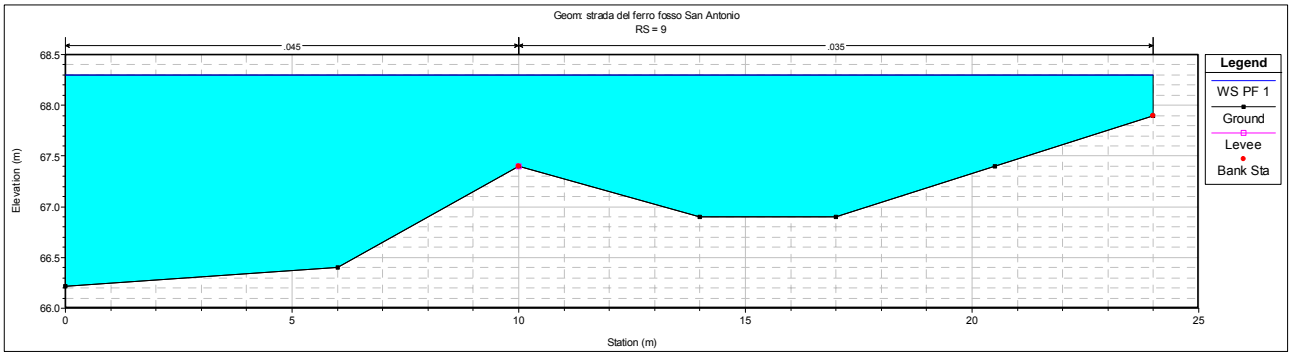
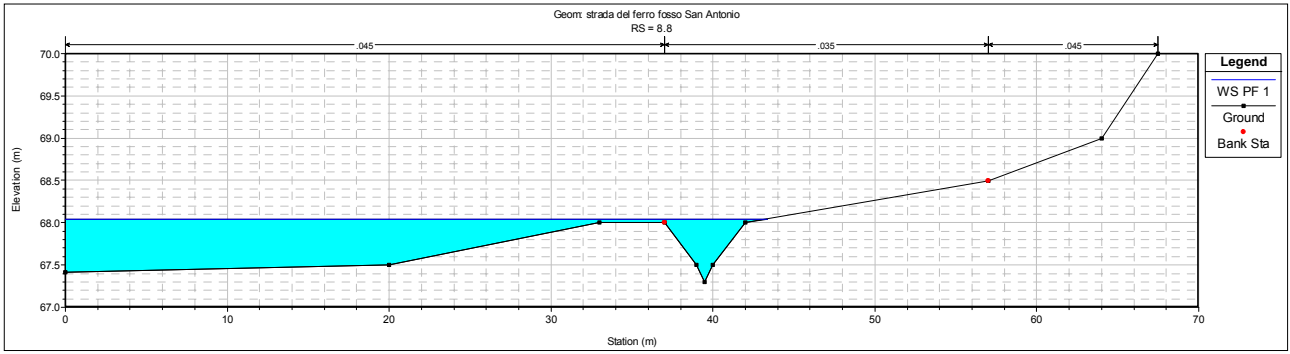
Enter to accept data changes.

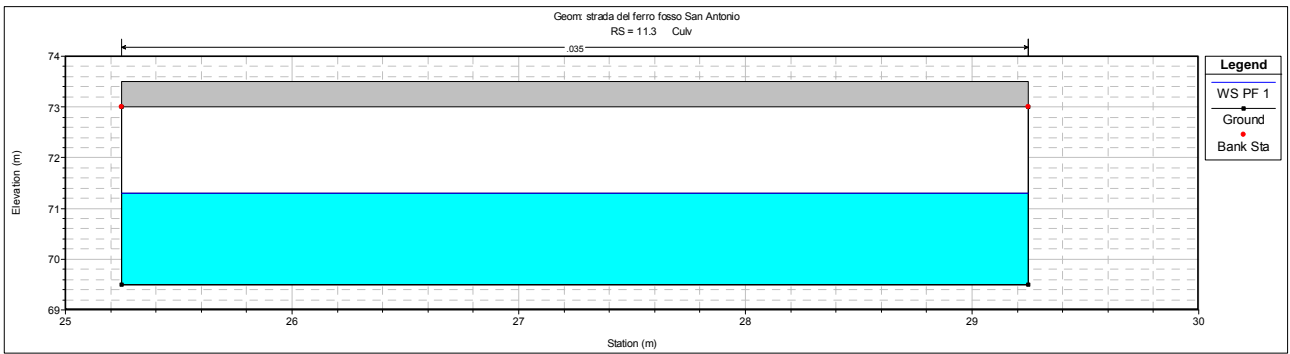
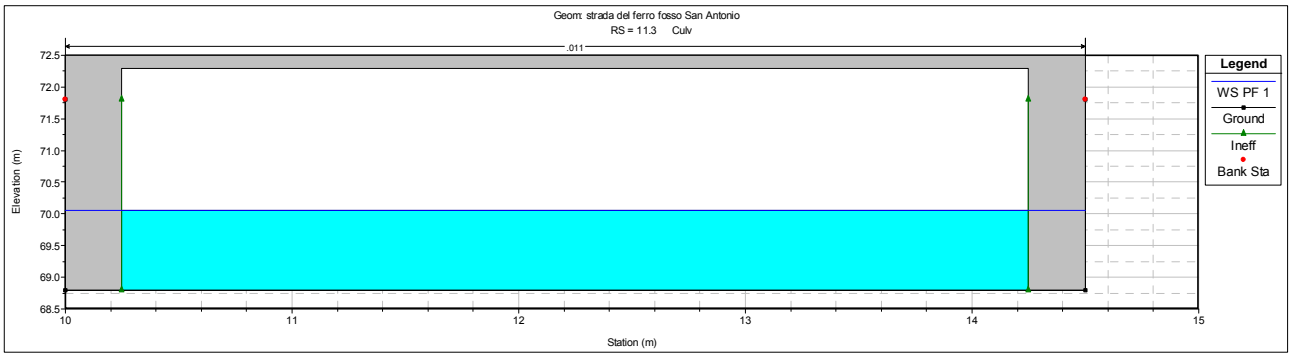
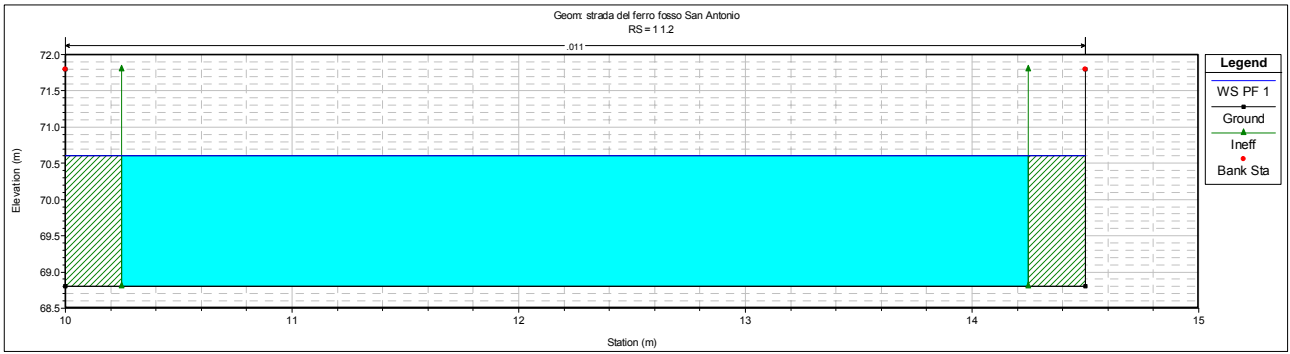
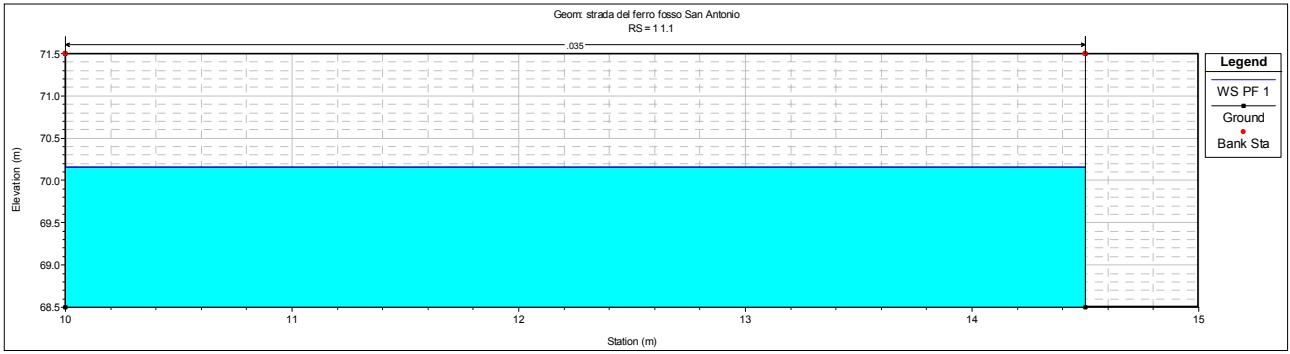
Windows taskbar: start | HEC-RAS 4.0 | Steady Flow Data - FL... | 11.28

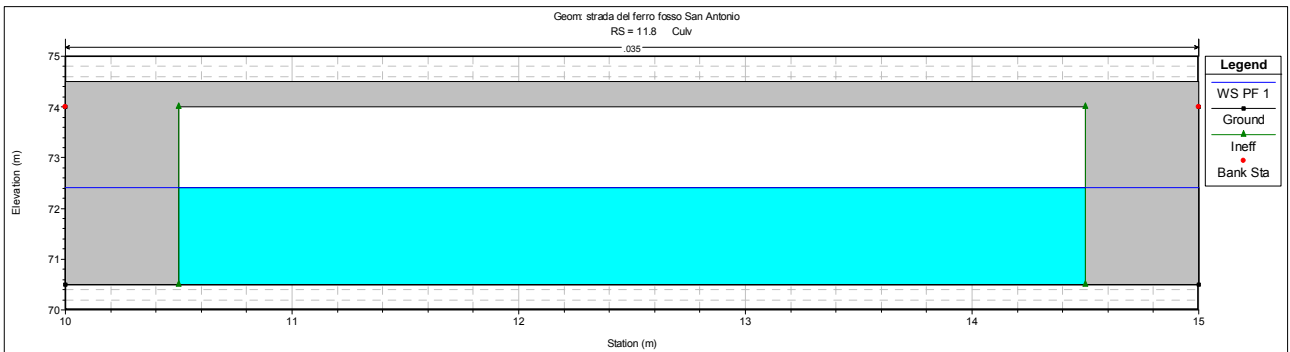
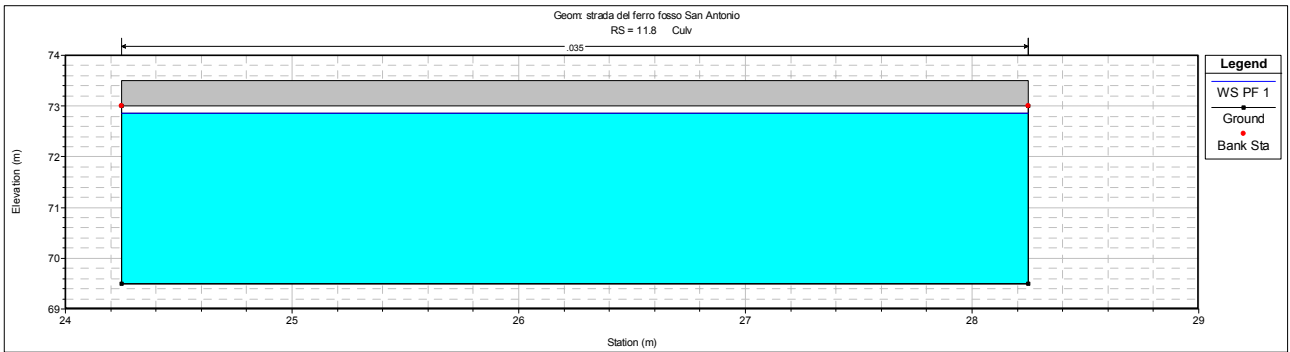
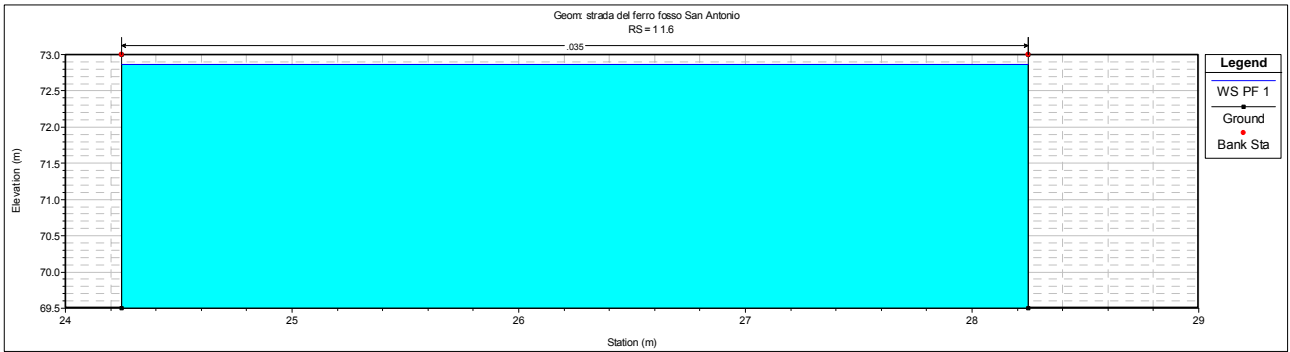
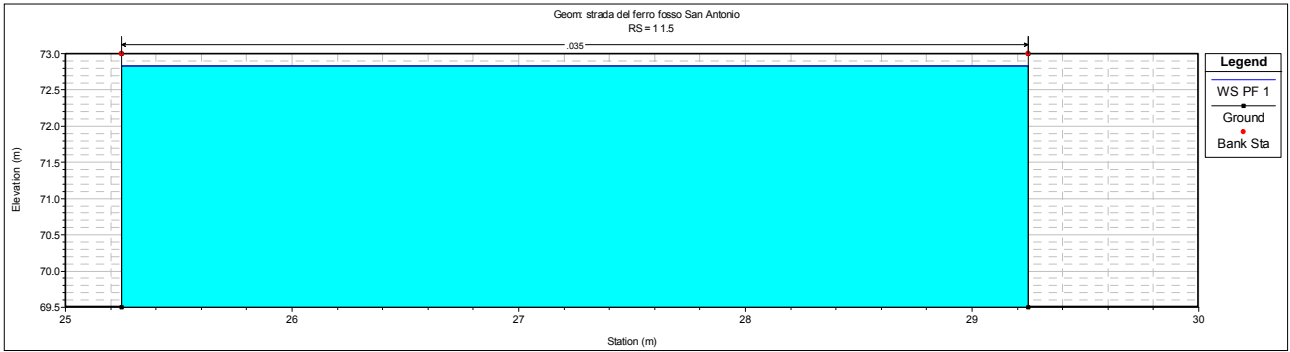
SEZIONI DI PROGETTO FOSSO SANT'ANTONIO CON PORTATA DUECENTENNALE

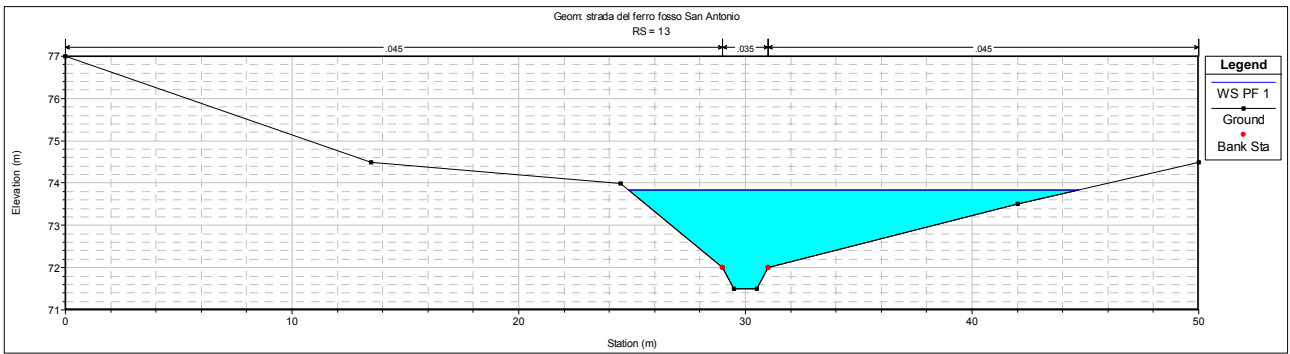
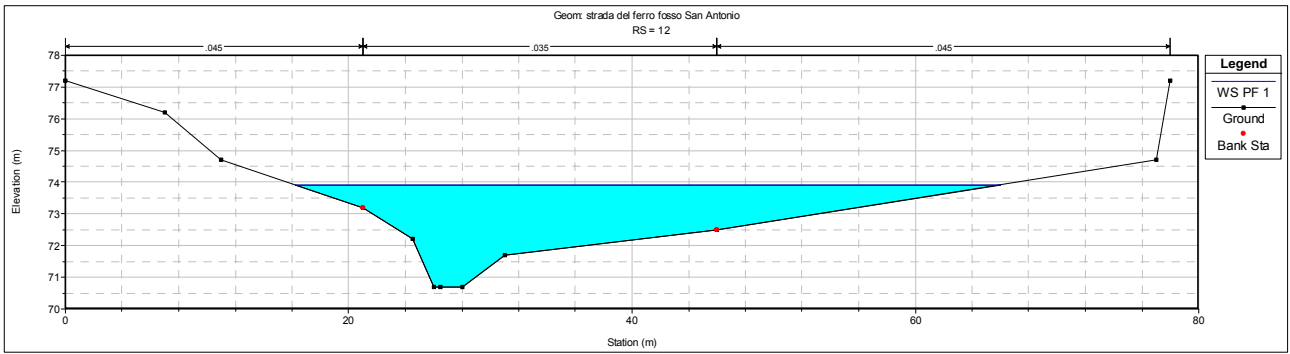
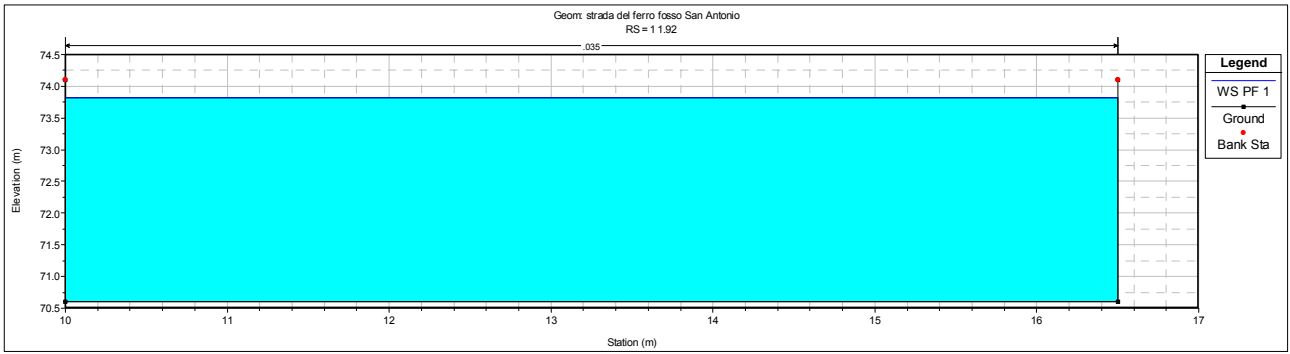
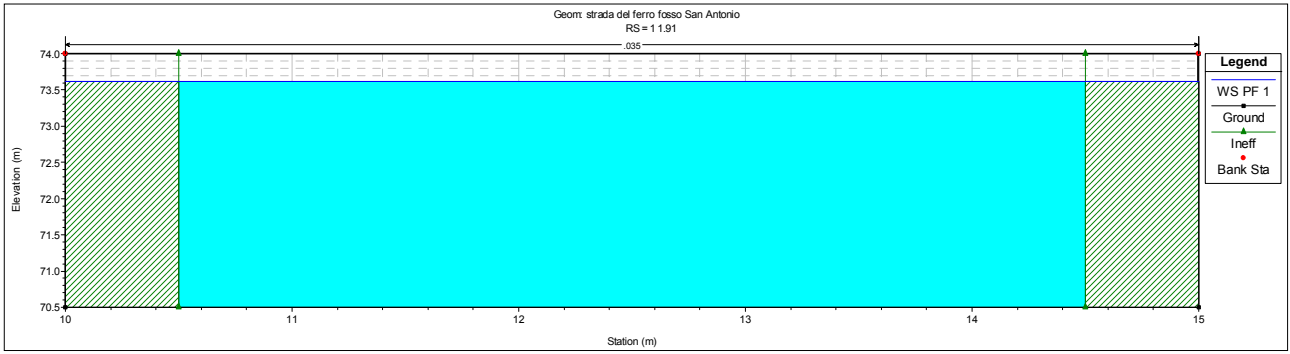


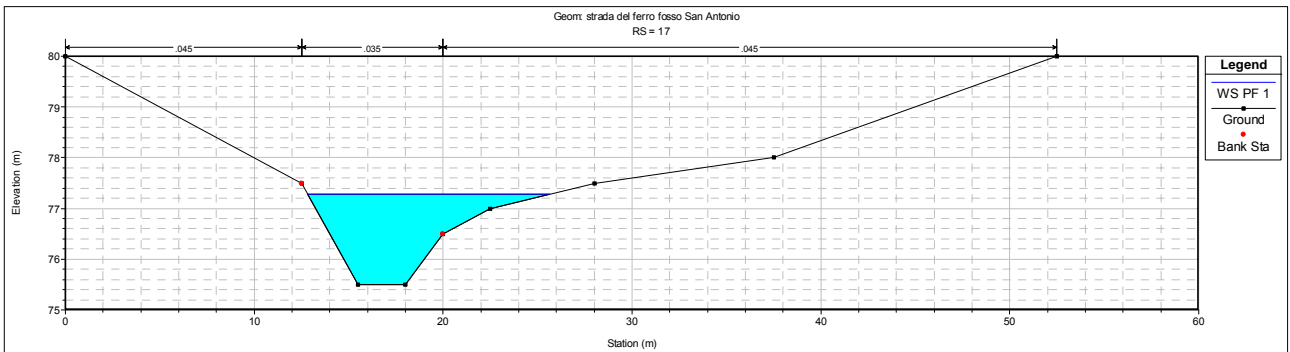
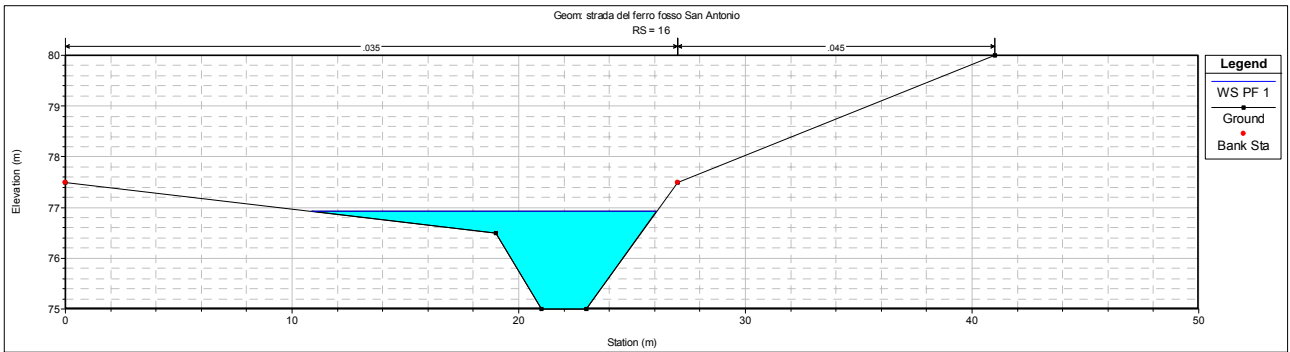
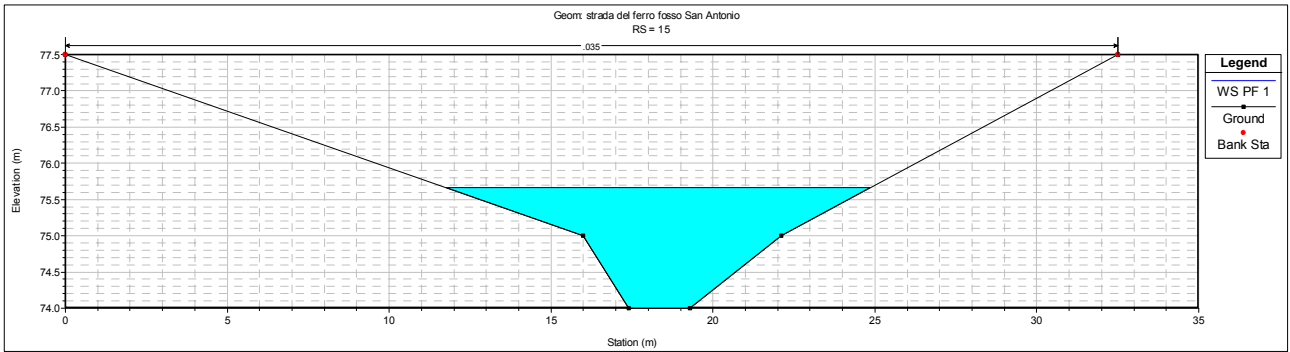
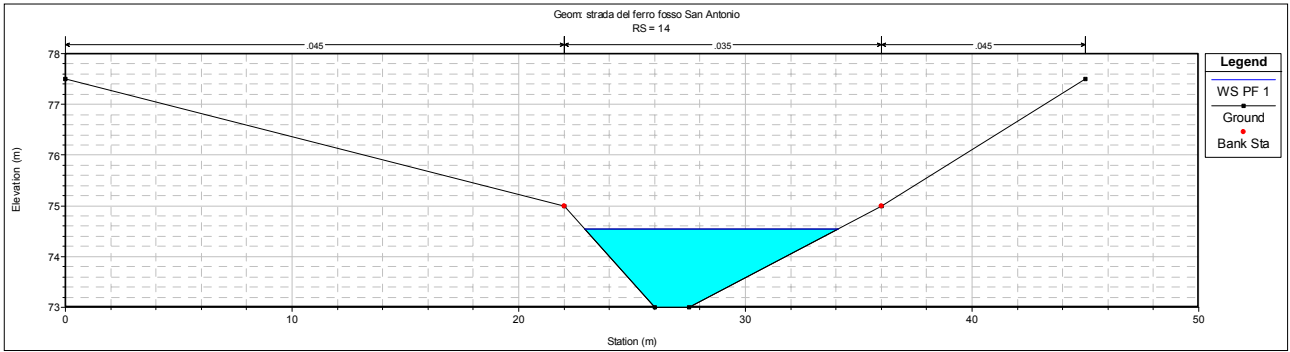


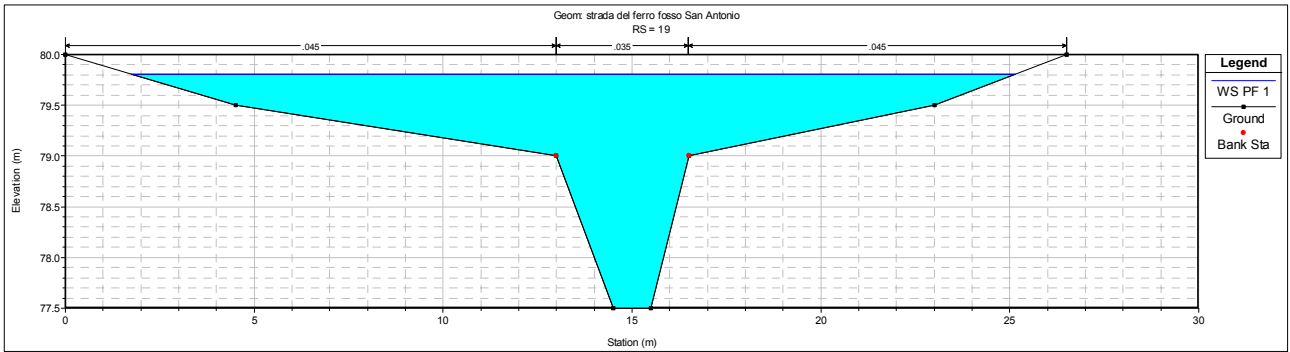
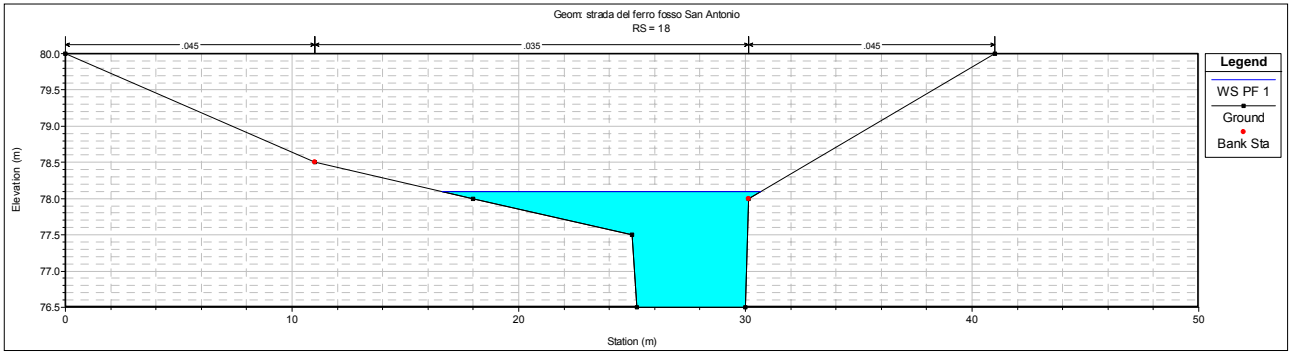




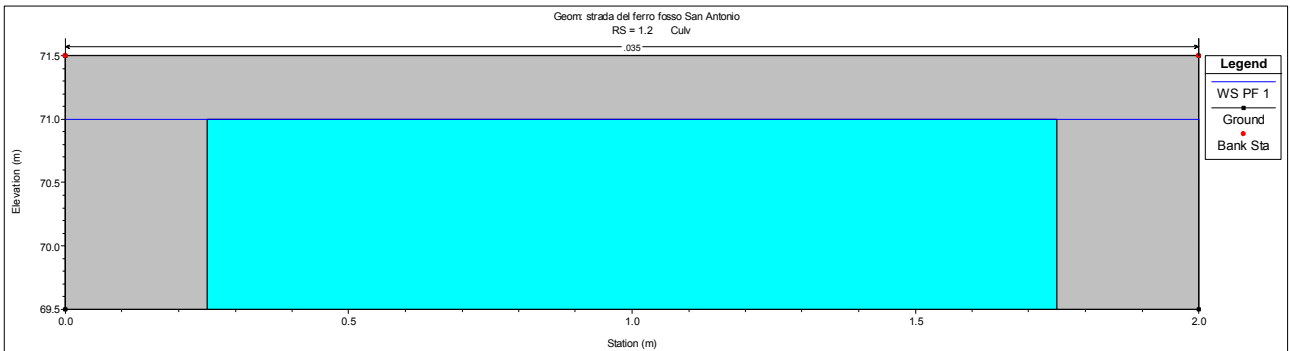
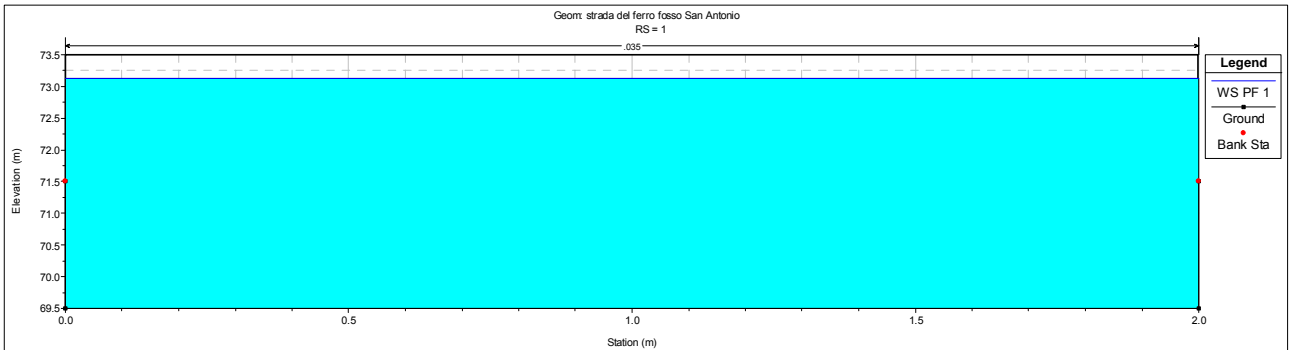


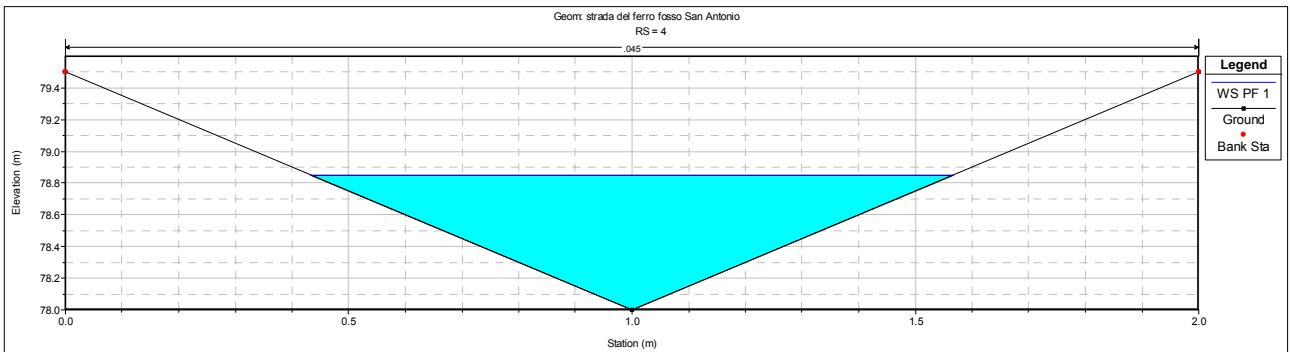
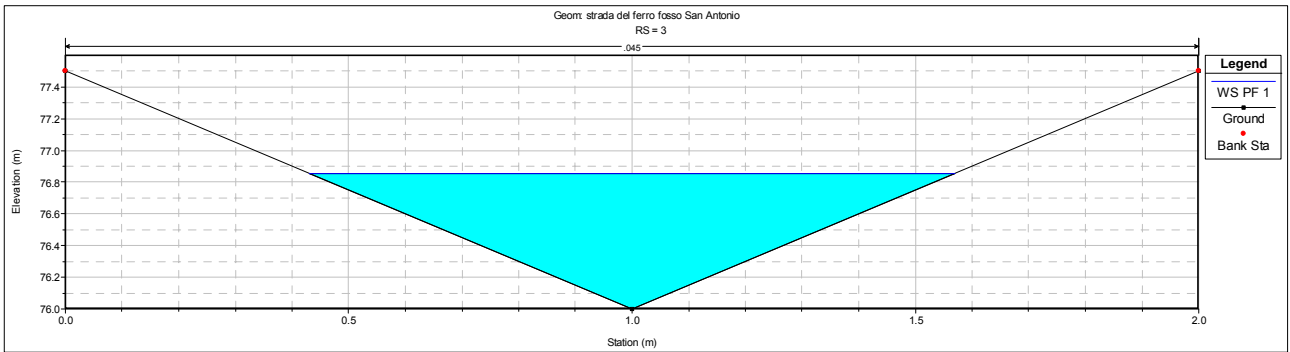
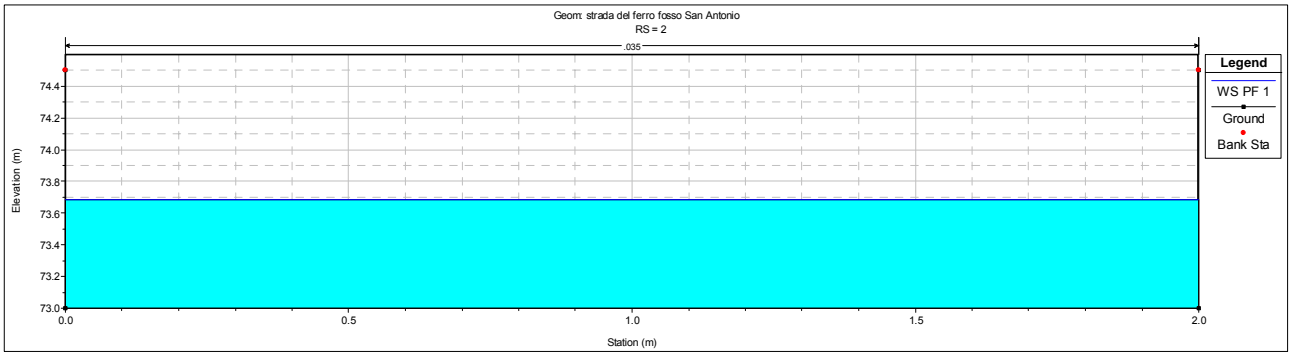
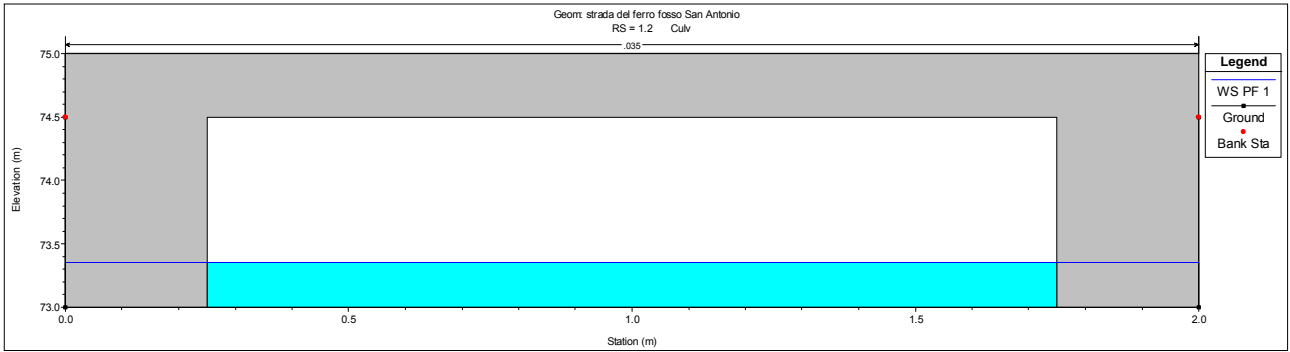




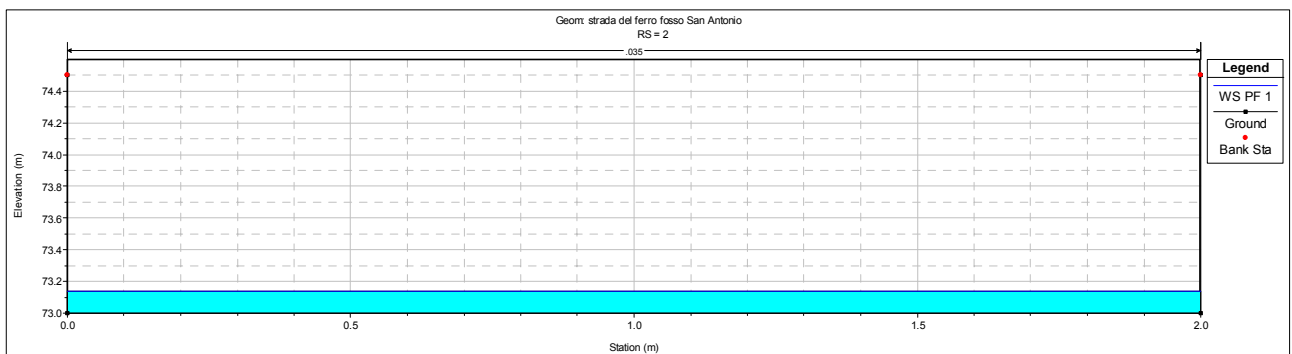
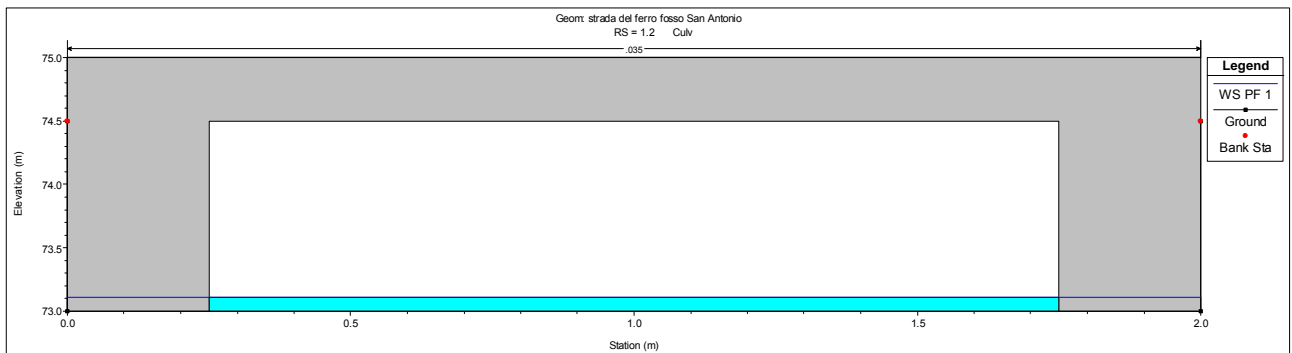
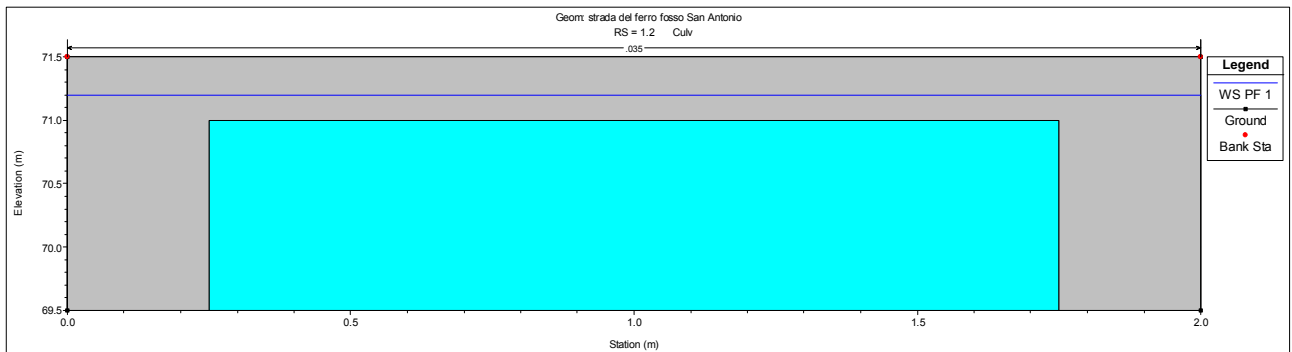
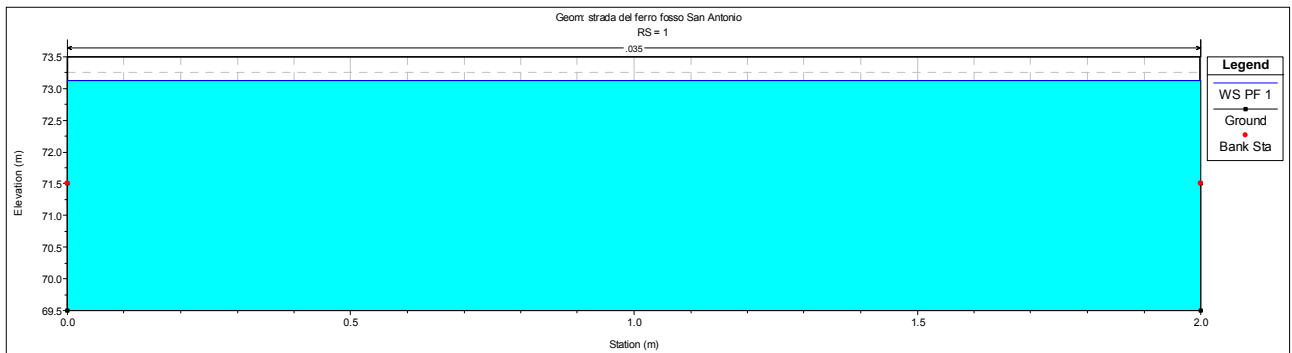


SEZIONI DELL'AFFLUENTE IN SINISTRA IDROGRAFICA DEL FOSSO SANT'ANTONIO CON PORTATA DUECENTENNALE





SEZIONI DELL'AFFLUENTE IN SINISTRA IDROGRAFICA DEL FOSSO SANT'ANTONIO CON PORTATA QUASI NULLA



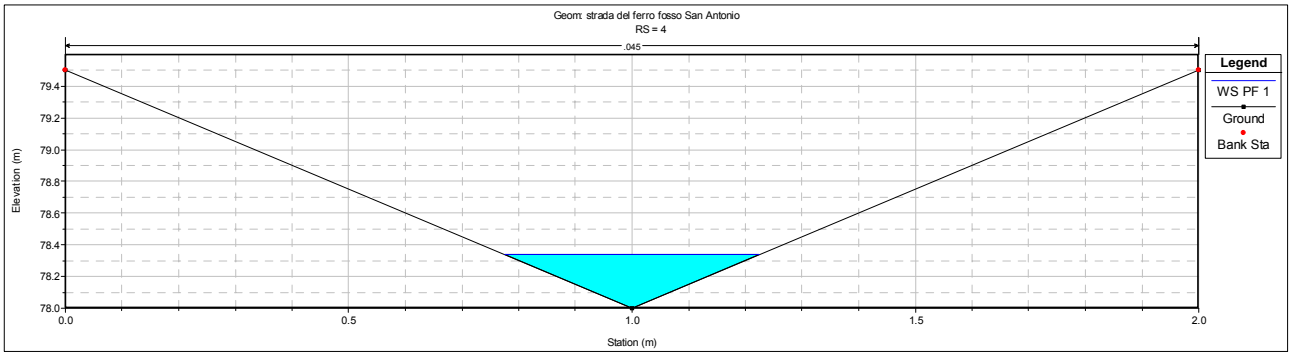
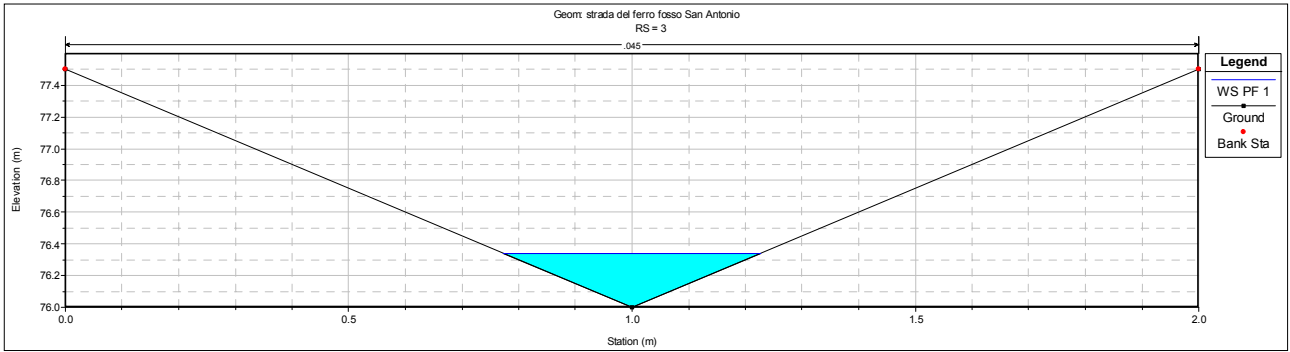
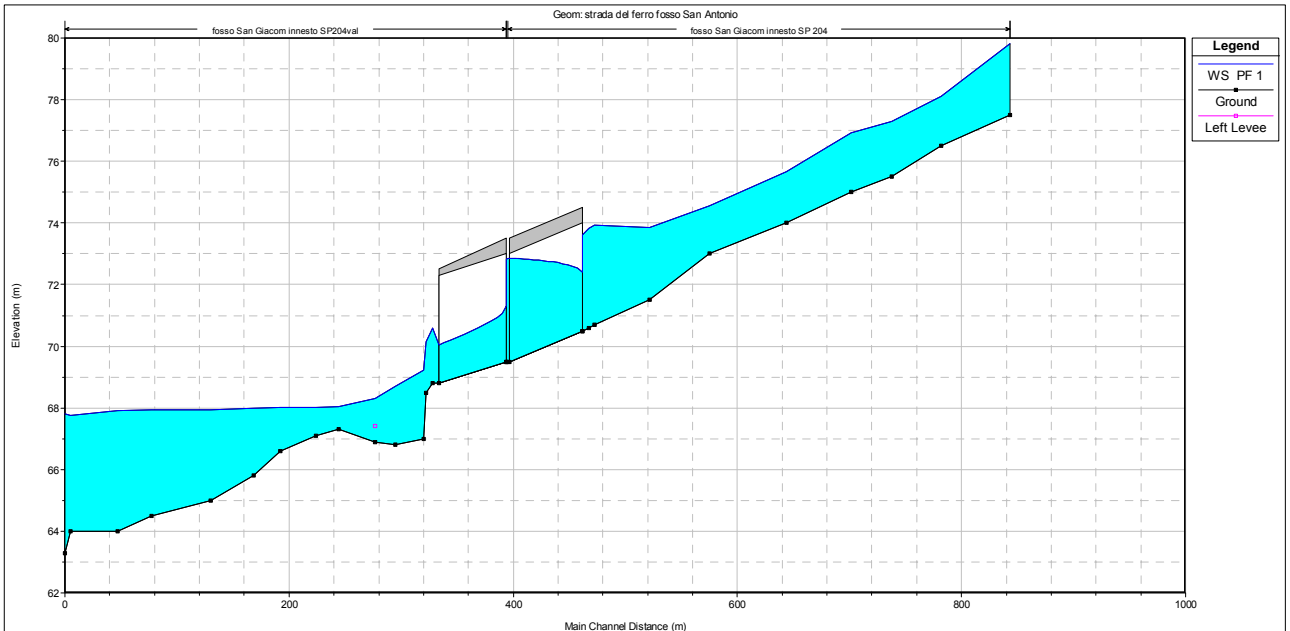


GRAFICO DEL PROFILO DEL COLLETTORE E DELLE ALTEZZE DELLA SUPERFICIE DELL'ACQUA T=200 anni



VALORI DEL COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI MANNING

HEC-RAS 4.0 - Edit Manning's n or k Values

River: Innesse San Giacomo | Reach: (All Reaches) | Channel n Values have a light green background

Reach	River Station	Fictio (m/K)	n #1	n #2	n #3
1	Innesse SP 204 19	n	0.045	0.035	0.045
2	Innesse SP 204 18	n	0.045	0.035	0.045
3	Innesse SP 204 17	n	0.045	0.035	0.045
4	Innesse SP 204 16	n	0.045	0.035	0.045
5	Innesse SP 204 15	n	0.045	0.035	0.045
6	Innesse SP 204 14	n	0.045	0.035	0.045
7	Innesse SP 204 13	n	0.045	0.035	0.045
8	Innesse SP 204 12	n	0.045	0.035	0.045
9	Innesse SP 204 11.92	n	0.045	0.035	0.045
10	Innesse SP 204 11.91	n	0.045	0.035	0.045
11	Innesse SP 204 11.8	Culvert			
12	Innesse SP 204 11.6	n	0.045	0.035	0.045
13	Innesse SP204v1 11.5	n	0.045	0.035	0.045
14	Innesse SP204v1 11.2	Culvert			
15	Innesse SP204v1 11.2	n	0.011	0.011	0.011
16	Innesse SP204v1 11.1	n	0.045	0.035	0.045
17	Innesse SP204v1 11	n	0.045	0.035	0.045
18	Innesse SP204v1 10	n	0.045	0.035	0.045
19	Innesse SP204v1 9	n	0.045	0.035	0.045
20	Innesse SP204v1 8.8	n	0.045	0.035	0.045
21	Innesse SP204v1 8.7	n	0.045	0.035	0.045
22	Innesse SP204v1 8.6	n	0.045	0.035	0.045
23	Innesse SP204v1 8.5	n	0.045	0.035	0.045
24	Innesse SP204v1 5	n	0.045	0.035	0.045
25	Innesse SP204v1 4	n	0.045	0.035	0.045
26	Innesse SP204v1 3	n	0.045	0.035	0.045
27	Innesse SP204v1 2	n	0.045	0.035	0.045
28	Innesse SP204v1 1	n	0.045	0.035	0.045

TABELLA RIASSUNTIVA DATI DELLE SEZIONI

HEC-RAS 4.0 - Profile Output Table - Standard Table 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Ch W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Cr
Innesse SP 204	19	PF 1	29.20	77.50	79.01	79.01	80.12	0.000035	2.98	15.28	23.99	0.72
Innesse SP 204	18	PF 1	29.20	76.50	78.10	78.10	78.49	0.016086	2.77	10.95	14.06	1.00
Innesse SP 204	17	PF 1	29.20	75.50	77.25		77.70	0.006915	2.92	11.22	12.93	0.81
Innesse SP 204	16	PF 1	29.20	75.00	75.93	75.93	77.29	0.014896	2.87	10.92	15.22	1.01
Innesse SP 204	15	PF 1	29.20	74.00	75.66	75.66	76.07	0.014192	2.82	10.35	13.09	1.01
Innesse SP 204	14	PF 1	29.20	73.00	74.55	74.55	75.00	0.013676	2.97	9.83	11.19	1.01
Innesse SP 204	13	PF 1	29.20	71.50	73.84		73.99	0.001118	2.39	20.69	19.86	0.51
Innesse SP 204	12	PF 1	29.20	70.70	73.92		73.93	0.000129	0.52	65.79	49.60	0.12
Innesse SP 204	11.92	PF 1	29.20	70.60	73.82		73.92	0.001252	1.39	20.95	6.50	0.25
Innesse SP 204	11.91	PF 1	29.20	70.50	73.62	72.25	73.90	0.001477	2.34	12.46	5.00	0.42
Innesse SP 204	11.8	Culvert										
Innesse SP 204	11.6	PF 1	29.20	69.50	72.86		73.10	0.004254	2.17	13.46	4.00	0.36
Innesse SP204v1	11.5	PF 1	30.20	69.50	72.03	71.29	72.09	0.004655	2.25	13.34	4.00	0.40
Innesse SP204v1	11.3	Culvert										
Innesse SP204v1	11.2	PF 1	30.20	68.00	70.60	70.60	71.50	0.000972	4.19	7.20	4.50	1.00
Innesse SP204v1	11.1	PF 1	30.20	68.50	70.16	70.16	70.99	0.021390	4.05	7.46	4.50	1.00
Innesse SP204v1	11	PF 1	30.20	67.00	69.23		69.32	0.001961	1.30	21.33	17.00	0.39
Innesse SP204v1	10	PF 1	30.20	66.80	68.69	68.69	69.18	0.013019	3.12	9.68	9.97	1.01
Innesse SP204v1	9	PF 1	30.20	66.80	68.30	67.45	68.34	0.001036	0.94	32.61	24.00	0.29
Innesse SP204v1	8.8	PF 1	30.20	67.30	68.05	67.99	68.19	0.018689	1.88	17.72	43.38	0.99
Innesse SP204v1	8.7	PF 1	30.20	67.10	68.02		68.06	0.002337	0.94	32.07	56.48	0.40
Innesse SP204v1	8.6	PF 1	30.20	66.60	68.03		68.03	0.000294	0.95	64.47	26.84	0.14
Innesse SP204v1	8.5	PF 1	30.20	65.80	67.98		68.02	0.000576	0.99	46.29	35.00	0.29
Innesse SP204v1	5	PF 1	30.20	65.00	67.95		68.00	0.000509	0.98	31.90	16.00	0.21
Innesse SP204v1	4	PF 1	30.20	64.50	67.95		67.97	0.000195	0.76	55.32	25.00	0.14
Innesse SP204v1	3	PF 1	30.20	64.00	67.92		67.96	0.000324	0.92	36.60	13.00	0.16
Innesse SP204v1	2	PF 1	30.20	64.00	67.76		67.92	0.001195	1.97	19.77	7.20	0.34
Innesse SP204v1	1	PF 1	30.20	63.30	67.80	65.67	67.90	0.001150	1.40	21.55	6.20	0.24

TABELLA RIASSUNTIVA DATI DEL CULVERT

Profile Output Table - Culvert Only

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan Plan (1) Profile: PF-1 [Reload Data]

Reach	River Sta	Profile	E.G. US (m)	W.S. US (m)	E.G. IC (m)	E.G. OC (m)	Min El Weir Flow (m)	Q Culv Group (m ³ /s)	Q Weir (m ³ /s)	Delta WS (m)	Culv Vel US (m/s)	Culv Vel OS (m/s)
innesto SP 204	11.8	Culvert #1	PF-1	72.90	73.62	73.29	73.90	24.50	25.20	-0.75	3.01	2.17
innesto SP204val	11.3	Culvert #1	PF-1	73.10	72.83	72.37	73.10	73.50	30.20	2.23	4.20	6.04

start | HEC-RAS 4.0 | Profile Output Table... | Geometric Data - str... | Allegati relazione str... | 13.07