



**AUTOSTRADA (A14): BOLOGNA-BARI-TARANTO**  
**TRATTO: NUOVO SVINCOLO DI PONTE RIZZOLI – DIRAMAZIONE RAVENNA**  
**AMPLIAMENTO ALLA QUARTA CORSIA**

**PROGETTO ESECUTIVO**

<b>AUTOSTRADA A14</b>
<b>IDROLOGIA E IDRAULICA</b> Parte generale
Relazione idrologica-idraulica interferenze idrografiche

<b>IL PROGETTISTA SPECIALISTICO</b>  Ing. Paolo De Paoli Ord. Ingg. Pavia N. 1739 Responsabile Idrologia e Idraulica	<b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b>  Ing. Federica Ferrari Ord. Ingg. Milano N. A21082	<b>IL DIRETTORE TECNICO</b>  Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496 Progettazione Nuove Opere Stradali
--	--	---

CODICE IDENTIFICATIVO											Ordinatore <b>01</b>
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog, Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	WBS	PARTE D'OPERA	Tipo	Disciplina	Progressivo	Rev.	
111447	LL00	PE	AU	IDR	GE000	00000	R	IDR	0002	1	SCALA -

 gruppo Atlantia	PROJECT MANAGER:  Ing. Federica Ferrari Ord. Ingg. Milano N. A21082	SUPPORTO SPECIALISTICO:   Viale A. Baccarini, 29/2 – 48018 FAENZA (RA) – www.enser.it	REVISIONE							
				<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>n.</th> <th>data</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>NOVEMBRE 2017</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>GENNAIO 2018</td> </tr> </table>	n.	data	0	NOVEMBRE 2017	1	GENNAIO 2018
	n.	data								
0	NOVEMBRE 2017									
1	GENNAIO 2018									
REDATTO:		VERIFICATO:								

	VISTO DEL COMMITTENTE   IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Antonio Procopio	VISTO DEL CONCEDENTE   <b>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti</b> DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI
--	---	---





## Sommario

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>13</b>
<b>2. INQUADRAMENTO NORMATIVO .....</b>	<b>15</b>
2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	15
NORMATIVE NAZIONALE .....	15
DIRETTIVE AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME RENO .....	15
2.2 ULTERIORI VINCOLI E PRESCRIZIONI ALLA PROGETTAZIONE .....	16
<b>3. CRITERI GENERALI .....</b>	<b>17</b>
3.1 ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO .....	17
3.2 IL MODELLO MATEMATICO UTILIZZATO .....	18
<b>4. AMBITO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>21</b>
<b>5. CORSI D'ACQUA DI COMPETENZA DALL'ADB RENO.....</b>	<b>24</b>
5.1 RIO ROSSO (AFFLUENTE NEL TORRENTE GAIANA).....	24
5.1.1 Caratteristiche idrografiche .....	24
5.1.2 Definizione delle portate di riferimento.....	25
5.1.3 Verifiche idrauliche.....	25
5.1.4 Interventi di sistemazione idraulica.....	27
5.2 TORRENTE GAIANA .....	28
5.2.1 Caratteristiche idrografiche .....	28
5.2.2 Definizione delle portate di riferimento.....	29
5.2.3 Verifiche idrauliche.....	29
5.2.4 Interventi di sistemazione idraulica.....	32
5.3 SCOLO FOSSAZZA .....	33
5.3.1 Caratteristiche idrografiche .....	33
5.3.2 Definizione della portata di riferimento.....	33
5.3.3 Verifiche idrauliche.....	34
5.3.4 Interventi di sistemazione idraulica.....	36
5.4 RIO MAGIONE .....	37
5.4.1 Caratteristiche idrografiche .....	37
5.4.2 Definizione delle portate di riferimento.....	37
5.4.3 Verifiche idrauliche.....	38
5.4.4 Interventi di sistemazione idraulica.....	40
5.5 TORRENTE SILLARO .....	41
5.5.1 Caratteristiche idrografiche .....	41
5.5.2 Analisi idrologica e definizione delle portate di riferimento.....	42
5.5.3 Verifiche idrauliche.....	43
5.5.4 Interventi di sistemazione idraulica.....	45
5.6 RIO ROSSO E RIO TOSCANELLA (AFFLUENTI DEL TORRENTE SILLARO) .....	47
5.6.1 Caratteristiche idrografiche .....	47
5.6.2 Definizione delle portate di riferimento.....	48
5.6.3 Verifiche idrauliche.....	48
5.6.4 Interventi di sistemazione idraulica.....	53
5.7 RIO SABBIOSO.....	54
5.7.1 Caratteristiche idrografiche .....	54
5.7.2 Analisi idrologica e definizione delle portate di riferimento.....	54
5.7.3 Verifiche idrauliche.....	55
5.7.4 Interventi di sistemazione idraulica.....	58
5.8 TORRENTE SELLUSTRA.....	59
5.8.1 Caratteristiche idrografiche .....	59
5.8.2 Analisi idrologica e definizione delle portate di riferimento.....	59



5.8.3	Verifiche idrauliche.....	60
5.8.4	Interventi di sistemazione idraulica.....	64
5.9	SCOLO FOSSATONE .....	65
5.9.1	Caratteristiche idrografiche .....	65
5.9.2	Definizione delle portate di riferimento.....	65
5.9.3	Verifiche idrauliche.....	66
5.9.4	Interventi di sistemazione idraulica.....	68
5.10	FIUME SANTERNO .....	69
5.10.1	Caratteristiche idrografiche .....	69
5.10.2	Analisi idrologica e definizione delle portate di riferimento.....	71
5.10.3	Aree possibili di inondazione e interventi strutturali per la mitigazione del rischio idraulico .....	73
5.10.4	Verifiche idrauliche.....	75
5.10.5	Interventi di sistemazione idraulica.....	78
5.11	RIO SANGUINARIO .....	80
5.11.1	Caratteristiche idrografiche .....	80
5.11.2	Analisi idrologica e definizione delle portate di riferimento.....	80
5.11.3	Verifiche idrauliche.....	81
5.11.4	Interventi di sistemazione idraulica.....	84
<b>6.</b>	<b>CORSI D'ACQUA ARTIFICIALI RICADENTI NELL'AREA DI COMPETENZA DEL CONSORZIO DI BONIFICA RENANA, TRA LA PK 29+817.92 E LA PK 47+698.36 .....</b>	<b>86</b>
6.1	CANALI ANALIZZATI MEDIANTE MODELLO MONODIMENSIONALE IN CONDIZIONI DI MOTO PERMANENTE ..	87
6.2	SCOLO FOSSADONE.....	88
6.2.1	Caratteristiche idrografiche .....	88
6.2.2	Definizione delle portate di riferimento.....	88
6.2.3	Verifiche idrauliche.....	88
6.2.4	Interventi di sistemazione idraulica.....	91
6.3	FOSSA DI MEZZO .....	92
6.3.1	Caratteristiche idrografiche .....	92
6.3.2	Definizione delle portate di riferimento.....	92
6.3.3	Verifiche idrauliche.....	93
6.3.4	Interventi di sistemazione idraulica.....	95
6.4	FOSSO 12 .....	96
6.4.1	Caratteristiche idrografiche .....	96
6.4.2	Definizione delle portate di riferimento.....	96
6.4.3	Verifiche idrauliche.....	96
6.4.4	Interventi di sistemazione idraulica.....	99
6.5	SCOLO FOSSA BARCHETTA.....	100
6.5.1	Caratteristiche idrografiche .....	100
6.5.2	Definizione delle portate di riferimento.....	100
6.5.3	Verifiche idrauliche.....	101
6.5.4	Interventi di sistemazione idraulica.....	103
6.6	FOSSA GRANDE.....	104
6.6.1	Caratteristiche idrografiche .....	104
6.6.2	Definizione delle portate di riferimento.....	104
6.6.3	Verifiche idrauliche.....	104
6.6.4	Interventi di sistemazione idraulica.....	107
6.7	FOSSO GALISANO .....	108
6.7.1	Caratteristiche idrografiche .....	108
6.7.2	Definizione delle portate di riferimento.....	108
6.7.3	Verifiche idrauliche.....	109
6.7.4	Interventi di sistemazione idraulica.....	111
6.8	FOSSO 17 .....	112
6.8.1	Caratteristiche idrografiche .....	112
6.8.2	Definizione delle portate di riferimento.....	112
6.8.3	Verifiche idrauliche.....	112

6.8.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	115
6.9	SCOLO LAGHETTO .....	116
6.9.1	Caratteristiche idrografiche .....	116
6.9.2	Definizione delle portate di riferimento .....	116
6.9.3	Verifiche idrauliche .....	116
6.9.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	119
6.10	CANALE DI MEDICINA .....	120
6.10.1	Caratteristiche idrografiche .....	120
6.10.2	Definizione delle portate di riferimento .....	120
6.10.3	Verifiche idrauliche .....	120
6.10.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	123
6.11	FOSSO 23 .....	124
6.11.1	Caratteristiche idrografiche .....	124
6.11.2	Definizione delle portate di riferimento .....	124
6.11.3	Verifiche idrauliche .....	124
6.11.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	127
6.12	FOSSO 27 .....	128
6.12.1	Caratteristiche idrografiche .....	128
6.12.2	Definizione delle portate di riferimento .....	128
6.12.3	Verifiche idrauliche .....	128
6.12.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	130
6.13	FOSSO 28 .....	131
6.13.1	Caratteristiche idrografiche .....	131
6.13.2	Definizione delle portate di riferimento .....	131
6.13.3	Verifiche idrauliche .....	132
6.13.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	134
6.14	SCOLO CONSORZIALE LADELLO .....	135
6.14.1	Caratteristiche idrografiche .....	135
6.14.2	Definizione delle portate di riferimento .....	135
6.14.3	Verifiche idrauliche .....	135
6.14.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	138
6.15	FOSSO 30 .....	139
6.15.1	Caratteristiche idrografiche .....	139
6.15.2	Definizione delle portate di riferimento .....	139
6.15.3	Verifiche idrauliche .....	139
6.15.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	141
6.16	FOSSA DELLE BRUNELLE .....	142
6.16.1	Caratteristiche idrografiche .....	142
6.16.2	Definizione delle portate di riferimento .....	142
6.16.3	Verifiche idrauliche .....	142
6.16.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	145
6.17	SCOLO CONSORZIALE PRATI CUPÌ .....	146
6.17.1	Caratteristiche idrografiche .....	146
6.17.2	Definizione delle portate di riferimento .....	146
6.17.3	Verifiche idrauliche .....	146
6.17.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	148
6.18	SCOLO CONSORZIALE CORRECCHIO .....	149
6.18.1	Caratteristiche idrografiche .....	149
6.18.2	Definizione delle portate di riferimento .....	149
6.18.3	Verifiche idrauliche .....	150
6.18.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	152
6.19	CANALI ANALIZZATI CON L'IPOTESI DI MOTO UNIFORME .....	153
6.19.1	Definizione della portata di progetto .....	154
6.19.2	Verifiche idrauliche .....	155
6.20	DESCRIZIONE DEI PRESIDI DI MITIGAZIONE IDRAULICA .....	157
6.20.1	TOMBINI SCATOLARI .....	157

6.20.2	TOMBINI CIRCOLARI .....	158
<b>7.</b>	<b>CORSI D'ACQUA ARTIFICIALI RICADENTI NELL'AREA DI COMPETENZA DEL CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA OCCIDENTALE, TRA LA PK 47+698.36 E LA PK 56+479.69 .....</b>	<b>159</b>
7.1	CANALI ANALIZZATI MEDIANTE MODELLO MONODIMENSIONALE IN CONDIZIONI DI MOTO PERMANENTE .....	160
7.2	SCOLO CORRECCHIELLO .....	161
7.2.1	Caratteristiche idrografiche .....	161
7.2.2	Definizione delle portate di riferimento .....	161
7.2.3	Verifiche idrauliche .....	161
7.2.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	164
7.3	SCOLO CONSORZIALE GAMBELLARA .....	165
7.3.1	Caratteristiche idrografiche .....	165
7.3.2	Definizione delle portate di riferimento .....	165
7.3.3	Verifiche idrauliche .....	166
7.3.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	168
7.4	SCOLO MOLINI .....	169
7.4.1	Caratteristiche idrografiche .....	169
7.4.2	Definizione delle portate di riferimento .....	169
7.4.3	Verifiche idrauliche .....	170
7.4.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	172
7.5	FOSSA INFLUENTE NEL MAESTA' .....	173
7.5.1	Caratteristiche idrografiche .....	173
7.5.2	Definizione delle portate di riferimento .....	173
7.5.3	Verifiche idrauliche .....	173
7.5.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	176
7.6	FOSSO 36 .....	177
7.6.1	Caratteristiche idrografiche .....	177
7.6.2	Definizione delle portate di riferimento .....	177
7.6.3	Verifiche idrauliche .....	177
7.6.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	180
7.7	SCOLO CASTELNUOVO .....	181
7.7.1	Caratteristiche idrografiche .....	181
7.7.2	Definizione delle portate di riferimento .....	181
7.7.3	Verifiche idrauliche .....	181
7.7.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	183
7.8	VIA LUNGA O CONDOTTELLO DI BAGNARA .....	184
7.8.1	Caratteristiche idrografiche .....	184
7.8.2	Definizione delle portate di riferimento .....	184
7.8.3	Verifiche idrauliche .....	185
7.8.4	Interventi di sistemazione idraulica .....	187
7.9	CANALI ANALIZZATI CON L'IPOTESI DI MOTO UNIFORME .....	188
7.9.1	Definizione della portata di progetto .....	189
7.10	DESCRIZIONE DEI PRESIDI DI MITIGAZIONE IDRAULICA .....	192
7.10.1	TOMBINI SCATOLARI .....	192
7.10.2	TOMBINI CIRCOLARI .....	193
<b>8.</b>	<b>FENOMENI IDRODINAMICI E MORFOLOGICI INDOTTI DALL'INTERAZIONE DELL'ALVEO CON LE PILE DI UN VIADOTTO .....</b>	<b>194</b>
8.1	STIMA DELL'EROSIONE LOCALIZZATA ATTORNO ALLE PILE DEL VIADOTTO .....	195
8.1.1	Metodo Breusers, Nicollet e Shen .....	195
8.1.2	Metodo Jones (equazione CSU) .....	197
8.1.3	Metodo Veiga da Cugna - Metodo Hancu - Metodo Coleman - Metodo Remedia - Metodo Shen .....	199
8.1.4	Stima dell'erosione localizzata attorno alle pile del viadotto autostradale del Torrente Sillaro .....	200
8.1.5	Stima dell'erosione localizzata attorno alle pile del viadotto autostradale del Fiume Santerno .....	204
8.2	DIMENSIONAMENTO DELLA PROTEZIONE DI SPONDA IN CORRISPONDENZA DELLE PILE .....	208

<b>9.</b>	<b>INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA NELLA FASE DI CANTIERE: OPERE PROVVISORIALI.....</b>	<b>210</b>
9.1	CRITERI GENERALI DI ADOZIONE.....	210
9.2	TORRENTE SILLARO.....	211
9.3	RIO SABBIOSO.....	214
9.4	RIO SANGUINARIO.....	215

## Indice delle Tabelle e delle Figure

TABELLA 1-1. CORSI D'ACQUA DI COMPETENZA DELL'ADB RENO .....	14
TABELLA 1-2. AMBITO TERRITORIALE CONSORZI DI BONIFICA .....	14
TABELLA 4-1. CORSI D'ACQUA DI COMPETENZA DELL'ADB RENO .....	21
TABELLA 4-2. CORSI D'ACQUA ARTIFICIALI RICADENTI NELL'AREA DI COMPETENZA DEL CONSORZIO DI BONIFICA RENANA, TRA LA Pk 29+817.92 E LA Pk 47+698.36 .....	22
TABELLA 4-3. CORSI D'ACQUA ARTIFICIALI RICADENTI NELL'AREA DI COMPETENZA DEL CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA OCCIDENTALE, TRA LA Pk 47+698.36 E LA Pk 56+479.69 .....	23
TABELLA 5-1. RIO ROSSO - CARATTERISTICHE FISICHE.....	24
FIGURA 5-1. RIO ROSSO IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE SULLA STRADA PROVINCIALE COLUNGA A VALLE DELL'A14 .....	25
TABELLA 5-2. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL RIO ROSSO .....	26
FIGURA 5-2. SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO DELL'A14 NELLO SF CON PORTATA MASSIMA SOSTENIBILE .....	26
FIGURA 5-3. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	27
TABELLA 5-3. TORRENTE GAIANA - CARATTERISTICHE FISICHE .....	28
FIGURA 5-4. TORRENTE GAIANA IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 .....	28
FIGURA 5-5. RETICOLO IDROGRAFICO DEI PRINCIPALI CORSI D'ACQUA DEI BACINI DEL TORRENTE IDICE E DEL TORRENTE SILLARO .....	29
TABELLA 5-4. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL TORRENTE GAIANA .....	30
FIGURA 5-6. SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO DELL'A14 NELLO SF CON PORTATA MASSIMA SOSTENIBILE .....	31
FIGURA 5-7. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	31
FIGURA 5-8. ACCUMULO DI SEDIMENTO NELL'ALVEO DEL TORRENTE GAIANA .....	32
TABELLA 5-5. SCOLO FOSSAZZA - CARATTERISTICHE FISICHE ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO DELL'INTERCONNESSIONE TRA CORSO D'ACQUA E A14.....	33
FIGURA 5-9. SCOLO FOSSAZZA IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE SULLA STRADA PROVINCIALE COLUNGA A VALLE DELL'A14 .....	33
TABELLA 5-6. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DELLO SCOLO FOSSAZZA .....	34
FIGURA 5-10. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE DI MONTE DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	35
FIGURA 5-11. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	35
TABELLA 5-7. RIO MAGIONE - CARATTERISTICHE FISICHE .....	37
FIGURA 5-12. RIO MAGIONE IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE DELL'AUTOSTRADA A14 .....	37
TABELLA 5-8. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL RIO MAGIONE.....	38
FIGURA 5-13. SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO DELL'A14 NELLO SF CON PORTATA MASSIMA SOSTENIBILE .....	39
FIGURA 5-14. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	39
TABELLA 5-9. TORRENTE SILLARO - CARATTERISTICHE FISICHE .....	41
FIGURA 5-15. TORRENTE SILLARO IMMEDIATAMENTE A VALLE DEL VIADOTTO AUTOSTRADALE.....	41
FIGURA 5-16. RETICOLO IDROGRAFICO DEI PRINCIPALI CORSI D'ACQUA DEI BACINI DEL TORRENTE IDICE E DEL TORRENTE SILLARO .....	42
TABELLA 5-10. VALORI DI PORTATA MASSIMA AL COLMO PER $T_R$ .....	43
FIGURA 5-17. CONFRONTO TRA LE SEZIONI DEI RILIEVI TOPOGRAFICI.....	43
TABELLA 5-11. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL TORRENTE SILLARO .....	44
FIGURA 5-18. LIVELLI RAGGIUNTI NELLA SEZIONE DI MONTE DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE NELLO SF E CON $Q_{200}$ .....	45
FIGURA 5-19. LIVELLI IDRICI NELLA SEZIONE DEL PONTE AUTOSTRADALE RILEVATI PER EVENTI DI PIENA CON $T_R$ DIVERSI .....	45
FIGURA 5-20. VIADOTTO AUTOSTRADALE DEL TORRENTE SILLARO NELLO STATO DI FATTO .....	46
TABELLA 5-12. RIO ROSSO - CARATTERISTICHE FISICHE.....	47
FIGURA 5-21. RIO ROSSO IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE .....	47
TABELLA 5-13. RIO TOSCANELLA - CARATTERISTICHE FISICHE .....	47
FIGURA 5-22. RIO TOSCANELLA IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE .....	48
TABELLA 5-14. VALORI DI PORTATA MASSIMA SOSTENIBILE PER IL RIO ROSSO E IL RIO TOSCANELLA.....	48
TABELLA 5-15. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL RIO ROSSO .....	49
TABELLA 5-16. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL RIO TOSCANELLA.....	49
FIGURA 5-23. SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO DELL'A14 NELLO SF CON PORTATA MASSIMA SOSTENIBILE .....	51
FIGURA 5-24. CONFRONTO TRA PROFILI NELLE CONDIZIONI DI SF E SP E CON LA $Q_{MS}$ .....	51
FIGURA 5-25. SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO DELL'A14 NELLO SF CON PORTATA MASSIMA SOSTENIBILE .....	52
FIGURA 5-26. CONFRONTO TRA PROFILI NELLE CONDIZIONI DI SF E SP E CON LA $Q_{MS}$ .....	53
TABELLA 5-17. RIO SABBIOSO - CARATTERISTICHE FISICHE.....	54
FIGURA 5-27. RIO SABBIOSO A VALLE DELL'AUTOSTRADA A14.....	54

TABELLA 5-18. VALORE DELLA PORTATA MASSIMA SOSTENIBILE NELLO STATO DI FATTO .....	55
TABELLA 5-19. VALORI DI PORTATA MASSIMA AL COLMO PER $T_R$ .....	55
TABELLA 5-20. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL RIO SABBIOSO .....	56
FIGURA 5-28. SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO DELL'A14 NELLO SF CON PORTATA MASSIMA SOSTENIBILE .....	57
FIGURA 5-29. CONFRONTO TRA PROFILI NELLE CONDIZIONI DI SF E SP E CON LA $Q_{MS}$ .....	57
TABELLA 5-21. TORRENTE SELLUSTRA - CARATTERISTICHE FISICHE .....	59
FIGURA 5-30. TORRENTE SELLUSTRA A VALLE DELL'AUTOSTRADA A14 .....	59
TABELLA 5-22. VALORI DI PORTATA MASSIMA AL COLMO PER $T_R$ .....	60
FIGURA 5-31. CONFRONTO TRA LE SEZIONI DEI RILIEVI TOPOGRAFICI.....	61
TABELLA 5-23. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL TORRENTE SELLUSTRA .....	62
FIGURA 5-32. CONFRONTO TRA PROFILI NELLE CONDIZIONI DI SF E SP E CON LA $Q_{Tr200}$ .....	63
FIGURA 5-33. LIVELLI IDRICI NELLA SEZIONE DEL PONTE AUTOSTRADALE RILEVATI PER EVENTI DI PIENA CON $T_R$ DIVERSI .....	63
FIGURA 5-34. TORRENTE SELLUSTRA IN CORRISPONDENZA DEL PONTE AUTOSTRADALE.....	64
TABELLA 5-24. SCOLO FOSSATONE - CARATTERISTICHE FISICHE ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO DELL'INTERCONNESSIONE TRA CORSO D'ACQUA E A14.....	65
FIGURA 5-35. SCOLO FOSSATONE IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE .....	65
TABELLA 5-25. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DELLO SCOLO FOSSATONE .....	66
FIGURA 5-36. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE DI MONTE DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	67
FIGURA 5-37. CONFRONTO TRA PROFILI NELLE CONDIZIONI DI SF E SP E CON LA $Q_{MS}$ .....	67
FIGURA 5-38. FIUME SANTERNO LUNGO IL TRATTO COLLINARE .....	69
TABELLA 5-26. FIUME SANTERNO - CARATTERISTICHE FISICHE.....	70
FIGURA 5-39. TORRENTE SANTERNO IN CORRISPONDENZA DEL PONTE AUTOSTRADALE .....	70
FIGURA 5-40. RETICOLO IDROGRAFICO DEI PRINCIPALI CORSI D'ACQUA DEI BACINI DEL TORRENTE IDICE, SILLARO E FIUME SANTERNO.....	71
FIGURA 5-40. ONDE DI PIENA DEL FIUME SANTERNO PER DIVERSI TEMPI DI RITORNO .....	72
TABELLA 5-27. VALORI DI PORTATA MASSIMA AL COLMO PER $T_R$ .....	72
FIGURA 5-41. AREE POSSIBILI DI INONDAZIONE DEL FIUME SANTERNO A VALLE DI IMOLA.....	74
FIGURA 5-42. INTERVENTI STRUTTURALI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO TRA IMOLA E IL TRATTO A VALLE DELL'A14 .....	75
FIGURA 5-43. CONFRONTO TRA LE SEZIONI DEI RILIEVI TOPOGRAFICI.....	76
TABELLA 5-28. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL FIUME SANTERNO.....	77
FIGURA 5-44. PROFILI NELLE CONDIZIONI DI SF E CON LA $Q_{Tr200}$ NELL'INTORNO DEL PONTE AUTOSTRADALE .....	78
FIGURA 5-45. LIVELLO IDROMETRICO IN CORRISPONDENZA DEL PONTE AUTOSTRADALE PER UN EVENTO DI PIENA CON $T_R=200$ ANNI NELLO STATO DI PROGETTO .....	78
TABELLA 5-29. RIO SANGUINARIO - CARATTERISTICHE FISICHE .....	80
FIGURA 5-46. RIO SANGUINARIO IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELL'AUTOSTRADA A14.....	80
TABELLA 5-30. VALORI DI PORTATA MASSIMA AL COLMO PER I DIVERSI $T_R$ .....	81
TABELLA 5-31. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL RIO SABBIOSO .....	82
FIGURA 5-47. CONFRONTO TRA PROFILI NELLE CONDIZIONI DI SF E SP E CON LA $Q_{Tr200}$ .....	83
FIGURA 5-48. LIVELLI IDRICI NELLA SEZIONE DEL PONTE AUTOSTRADALE RILEVATI PER EVENTI DI PIENA CON $T_R=5$ E 200 ANNI .....	84
FIGURA 5-49. EROSIONE SPONDALE DEL RIO SANGUINARIO LUNGO LA LUCE DEL PONTE AUTOSTRADALE .....	84
TABELLA 6-1. CORSI D'ACQUA ARTIFICIALI SIMULATI CON MODELLI MONODIMENSIONALI IN CONDIZIONI DI MOTO PERMANENTE E RICADENTI NELL'AREA DI COMPETENZA DEL CONSORZIO DI BONIFICA RENANA, TRA LA Pk 29+817.92 E LA Pk 47+698.36 .....	87
TABELLA 6-2. CARATTERISTICHE FISICHE DELLO SCOLO FOSSADONE FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	88
FIGURA 6-1. SCOLO FOSSADONE IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE.....	88
TABELLA 6-3. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DELLO SCOLO FOSSADONE.....	89
FIGURA 6-2. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	90
FIGURA 6-3. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	90
TABELLA 6-4. CARATTERISTICHE FISICHE DELLA FOSSA DI MEZZO FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	92
FIGURA 6-4. FOSSA DI MEZZO IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE.....	92
TABELLA 6-5. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL CANALE FOSSA DI MEZZO .....	93
FIGURA 6-5. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	94
FIGURA 6-6. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	94
TABELLA 6-6. CARATTERISTICHE FISICHE DEL FOSSO 12 FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	96
FIGURA 6-7. FOSSO 12 IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE.....	96
TABELLA 6-7. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL CANALE FOSSO 12 .....	97
FIGURA 6-8. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	98
FIGURA 6-9. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	98



TABELLA 6-8. CARATTERISTICHE FISICHE DELLO SCOLO FOSSA BARCHETTA FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE.....	100
FIGURA 6-10. SCOLO FOSSA BARCHETTA IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE .....	100
TABELLA 6-9. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DELLO SCOLO FOSSA BARCHETTA .....	101
FIGURA 6-11. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	102
FIGURA 6-12. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	103
TABELLA 6-10. CARATTERISTICHE FISICHE DELLA FOSSA GRANDE FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	104
FIGURA 6-13. FOSSA GRANDE IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE.....	104
TABELLA 6-11. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DELLA FOSSA GRANDE .....	105
FIGURA 6-14. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	106
FIGURA 6-15. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	106
TABELLA 6-12. CARATTERISTICHE FISICHE DEL FOSSO GALISANO FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	108
FIGURA 6-16. FOSSA GALISANO IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE.....	108
TABELLA 6-13. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL FOSSO GALISANO .....	109
FIGURA 6-17. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	110
FIGURA 6-18. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	111
TABELLA 6-14. CARATTERISTICHE FISICHE DEL FOSSO 17 FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	112
FIGURA 6-19. FOSSO 17 IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE.....	112
TABELLA 6-15. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL CANALE FOSSO 17 .....	113
FIGURA 6-20. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	114
FIGURA 6-21. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	114
TABELLA 6-16. CARATTERISTICHE FISICHE DELLO SCOLO LAGHETTO FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	116
FIGURA 6-22. SCOLO LAGHETTO IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE .....	116
TABELLA 6-17. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DELLO SCOLO LAGHETTO.....	117
FIGURA 6-23. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	118
FIGURA 6-24. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	118
TABELLA 6-18. CARATTERISTICHE FISICHE DEL CANALE DI MEDICINA FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE.....	120
FIGURA 6-25. CANALE DI MEDICINA IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE .....	120
TABELLA 6-19. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL CANALE DI MEDICINA.....	121
FIGURA 6-26. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	122
FIGURA 6-27. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	122
TABELLA 6-20. CARATTERISTICHE FISICHE DEL FOSSO 23 FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	124
FIGURA 6-28. FOSSO 23 IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE.....	124
TABELLA 6-21. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL CANALE FOSSO 23 .....	125
FIGURA 6-29. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	126
FIGURA 6-30. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	127
TABELLA 6-22. CARATTERISTICHE FISICHE DEL FOSSO 27 FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	128
FIGURA 6-31. FOSSO 27 IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE.....	128
TABELLA 6-23. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL CANALE FOSSO 27 .....	129
FIGURA 6-32. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	130
FIGURA 6-33. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14.....	130
TABELLA 6-24. CARATTERISTICHE FISICHE DEL FOSSO 28 FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	131
FIGURA 6-34. FOSSO 28 IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE.....	131
TABELLA 6-25. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL CANALE FOSSO 28 .....	132
FIGURA 6-35. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	133
FIGURA 6-36. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14.....	133
FIGURA 6-37. CARATTERISTICHE FISICHE DELLO SCOLO CONSORZIALE LADELLO FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .	135
FIGURA 6-38. SCOLO CONSORZIALE LADELLO IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE.....	135
TABELLA 6-26. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DELLO SCOLO CONSORZIALE LADELLO .....	136
FIGURA 6-39. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	137
FIGURA 6-40. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14.....	137
TABELLA 6-27. CARATTERISTICHE FISICHE DEL FOSSO 30 FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE. ....	139
TABELLA 6-28. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL CANALE FOSSO 30 .....	140
FIGURA 6-41. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	140
FIGURA 6-42. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14.....	141
TABELLA 6-29. CARATTERISTICHE FISICHE DELLA FOSSA DELLE BRUNELLE FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	142
FIGURA 6-43. FOSSA DELLE BRUNELLE IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE.....	142

TABELLA 6-30. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DELLA FOSSA DELLE BRUNELLE .....	143
FIGURA 6-44. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	144
FIGURA 6-45. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14.....	144
TABELLA 6-31. CARATTERISTICHE FISICHE DELLO SCOLO CONSORZIALE PRATI CUPÌ FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	146
TABELLA 6-32. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DELLO SCOLO CONSORZIALE PRATI CUPÌ .....	147
FIGURA 6-46. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	148
FIGURA 6-47. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	148
TABELLA 6-33. CARATTERISTICHE FISICHE DEL SCOLO CONSORZIALE CORRECCHIO FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	149
FIGURA 6-48. SCOLO CONSORZIALE CORRECCHIO IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE .....	149
TABELLA 6-34. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DELLO SCOLO CONSORZIALE CORRECCHIO.....	150
FIGURA 6-49. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	151
FIGURA 6-50. PRESENZA DI UN'ISOLA A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	152
FIGURA 6-51. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	152
TABELLA 6-35. FOSSI PRIVATI RICADENTI NELL'AREA DI COMPETENZA DEL CONSORZIO DI BONIFICA RENANA, TRA LA Pk 29+817.92 E LA Pk 47+698.36 .....	153
TABELLA 6-36. DATI GEOMETRICI E PORTATE MASSIME SOSTENIBILI DEI FOSSI RICADENTI NELL'AREA DI COMPETENZA DEL CONSORZIO DI BONIFICA RENANA.....	154
FIGURA 6-52. SEZIONE TIPOLOGICA DI UN TOMBINO CIRCOLARE .....	155
TABELLA 6-37. CONFRONTO TRA I VALORI DEL GRADO DI RIEMPIMENTO DI CIASCUN FOSSO ANTE E POST OPERAM .....	156
FIGURA 6-53. SEZIONE TRASVERSALE DELLO STATO DI PROGETTO.....	157
FIGURA 6-54. SEZIONE TRASVERSALE DELLO STATO DI PROGETTO.....	158
TABELLA 7-1. CORSI D'ACQUA SIMULATI IN HEC-RAS E RICADENTI NELL'AREA DI COMPETENZA DEL CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA OCCIDENTALE, TRA LA Pk 47+698.36 E LA Pk 56+479.69 .....	160
TABELLA 7-2. CARATTERISTICHE FISICHE DELLO SCOLO CORRECCHIELLO FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	161
FIGURA 7-1. SCOLO CORRECCHIELLO IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE.....	161
TABELLA 7-3. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DELLO SCOLO CORRECCHIELLO .....	162
FIGURA 7-2. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	163
FIGURA 7-3. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	163
TABELLA 7-4. CARATTERISTICHE FISICHE DELLO SCOLO CONSORZIALE GAMBELLARA FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	165
FIGURA 7-4. SCOLO CONSORZIALE GAMBELLARA IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE .....	165
TABELLA 7-5. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DELLO SCOLO GAMBELLARA .....	166
FIGURA 7-5. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	167
FIGURA 7-6. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	168
TABELLA 7-6. CARATTERISTICHE FISICHE DELLO SCOLO MOLINI FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE.....	169
FIGURA 7-7. SCOLO MOLINI IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE A VALLE DELL'A14.....	169
TABELLA 7-7. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DELLO SCOLO MOLINI.....	170
FIGURA 7-8. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	171
FIGURA 7-9. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	172
TABELLA 7-8. CARATTERISTICHE FISICHE DELLA FOSSA INFLUENTE NEL MAESTÀ FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO.....	173
FIGURA 7-10. FOSSA INFLUENTE NEL MAESTÀ IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE.....	173
TABELLA 7-9. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL FOSSA INFLUENTE NEL MAESTÀ .....	174
FIGURA 7-11. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	175
FIGURA 7-12. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	175
TABELLA 7-10. CARATTERISTICHE FISICHE DEL FOSSO 36 FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	177
FIGURA 7-13. FOSSO 36 IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE.....	177
TABELLA 7-11. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL CANALE FOSSO 36 .....	178
FIGURA 7-14. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	179
FIGURA 7-15. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	179
TABELLA 7-12. CARATTERISTICHE FISICHE DELLO SCOLO CASTELNUOVO FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE .....	181
TABELLA 7-13. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DELLO SCOLO CASTELNUOVO .....	182
FIGURA 7-16. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	183
FIGURA 7-17. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	183
TABELLA 7-14. CARATTERISTICHE FISICHE DEL CONDOTTELLO DI BAGNARA FINO ALLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE.....	184



FIGURA 7-18. CONDOTTELO DI BAGNARA IN CORRISPONDENZA DELLO SCATOLARE AUTOSTRADALE .....	184
TABELLA 7-15. VALORI DI SCABREZZA UTILIZZATI NEL MODELLO IDRAULICO DEL CONDOTTELO DI BAGNARA .....	185
FIGURA 7-19. LIVELLO RAGGIUNTO NELLA SEZIONE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE NELLO SF CON $Q_{MS}$ .....	186
FIGURA 7-20. PROFILI DI RIGURGITO DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'AUTOSTRADA A14 CON $Q_{MS}$ .....	187
TABELLA 7-16. FOSSI PRIVATI RICADENTI NELL'AREA DI COMPETENZA DEL CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA OCCIDENTALE, TRA LA PK 47+698.36 E LA PK 56+479.69 .....	188
TABELLA 7-17. DATI GEOMETRICI E PORTATE MASSIME SOSTENIBILI DEI FOSSI RICADENTI NELL'AREA DI COMPETENZA DEL CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA OCCIDENTALE .....	189
FIGURA 7-21. SEZIONE TIPOLOGICA DI UN TOMBINO CIRCOLARE .....	190
TABELLA 7-18. CONFRONTO TRA I VALORI DEL GRADO DI RIEMPIMENTO DI CIASCUN FOSSO ANTE E POST OPERAM .....	190
FIGURA 7-22. SEZIONE TRASVERSALE DELLO STATO DI PROGETTO .....	192
FIGURA 7-23. SEZIONE TRASVERSALE DELLO STATO DI PROGETTO .....	193
FIGURA 8-1. (A SINISTRA) RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DEL CAMPO DI MOTO E DEL PROCESSO DI ESCAVAZIONE LOCALIZZATA IN CORRISPONDENZA DI UNA PILA DI PONTE; (A DESTRA) ANALISI 3D DEL PROCESSO DI ESCAVAZIONE LOCALIZZATA IN CORRISPONDENZA DELLE PILE DI UN PONTE (FONTE STUDIO TELÒ) .....	194
FIGURA 8-2. GRAFICO PER LA DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE $F_3$ .....	197
FIGURA 8-3. FORME PIÙ COMUNE DELLE PILE DI UN VIADOTTO .....	198
TABELLA 8-1. VALORE DEL COEFFICIENTE $K_1$ .....	199
TABELLA 8-2. VALORI DEL COEFFICIENTE $K_2$ .....	199
TABELLA 8-3. VALORE DEL COEFFICIENTE $K_3$ .....	199
FIGURA 8-4. STRATIGRAFIA DEI PRIMI 6 M SOTTO IL PONTE AUTOSTRADALE DEL T. SILLARO .....	201
TABELLA 8-4. RISULTATI DEL CALCOLO DELL'EROSIONE MASSIMA CON IL METODO BREUSERS, NICOLLET E SHEN .....	201
TABELLA 8-5. RISULTATI DEL CALCOLO DELL'EROSIONE MASSIMA CON IL METODO JONES .....	202
FIGURA 8-5. GRAFICO RIASSUNTIVO CHE ILLUSTRA IL CAMPO DI VARIABILITÀ DELLA PROFONDITÀ DI EROSIONE ATTORNO ALLA PILA DEL PONTE AMPLIATO .....	203
FIGURA 8-6. GRAFICO RIASSUNTIVO CHE ILLUSTRA IL CAMPO DI VARIABILITÀ DELLA PROFONDITÀ DI EROSIONE ATTORNO ALLA PILA DEL PONTE ESISTENTE .....	203
FIGURA 8-7. STRATIGRAFIA DEI PRIMI 10 M PRESA A RIFERIMENTO PER IL F. SANTERNO .....	205
TABELLA 8-6. RISULTATI DEL CALCOLO DELL'EROSIONE MASSIMA CON IL METODO BREUSERS, NICOLLET E SHEN .....	205
TABELLA 8-7. RISULTATI DEL CALCOLO DELL'EROSIONE MASSIMA CON IL METODO JONES .....	206
FIGURA 8-8. GRAFICO RIASSUNTIVO CHE ILLUSTRA IL CAMPO DI VARIABILITÀ DELLA PROFONDITÀ DI EROSIONE ATTORNO ALLA PILA DEL PONTE AMPLIATO .....	207
FIGURA 8-9. GRAFICO RIASSUNTIVO CHE ILLUSTRA IL CAMPO DI VARIABILITÀ DELLA PROFONDITÀ DI EROSIONE ATTORNO ALLA PILA DI MONTE DEL PONTE ESISTENTE .....	207
FIGURA 8-10. GRAFICO RIASSUNTIVO CHE ILLUSTRA IL CAMPO DI VARIABILITÀ DELLA PROFONDITÀ DI EROSIONE ATTORNO ALLA PILA DI VALLE DEL PONTE ESISTENTE .....	207
FIGURA 8-11. VERIFICHE DI STABILITÀ DELLA PROTEZIONI CON SCOGLIERA .....	208
FIGURA 9-1. SEZIONE TIPOLOGICA DI UN ARGINE TEMPORANEO PER LA REALIZZAZIONE DI LAVORAZIONI ALL'INTERNO DI UN ALVEO PARZIALIZZATO (CASO DEL TORRENTE SILLARO) .....	211
FIGURA 9-2. PLANIMETRIA DELLE OPERE PROVVISORIALI IN DESTRA IDRAULICA PER LA REALIZZAZIONE DELL'AMPLIAMENTO (LATO ANCONA) DEL VIADOTTO AUTOSTRADALE SUL TORRENTE SILLARO. ....	212
FIGURA 9-3. PLANIMETRIA DELLE OPERE PROVVISORIALI IN SINISTRA IDRAULICA PER LA REALIZZAZIONE DELL'AMPLIAMENTO (LATO BOLOGNA) DEL VIADOTTO AUTOSTRADALE SUL TORRENTE SILLARO. ....	212
FIGURA 9-4. TRANSITO DELLA PORTATA DI $5m^3/s$ ATTRAVERSO LA SEZIONE DEL SILLARO (SEZIONE DI INGRESSO SOTTO IL VIADOTTO AUTOSTRADALE) PARZIALIZZATA CON UN ARGINE TEMPORANEO IN SPONDA SINISTRA. ....	213
FIGURA 9-5. TRANSITO DELLA PORTATA DI $5m^3/s$ ATTRAVERSO LA SEZIONE DEL SILLARO (SEZIONE DI INGRESSO SOTTO IL VIADOTTO AUTOSTRADALE) PARZIALIZZATA CON UN ARGINE TEMPORANEO IN SPONDA SINISTRA. ....	213
FIGURA 9-6. OPERE PROVVISORIALI PER LA REALIZZAZIONE DELLE SISTEMAZIONI IDRAULICHE IN ALVEO AL RIO SABBIOSO .....	214
FIGURA 9-7. OPERE PROVVISORIALI PER LA REALIZZAZIONE DELLE SISTEMAZIONI IDRAULICHE IN ALVEO AL RIO SANGUINARIO .....	216

## 1. PREMESSA

La presente relazione idrologica ed idraulica è parte integrante del Progetto Esecutivo di ampliamento alla quarta corsia dell'Autostrada A14 Bologna – Bari – Taranto, comunemente denominata "Adriatica", nel tratto compreso tra la località Ponte Rizzoli (al Km 29+600) e la Diramazione per Ravenna (al Km 56+600).

Tale relazione si propone di definire le grandezze idrauliche di riferimento e, di conseguenza, di stabilire gli interventi e gli accorgimenti da adottare, al fine di garantire la compatibilità tra le infrastrutture di attraversamento dei corsi d'acqua interferiti e gli ambienti di pertinenza degli stessi. Questo percorso progettuale è stato coordinato con gli Enti Gestori di ogni singolo corso d'acqua, anche al fine dell'ottenimento del Nulla Osta Idraulico.

L'ampliamento della sede autostradale comporta, nella maggior parte dei casi, il prolungamento degli attraversamenti idraulici esistenti, costituiti da viadotti, ponti, ponticelli scatolari, tombini scatolari e circolari. La realizzazione di questi comporta una serie di verifiche idrologiche ed idrauliche, volte ad indagare gli effetti indotti dalle nuove opere sul regime degli alvei interferiti, sia sotto l'aspetto idrodinamico che sotto l'aspetto morfologico, analizzando i fenomeni erosivi generali e localizzati, e progettando, di conseguenza, gli interventi per un'adeguata sistemazione dell'alveo interferito.

Il sistema di acque superficiali, interessato dal tracciato autostradale, è composto, in parte, da corsi d'acqua naturali, ma soprattutto da una fitta rete di corsi d'acqua artificiali, di storica memoria, rappresentativi di un importante componente dell'ambiente circostante. Questo antico intreccio di canali rappresenta un elemento determinante per la caratterizzazione del paesaggio agrario ed assolve una funzione strategica per l'economia del territorio, sia in termini di distribuzione delle acque irrigue che di scolo di quelle piovane.

L'ambito territoriale scelto per l'analisi del sistema idrografico è, quindi, quello definito dai bacini imbriferi le cui aste vengono interessate dall'opera in studio. Essi appartengono al bacino imbrifero del Fiume Reno e si estende dal crinale appenninico fino al Reno, nell'area delimitata ad ovest dal Torrente Quaderna in provincia di Bologna e a est dalla città di Imola. Sono interferiti dal tracciato proposto 12 corsi d'acqua naturali tra principali, secondari e minori e ben 61 canali artificiali. I corsi d'acqua ad immissione naturale con una lunghezza superiore a 500 m sono stati classificati dall'Autorità di Bacino del Reno in funzione della portata nella loro sezione di chiusura per eventi di pioggia con tempi di ritorno prefissato.

I corsi d'acqua sono stati così definiti:

- principali, se hanno portate pari o superiori a  $100 \text{ m}^3 / \text{sec}$ ;
- secondari, per portate comprese tra i  $30$  e  $100 \text{ m}^3 / \text{sec}$ ;
- minori, per portate comprese tra  $5$  e  $30 \text{ m}^3 / \text{sec}$ .

Lo studio idrologico ed idraulico è stato condotto differenziandolo per singolo Ente Gestore e per singolo sistema idrografico. Il sistema è quindi organizzato in tre classi prevalenti:

- ❑ Corsi d'acqua naturali gestiti dalla Regione Emilia Romagna tramite gli Enti preposti: Autorità di Bacino del Reno (ADB Reno) e Servizio Tecnico del Bacino del Reno (STB Reno).
- ❑ Corsi d'acqua artificiali rappresentati dai canali di bonifica gestiti dal Consorzio di Bonifica Renana, per il tratto autostradale compreso tra la Pk 29+817.92 e la Pk 47+698.36 e dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale, per il tratto compreso tra la Pk 47+698.36 e la Pk 56+479.69. Fra questi è compreso lo Scolo Molini (Pk 49+814.56), di competenza del Consorzio Utenti del Canale dei Molini di Imola.
- ❑ Corsi d'acqua artificiali rappresentati dagli scoli privati.

Le competenze amministrative sono indicate nelle tabelle seguenti.

Tabella 1-1. Corsi d'acqua di competenza dell'ADB Reno

CORSO D'ACQUA	ENTE DI GESTIONE	PROVINCE INTERESSATE	SUPERFICIE del bacino idrografico sotteso. (km <sup>2</sup> )	CLASSIFICAZIONE
Rio Rosso	ADB Reno – STB Reno	Bologna	8.02	Minore
Torrente Gaiana	ADB Reno – STB Reno	Bologna	36.10	Secondario
Scolo Fossazza	ADB Reno – STB Reno	Bologna	1.50	Minore
Rio Magione	ADB Reno – STB Reno	Bologna	10.07	Minore
Torrente Sillaro	ADB Reno – STB Reno	Bologna-Ferrara-Ravenna	211.98	Principale
Rio Rosso	ADB Reno – STB Reno	Bologna	7.00	Minore
Rio Toscanella	ADB Reno – STB Reno	Bologna	3.35	Minore
Rio Sabbioso	ADB Reno – STB Reno	Bologna	14.20	Secondario
Torrente Sellustra	ADB Reno – STB Reno	Bologna	27.08	Secondario
Scolo Fossatone	ADB Reno – STB Reno	Bologna	2.20	Minore
Fiume Santerno	ADB Reno – STB Reno	Bologna-Ravenna	466.00	Principale
Rio Sanguinario	ADB Reno – STB Reno	Bologna	23.51	Minore

Tabella 1-2. Ambito territoriale Consorzi di Bonifica

COMPENSORI DI BONIFICA	PROVINCE INTERESSATE	SUPERFICIE dei bacini scolanti consorziali. (Km <sup>2</sup> )
Renana	Bologna - Ferrara	1080.00
Romagna Occidentale	Bologna – Ferrara - Ravenna	674.00
Canale dei Mulini	Bologna	1.83

## 2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

### 2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le analisi idrauliche, di seguito riportate, sono state condotte rispettando gli indirizzi e le prescrizioni inserite nella normativa di riferimento.

#### NORMATIVE NAZIONALE

- Testo Unico sulle Opere Pubbliche di cui al Regio Decreto 25/7/1904 n.523;
- L. 183/89 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- L. 267/98 misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico
- L. 36 del 05/01/1994 "Tutela e uso delle risorse idriche";
- Circolare C.S.LL.PP. 07.02.2009.

#### DIRETTIVE AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME RENO

- Norme Tecniche di Attuazione del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico dell'Autorità di bacino del fiume Reno;
- Direttiva per la sicurezza idraulica nei sistemi idrografici di pianura nel Bacino del fiume Reno.

Lo studio eseguito, nonché i risultati delle modellazioni numeriche effettuate, hanno consentito di definire le caratteristiche geometriche che le infrastrutture di attraversamento devono rispettare ai fini della compatibilità con i processi idrodinamici. Sulla base delle risultanze ottenute sono state, inoltre, progettate le opere di sistemazione idraulica necessarie alla minimizzazione delle mutue interferenze tra struttura e corso d'acqua.

Il "Piano di stralcio per l'assetto idrogeologico" approvato con dalla Giunta della Regione Emilia Romagna con deliberazione n.567 del 07 Aprile 2003 e dalla Giunta della Regione Toscana con deliberazione n.114 del 21/09/2004, ha come obiettivo prioritario la riduzione del rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

Il PAI consolida e unifica la pianificazione di bacino per l'assetto idrogeologico: esso coordina le determinazioni assunte con i precedenti stralci di piano e piani straordinari, apportando in taluni casi le precisazioni e gli adeguamenti necessari a garantire il carattere interrelato e integrato proprio del piano di bacino.

L'interferenza tra il tracciato Autostradale A14 ed il reticolo idrico superficiale ricade quasi interamente all'interno del territorio del Bacino del Fiume Reno. In particolare, tra tutti i corsi d'acqua attraversati all'interno del territorio di competenza, i torrenti Sillaro, Santerno sono stati oggetto, all'interno dello stesso PAI, di studi approfonditi volti alla comprensione delle relative problematiche. Tale analisi territoriale è riportata nelle tavole di Piano in scala 1:25.000, ed in particolare, per il tratto interessato dagli attraversamenti in progetto la zonizzazione in fasce si ritrova nella tavola n 111447-LL00-PE-IDR-GE000-00000-D-IDR-0004.

In sintesi le norme del PAI definiscono le aree inondabili come l'insieme dell'alveo e dell'area limitrofa, costituente nel complesso la porzione di territorio inondata dalle piene del corso d'acqua per Tempi di Ritorno Prefissati. Le stesse aree inondabili si distinguono in:

1. a bassa probabilità d'inondazione, per tempi di ritorno critici superiori a 200 anni;
2. a moderata probabilità d'inondazione, per tempi di ritorno critici superiori a 100 anni e inferiori od uguali a 200 anni;
3. a media probabilità d'inondazione, per tempi di ritorno critici o superiori a 50 anni e inferiori od uguali a 100 anni;
4. ad elevata probabilità d'inondazione, per tempi di ritorno critici superiori a 30 anni e inferiori od uguali a 50 anni;
5. a probabilità d'inondazione molto elevata, per tempi di ritorno critici inferiori od uguali a 30 anni;

All'interno di queste aree sono ben definiti i vicoli di protezione e di uso del suolo. In particolare all'interno delle aree ad elevata o molto elevata probabilità di inondazione non è consentita la realizzazione di nuovi fabbricati

e manufatti la cui realizzazione incrementi sensibilmente il danno atteso. Mentre in quelle a moderata probabilità possono essere previsti interventi di nuova costruzione subordinatamente all'approvazione, da parte dell'Autorità Idraulica competente, del progetto definitivo delle opere per mettere in sicurezza tali aree per eventi con tempo di ritorno pari o superiore a 50 anni e all'assunzione, da parte dei soggetti attuatori degli interventi, di ogni onere finanziario per la realizzazione di tali opere.

La delimitazione sulla base dei livelli idrici va integrata con:

1. le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora correlate, dal punto di vista morfologico, paesaggistico e talvolta ecosistemico alla dinamica fluviale che le ha generate;
2. le aree di elevato pregio naturalistico e ambientale e quelle di interesse storico, artistico, culturale strettamente collegate all'ambito fluviale.

Nel caso di attraversamenti dei corsi d'acqua si fa riferimento a specifica direttiva che fissa i criteri generali di valutazione della compatibilità idraulica e idrobiologia delle infrastrutture di attraversamento dei corsi d'acqua. In particolare pone l'attenzione sia sulla fase di esercizio che su quella di cantierizzazione. Fissa i seguenti criteri generali che devono essere rispettati:

1. l'opera non deve costituire ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque rispetto sia allo stato di fatto nel momento di realizzazione dell'opera, sia alle previsioni di assetto futuro della rete idrografica;
2. sia garantita integralmente la funzionalità delle opere di protezione dell'alveo e quelle di difesa idraulica esistenti nel tratto interessato all'attraversamento;
3. le opere provvisorie necessarie all'esecuzione dell'opera siano compatibili con il deflusso delle acque.

## 2.2 ULTERIORI VINCOLI E PRESCRIZIONI ALLA PROGETTAZIONE

Lungo tutto lo sviluppo dell'analisi e della progettazione della sistemazione idraulica ci si è, inoltre, attenuti e riferiti a tutto l'insieme di indicazioni e prescrizioni (Norme di polizia idraulica) impartite dai singoli Consorzi di Bonifica competenti.

In particolare i Consorzi di Bonifica, coinvolti negli attraversamenti ed in considerazione che le opere previste sono rappresentate dal prolungamento di tombotti già esistenti, propongono una serie di criteri progettuali e quindi di raccomandazioni volti principalmente a garantire un agevole processo manutentivo delle sponde ed un miglioramento delle condizioni idrodinamiche di deflusso delle acque.

Inoltre e sempre ponendosi in un'ottica gestionale ottimale, consigliano di proteggere le sponde del canale a monte ed a valle degli attraversamenti attraverso presidi idraulici composti da massi di media pezzatura e soprattutto di non alterare la superficie dei singoli bacini tributari e/o di cambiare il loro percorso.

### 3. CRITERI GENERALI

#### 3.1 ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO

Lo studio idrologico-idraulico, nel suo complesso, si è articolato nelle seguenti fasi.

##### *Fase 1^: Definizione di un quadro conoscitivo di riferimento morfologico e idraulico*

Scopo di questa fase è di predisporre uno strumento conoscitivo in grado di valutare le sollecitazioni idrauliche dei diversi corsi d'acqua nel tratto di interesse, intese quali idrogrammi di piena (livelli e portate), ricavate attraverso analisi idrologiche e processi di modellazione matematica, e le condizioni idrauliche al contorno, sia a monte che a valle, per quanto non espresso dagli eventuali dati idrometrici disponibili.

La definizione della geometria dei corsi d'acqua nel tratto oggetto di studio è stata resa possibile grazie a rilievi topografici condotti dallo scrivente, i quali sono stati integrati con quelli messi a disposizione dall'Autorità di Bacino del Reno.

##### *Fase 2^: analisi idraulica dei corsi d'acqua di competenza dell'ADB Reno*

Per i corsi d'acqua di competenza dell'ADB Reno interessati dal tracciato in progetto e classificati come "Principali" o "Secondari" sono state condotte analisi idrologiche ed idrauliche, in grado di approfondire, attraverso un processo di modellazione matematica comparativa tra stato di progetto e stato attuale, le perturbazioni dell'attraversamento viario sulle dinamiche idrauliche.

I parametri idraulici e le procedure di calcolo di contesto, sono quelle ricavate da studi e ricerche condotte negli ultimi anni all'interno di progettualità e valutazioni idrodinamiche funzionali alla pianificazione territoriale e quindi hanno una valenza già affermata e validata, mentre i criteri di impostazione, e soprattutto i vincoli applicati, sono quelli contenuti nel quadro normativo di riferimento precedentemente elencato. Da quest'ultimo, ed in particolare dal PAI dell'AdBReno, si desumono anche elementi funzionali alla caratterizzazione dei singoli sistemi fluviali. Tali parametri di riferimento sono affiancati da valutazioni legate all'opportunità di definire soluzioni progettuali di modesto impatto ambientale

In generale si è proceduto nella definizione di soluzioni progettuali che rispettino i contenuti di tracciato del progetto preliminare ed altresì tengano conto del rispetto della naturalità dei luoghi e delle esigenze che i diversi Enti gestori di ogni singolo corso d'acqua hanno avanzato durante il continuo confronto che ha caratterizzato la fase di Progettazione Definitiva.

Questa porzione dello studio ha compreso l'implementazione di modelli matematici di propagazione degli eventi di piena, mediante i quali sono stati calcolati i principali parametri idraulici di interesse (quali tiranti idrici e velocità medie della corrente), raggiunti nelle varie sezioni trasversali da una serie di piene campione, sia nelle condizioni attuali che nello stato di progetto. In questa fase, lo studio è stato condotto sia per indagare i fenomeni erosivi attorno alle pile dei viadotti e nelle aree in corrispondenza dell'imbocco e dello sbocco degli attraversamenti idraulici, soggetti ad ampliamento, sia per valutare l'adeguatezza dimensionale degli attuali attraversamenti, nei confronti di una portata di progetto, specifica di ogni corso d'acqua.

##### *Fase 3^: analisi idraulica dei corsi d'acqua di competenza dei Consorzi di Bonifica e dei privati*

Il sistema dei corsi d'acqua artificiali comprende la rete idrografica canalizzata composta dai corsi d'acqua di scolo e di irrigazione afferenti ai diversi Consorzi di Bonifica e/o consorzi o proprietà private che insistono sull'area attraversata. Tale sistema è costituito da 61 corsi d'acqua artificiali di cui 18 canali gestiti dai Consorzi di Bonifica e 43 fossi di proprietà privata.

Il sistema è stato analizzato differenziando due ambiti territoriali, delimitati dal confine di competenza amministrativa tra il Consorzio di Bonifica Renana e il Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale:

- L'ambito del Consorzio di Bonifica Renana si sviluppa dall'inizio del tracciato soggetto all'ampliamento alla 4ª corsia, Pk 29+817.92, fino allo Scolo Consorziale Correcchio, Pk 47+698.36;
- L'ambito del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale si sviluppa dalla Pk 47+698.36 fino alla Pk 56+479.69.



La particolare caratteristica dei corsi d'acqua di bonifica risiede nella loro funzionalità e negli usi a cui sono preposti; l'ambivalenza delle funzioni di scolo ed irrigazione rende non poco difficile l'analisi idrologica in quanto, a rigore, essi vanno studiati sotto il profilo della funzione di drenaggio delle acque meteoriche, tuttavia utilizzati, soprattutto nelle stagioni primaverili ed estive, anche per irrigazione, mantenendo alti i livelli in alveo e riducendo la capacità di assorbimento di eventi pluviometrici importanti. All'interno delle difficoltà oggettive e tipiche di un comprensorio di bonifica, i livelli idrometrici da assumere a riferimento per la progettazione dell'ampliamento dei manufatti di attraversamento, sono stati determinati attraverso il calcolo della portata massima sostenibile ( $Q_{ms}$ ). Il valore di  $Q_{ms}$  è stato definito come la massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica dei corsi d'acqua nel tratto indagato in vicinanza all'attraversamento autostradale. Un valore maggiore di portata causerebbe infatti una esondazione localizzata, e non è pertanto realistico che tale portata possa interamente transitare nel tratto indagato. In accordo con l'esperienza e le indicazioni dei Consorzi, pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica dei canali, essa in genere è relativa a tempi di ritorno TR=20-30 anni, caratteristici dei comprensori e delle reti di bonifica.

Quest'analisi è stata condotta in due modalità differenti:

- Per ogni canale gestito dai Consorzi di Bonifica e per 9 fossi privati, ritenuti particolarmente significativi per le loro dimensioni e poiché attraversano la sede autostradale mediante tombino scatolare, è stata ricavata la  $Q_{ms}$  implementando un modello matematico monodimensionale in moto permanente, indagando e confrontando la condizione attuale, stato di fatto e quella futura, stato di progetto.
- Per i rimanenti fossi privati caratterizzati da sezioni trasversali minori rispetto ai precedenti e poiché attraversano la sede autostradale mediante tombini circolari di diametro  $\leq 1000$ mm, le analisi sono state condotte in forma più speditiva, determinando la  $Q_{ms}$  con analisi idraulica in moto uniforme, indagando e confrontando la condizione attuale, stato di fatto e quella futura, stato di progetto.

Tutte le soluzioni adottate sono state discusse e concordate con i Consorzi di bonifica competenti con i quali il confronto diretto ha consentito di approfondire le problematiche dell'intervento nonché rispettare le direttive di carattere generale che sono state fornite.

#### *Fase 4<sup>a</sup>: progettazione degli interventi di sistemazione idraulica*

Sulla base delle risultanze delle analisi idrauliche si è, quindi, proceduto alla definizione delle interventi di sistemazione e difesa spondale dei corsi d'acqua interferiti dall'ampliamento della sede autostradale. Per il progetto delle difese attive sono state privilegiate soluzioni di ingegneria naturalistica a basso impatto ambientale, condivise con gli Enti preposti al governo del territorio. Questi interventi consistono principalmente in difese spondali con massi di varia pezzatura, in relazione alle caratteristiche idrodinamiche del singolo corso d'acqua, gabbioni metallici riempiti di pietrame per la protezione delle spalle dei ponti, taglio selettivo della vegetazione, ripristino della viabilità esistente, inserimento di talee di salice ed idrosemina.

### **3.2 IL MODELLO MATEMATICO UTILIZZATO**

L'analisi idraulica mediante modellazione numerica è stata condotta sui corsi d'acqua gestiti dall'ADB Reno sui canali gestiti dai Consorzi di Bonifica e su 9 fossi privati considerati significativi per le ragioni riportate nel capitolo precedente. La ricostruzione in formato digitale delle rispettive morfologie dell'alveo, delle sezioni degli attraversamenti idraulici esistenti e delle aree limitrofe è basata sia sul rilievo topografico condotto dallo scrivente, sia sui rilievi topografici messi a disposizione dall'ADB Reno.

Il confronto tra le dinamiche idrauliche nello stato di fatto ed in quello di progetto, che prevede l'ampliamento alla 4<sup>a</sup> corsia del tracciato autostradale, ha consentito di evidenziare sia il funzionamento attuale dei corsi d'acqua, sia l'influenza sugli stessi apportata dall'ampliamento in esame.

Il modello adottato per le simulazioni matematiche effettuate, integra numericamente le equazioni differenziali del moto vario per correnti monodimensionali gradualmente variate. L'ipotesi di monodimensionalità è ampiamente giustificata nella grande maggioranza dei tratti dei corsi analoghi a quelli in esame; essa risulta poco corretta solo in corrispondenza di brusche variazioni nella geometria della sezione liquida trasversale, ma in tali circostanze il raffittimento del rilievo geometrico limita le possibili fonti di imprecisione.

Il modello utilizzato, è *HEC-RAS River Analysis System*, elaborato dall'*Hydrologic Engineering Center dell' US Army Corps of Engineers degli U.S.A.* (versione 5.0.3, Settembre 2016).

Si tratta di uno strumento d'applicabilità molto ampia, largamente utilizzato presso Enti Pubblici e Privati negli Stati Uniti e in oltre 40 nazioni, ed ormai adottato anche da molti Enti Pubblici Italiani.

Il modello è stato progettato per contenere vari moduli di analisi idraulica monodimensionale: analisi di moto permanente, analisi del moto vario, analisi del trasporto solido in letto mobile. Tra le diverse componenti quella utilizzata nel presente studio consiste nell'algoritmo di calcolo idraulico per la determinazione delle variazioni della portata, della velocità, della larghezza del pelo libero della corrente e di altre caratteristiche idrauliche del moto durante la propagazione verso valle della corrente idrica di portata nota, per effetto della capacità di laminazione naturale dell'alveo, della sua resistenza d'attrito, della presenza di opere interagenti con la corrente (ponti e traverse).

Il modello, calcola i profili di moto vario per corsi d'acqua monodimensionali in regime di corrente lenta, veloce o mista. Il programma, è in grado di calcolare e gestire i profili per una rete di canali naturali o artificiali in un sistema ad albero od a singolo ramo. Le relazioni fondamentali della formulazione matematica sono le equazioni dei moti permanenti nell'espressione classica dell'equazione monodimensionale dell'energia secondo Manning. Le perdite valutate sono quelle d'attrito (secondo Manning), valutate per le diverse parti della sezione trasversale (canale centrale, sponde laterali, golene e parti di golene), e quelle causate dalla contrazione o espansione delle sezioni (tramite un coefficiente che moltiplica la variazione dell'altezza cinetica). L'equazione della quantità di moto è utilizzata nei punti dove il profilo del pelo libero subisce brusche variazioni ovvero in regime misto nel passaggio da corrente veloce a corrente lenta oppure, in corrispondenza di ponti, traverse e sottopassi o alla confluenza di più rami di una rete.

Il modello richiede, oltre alla geometria generale del corso d'acqua, profili e sezioni trasversali, i dati di portata in ingresso nella prima sezione di monte ed, eventualmente in tutte le sezioni dove sono disponibili dati di portata, ed infine le condizioni al contorno dipendenti dal regime di moto della corrente.

L'equazione generale dell'energia è la seguente:

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + h_e \quad (3.1)$$

dove:

- $Y_1, Y_2$  altezza idrometrica nella sezione 1 e 2,
- $Z_1, Z_2$  quota del fondo alveo nelle sezioni 1 e 2,
- $V_1, V_2$  velocità medie (portata totale/area bagnata) nelle sezioni 1 e 2,
- $\alpha_1, \alpha_2$  coefficienti di velocità,
- $h_e$  perdita di carico nel tratto 1-2.

La perdita di carico tra due sezioni trasversali è calcolata come somma delle perdite distribuite per attrito e di quelle concentrate per effetto di contrazioni o allargamenti bruschi di sezione secondo l'equazione:

$$h_e = LS_f + C \left( \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right) \quad (3.2)$$

dove:

- $L$  distanza pesata, in funzione della portata, tra le due sezioni trasversali 1 e 2,
- $S_f$  pendenza motrice tra le sezioni 1 e 2,
- $C$  coefficiente di perdita di carico per contrazione o allargamento di sezione.

La pendenza d'attrito  $S_f$  è valutata secondo l'espressione di Manning:



$$S_f = n^2 Q|Q| / (A^2 R^{4/3}) \quad (3.3)$$

dove  $n$  è il coefficiente di resistenza di Manning (che vale anche  $n=1/c$  con  $c$  di Gauckler-Strickler) ed  $R$  è il raggio idraulico.

L'equazione differenziale del moto viene integrata per via numerica, attraverso un insieme di fasi iterative che vengono ripetute più volte per affinarne la risoluzione; per la determinazione dei profili è quindi necessario fornire le condizioni iniziali di portata in ingresso e le condizioni al contorno in funzione del regime di moto.

La procedura di calcolo per la determinazione del profilo idraulico per portata assegnata, richiede i seguenti dati:

- descrizione completa del tronco fluviale, costituita dalla rappresentazione geometrica delle sezioni di rilievo trasversali e relativo loro posizionamento piano-altimetrico;
- descrizione geometrica di opere trasversali (ponti e relativi rilevati di accesso, tombini scotolari, traverse fluviali, soglie di fondo, briglie etc.) e/o longitudinali in alveo;
- caratterizzazione della resistenza al moto in alveo e golene mediante la definizione del coefficiente di scabrezza di Manning;
- definizione dei coefficienti di contrazione/espansione, per effetto di perturbazioni offerte al moto da parte di opere trasversali presenti in alveo;
- definizione del tipo di moto (corrente lenta o veloce) nel tronco fluviale;
- condizione al contorno di partenza del calcolo del profilo secondo tre possibili metodologie:
- introduzione di una altezza d'acqua nota di valle o di monte, a seconda che il moto avvenga in corrente lenta o veloce,
- calcolo eseguito a partire dall'altezza critica,
- calcolo eseguito a partire dalla pendenza di fondo alveo.

Il calcolo del rigurgito prodotto dalle pile del ponte viene eseguito secondo diversi metodi :

- Equazione di Yarnell;
- Metodo di conservazione della quantità di moto.

Nelle simulazioni idrauliche descritte nel seguito di questa relazione si adottano la convenzione per convenzione una progressiva lungo l'asse del corso d'acqua decrescente nel senso del moto: di conseguenza la coordinata  $x = 0$  corrisponde al punto più a valle del tratto indagato.

Nello stato di progetto, i tombini sono stati prolungati della lunghezza necessaria richiesta dalle dimensioni del rilevato dell'autostrada a 4 corsie per senso di marcia. In alcuni casi di tombini ricadenti nell'ambito del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale (Scolo Correcchiello, Scolo Gambellara Fossa Influyente nel Maestà, Scolo Castelnuovo, Condottello di Bagnara) il Consorzio stesso ha richiesto un ulteriore prolungamento dei tombini per esigenze di manutenzione.

## 4. AMBITO DI RIFERIMENTO

L'area entro cui si sviluppa il corridoio autostradale di progetto ricade interamente nel bacino idrografico del fiume Reno.

Lo studio idrologico ed idraulico è stato differenziato per sistemi idrografici e per ambiti territoriali al fine di inquadrare il territorio interessato non tanto sotto il profilo del corridoio autostradale bensì sotto il profilo delle sue caratteristiche idrografiche e quindi con riferimento all'entità prevalente del bacino idrografico di riferimento. Possono quindi essere individuate 4 categorie di corsi d'acqua:

- corsi d'acqua di competenza dell' ADB Reno;
- corsi d'acqua artificiali ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica Renana, tra la Pk 29+817.92 e la Pk 47+698.36;
- lo Scolo Molini (Pk49+814.56), gestito dal Consorzio Utenti del Canale dei Molini di Imola;
- corsi d'acqua artificiali ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale, tra la Pk 47+698.36 e la Pk 56+479.69.

Nello specifico, i corsi d'acqua interferenti con il tracciato autostradale sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 4-1. Corsi d'acqua di competenza dell'ADB Reno

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA ALL'ALTEZZA DELL'A14
AU-CS15-PO007	Rio Rosso	33+700.701	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-CS017-PO008	Torrente Gaiana	34+063.376	ADB Reno	Secondario	Scatolare
AU-CS018-TS051	Scolo Fossazza	35+094.461	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-CS018-TS053	Rio Magione	35+408.070	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-VI003	Torrente Sillaro	da 39+783.220 a 39+879.210	ADB Reno	Principale	Viadotto
AU-CS024-TS071	Rio Rosso	41+047.273	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-CS024-TS072	Rio Toscanella	41+316.232	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-CS025-PO012	Rio Sabbioso	41+972.231	ADB Reno	Secondario	Ponticello scatolare
AU-PO004	Torrente Sellustra	da 42+844.620 a 42+876.020	ADB Reno	Secondario	Ponte
AU-CS028-TS081	Scolo Fossatone	44+859.561	ADB Reno	Minore	Scatolare
AU-VI005	Fiume Santerno	da 53+992.030 a 54+045.680	ADB Reno	Principale	Viadotto
AU-PO006	Rio Sanguinario	da 54+423.530 a 54+447.580	ADB Reno	Minore	Ponte

*Tabella 4-2. Corsi d'acqua artificiali ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica Renana, tra la Pk 29+817.92 e la Pk 47+698.36*

<b>CODICE WBS</b>	<b>NOME</b>	<b>Pk</b>	<b>ENTE GESTORE</b>	<b>RANGO</b>	<b>TIPOLOGIA OPERA ALL'ALTEZZA DELL'A14</b>
AU-CS013-TC027	Fosso 7	29+818.159	Privato	Minore	Scatolare all'imbocco, condotta circolare allo sbocco
AU-CS013-TC028	Fosso 8	30+123.175	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS013-TC031	Fosso 9	30+795.010	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS013-TC033	Fosso 10	31+167.700	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS014-TS034	Scolo Fossadone	31+355.291	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS014-TS036	Fossa di Mezzo	31+569.110	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS014-TC037	Fosso 11	31+811.862	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS015-TS038	Fosso 12	32+111.177	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS015-TS040	Scolo Fossa Barchetta	32+418.481	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS015-TS041	Fossa Grande	32+617.909	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS015-TS042	Fosso Galisano	32+920.584	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS015-TC043	Fosso 13	33+170.158	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS015-TC044	Fosso 14	33+321.656	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS016-TC046	Fosso 15	33+975.020	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS017-TC047	Fosso 16	34+355.258	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS018-TS049	Fosso 17	34+792.930	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS018-TC052	Fosso 18	35+263.543	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS018-TC054	Fosso 19	35+565.490	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS018-TS055	Scolo Laghetto	35+702.009	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS018-TC056	Fosso 20	36+022.266	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS018-TC057	Fosso 21	36+307.776	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS018-TC059	Fosso 22	36+778.581	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS020-PO011	Canale di Medicina	37+990.031	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS020-TS063	Fosso 23	38+196.850	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS021-TC066	Scolo Menata Sellaro	38+976.113	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
AU-CS024-TC070	Fosso 24	40+696.374	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS026-TC073	Fosso 25	42+736.981	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS028-TC077	Fosso 26	43+432.388	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS028-TC078	Fosso 27	43+839.368	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS028-TC079	Fosso 28	44+157.720	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS028-TC080	Fosso 29	44+531.167	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS028-TS083	Scolo Consorziabile Ladello	45+173.386	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS028-TS084	Fosso 30	45+571.002	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS028-TS086	Fossa delle Brunelle	45+998.275	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS029-TC088	Fosso 31	46+417.929	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS030-TS089	Scolo Consorziabile Prati Cupi	46+784.612	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS030-TC090	Fosso 32	46+982.946	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS031-TC092	Fosso 33	47+273.678	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS033-PO013	Scolo Consorziabile Correcchio	47+697.899	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare

*Tabella 4-3. Corsi d'acqua artificiali ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale, tra la Pk 47+698.36 e la Pk 56+479.69*

<b>CODICE WBS</b>	<b>NOME</b>	<b>Pk</b>	<b>ENTE GESTORE</b>	<b>RANGO</b>	<b>TIPOLOGIA OPERA IDRAULICO ALL'ALTEZZA DELL'A14</b>
AU-CS033-TC093	Fosso 34	48+042.375	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS033-TS095	Scolo Correcchiello	48+632.934	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Scatolare
AU-CS033-PO014	Scolo Consorziabile Gambellara	49+128.227	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Scatolare
AU-ST003	Scolo Molini	49+814.560	Assimilato a Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Sottovia
AU-CS034-TC101	Fosso 35	50+125.250	Privato	Minore	Scatolare all'imbocco, condotta circolare allo sbocco
AU-CS034-TS103	Fossa influente nel Maestà	50+521.821	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS034-TC104	Scolo Canaletta influente nel Maestà	51+056.782	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-TS124	Fosso 36	51+262.917	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS034-TC105	Fosso 37	51+505.427	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-TC106	Fosso 38	51+793.703	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-TC107	Scolo Colombara	51+920.526	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-TC108	Fosso 39	52+096.112	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-TC109	Fosso 40	52+265.548	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-TC111	Scolo Zaniolo	52+639.854	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS035-TC112	Fosso 41	53+021.536	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS040-TC117	Fosso 42	54+783.592	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS040-TC118	Fosso 43	54+989.107	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS040-TS119	Scolo Castelnuovo	55+353.179	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Scatolare
AU-CS040-TC120	Fosso 44	55+549.775	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS040-TC121	Fosso 45	56+016.669	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS040-TS122	Via Lunga o Condottello di Bagnara	56+193.922	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Scatolare

## 5. CORSI D'ACQUA DI COMPETENZA DALL'ADB RENO

Di seguito si esaminano i singoli corsi d'acqua interferiti dal tracciato in progetto (da Pk 29+600 a 56+600), per i quali l'Ente competente è rappresentato dall'Autorità di Bacino del Fiume Reno (vedi Tabella 4-1).

La struttura con cui si analizzano i singoli corsi d'acqua è la seguente:

- Caratteristiche idrografiche;
- Analisi idrologica e definizione delle portate di riferimento;
- Verifiche idrauliche;
- Interventi di sistemazione idraulica

Per tutti i corsi d'acqua di competenza dall'Autorità di Bacino del Fiume Reno è stata condotta un'analisi idraulica in moto permanente e nel caso del Fiume Santerno anche in moto vario, mediante modellazione numerica tramite il modello HEC-RAS. Tale analisi è volta a verificare lo stato di fatto, la configurazione provvisoria di cantiere e la configurazione di progetto, definendo per ciascuno scenario i parametri idraulici significativi (con particolare riguardo ai livelli) e le aree di allagamento.

La portata di riferimento adottate per la modellazione idraulica è la portata con tempo di ritorno di 200 anni per i corsi d'acqua principali, secondo le prescrizioni dell'Autorità di Bacino del Fiume Reno (ADB Reno).

I valori di portata utilizzati, per i diversi tempi di ritorno, sono riferiti agli studi idrologici condotti dall'ADB Reno, i quali vengono riportati nelle relazioni del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei principali bacini idrografici, in cui il tracciato di progetto ricade. Ove non sono disponibili in bibliografia valori di portata di riferimento, è stata definita come portata di progetto la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}$ ), ovvero la massima portata che può transitare a monte dell'attraversamento autostradale senza esondare (in base alla topografia di stato di fatto di ogni corso d'acqua. Tale valore è stato assunto a riferimento per la verifica idraulica dell'ampliamento del manufatto di attraversamento autostradale.

### 5.1 RIO ROSSO (AFFLUENTE NEL TORRENTE GAIANA)

#### 5.1.1 Caratteristiche idrografiche

Il Rio Rosso, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 33+700.701, è un corso d'acqua minore, affluente del Torrente Gaiana in sinistra idrografica.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella alta pianura Bolognese, ed il tratto del Rio interessato dall'opera infrastrutturale in progetto insiste su una porzione di territorio caratteristica della bassa pianura padana dominata da superfici piatte monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature.

Tabella 5-1. Rio Rosso - caratteristiche fisiche

Area del bacino	8.02	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	8.067	km
Elevazione massima del bacino	215	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	41	m s.l.m.
Distanza dalla foce	1.95	km



Figura 5-1. Rio Rosso in corrispondenza dello scatolare sulla strada provinciale Colunga a valle dell'A14

## 5.1.2 Definizione delle portate di riferimento

Alla luce di recenti rilievi (giugno 2017) nel tratto a monte e a valle dell'attraversamento autostradale, la modellazione idraulica del Rio Rosso ha permesso di individuare la portata massima sostenibile dall'alveo nel suo stato di fatto ( $Q_{ms}$ ) il cui valore è pari a  $8.00 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 5.1.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

### 5.1.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Rio Rosso è stata ricavata tramite rilievo topografico condotto dallo scrivente ed integrato dai rilievi forniti dall'ADB Reno.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 220m a monte dell'autostrada e per 580m a valle, per una lunghezza totale di circa 800m.

Il modello idraulico si compone di dieci sezioni trasversali significative, ortogonali all'asse del torrente. A queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto indagato comprende due manufatti:

- il primo è il Ponte autostradale costituito da uno scatolare di luce pari a 6.0m ed altezza di 2.85m tra fondo alveo ed intradosso, questo ultimo posto ad una quota pari a 42.74m slm;
- il secondo, 200m a valle dell'autostrada è il Ponte sulla Strada Provinciale Colunga N.31, ponte la cui luce è pari a 4.00m ed altezza pari a 2.40m tra fondo alveo ed intradosso, questo ultimo posto ad una quota pari a 42.00m slm.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e alle opere in calcestruzzo sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 5-2. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del Rio Rosso

Coefficienti di scabrezza di Strickler (m <sup>1/3</sup> /s)	
Alveo	20
Opere in calcestruzzo	58

### 5.1.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto per il quale si considera sia il prolungamento dello scatolare di circa 6.00m che il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello del rio Rosso nel codice di calcolo HEC-RAS, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza nell'intorno dell'ultimo tratto del modello idraulico ( $i=0.0017$ );
- portata di riferimento adottata per la modellazione idraulica è la portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del Rio Rosso;

### 5.1.3.3 Risultati della modellazione idraulica

Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è riportato nella seguente figura.

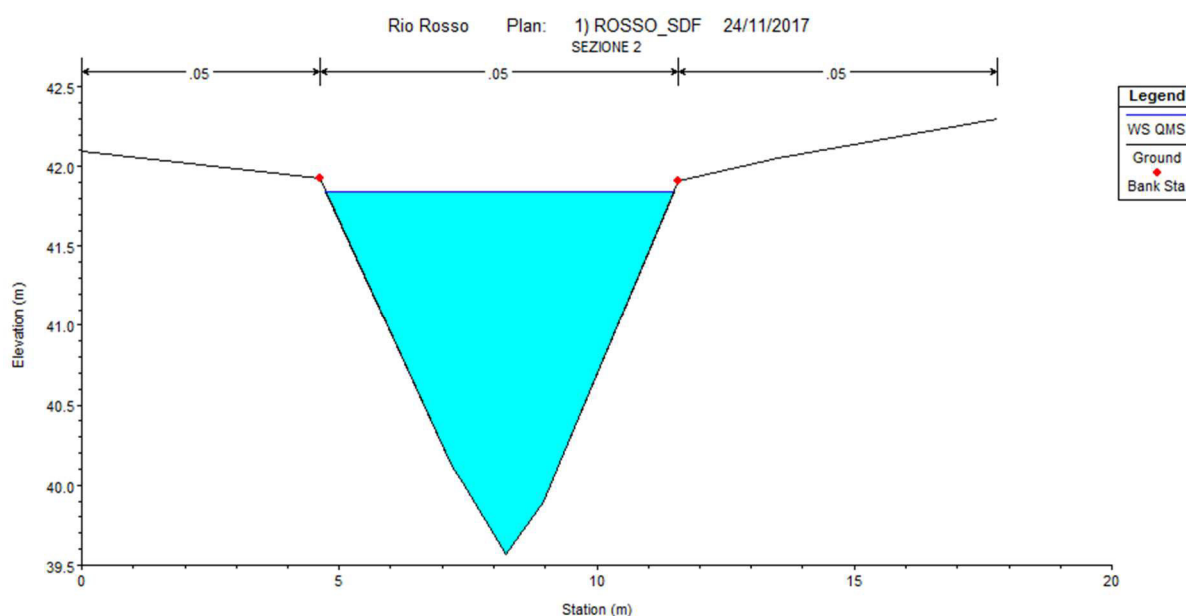


Figura 5-2. Sezione a monte dell'attraversamento dell'A14 nello SF con portata massima sostenibile



La modellazione idraulica nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare che delle sezioni rispettivamente subito a monte e subito a valle, al fine di garantire il regolare deflusso della corrente.

I risultati della modellazione idraulica sono riportati in Figura 5-3, che mostra il confronto tra i profili di rigurgito dello stato di fatto (in rosso) e dello stato di progetto (in blu) con la condizione di moto uniforme a valle e con la portata massima sostenibile in ingresso a monte. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.60m.

Come evidenziato nella figura la sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata abbassando il fondo dell'alveo di circa 20 cm, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso ha interessato anche un tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica.

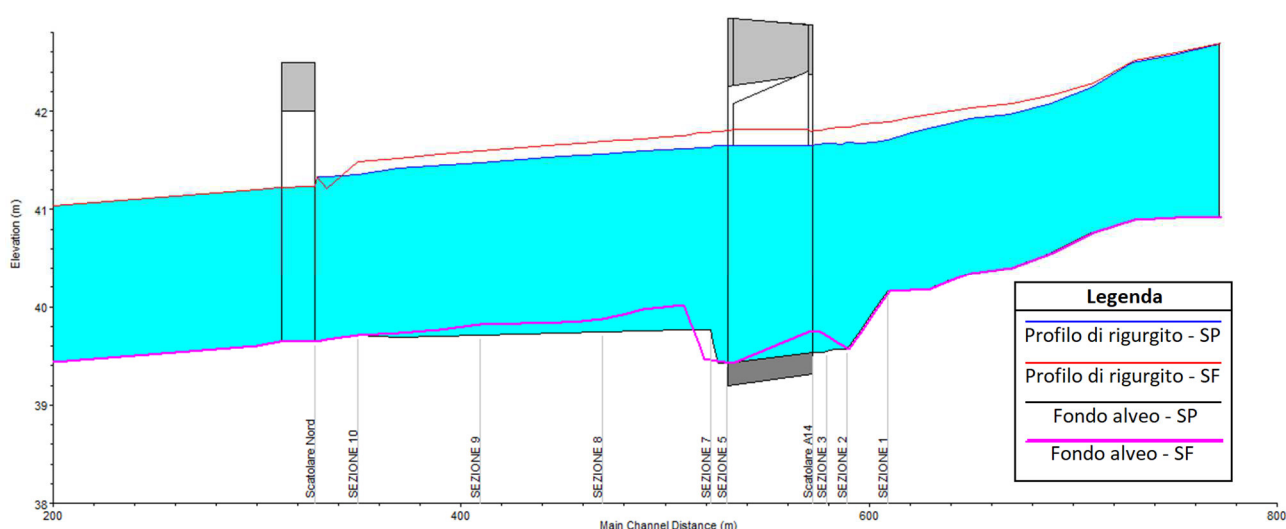


Figura 5-3. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

#### 5.1.4 Interventi di sistemazione idraulica

Sul Rio Rosso è da prevedere prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso all'interno dello scatolare e per circa 8m a monte e 170m a valle, al fine di migliorare le condizioni di deflusso della corrente, attraverso un abbassamento del profilo di rigurgito. La sistemazione dell'alveo consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di 5 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Una descrizione dettagliata degli interventi di sistemazione idraulica per il Rio Rosso (in Gaiana) è fornita nell'elaborato grafico di riferimento.



## 5.2 TORRENTE GAIANA

### 5.2.1 Caratteristiche idrografiche

Il Torrente Gaiana nasce dal Monte Calderaro, sulle pendici settentrionali del massiccio del Monte Grande, nell'Appennino bolognese, a circa 550 m s.l.m., nel comune di Castel San Pietro Terme. Il suo corso prosegue verso nord. Giunto in pianura lambisce l'omonima frazione di Castel San Pietro, quindi entra nel comune Medicina, a ovest del capoluogo, per poi gettarsi, dopo un percorso di 24.40 km, nel torrente Quaderna, del quale costituisce il più importante affluente. Il Torrente Gaiana, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 34+062.40, è un corso d'acqua secondario, appartenente al bacino idrografico del Torrente Idice; nelle sue acque confluiscono quelle del Rio Rosso, Scolo Fossazza e Rio Magione.

Tabella 5-3. Torrente Gaiana - caratteristiche fisiche

Area del bacino	36.10	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	24.40	km
Elevazione massima del bacino	550	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	44	m s.l.m.
Distanza dalla foce	1.70	km



Figura 5-4. Torrente Gaiana in corrispondenza dell'autostrada A14



Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per circa 2000m a monte dell'autostrada e per 3000m a valle, per una lunghezza totale di circa 5000m.

Il modello idraulico si compone di quattordici sezioni trasversali, ortogonali all'asse del torrente, a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto indagato comprende sei manufatti:

- il primo, 1700m a monte dell'autostrada, è il Ponte Cascina San Biagio, ponte la cui luce è pari a 5.50m, mentre l'intradosso è posto ad una quota pari a 51.22m slm;
- il secondo, 800m a monte dell'autostrada è il Ponte Podere Palazzo, ponte la cui luce è pari a 6.40m, mentre l'intradosso è posto ad una quota pari a 46.59m slm;
- il terzo, 600m a monte dell'autostrada è il Ponte Cascina le due Colombare, ponte la cui luce è pari a 5.00m, mentre l'intradosso è posto ad una quota pari a 46.59m slm;
- il quarto è il Ponte autostradale costituito da uno scatolare di luce pari a 6.0m ed altezza pari a 3,00m tra i fondo e intradosso, questo ultimo posto ad una quota pari a 43.48m slm;
- il quinto, 250m a valle dell'autostrada è il Ponte sulla Strada Provinciale Colunga N.31, ponte la cui luce è pari a 11.40m, mentre l'intradosso è posto ad una quota pari a 44.90m slm;
- il sesto ed ultimo ponte è posto a circa 2000m a valle dell'autostrada, ha una luce è pari a 6.40m, mentre l'intradosso è posto ad una quota pari a 38.25m slm;

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. Si sono differenziate le scabrezze per il fondo alveo e sponde inferiori, più spoglie di vegetazione, rispetto a quella delle sponde superiori, oltre a differenziare i valori per le opere in calcestruzzo.

I valori del coefficiente di Strickler attribuiti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 5-4. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del Torrente Gaiana

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Fondo dell'alveo	22
Sponde dell'alveo	20
Opere in calcestruzzo	58

### 5.2.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto per il quale si considera il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione dei modelli idraulici, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza nell'intorno dell'ultimo tratto del modello idraulico ( $i=0.003$ );
- portata di riferimento adottata per la modellazione idraulica è la portata massima sostenibile pari a  $11.00m^3/s$ .

### 5.2.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica del Torrente Gaiana ha permesso di individuare nello stato di fatto la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $11.00 m^3/s$ .

Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è riportato nella seguente figura.

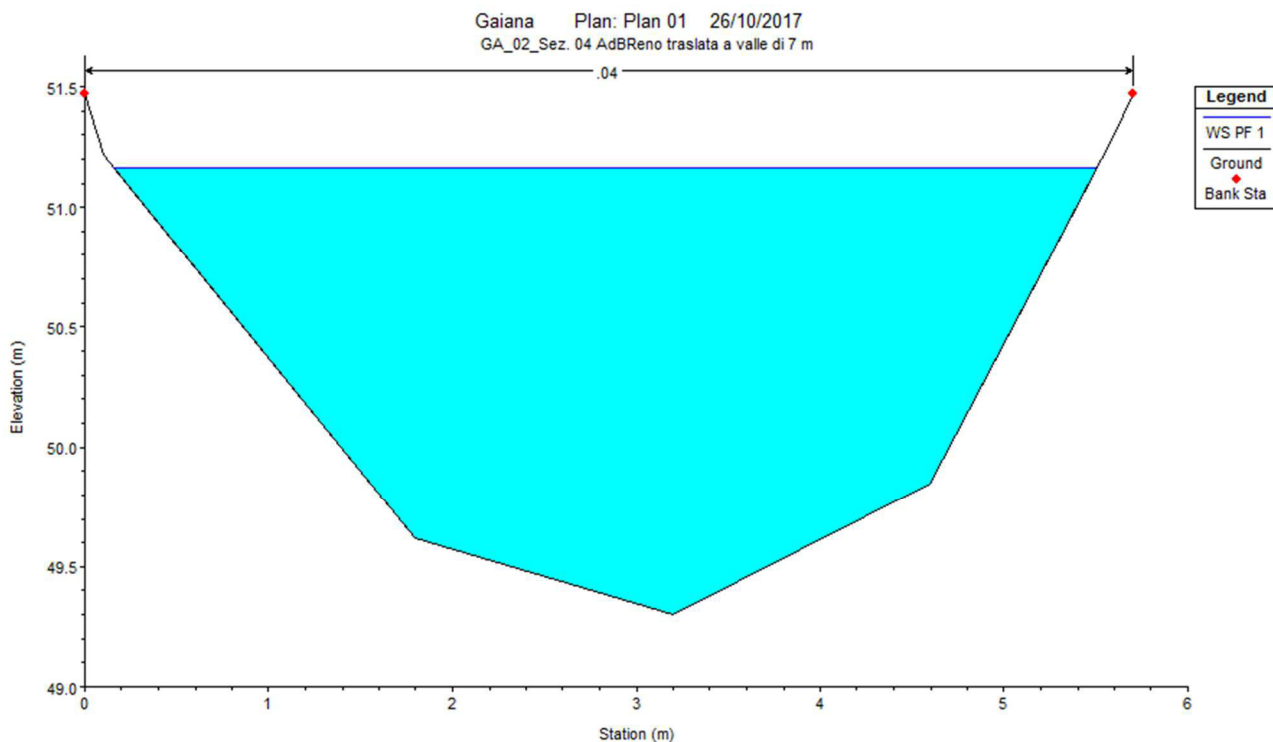


Figura 5-6. Sezione a monte dell'attraversamento dell'A14 nello SF con portata massima sostenibile

I risultati della modellazione idraulica sono riportati in Figura 5-7, che mostra il confronto tra i profili di rigurgito dello stato di fatto e dello stato di progetto con la condizione di moto uniforme a valle e con la portata massima sostenibile in ingresso a monte. La linea magenta rappresenta il profilo del terreno nello stato di fatto, mentre per lo stato di progetto si fa riferimento alla fascia colorata in azzurro. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.01m.

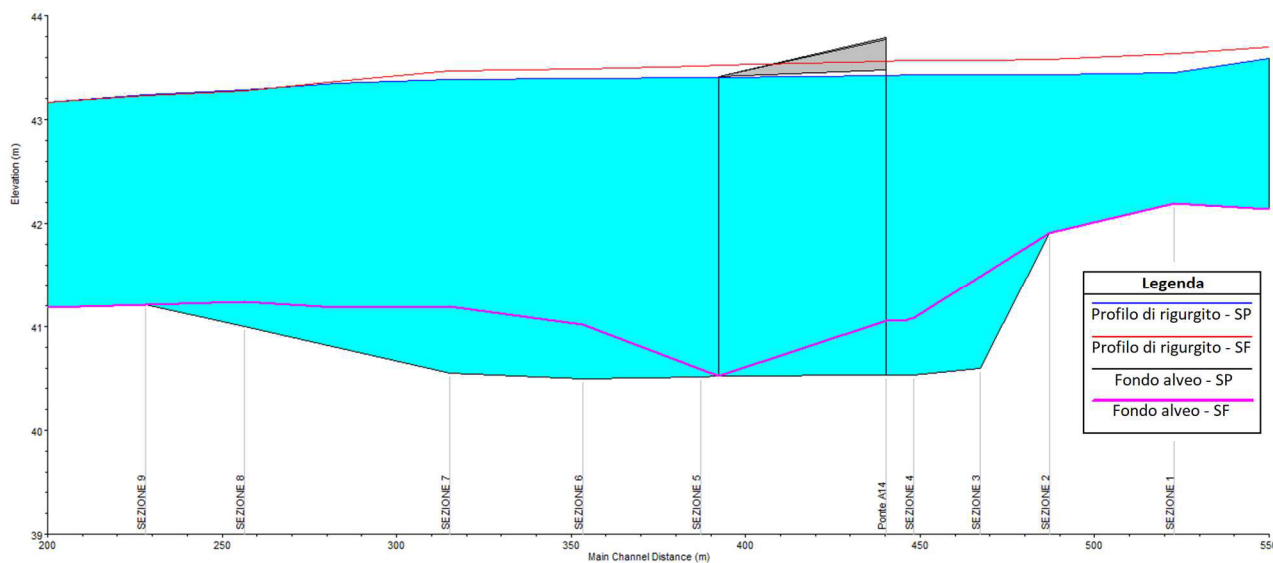


Figura 5-7. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$



Nello stato di fatto sussiste una situazione in cui la portata massima sostenibile manda in pressione lo scatolare autostradale poiché, in corrispondenza di questo, la sezione utile per il deflusso è fortemente parzializzata a causa di processo di sedimentazione del materiale solido trasportato dalla corrente.

Nello stato di progetto si prevede il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso che comporta l'asportazione del materiale sedimentato al fine di riportare lo scatolare autostradale alle originarie condizioni di deflusso. Come si evince dal profilo di rigurgito dello stato di progetto, la portata massima sostenibile defluisce attraverso lo scatolare con un franco di sicurezza di 85,00 cm, ciò dimostra il deciso miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica rispetto allo stato di fatto.

#### 5.2.4 Interventi di sistemazione idraulica

L'intervento di sistemazione previsto per il Torrente Gaiana prevede il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso, in particolare è necessario asportare il materiale sedimentato all'interno dello scatolare che nello stato attuale presenta una sezione utile fortemente parzializzata passando dagli originali 3.00m di altezza agli attuali 1.50m. Il ripristino dell'efficienza idraulica deve essere prevista anche a valle e a monte dello scatolare, in particolare circa 50.00m a monte di questo, è presente un accumulo di materiale sedimentato, esteso per circa 10.00m, che riduce fortemente la sezione di deflusso (vedi Figura 5-8).



Figura 5-8. Accumulo di sedimento nell'alveo del Torrente Gaiana

Per garantire la stabilità delle sponde, parzialmente compromessa da fenomeni erosivi della corrente e successivi scivolamenti del terreno di scarpata, si prevede la realizzazione di una scogliera ottenuta con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 100-500 Kg/cad, con interstizi intasati di terreno per accogliere l'inserimento di Talee di Salice a basso portamento in ragione di 1.5/m<sup>2</sup>. La soluzione viene proposta per un tratto di circa 10m a monte e a valle dello scatolare.

Una descrizione dettagliata degli interventi di sistemazione idraulica per il Torrente Gaiana è fornita nell'elaborato grafico di riferimento.

## 5.3 SCOLO FOSSAZZA

### 5.3.1 Caratteristiche idrografiche

Lo Scolo Fossazza, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 35+094.52, è un corso d'acqua artificiale, affluente del Rio Magione in sinistra idrografica.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piatte monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 5-5. Scolo Fossazza - caratteristiche fisiche alla sezione di attraversamento dell'interconnessione tra corso d'acqua e A14

Area del bacino	1.50	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	2.30	km
Elevazione massima del bacino	57	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	43	m s.l.m.
Distanza dalla foce	0.89	km



Figura 5-9. Scolo Fossazza in corrispondenza dello scatolare sulla strada provinciale Colunga a valle dell'A14

### 5.3.2 Definizione della portata di riferimento

La portata massima prese a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico dello Scolo Fossazza è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=1.50m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del torrente. Questa scelta è dettata dal fatto che lo Scolo Fossazza è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico dello Scolo implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 5.3.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 5.3.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato dello scolo Fossazza è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 40 m a monte dell'autostrada e per 80 m a valle, per una lunghezza totale di circa 160 m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di sei sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende due manufatti:

- il primo in corrispondenza dell'autostrada è uno scatolare con luce pari a 1.5m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 1.70m ed estensione lineare di 40.5m,
- il secondo posto a monte rispetto l'A14 è uno scatolare con luce pari a 1.5m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 1.5m ed estensione lineare pari a 3.55m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 5-6. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico dello scolo Fossazza

Coefficients di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	20
Opere in calcestruzzo	58

#### 5.3.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza il prolungamento dello scatolare autostradale;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale pari a circa 4.5m ed il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico dello scolo Fossazza, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0015$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

#### 5.3.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $1.5 m^3/s$ . Il livello idrico raggiunto nella sezione di dimensioni più ridotte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato nella seguente figura.

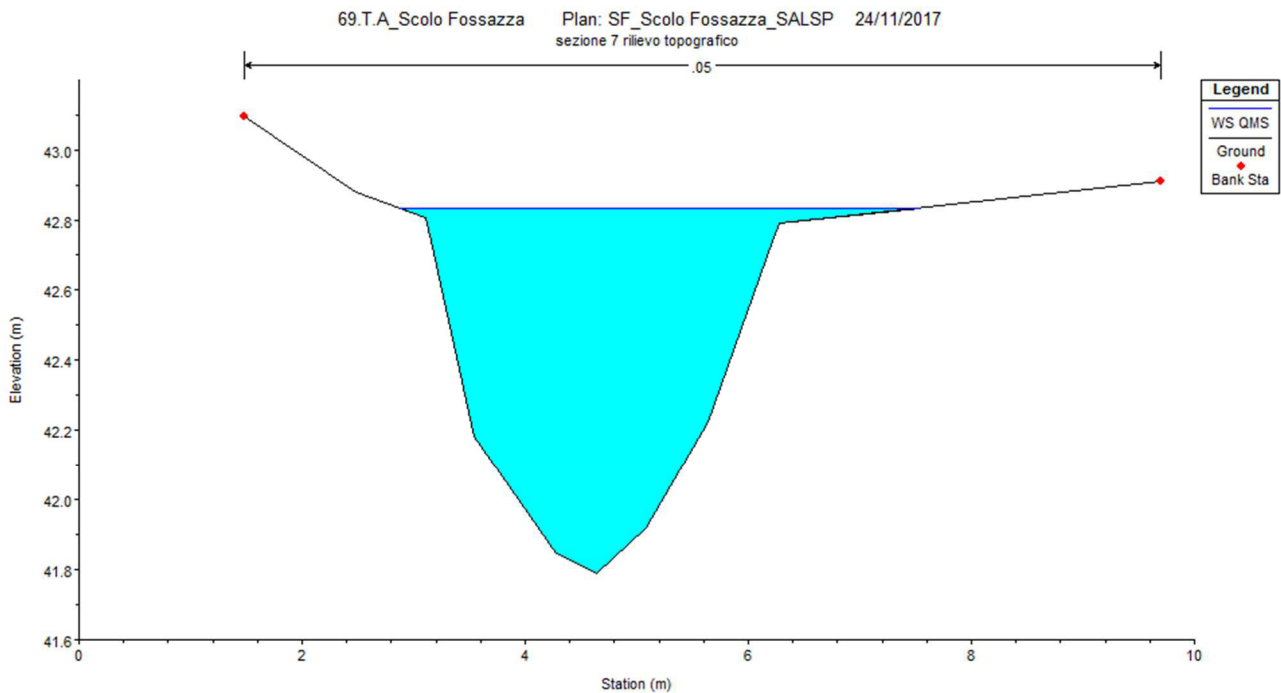


Figura 5-10. Livello raggiunto nella sezione di monte dello scatolare autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto dell'ampliamento dell'estensione lineare dello scatolare autostradale e del ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare, sia delle sezioni rispettivamente subito a monte e subito a valle, al fine di garantire il regolare deflusso della corrente.

Di seguito si riporta il confronto tra i profili di rigurgito nello stato di fatto e nello stato di progetto. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 1.16m.

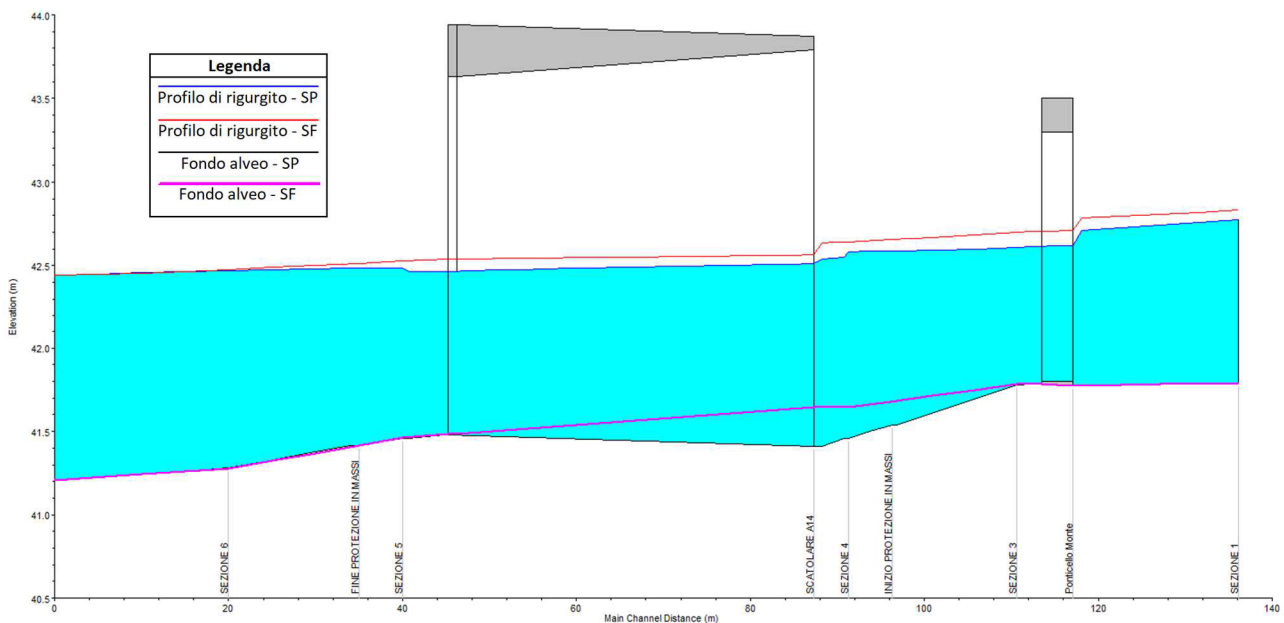


Figura 5-11. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$



Come evidenziato nella figura precedente la sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata abbassando il fondo dell'alveo di circa 15,00 cm, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrto nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso ha interessato anche un tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica.

#### 5.3.4 Interventi di sistemazione idraulica

Sullo Scolo Fossazza è da prevedere prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso all'interno dello scatolare e per circa 20.00m a monte e 20.00 a valle, al fine di migliorare le condizioni di deflusso della corrente, attraverso un abbassamento del profilo di rigurgito. La sistemazione dell'alveo consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di 5.00 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Una descrizione dettagliata degli interventi di sistemazione idraulica per lo Scolo Fossazza è fornita nell'elaborato grafico di riferimento.

## 5.4 RIO MAGIONE

### 5.4.1 Caratteristiche idrografiche

Il Rio Magione, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 35+408.07, è un corso d'acqua minore, affluente del Torrente Gaiana in destra idrografica.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella alta pianura Bolognese, ed il tratto del Rio interessato dall'opera infrastrutturale in progetto insiste su una porzione di territorio caratteristica della bassa pianura padana dominato da superfici piatte monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature.

Tabella 5-7. Rio Magione - caratteristiche fisiche

Area del bacino	10.07	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	8.784	km
Elevazione massima del bacino	298.50	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	43.20	m s.l.m.
Distanza dalla foce	1.300	km



Figura 5-12. Rio Magione in corrispondenza dello scatolare dell'autostrada A14

### 5.4.2 Definizione delle portate di riferimento

Alla luce di recenti rilievi (giugno 2017) nel tratto a monte e a valle dell'attraversamento autostradale, la modellazione idraulica del Rio Magione ha permesso di individuare la portata massima sostenibile dall'alveo nel suo stato di fatto il cui valore è pari a 3.50 m<sup>3</sup>/s.

### 5.4.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 5.4.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Rio Magione è stata ricavata tramite rilievo topografico condotto dallo scrivente ed integrato dai rilievi forniti dall'ADB Reno.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per circa 100m a monte dell'autostrada e per 650m a valle, per una lunghezza totale di circa 750m.

Il modello idraulico si compone di nove sezioni trasversali, ortogonali all'asse del torrente, a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto indagato comprende come manufatti il Ponte autostradale costituito da uno scatolare di luce pari a 4.50m ed altezza di 2.00m tra fondo alveo ed intradosso, questo ultimo posto ad una quota pari a 44.68m s.l.m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e alle opere in calcestruzzo sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 5-8. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del Rio Magione

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	20
Opere in calcestruzzo	58

#### 5.4.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto per il quale si considera il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello del Rio Magione nel codice di calcolo Hec-Ras, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza nell'intorno dell'ultimo tratto del modello idraulico ( $i=0.003$ );
- portata di riferimento adottata per la modellazione idraulica è la portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del Rio Magione;

#### 5.4.3.3 Risultati della modellazione idraulica

Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è riportato nella seguente figura.

Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è riportato nella seguente figura.

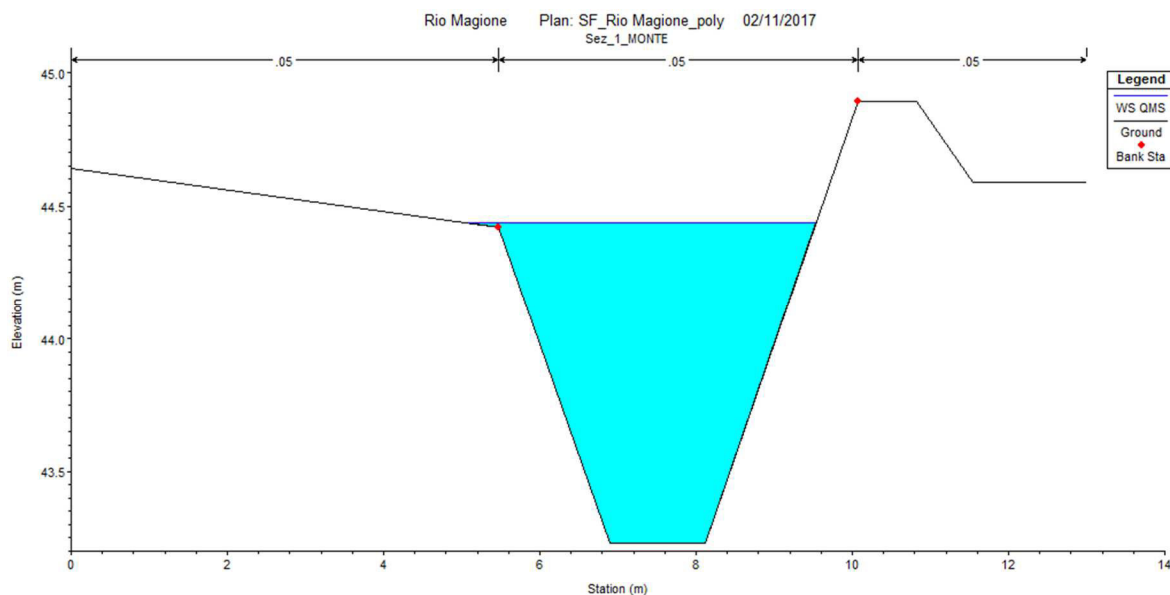


Figura 5-13. Sezione a monte dell'attraversamento dell'A14 nello SF con portata massima sostenibile

La modellazione idraulica nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare che delle sezioni a monte e a valle, al fine di garantire il regolare deflusso della corrente.

I risultati della modellazione idraulica sono riportati in Figura 5-14, che mostra il confronto tra i profili di rigurgito dello stato di fatto e dello stato di progetto con la condizione di moto uniforme a valle e con la portata massima sostenibile in ingresso a monte.

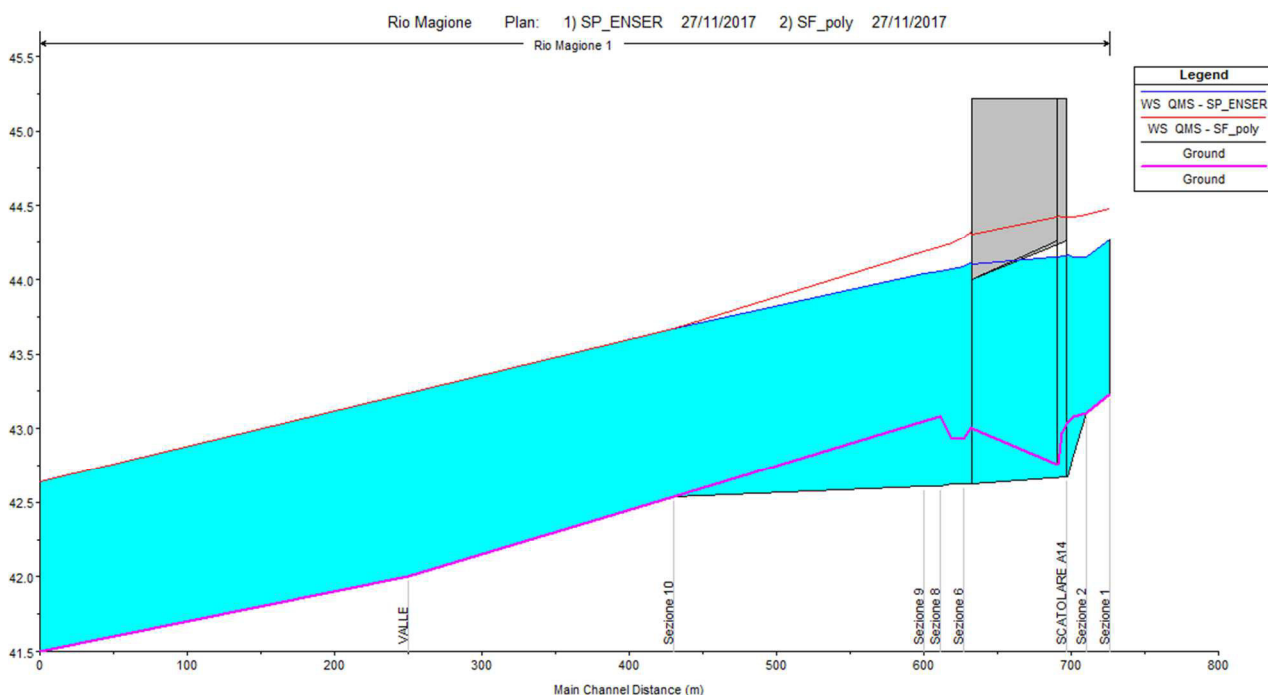


Figura 5-14. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

Come evidenziato nella figura precedente la sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata abbassando il fondo dell'alveo di circa 50.00 cm, ripristinando, in questo modo,

le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrito nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso ha interessato anche un tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica.

#### 5.4.4 Interventi di sistemazione idraulica

Sul Rio Magione è da prevedere prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso all'interno dello scatolare e per circa 20.00m a monte e 300.00 a valle, al fine di migliorare le condizioni di deflusso della corrente, attraverso un abbassamento del profilo di rigurgito. La sistemazione dell'alveo consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di 5.00 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Una descrizione dettagliata degli interventi di sistemazione idraulica per il Rio Magione è fornita nell'elaborato grafico di riferimento.

## 5.5 TORRENTE SILLARO

### 5.5.1 Caratteristiche idrografiche

Il Torrente Sillaro, interferito dal tracciato autostradale fra la Pk 39+783 e la Pk 39+879, è un corso d'acqua principale che si sviluppa complessivamente per circa 75 km. Nasce nel Comune di Firenzuola (FI), a Nord del complesso montuoso compreso tra il Monte Tre Poggioli (966 m slm), Monte La Ravniana (892 m slm) ed il Monte la Fine (993 m slm) e dopo circa 6,5 km (a Giugnola) entra in territorio romagnolo.

Il bacino imbrifero sotteso alla confluenza con lo Scolo Consorziiale Correcchio (a monte di Sesto Imolese), dopo un percorso del Torrente Sillaro di circa 55 km, ha una superficie di 212 km<sup>2</sup> (16 km<sup>2</sup> sono in Provincia di Firenze). Nel tratto montano i maggiori tributari sono il Rio Sabbioso (11 km di lunghezza, avente origine a Sud dell'abitato di Castel S. Pietro, in località Cà di Sopra, 208 m slm) ed il T. Sellustra; entrambi confluiscono nel Sillaro in destra idrografica prima dell'abitato di Castel Guelfo. In corrispondenza della confluenza dello Scolo Consorziiale Correcchio ha inizio il tratto di pianura arginato lungo 22 km. Il T. Sillaro termina il suo corso nel Fiume Reno in località Bastia, circa a 300 m dal ponte della S.S. n° 16 "Adriatica", nello stesso punto del Torrente Idice. Nel tratto di pianura riceve in destra, a monte di Sesto Imolese, le acque dello Scolo Consorziiale Correcchio ed in sinistra il Canale di Bonifica Sussidiario (lungo circa 3,5 km). I 7,5 km finali del Torrente Sillaro proseguono al di fuori della Provincia di Bologna: i primi 3,5 km fungono da confine tra la Provincia di Ferrara e quella di Ravenna, mentre i restanti 4 km scorrono interamente in Provincia di Ferrara. Nel Canale di Bonifica Sussidiario convergono il Canale Garda e il Collettore Menata che raccolgono, attraverso una capillare rete scolante, le acque di scarico e meteoriche del comprensorio di bacino di pianura del Torrente Sillaro. In particolare il Canale Garda drena gli scarichi di un vasto territorio comprendente i Comuni di Medicina, Sesto Imolese, Castel Guelfo e la parte a Nord della Via Emilia compresa nel Comune di Castel S. Pietro; riceve inoltre i reflui della zona di Budrio e di una piccola porzione a Ovest di S. Antonio. Al Collettore Menata affluiscono gli scarichi della parte di bassa pianura compresi tra Budrio e l'argine sinistro del Torrente Sillaro.

Tabella 5-9. Torrente Sillaro - caratteristiche fisiche

Area del bacino	212	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	55	km
Elevazione massima del bacino	993	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	41	m s.l.m.



Figura 5-15. Torrente Sillaro immediatamente a valle del viadotto autostradale



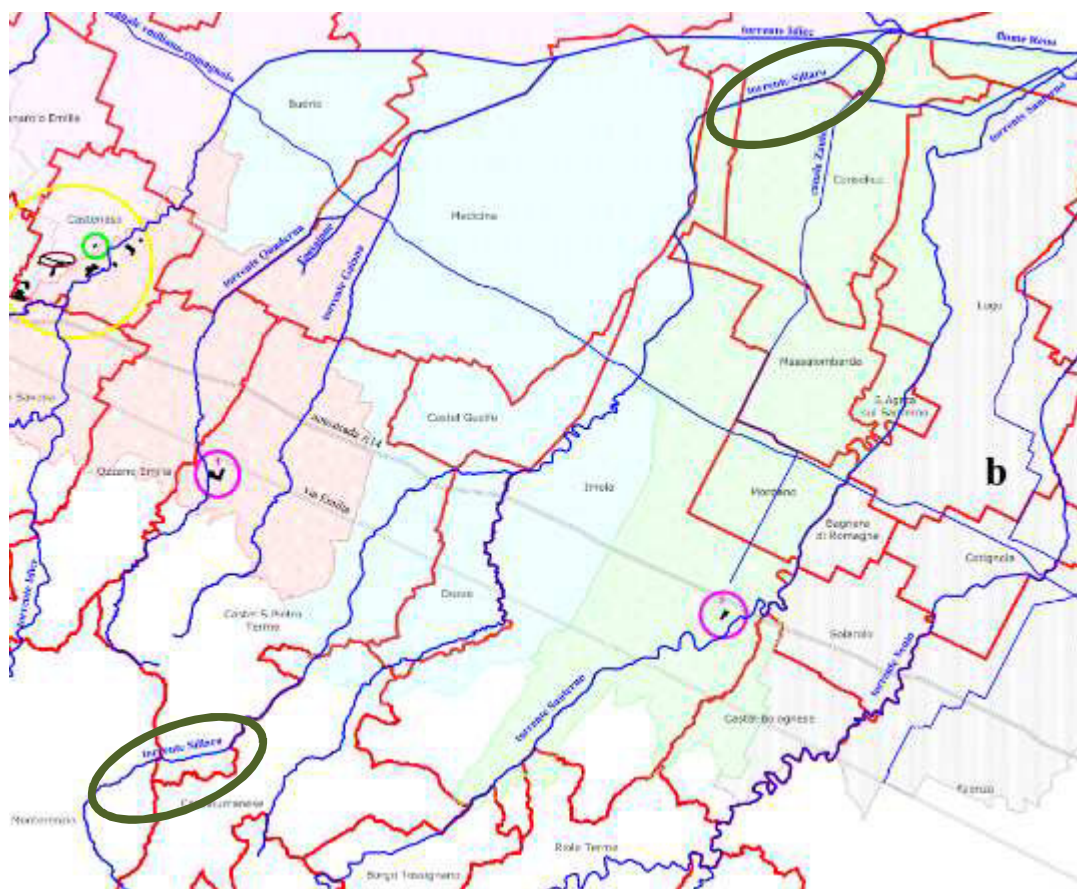


Figura 5-16. Reticolo idrografico dei principali corsi d'acqua dei bacini del Torrente Idice e del Torrente Sillaro

### 5.5.2 Analisi idrologica e definizione delle portate di riferimento

Le portate massime che possono presentarsi in funzione del loro grado di probabilità (ovvero del Tempo di Ritorno), prese a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del Torrente Sillaro, sono quelle riportate nella Relazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Torrente Sillaro, redatta dall'ADB Reno.

Nella Relazione citata, è riportato che per la valutazione delle onde di piena è stato impiegato, previa opportuna calibrazione dei parametri incogniti, il modello di trasformazione afflussi-deflussi ARNO (Todini E., 1988). Nel modello afflussi-deflussi il suolo viene rappresentato attraverso un solo blocco il cui significato è quello di "capacità di immagazzinamento"; la quantità di acqua piovuta in eccesso rispetto a tale capacità viene interpretata unicamente come deflusso superficiale. Assieme ad esso vengono calcolati un contributo di drenaggio ed un contributo di base (proveniente dalla falda attiva): sommati tutti fra loro, vengono trasferiti alla sezione di chiusura del bacino mediante una doppia convoluzione con un idrogramma unitario di tipo parabolico semplificato.

Nella tabella seguente si riportano le portate massime, al variare del tempo di ritorno, riferite alla sezione in corrispondente del ponte dell'autostrada A14. Tali valori, utilizzati per le verifiche idrauliche successivamente riportate, sono stati estratte dall'Allegato A "Metodologia da adottare negli studi idraulici finalizzati alla individuazione delle aree passibili di inondazione e/o esposte ad azioni erosive dei corsi d'acqua" della Relazione precedente citata.

Tabella 5-10. Valori di portata massima al colmo per  $T_R$

$T_R$ anni	Q (m <sup>3</sup> /s)
30	322
50	356
100	391
200	436

### 5.5.3 Verifiche idrauliche

#### 5.5.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Torrente Sillaro è stata ricavata tramite rilievi topografici ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 2.440m a monte dell'autostrada e per 12.300m a valle, per una lunghezza totale di circa 14.775m.

Il modello idraulico realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di 44 sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale. In aggiunta alle sezioni ricavate dal rilievo topografico sono state utilizzate quelle fornite dall'Autorità di Bacino del Reno. Nella Figura 5-17 sono state messe a confronto le sezioni dei due diversi rilievi.

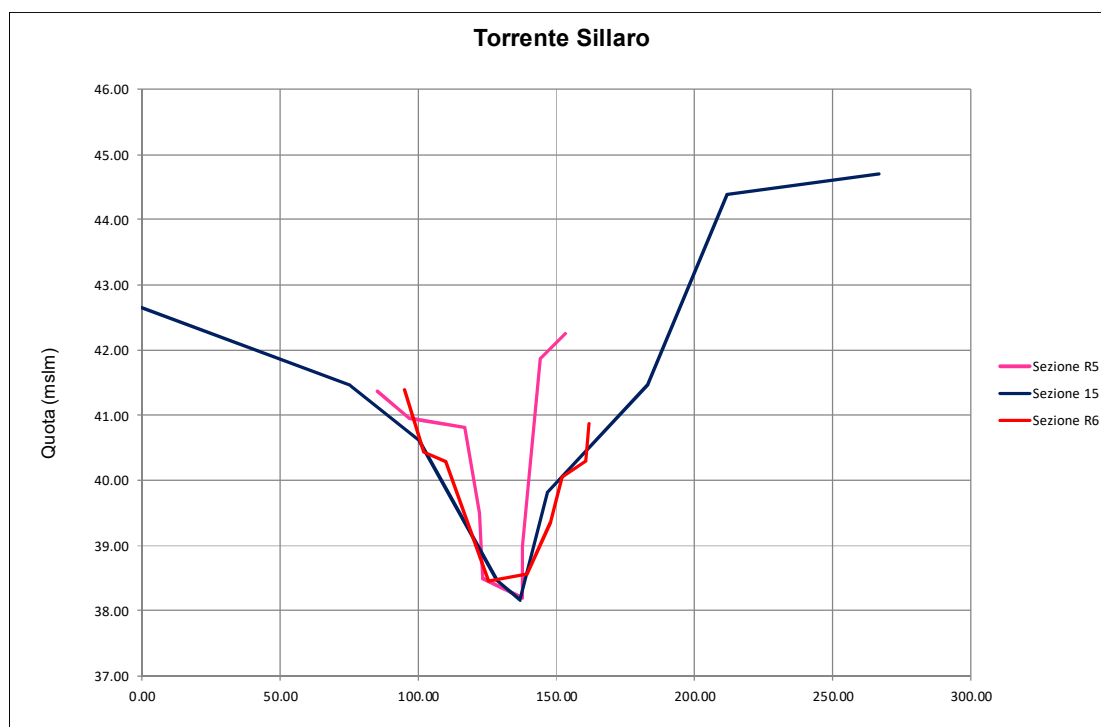


Figura 5-17. Confronto tra le sezioni dei rilievi topografici

Come illustrato è stata condotta una verifica tra le sezioni rilevate in prossimità del viadotto autostradale sul Torrente Sillaro. La sezione 15 è stata fornita dall'AdB Reno ed è stata rilevata in prossimità del viadotto, mentre le sezioni R5 ed R6 sono state rilevate rispettivamente a monte e a valle del manufatto.

Dall'analisi del fondo dell'alveo si evince che tra i rilievi vi è una buona corrispondenza. La differenza di quota del thalweg tra le sezioni è da attribuirsi alla posizione non coincidente in cui esse sono state rilevate.

Il manufatto presente in corrispondenza dell'attraversamento del torrente Sillaro è un viadotto costituito da tre campate con luci paragonabili e realizzate mediante travi in c.a.p. Le suddette travi, ad interasse variabile,

sono collegate dalla soletta in c.a. e da traversi in testata e in campata, mentre in corrispondenza delle pile è assente qualsiasi collegamento longitudinale strutturale tra le travi.

L'ampliamento del viadotto (4.20 m da ambo i lati dell'impalcato) è prevista mediante una sezione mista in acciaio-calcestruzzo, composta da due travi longitudinali in acciaio in ciascun lato dell'ampliamento. Le travi sono collegate dalla soletta in c.a.

I vincoli d'appoggio dell'impalcato sono costituiti da due pile tradizionali fondate su pali  $\Phi 1000$  e da due spalle tradizionali sempre fondate su pali  $\Phi 1000$ . L'ampliamento sia delle pile che delle spalle viene realizzato rispecchiando l'esistente.

La solidarizzazione dell'esistente con il prolungamento avviene mediante inghisaggio di barre passanti.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. Si sono differenziate le scabrezze per il fondo alveo e sponde inferiori, più spoglie di vegetazione, rispetto a quella delle sponde superiori, oltre a differenziare i valori per le opere in calcestruzzo.

I valori del coefficiente di Strickler attribuiti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 5-11. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del Torrente Sillaro

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Fondo dell'alveo	22
Sponde dell'alveo	20
Opere in calcestruzzo	58

### 5.5.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Per l'implementazione del modello idraulico le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0015$ );
- Portate con  $T_r=200$  anni, in ingresso a monte, derivanti dalle analisi idrologiche riportate nella Relazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Torrente Sillaro, redatta dall'ADB Reno.

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono le seguenti:

- - stato di fatto, il quale considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza il prolungamento del viadotto;
- - stato di progetto, il quale considera la morfologia attuale del corso d'acqua con il prolungamento del viadotto.

### 5.5.3.3 Risultati della modellazione idraulica

I risultati delle elaborazioni effettuate hanno evidenziato una sostanziale invarianza tra stato di fatto e stato di progetto (vedi Figura 5-18) poiché, l'ampliamento del viadotto, rispecchiando l'esistente, non genera turbolenze tali da modificare il profilo di rigurgito.

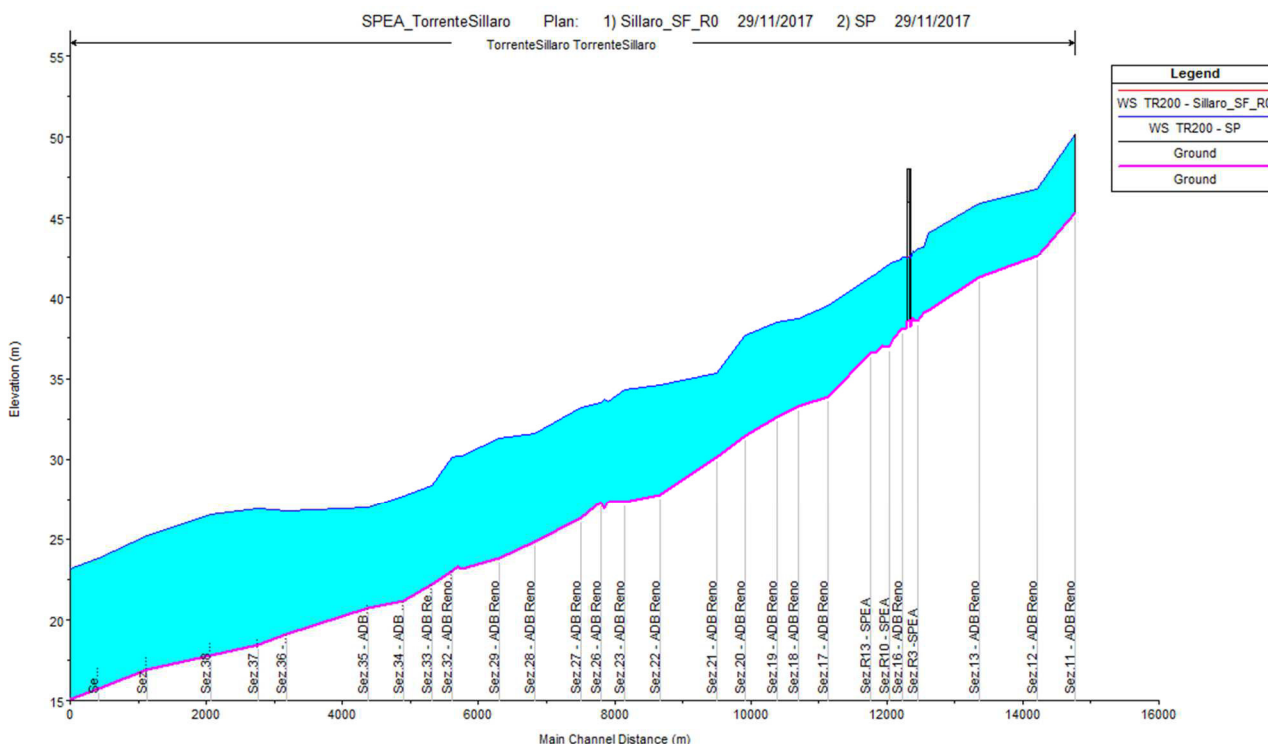


Figura 5-18. Livelli raggiunti nella sezione di monte dello scolare autostradale nello SF e con Q200

Nella simulazione è stata verificata la risposta dell'alveo per eventi di portata aventi tempi di ritorno pari a 10, 30, 50, 100 e 200 anni; i livelli idrici riscontrati in corrispondenza del viadotto autostradale sono riportati in Figura 5-19. Dai livelli idrometrici che si instaurano sotto al viadotto si osserva chiaramente che il franco di sicurezza, di 1.50 m dall'intradosso, è ampiamente garantito anche per onde di piena con tempo di ritorno di 200 anni.

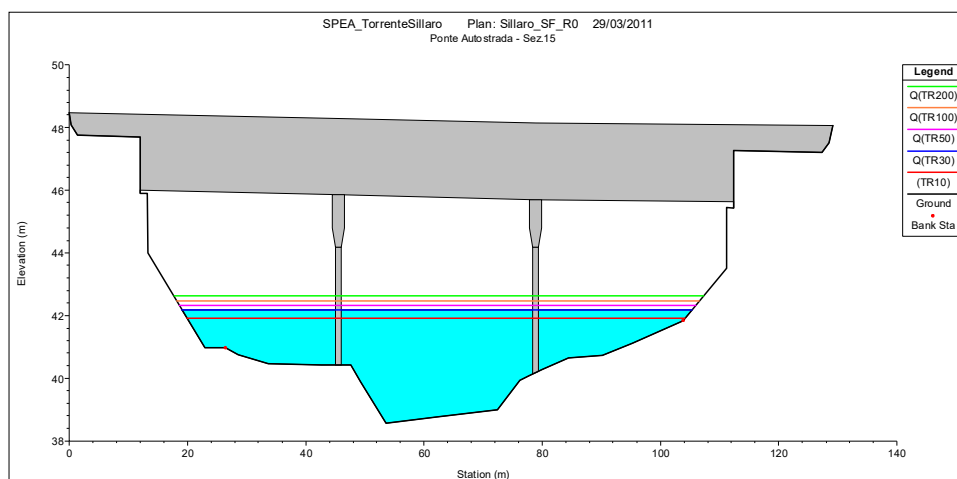


Figura 5-19. Livelli idrici nella sezione del ponte autostradale rilevati per eventi di piena con  $T_R$  diversi

### 5.5.4 Interventi di sistemazione idraulica

Attualmente sotto l'ombra del viadotto autostradale del Torrente Sillaro è presente una difesa in massi realizzata per evitare fenomeni erosivi tali da provocare lo scalzamento dei diaframmi presenti in alveo.



Figura 5-20. Viadotto autostradale del Torrente Sillaro nello stato di fatto

L'intervento di sistemazione per il Torrente Sillaro in corrispondenza del viadotto autostradale prevede una scogliera a protezione delle sponde sia sotto l'ombra del viadotto che fuori, per circa cinque metri a monte e otto metri a valle. Tale scogliera è realizzata con massi di roccia non degradabile sana e compatta del peso di 800-2000 Kg/cad con interstizi intasati di cls magro sotto l'ombra del viadotto e con terreno vegetale, per il successivo inserimento di talee di salice, fuori dalla luce dello stesso. Esternamente alla scogliera è previsto un cassonetto con funzione drenante, realizzato con materiale arido, sistemato e pressato a più strati con mezzi meccanici.

È da prevedere un risarcimento del 20% della massicciata stradale sotto la luce del viadotto e della pista di servizio realizzata con materiale arido, sistemato e pressato a più strati con mezzi meccanici.

In fine per difendere le sponde esterne alla scogliera si prevede l'inserimento di talee di salice, tamerice e altre piante autoctone oltre alla semina con attrezzatura a pressione di specie erbacce.



## 5.6 RIO ROSSO E RIO TOSCANELLA (AFFLUENTI DEL TORRENTE SILLARO)

### 5.6.1 Caratteristiche idrografiche

Il Rio Rosso e il Rio Toscanella, sono interferiti dal tracciato autostradale rispettivamente alla Pk 41+047.89 e alla Pk 41+316.56, entrambi sono corsi d'acqua minori affluenti del Torrente Sillaro in destra idrografica.

Si è deciso di trattare nel medesimo capitolo entrambi i rii poiché, scorrono paralleli e molto vicini tra loro dalla sorgente alla foce, quindi sono caratterizzati da bacini idrografici molto simili.

Tali bacini si sviluppano nell'alta pianura Bolognese, ed il tratto interessato dalle opere infrastrutturali in progetto insiste su una porzione di territorio caratteristica della bassa pianura padana dominato da superfici piatte monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature.

Tabella 5-12. Rio Rosso - caratteristiche fisiche

Area del bacino	7.00	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	7.50	km
Elevazione massima del bacino	210	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	42.50	m s.l.m.
Distanza dalla foce	0.710	km



Figura 5-21. Rio Rosso in corrispondenza dello scatolare autostradale

Tabella 5-13. Rio Toscanella - caratteristiche fisiche

Area del bacino	3.35	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	6.00	km
Elevazione massima del bacino	192	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	42.0	m s.l.m.
Distanza dalla foce	0.650	km





Figura 5-22. Rio Toscanella in corrispondenza dello scatolare autostradale

## 5.6.2 Definizione delle portate di riferimento

Le portate prese a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico dei due rii, sono le portate massime sostenibili dei corsi d'acqua nello stato di fatto.

Nella tabella seguente si riportano le portate massime sostenibili ottenute dalla somma degli apporti di entrambi i rii, in corrispondenza della sezione di sbocco nel Torrente Sillaro.

Tabella 5-14. Valori di portata massima sostenibile per il rio Rosso e il rio Toscanella

Corso d'acqua	Q <sub>MS</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Rio Rosso	3.5
Rio Toscanella	3

## 5.6.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

### 5.6.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

#### Rio Rosso

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Rio Rosso è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco dai tecnici.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 90 m a monte dell'autostrada e per 650 m verso valle fino alla confluenza con il torrente Sillaro, per una lunghezza totale di circa 800m.

Il modello idraulico realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di dieci sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende un unico manufatto, presente in corrispondenza dell'attraversamento autostradale. Lo scatolare ha larghezza pari a 3.07m, altezza 2.00m ed estensione lineare di 34.5m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. Si sono differenziate le scabrezze per il fondo alveo e sponde inferiori, più spoglie di vegetazione, rispetto a quella delle sponde superiori oltre a differenziare i valori per le opere in calcestruzzo.

Tabella 5-15. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del Rio Rosso

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Fondo dell'alveo	22
Sponde dell'alveo	20
Opere in calcestruzzo	58

### Rio Toscanella

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Rio Toscanella è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco dai tecnici.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 250 m a monte dell'autostrada e per 780 m verso valle fino alla confluenza con il torrente Sillaro, per una lunghezza totale di circa 1080m.

Il modello idraulico realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di sedici sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello idraulico.

Il tratto oggetto di studio comprende tre manufatti, il primo in corrispondenza dell'autostrada è uno scatolare con luce di larghezza pari a 1.5m, altezza 1.90m ed estensione lineare di 38m, il secondo ed il terzo sono scatolari circolari di diametro 0.8m ed 1m e di estensione lineare rispettivamente pari a 5m e 7m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. Si sono differenziate le scabrezze per il fondo alveo e sponde inferiori, più spoglie di vegetazione, rispetto a quella delle sponde superiori oltre a differenziare i valori per le opere in calcestruzzo.

Tabella 5-16. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del Rio Toscanella

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Fondo dell'alveo	22
Sponde dell'alveo	20
Opere in calcestruzzo	58

### **5.6.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica**

Per l'implementazione dei due modelli idraulici, sia nelle simulazioni dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare le pendenze ( $i=0.005$  per entrambi i rii);
- Altezza idrometrica di valle pari ad un livello idrico noto di 38.37m per il rio Rosso e di 38.13m per il rio Toscanella, coincidenti rispettivamente con quelli delle sezioni 18 e 19 del profilo idrico del torrente

Sillaro per un evento di piena con  $T_R=50$  anni;

- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica del rio nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale;

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

#### Rio Rosso

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza il prolungamento dello scatolare autostradale;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale pari a circa 10.50m ed il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

#### Rio Toscanella

- stato di fatto a), per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza il prolungamento dello scatolare autostradale;
- stato di fatto b), analogo al precedente ma con l'assenza dei due scotolari di valle;
- stato di progetto a), per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale pari a circa 7m ed il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.
- stato di progetto b), analogo al precedente ma con l'assenza dei due scotolari di valle.

### **5.6.3.3 Risultati della modellazione idraulica**

#### Rio Rosso

La modellazione idraulica del Rio Rosso ha permesso di individuare nello stato di fatto la portata massima sostenibile pari a  $Q_{ms}=3.50$  m<sup>3</sup>/s.

Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato nella seguente figura.

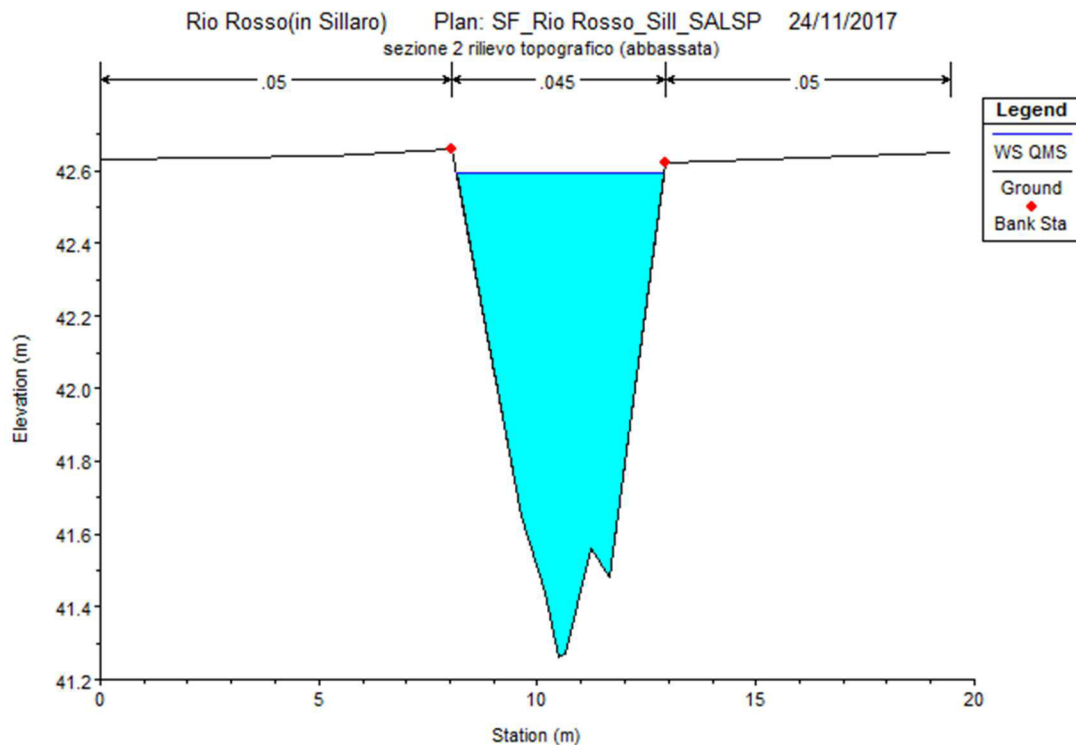


Figura 5-23. Sezione a monte dell'attraversamento dell'A14 nello SF con portata massima sostenibile

La modellazione idraulica nello stato di progetto ha tenuto conto dell'ampliamento dell'estensione lineare dello scatolare autostradale e del ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare, sia delle sezioni rispettivamente subito a monte e subito a valle, al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.77m.

Di seguito si riporta il confronto tra i profili di rigurgito dello stato di fatto e dello stato di progetto nella condizione di moto uniforme a valle.

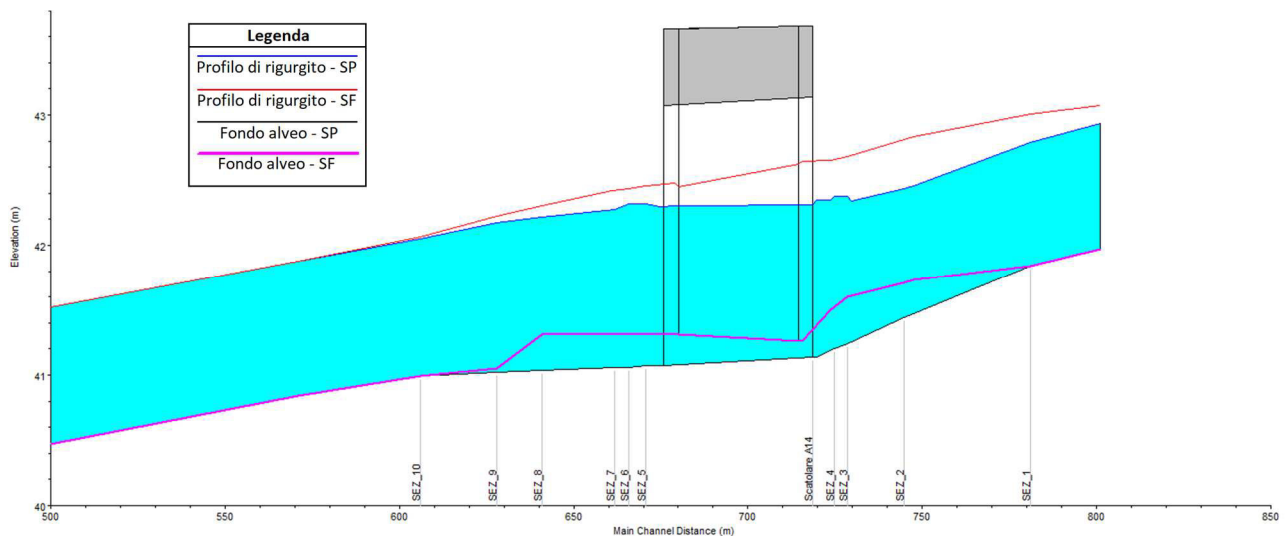


Figura 5-24. Confronto tra profili nelle condizioni di SF e SP e con la  $Q_{ms}$

Come illustrato in figura la sezione dello scatolare autostradale è stata ampliata eliminando circa 15 cm di materiale sedimentato e ripristinando l'officiosità del tombino. Le operazioni di scavo, che hanno interessato anche le sezioni di monte e di valle, hanno permesso di diminuire il tirante idrico in prossimità dell'attraversamento autostradale.

Nello stato di progetto il grado di riempimento dello scatolare autostradale per una portata circolante nel rio pari a quella massima sostenibile si riduce assestandosi intorno ad un valore pari al 63%.

Il modello del rio Rosso è stato implementato anche ponendo come condizione di valle un livello idrico noto pari a 38.4m derivante da un evento di portata cinquantennale del torrente Sillaro. Il cambio della condizione al contorno di valle non ha influito sul grado di riempimento dello scatolare dell'Autostrada A14.

### Rio Toscanella

La modellazione idraulica del Rio Toscanella ha permesso di individuare nello stato di fatto la portata massima sostenibile il cui valore è riportato nella Tabella Figura 5-14. Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 5-25.

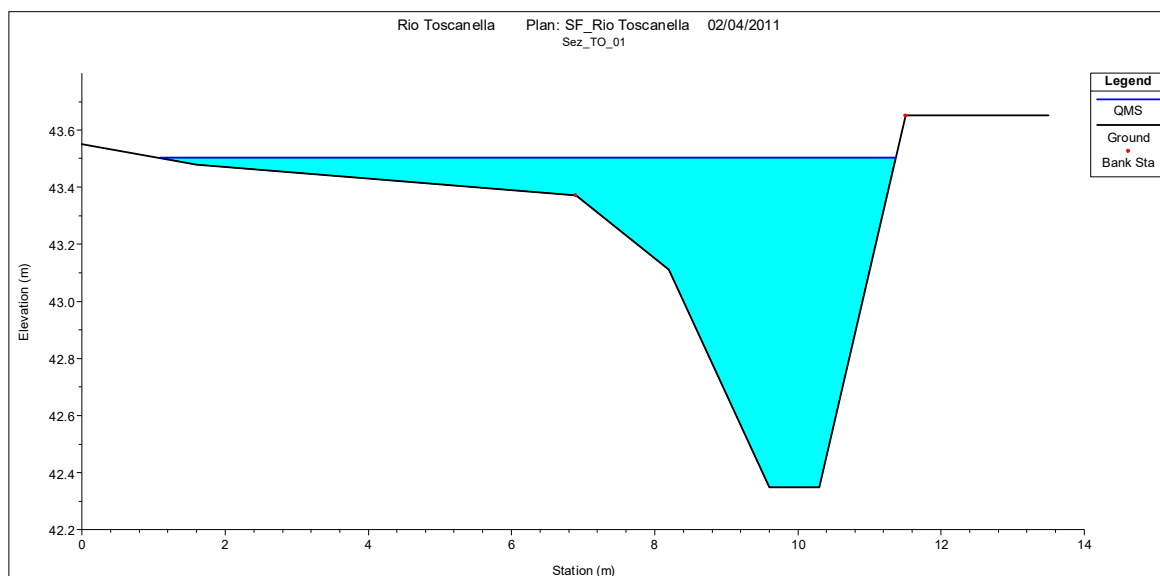


Figura 5-25. Sezione a monte dell'attraversamento dell'A14 nello SF con portata massima sostenibile

La modellazione idraulica nello stato di progetto ha tenuto conto dell'ampliamento dell'estensione lineare dello scatolare autostradale e del ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare, sia delle sezioni rispettivamente subito a monte e subito a valle, al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. In aggiunta è stato modellato un ulteriore stato di progetto che non tiene conto della presenza dei due scatolari circolari presenti a valle dell'autostrada. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.46m.

Di seguito si riporta il confronto tra i profili di rigurgito dello stato di fatto (campito in azzurro) con i due scatolari a valle dell'A14 e dello stato di progetto riprofilato (fondo alveo magenta), con la condizione al contorno di valle di moto uniforme.

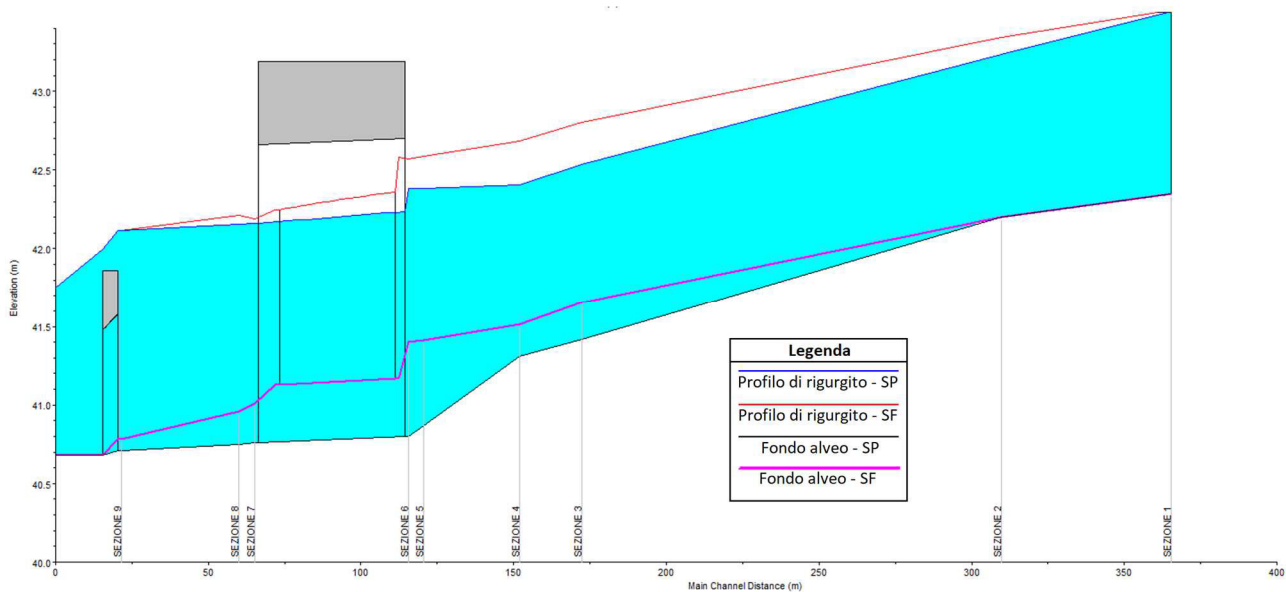


Figura 5-26. Confronto tra profili nelle condizioni di SF e SP e con la  $Q_{ms}$

Come illustrato in Figura 5-26 la sezione dello scatolare autostradale è stata ampliata eliminando circa 50.00 cm di materiale sedimentato e ripristinando l'efficienza del tombino. Le operazioni di scavo, che hanno interessato anche le sezioni di monte e di valle, hanno permesso di ridurre il tirante idrico in prossimità dell'autostrada migliorando le condizioni di sicurezza idraulica.

Il modello del rio Toscanella è stato implementato inoltre, ponendo come condizione di valle un livello idrico noto pari a 38.1m derivante da un evento di portata cinquantennale del torrente Sillaro. Il cambio della condizione al contorno di valle non ha influito sul grado di riempimento dello scatolare dell'Autostrada A14.

### 5.6.4 Interventi di sistemazione idraulica

L'intervento sul Rio Rio Rosso e sul Rio Toscanella prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso al fine di garantire il regolare deflusso della corrente inoltre, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di 5.00 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Una descrizione dettagliata degli interventi di sistemazione idraulica per il Rio Rosso (in Sillaro) e per il Rio Toscanella è fornita negli elaborati grafici di riferimento.



## 5.7 RIO SABBIOSO

### 5.7.1 Caratteristiche idrografiche

Il Rio Sabbioso, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 41+972.02, è un corso d'acqua minore, affluente del Torrente Sillaro in destra idrografica.

Il Sabbioso è un rio del basso Appennino imolese, affluente del torrente Sillaro. Nasce nelle colline del comune di Dozza, a 230 m di altitudine. Riceve da destra alcuni piccoli ruscelli tra cui il rio della Croce, il rio Tomba e il rio delle Chiusure, prima di entrare in pianura e bagnare la frazione di Toscanella. In seguito si dirige verso nord, dove riceve il suo principale affluente, il rio Dozzo, e si versa da destra nel Sillaro presso Castel Guelfo di Bologna, appena prima che esso riceva il torrente Sellustra.

Tabella 5-17. Rio Sabbioso - caratteristiche fisiche

Area del bacino	14.20	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	10.63	km
Elevazione massima del bacino	230	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	42.0	m s.l.m.
Distanza dalla foce	1.100	km



Figura 5-27. Rio Sabbioso a valle dell'autostrada A14

### 5.7.2 Analisi idrologica e definizione delle portate di riferimento

Le portate prese a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del rio Sabbioso, sono la portata massima sostenibile del corso d'acqua nello stato di fatto e quelle riportate nella Relazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Torrente Sillaro, redatta dall'ADB Reno.

Nella Relazione citata, è riportato che per la valutazione delle onde di piena è stato impiegato, previa opportuna calibrazione dei parametri incogniti, il modello di trasformazione afflussi-deflussi ARNO (Todini E., 1988). Nel modello afflussi-deflussi il suolo viene rappresentato attraverso un solo blocco il cui significato è quello di "capacità di immagazzinamento"; la quantità di acqua piovuta in eccesso rispetto a tale capacità viene

interpretata unicamente come deflusso superficiale. Assieme ad esso vengono calcolati un contributo di drenaggio ed un contributo di base (proveniente dalla falda attiva): sommati tutti fra loro, vengono trasferiti alla sezione di chiusura del bacino mediante una doppia convoluzione con un idrogramma unitario di tipo parabolico semplificato.

Nelle tabelle seguenti si riportano la portata massima sostenibile nello stato di fatto e le portate massime, al variare del tempo di ritorno, riferite alla sezione in corrispondente del ponte dell'autostrada A14. Tali valori, utilizzati per le verifiche idrauliche successivamente riportate, sono stati estratte dalla relazione del PAI precedentemente citata.

Tabella 5-18. Valore della portata massima sostenibile nello stato di fatto

Rio	Q <sub>MS</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Sabbioso	35

Tabella 5-19. Valori di portata massima al colmo per Tr

Tr anni	Q (m <sup>3</sup> /s)
5	33
30	53
100	66
200	73

### 5.7.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 5.7.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Rio Sabbioso è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco dai tecnici.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 250 m a monte dell'autostrada e per 950 m verso valle fino alla confluenza con il torrente Sillaro, per una lunghezza totale di circa 1240m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di diciannove sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello idraulico.

Il tratto indagato comprende due manufatti:

- il primo è il Ponte autostradale costituito da un ponticello scatolare di luce pari a 7.75m ed altezza di 4.40m tra fondo alveo ed intradosso, questo ultimo posto ad una quota pari a 41.52m slm;
- il secondo, 300m a valle dell'autostrada è il Ponte sulla Strada Provinciale Colunga N.31, ponte la cui luce è pari a 5.80m ed altezza pari a 3.35m tra fondo alveo ed intradosso, questo ultimo posto ad una quota pari a 39.69m slm.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. Si sono differenziate le scabrezze per il fondo alveo e sponde inferiori, più spoglie di vegetazione, rispetto a quella delle sponde superiori oltre a differenziare i valori per le opere in calcestruzzo.

Tabella 5-20. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del Rio Sabbioso

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Fondo dell'alveo	22
Sponde dell'alveo	20
Opere in calcestruzzo	58

### 5.7.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza il prolungamento dello scatolare autostradale;
- stato di progetto a), per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale pari a circa 4.5m ed il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.
- stato di progetto b), analogo al precedente ma con l'assenza del ponticello posto a valle dell'autostrada.

Per l'implementazione del modello idraulico, sia nelle simulazioni dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0052$ );
- Altezza idrometrica di valle pari ad un livello idrico noto di 35.08m coincidente con quello della sezione 21 del profilo idrico del torrente Sillaro per un evento di piena  $T_R=50$  anni;
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del rio;
- Portate con  $T_r=200$ anni, in ingresso a monte, derivanti dalle analisi idrologiche riportate nella Relazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Torrente Sillaro, redatta dall'ADB Reno.

### 5.7.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica del rio Sabbioso ha permesso di individuare nello stato di fatto la portata massima sostenibile il cui valore è pari a 35.00  $m^3/s$ .

Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato nella seguente figura.

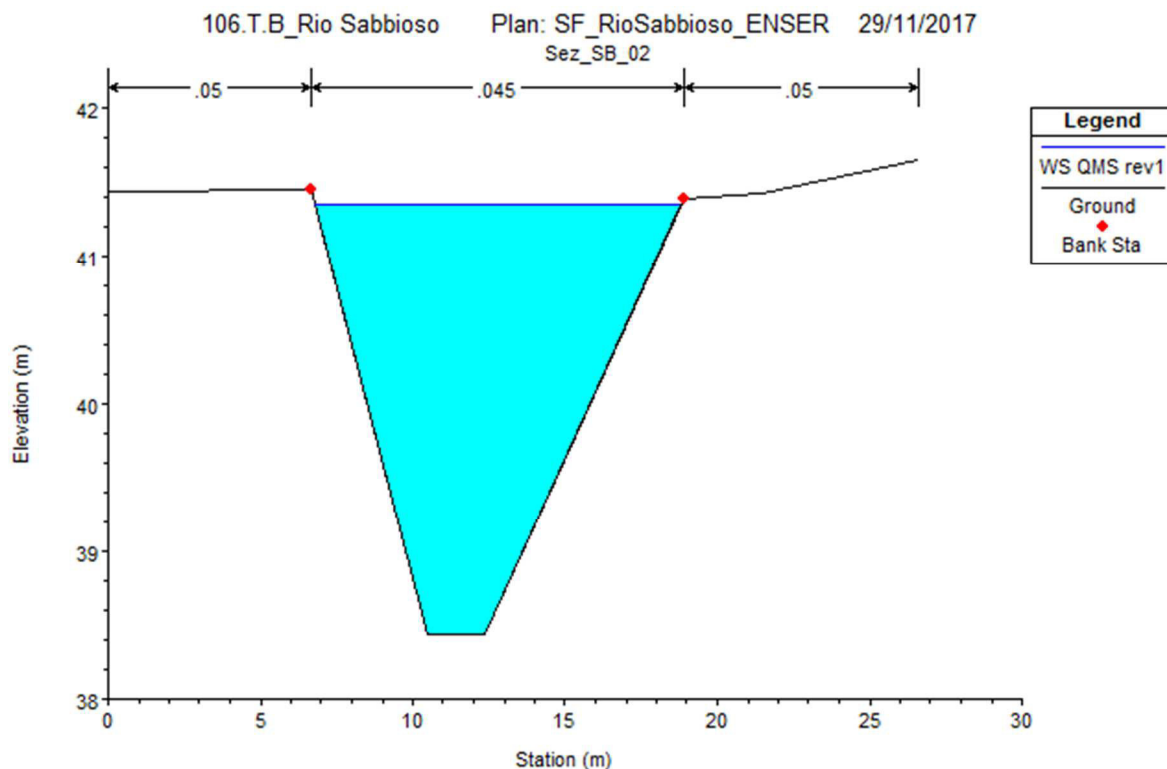


Figura 5-28. Sezione a monte dell'attraversamento dell'A14 nello SF con portata massima sostenibile

La modellazione idraulica nello stato di progetto ha tenuto conto dell'ampliamento dell'estensione lineare dello scatolare autostradale e del ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare, sia delle sezioni rispettivamente subito a monte e subito a valle, al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. In aggiunta è stato modellato un ulteriore stato di progetto che non tiene conto della presenza del ponticello presente a valle dell'autostrada. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 1.57m.

Di seguito si riporta il confronto tra i profili di rigurgito dello stato di fatto (linea rossa) e dello stato di progetto (area campita in azzurro) con la condizione di moto uniforme a valle.

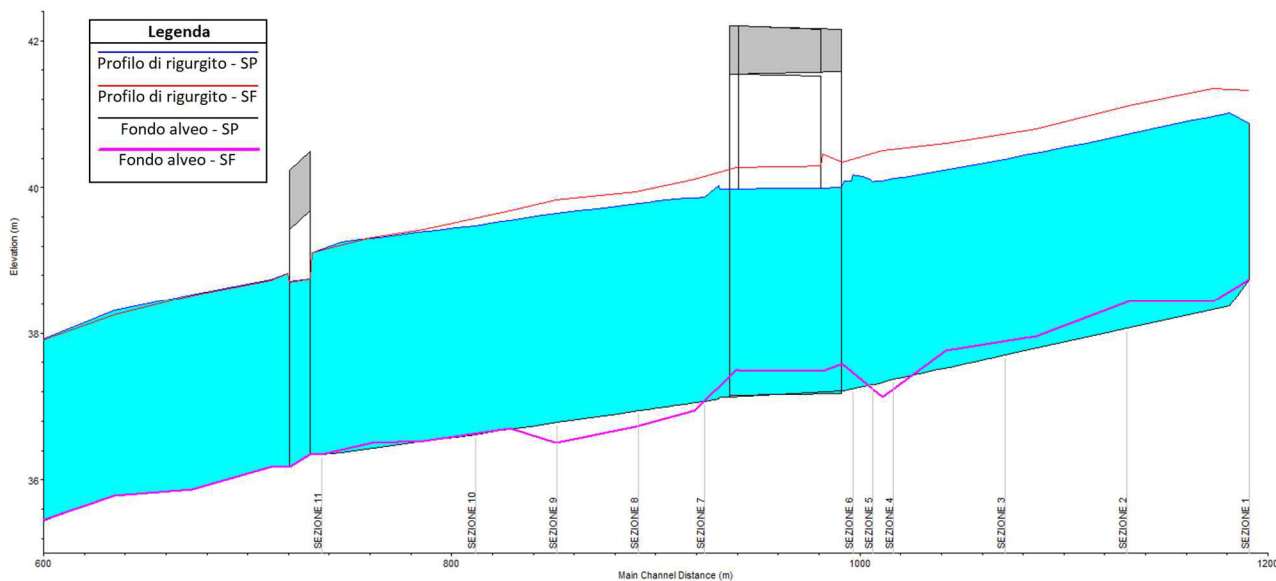


Figura 5-29. Confronto tra profili nelle condizioni di SF e SP e con la  $Q_{ms}$

Come illustrato nella figura precedente la sezione dello scatolare autostradale è stata ampliata eliminando circa 30.00 cm di materiale sedimentato e ripristinando l'ufficiosità del tombino. Le operazioni di scavo, che hanno interessato anche le sezioni di monte e di valle, hanno permesso di ridurre il tirante idrico in prossimità dell'autostrada, migliorando, rispetto alla situazione attuale, le condizioni di sicurezza idraulica.

Il modello del rio Sabbioso è stato implementato inoltre, ponendo come condizione di valle un livello idrico noto pari a 35.08m derivante da un evento di piena cinquantennale agente sul torrente Sillaro. Il cambio della condizione al contorno di valle non ha influito sul grado di riempimento dello scatolare autostradale.

Nella situazione in cui il modello venga implementato ponendo come valore di portata, quello duecentennale pari a 73.00m<sup>3</sup>/s, sarebbe garantito il deflusso a pelo libero sotto al ponticello scatolare in corrispondenza dell'autostrada, ma il tratto di alveo a monte non sarebbe in grado di contenere questi volumi che conseguentemente esonderebbero.

#### 5.7.4 Interventi di sistemazione idraulica

L'intervento di sistemazione previsto per il Rio Sabbioso prevede il ripristino dell'ufficiosità idraulica della sezione di deflusso, al fine di abbassare il profilo di rigurgito in corrispondenza della sede autostradale, migliorare conseguentemente le condizioni di sicurezza idraulica.

Per garantire la stabilità delle sponde, parzialmente compromessa da fenomeni erosivi della corrente si prevede la realizzazione di una scogliera ottenuta con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 100-500 Kg/cad, con interstizi intasati di terreno per accogliere l'inserimento di Talee di Salice a basso portamento in ragione di 1.5/m<sup>2</sup>. La soluzione viene proposta per un tratto di 10.00 m su entrambe le sponde, sia a monte che a valle del ponticello scatolare.

Per evitare fenomeni erosivi del fondo dell'alveo in corrispondenza degli scarichi dei fossi autostradali si prevede il rivestimento del fondo stesso, con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad.

Una descrizione dettagliata degli interventi di sistemazione idraulica per il Rio Sabbioso è fornita nell'elaborato grafico di riferimento.



## 5.8 TORRENTE SELLUSTRA

### 5.8.1 Caratteristiche idrografiche

Il Torrente Sellustra, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 42+844.62, è un corso d'acqua secondario, affluente del Torrente Sillaro in destra idrografica.

Il Sellustra è un torrente dell'Appennino imolese che nasce dal Monte la Pieve (508 m), nel comune di Fontanelice, ai limiti occidentali della Vena del Gesso Romagnola e si getta, praticamente insieme al rio Sabbioso, nel torrente Sillaro, presso Castel Guelfo. Gran parte della vallata che percorre è compresa nel comune di Casalfiumanese ed è marcata dai calanchi di argille scagliose (nella parte alta) e plio-pleistoceniche (nella parte medio-bassa). Questo ha fatto sì che il fondovalle, martoriato dalle frane prima delle "bonifiche montane" degli anni trenta del Novecento, sia privo di insediamenti urbani, che si ritrovano invece sulla vetta delle dorsali, più stabili: Dozza alla sinistra e Pieve di S. Andrea a destra.

Tabella 5-21. Torrente Sellustra - caratteristiche fisiche

Area del bacino	27.08	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	18.75	km
Elevazione massima del bacino	508	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	42.0	m s.l.m.
Distanza dalla foce	1.2	km



Figura 5-30. Torrente Sellustra a valle dell'autostrada A14

### 5.8.2 Analisi idrologica e definizione delle portate di riferimento

Le portate massime che possono presentarsi in funzione del loro grado di probabilità (ovvero del Tempo di Ritorno), prese a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del Torrente Sellustra, sono quelle riportate nella Relazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Torrente Sillaro, redatta dall'ADB Reno.

Nella Relazione citata, è riportato che per la valutazione delle onde di piena è stato impiegato, previa opportuna calibrazione dei parametri incogniti, il modello di trasformazione afflussi-deflussi ARNO (Todini E., 1988). Nel modello afflussi-deflussi il suolo viene rappresentato attraverso un solo blocco il cui significato è quello di



“capacità di immagazzinamento”; la quantità di acqua piovuta in eccesso rispetto a tale capacità viene interpretata unicamente come deflusso superficiale. Assieme ad esso vengono calcolati un contributo di drenaggio ed un contributo di base (proveniente dalla falda attiva): sommati tutti fra loro, vengono trasferiti alla sezione di chiusura del bacino mediante una doppia convoluzione con un idrogramma unitario di tipo parabolico semplificato.

Nella tabella seguente si riportano le portate massime, al variare del tempo di ritorno, riferite alla sezione in corrispondente del ponte dell’autostrada A14. Tali valori, utilizzati per le verifiche idrauliche successivamente riportate, sono stati estratte dalla relazione del PAI precedentemente citata.

Tabella 5-22. Valori di portata massima al colmo per  $T_R$

$T_R$ anni	Q (m <sup>3</sup> /s)
5	61
10	72
30	88
100	106
200	115

### 5.8.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l’ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d’acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un’ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 5.8.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Torrente Sellustra è stata ricavata tramite rilievi topografici ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d’acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 1090m a monte dell’autostrada e per 1230m a valle, per una lunghezza totale di circa 2360m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d’interferenza, si compone di dodici sezioni trasversali, ortogonali all’asse del canale. In aggiunta alle sezioni ricavate dal rilievo topografico sono state utilizzate le sezioni fornite dall’Autorità di Bacino del Reno. Nella Figura 5-31 sono state messe a confronto le sezioni dei due diversi rilievi.

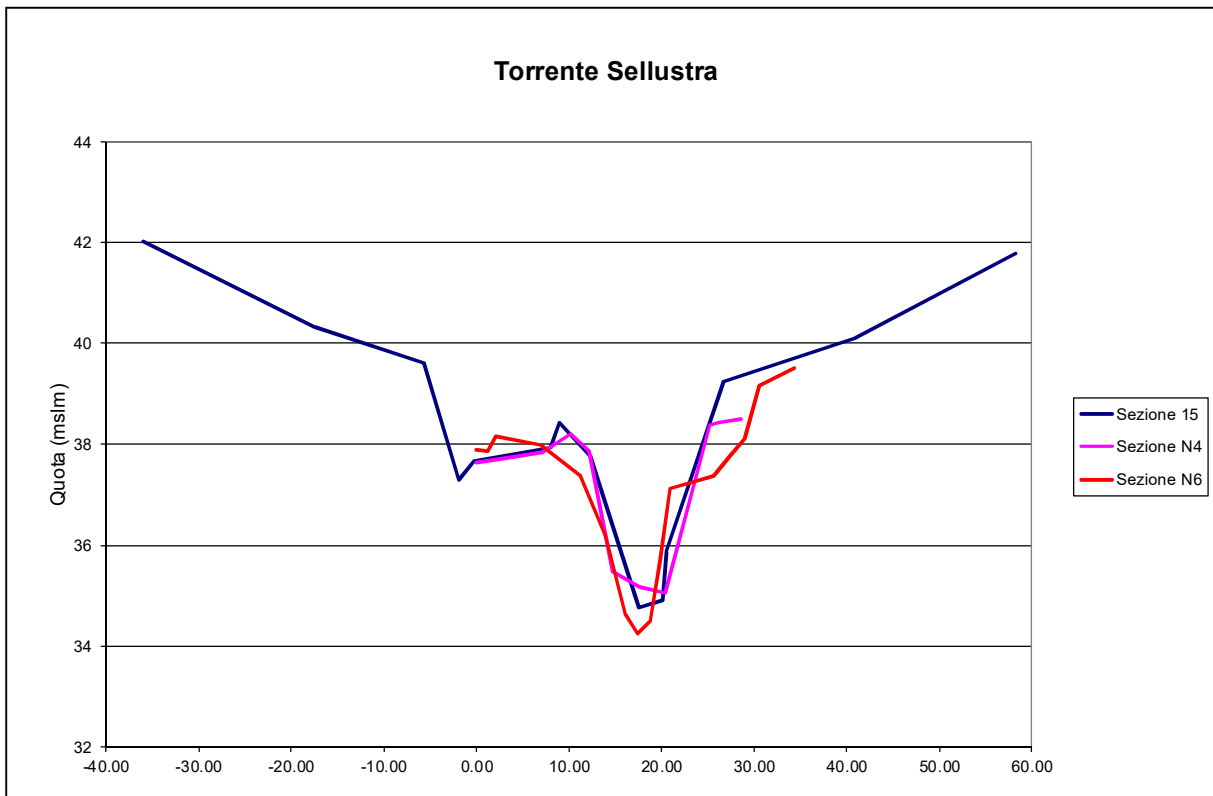


Figura 5-31. Confronto tra le sezioni dei rilievi topografici

La sezione 15 è stata fornita dall'AdBReno ed è stata rilevata in prossimità del ponte, mentre le sezioni N4 ed N6 sono state rilevate rispettivamente a monte e a valle del manufatto.

Dall'analisi del fondo dell'alveo si evince che tra i rilievi vi è una buona corrispondenza. La differenza di quota del thalweg tra le sezioni 15 e N6 è da attribuirsi alla posizione in cui esse sono state rilevate che non è coincidente.

Il tratto indagato comprende due manufatti:

- il primo è il Ponte autostradale che presenta una luce pari a 30.35m, la quota dell'intradosso è pari a 42.33m slm;
- il secondo, 940m a valle dell'autostrada presenta una luce è pari a 21.50m ed una distanza tra fondo e intradosso di 6.30m, con quota dell'intradosso pari a 35.10m slm.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. Si sono differenziate le scabrezze per il fondo alveo e sponde inferiori, più spoglie di vegetazione, rispetto a quella delle sponde superiori, oltre a differenziare i valori per le opere in calcestruzzo. In prossimità del ponte autostradale si è diversificato ulteriormente il valore della scabrezza data la presenza di difese spondali in calcestruzzo fratazzato.

I valori del coefficiente di Strickler attribuiti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 5-23. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del Torrente Sellustra

Coefficients di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Fondo dell'alveo	22
Sponde dell'alveo	20
Opere in calcestruzzo	58
Difese spondali in cls fratazzato	33.3

### 5.8.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto per il quale considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza il prolungamento dello ponte autostradale;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento del ponte autostradale ed il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso in corrispondenza del ponte.

Per l'implementazione dei modelli idraulici, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Altezza idrometrica di valle pari ad un livello idrico noto di 34,01 m slm coincidente con quello della sezione 22 del profilo idrico del torrente Sillaro per un evento di piena con  $T_R50$ ;
- Portate con  $T_R=200$  anni, in ingresso a monte, derivanti dalle analisi idrologiche riportate nella Relazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Torrente Sillaro, redatta dall'ADB Reno.

### 5.8.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di progetto ha tenuto conto dell'ampliamento del ponte autostradale e del ripristino dell'efficienza idraulica del torrente Sellustra al fine di garantire il regolare deflusso della corrente.

Di seguito si riporta il confronto tra i profili di rigurgito dello stato di fatto e dello stato di progetto con la condizione di altezza idrometrica di valle nota pari ad un livello idrico di 34.01m slm e con una portata duecentennale in ingresso a monte.

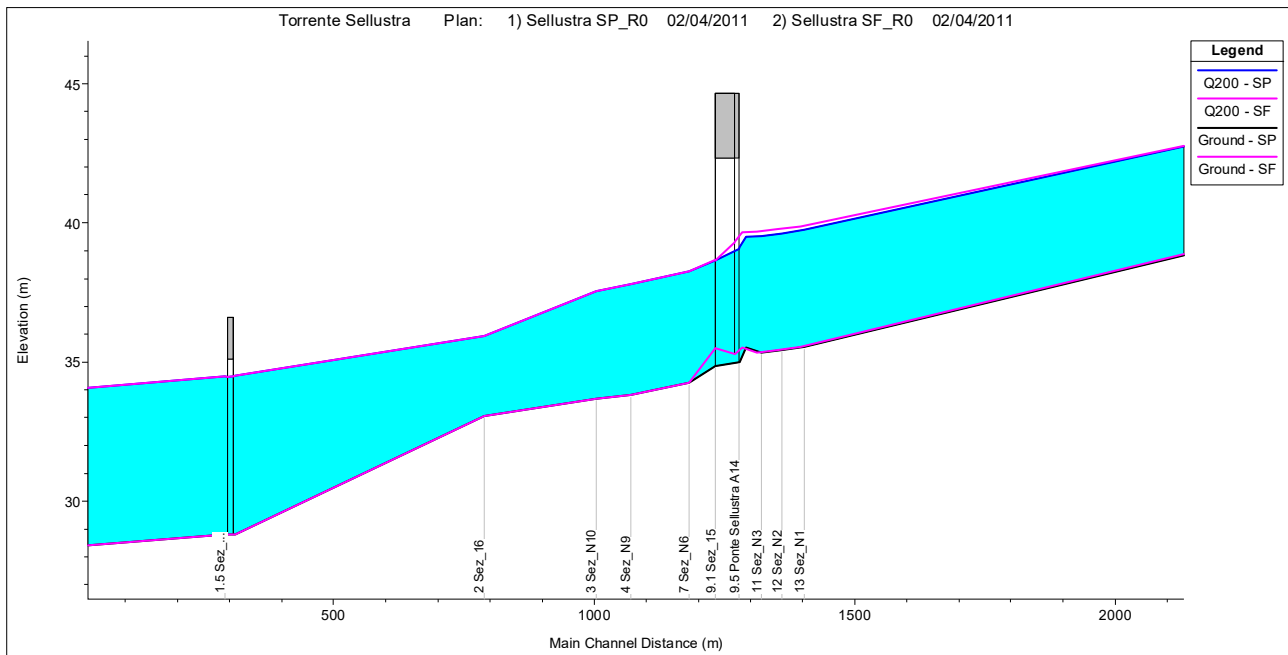


Figura 5-32. Confronto tra profili nelle condizioni di SF e SP e con la  $Q_{Tr200}$

Dal confronto tra i profili di rigurgito si evince che il prolungamento del ponte autostradale non influisce sull'andamento dei livelli idrici poiché, non altera in alcun modo l'alveo del torrente, al contrario il ripristino dell'efficienza idraulica, con asportazione del materiale sedimentato, permette un abbassamento del profilo di rigurgito garantendo un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica.

Tramite la simulazione dello stato di progetto è stata verificata la risposta dell'alveo, in corrispondenza del ponte autostradale, per eventi di portata con tempi di ritorno pari a 5, 10, 30, 100 e 200 anni. Nella figura seguente sono indicati i livelli idrometrici sotto al ponte autostradale, ottenuti dalla simulazione.

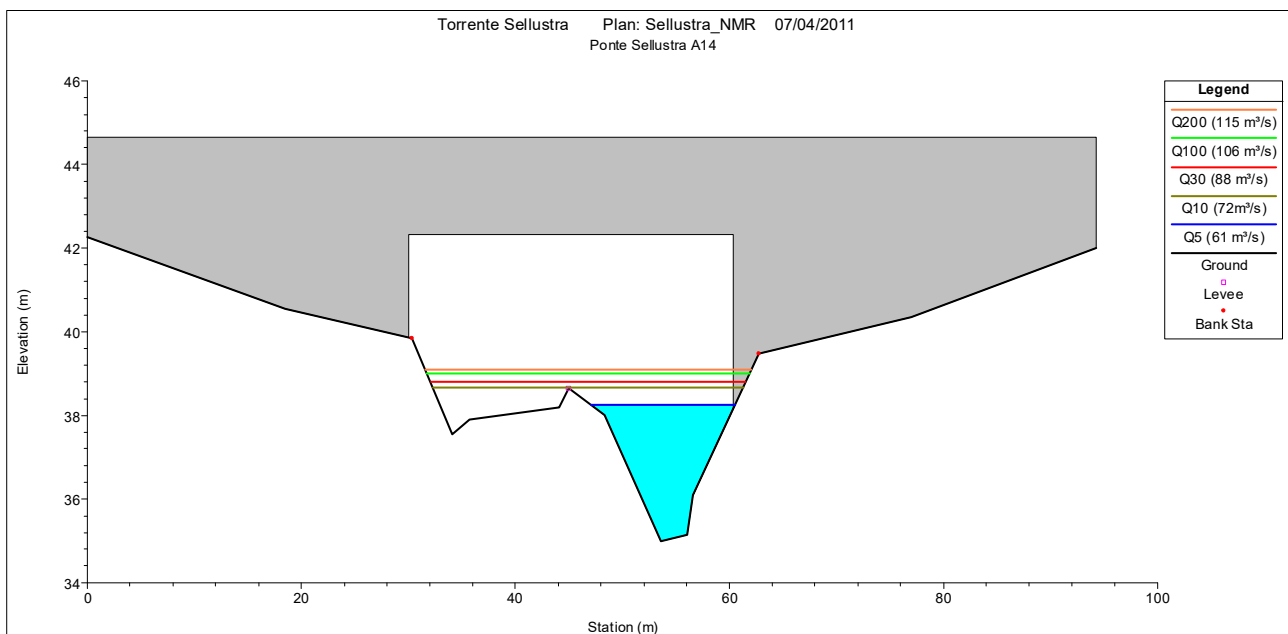


Figura 5-33. Livelli idrici nella sezione del ponte autostradale rilevati per eventi di piena con  $T_R$  diversi

Dai risultati della modellazione risulta che per eventi di piena con tempo di ritorno maggiore o uguale a 10 anni il torrente Sellustra esonda, allagando la strada provinciale Trentola, che si sviluppa sotto al ponte autostradale, parallela ed adiacente all'alveo inciso del torrente.

Occorre sottolineare che questa situazione di criticità non è influenzata o accentuata dall'ampliamento previsto per il ponte autostradale poiché, l'ampliamento delle spalle viene realizzato rispecchiando l'esistente.

#### 5.8.4 Interventi di sistemazione idraulica

Nello stato attuale, sotto al ponte autostradale, il Torrente Sellustra scorre confinato entro argini in calcestruzzo fratazzato. Questa arginatura evita il verificarsi di fenomeni erosivi, che se si verificassero, comprometterebbero la funzionalità della Strada Provinciale Trentola, la quale si sviluppa parallela e a circa tre metri di distanza dal corso d'acqua (vedi Figura 5-34).



Figura 5-34. Torrente Sellustra in corrispondenza del ponte autostradale

Il progetto dell'ampliamento del ponte autostradale prevede il prolungamento a monte e a valle delle spalle fondate su pali al fine di sorreggere le travi a doppio T in c.a.p. che costituiranno l'ampliamento della sede autostradale. Tale intervento non modifica in alcun modo l'assetto attuale dell'alveo del Sellustra, per tale motivo non si prevedono difese spondali bensì, occorre effettuare un taglio selettivo di piante e arbusti lungo le scarpate del torrente, per 30.00m a monte e a valle del ponte.

Al fine di rendere praticabile la pista di servizio che si sviluppa sotto al ponte in sponda idrografica destra e prosegue parallela all'autostrada, si prevede il risarcimento del 20% della pista stessa con materiale arido sistemato e pressato a più strati con mezzi meccanici. La stessa pista sarà riposizionata nel tratto che costeggia il rilevato stradale per raggiungere la sponda destra del torrente, sia a Sud che a Nord. L'argine attuale in calcestruzzo fratazzato sarà mantenuto.

## 5.9 SCOLO FOSSATONE

### 5.9.1 Caratteristiche idrografiche

Lo Scolo Fossatone, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 44+859.68, è un corso d'acqua ad immissione controllata, classificato minore dall'ADB Reno.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 5-24. Scolo Fossatone - caratteristiche fisiche alla sezione di attraversamento dell'interconnessione tra corso d'acqua e A14

Area del bacino	2.20	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	3.40	km
Elevazione massima del bacino	70	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	40	m s.l.m.
Distanza dalla foce	3.50	km



Figura 5-35. Scolo Fossatone in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 5.9.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima prese a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico dello Scolo Fossatone è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=2.00m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del torrente. Questa scelta è dettata dal fatto che lo Scolo Fossatone è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico dello Scolo implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.



### 5.9.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 5.9.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato dello scolo Fossatone è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 60m a monte dell'autostrada e per 63 m verso valle, per una lunghezza totale di circa 160 m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di sette sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello idraulico.

Il tratto oggetto di studio comprende un unico manufatto in corrispondenza dell'autostrada A14. L'opera è uno scatolare con luce pari a 2.02m, altezza pari a 1.90m tra fondo e intradosso ed estensione lineare pari a 38m. Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 5-25. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico dello scolo Fossatone

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	20
Opere in calcestruzzo	58

#### 5.9.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza il prolungamento dello scatolare autostradale;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale pari a circa 7m ed il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0032$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

#### 5.9.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a 2.00  $m^3/s$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato nella seguente figura.

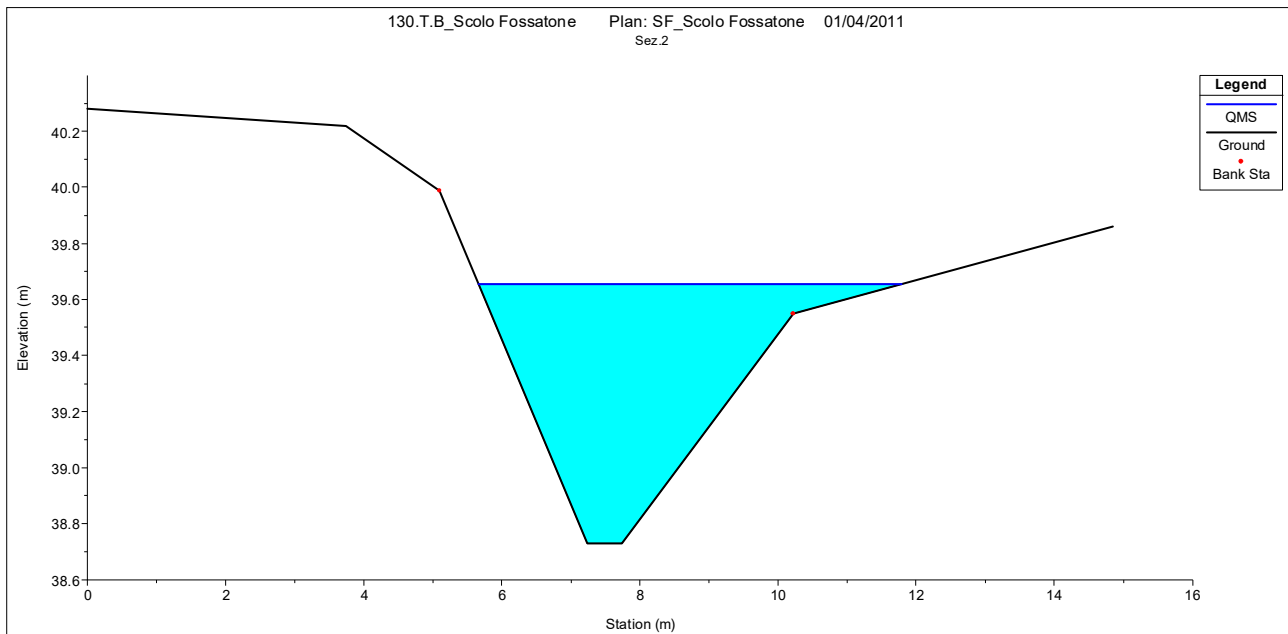


Figura 5-36. Livello raggiunto nella sezione di monte dello scatolare autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

La modellazione idraulica nello stato di progetto ha tenuto conto dell'ampliamento dell'estensione lineare dello scatolare autostradale e del ripristino dell'efficienza idraulica del corso d'acqua, al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.45m.

Di seguito si riporta il confronto tra i profili di rigurgito nello stato di fatto e nello stato di progetto

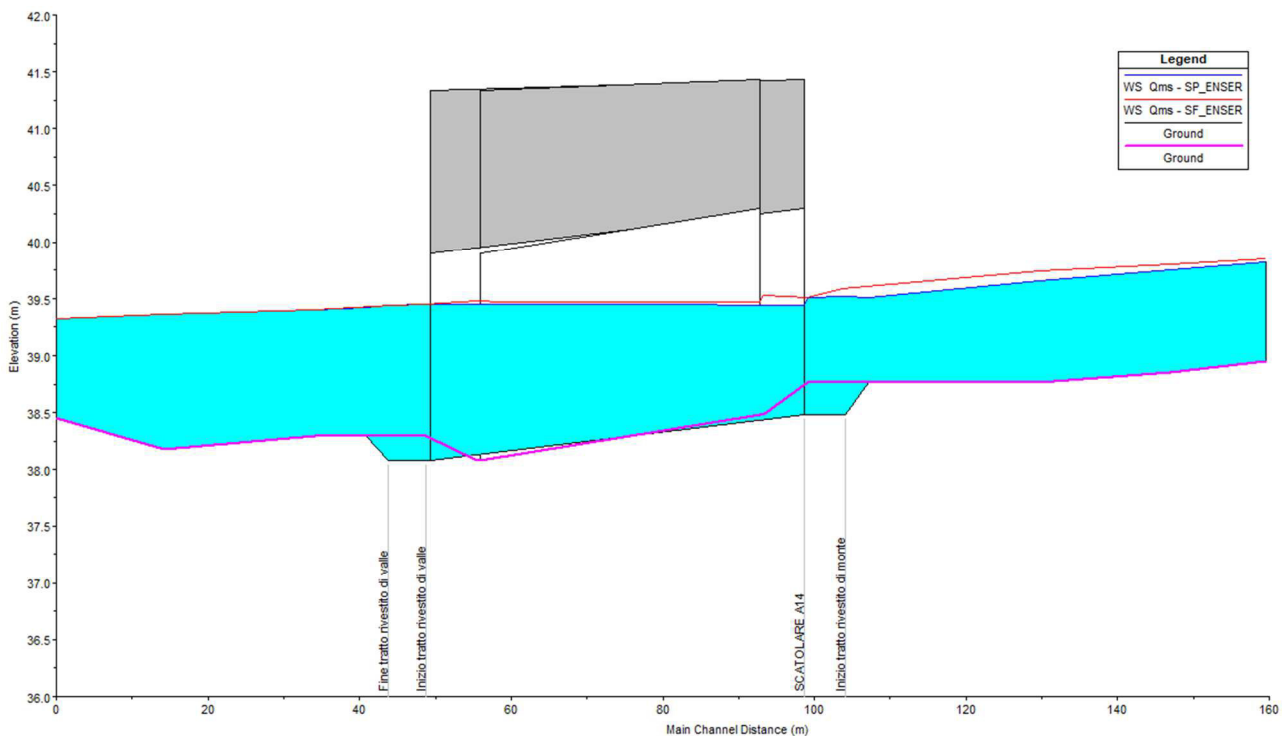


Figura 5-37. Confronto tra profili nelle condizioni di SF e SP e con la  $Q_{ms}$

Dalla figura precedente è chiaramente comprensibile come il profilo di rigurgito che si instaura con la  $Q_{ms}$  nello stato di progetto e sostanzialmente inalterato rispetto alla situazione attuale inoltre, il grado di riempimento dello scatolare autostradale per la portata considerata è pari al 67%.

#### 5.9.4 Interventi di sistemazione idraulica

Sullo Scolo Fossatone è da prevedere prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso per un tratto di circa 5m a monte e a valle dello scatolare.

La sistemazione dell'alveo consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di 5.00 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Una descrizione dettagliata degli interventi di sistemazione idraulica per lo Scolo Fossatone è fornita nell'elaborato grafico di riferimento.

## 5.10 FIUME SANTERNO

### 5.10.1 Caratteristiche idrografiche

Il Santerno è un fiume tosco-romagnolo ed è il maggiore affluente del Reno, sia per lunghezza, sia per portata d'acqua, ma secondo per estensione di bacino dopo l'Idice. Le sorgenti, e i primi 27 km del corso, sono nella Romagna toscana, in provincia di Firenze. Il bacino idrografico, nel solo tratto appenninico, chiuso al ponte della Via Emilia a Imola, è di 423 km<sup>2</sup>, dei quali 231 in Toscana e 192 in Romagna. Comprendendo il tratto di pianura, supera i 700 km<sup>2</sup>.

Nasce presso il passo della Futa, a 1.222 metri di quota, nel crinale appenninico, in un anfiteatro di argille scagliose, una conca al cui centro si trova Firenzuola. Poi il fiume scorre in una vallata stretta e rocciosa (San Pellegrino); così incassato e tortuoso giunge fino a Castiglioncello, dov'è il confine fra la provincia di Bologna e quella di Firenze. A monte del Coniale riceve da sinistra il suo maggior affluente, il torrente Diaterna (con bacino di 74 km<sup>2</sup>, che scende, invece, dal Passo della Raticosa) e, dopo aver percorso una valle assai pregevole dal punto di vista naturalistico (anche perché assai poco antropizzata), gli reca circa un terzo della portata d'acqua complessiva. Altri affluenti da destra del tratto montano sono, presso Firenzuola, il torrente Viola (con un bacino di 14 km<sup>2</sup>), e, a monte di San Pellegrino, il torrente Rovigo (con un bacino di 47 km<sup>2</sup>).



Figura 5-38. Fiume Santerno lungo il tratto collinare

Dopo Firenzuola il Santerno bagna Castel del Rio: qui la strada provinciale scavalca il fiume lungo il noto Ponte degli Alidosi, costruito nel Medioevo con la caratteristica forma a schiena d'asino. Riceve poi da destra il rio di Gaggio e da sinistra il rio di Filetto, e raggiunge Fontanelice, Borgo Tossignano e Casalfiumanese. Successivamente, la sua valle si allarga e il Santerno sbocca in pianura, raggiungendo Imola. Poco dopo Imola il fiume riceve, ancora da destra, il rio Sanguinario. Superata Imola, il Santerno passa tra Mordano e Bagnara di Romagna, poi rasenta Sant'Agata sul Santerno infine, dirigendosi a nord e poi a nord-est, sfocia nel Reno, presso Villa Pianta, circa 7 km a est della località Bastia. È affiancato da argini per gli ultimi 32 km di pianura.

Nella zona pedecollinare, prima il rio Sanguinario, poi il Santerno, fin dopo Mordano, marcano il confine fra le Province di Bologna e Ravenna; dopo, il Santerno scorre interamente in provincia di Ravenna. In coincidenza della diga di Codrignano (frazione di Borgo Tossignano) parte delle sue acque danno origine al Canale Molini che, dopo avere attraversato Imola, rientra nel corso del fiume dopo circa 20 km nel comune di Sant'Agata sul Santerno.

Il Fiume Santerno, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 53+992.03, è definito, secondo la classificazione dell'ADB Reno, corso d'acqua di prima categoria.

Tabella 5-26. Fiume Santerno - caratteristiche fisiche

Area del bacino	700	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	99	km
Elevazione massima del bacino	1222	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	25	m s.l.m.



Figura 5-39. Torrente Santerno in corrispondenza del Ponte autostradale



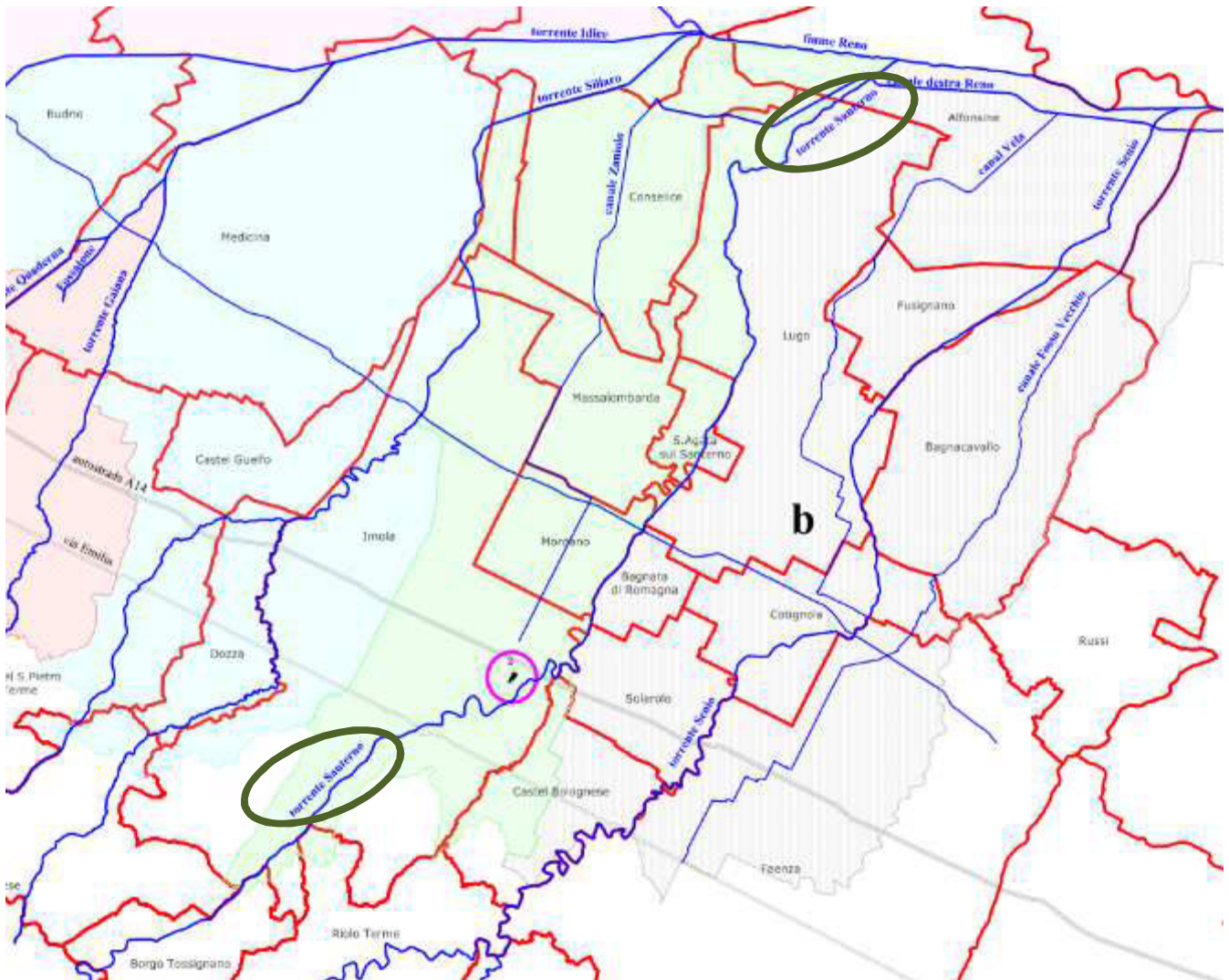


Figura 5-40. Reticolo idrografico dei principali corsi d'acqua dei bacini del Torrente Idice, Sillaro e Fiume Santerno

### 5.10.2 Analisi idrologica e definizione delle portate di riferimento

Le portate massime che possono presentarsi in funzione del loro grado di probabilità (ovvero del Tempo di Ritorno), prese a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del Fiume Santerno, sono quelle riportate nella Relazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Santerno, redatta dall'ADB Reno.

Per gli studi idrologici è stato adottato il programma ARNO che è un modello afflussi-deflussi i cui dati di "input" sono costituiti, oltre a quelli relativi alle caratteristiche fisiche del bacino, dagli eventi estremi di pioggia con i quali sollecitare il sistema oggetto di studio.

Nella Relazione del PSAI del bacino del Fiume Santerno è riportato che il suo bacino imbrifero è stato suddiviso, al fine di determinare le onde di piena in ingresso nella parte di pianura (a valle della via Emilia), in tre parti:

- il bacino del Santerno chiuso circa alla via Emilia, con una superficie di circa 414 km<sup>2</sup>;
- il bacino del rio Sanguinario chiuso poco più a valle della via Emilia, con una superficie di circa 24 km<sup>2</sup>;
- il cosiddetto "interbacino", costituito sostanzialmente da quei bacini relativi, per la maggior parte, a corsi d'acqua facenti parte del reticolo idrografico minuto e le cui acque si raccolgono nel Santerno a valle della via Emilia, con una superficie di circa 28 km<sup>2</sup>.



I tempi di ritorno degli eventi di pioggia con i quali sono stati sollecitati i suddetti bacini sono di 5, 20, 30, 50, 100, 200, e 500 anni. Per ogni tempo di ritorno sono state considerate le durate di pioggia di 1, 3, 6, 12 e 24 ore. E' opportuno specificare che i coefficienti di riduzione areale delle altezze di pioggia sono stati calcolati in funzione della superficie totale del bacino del Santerno nella sezione di chiusura convenzionalmente posta poco più a valle dell'autostrada A14, e inoltre che il coefficiente di saturazione è stato posto pari al 95% per il bacino montano del Santerno e pari all'85% per il rio Sanguinario e l'interbacino.

E' opportuno evidenziare che l'andamento delle onde di piena nella sezione di chiusura del bacino montano del Santerno è stata calcolata considerando il bacino sia in termini unitari che come sommatoria di sette sottobacini. Le portate massime sono risultate maggiori nel caso del bacino del Santerno articolato in sottobacini. Per questo motivo, data l'opportunità di adottare criteri di sicurezza, è stato fatto riferimento alle onde di piena calcolate considerando il bacino montano del Santerno come sommatoria dei sette sottobacini individuati. Dall'analisi delle onde di piena indotte da eventi con diversi tempi di durata è risultato che gli eventi di pioggia che maggiormente sollecitano il sistema, a parità di tempi di ritorno, sono quelli con una durata di 12 ore. Nei grafici Q50, Q100 e Q200 sono riportate le onde di piena, dovute ad eventi di pioggia della durata di 12 ore e caratterizzati da tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni, con le quali è stato sollecitato il reticolo idrografico a valle della via Emilia.

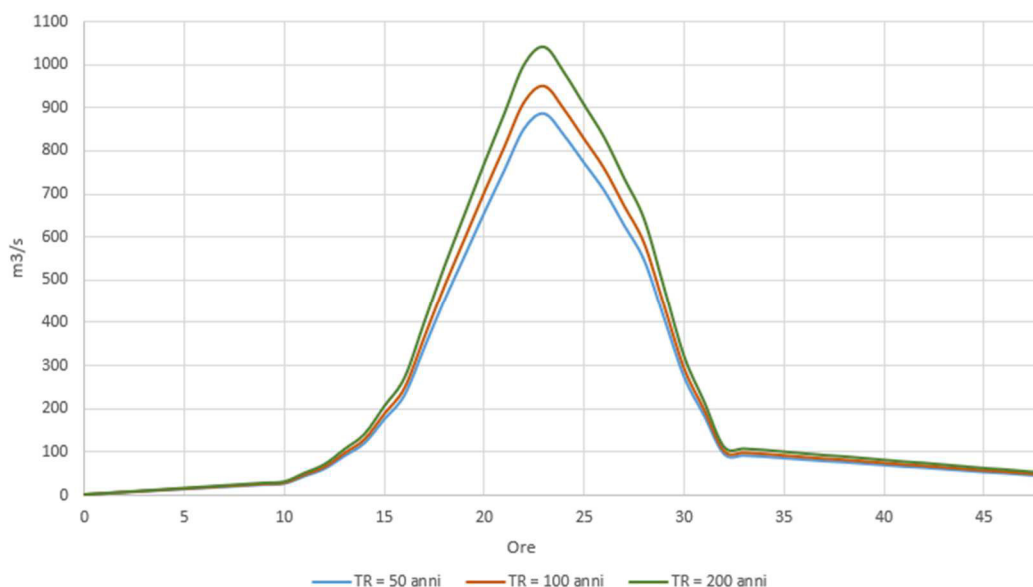


Figura 5-41. Onde di piena del fiume Santerno per diversi tempi di ritorno

Le portate massime, per eventi di pioggia con tempi di ritorno di 30, 50, 100 e 200 anni, nella sezione di Imola sono indicate nella seguente tabella.

Tabella 5-27. Valori di portata massima al colmo per Tr

Portata massima del Santerno a Imola	
Tr anni	Q (m³/s)
30	766
50	885
100	949
200	1040

### 5.10.3 Aree possibili di inondazione e interventi strutturali per la mitigazione del rischio idraulico

Nella Relazione del PSAI succitata, vengono riportate le aree possibili di inondazione per il bacino del Santerno e gli interventi strutturali per la mitigazione del rischio idraulico. Questa trattazione è stata riportata di seguito, concentrando l'attenzione all'area circostante al viadotto autostradale.

La delimitazione delle aree passibili di inondazione, in riferimento ad eventi con tempi di ritorno di 30, 50, 100 e 200 anni, ha costituito la base per la perimetrazione delle aree ad alta probabilità di inondazione, per la valutazione del rischio idraulico, per l'individuazione degli interventi strutturali necessari per ridurre tale rischio a valori ritenuti accettabili e per la definizione delle fasce di pertinenza fluviale. Per l'individuazione delle aree passibili di inondazione, rispetto alle quali imporre limiti all'uso del suolo, il funzionamento idraulico è stato valutato ipotizzando una propagazione senza esondazioni laterali. Ciò risulta opportuno per i seguenti motivi:

- i dati descrittivi della morfologia del reticolo idrografico e delle aree circostanti inducono un'approssimazione, nella valutazione dei volumi che non contribuiscono alla formazione del picco di portata, che non permette di stabilire con la dovuta precisione la portata a valle dei punti di esondazione;
- gli interventi strutturali sono finalizzati a ridurre la pericolosità in tutti i tronchi del reticolo idrografico e quindi il fatto che attualmente avvengano delle esondazioni è da vedere come un fatto transitorio;
- non si può escludere che siano realizzate opere, anche in termini di protezione civile, che impediscano, totalmente o parzialmente, le eventuali esondazioni laterali in considerazione anche del fatto che tali esondazioni possono provocare danni non irrilevanti.

La valutazione, sia pure largamente approssimata, della pericolosità considerando le esondazioni laterali è stata comunque usata per individuare i centri urbani complessivamente a rischio (danno atteso rilevante) rispetto ai quali definire le priorità di realizzazione degli interventi strutturali ed, eventualmente, le azioni di protezione civile.

In Figura 5-42, limitatamente al tratto di Santerno tra Imola e il ponte autostradale sono indicate:

- le aree facenti parte del reticolo idrografico principale;
- le aree ad alta probabilità di inondazione (passibili di inondazione per eventi con tempi di ritorno inferiori od uguali a 50 anni);
- le aree passibili di inondazione per eventi con tempi di ritorno di 200 anni.

Nella valutazione del rischio idraulico, finalizzata all'individuazione degli interventi strutturali per la mitigazione del rischio ed alla loro priorità di realizzazione, sono stati presi in considerazione principalmente gli elementi rispetto ai quali il danno atteso è medio o grave.

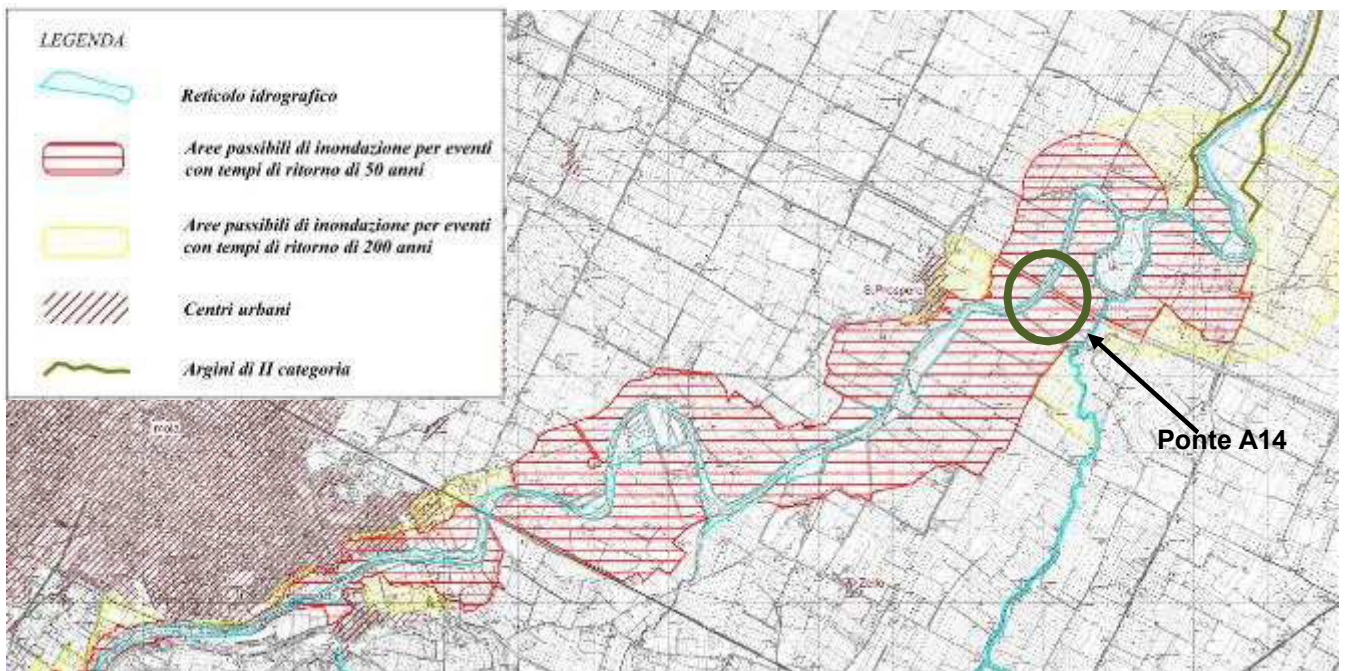


Figura 5-42. Aree possibili di inondazione del Fiume Santerno a valle di Imola

Come si può vedere la fascia circostante al ponte dell'autostrada A14 ricade nell'area interessata da possibili inondazioni per eventi con tempo di ritorno di 50 anni.

Gli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico mediante la riduzione della pericolosità sono stati finalizzati alla riduzione delle portate mediante casse di espansione e ad un abbassamento dei livelli idrici anche mediante un adeguato risezionamento dell'alveo senza la creazione od il sopralzo di argini per non aumentare il grado di artificialità della rete idrografica. La scelta di non affidare la riduzione della pericolosità del sistema sostanzialmente solo alla realizzazione di casse di espansione è stata indotta dai seguenti motivi:

- non intervenire sul reticolo idrografico significa dover realizzare casse di espansione con volumi utili tali da essere difficilmente raggiungibili se non con costi (finanziari, ambientali e sociali) estremamente elevati;
- l'attuale capacità di deflusso dell'asta arginata è destinata a ridursi rapidamente se non si attuano "pesanti" interventi manutentivi, di costo comunque non irrilevante;
- il risezionamento dell'asta arginata permette anche una certa riqualificazione del corso d'acqua dato che il deflusso delle portate di magra risulta meno "canalizzato".

Le situazioni a rischio molto elevato sono localizzate lungo l'asta arginata del Santerno a S. Agata sul Santerno e a Cà di Lugo. Per l'eliminazione di tali situazioni di rischio, che riveste carattere di priorità assoluta, è previsto un intervento di risezionamento e sistemazione dell'asta arginata (dal ponte dell'autostrada A14 fino allo sfocio in Reno) tale da permettere il deflusso in sicurezza di portate indotte da eventi con tempi di ritorno di 50 anni (portate massime in ingresso di circa 790 m<sup>3</sup>/s). Nel PSAI è prevista inoltre una cassa d'espansione, localizzata immediatamente a monte dell'autostrada A14, finalizzata a mettere in sicurezza l'asta arginata per eventi con tempi di ritorno di 200 anni, portando quindi il rischio idraulico a valori irrilevanti lungo tale asta: l'Autorità di Bacino, interpellata per gli interventi in progetto, ritiene però di difficile realizzazione detta cassa di espansione anche nel medio-lungo periodo.

L'altra situazione a rischio più elevato nel bacino del Santerno è localizzata nella zona industriale di Casalfiumanese. In questo caso sono previste opere di protezione spondale e di sistemazione dell'alveo del Santerno. Tutti gli altri interventi strutturali previsti dal presente piano, per ridurre il rischio idraulico a valori irrilevanti a livello di bacino, consistono, al fine di far defluire con sicurezza piene per eventi con tempi di ritorno fino a 200 anni, nel risezionamento dell'alveo del Santerno e nella realizzazione d'opere di difesa delle aree a rischio nei centri abitati di Imola, San Prospero, Firenzuola e Borgo Tossignano.

Le ipotesi d'intervento per ridurre la pericolosità del sistema mediante la riduzione delle portate prevedono la realizzazione di una cassa di espansione posta sul Santerno tra la ferrovia Bologna-Ancona e l'autostrada

A14. L'area di localizzazione della cassa d'espansione è riportata nella Figura 5-43 in cui sono riportate anche le aree interessate dall'intervento di risezionamento dell'alveo con la creazione di ampie golene in quanto tale intervento, dati i possibili effetti di laminazione delle portate, potrebbe interagire funzionalmente con la cassa in modo non trascurabile.

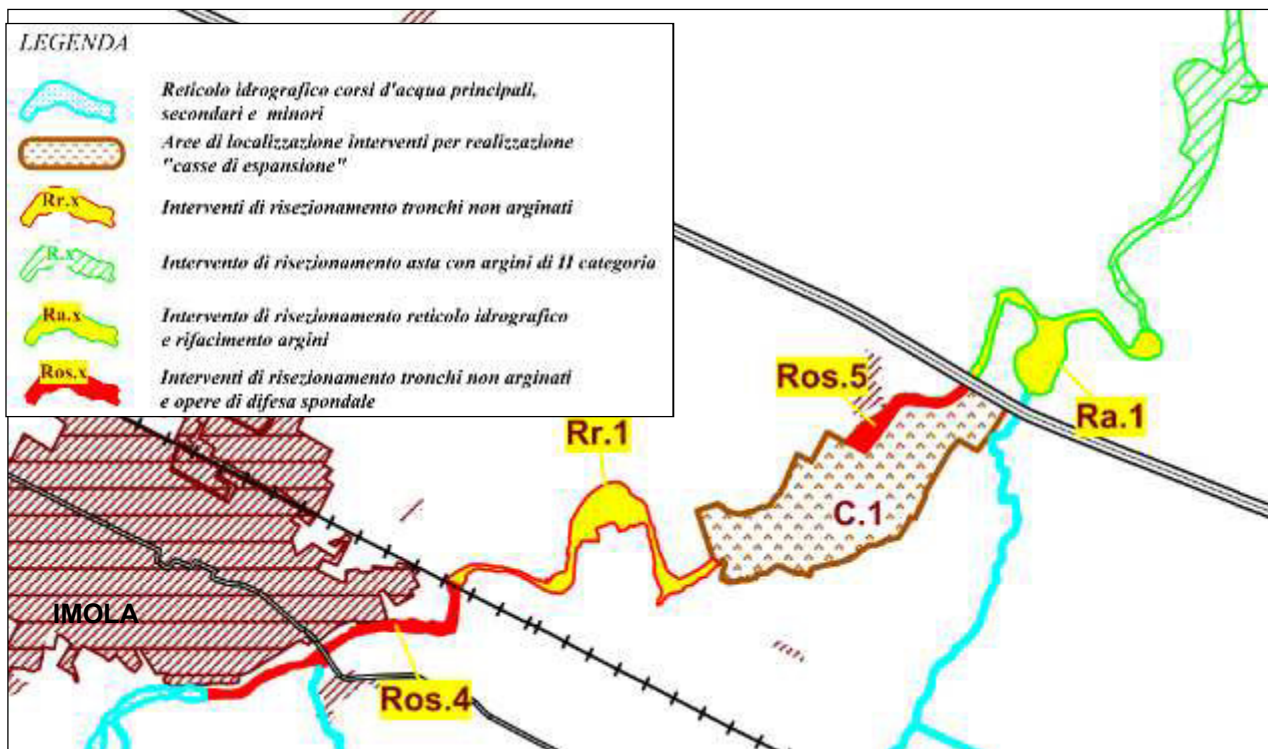


Figura 5-43. Interventi strutturali per la mitigazione del rischio idraulico tra Imola e il tratto a valle dell'A14

La cassa d'espansione in oggetto, al fine di mettere in sicurezza il sistema dal ponte dell'autostrada A14 fino allo sfocio in Reno per eventi con tempi di ritorno di 200 anni, dovrebbe limitare le portate a circa 750 m<sup>3</sup>/sec.

#### 5.10.4 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

##### 5.10.4.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del fiume Santerno è stata ricavata tramite rilievi topografici ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 9,76 Km a monte dell'autostrada e per 7.23 Km a valle, per una lunghezza totale di circa 17.00 Km.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di 42 sezioni trasversali, ortogonali all'asse del torrente. In aggiunta alle sezioni ricavate dal rilievo topografico sono state utilizzate le sezioni fornite dall'Autorità di Bacino del Reno. Nella Figura 5-44 sono state messe a confronto le sezioni dei due diversi rilievi.



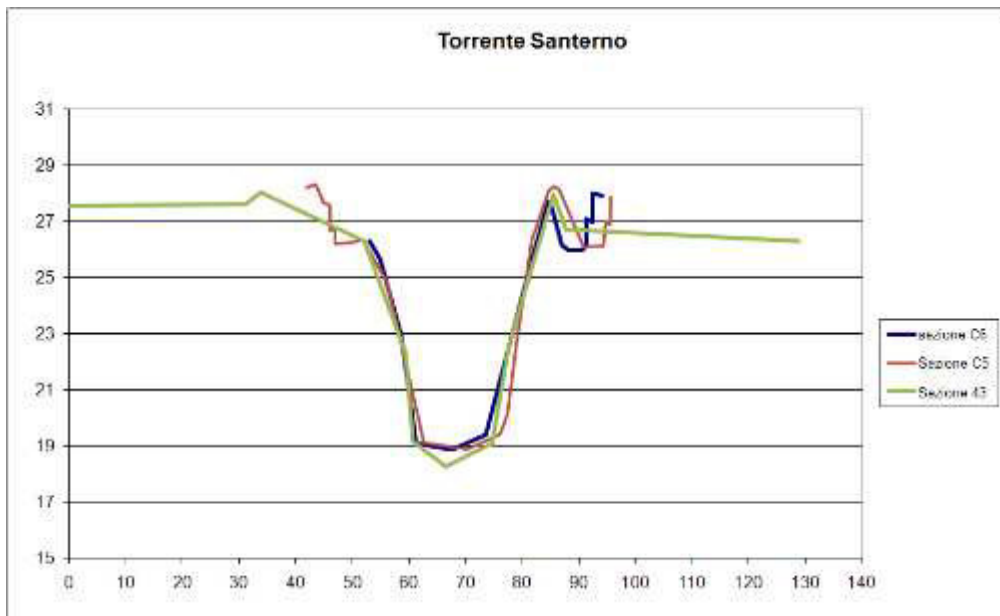


Figura 5-44. Confronto tra le sezioni dei rilievi topografici

Come illustrato nella figura precedente è stato eseguito un confronto tra le sezioni rilevate in prossimità del ponte autostradale sul fiume Santerno, al fine di verificare. La sezione 43 è stata fornita dall'AdB Reno ed è stata rilevata in prossimità del ponte, mentre la sezione C5 e C6 sono state rilevate rispettivamente a monte e a valle del manufatto.

Da questa verifica emerge una buona corrispondenza tra le sezioni confrontate inoltre, la differenza di quota del thalweg tra le sezioni è da attribuirsi alla posizione non coincidente in cui esse sono state rilevate.

Il tratto oggetto di studio comprende diversi manufatti in particolare sono stati presi in considerazione il ponte di via del Tiro a Segno, il ponte di via Dante Alighieri, il ponte di via Pisacane e il ponte delle FFSS Bologna-Otranto a monte dell'autostrada, il ponte dell'Autostrada A14 e a valle di questo il ponte di via Ponte in località Mordano.

Nella fattispecie il ponte autostradale è costituito da un impalcato a tre campate di cui quella centrale costituita da travi in c.a.p. e quelle laterali da travi in c.a.p.. Le suddette travi, ad interasse variabile, sono collegate dalla soletta in c.a. e da traversi in testata e in campata, mentre in corrispondenza delle pile è assente qualsiasi collegamento longitudinale strutturale con le travi.

I vincoli d'appoggio dell'impalcato sono costituiti da due pile su pali. Le pile sono costituite da due cordoli con funzione di pulvino e nello stesso tempo collegano i pali  $\Phi 1200$  sottostanti. L'ampliamento delle pile rispecchia esattamente l'esistente con la realizzazione di quattro pali (due da ciascun lato dell'impalcato) e di un cordolo inghisato al cordolo esistente. Le spalle sono passanti su pali  $\Phi 1200$ , l'ampliamento viene eseguito tirantando le spalle esistenti e quelle ampliate mediante un ordine di tiranti passivi realizzati con micropali e trave di correa.

La solidarizzazione dell'esistente con il prolungamento avviene mediante inghisaggio di barre passanti.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. Sono state differenziate le scabrezze per il fondo alveo e sponde inferiori, più spoglie di vegetazione, rispetto a quella delle sponde superiori, oltre a differenziare i valori per le opere in calcestruzzo. In prossimità del ponte autostradale si è diversificato ulteriormente il valore della scabrezza data la presenza di difese spondali in calcestruzzo fratazzato. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 5-28. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del fiume Santerno

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Fondo dell'alveo (monte A14)	22
Fondo dell'alveo (valle A14)	25
Sponde dell'alveo (monte A14)	20
Sponde dell'alveo (valle A14)	22
Opere in cls	58

#### 5.10.4.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Per l'implementazione del modello idraulico le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0015$ );
- Portate in ingresso a monte derivanti dalle analisi idrologiche riportate nella Relazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del fiume Santerno, redatta dall'ADB Reno. Tali portate sono la  $Q_{200}=1040m^3/s$  per lo stato di fatto e  $Q_{200\_laminata}=750m^3/s$  per lo stato di progetto, quest'ultima corrisponde alla portata laminata dalla cassa d'espansione a monte dell'autostrada (se realizzata).

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento è la seguente:

- stato di fatto per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza il prolungamento del ponte autostradale esistente e simulando l'onda di piena duecentennale in condizioni di moto permanente;
- stato di progetto, per il quale si considera sia il prolungamento del ponte autostradale per circa 9,00m, ma non l'effetto di laminazione della cassa di espansione la cui realizzazione non è ancora confermata. Pertanto nello stato di progetto si adotta una riprofilatura dell'alveo tale da permettere il transito della portata  $Q_{200}$  attraverso il viadotto nella sua configurazione modificata pile e impalcato allargati per la realizzazione della quarta corsia) senza aumento di livello idrico rispetto allo stato attuale. Lo stato di progetto è stato simulato facendo propagare l'onda di piena duecentennale in condizioni di moto vario.

#### 5.10.4.3 Risultati della modellazione idraulica

Dalla simulazione in moto permanente dello stato di fatto, con propagazione di un onda di piena con tempo di ritorno di 200 anni pari a  $Q=1040m^3/s$  e con condizione di moto uniforme a valle, è stato ottenuto il profilo rappresentato in Figura 5-45.

Per tale valore di portata il ponte autostradale ha un funzionamento in pressione (vedi Figura 5-46) infatti, il tirante idrometrico si attesta al disopra dell'intradosso ad una quota di 30.40m slm subito a monte del ponte.

La simulazione nello stato di progetto è stata implementata considerando sia l'ampliamento del ponte autostradale che gli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico previsti dall'ADB Reno. Tali interventi sono finalizzati alla riduzione delle portate mediante una cassa di espansione e ad un abbassamento dei livelli idrici anche mediante un adeguato rizezionamento dell'alveo a valle dell'autostrada A14, senza la creazione od il sopralzo di argini per non aumentare il grado di artificialità della rete idrografica.



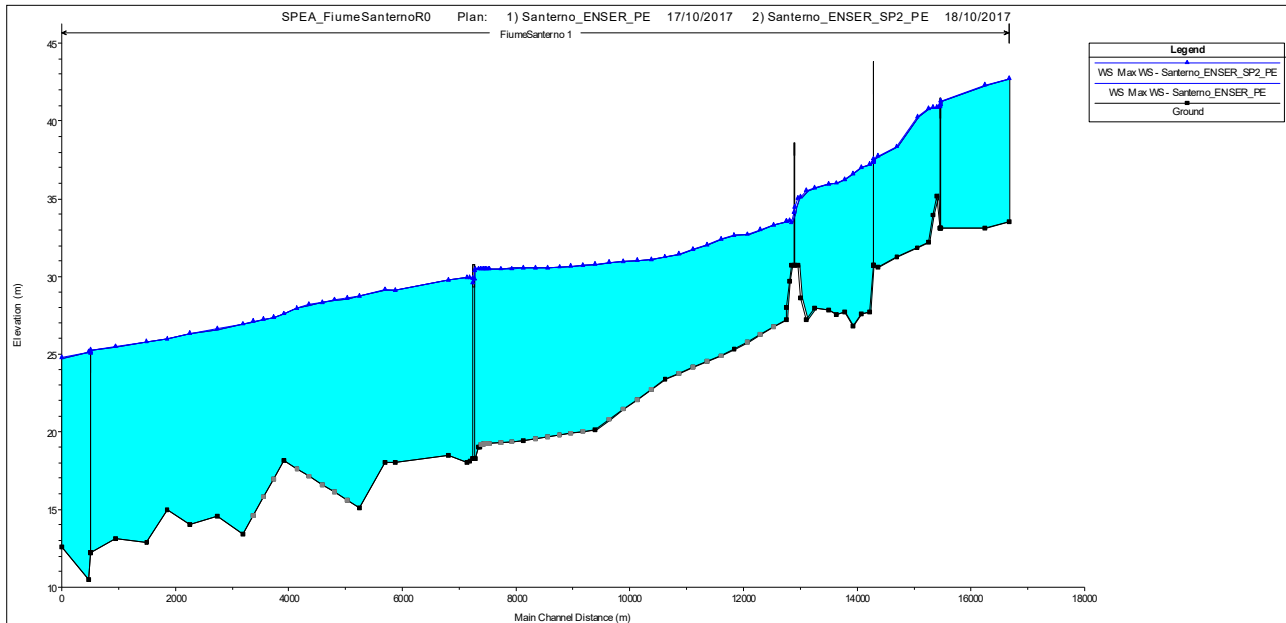


Figura 5-45. Profili nelle condizioni di SF e con la  $Q_{Tr200}$  nell'intorno del ponte autostradale

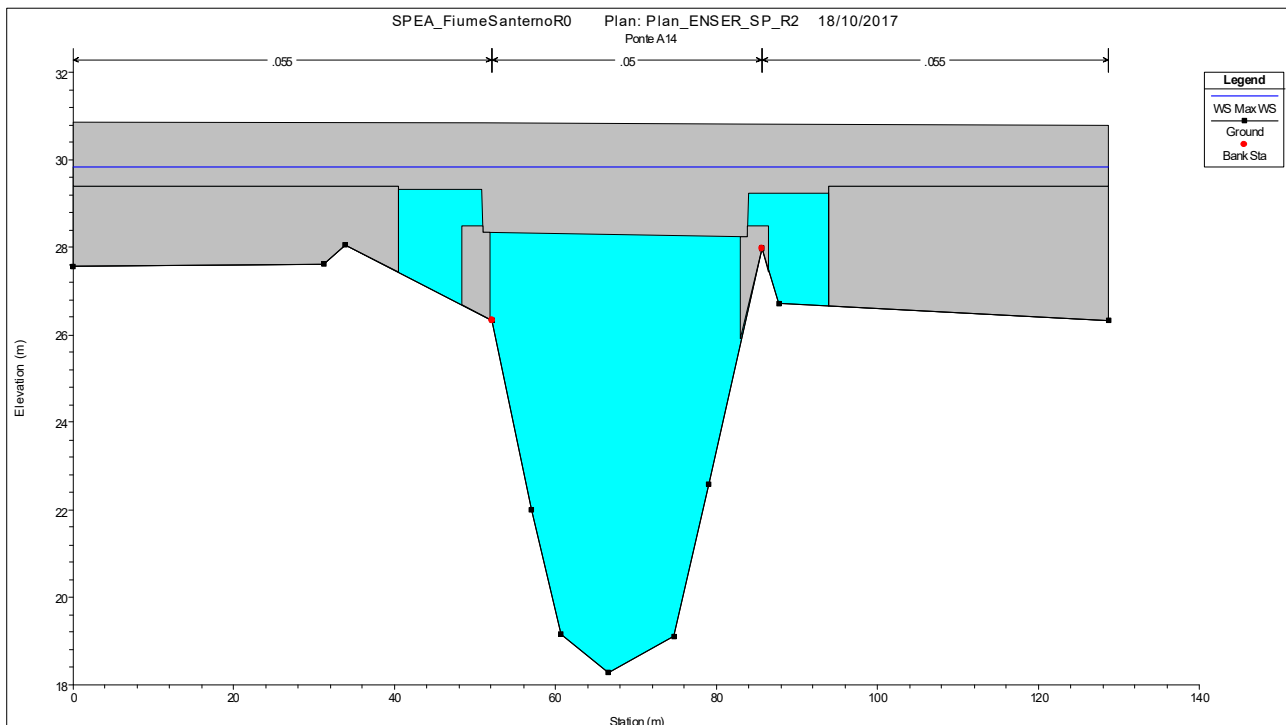


Figura 5-46. Livello idrometrico in corrispondenza del ponte autostradale per un evento di piena con  $Tr=200$ anni nello stato di progetto

### 5.10.5 Interventi di sistemazione idraulica

Data la situazione delicata della presente interferenza, gli interventi previsti sono mirati alla manutenzione di tutti gli elementi di difesa spondale attualmente presenti nonché al mantenimento inalterato delle attuali altezze idriche che si verificano in alveo al verificarsi di eventi di piena.

Gli interventi di sistemazione idraulica previsti in corrispondenza del ponte autostradale sul Fiume Santerno sono:

- Demolizione di difesa esistente e realizzazione, per la protezione dell'ampliamento delle spalle del ponte, di una nuova difesa in gabbioni in rete metallica a doppia torsione, con maglia 8x10 sp. F=3,0mm, peso 10,6 Kg/m<sup>3</sup>, riempiti con pietrame o ciottoli duri di dimensione idonea ed uniforme;
- la demolizione dell'argine rivestito in cls fratazzato, limitatamente al tratto fuori dalla luce del ponte a valle di questo, al fine di consentire le lavorazioni necessarie all'ampliamento della sottostruttura. terminate le operazioni di ampliamento è previsto il ripristino dell'argine sempre rivestito in cls fratazzato;
- il risarcimento del 20% della pista di servizio esistente sotto alla luce del ponte, con materiale arido sistemato e pressato a più strati con mezzi meccanici inoltre, occorre prolungare tale pista al fine di raccorderla con l'ampliamento previsto per il ponte;
- Regolarizzazione dell'alveo del Torrente attraverso riprofilatura della sezione idraulica e pulizia spondale .

Una descrizione dettagliata degli interventi di sistemazione idraulica per Fiume Santerno è fornita nell'elaborato grafico di riferimento.

## 5.11 RIO SANGUINARIO

### 5.11.1 Caratteristiche idrografiche

Il rio Sanguinario, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 54+423.53, è un corso d'acqua minore affluente del Fiume Santerno in destra idrografica.

Il rio Sanguinario, che per tutto il suo corso delimita le province di Bologna e di Ravenna, nasce nelle colline del comune di Riolo Terme, a circa 210mslm; segue poi un percorso abbastanza lineare verso nord fino alla confluenza con il Santerno nei pressi di Castel Nuovo, frazione del comune di Solarolo.

Tabella 5-29. Rio Sanguinario - caratteristiche fisiche

Area del bacino	23.51	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	9.95	km
Elevazione media del bacino	103	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	25.8	m s.l.m.
Distanza dalla foce	0.150	km



Figura 5-47. Rio Sanguinario in corrispondenza dell'attraversamento dell'autostrada A14

### 5.11.2 Analisi idrologica e definizione delle portate di riferimento

Le portate massime che possono presentarsi in funzione del loro grado di probabilità (ovvero del Tempo di Ritorno), prese a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del rio Sanguinario, sono quelle riportate nella Relazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Torrente Santerno, redatta dall'ADB Reno.

Nella Relazione citata, è riportato che per la valutazione delle onde di piena è stato impiegato, previa opportuna calibrazione dei parametri incogniti, il modello di trasformazione afflussi-deflussi ARNO (Todini E., 1988). Nel modello afflussi-deflussi il suolo viene rappresentato attraverso un solo blocco il cui significato è quello di "capacità di immagazzinamento"; la quantità di acqua piovuta in eccesso rispetto a tale capacità viene interpretata unicamente come deflusso superficiale. Assieme ad esso vengono calcolati un contributo di drenaggio ed un contributo di base (proveniente dalla falda attiva): sommati tutti fra loro, vengono trasferiti alla

sezione di chiusura del bacino mediante una doppia convoluzione con un idrogramma unitario di tipo parabolico semplificato.

Nella tabella seguente si riportano le portate massime, al variare del tempo di ritorno, riferite alla sezione in corrispondente del ponte dell'autostrada A14. Alcuni di questi valori, utilizzati per le verifiche idrauliche successivamente riportate, sono stati estratti dalla relazione del PAI precedentemente citata, altri sono stati ottenuti per interpolazione.

Tabella 5-30. Valori di portata massima al colmo per i diversi  $T_R$

$T_R$ anni	Q (m <sup>3</sup> /s)
30	40
50	45
100	53
200	61

### 5.11.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 5.11.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Rio Sanguinario è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco dai tecnici.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 115 m a monte dell'autostrada e per 150 m verso valle fino alla confluenza con il fiume Santerno, per una lunghezza totale di circa 300m.

Il modello idraulico realizzato sul tratto indagato, si compone di dieci sezioni trasversali, ortogonali all'asse del rio; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello idraulico.

Il tratto indagato comprende due manufatti:

- il primo è il Ponte autostradale che presenta una luce di 24,00m, mentre la quota dell'intradosso è a 28.53 m slm. L'impalcato è ad una campata, realizzato mediante travi a doppio T in c.a.p. L'ampliamento (5,93m da un lato e 4.13m dall'altro) è previsto mediante una sezione a cassoncino in c.a.p. composta da tre travi longitudinali da un lato e da due travi dall'altro lato dell'ampliamento. I vincoli d'appoggio dell'impalcato sono sostituiti da due spalle tradizionali avente fondazioni su pali F1000. L'ampliamento delle spalle viene realizzato rispecchiando l'esistente, mentre la solidazione dell'esistente con il prolungamento avviene mediante inghisaggio di barre passanti.
- il secondo, 20,00m a valle dell'autostrada è un ponte di servizio per il transito dei mezzi agricoli che presenta una luce pari a 24,00m, mentre la quota dell'intradosso è a 27.34 m slm.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. Si sono differenziate le scabrezze per il fondo alveo e sponde inferiori, più spoglie di vegetazione, rispetto a quella delle sponde superiori oltre a differenziare i valori per le opere in calcestruzzo.

Tabella 5-31. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del Rio Sabbioso

Coefficients di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Fondo dell'alveo	22
Sponde dell'alveo	20
Opere in calcestruzzo	58

### 5.11.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza il prolungamento dello scatolare autostradale;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento del ponte per una lunghezza pari a circa 10m.

Per l'implementazione del modello idraulico, sia nelle simulazioni dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Altezza idrometrica di valle pari ad un livello idrico noto di 25.85m coincidente con quello della sezione 43T del profilo idrico del fiume Santerno per un evento di piena  $T_R= 2$ anni;
- Portata con  $T_R=100$  anni, in ingresso a monte, derivanti dalle analisi idrologiche riportate nella Relazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Santerno, redatta dall'ADB Reno.

### 5.11.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica dello stato di fatto e di progetto, con ponte ampliato, non presenta variazioni in termini di livello del tirante idrico come si può vedere dal confronto tra i profili di rigurgito ante e post ampliamento (vedi Figura 5-48).

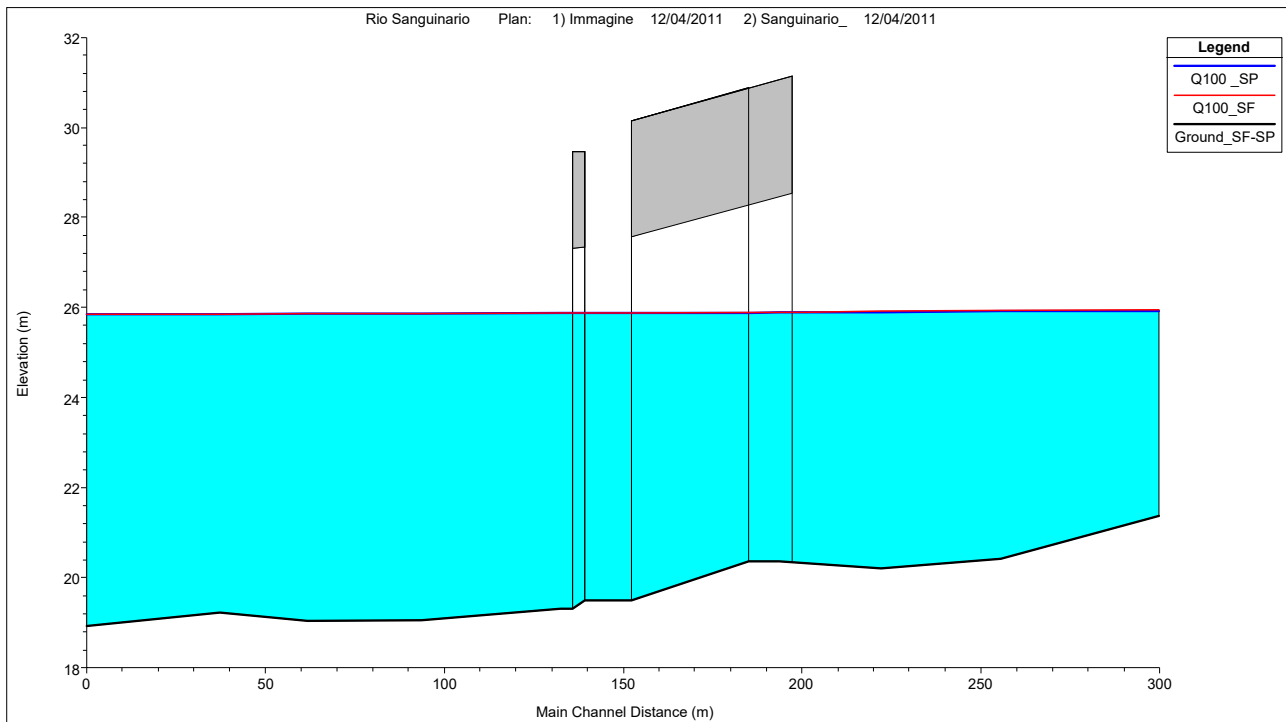


Figura 5-48. Confronto tra profili nelle condizioni di SF e SP e con la  $Q_{Tr200}$

Dalla simulazione è emerso che il tirante idrico sotto al ponte autostradale del Rio Sanguinario è fortemente influenzato dal livello idrico che si instaura nel Santerno in corrispondenza della confluenza tra i due corsi d'acqua, che si trova a 150.00 m dal ponte considerato.

Nella presente simulazione è stata considerata come condizione di valle l'altezza del livello idrico nel Santerno alla confluenza con il Sanguinario, quando nel primo si propaga un'onda di piena che mediamente si ripresenta ogni due anni. Per tale condizione, i livelli sotto al ponte autostradale del Sanguinario, si attestano ad una quota che si mantiene quasi inalterata al variare della portata che defluisce nel Rio, questo è dovuto all'influenza preponderante della condizione di valle che vincola il profilo di rigurgito. La ridotta variazione delle altezze idrometriche, al variare della portata, è efficacemente rappresentata in Figura 5-49, che riporta il confronto tra i livelli idrici che si instaurano sotto al ponte autostradale del Sanguinario per portate con tempo di ritorno di 5 e 200 anni e come condizione di valle, quella precedentemente definita.

Qualora nel Santerno si verificasse un evento di piena con tempo di ritorno 200 anni, in analogia con quanto descritto sopra, il livello che si verificherebbe nel Sanguinario sarebbe pari a 25.90m slm con un franco residuo di circa 1.80m rispetto all'intradosso del ponte sul Sanguinario.



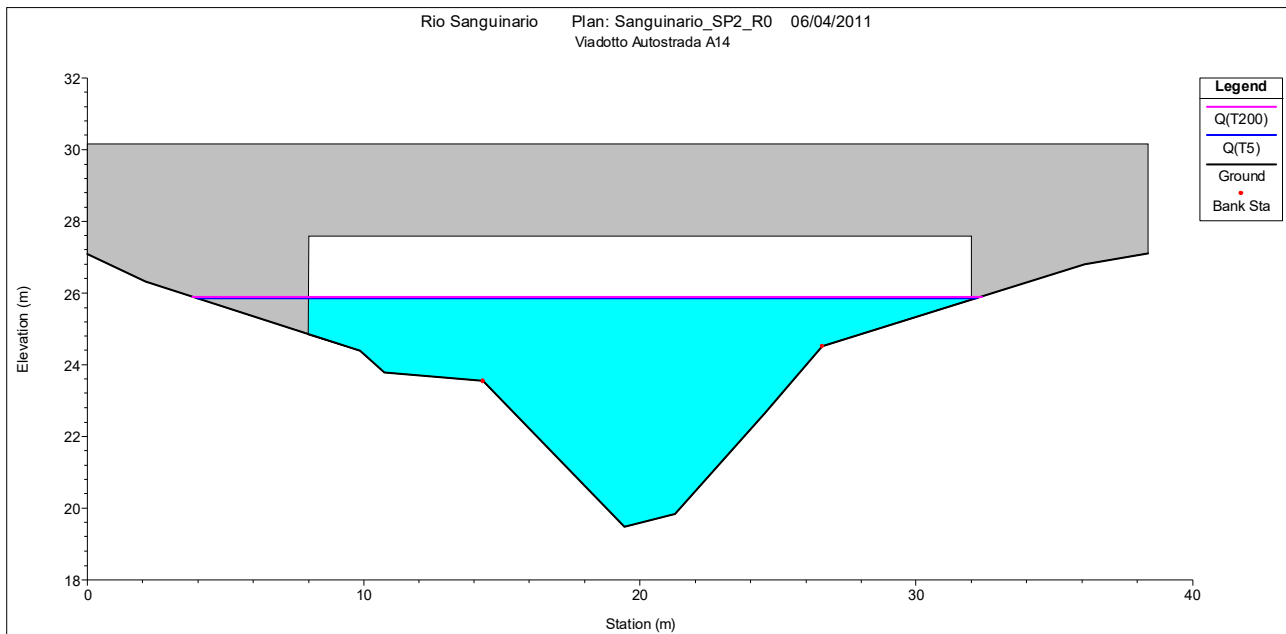


Figura 5-49. Livelli idrici nella sezione del ponte autostradale rilevati per eventi di piena con  $T_R = 5$  e 200 anni

#### 5.11.4 Interventi di sistemazione idraulica

L'alveo del Rio Sanguinario, sotto la luce del ponte, è caratterizzato da una forte instabilità delle sponde che franano a causa dell'effetto erosivo che la corrente esercita al piede delle stesse (vedi Figura 5-50).



Figura 5-50. Erosione spondale del rio Sanguinario lungo la luce del ponte autostradale

L'ampliamento del ponte poiché, realizzato rispecchiando l'esistente, non provoca variazioni all'assetto idrodinamico del rio, nonostante ciò le pessime condizioni delle sponde, proprio in corrispondenza dell'attraversamento infrastrutturale, rendono necessari i seguenti interventi di sistemazione idraulica:

- scegliere a protezione di sponde con massi di roccia non degradabile sana e compatta del peso di 100-500 Kg/cad con interstizi intasati di cls magro;
- demolizione di difesa esistente in gabbioni e realizzazione, per la protezione dell'ampliamento delle spalle del ponte, di nuova difesa in gabbioni in rete metallica a doppia torsione, con maglia 8x10 sp. F=3,0mm, peso 10,6 Kg/m<sup>3</sup>, riempiti in pietrame o ciottoli duri di dimensione idonea ed uniforme;
- formazione di pista di servizio e raccordo con pista esistente, con materiale arido sistemato e pressato a più strati con mezzi meccanici.

Una descrizione dettagliata degli interventi di sistemazione idraulica per Rio Sanguinario è fornita nell'elaborato grafico di riferimento.

## 6. CORSI D'ACQUA ARTIFICIALI RICADENTI NELL'AREA DI COMPETENZA DEL CONSORZIO DI BONIFICA RENANA, TRA LA PK 29+817.92 E LA PK 47+698.36

Di seguito si esaminano i singoli corsi d'acqua interferiti dal tracciato in progetto (da Pk 29+817.92 a 47+817.92), per i quali l'Ente competente è rappresentato dal Consorzio di Bonifica Renana.

Quest'analisi è stata condotta in due modalità differenti:

- Per ogni canale gestito dai Consorzi di Bonifica e per 6 fossi privati, ritenuti particolarmente significativi per le loro dimensioni e poiché attraversano la sede autostradale mediante tombino scatolare, è stata ricavata la  $Q_{ms}$  implementando un modello matematico monodimensionale in moto permanente, indagando e confrontando la condizione attuale, stato di fatto e quella futura, stato di progetto.
- Per i rimanenti fossi caratterizzati da sezioni trasversali minori rispetto ai precedenti e poiché, attraversano la sede autostradale mediante tombini circolari di diametro  $\leq 1000\text{mm}$ , le analisi sono state condotte in forma più speditiva, determinando la  $Q_{ms}$  con analisi idraulica in moto uniforme, indagando e confrontando la condizione attuale, stato di fatto e quella futura, stato di progetto.

## 6.1 CANALI ANALIZZATI MEDIANTE MODELLO MONODIMENSIONALE IN CONDIZIONI DI MOTO PERMANENTE

Per ciascun canale gestito dal Consorzio di Bonifica Renana e per i fossi privati che presentano tombini scatolari per l'attraversamento della sede autostradale, è stato implementato un modello monodimensionale in moto permanente mediante l'utilizzo del codice di calcolo Hec-Ras. Il modello idraulico ha consentito di individuare la portata massima sostenibile per ciascun canale e successivamente di confrontare la condizione attuale, stato di fatto e quella futura, stato di progetto.

Di seguito sono riportati i canali per i quali è stata realizzata la simulazione in moto permanente.

*Tabella 6-1. Corsi d'acqua artificiali simulati con modelli monodimensionali in condizioni di moto permanente e ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica Renana, tra la Pk 29+817.92 e la Pk 47+698.36*

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA ALL'ALTEZZA DELL'A14
AU-CS014-TS034	Scolo Fossadone	31+355.291	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS014-TS036	Fossa di Mezzo	31+569.110	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS015-TS038	Fosso 12	32+111.177	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS015-TS040	Scolo Fossa Barchetta	32+418.481	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS015-TS041	Fossa Grande	32+617.909	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS015-TS042	Fosso Galisano	32+920.584	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS018-TS049	Fosso 17	34+792.930	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS018-TS055	Scolo Laghetto	35+702.009	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS020-PO011	Canale di Medicina	37+990.031	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS020-TS063	Fosso 23	38+196.850	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS028-TC078	Fosso 27	43+839.368	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS028-TC079	Fosso 28	44+157.720	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS028-TS083	Scolo Consorziale Ladello	45+173.386	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS028-TS084	Fosso 30	45+571.002	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS028-TS086	Fossa delle Brunelle	45+998.275	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS030-TS089	Scolo Consorziale Prati Cupi	46+784.612	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare
AU-CS033-PO013	Scolo Consorziale Correcchio	47+697.899	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Scatolare

## 6.2 SCOLO FOSSADONE

### 6.2.1 Caratteristiche idrografiche

Lo Scolo Fossadone, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 031+355.54, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-2. Caratteristiche fisiche dello Scolo Fossadone fino alla sezione di attraversamento autostradale

Area del bacino	1.85	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	2.3	km
Elevazione massima del bacino	99	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	42	m s.l.m.



Figura 6-1. Scolo Fossadone in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 6.2.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico dello Scolo Fossadone è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=3.50m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che lo Scolo Fossadone è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 6.2.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato,

di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

### 6.2.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato dello scolo Fossadone è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 63 m a monte dell'autostrada e per 400 m a valle, per una lunghezza totale di circa 521 m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di dieci sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende due manufatti:

- il primo in corrispondenza dell'autostrada è uno scatolare con luce pari a 2m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 2.4m ed estensione lineare di 58m,
- il secondo posto a valle rispetto l'A14 è uno scatolare con luce pari a 2m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 1.5m ed estensione lineare pari a 9m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-3. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico dello scolo Fossadone

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	20
Opere in calcestruzzo	58

### 6.2.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza il prolungamento dello scatolare autostradale;
- stato di progetto, per il quale non si prevede il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare attuale (superiore ai 45m) è in grado di accogliere l'ampliamento autostradale previsto (circa 4m per entrambi i sensi di marcia). La simulazione nello stato di progetto prevede il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico dello scolo Fossadone, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0072$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo, nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.



### 6.2.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a 3.5 m<sup>3</sup>/s. Il livello idrico raggiunto nelle sezioni immediatamente a monte dell'autostrada, nello stato di fatto e con portata massima sostenibile, è illustrato nella figura seguente.

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'officiosità idraulica sia all'interno dello scatolare autostradale, che delle sezioni idrauliche rispettivamente a monte e a valle dello scatolare stesso, al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 1.10m.

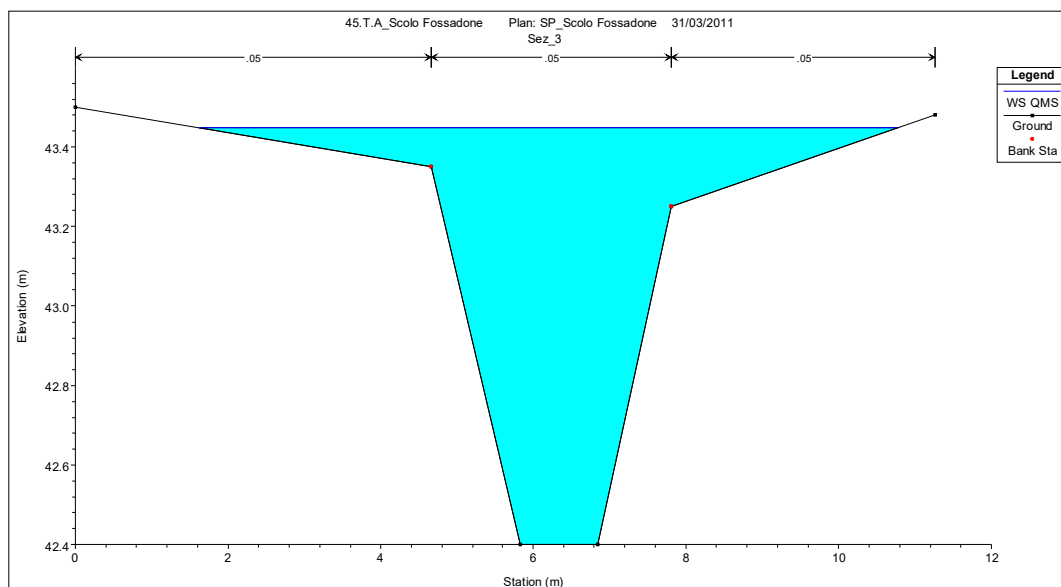


Figura 6-2. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con Qms

Di seguito si riporta il confronto tra i profili di rigurgito nello stato di fatto (linea rossa) e nello stato di progetto (linea blu).

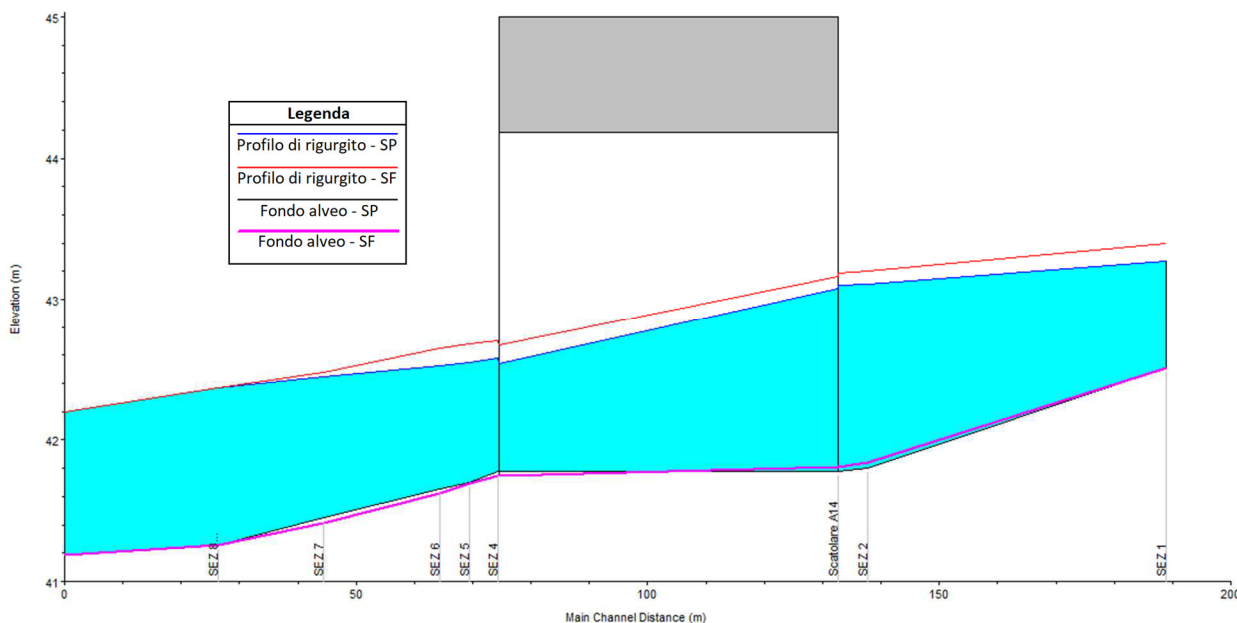


Figura 6-3. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con Qms

Come evidenziato nella figura precedente la sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo di circa 40cm, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica.

#### **6.2.4 Interventi di sistemazione idraulica**

Per lo scolo Fossadone si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di 5.00 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 6.3 FOSSA DI MEZZO

### 6.3.1 Caratteristiche idrografiche

Il canale Fossa di Mezzo, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 031+567.88, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-4. Caratteristiche fisiche della Fossa di Mezzo fino alla sezione di attraversamento autostradale

Area del bacino	1.6	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	2.2	km
Elevazione massima del bacino	67	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	40.5	m s.l.m.



Figura 6-4. Fossa di Mezzo in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 6.3.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del canale Fossa di Mezzo è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=8m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che la Fossa di Mezzo è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico in moto permanente con il software HEC-RAS.

### 6.3.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 6.3.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del canale Fossa di Mezzo è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 107m a monte dell'autostrada e per 255m a valle, per una lunghezza totale di circa 420m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di otto sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende due manufatti:

- il primo in corrispondenza dell'autostrada è uno scatolare con luce pari a 2.7m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 2.7m ed estensione lineare di 57m,
- il secondo posto a valle rispetto l'A14 è un ponte le cui quote di intradosso ed estradosso sono pari rispettivamente a 40.98 e 41.56, l'estensione lineare pari a 15m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-5. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del canale Fossa di Mezzo

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

#### 6.3.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza il prolungamento dello scatolare autostradale;
- stato di progetto, per il quale non si prevede il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare attuale (superiore ai 45m) è in grado di accogliere l'ampliamento autostradale previsto (circa 4m per entrambi i sensi di marcia). La simulazione nello stato di progetto prevede il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico del canale Fossa di Mezzo, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0070$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 6.3.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a 8 m<sup>3</sup>/s. Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato nella seguente figura.

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'officiosità idraulica sia all'interno dello scatolare autostradale, che delle sezioni idrauliche rispettivamente a monte e a valle dello scatolare stesso, al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.56m.

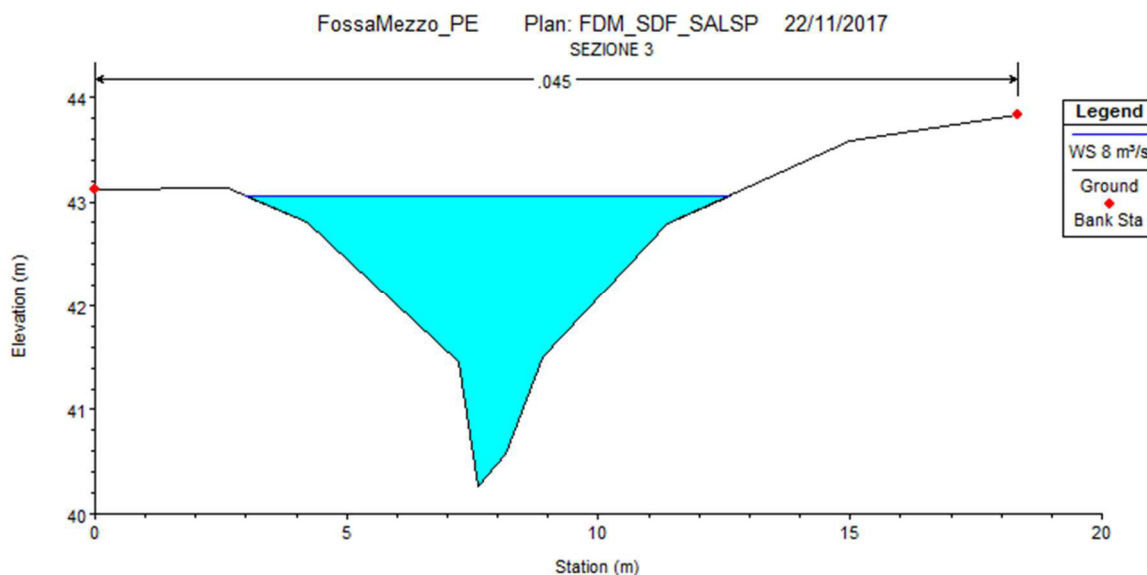


Figura 6-5. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con Qms

Di seguito si riporta il confronto tra i profili di rigurgito nello stato di fatto e nello stato di progetto.

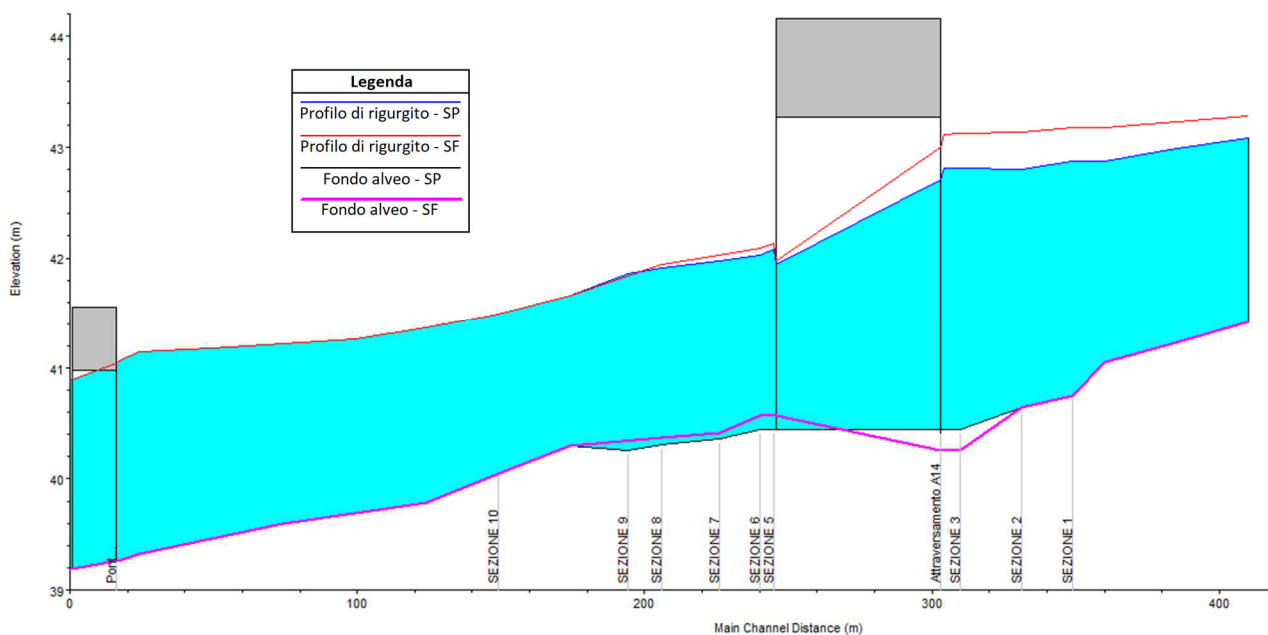


Figura 6-6. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con Qms

Come evidenziato nella figura precedente la sezione di deflusso, a valle dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica.

#### **6.3.4 Interventi di sistemazione idraulica**

Per la Fossa di Mezzo si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di 5.00 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.



## 6.4 FOSSO 12

### 6.4.1 Caratteristiche idrografiche

Il canale denominato, nel presente studio, Fosso 12, è interferito dal tracciato autostradale alla Pk 032+111.20 ed è un corso d'acqua artificiale, di competenza privata e ricadente nell'area gestita dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-6. Caratteristiche fisiche del Fosso 12 fino alla sezione di attraversamento autostradale

Lunghezza dell'asta principale	1.2	km
Elevazione massima del bacino	47	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	40.5	m s.l.m.



Figura 6-7. Fosso 12 in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 6.4.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del Fosso 12 è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=1.0m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che il Fosso 12 è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico, in moto permanente, con il software HEC-RAS.

### 6.4.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato,

di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 6.4.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Fosso 12 è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 80m a monte dell'autostrada e per 250m a valle, per una lunghezza totale di circa 370m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di undici sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende due manufatti:

- il primo in corrispondenza dell'autostrada è uno scatolare con luce pari a 3m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 1.6m ed estensione lineare di 37.8m,
- il secondo, posto a valle rispetto l'A14, è un tombino circolare di diametro pari a 1m e di estensione lineare pari a 7.70m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-7. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del canale Fosso 12

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

#### 6.4.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale non si prevede il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare attuale (superiore ai 45m) è in grado di accogliere l'ampliamento autostradale previsto (circa 4m per entrambi i sensi di marcia). La simulazione nello stato di progetto prevede inoltre il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico del Fosso 12, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0053$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 6.4.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $1\text{m}^3/\text{s}$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato nella seguente figura.

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'officiosità idraulica sia all'interno dello scatolare autostradale, che delle sezioni idrauliche rispettivamente a monte e a valle dello scatolare stesso, al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.84m.

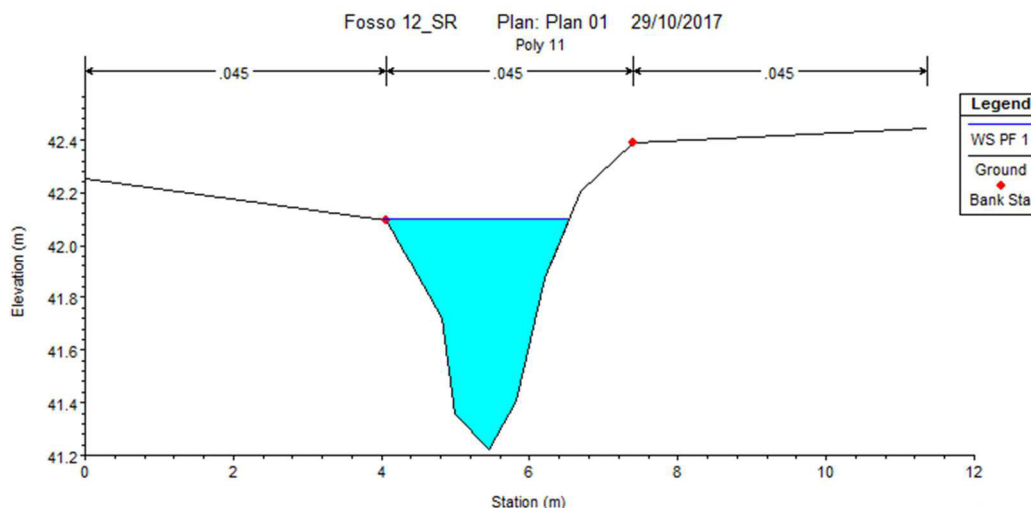


Figura 6-8. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

Di seguito si riporta il confronto tra i profili di rigurgito nello stato di fatto e nello stato di progetto.

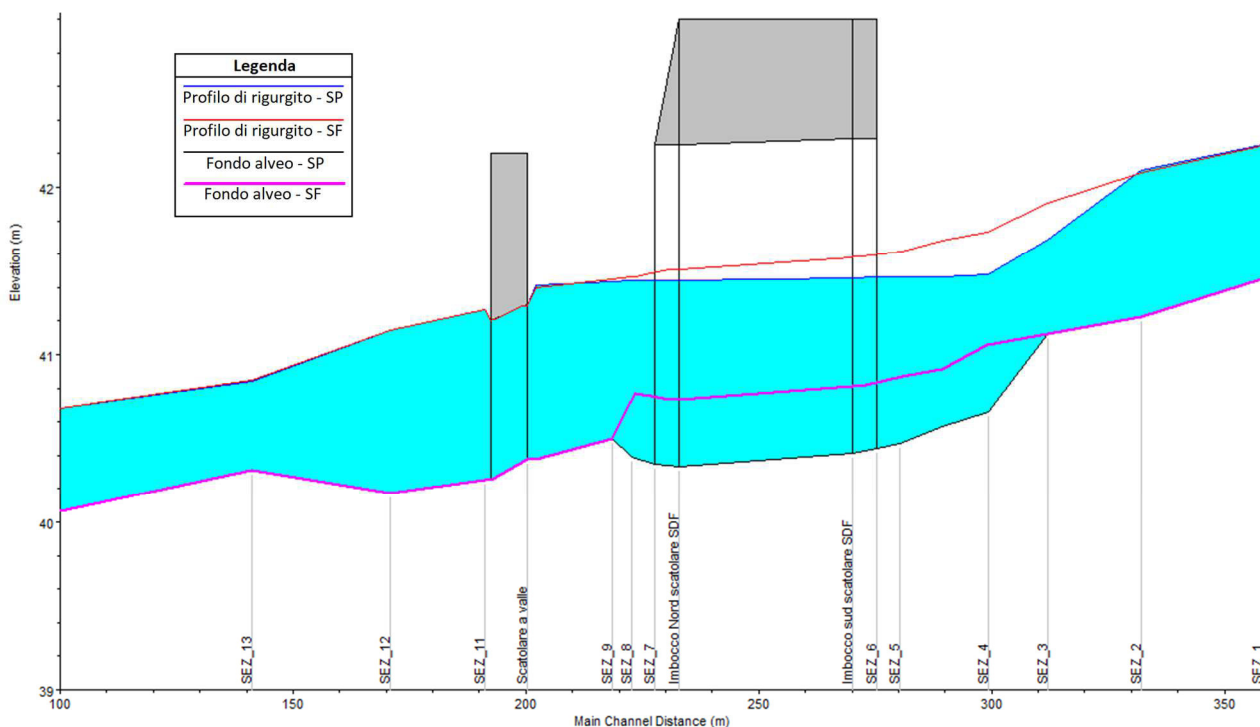


Figura 6-9. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

Come evidenziato nella figura precedente la sezione di deflusso, a valle dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica.

#### 6.4.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per il Fosso 12 si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di 5.00 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.



## 6.5 SCOLO FOSSA BARCHETTA

### 6.5.1 Caratteristiche idrografiche

Lo Scolo Fossa Barchetta, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 032+418.35, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-8. Caratteristiche fisiche dello Scolo Fossa Barchetta fino alla sezione di attraversamento autostradale

Area del bacino	0.9	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	2.0	km
Elevazione massima del bacino	56	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	40	m s.l.m.



Figura 6-10. Scolo Fossa Barchetta in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 6.5.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico dello Scolo Fossa Barchetta è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=2.50m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che lo Scolo Fossa Barchetta è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico, in moto permanente, con il software HEC-RAS.

### 6.5.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 6.5.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato dello Scolo Fossa Barchetta è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 150 m a monte dell'autostrada e per 190 m a valle, per una lunghezza totale di circa 390 m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di nove sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende un unico manufatto, in corrispondenza dell'autostrada, rappresentato da uno scatolare con luce pari a 1.5m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 2.4m ed estensione lineare di 43.8m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e al manufatto sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-9. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico dello scolo Fossa Barchetta

Coefficienti di scabrezza di Strickler (m <sup>1/3</sup> /s)	
Alveo	20
Opere in calcestruzzo	58

#### 6.5.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza il prolungamento dello scatolare autostradale;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare nello stato di fatto è pari a 43.8m. La simulazione prevede inoltre il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico dello scolo Fossa Barchetta, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0033$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

#### 6.5.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a 2.5 m<sup>3</sup>/s. Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 6-11.



La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica sia all'interno dello scatolare autostradale, che delle sezioni idrauliche rispettivamente a monte e a valle dello scatolare stesso, al fine di garantire il regolare deflusso della corrente.

Come evidenziato in Figura 6-12 la sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo di circa 40cm, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.49m.

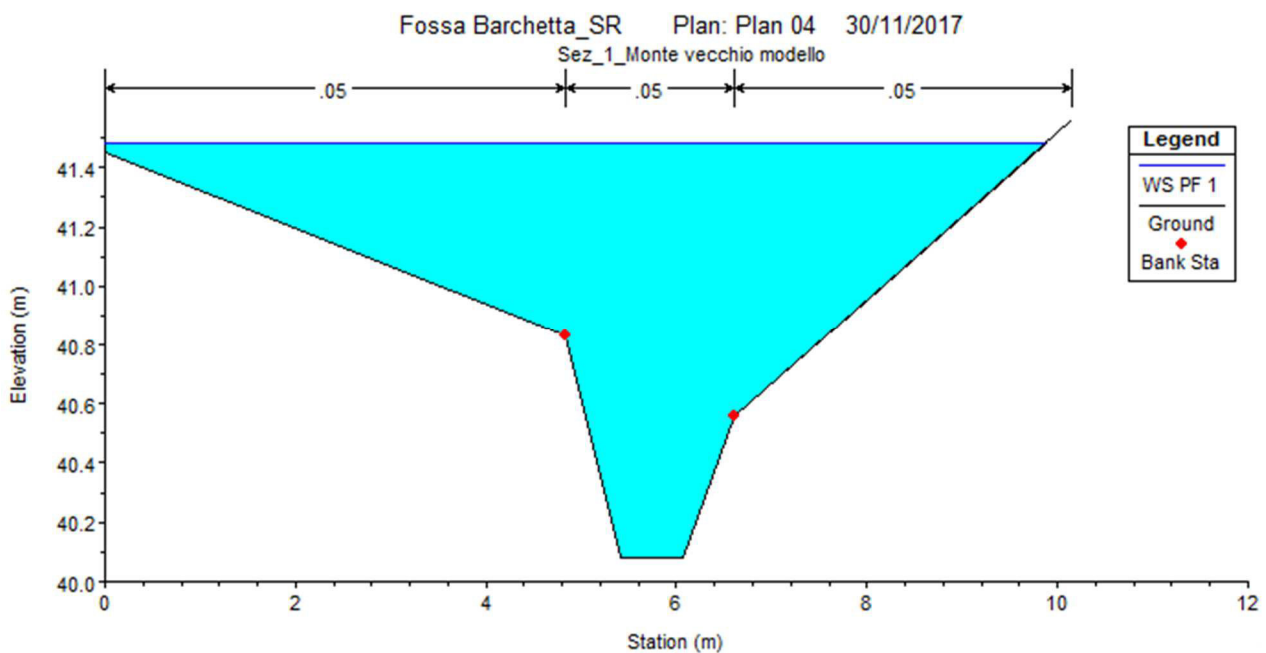


Figura 6-11. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

Di seguito si riporta il confronto tra i profili di rigurgito nello stato di fatto e nello stato di progetto.

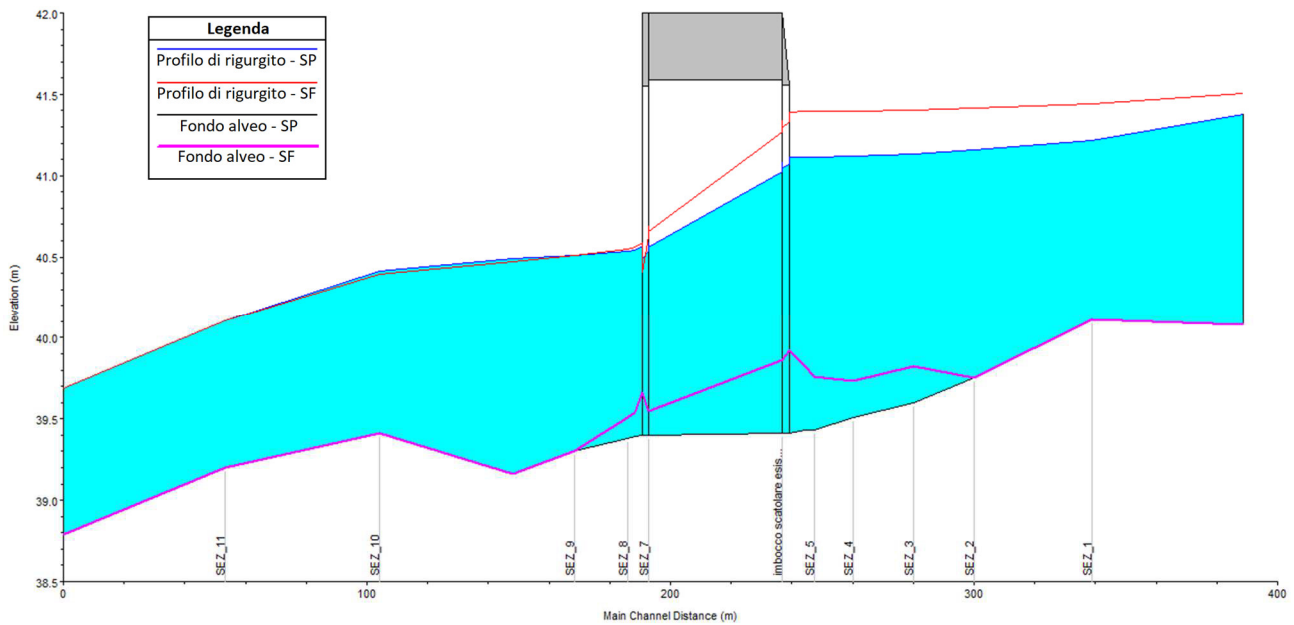


Figura 6-12. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

#### 6.5.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per lo Scolo Fossa Barchetta si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di 5.00 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 6.6 FOSSA GRANDE

### 6.6.1 Caratteristiche idrografiche

La Fossa Grande, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 032+617.94, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-10. Caratteristiche fisiche della Fossa Grande fino alla sezione di attraversamento autostradale

Area del bacino	1.5	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	3.1	km
Elevazione massima del bacino	68	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	39	m s.l.m.



Figura 6-13. Fossa Grande in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 6.6.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico della Fossa Grande è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=3.60m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che la Fossa Grande è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico, in moto permanente, con il software HEC-RAS.

### 6.6.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato,

di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

### 6.6.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del canale Fossa Grande è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 48m a monte dell'autostrada e per 220m a valle, per una lunghezza totale di circa 310m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di dodici sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende due manufatti:

- il primo in corrispondenza dell'autostrada è uno scatolare con luce pari a 3m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 2m ed estensione lineare di 42m,
- il secondo posto a valle rispetto all'autostrada è uno scatolare con luce pari a 2m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 2m ed estensione lineare pari a 9m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-11. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico della Fossa Grande

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

### 6.6.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza il prolungamento dello scatolare autostradale;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale fino ad un'estensione lineare di 45m, necessari per accogliere l'ampliamento autostradale.

Per l'implementazione del modello idraulico dello scolo Fossa Grande, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0030$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 6.6.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $3.6 m^3/s$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 6-14. .

La simulazione nello stato di progetto è stata condotta mantenendo le medesime caratteristiche geometriche proprie dello stato, ad eccezione dell'intervento di ripristino dell'officiosità idraulica sia del tombino scatolee dei primi 5m a monte e a valle dello scatolee che saranno riprofilati e rivestiti. I profili idrici nello stato di fatto e in quello di progetto coincidono come si può osservare in Figura 6-15. dimostrando che l'ampliamento dello scatolee e della sede autostradale non induce alterazioni all'attuale idrodinamismo del canale. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolee nello stato di progetto è di 0.70m.

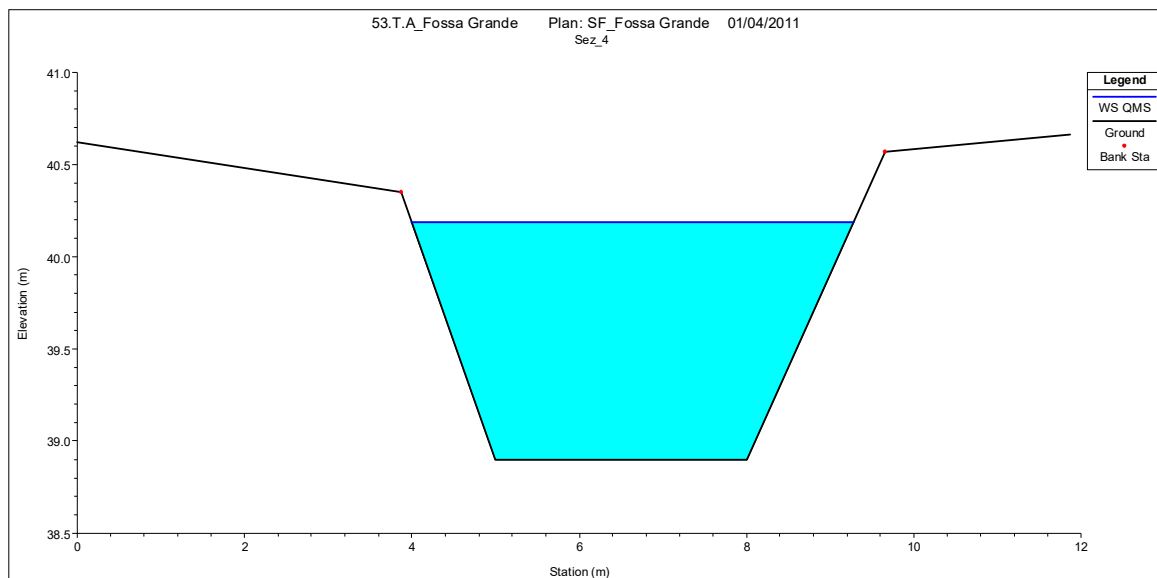


Figura 6-14. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

Di seguito si riporta il confronto tra i profili di rigurgito nello stato di fatto e nello stato di progetto.

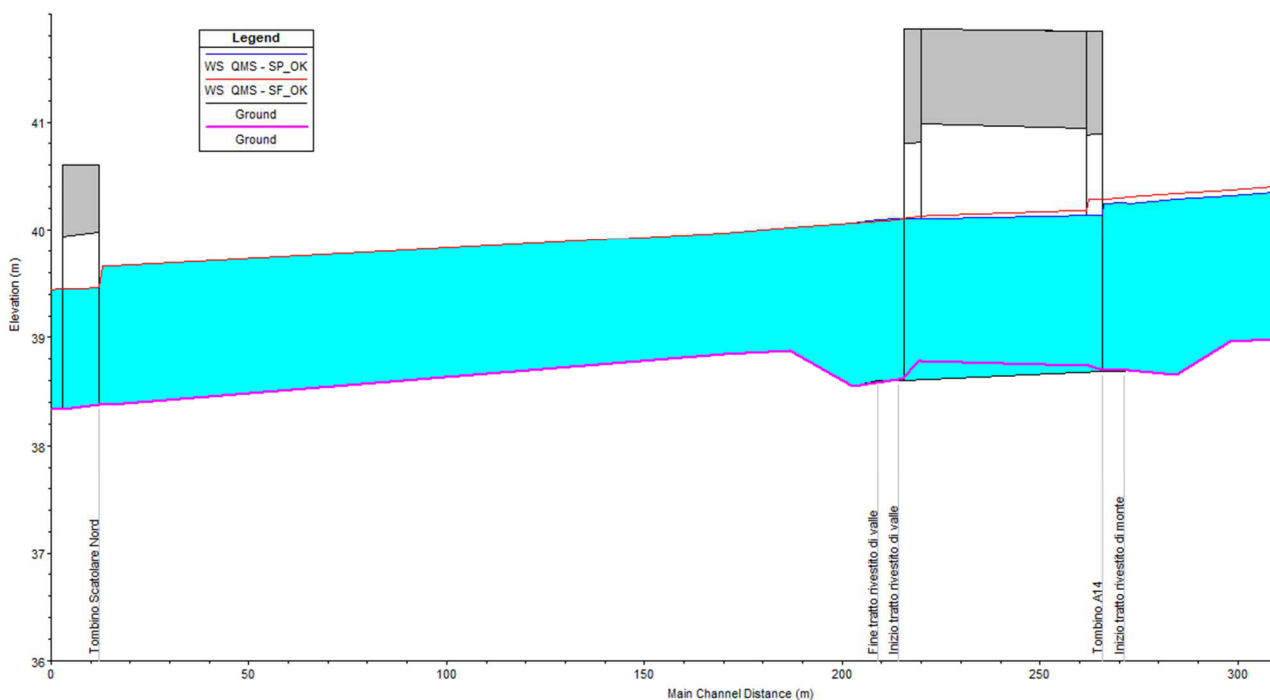


Figura 6-15. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

#### 6.6.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per la Fossa Grande si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. La sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di 5.00 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.



## 6.7 FOSSO GALISANO

### 6.7.1 Caratteristiche idrografiche

Il Fosso Galisano, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 032+920.67, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-12. Caratteristiche fisiche del Fosso Galisano fino alla sezione di attraversamento autostradale

Area del bacino	0.7	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	0.2	km
Elevazione massima del bacino	45	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	39	m s.l.m.



Figura 6-16. Fossa Galisano in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 6.7.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del Fosso Galisano è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=1.60m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che il Fosso Galisano è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 6.7.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 6.7.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Fosso Galisano è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 36m a monte dell'autostrada e per 234m a valle, per una lunghezza totale di circa 316m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di dodici sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende quattro manufatti:

- il primo a monte dell'autostrada è uno scatolare con luce pari a 2.02m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 1.4m ed estensione lineare di 4m;
- il secondo in corrispondenza dell'attraversamento dell'autostrada è uno scatolare con luce pari a 2m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 1.6m ed estensione lineare di 39m;
- il terzo a valle dell'autostrada è un tombino circolare il cui diametro è pari a 1m ed estensione lineare di 4m;
- il quarto è posto più a valle rispetto al tombino circolare ed è uno scatolare con luce pari a 1.5m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 1.25m ed estensione lineare pari a 9m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-13. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del Fosso Galisano

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

#### 6.7.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza il prolungamento dello scatolare autostradale;
- stato di fatto, per il quale si considera l'assenza del tombino circolare posto a valle dell'attraversamento autostradale;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare nello stato di fatto è pari a 40m. La simulazione prevede inoltre il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico del Fosso Galisano, sia nelle simulazioni degli stati di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0025$ );

- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 6.7.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a 1.6 m<sup>3</sup>/s. La sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo di circa 30cm, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica. Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 6-17. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con Q<sub>ms</sub>.

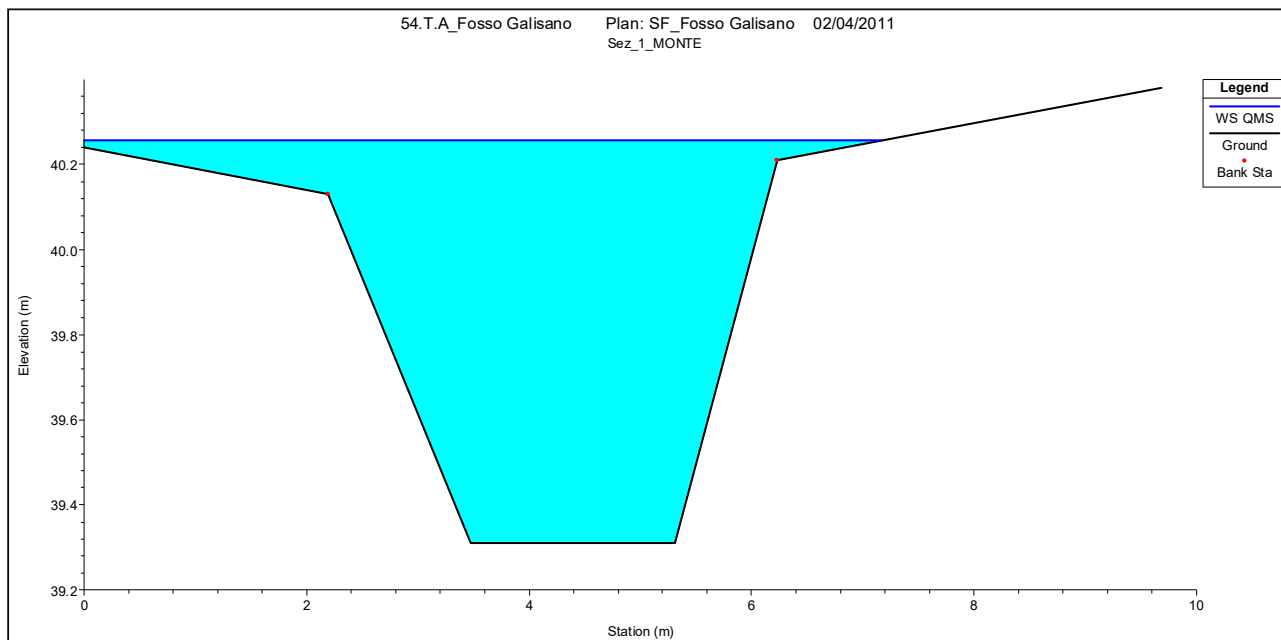


Figura 6-17. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con Q<sub>ms</sub>

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare, sia delle sezioni rispettivamente a monte e a valle, al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.40m.

In Figura 6-18 si riporta il confronto tra i profili di rigurgito nello stato di fatto e nello stato di progetto.

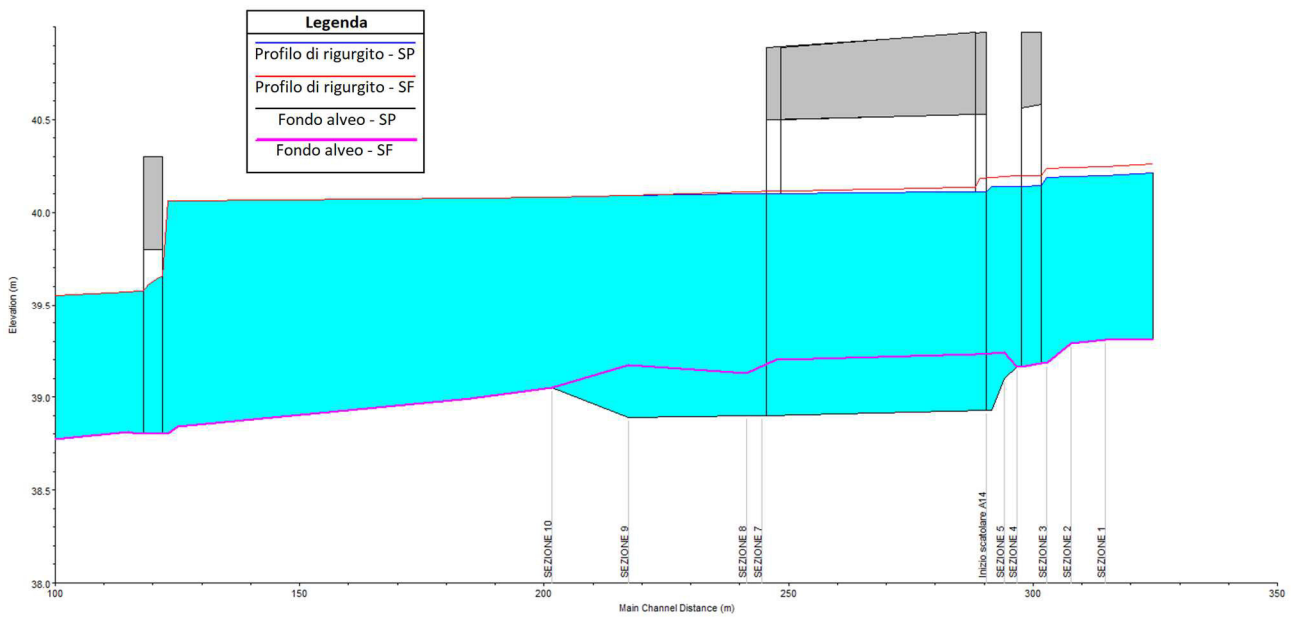


Figura 6-18. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

#### 6.7.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per il Fosso Galisano si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di 5.00 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 6.8 FOSSO 17

### 6.8.1 Caratteristiche idrografiche

Il canale denominato, nel presente studio, Fosso 17 è interferito dal tracciato autostradale alla Pk 034+792.93 ed è un corso d'acqua artificiale, di competenza privata e ricadente nell'area gestita dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-14. Caratteristiche fisiche del Fosso 17 fino alla sezione di attraversamento autostradale

Lunghezza dell'asta principale	0.8	km
Elevazione massima del bacino	45	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	40.5	m s.l.m.



Figura 6-19. Fosso 17 in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 6.8.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del Fosso 17 è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=1.8m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che il Fosso 17 è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 6.8.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato,



di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

### 6.8.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Fosso 17 è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 16m a monte dell'autostrada e per 110m a valle, per una lunghezza totale di circa 180m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di sette sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende un manufatto in corrispondenza dell'autostrada costituito da uno scatolare con luce pari a 1.5m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 1.7m ed estensione lineare di 52m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-15. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del canale Fosso 17

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

### 6.8.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale non si considera il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare supera i 45m preventivati. La simulazione nello stato di progetto prevede il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico del Fosso 17, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0039$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 6.8.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $1.8m^3/s$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 6-20. .

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare, sia delle sezioni rispettivamente a monte e a valle, al fine di migliorare deflusso della corrente.

Come evidenziato in Figura 6-21, la sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo di circa 10 cm, ripristinando, in questo modo, le



condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.56m.

Una descrizione dettagliata degli interventi di sistemazione idraulica per il Fosso Galisano è fornita nell'elaborato grafico di riferimento.

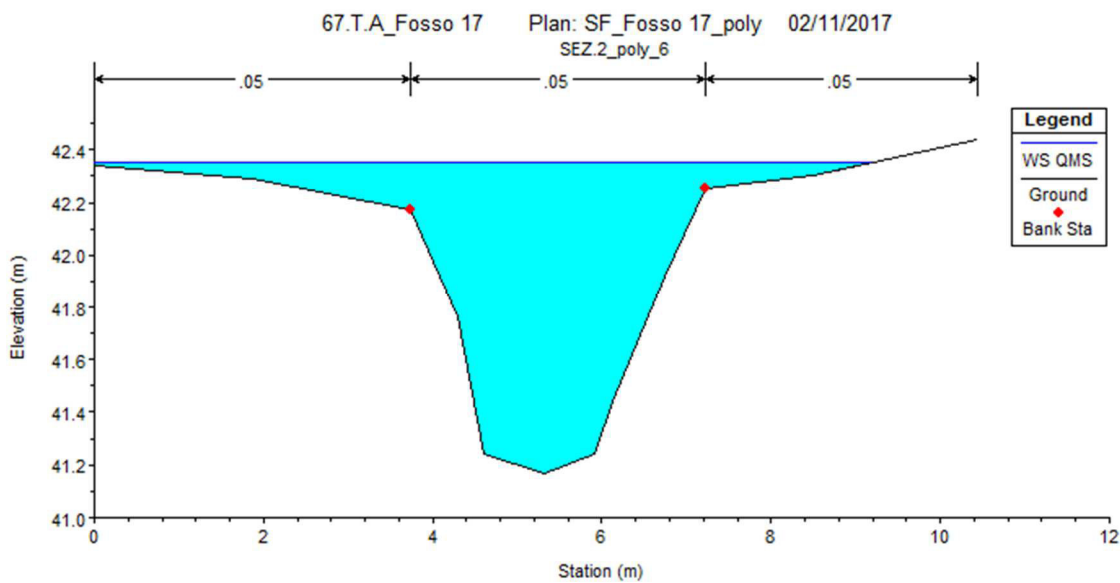


Figura 6-20. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

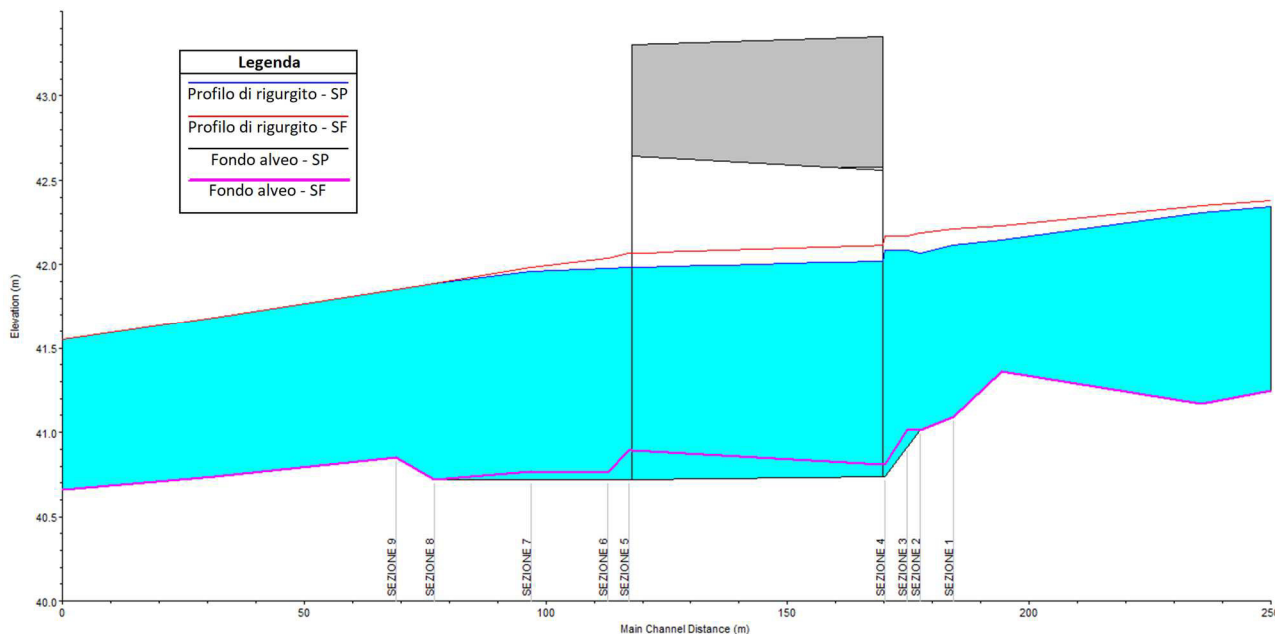


Figura 6-21. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

#### 6.8.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per il Fosso 17 si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di circa 5m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 6.9 SCOLO LAGHETTO

### 6.9.1 Caratteristiche idrografiche

Lo Scolo Laghetto, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 035+702.13, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-16. Caratteristiche fisiche dello Scolo Laghetto fino alla sezione di attraversamento autostradale

Area del bacino	4.2	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	4.1	km
Elevazione massima del bacino	68	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	43	m s.l.m.



Figura 6-22. Scolo Laghetto in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 6.9.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del canale Scolo Laghetto è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=10m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che lo Scolo Laghetto è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 6.9.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato,

di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

### 6.9.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato dello Scolo Laghetto è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 65m a monte dell'autostrada e per 2170m a valle, per una lunghezza totale di circa 2284m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di dodici sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende un manufatti in corrispondenza dell'attraversamento dell'autostrada costituito da uno scatolare con luce pari a 4.03m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 2.3m ed estensione lineare di 52m;

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-17. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico dello scolo Laghetto

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

### 6.9.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale non si prevede il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare attuale (superiore ai 45m) è in grado di accogliere l'ampliamento autostradale previsto (circa 4m per entrambi i sensi di marcia). La simulazione prevede il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico dello Scolo Laghetto, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0030$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 6.9.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $10 m^3/s$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 6-23. La sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo di circa 15cm, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino

dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica.

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare, sia delle sezioni rispettivamente a monte e a valle, al fine di migliorare il deflusso della corrente. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.43m.

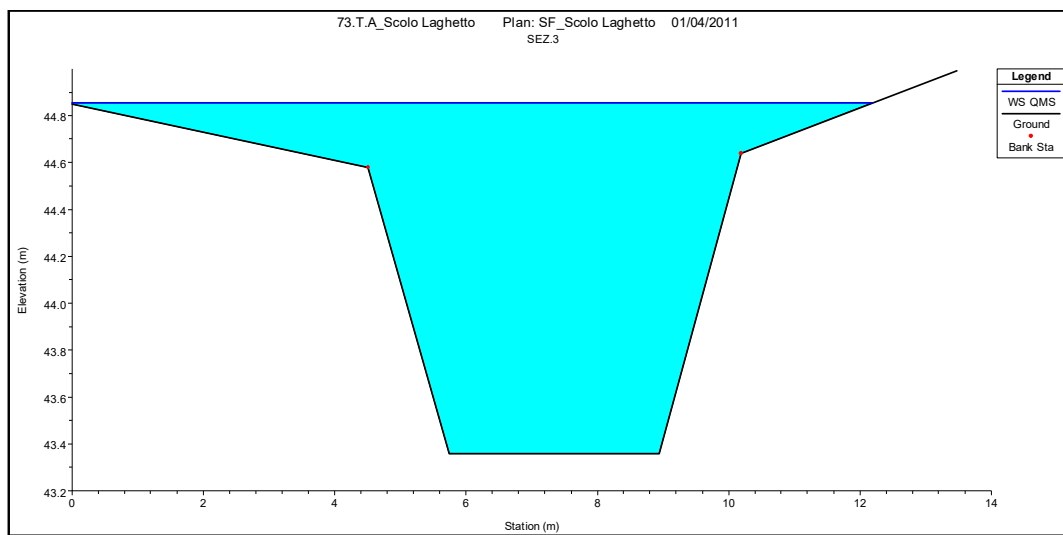


Figura 6-23. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

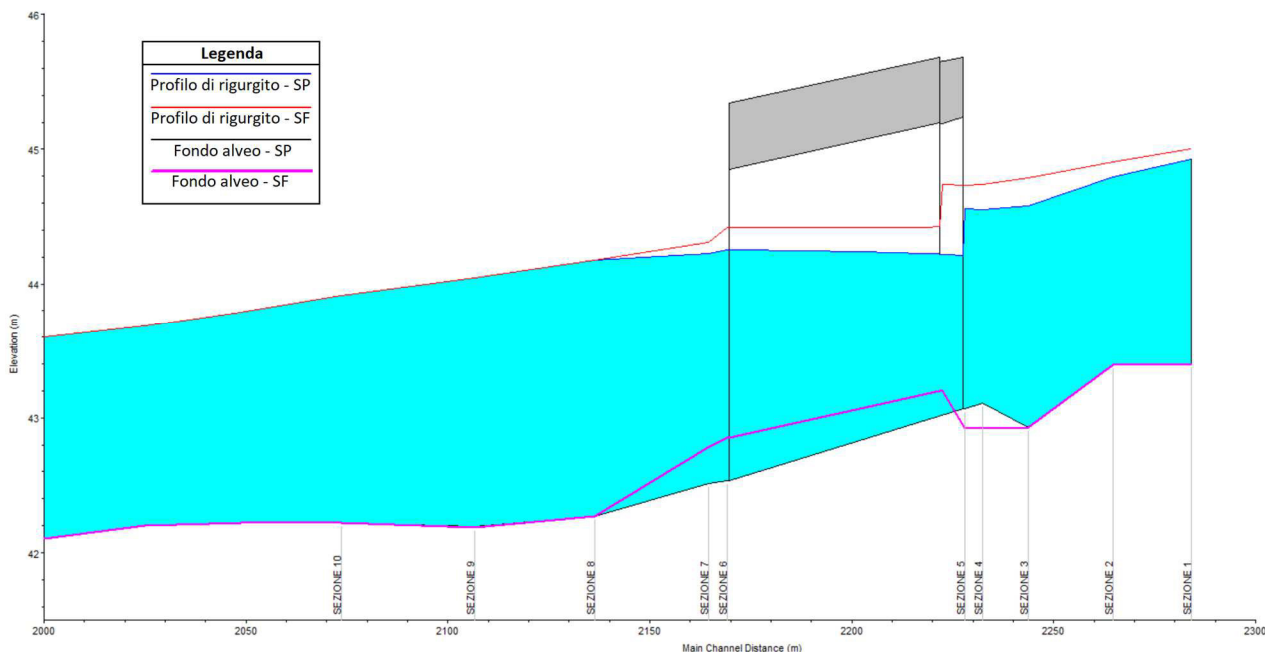


Figura 6-24. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

#### 6.9.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per la Scolo Laghetto si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di 5m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.



## 6.10 CANALE DI MEDICINA

### 6.10.1 Caratteristiche idrografiche

Il Canale di Medicina, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 037+990.46, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-18. Caratteristiche fisiche del Canale di Medicina fino alla sezione di attraversamento autostradale

Area del bacino	0.7	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	3.9	km
Elevazione massima del bacino	59	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	46.4	m s.l.m.

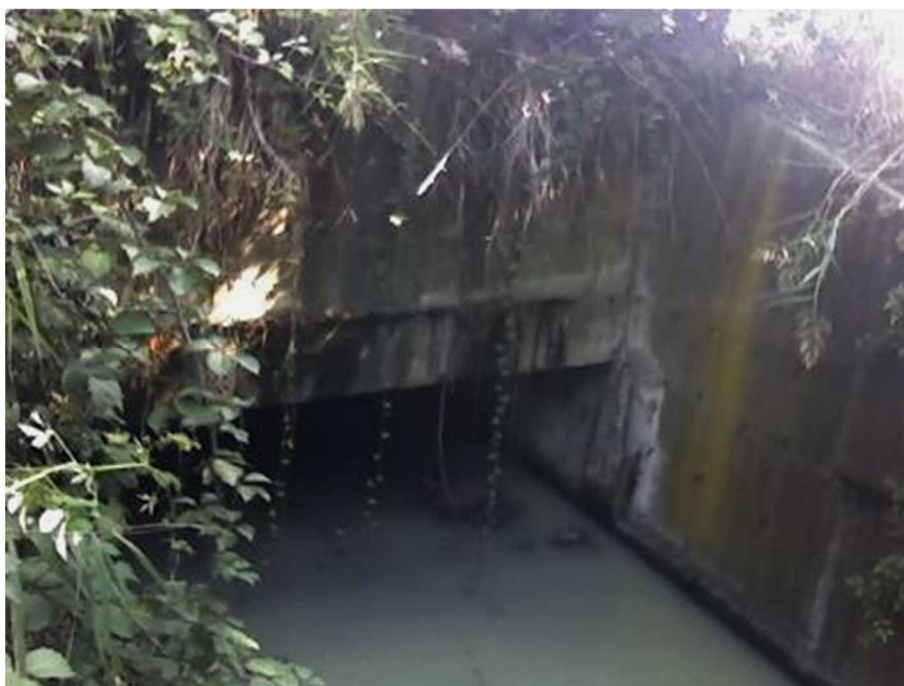


Figura 6-25. Canale di Medicina in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 6.10.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del Canale di Medicina è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=4.5m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che il Canale di Medicina è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 6.10.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato,

di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

### 6.10.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Canale di Medicina è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 430m a monte dell'autostrada e per 330m a valle, per una lunghezza totale di circa 790m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di sedici sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende due manufatti:

- il primo posto a monte rispetto l'A14 è uno scatolare con luce pari a 5.7m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 2.2m ed estensione lineare di 124.5m,
- il secondo in corrispondenza dell'autostrada è uno scatolare con luce pari a 4.5m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 1.5m ed estensione lineare pari a 51.1m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-19. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del Canale di Medicina

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

### 6.10.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale non si prevede il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare attuale (superiore ai 45m) è in grado di accogliere l'ampliamento autostradale previsto (circa 4m per entrambi i sensi di marcia). La simulazione prevede il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico del Canale di Medicina, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0025$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 6.10.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $4.5 m^3/s$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 6-26.

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare, sia delle sezioni rispettivamente a monte e a valle, al fine di migliorare il deflusso della corrente.

La sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo di circa 15cm, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica (Figura 6-27). Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 1.28m.

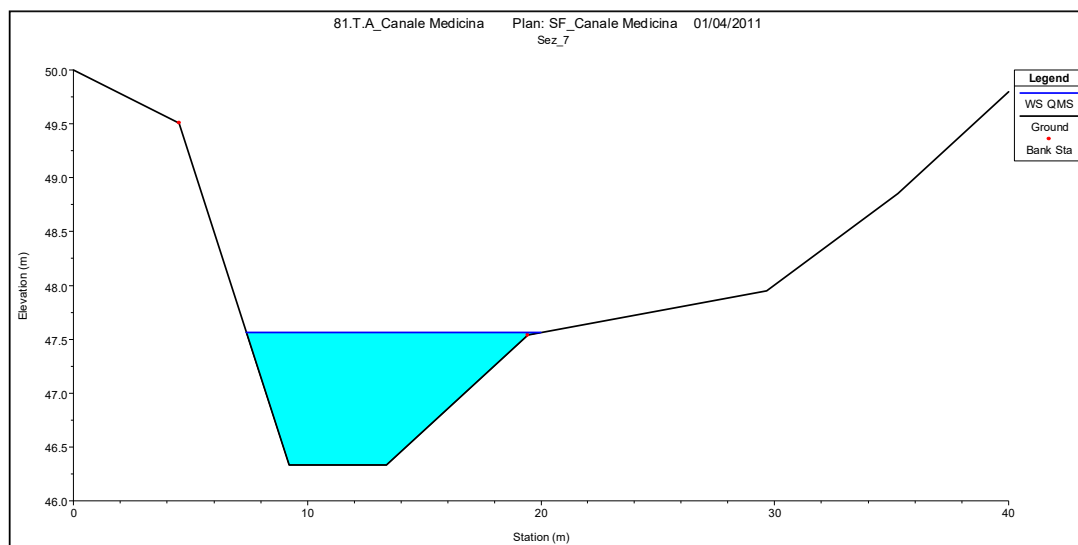


Figura 6-26. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

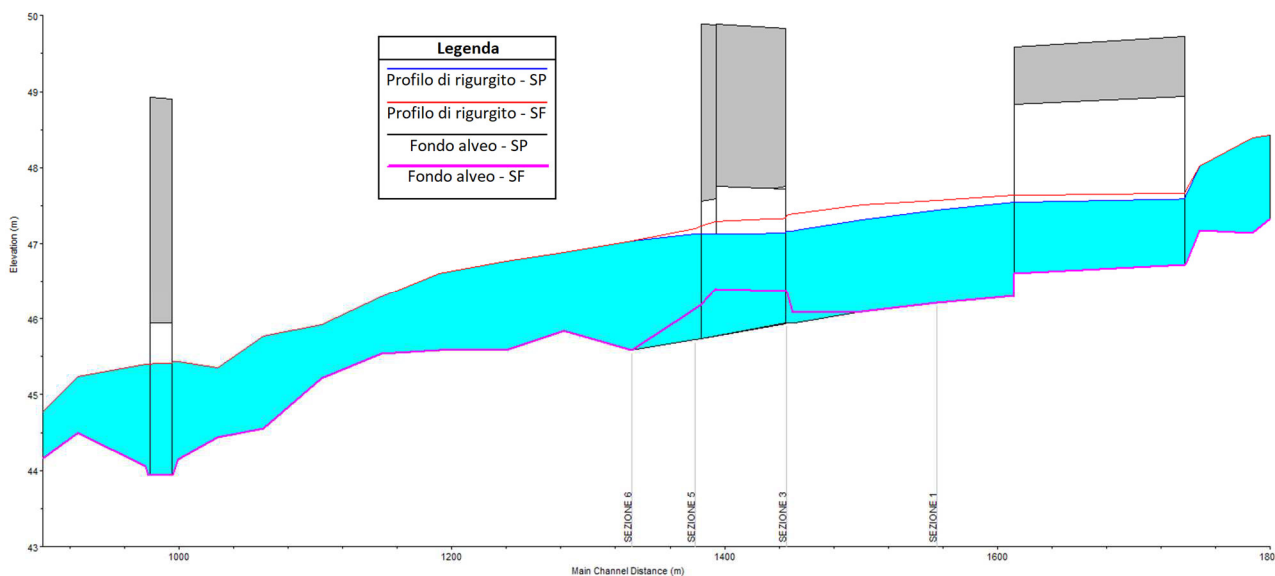


Figura 6-27. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

#### 6.10.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per il Canale di Medicina si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di circa 10m a monte e 5m a valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 6.11 FOSSO 23

### 6.11.1 Caratteristiche idrografiche

Il Fosso 23, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 038+196.90, è un corso d'acqua artificiale, di competenza privata e ricadente nell'area gestita dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-20. Caratteristiche fisiche del Fosso 23 fino alla sezione di attraversamento autostradale

Lunghezza dell'asta principale	0.5	km
Elevazione massima del bacino	53.5	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	43.3	m s.l.m.



Figura 6-28. Fosso 23 in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 6.11.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del Fosso 23 è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=0.8m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che il Fosso 23 è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 6.11.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato,

di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

### 6.11.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Fosso 23 è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 180m a monte dell'autostrada e per 300m a valle, per una lunghezza totale di circa 529m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di tredici sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende tre manufatti:

- il primo posto a monte dell'attraversamento autostradale è uno scatolare caratterizzato da una luce pari a 2.5m, altezza di 1.6m ed estensione lineare di 12.6m;
- in corrispondenza dell'autostrada vi è uno scatolare con luce pari a 2m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 1.75m ed estensione lineare di 35.40m;
- l'ultimo scatolare è posto a valle dell'autostrada, la luce è pari a 2m, altezza 1.35m ed estensione lineare 30.20m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-21. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del canale Fosso 23

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	20
Opere in calcestruzzo	58

### 6.11.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale si prevede il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare attuale è inferiore ai 45 m, necessari per accogliere l'ampliamento autostradale previsto. La simulazione nello stato di progetto prevede il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico del Fosso 23, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0042$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.



### 6.11.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $0.8\text{m}^3/\text{s}$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 6-29.

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare, sia delle sezioni rispettivamente a monte e a valle, al fine di migliorare il deflusso della corrente. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.96m.

La sezione di deflusso, a monte e a valle dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica (Figura 6-30).

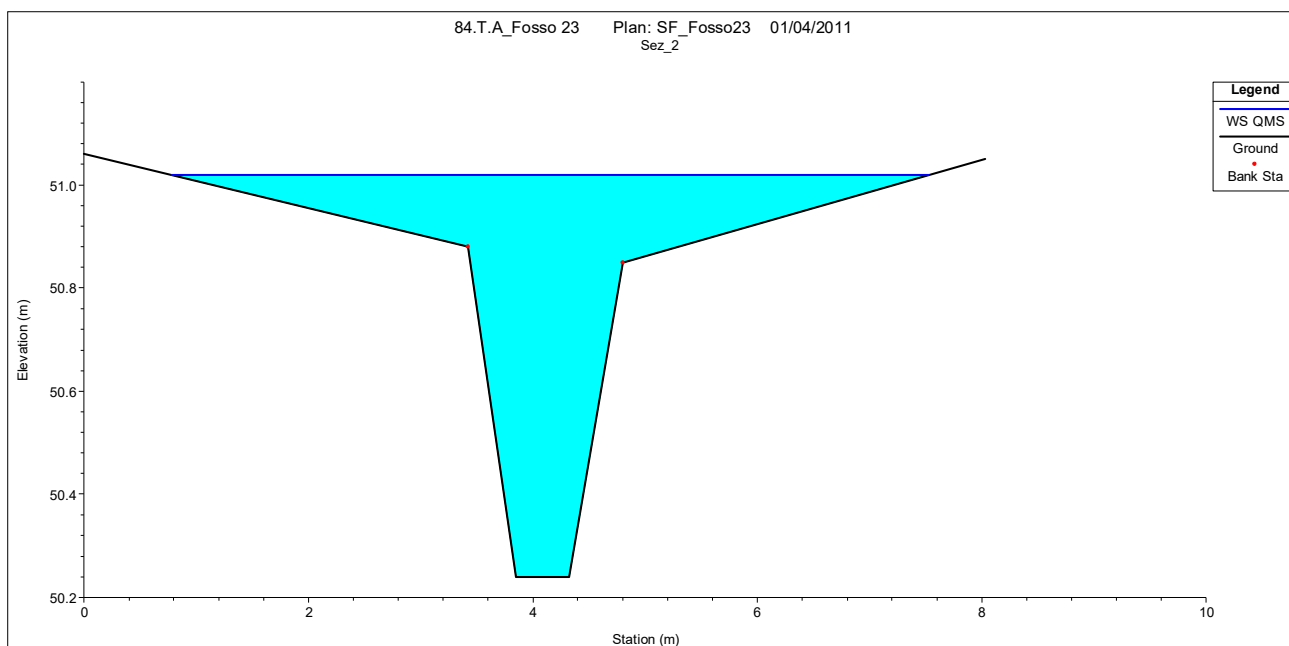


Figura 6-29. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

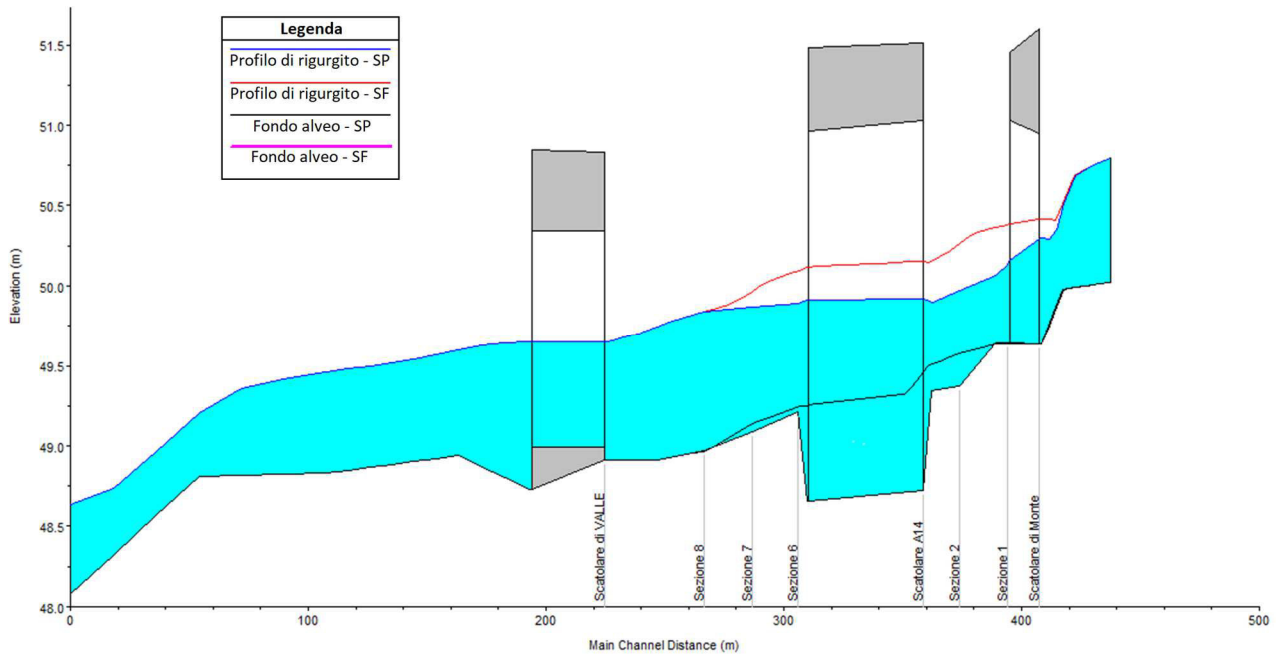


Figura 6-30. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

#### 6.11.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per il Fosso 23 si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di circa 5m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 6.12 FOSSO 27

### 6.12.1 Caratteristiche idrografiche

Il denominato, nel presente studio, Fosso 27, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 043+839.47, è un corso d'acqua artificiale, di competenza privata e ricadente nell'area gestita dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-22. Caratteristiche fisiche del Fosso 27 fono alla sezione di attraversamento autostradale

Lunghezza dell'asta principale	0.8	km
Elevazione massima del bacino	49	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	40.5	m s.l.m.



Figura 6-31. Fosso 27 in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 6.12.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del Fosso 27 è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=0.9m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che il Fosso 27 è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 6.12.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

### 6.12.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Fosso 27 è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 80m a monte dell'autostrada e per 81m a valle, per una lunghezza totale di circa 197m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di sei sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende un manufatto in corrispondenza dell'autostrada costituito da uno scatolare con luce pari a 2m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 1.7m ed estensione lineare di 37.6m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-23. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del canale Fosso 27

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

### 6.12.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare è inferiore ai 45m necessari per accogliere l'ampliamento autostradale previsto. La simulazione nello stato di progetto prevede il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico del Fosso 27, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0070$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 6.12.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $0.9m^3/s$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 6-32.

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare, sia delle sezioni a monte di questo, al fine di migliorare il deflusso della corrente.

La sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica (Figura 6-33). Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.98m.

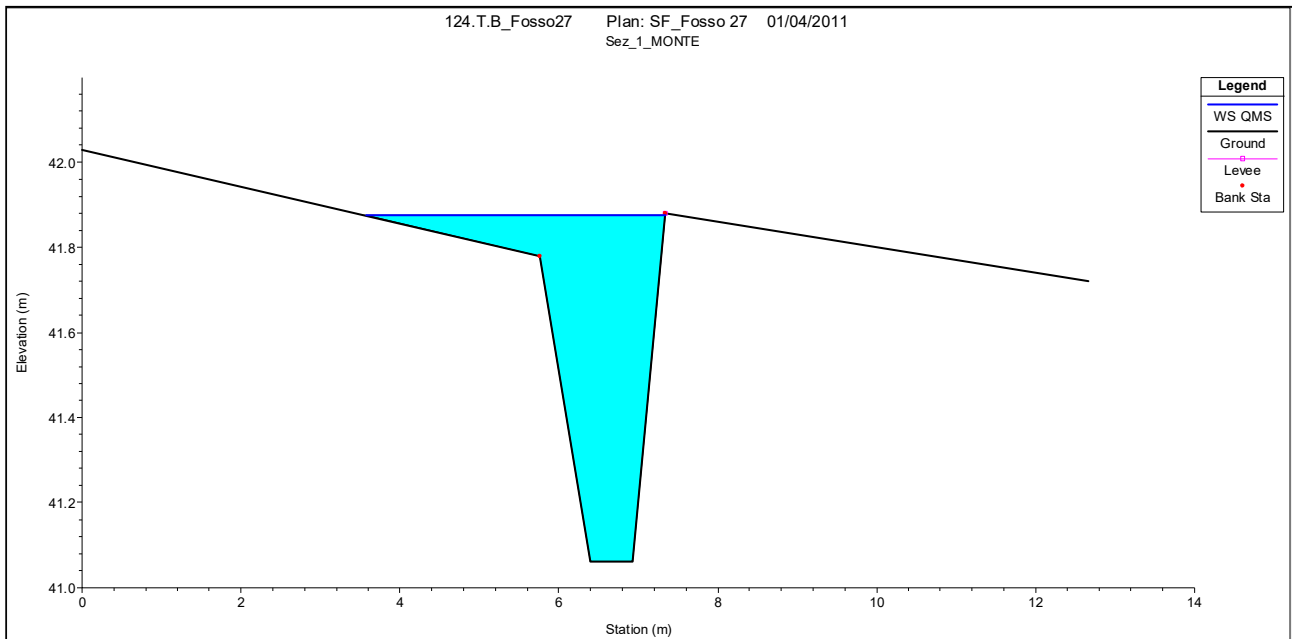


Figura 6-32. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

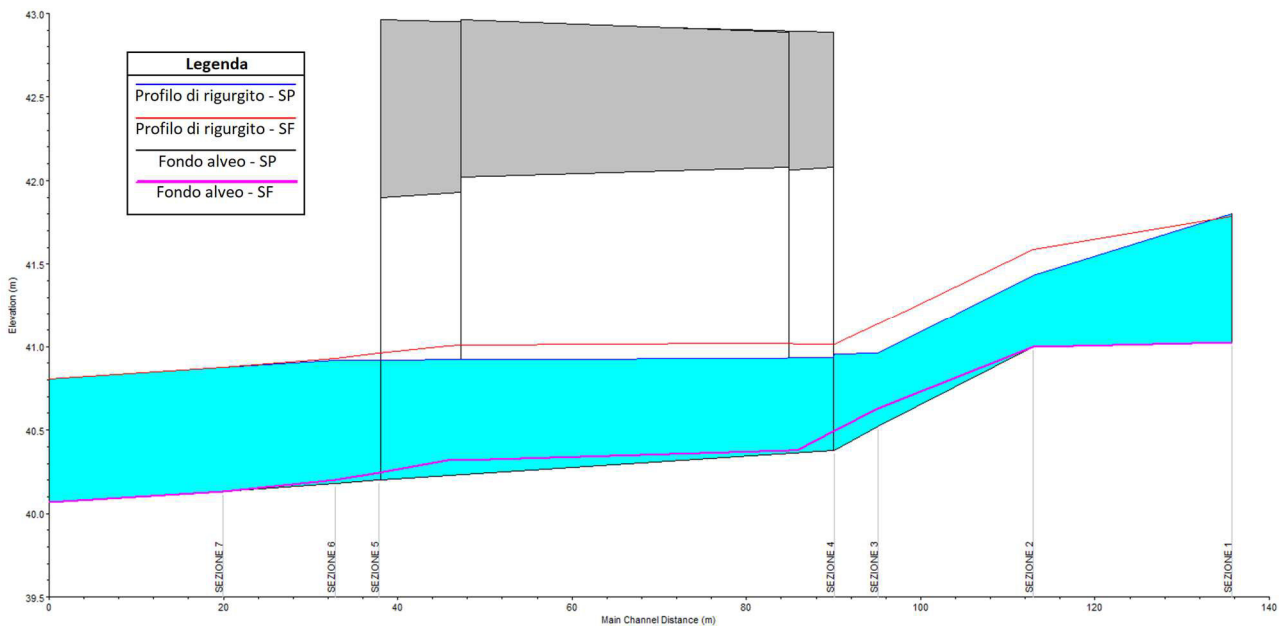


Figura 6-33. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14

### 6.12.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per il Fosso 27 si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di circa 5m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 6.13 FOSSO 28

### 6.13.1 Caratteristiche idrografiche

Il canale nominato, nel presente studio, Fosso 28, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 044+157.82, è un corso d'acqua artificiale, di competenza privata e ricadente nell'area gestita dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-24. Caratteristiche fisiche del Fosso 28 fino alla sezione di attraversamento autostradale

Lunghezza dell'asta principale	1.3	km
Elevazione massima del bacino	60	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	39.8	m s.l.m.



Figura 6-34. Fosso 28 in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 6.13.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del canale Fosso 28 è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=1m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che il Fosso 28 è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.



### 6.13.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 6.13.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Fosso 28 è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 112m a monte dell'autostrada e per 83m a valle, per una lunghezza totale di circa 233m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di otto sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende due manufatti:

- il primo in corrispondenza dell'autostrada è uno scatolare con luce pari a 2.6m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 1.95m ed estensione lineare di 38.20m;
- l'ultimo scatolare, posto a valle dell'autostrada, è un tombino circolare di diametro pari a 0.95m ed estensione lineare 4.9m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-25. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del canale Fosso 28

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

#### 6.13.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare è inferiore ai 45m, necessari per accogliere l'ampliamento previsto, della sede autostradale. La simulazione nello stato di progetto prevede il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico del Fosso 28, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0057$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 6.13.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $1\text{m}^3/\text{s}$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 6-35.

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare, sia delle sezioni a monte di questo, al fine di migliorare il deflusso della corrente.

La sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo di circa 40cm, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica (Figura 6-36). Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.49m.

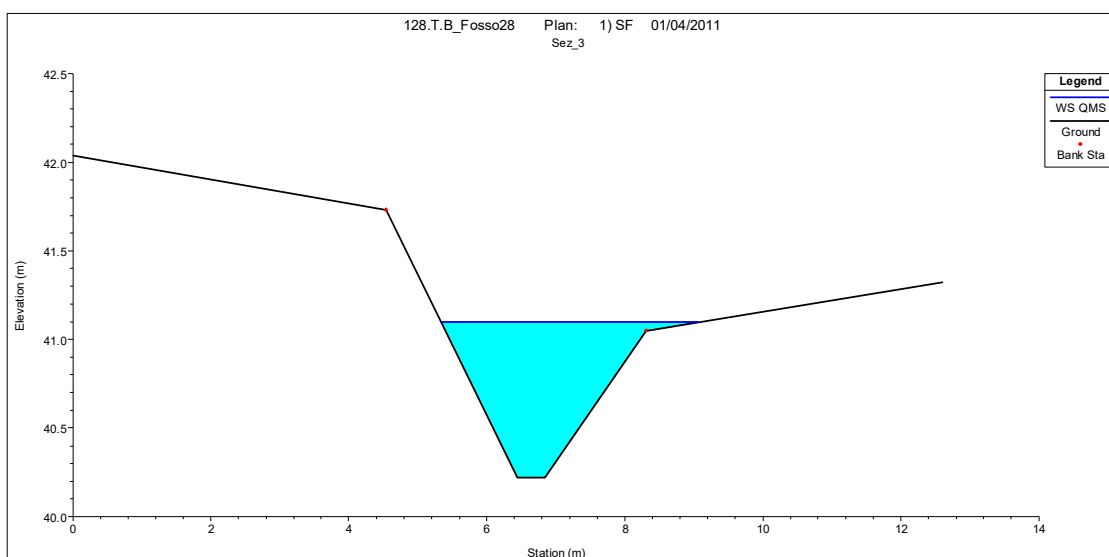


Figura 6-35. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

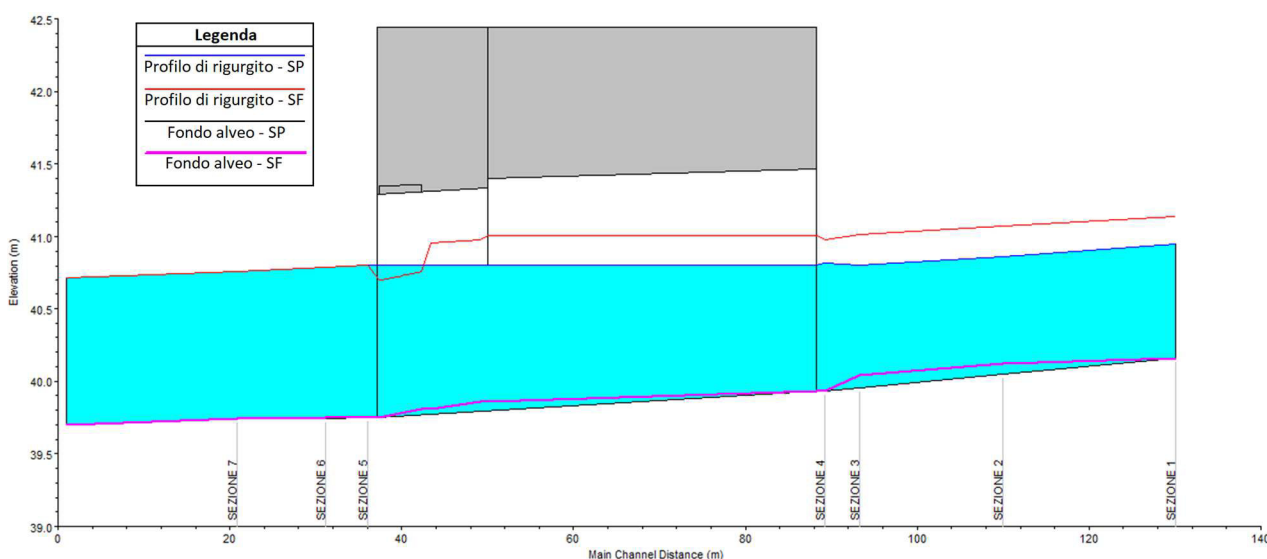


Figura 6-36. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14

#### 6.13.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per il Fosso 28 si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di circa 5m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 6.14 SCOLO CONSORZIALE LADELLO

### 6.14.1 Caratteristiche idrografiche

Lo Scolo Consorziale Ladello, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 045+174.95, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Figura 6-37. Caratteristiche fisiche dello Scolo Consorziale Ladello fino alla sezione di attraversamento autostradale

Area del bacino	5.38	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	3.3	km
Elevazione massima del bacino	76	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	36	m s.l.m.



Figura 6-38. Scolo Consorziale Ladello in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 6.14.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico dello Scolo Consorziale Ladello è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=14m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che lo scolo Ladello è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 6.14.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato,

di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

### 6.14.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato dello Scolo Ladello è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 105m a monte dell'autostrada e per 730m a valle, per una lunghezza totale di circa 880m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di tredici sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende due manufatti:

- il primo, posto a monte rispetto l'A14, è uno scatolare con luce pari a 2.74m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 2.10m ed estensione lineare di 3.66m,
- il secondo in corrispondenza dell'autostrada è uno scatolare con luce pari a 4.85m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 3.13m ed estensione lineare pari a 47m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-26. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico dello Scolo Consorziale Ladello

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

### 6.14.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale non si prevede il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare attuale (superiore ai 45m) è in grado di accogliere l'ampliamento autostradale previsto (circa 4m per entrambi i sensi di marcia). La simulazione prevede il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico dello scolo Ladello, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0044$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 6.14.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $14 m^3/s$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 6-39.

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare, sia delle sezioni a monte di questo, al fine di migliorare il deflusso della corrente.

La sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo di circa 25cm, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.96m.

Una descrizione dettagliata degli interventi di sistemazione idraulica per lo Scolo Consorziale Ladello è fornita nell'elaborato grafico di riferimento.

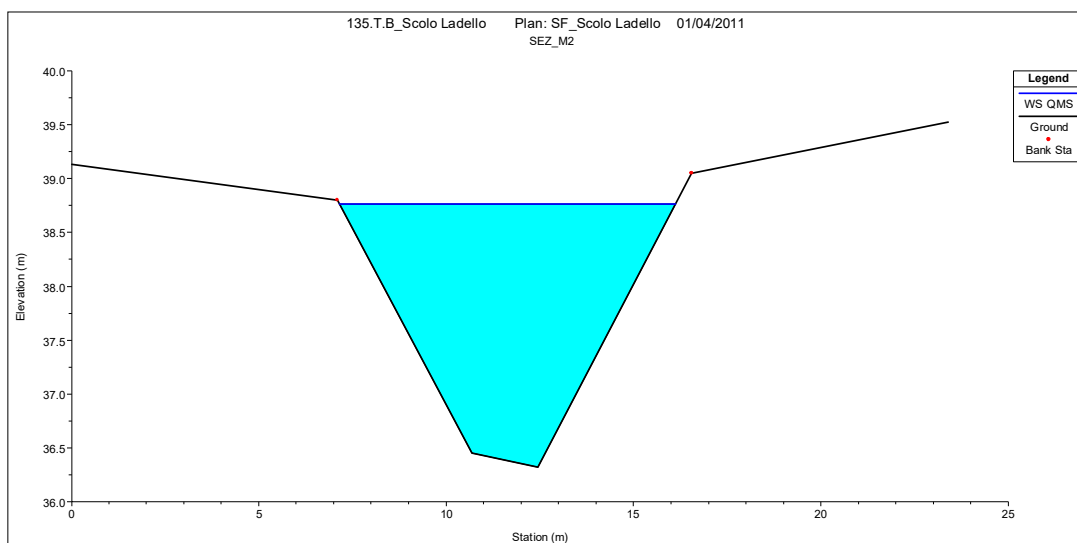


Figura 6-39. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

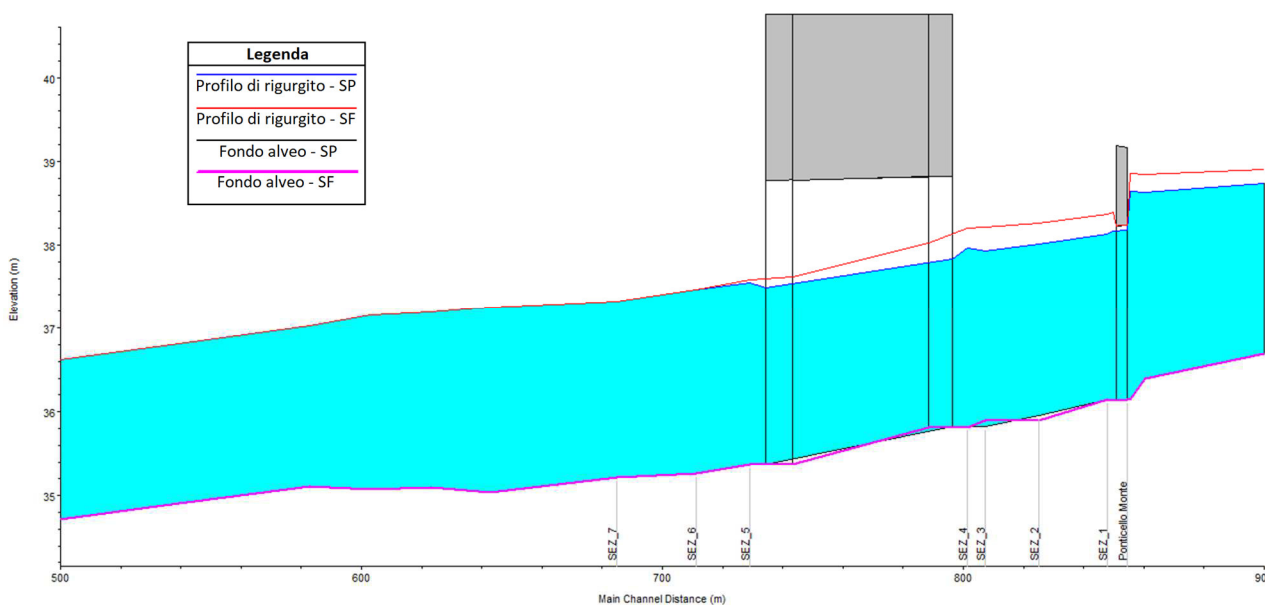


Figura 6-40. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14



#### 6.14.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per lo Scolo Consorziale Ladello si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di circa 5m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 6.15 FOSSO 30

### 6.15.1 Caratteristiche idrografiche

Il canale nominato, nel presente studio, Fosso 30, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 045+571.10, è un corso d'acqua artificiale, di competenza privata e ricadente nell'area gestita dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-27. Caratteristiche fisiche del Fosso 30 fino alla sezione di attraversamento autostradale.

Lunghezza dell'asta principale	0.15	km
Elevazione massima del bacino	40.7	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	37.7	m s.l.m.

### 6.15.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del Fosso 30 è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=0.8m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che il Fosso 30 è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 6.15.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 6.15.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Fosso 30 è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 75m a monte dell'autostrada e per 130m a valle, per una lunghezza totale di circa 250.5m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di otto sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende un manufatti, in corrispondenza dell'autostrada A14, costituito da un tombino scatolare con luce pari a 2m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 2m ed estensione lineare di 45m;

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-28. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del canale Fosso 30

Coefficients di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

### 6.15.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale non si prevede il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare attuale (superiore ai 45m) è in grado di accogliere l'ampliamento autostradale previsto (circa 4m per entrambi i sensi di marcia). La simulazione nello stato di progetto prevede il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico del Fosso 30, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0058$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 6.15.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $0.8m^3/s$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato nella seguente figura.

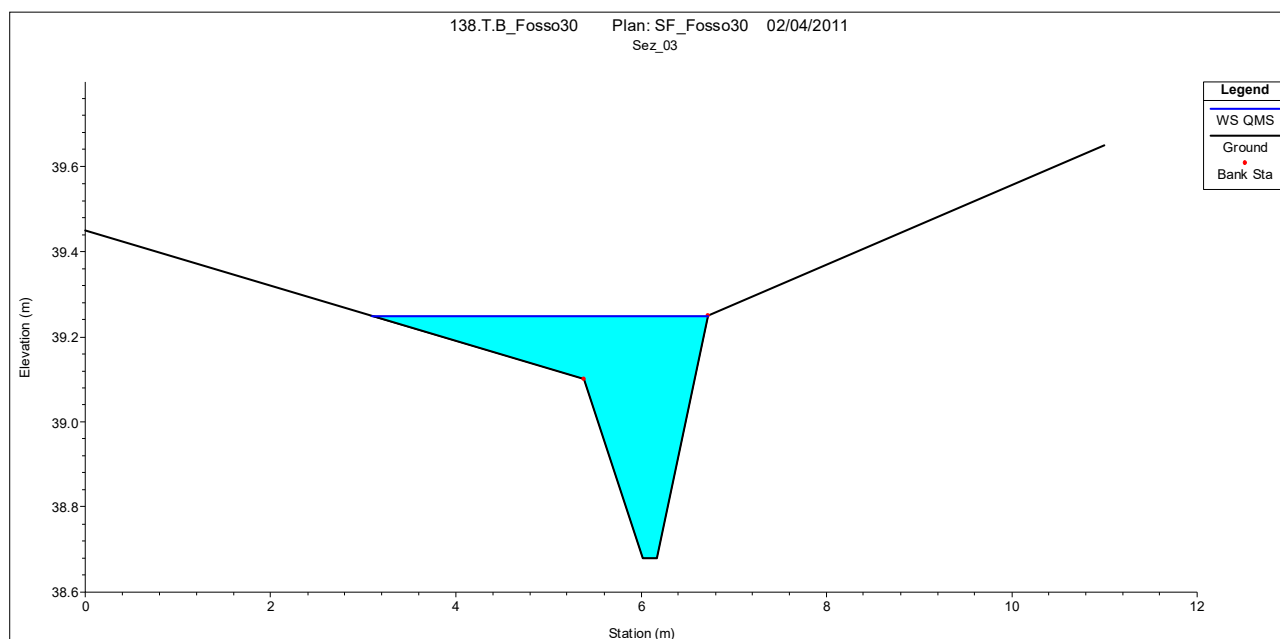


Figura 6-41. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di monte dello scatolare autostradale (essendo quella di valle di fatto già tombata), al fine di migliorare il deflusso della corrente.

Come evidenziato nella figura seguente la sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo di circa 25cm, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 1.46m.

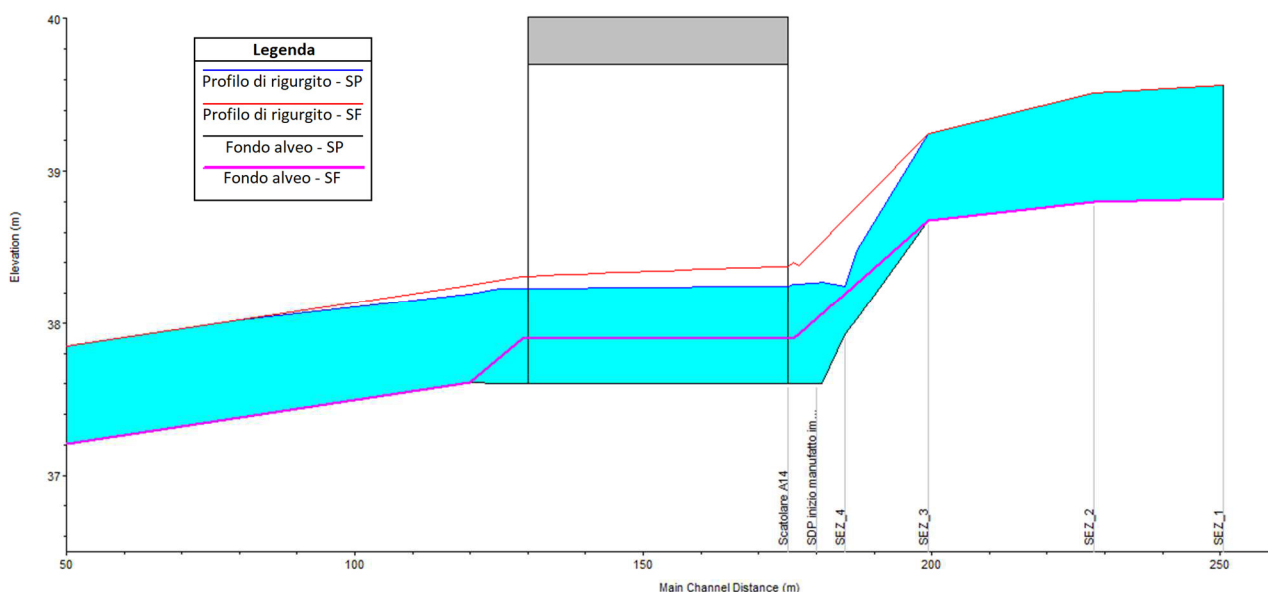


Figura 6-42. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14

#### 6.15.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per il Fosso 30 si prevede prioritariamente il ripristino dell'officiosità idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di 5m a monte dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 6.16 FOSSA DELLE BRUNELLE

### 6.16.1 Caratteristiche idrografiche

La Fossa delle Brunelle, interferita dal tracciato autostradale alla Pk 045+998.33, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-29. Caratteristiche fisiche della Fossa delle Brunelle fino alla sezione di attraversamento autostradale

Lunghezza dell'asta principale	1.9	km
Elevazione massima del bacino	52	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	36	m s.l.m.



Figura 6-43. Fossa delle Brunelle in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 6.16.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico della Fossa delle Brunelle è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=10m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che la Fossa Brunelle è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 6.16.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato,

di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

### 6.16.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato della Fossa delle Brunelle è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 85m a monte dell'autostrada e per 490m a valle, per una lunghezza totale di circa 620m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di otto sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende un manufatto in corrispondenza dell'autostrada costituito da uno scatolare con luce pari a 2.83m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 2.35m ed estensione lineare pari a 39m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-30. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico della Fossa delle Brunelle

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

### 6.16.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare nello stato di fatto è minore di 45m, necessari per accogliere l'ampliamento, previsto, della sede autostradale. La simulazione prevede il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico della Fossa delle Brunelle, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0040$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 6.16.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $10m^3/s$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 6-44.

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'officiosità idraulica delle sezioni rispettivamente a monte e a valle, al fine di migliorare il deflusso della corrente (Figura 6-45).

La sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata ripristinando le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino



dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.92m.

Una descrizione dettagliata degli interventi di sistemazione idraulica per la Fossa delle Brunelle è fornita nell'elaborato grafico di riferimento.

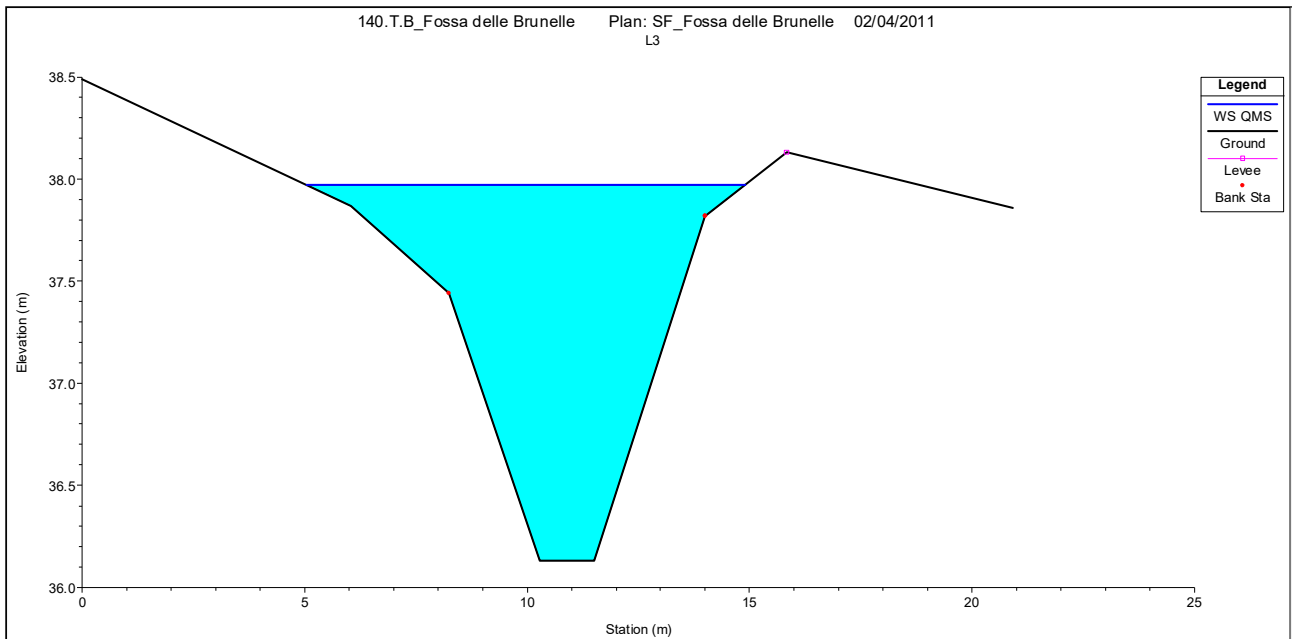


Figura 6-44. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

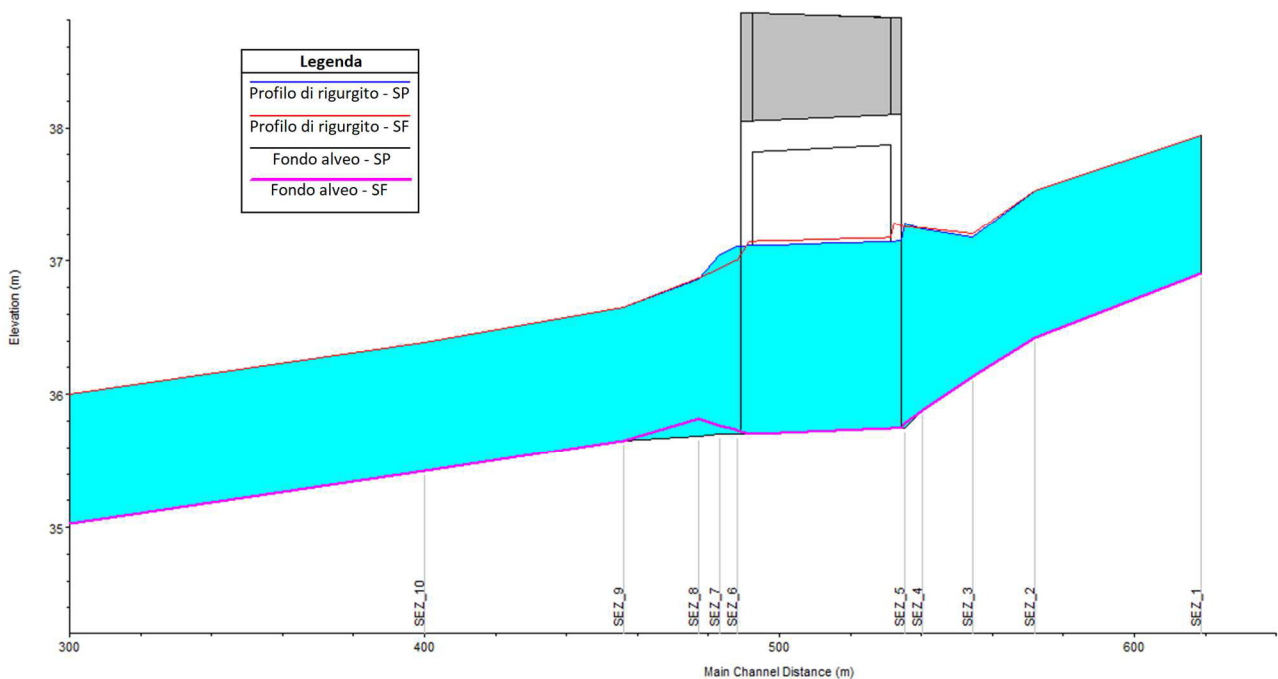


Figura 6-45. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14

#### 6.16.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per la Fossa delle Brunelle si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di circa 5m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 6.17 SCOLO CONSORZIALE PRATI CUPÌ

### 6.17.1 Caratteristiche idrografiche

Lo Scolo Consorziale dei Prati Cupi, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 046+784.27, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-31. Caratteristiche fisiche dello Scolo Consorziale Prati Cupi fino alla sezione di attraversamento autostradale

Area del bacino	3.0	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	1.6	km
Elevazione massima del bacino	56	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	31.5	m s.l.m.

### 6.17.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico dello Scolo Consorziale Prati Cupi è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=4m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che lo Scolo Prati Cupi è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 6.17.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 6.17.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato dello Scolo Prati Cupi è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 180m a monte dell'autostrada e per 690m a valle, per una lunghezza totale di circa 907m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di tredici sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende due manufatti:

- il primo, posto a monte rispetto l'A14, è uno scatolare con luce ad arco di larghezza pari a 1m, altezza massima, tra fondo ed intradosso, pari a 1.40m ed estensione lineare di 7m,
- il secondo in corrispondenza dell'autostrada è uno scatolare con luce pari a 2.51m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 2.33m ed estensione lineare pari a 41.40m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-32. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico dello Scolo Consorziale Prati Cupi

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere calcestruzzo	58

### 6.17.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare nello stato di fatto è minore rispetto ai 45m preventivati. La simulazione prevede il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico dello Scolo Consorziale Prati Cupi, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0054$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 6.17.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $4m^3/s$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato nella seguente figura.

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare, sia delle sezioni rispettivamente a monte e a valle di questo, al fine di migliorare il deflusso della corrente. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.90m.

In Figura 6-47 si riporta il confronto tra i profili di rigurgito nello stato di fatto e nello stato di progetto.

Come evidenziato nella figura precedente la sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo di circa 35cm, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica.

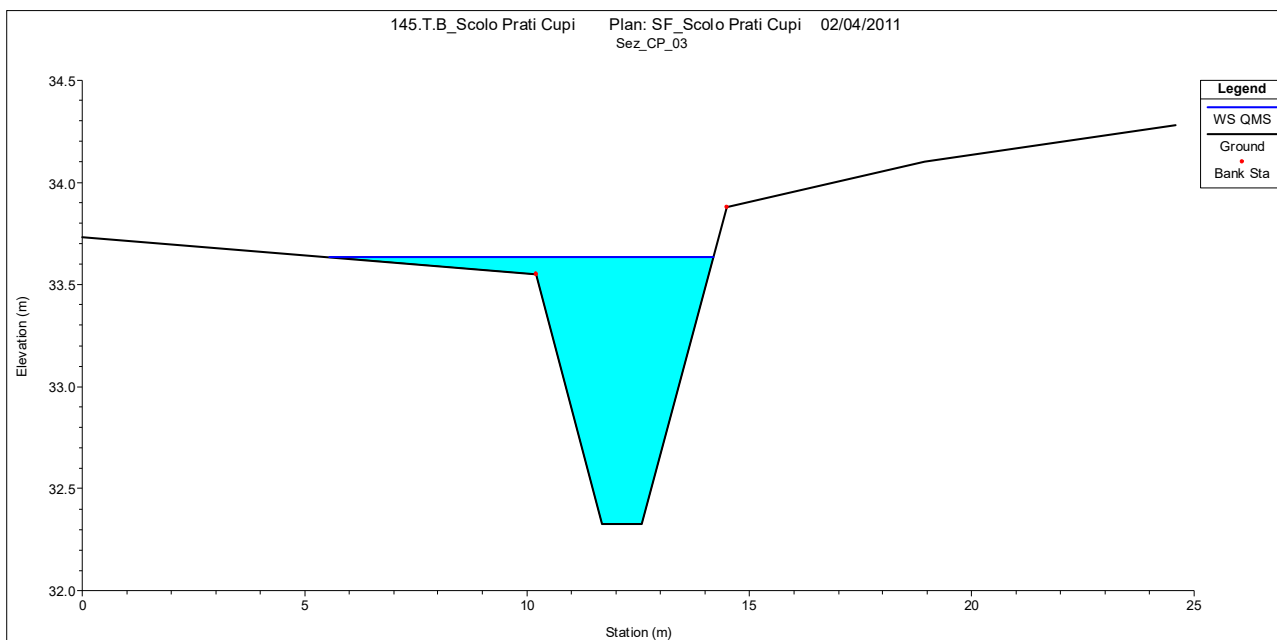


Figura 6-46. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

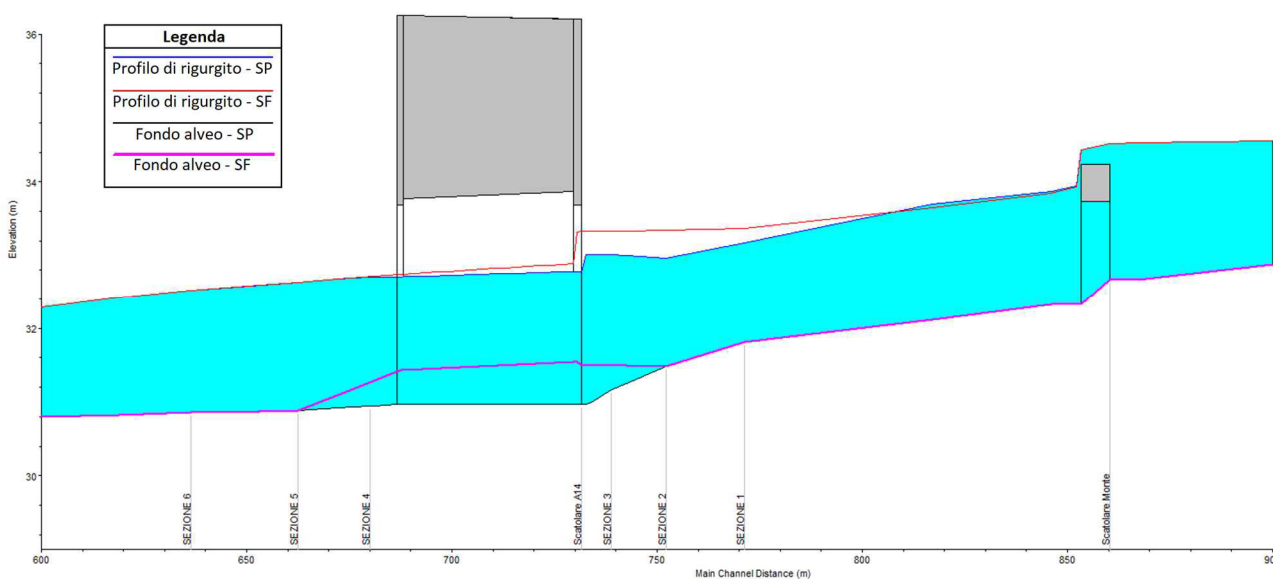


Figura 6-47. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

### 6.17.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per lo Scolo Consorziale Prati Cupi si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di 5.00 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 6.18 SCOLO CONSORZIALE CORRECCHIO

### 6.18.1 Caratteristiche idrografiche

Lo Scolo Consorziale Correcchio, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 047+698.36, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica Renana.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piatte monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 6-33. caratteristiche fisiche del Scolo Consorziale Correcchio fino alla sezione di attraversamento autostradale

Area del bacino	3.5	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	3.05	km
Elevazione massima del bacino	72.8	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	31	m s.l.m.



Figura 6-48. Scolo Consorziale Correcchio in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 6.18.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico dello Scolo Consorziale Correcchio è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=14m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che lo scolo Correcchio è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.



### 6.18.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 6.18.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato dello Scolo Consorziale Correcchio è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 193m a monte dell'autostrada e per 114m a valle, per una lunghezza totale di circa 470m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di quattordici sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende cinque manufatti:

- il primo, posto a monte rispetto l'A14, è uno scatolare con luce pari a 6m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 3m ed estensione lineare di 7.6m,
- il secondo, posto sempre a monte rispetto l'A14, è uno scatolare con luce pari a 4m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 3m ed estensione lineare di 5.9m,
- in corrispondenza dell'autostrada vi è uno scatolare con luce pari a 6m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 3m ed estensione lineare pari a 163.5m;
- il quarto manufatto è situato a valle dell'autostrada, ha una luce pari a 4m, altezza di 2.5m e un'estensione lineare pari a 4m;
- l'ultimo scatolare preso in considerazione è posto sempre a valle dell'autostrada ed è caratterizzato da una luce pari a 4m, altezza di 2.5m e un'estensione lineare pari a 5m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente ai vari tratti di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6-34. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico dello Scolo Consorziale Correcchio

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo a monte dell'A14	33.3
Alveo a valle dell'A14	35.7
Opere in calcestruzzo	50
Isola a monte dell'A14 (presente nello SF)	20

#### 6.18.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di fatto, per il quale si considera l'assenza dei due scotalari posti a valle dell'autostrada;
- stato di progetto, per il quale non si considera il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare nello stato di fatto è maggiore rispetto ai 45m preventivati. La simulazione prevede il ripristino dell'efficienza idraulica del tratto indagato di canale.

Per l'implementazione del modello idraulico dello scolo Consorziale Correcchio, sia nelle simulazioni degli stati di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0026$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 6.18.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $14\text{m}^3/\text{s}$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato nella seguente figura.

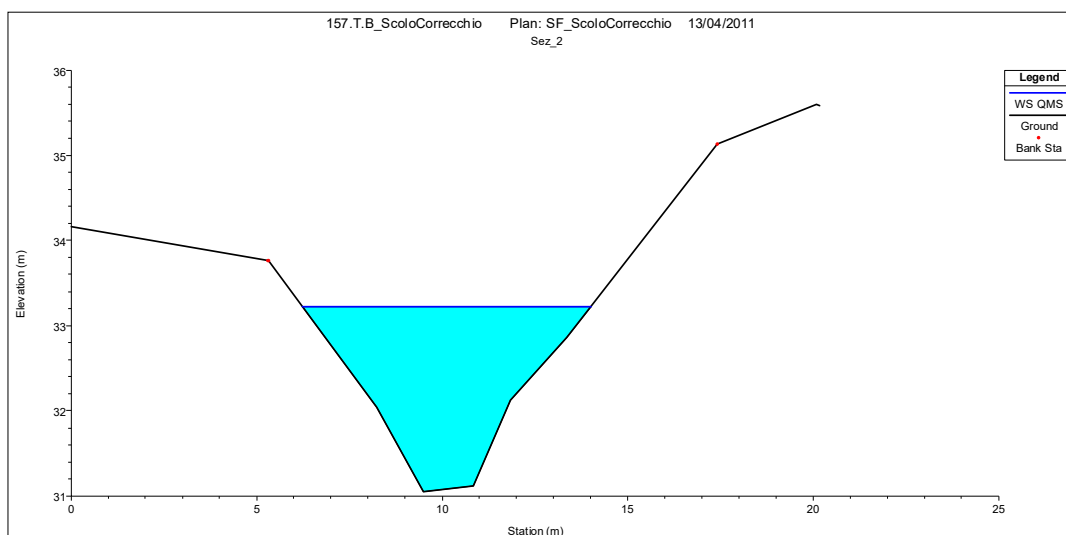


Figura 6-49. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso del canale, oltre che dei tratti compresi fra due ponti scatolari posti a valle dell'attraversamento autostradale e dell'isola costituita da materiale sedimentato e posta subito a monte dello scatolare autostradale (Figura 6-50). Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.58m.

Come è possibile notare Figura 6-51 le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso hanno interessato il tratto a monte e a valle dello scatolare autostradale, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica.

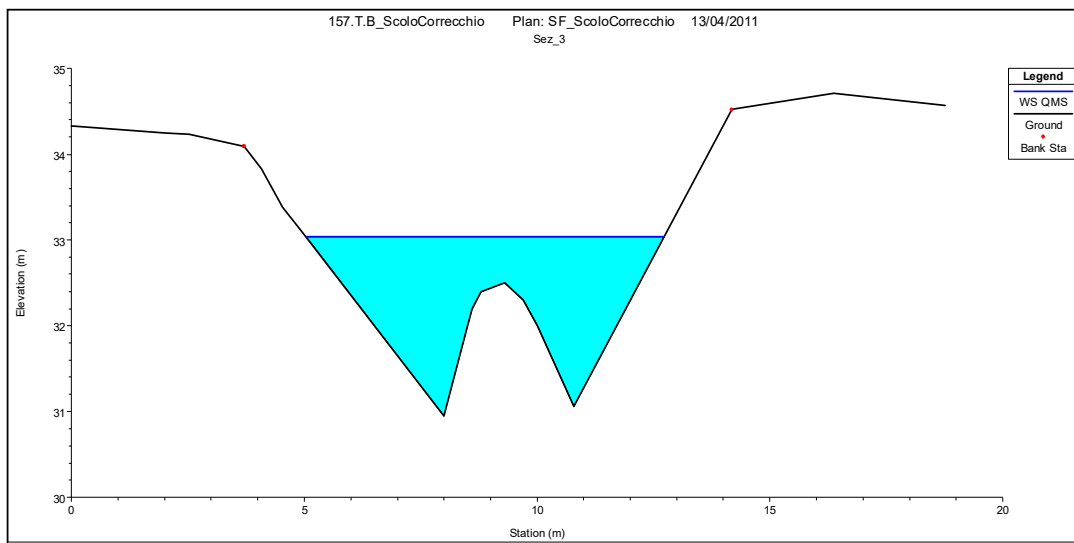


Figura 6-50. Presenza di un'isola a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

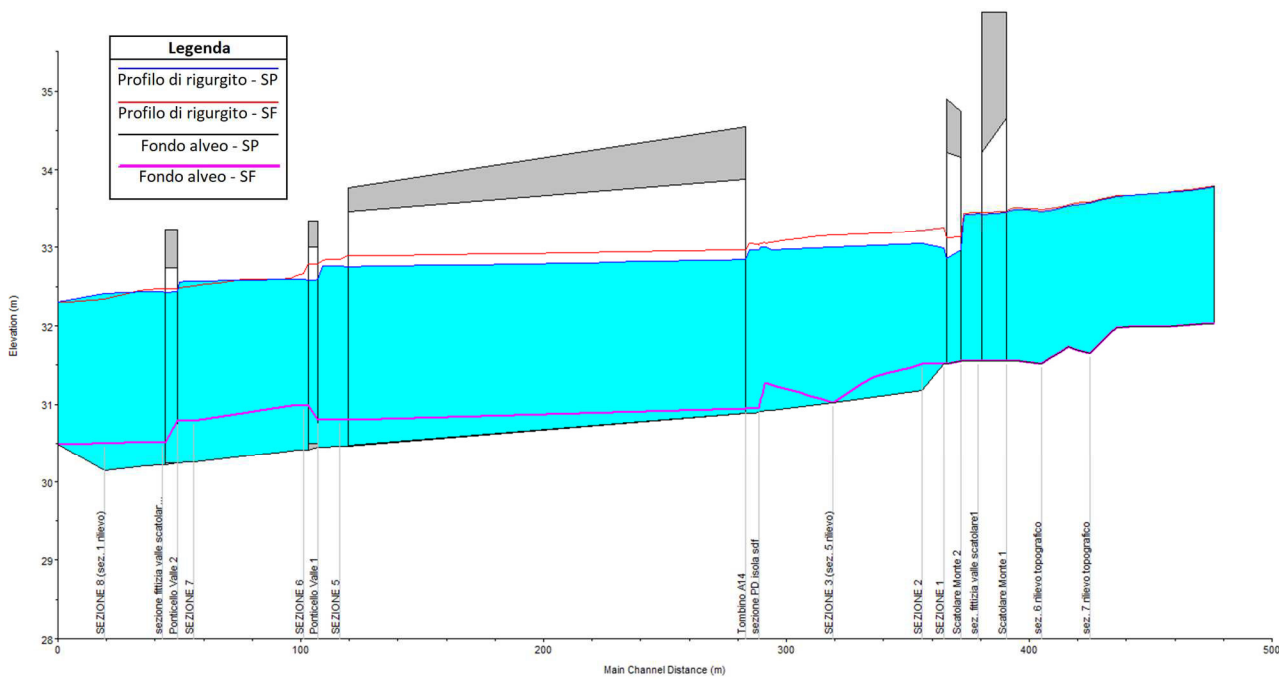


Figura 6-51. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

### 6.18.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per quanto riguarda l'erosione in sponda sinistra a monte dello scatolare autostradale, segnalato dal Consorzio di Bonifica Renana, si prevede di attuare una sistemazione idraulica attraverso una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro.

Gli interventi di sistemazione idraulica sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 6.19 CANALI ANALIZZATI CON L'IPOTESI DI MOTO UNIFORME

Di seguito si esaminano i canali che attraversano la sede autostradale mediante tombini circolari e che sono sempre territorialmente di competenza del Consorzio di Bonifica Renana.

Tabella 6-35. Fossi privati ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica Renana, tra la Pk 29+817.92 e la Pk 47+698.36

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICO ALL'ALTEZZA DELL'A14
AU-CS013-T027	Fosso 7	029+817.92	Privato	Minore	Scatolare all'imbocco, condotta circolare allo sbocco
AU-CS013-T028	Fosso 8	030+123.70	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS013-T031	Fosso 9	030+795.00	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS013-T033	Fosso 10	031+167.70	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS014-T037	Fosso 11	031+811.71	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS015-T043	Fosso 13	033+170.32	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS015-T044	Fosso 14	033+321.68	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS016-T046	Fosso 15	033+975.04	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS017-T047	Fosso 16	034+355.37	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS018-T052	Fosso 18	035+263.60	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS018-T054	Fosso 19	035+565.49	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS018-T056	Fosso 20	036+023.01	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS018-T057	Fosso 21	036+308.31	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS018-T059	Fosso 22	036+779.67	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS021-T066	Scolo Menata Sellaro	038+976.29	Consorzio Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
AU-CS024-T070	Fosso 24	040+697.25	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS026-T073	Fosso 25	042+737.66	Privato	Minore	Condotta circolare

AU-CS028-T077	Fosso 26	043+432.49	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS028-T080	Fosso 29	044+531.27	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS029-T088	Fosso 31	046+417.70	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS030-T090	Fosso 32	046+982.73	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS031-T092	Fosso 33	047+273.59	Privato	Minore	Condotta circolare

### 6.19.1 Definizione della portata di progetto

Lo studio del comportamento idrodinamico dei canali artificiali in esame prevede la verifica in condizioni di moto uniforme del grado di riempimento dei tombini circolari presenti per ciascun attraversamento autostradale.

L'analisi del rilievo topografico ha permesso di individuare le caratteristiche geometriche dei fossi in esame. Sono state ricostruite le sezioni trapezoidali a monte di ciascun canale e successivamente sono state individuate le diverse pendenze dei canali in prossimità dell'attraversamento.

Note le caratteristiche geometriche dei fossi è stato possibile determinare la portata massima sostenibile mediante la formula di Chezy riportata di seguito.

$$Q = AKsR^{2/3}\sqrt{i}$$

Il valore del coefficiente di Strickler attribuito al tratto di alveo è pari a  $Ks = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

Nella tabella di seguito sono riportati i dati geometrici delle sezioni dei fossi e le portate massime sostenibili. In particolare B1, B2 e B3 rappresentano i valori della base maggiore, della base minore e dell'altezza della sezione trapezoidale.

Tabella 6-36. Dati geometrici e Portate massime sostenibili dei fossi ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica Renana

Corso d'acqua	Pk	Φ	B1	B2	B3	QMS
nome	km	mm	m	m	m	m <sup>2</sup> /sec
Fosso 7	29+817.92	1000	2.3	0.8	0.43	0.35
Fosso 8	30+123.70	1000	1.88	0.4	0.65	0.44
Fosso 9	30+795.00	1000	1.91	0.49	0.6	0.62
Fosso 10	31+167.70	1000	1.45	0.42	0.46	0.22
Fosso 11	31+811.71	1000	1.25	0.35	0.5	0.25
Fosso 13	33+170.32	1000	1.53	0.4	0.6	0.39
Fosso 14	33+321.68	1000	1.82	0.44	0.4	0.26
Fosso15	33+975.04	1000	1.04	0.4	0.4	0.07
Fosso16	34+355.37	1000	1.33	0.5	0.5	0.15
Fosso 18	35+263.60	1000	1.9	0.5	0.6	0.31
Fosso 19	35+565.49	1000	2.15	0.52	0.5	0.35
Fosso 20	36+023.01	1000	1.32	0.5	0.6	0.20

Fosso 21	36+308.31	1000	1.4	0.5	0.5	0.29
Fosso 22	36+779.67	1000	1.85	0.4	0.5	0.25
Scolo Menata Sellaro	38+976.29	1000	2.7	0.5	0.8	1.02
Fosso 24	40+697.25	1000	3	0.8	0.6	0.89
Fosso 25	42+737.66	1000	1.5	0.4	0.5	0.12
Fosso 26	43+432.49	1000	3.2	0.5	0.7	1.18
Fosso 29	44+531.27	1000	2.3	0.8	0.5	0.38
Fosso 31	46+417.70	950	1.8	0.3	0.45	0.32
Fosso 32	46+982.73	950	1.4	0.3	0.4	0.09
Fosso 33	47+273.59	1000	2.4	0.5	0.5	0.51

### 6.19.2 Verifiche idrauliche

La verifica del comportamento idrodinamico dei fossi in esame, nell'ipotesi di moto uniforme, è stata realizzata individuando il grado di riempimento  $A2$  del tombino per la relativa portata massima sostenibile.

$$A2 = \frac{A_{defl}}{A_{tombino}}$$

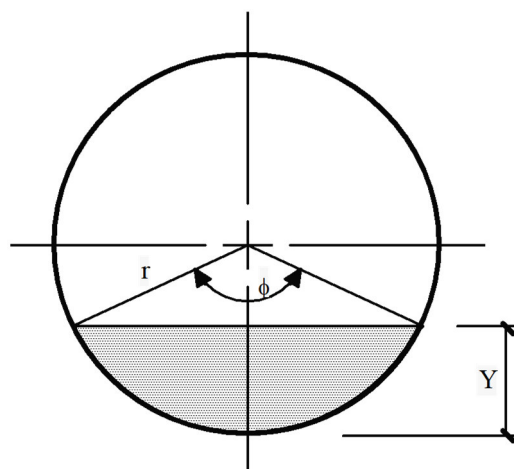


Figura 6-52. Sezione tipologica di un tombino circolare

Nota il diametro di ciascun tombino è stato possibile calcolare l'area bagnata della sezione al variare dell'angolo  $\varphi$  :

$$A_{defl} = \frac{r}{2} (\varphi - \sin \varphi)$$

il perimetro bagnato della condotta:

$$P = r \varphi$$

il raggio idraulico della sezione:



$$R = \frac{A}{P}$$

ed infine la relativa portata mediante la formula di Chezy, in cui si è adottata una scabrezza  $k_s = 58m^{1/3}/s$  per il calcestruzzo.

Procedendo per tentativi, al variare dell'angolo  $\varphi$ , è stata individuata l'area bagnata  $A_{defl}$  e successivamente il grado di riempimento A2 di ciascun tombino circolare per una portata pari alla portata massima sostenibile.

La tabella seguente riporta, per ciascun fosso analizzato, il nome, la progressiva chilometrica (Pk), il diametro ( $\Phi$ ), la portata massima sostenibile ( $Q_{MS}$ ), e il grado di riempimento dello tombino autostradale (A2), in termine di superficie occupata dall'acqua e dall'eventuale interrimento. Per tutti i casi analizzati è evidente che la percentuale del grado di riempimento dello tombino rispetto alla superficie utile si riduce o rimane inalterata nelle situazioni post operam rispetto a quella ante operam.

Tabella 6-37. Confronto tra i valori del grado di riempimento di ciascun fosso ante e post operam

corso d'acqua	Pk	$\Phi$	QMS	A2 ante operam		A2 post operam	
				m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%
Fosso 7	29+817.92	1000	0.35	0.46	46.4	0.26	33.7
Fosso 8	30+123.70	1000	0.44	0.51	54.5	0.31	39.5
Fosso 9	30+795.00	1000	0.62	0.50	52.9	0.30	38.4
Fosso 10	31+167.70	1000	0.22	0.38	31.6	0.18	23.1
Fosso 11	31+811.71	1000	0.25	0.37	30.2	0.17	22.2
Fosso 13	33+170.32	1000	0.39	0.45	43.5	0.25	31.7
Fosso 14	33+321.68	1000	0.26	0.38	31.8	0.18	23.3
Fosso15	33+975.04	1000	0.07	0.32	21.3	0.12	15.7
Fosso16	34+355.37	1000	0.15	0.39	33.6	0.19	24.6
Fosso 18	35+263.60	1000	0.31	0.50	53.4	0.30	38.7
Fosso 19	35+565.49	1000	0.35	0.47	47.1	0.27	34.3
Fosso 20	36+023.01	1000	0.20	0.44	41.5	0.24	30.4
Fosso 21	36+308.31	1000	0.29	0.41	35.7	0.21	26.1
Fosso 22	36+779.67	1000	0.25	0.43	40.5	0.23	29.6
Scolo Menata Sellaro	38+976.29	1000	1.02	0.73	85.0	0.53	67.8
Fosso 24	40+697.25	1000	0.89	0.65	80.0	0.45	57.4
Fosso 25	42+737.66	1000	0.12	0.41	36.5	0.21	27.0
Fosso 26	43+432.49	1000	1.18	0.71	83.0	0.51	65.4
Fosso 29	44+531.27	1000	0.38	0.52	55.4	0.32	40.1
Fosso 31	46+417.70	950	0.32	0.39	35.9	0.19	27.0
Fosso 32	46+982.73	950	0.09	0.34	26.0	0.14	19.7
Fosso 33	47+273.59	1000	0.51	0.49	49.9	0.29	36.3

## 6.20 DESCRIZIONE DEI PRESIDI DI MITIGAZIONE IDRAULICA

### 6.20.1 TOMBINI SCATOLARI

L'intervento prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso al fine di garantire il regolare deflusso della corrente inoltre, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di 5.00 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

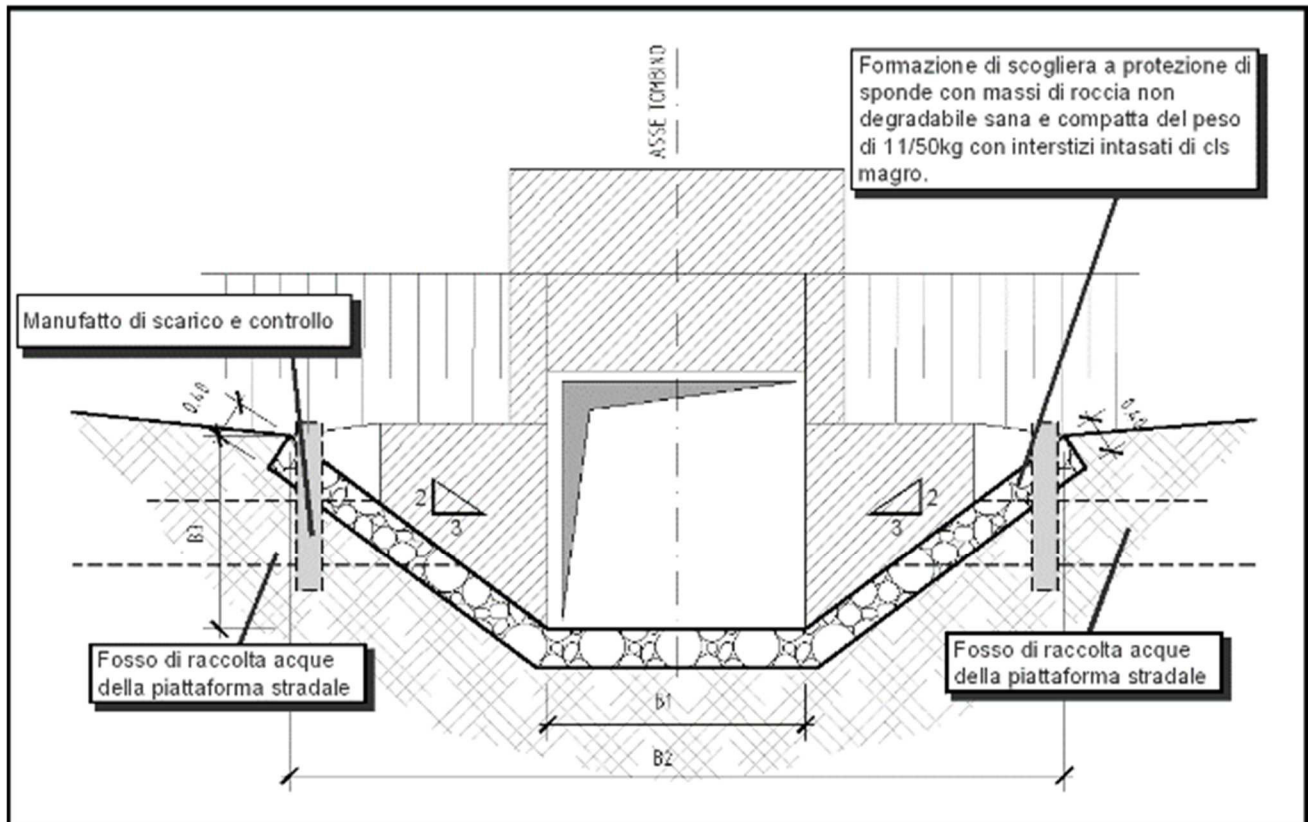


Figura 6-53. Sezione trasversale dello stato di progetto

### 6.20.2 TOMBINI CIRCOLARI

L'intervento prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso al fine di garantire il regolare deflusso della corrente inoltre, la sistemazione consiste nell'esecuzione di semina eseguita con attrezzatura a pressione e con l'impiego di collante, in quantitativo sufficiente per assicurare l'aderenza del seme e del concime alla falda di scarpata. La soluzione viene proposta per un tratto di 5.00 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

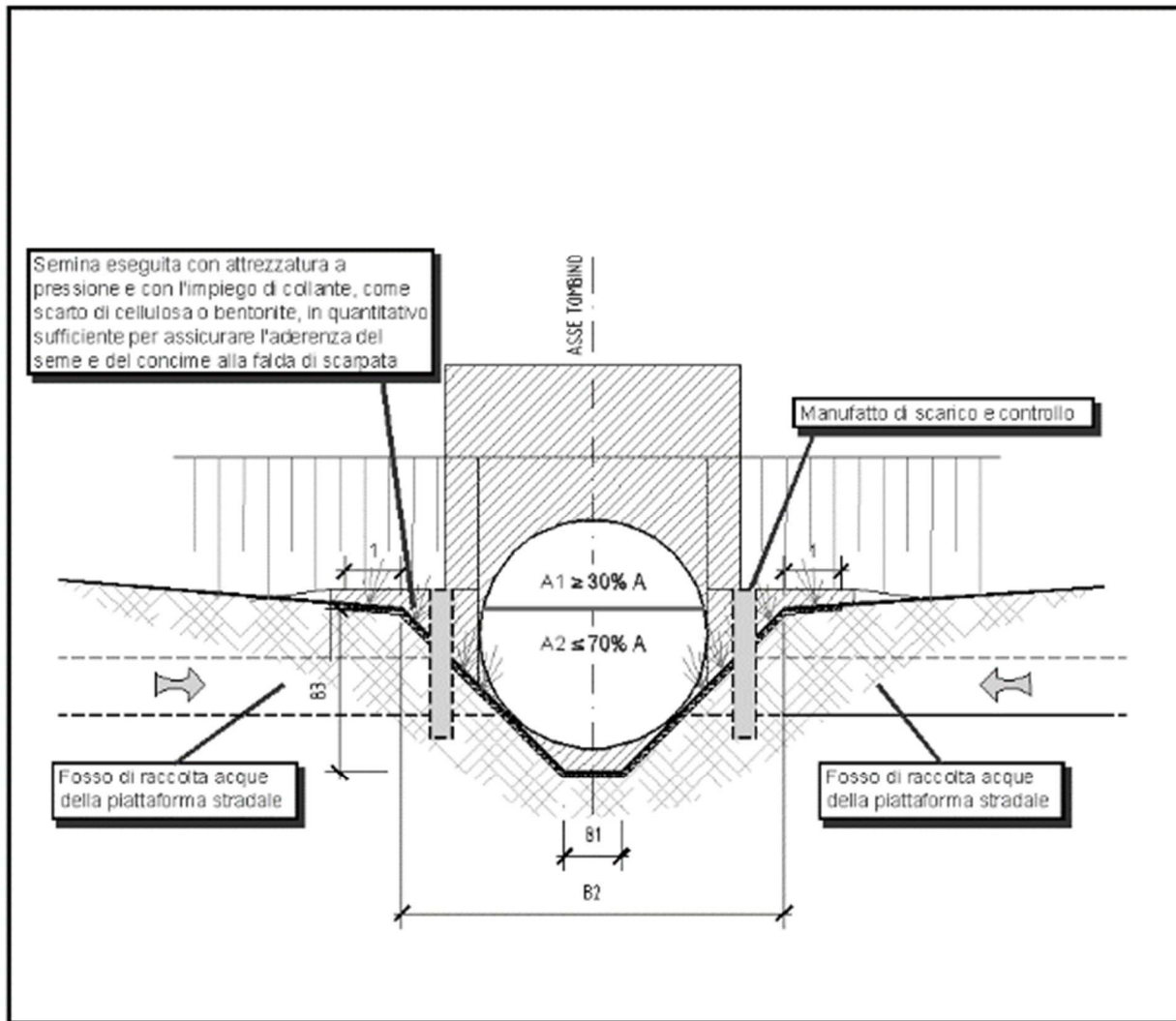


Figura 6-54. Sezione trasversale dello stato di progetto

## 7. CORSI D'ACQUA ARTIFICIALI RICADENTI NELL'AREA DI COMPETENZA DEL CONSORZIO DI BONIFICA DELLA ROMAGNA OCCIDENTALE, TRA LA PK 47+698.36 E LA PK 56+479.69

Di seguito si esaminano i singoli corsi d'acqua interferiti dal tracciato in progetto (da Pk 47+817.92 a 56+479.69), per i quali l'Ente competente è rappresentato dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

Quest'analisi è stata condotta in due modalità differenti:

- Per ogni canale gestito dai Consorzi di Bonifica e per 6 fossi privati, ritenuti particolarmente significativi per le loro dimensioni e poiché attraversano la sede autostradale mediante tombino scatolare, è stata ricavata la  $Q_{ms}$  implementando un modello matematico monodimensionale in moto permanente, indagando e confrontando la condizione attuale, stato di fatto e quella futura, stato di progetto.
- Per i rimanenti fossi caratterizzati da sezioni trasversali minori rispetto ai precedenti e poiché, attraversano la sede autostradale mediante tombini circolari di diametro  $\leq 1300\text{mm}$ , le analisi sono state condotte in forma più speditiva, determinando la  $Q_{ms}$  con analisi idraulica in moto uniforme, indagando e confrontando la condizione attuale, stato di fatto e quella futura, stato di progetto.

## 7.1 CANALI ANALIZZATI MEDIANTE MODELLO MONODIMENSIONALE IN CONDIZIONI DI MOTO PERMANENTE

Per ciascun canale gestito dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale e per i fossi che presentano un tombino scatolare negli attraversamenti della sede autostradale, è stato implementato un modello monodimensionale in moto permanente mediante l'utilizzo del codice di calcolo Hec-Ras. I modelli idraulici hanno consentito di individuare la portata massima sostenibile per ciascun canale e successivamente di confrontare la condizione attuale, stato di fatto e quella futura, stato di progetto.

Di seguito sono riportati i canali per i quali è stata realizzata la simulazione in moto permanente.

Tabella 7-1. Corsi d'acqua simulati in Hec-Ras e ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale, tra la Pk 47+698.36 e la Pk 56+479.69

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA ALL'ALTEZZA DELL'A14
AU-CS033-TS095	Scolo Correcchiello	48+632.934	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Scatolare
AU-CS033-PO014	Scolo Consorziale Gambellara	49+128.227	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Scatolare
AU-ST003	Scolo Molini	49+814.560	Assimilato a Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Sottovia
AU-CS034-TS103	Fossa influente nel Maestà	50+521.821	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS034-TS124	Fosso 36	51+262.917	Privato	Minore	Scatolare
AU-CS040-TS119	Scolo Castelnuovo	55+353.179	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Scatolare
AU-CS040-TS122	Via Lunga o Condottello di Bagnara	56+193.922	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Scatolare

## 7.2 SCOLO CORRECCHIELLO

### 7.2.1 Caratteristiche idrografiche

Lo Scolo Correcchiello, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 48+633.06, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 7-2. Caratteristiche fisiche dello Scolo Correcchiello fino alla sezione di attraversamento autostradale

Area del bacino	2.8	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	2.2	km
Elevazione massima del bacino	48	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	27.6	m s.l.m.



Figura 7-1. Scolo Correcchiello in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 7.2.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico dello Scolo Correcchiello è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=2.5m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che lo scolo Correcchiello è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 7.2.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.



### 7.2.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato dello Scolo Correcchiello è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 165m a monte dell'autostrada e per 308m a valle, per una lunghezza totale di circa 517m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di diciassette sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende cinque manufatti:

- il primo, posto a monte rispetto l'A14, è un tombino circolare di diametro pari a 1.2 ed estensione lineare di 6.40m,
- il secondo, posto sempre a monte dell'autostrada, è un tombino circolare di diametro pari a 1.2m ed estensione lineare di 14.20m,
- in corrispondenza dell'attraversamento autostradale è posto uno scatolare di luce pari a 2m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 2.48m ed estensione lineare pari a 45m;
- a valle dell'A14 è situato un tombino scatolare di luce pari a 1m, altezza pari a 1.05m ed estensione lineare pari a 5m;
- al termine del tratto simulato vi è un ulteriore scatolare di luce pari a 4.5m, altezza pari a 2m ed estensione lineare pari a 4m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-3. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico dello Scolo Correcchiello

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

### 7.2.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale non si considera il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare nello stato di fatto è pari ai 45m preventivati. La simulazione prevede il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico dello scolo Correcchiello, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0027$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 7.2.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a 2.5m<sup>3</sup>/s. Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato nella seguente figura.

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare, sia delle sezioni rispettivamente a monte e a valle, al fine di migliorare il deflusso della corrente. Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.84m.

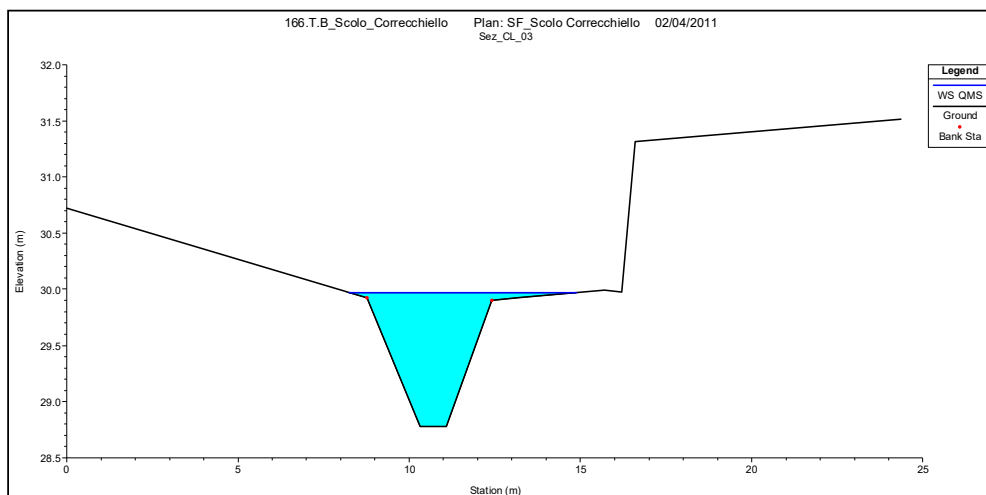


Figura 7-2. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

Di seguito si riporta il confronto tra i profili di rigurgito nello stato di fatto e nello stato di progetto. La sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo di circa 30cm, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica.

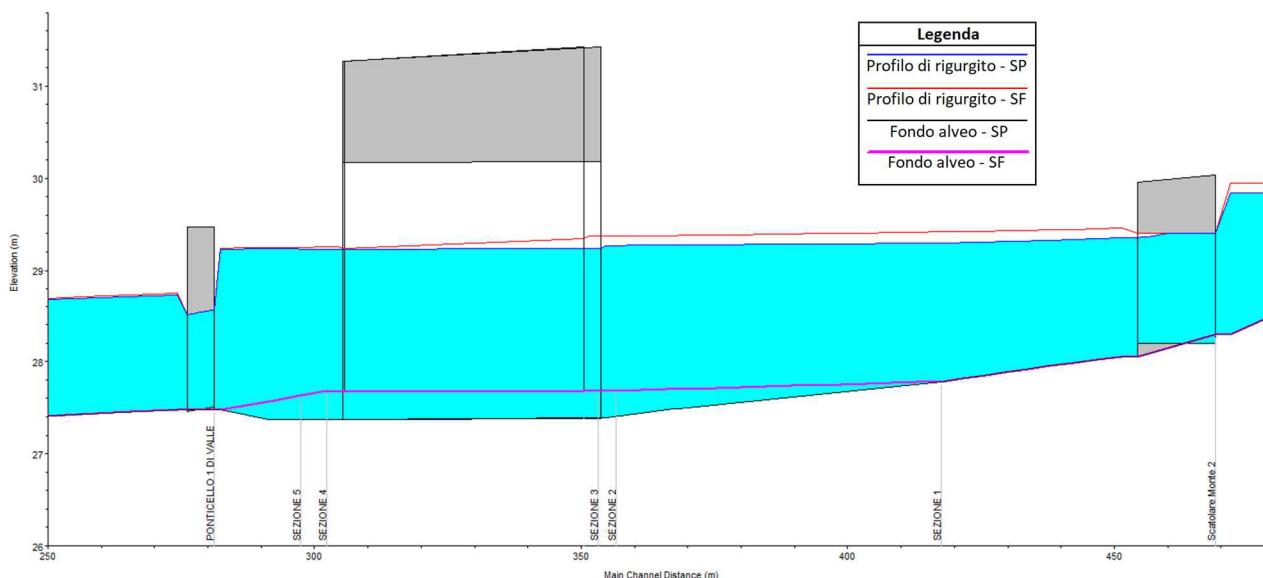


Figura 7-3. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

#### 7.2.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per la Scolo Correcchiello si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di circa 5m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 7.3 SCOLO CONSORZIALE GAMBELLARA

### 7.3.1 Caratteristiche idrografiche

Lo Scolo Consorziale Gambellara, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 049+128.46, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 7-4. Caratteristiche fisiche dello Scolo Consorziale Gambellara fino alla sezione di attraversamento autostradale

Area del bacino	3.6	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	3.75	km
Elevazione massima del bacino	51.6	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	26.90	m s.l.m.



Figura 7-4. Scolo Consorziale Gambellara in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 7.3.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico dello Scolo Consorziale Gambellara è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=18m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che lo scolo Gambellara è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 7.3.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 7.3.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato dello Scolo Gambellara è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 315m a monte dell'autostrada e per 531m a valle, per una lunghezza totale di circa 888m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di diciotto sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende quattro manufatti:

- il primo, posto a monte rispetto l'A14, è uno scatolare di luce pari a 4.62m, altezza pari a 3.23m ed estensione lineare di 21.53m,
- in corrispondenza dell'attraversamento autostradale vi è uno scatolare di luce pari a 4.43m, altezza pari a 3.18m ed estensione lineare pari a 38.75m;
- a valle dell'A14 è situato un tombino scatolare di luce pari a 4.71m, altezza pari a 3.32m ed estensione lineare pari a 10.41m;
- al termine del tratto simulato vi è un ponticello di luce pari a 3.5m, altezza pari a 3.22m ed estensione lineare pari a 4m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-5. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico dello Scolo Gambellara

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Fondo dell'alveo (Monte)	25
Sponda dell'alveo (Monte)	22
Fondo dell'alveo (Valle)	22
Sponda dell'alveo (Valle)	20
Opere in calcestruzzo	58

#### 7.3.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare nello stato di fatto è inferiore ai 45m preventivati. La simulazione prevede il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato. Questo tombino sarà peraltro prolungato di ulteriori 5m su entrambi i lati per esigenze di manutenzione manifestate dal Consorzio di bonifica competente.

Per l'implementazione del modello idraulico dello scolo Gambellara, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0018$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 7.3.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $18\text{m}^3/\text{s}$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato nella seguente figura.

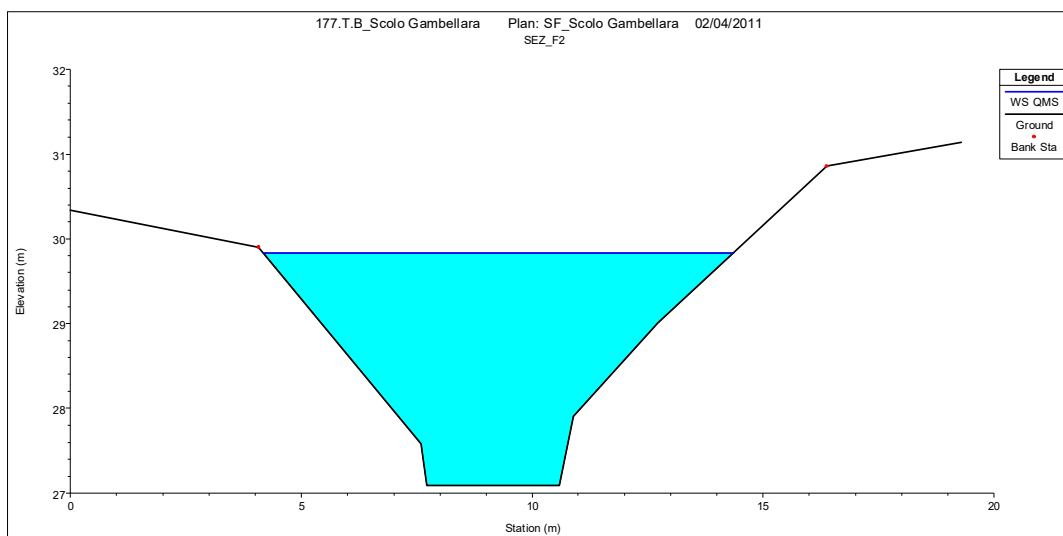


Figura 7-5. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso sia dello scatolare, sia delle sezioni rispettivamente a monte e a valle, al fine di garantire il regolare deflusso della corrente.

Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.17m.

Di seguito si riporta il confronto tra i profili di rigurgito nello stato di fatto e nello stato di progetto.



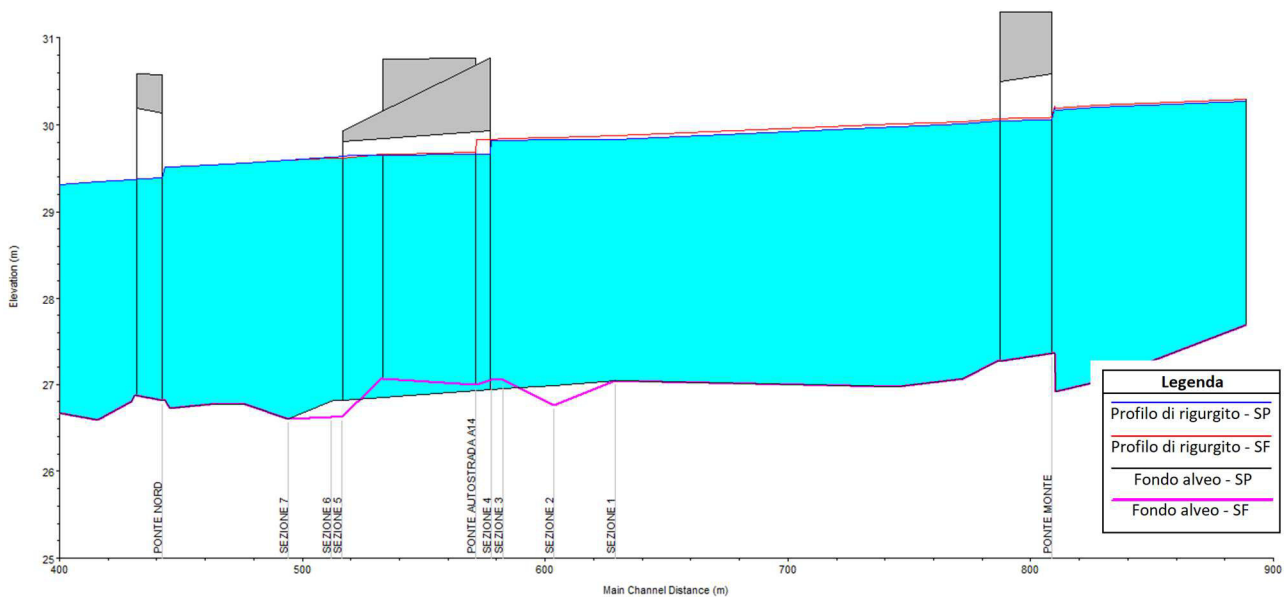


Figura 7-6. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

Come evidenziato nella figura precedente la sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo di circa 15cm, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e migliorando, seppure limitatamente, la condizione di criticità espressa dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

### 7.3.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per lo Scolo Consorziale Gambellara si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di circa 5m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 7.4 SCOLO MOLINI

### 7.4.1 Caratteristiche idrografiche

Lo Scolo Molini, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 049+814.56, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 7-6. Caratteristiche fisiche dello Scolo Molini fino alla sezione di attraversamento autostradale

Area del bacino	1.83	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	4.5	km
Elevazione massima del bacino	48.4	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	26.40	m s.l.m.



Figura 7-7. Scolo Molini in corrispondenza dello scatolare a valle dell'A14

### 7.4.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico dello Scolo Molini è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=6m^3/s$ ), pari alla massima portata che transita nell'attuale sezione idraulica del canale senza invadere la strada adiacente. Questa scelta è dettata dal fatto che lo scolo Molini è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 7.4.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 7.4.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato dello Scolo Molini è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 118m a monte dell'autostrada e per 822m a valle, per una lunghezza totale di circa 975m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di undici sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende due manufatti:

- in corrispondenza dell'attraversamento autostradale vi è un ponte di luce pari a 15.94m, altezza pari a 6.70 ed estensione lineare pari a 35.14m;
- a valle dell'autostrada A14 vi è un tratto tombinato, lo scatolare ha luce pari a 3.50m, altezza pari a 2.50m ed estensione lineare pari a 396m;

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-7. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico dello Scolo Molini

Coefficienti di scabrezza di Strickler (m <sup>1/3</sup> /s)	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

#### 7.4.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare nello stato di fatto è inferiore ai 45m preventivati. La simulazione prevede il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico dello scolo Molini, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0012$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 7.4.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $6\text{m}^3/\text{s}$ : al di sopra di tale valore infatti il canale esonderebbe nella strada adiacente. Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 7-8.

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica delle sezioni rispettivamente a monte e a valle, al fine di migliorare il deflusso della corrente (Figura 7-9).

Il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso interessa il tratto a valle dell'attraversamento autostradale, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito anche a monte dello stesso e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica.

Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto del ponte autostradale nello stato di progetto è di 5.05m.

Una descrizione dettagliata degli interventi di sistemazione idraulica per lo Scolo Molini è fornita nell'elaborato grafico di riferimento.

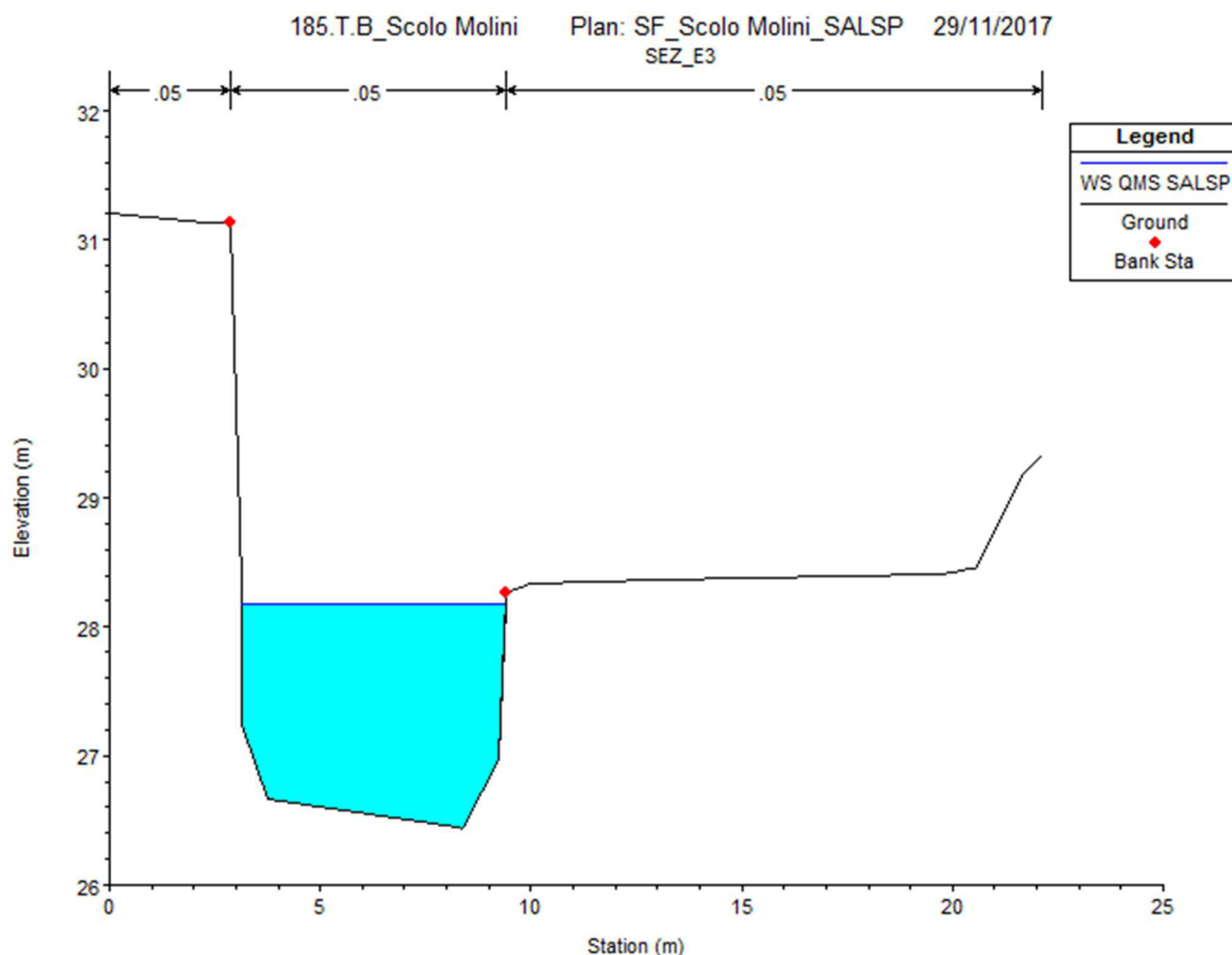


Figura 7-8. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

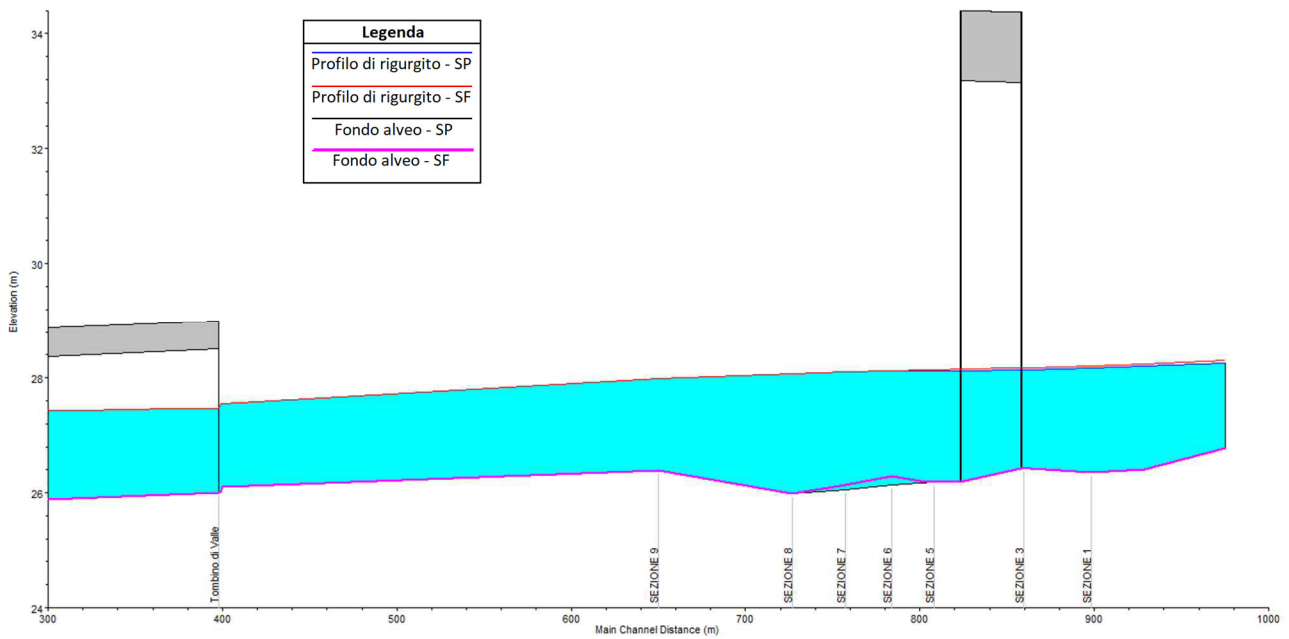


Figura 7-9. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

#### 7.4.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per la Scolo Molini si prevede la riprofilatura dell'alveo a valle del manufatto per un tratto di circa 150m: gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 7.5 FOSSA INFLUENTE NEL MAESTA'

### 7.5.1 Caratteristiche idrografiche

La Fossa Influyente nel Maestà, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 050+521.93, è un corso d'acqua artificiale, di competenza privata e ricadente nell'area gestita dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 7-8. caratteristiche fisiche della Fossa Influyente nel Maestà fino alla sezione di attraversamento

Area del bacino	7.2	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	1.7	km
Elevazione massima del bacino	42.2	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	26.40	m s.l.m.



Figura 7-10. Fossa Influyente nel Maestà in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 7.5.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico della Fossa Influyente nel Maestà è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=2m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che la fossa Influyente nel Maestà è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 7.5.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato,



di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

### 7.5.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato della fossa Influyente nel Maestà è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 245m a monte dell'autostrada e per 522m a valle, per una lunghezza totale di circa 802m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di diciassette sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende cinque manufatti:

- il primo, posto a monte rispetto l'A14, è un ponticello la cui quota dell'intradosso è posta a 28.69m.slm;
- in corrispondenza dell'attraversamento autostradale è posto uno scatolare di luce pari a 2.48m, altezza pari a 2.28m ed estensione lineare pari a 35.4m;
- a valle dell'autostrada vi è un tombino circolare di diametro pari a 1.5m ed estensione lineare di 4.12m,
- il quarto manufatto è un ponticello la cui luce a semicerchio ha un diametro pari a 1.52m ed estensione lineare pari a 4.57m;
- al termine del tratto simulato vi è un ulteriore tombino circolare il cui diametro è pari a 1.50m ed estensione lineare pari a 6.35m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-9. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del Fossa Influyente nel Maestà

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

### 7.5.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare nello stato di fatto è inferiore ai 45m preventivati. La simulazione prevede il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico della Fossa Influyente nel Maestà, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0025$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 7.5.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $2\text{m}^3/\text{s}$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 7-11.

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica delle sezioni rispettivamente a monte e a valle, al fine di migliorare il deflusso della corrente (Figura 7-12). La sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo di circa 60cm, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica.

Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.81m.

Una descrizione dettagliata degli interventi di sistemazione idraulica per la Fossa Influyente nel Maestà è fornita nell'elaborato grafico di riferimento.

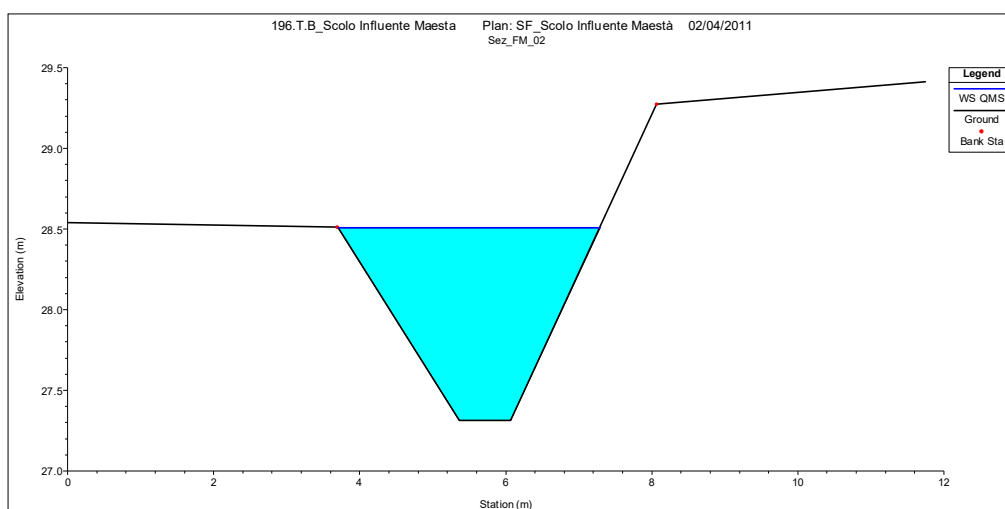


Figura 7-11. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

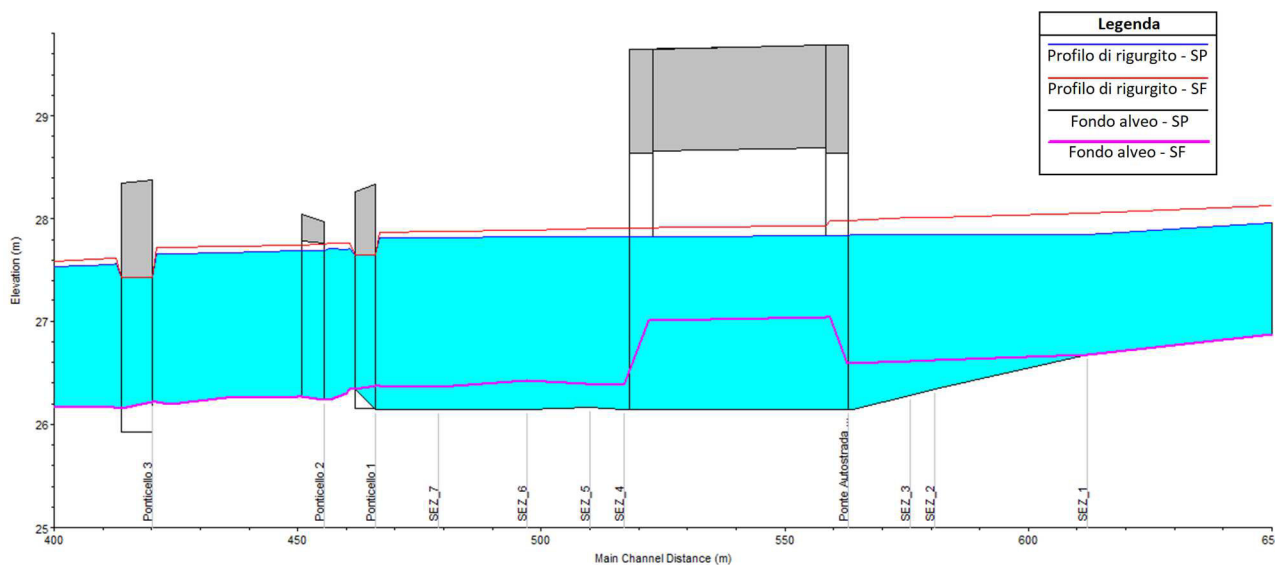


Figura 7-12. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

#### 7.5.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per la Fossa Influyente nel Maestà si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di circa 5m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 7.6 FOSSO 36

### 7.6.1 Caratteristiche idrografiche

Il fosso nominato, nel presente studio, Fosso 36, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 051+236.00, è un corso d'acqua artificiale, di competenza privata e ricadente nell'area gestita dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 7-10. Caratteristiche fisiche del Fosso 36 fino alla sezione di attraversamento autostradale

Lunghezza dell'asta principale	2.6	km
Elevazione massima del bacino	42	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	28.6	m s.l.m.



Figura 7-13. Fosso 36 in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 7.6.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del canale Fosso 36 è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=0.4m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che il Fosso 36 è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 7.6.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato,

di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

### 7.6.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Fosso 36 è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 133m a monte dell'autostrada e per 258m a valle, per una lunghezza totale di circa 433m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di undici sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende un manufatto in corrispondenza dell'autostrada costituito da uno scatolare con luce pari a 1.03m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 1.19m ed estensione lineare di 41.40m.

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-11. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del canale Fosso 36

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

### 7.6.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare è inferiore ai 45m preventivati. La simulazione nello stato di progetto prevede il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico del Fosso 36, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0016$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 7.6.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $0.4m^3/s$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 7-14.

La simulazione nello stato di progetto prevede il prolungamento dello scatolare, modificando la geometria dell'alveo solo nei primi 5m a monte e a valle dello scatolare di progetto, pertanto le condizioni idrodinamiche rimangono pressoché inalterate rispetto allo stato di fatto (Figura 7-15). Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 1.30m.

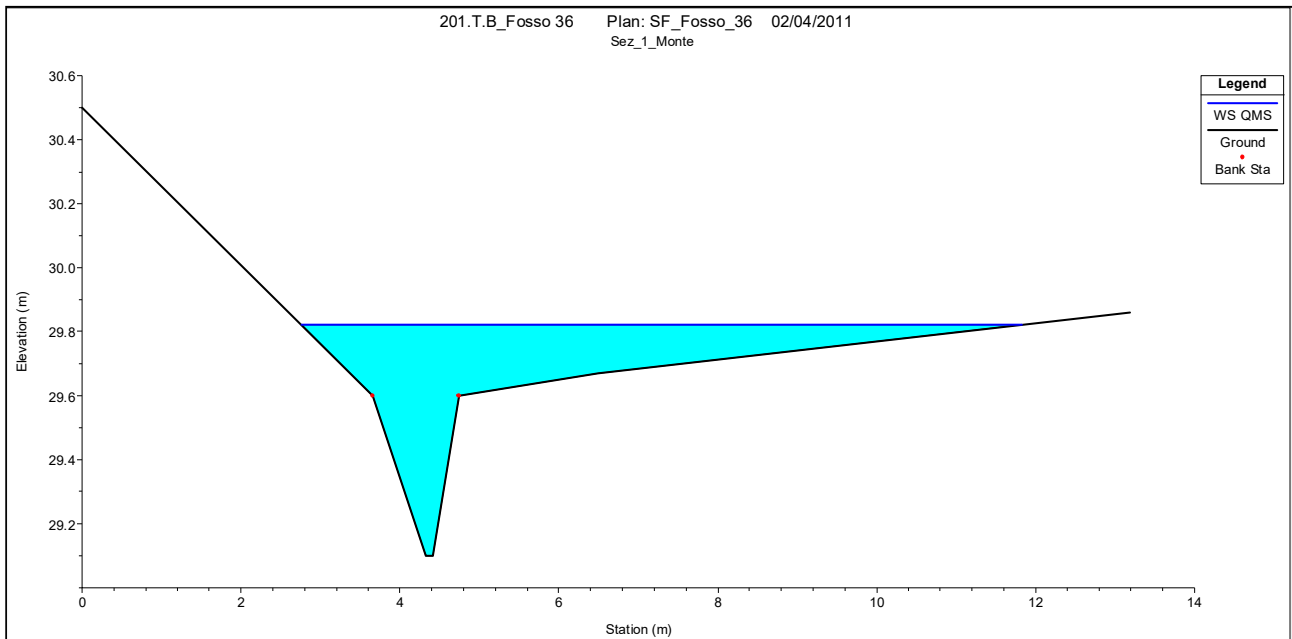


Figura 7-14. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

Di seguito si riporta il confronto tra i profili di rigurgito nello stato di fatto e nello stato di progetto.

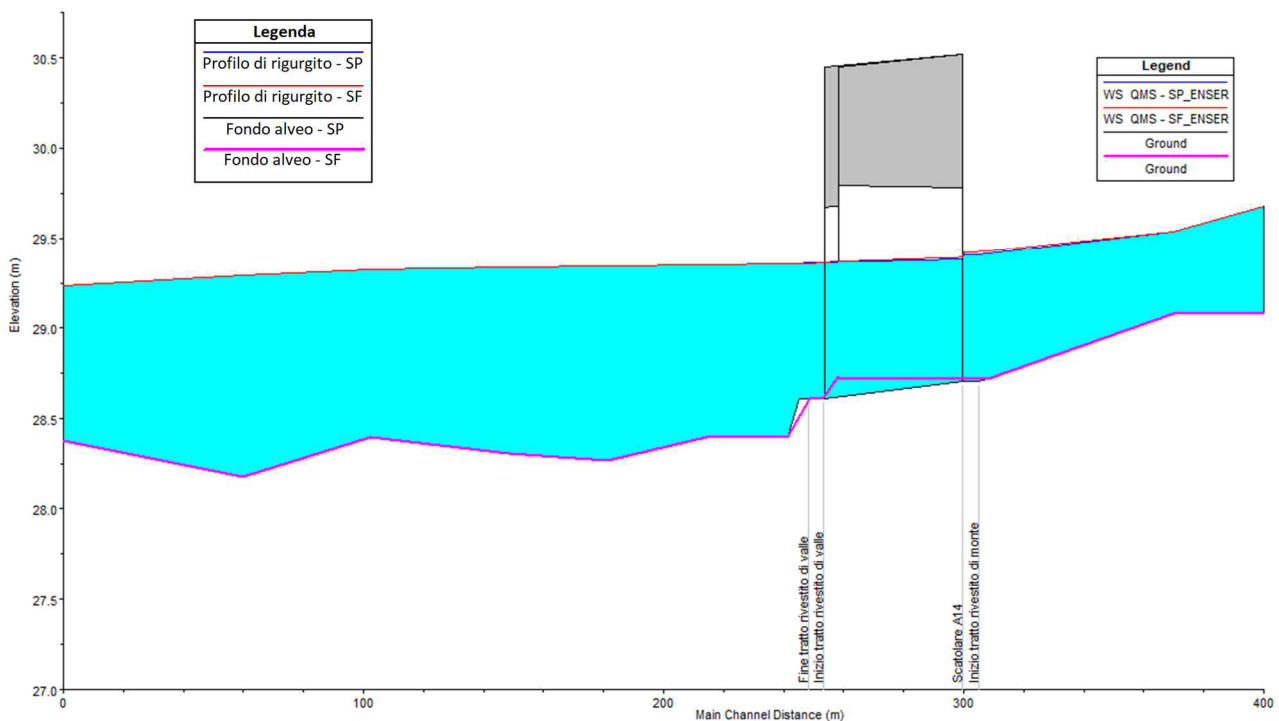


Figura 7-15. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$



#### 7.6.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per il Fosso 36 si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. La sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di circa 5m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 7.7 SCOLO CASTELNUOVO

### 7.7.1 Caratteristiche idrografiche

Lo Scolo Castelnuovo, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 055+352.96, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piatte monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 7-12. Caratteristiche fisiche dello Scolo Castelnuovo fino alla sezione di attraversamento autostradale

Area del bacino	1.7	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	2.1	km
Elevazione massima del bacino	37	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	26.2	m s.l.m.

### 7.7.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico dello Scolo Castelnuovo è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=0.4m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che lo scolo Castelnuovo è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 7.7.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 7.7.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato dello Scolo Castelnuovo è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 173m a monte dell'autostrada e per 150m a valle, per una lunghezza totale di circa 368m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di undici sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende tre manufatti:

- il primo, posto a monte rispetto l'A14, è uno scatolare di luce pari a 2m, altezza pari a 1.24m ed estensione lineare pari a 5.10m;
- in corrispondenza dell'attraversamento autostradale è posto uno scatolare di luce pari a 2.52m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 2.15m ed estensione lineare pari a 33.50m;
- a valle dell'A14 è situato un tombino scatolare di luce pari a 3m, altezza pari a 2.30m ed estensione lineare pari a 80m;

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-13. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico dello Scolo Castelnuovo

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

### 7.7.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale si considera il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare nello stato di fatto è inferiore ai 45m preventivati. La simulazione prevede il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico dello scolo Castelnuovo, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0002$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.

### 7.7.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $0.4m^3/s$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato nella seguente figura.

La simulazione nello stato di progetto prevede il prolungamento dello scatolare, modificando la geometria dell'alveo solo nei primi 5m a monte e a valle dello scatolare di progetto, pertanto le condizioni idrodinamiche rimangono pressoché inalterate rispetto allo stato di fatto (Figura 7-17). Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.94m.

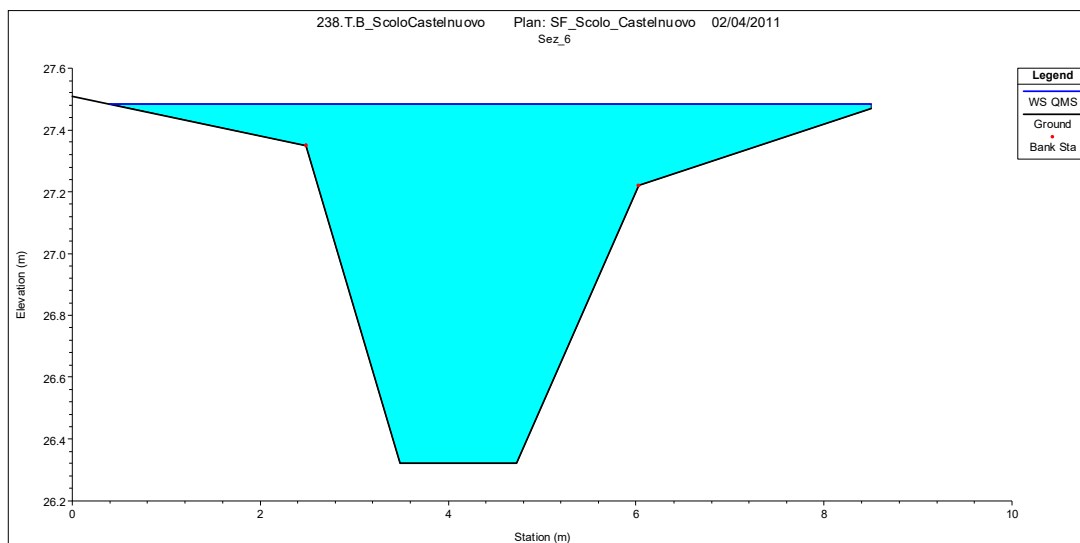


Figura 7-16. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

Di seguito si riporta il confronto tra i profili di rigurgito nello stato di fatto e nello stato di progetto.

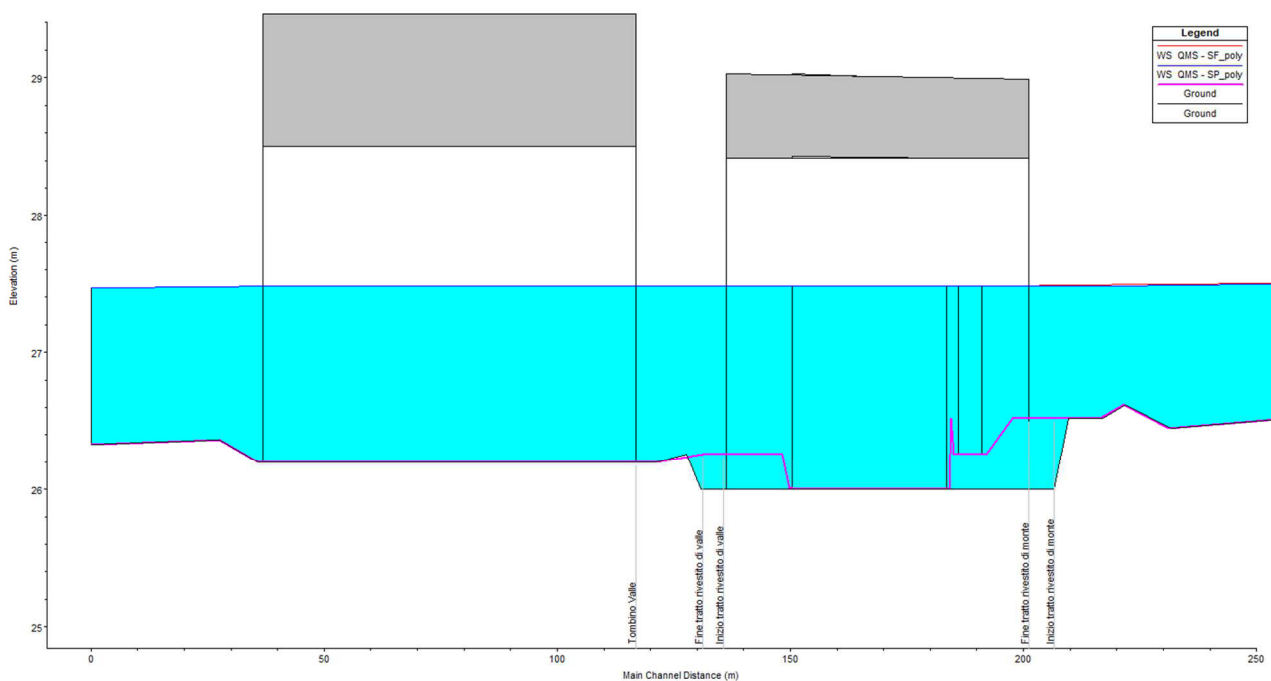


Figura 7-17. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

### 7.7.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per lo Scolo Castelnuovo si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di circa 5m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 7.8 VIA LUNGA O CONDOTTELLO DI BAGNARA

### 7.8.1 Caratteristiche idrografiche

Il canale Condottello di Bagnara, interferito dal tracciato autostradale alla Pk 056+194.08, è un corso d'acqua artificiale, gestito dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

Il bacino imbrifero si sviluppa nella bassa pianura Bolognese dominato da superfici piate monotone deprimenti verso nord-est e sulle quali gli elementi morfologici naturali sono riconducibili a dossi di pianura ed alle incisioni degli stessi corsi d'acqua, a cui si contrappongono i rilevati artificiali legati ad infrastrutture viarie o ad arginature. Nella tabella seguente vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione di attraversamento dell'interconnessione con la A14.

Tabella 7-14. Caratteristiche fisiche del Condottello di Bagnara fino alla sezione di attraversamento autostradale

Area del bacino	4.08	km <sup>2</sup>
Lunghezza dell'asta principale	1.0	km
Elevazione massima del bacino	50	m s.l.m.
Elevazione della sezione di chiusura	23.70	m s.l.m.



Figura 7-18. Condottello di Bagnara in corrispondenza dello scatolare autostradale

### 7.8.2 Definizione delle portate di riferimento

La portata massima presa a riferimento, nel presente studio, per la simulazione del comportamento idrodinamico del Condottello di Bagnara è la portata massima sostenibile ( $Q_{ms}=2.2m^3/s$ ), pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale. Questa scelta è dettata dal fatto che il Condottello di Bagnara è un corso d'acqua ad immissione controllata, per il quale i metodi idrologici classici non sono appropriati perciò, è stata calcolata la  $Q_{ms}$  simulando il comportamento idrodinamico del canale implementando un modello numerico con il software HEC-RAS.

### 7.8.3 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche, ricavate tramite modellazione numerica con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, si compongono di una prima parte relativa alle caratteristiche geometriche del tratto di corso d'acqua indagato, di una seconda relativa alle condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica, e di un'ultima in cui si riportano i risultati ottenuti.

#### 7.8.3.1 Caratteristiche geometriche del tratto indagato

La rappresentazione geometrica del tratto indagato del Condottello di Bagnara è stata ricavata tramite il rilievo topografico ed integrato dai rilievi condotti in loco.

Il tratto di corso d'acqua oggetto di simulazione numerica si estende per 253m a monte dell'autostrada e per 215m a valle, per una lunghezza totale di circa 521m.

Il modello idraulico specificatamente realizzato sul tratto d'interferenza, si compone di diciassette sezioni trasversali, ortogonali all'asse del canale; a queste si aggiungono ulteriori sezioni utili alla costruzione del modello.

Il tratto oggetto di studio comprende due manufatti:

- il primo, posto a monte rispetto l'A14, è un tombino scatolare di luce pari a 0.95m, altezza pari a 1.5m ed estensione lineare pari a 6.5m;
- in corrispondenza dell'attraversamento autostradale è posto uno scatolare di luce pari a 2m, altezza, tra fondo ed intradosso, pari a 2.2m ed estensione lineare pari a 53m;

Per l'implementazione del modello idraulico sono stati utilizzati diversi valori di scabrezza. I valori del coefficiente di Strickler attribuiti rispettivamente al tratto di alveo e ai manufatti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-15. Valori di scabrezza utilizzati nel modello idraulico del Condottello di Bagnara

Coefficienti di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	
Alveo	22
Opere in calcestruzzo	58

#### 7.8.3.2 Condizioni al contorno di riferimento per la modellazione idraulica

Ai fini modellistici le condizioni di riferimento sono, le seguenti:

- stato di fatto, per il quale si considera la morfologia attuale del corso d'acqua;
- stato di progetto, per il quale non si considera il prolungamento dello scatolare autostradale in quanto l'estensione lineare nello stato di fatto è superiore ai 45m preventivati. La simulazione prevede il ripristino dell'officiosità idraulica della sezione di deflusso del tratto indagato.

Per l'implementazione del modello idraulico del Condottello di Bagnara, sia nella simulazione dello stato di fatto che dello stato di progetto, le condizioni al contorno di cui si è tenuto conto sono le seguenti:

- Condizione di moto uniforme a valle: tramite l'analisi del rilievo topografico è stato possibile individuare la pendenza ( $i=0.0020$ );
- Portata in ingresso a monte pari alla portata massima sostenibile, cioè la massima sostenibile dall'attuale sezione idraulica dello scolo nel tratto considerato. Tale valore è stato ricavato simulando, con il codice di calcolo HEC-RAS, la condizione di portata massima, il cui profilo rimane contenuto nell'alveo del canale.



### 7.8.3.3 Risultati della modellazione idraulica

La modellazione idraulica nello stato di fatto ha permesso di individuare la portata massima sostenibile il cui valore è pari a  $2.2\text{m}^3/\text{s}$ . Il livello idrico raggiunto nelle sezioni di monte nello stato di fatto con portata massima sostenibile è illustrato in Figura 7-19.

La simulazione nello stato di progetto ha tenuto conto del ripristino dell'efficienza idraulica delle sezioni rispettivamente a monte e a valle, al fine di migliorare il deflusso della corrente (Figura 7-20).

La sezione di deflusso, in corrispondenza dello scatolare autostradale, è stata ampliata riducendo la quota del fondo dell'alveo di circa 20cm, ripristinando, in questo modo, le condizioni originarie dello scatolare, parzialmente interrato nello stato di fatto. Le operazioni di ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso hanno interessato anche il tratto a monte e a valle dello scatolare, determinando un abbassamento del profilo di rigurgito e conseguentemente un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica.

Il franco minimo fra il pelo libero dell'acqua e il soffitto dello scatolare nello stato di progetto è di 0.93m.

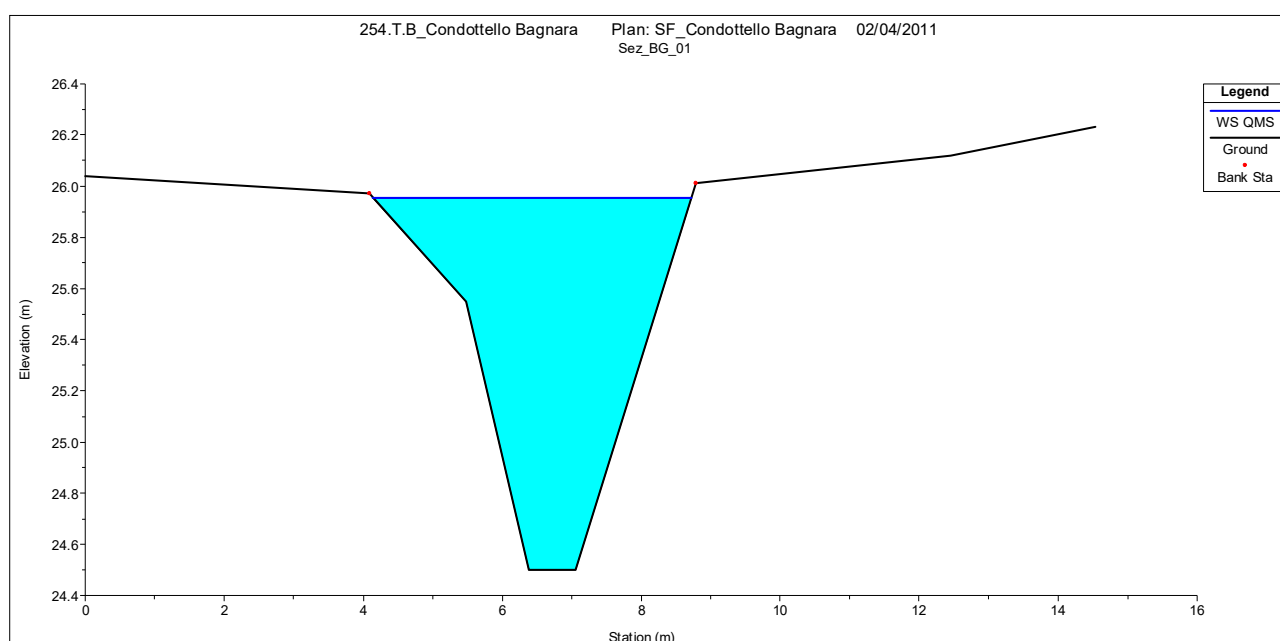


Figura 7-19. Livello raggiunto nella sezione a monte dell'attraversamento autostradale nello SF con  $Q_{ms}$

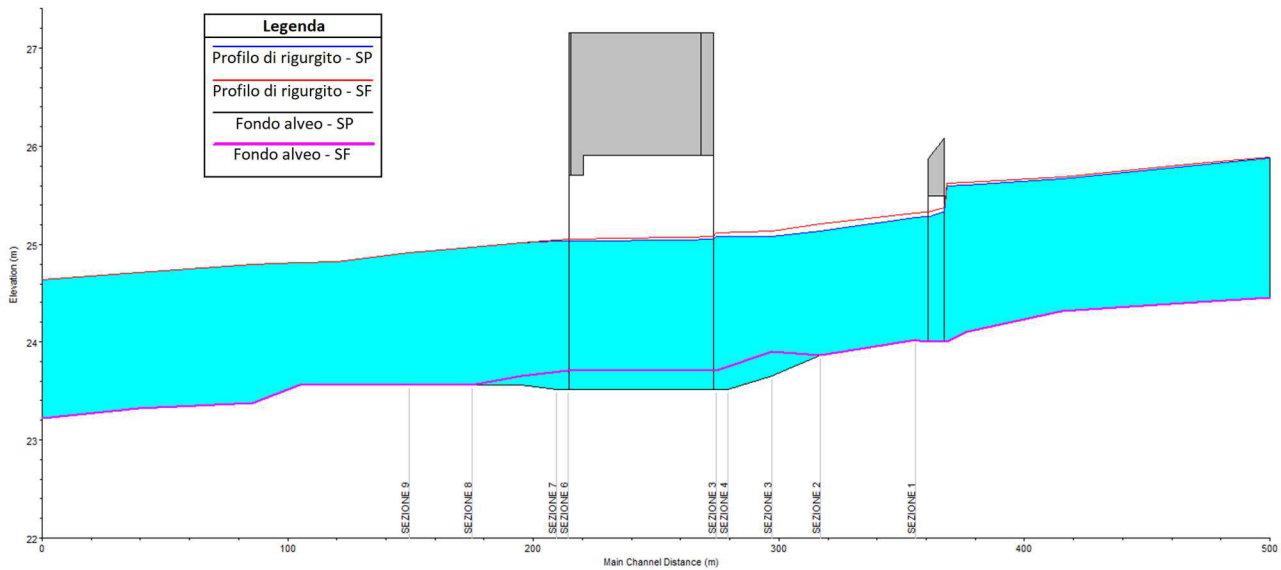


Figura 7-20. Profili di rigurgito dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'autostrada A14 con  $Q_{ms}$

#### 7.8.4 Interventi di sistemazione idraulica

Per il Condottello di Bagnara si prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica del manufatto di tombamento al fine di garantire il regolare deflusso della corrente. Oltre alla riprofilatura dell'alveo a monte e a valle del manufatto, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, con interstizi intasati in cls magro. La soluzione viene proposta per un tratto di circa 5m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

Gli interventi sono descritti geometricamente in maniera più dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento.

## 7.9 CANALI ANALIZZATI CON L'IPOTESI DI MOTO UNIFORME

Di seguito si esaminano i canali che attraversano la sede autostradale mediante tombini circolari e che sono sempre territorialmente di competenza del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

Tabella 7-16. Fossi privati ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale, tra la Pk 47+698.36 e la Pk 56+479.69

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICO ALL'ALTEZZA DELL'A14
AU-CS033-T093	Fosso 34	048+042.50	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-T101	Fosso 35	050+125.25	Privato	Minore	Scatolare all'imbocco, condotta circolare allo sbocco
AU-CS034-T104	Scolo Canaletta influente nel Maestà	051+056.90	Consorzio Bonifica Romagna Occidentale	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-T105	Fosso 37	051+505.55	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-T106	Fosso 38	051+793.83	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-T107	Scolo Colombara	051+920.65	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-T108	Fosso 39	052+096.24	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-T109	Fosso 40	052+265.84	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS034-T111	Scolo Zaniolo	052+639.97	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS035-T112	Fosso 41	053+021.65	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS040-T117	Fosso 42	054+783.73	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS040-T118	Fosso 43	054+989.24	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS040-T120	Fosso 44	055+549.78	Privato	Minore	Condotta circolare
AU-CS040-T121	Fosso 45	056+016.67	Privato	Minore	Condotta circolare

### 7.9.1 Definizione della portata di progetto

Lo studio del comportamento idrodinamico dei canali artificiali in esame prevede la verifica in condizioni di moto uniforme del grado di riempimento dei tombini circolari presenti in ciascun attraversamento autostradale.

L'analisi del rilievo topografico ha permesso di individuare le caratteristiche geometriche dei fossi in esame. Sono state ricostruite le sezioni trapezoidali a monte di ciascun canale e successivamente sono state individuate le diverse pendenze dei canali in prossimità dell'attraversamento.

Note le caratteristiche geometriche dei fossi è stato possibile determinare la portata massima sostenibile mediante la formula di Chezy riportata di seguito.

$$Q = AKsR^{2/3}\sqrt{i}$$

Il valore del coefficiente di Strickler attribuito al tratto di alveo è pari a  $Ks = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

Nella tabella di seguito sono riportati i dati geometrici delle sezioni dei fossi e le portate massime sostenibili. In particolare B1, B2 e B3 rappresentano i valori della base maggiore, della base minore e dell'altezza della sezione trapezoidale.

Tabella 7-17. Dati geometrici e Portate massime sostenibili dei fossi ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale

corso d'acqua	Pk	Φ	B1	B2	B3	QMS
nome	km	mm	m	m	m	m <sup>3</sup> /sec
Fosso 34	48+042.50	950	1.7	0.4	0.8	0.64
Fosso 35	50+125.25	950	2.3	0.5	0.45	0.26
Scolo Canaletta influente nella Maestà	51+056.90	950	2.2	0.5	0.6	0.51
Fosso 37	51+505.55	1150	2	0.5	0.6	0.34
Fosso 38	51+793.83	1150	1.7	0.5	0.4	0.16
Scolo Colombara	51+920.65	1150	3.2	0.6	0.8	1.03
Fosso 39	52+096.24	950	1.8	0.4	0.4	0.15
Fosso 40	52+265.84	1150	1.4	0.5	0.5	0.21
Scolo Zaniolo	52+639.97	1100	2.8	0.6	0.6	0.52
Fosso 41	53+021.65	1300	1.8	0.5	0.6	0.24
Fosso 42	54+783.73	1150	2.3	0.8	0.6	0.69
Fosso 43	54+989.24	1300	2	0.5	0.6	0.20
Fosso 44	55+549.78	1150	3	0.5	0.5	0.19
Fosso 45	56+016.67	1100	1.5	0.4	0.4	0.17

#### 7.9.1.1 Verifiche idrauliche

La verifica del comportamento idrodinamico dei fossi in esame, nell'ipotesi di moto uniforme, è stata realizzata individuando il grado di riempimento  $A2$  del tombino per la relativa portata massima sostenibile.

$$A2 = \frac{A_{defl}}{A_{tombino}}$$

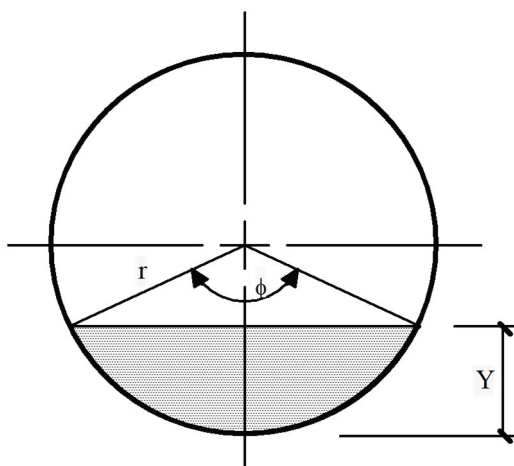


Figura 7-21. Sezione tipologica di un tombino circolare

Noto il diametro di ciascun tombino è stato possibile calcolare l'area bagnata della sezione al variare dell'angolo  $\varphi$  :

$$A_{defl} = \frac{r}{2}(\varphi - \sin \varphi)$$

il perimetro bagnato della condotta:

$$P = r\varphi$$

il raggio idraulico della sezione:

$$R = \frac{A}{P}$$

ed infine la relativa portata mediante la formula di Chezy, in cui si è adottata una scabrezza  $k_s = 58m^{1/3}/s$  per il calcestruzzo.

Procedendo per tentativi, al variare dell'angolo  $\varphi$  , è stata individuata l'area bagnata  $A_{defl}$  e successivamente il grado di riempimento A2 di ciascun tombino circolare per una portata pari alla portata massima sostenibile.

La tabella seguente riporta, per ciascun fosso analizzato, il nome, la progressiva chilometrica (Pk), il diametro ( $\Phi$ ), la portata massima sostenibile ( $Q_{MS}$ ), e il grado di riempimento dello tombino autostradale (A2), in termine di superficie occupata dall'acqua e dall'eventuale interrimento. Per tutti i casi analizzati è evidente che la percentuale del grado di riempimento dello tombino rispetto alla superficie utile si riduce o rimane inalterata nelle situazioni post operam rispetto a quella ante operam.

Tabella 7-18. Confronto tra i valori del grado di riempimento di ciascun fosso ante e post operam

corso d'acqua	Pk	$\Phi$	QMS	A2 ante operam		A2 post operam	
				m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%
nome	km	mm	m <sup>3</sup> /sec				
Fosso 34	48+042.50	950	0.64	0.55	71.1	0.35	49.9
Fosso 35	50+125.25	950	0.26	0.45	49.6	0.25	35.4
Scolo Canaletta influente nella Maestà	51+056.90	950	0.51	0.53	66.2	0.33	46.7
Fosso 37	51+505.55	1150	0.34	0.51	37.3	0.31	30.1

Fosso 38	51+793.83	1150	0.16	0.38	21.7	0.18	17.6
Scolo Colombara	51+920.65	1150	1.03	0.81	74.7	0.61	59.1
Fosso 39	52+096.24	950	0.15	0.38	35.7	0.18	25.7
Fosso 40	52+265.84	1150	0.21	0.41	24.9	0.21	20.2
Scolo Zaniolo	52+639.97	1100	0.52	0.61	54.1	0.41	42.9
Fosso 41	53+021.65	1300	0.24	0.50	26.0	0.30	22.3
Fosso 42	54+783.73	1150	0.69	0.59	46.3	0.39	37.3
Fosso 43	54+989.24	1300	0.20	0.51	27.4	0.31	23.5
Fosso 44	55+549.78	1150	0.19	0.55	41.2	0.35	33.2
Fosso 45	56+016.67	1100	0.17	0.37	21.8	0.17	17.5



## 7.10 DESCRIZIONE DEI PRESIDI DI MITIGAZIONE IDRAULICA

### 7.10.1 TOMBINI SCATOLARI

L'intervento prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso al fine di garantire il regolare deflusso della corrente inoltre, la sistemazione consiste in una scogliera di protezione spondale e del fondo, realizzata con massi di roccia non degradata, sana e compatta del peso variabile da 11-50 Kg/cad, posati su telo di geotessile ISO10319 resistente a trazione  $\text{KN/m} \geq 35\text{KN/m}$ . La soluzione viene proposta per un tratto di 5.00 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

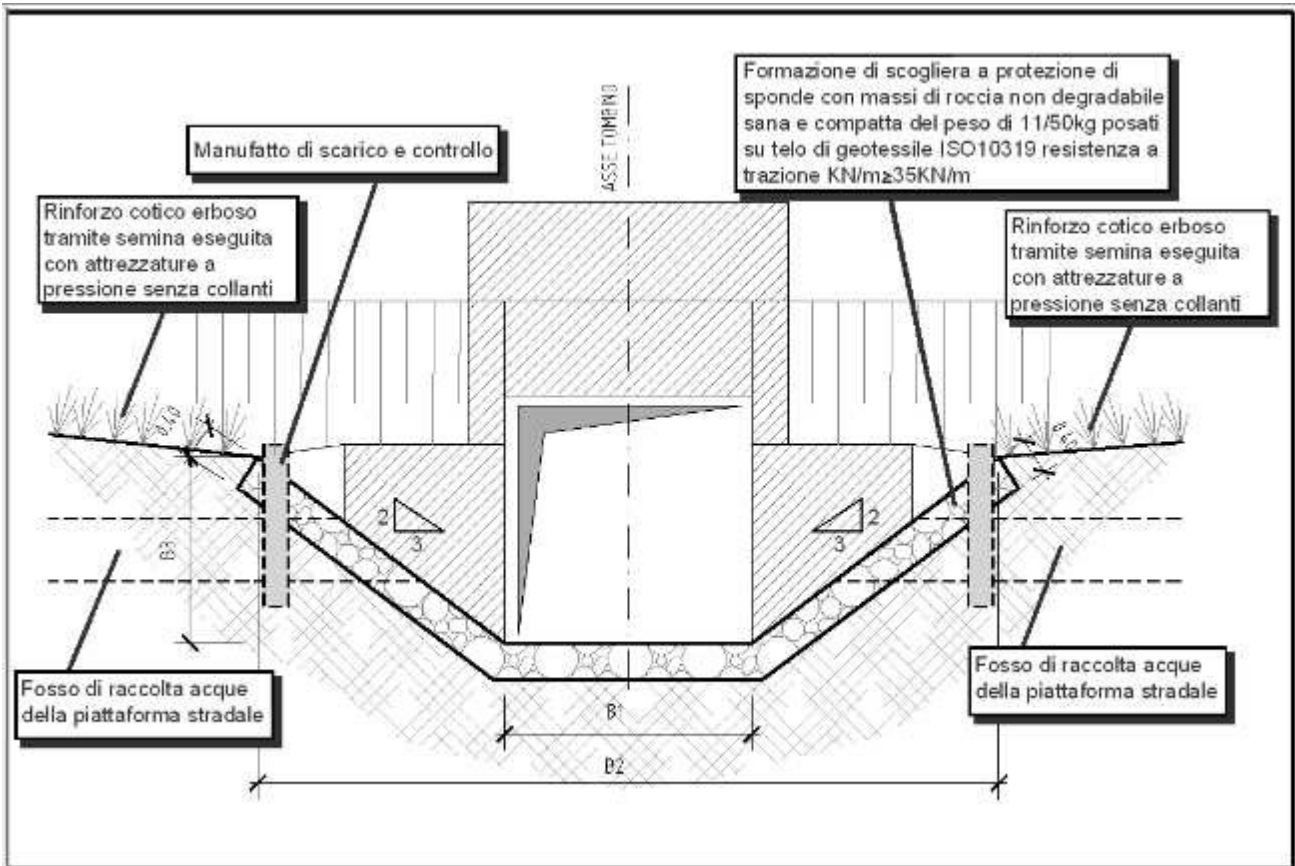


Figura 7-22. Sezione trasversale dello stato di progetto

### 7.10.2 TOMBINI CIRCOLARI

L'intervento prevede prioritariamente il ripristino dell'efficienza idraulica della sezione di deflusso al fine di garantire il regolare deflusso della corrente inoltre, la sistemazione prevista consiste nell'esecuzione di semina eseguita con attrezzatura a pressione e con l'impiego di collante, in quantitativo sufficiente per assicurare l'aderenza del seme e del concime alla falda di scarpata. La soluzione viene proposta per un tratto di 5.00 m a monte e valle dell'attraversamento prolungato.

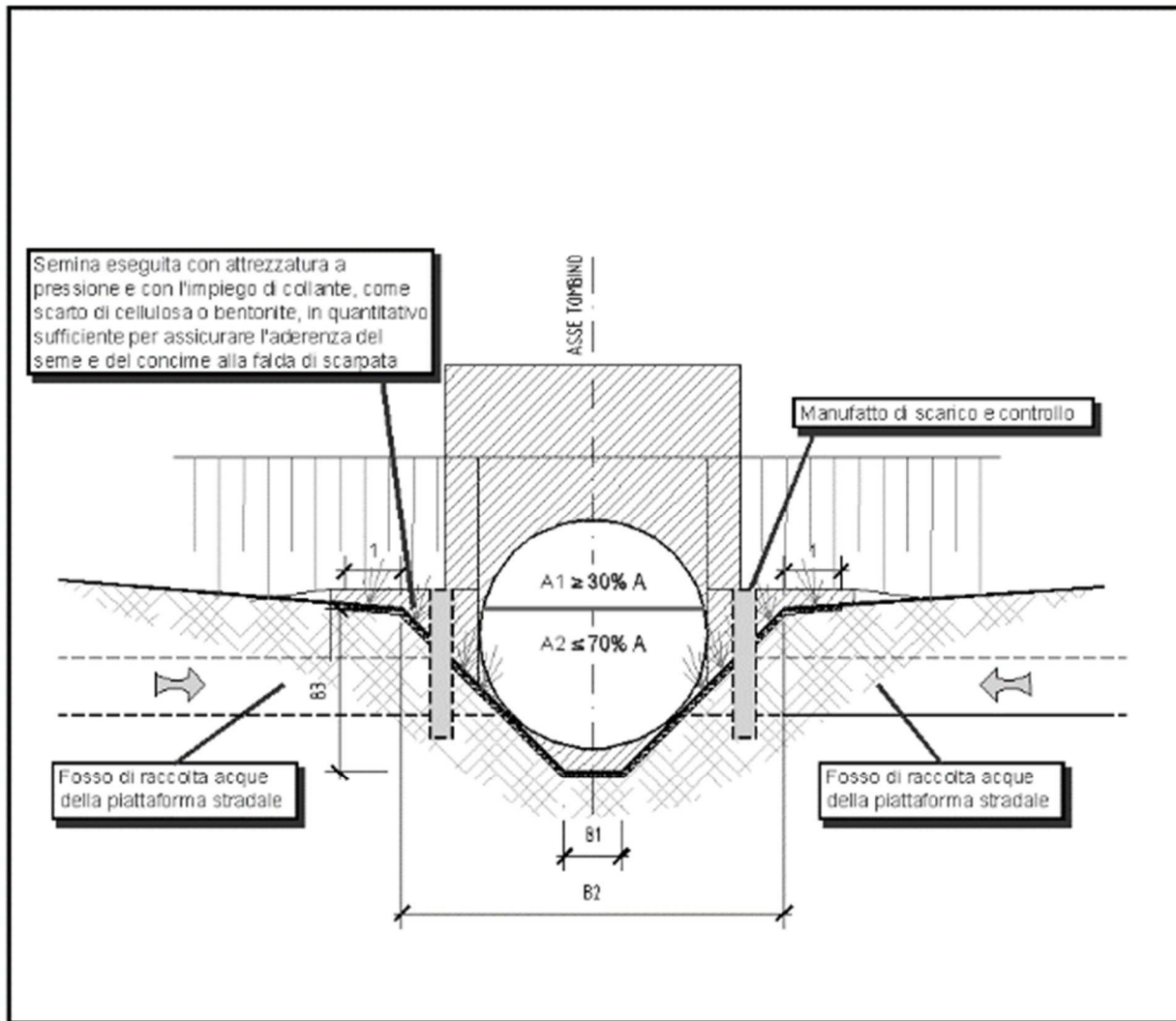


Figura 7-23. Sezione trasversale dello stato di progetto

## 8. FENOMENI IDRODINAMICI E MORFOLOGICI INDOTTI DALL'INTERAZIONE DELL'ALVEO CON LE PILE DI UN VIADOTTO

La presenza, in un qualunque alveo fluviale, di pile o corpi interagenti con il dinamismo del fiume, comporta inevitabilmente una variazione geometrica della sezione fluviale e quindi aumenti di velocità localizzati, causati dall'addensamento delle linee di corrente attorno alle pile stesse.

Questo fenomeno provoca l'instaurarsi di masse vorticose, a forma di ferro di cavallo, attorno alle pile e può generare importanti processi di erosione localizzati che si formano durante la fase di crescita dell'onda di piena, per poi invertirsi durante la successiva fase calante. Come evidenziato nella Figura 8-1, essi sono causati dall'arresto della corrente idrica sulla superficie di monte della pila, che, a causa del gradiente delle pressioni di ristagno che si instaura lungo la verticale, provoca un flusso in direzione della base della pila stessa, dove si sviluppano vortici tali da provocare la rimozione del materiale d'alveo (cfr. Breusers e Raudkivi, 1991). Al crescere della profondità dello scavo, l'energia del vortice tende a diminuire, sicché l'escavazione tende a raggiungere una profondità di equilibrio. Oltre al vortice a ferro di cavallo, a valle della pila si formano vortici ad asse verticale che pure contribuiscono alla rimozione dei sedimenti d'alveo; tuttavia, l'intensità di questi ultimi vortici diminuisce rapidamente al crescere della distanza dalla pila, sicché spesso, immediatamente a valle del ponte, si ha la deposizione del materiale asportato.

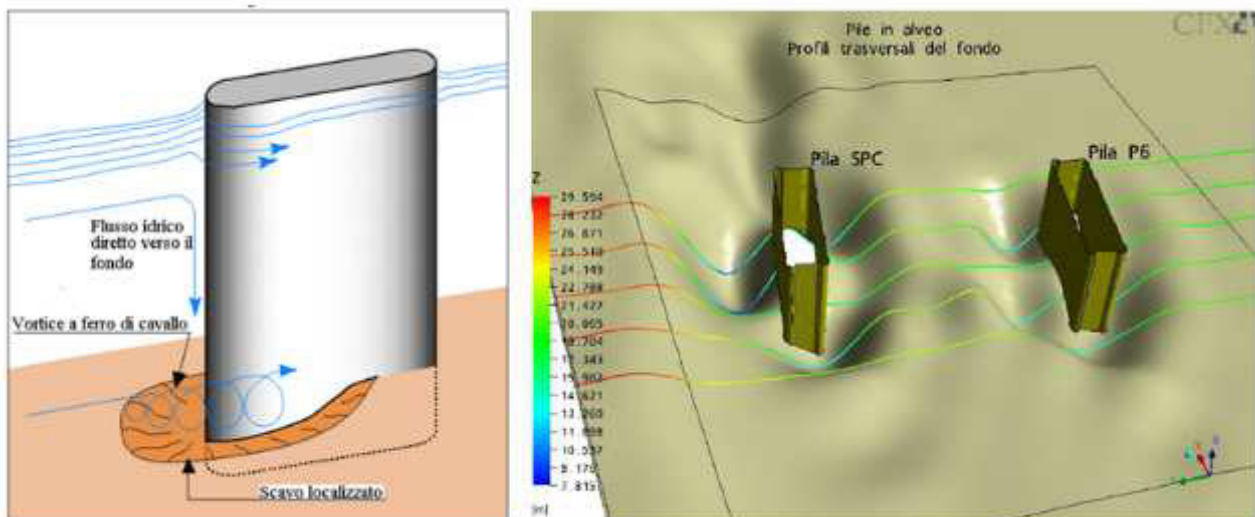


Figura 8-1. (a sinistra) Rappresentazione schematica del campo di moto e del processo di escavazione localizzata in corrispondenza di una pila di ponte; (a destra) Analisi 3D del processo di escavazione localizzata in corrispondenza delle pile di un ponte (fonte Studio Telò)

I principali fattori che influenzano il processo di erosione alla base delle pile sono la velocità e la profondità della corrente, la larghezza della pila e la sua forma, la lunghezza della pila e l'angolo d'attacco della corrente, la natura del materiale d'alveo e l'eventuale presenza di detriti trasportati dalla corrente. Questi ultimi possono in particolare creare effetti indesiderati, ampliando la zona di influenza dei vortici precedentemente descritti, contribuendo così ad amplificare lo scavo ed aumentare la superficie dell'alveo esposta allo scavo stesso. Vanno inoltre considerati con attenzione i fenomeni di evoluzione morfologica del letto del fiume; ad esempio le migrazioni laterali di un alveo meandriforme possono indurre variazioni dell'angolo d'attacco della corrente nei confronti dei manufatti in alveo, con conseguente cambiamento dell'entità dei fenomeni di escavazione.

L'erosione risulta tanto più marcata quanto più sono elevati i tiranti idrici e la velocità della corrente e quanto più è minuta la pezzatura del materiale incoerente costituente il fondo alveo; le escavazioni più significative si verificano in occasione del transito delle piene.

Il processo erosivo può essere schematizzato come il sovrapporsi di tre tipi di fenomeni:

- escavazione naturale del fiume;
- escavazione dovuta al restringimento della sezione di deflusso;
- escavazione localizzata attorno alle pile del ponte.

Il primo tipo di escavazione è solitamente legato ai fenomeni di trasporto solido che si verificano durante le piene ed in generale sono piuttosto contenuti. Il secondo tipo di erosione è principalmente funzione, oltre che delle caratteristiche idrodinamiche del fiume, del rapporto tra la larghezza ristretta e la larghezza originaria della sezione: quanto più questo è prossimo all'unità, tanto minori sono gli effetti del restringimento sui processi di deflusso ed erosione. I valori di escavazione dovuti a questi due processi sono, per gli alvei analizzati nel presente studio, solitamente riconducibile alle normali variazioni delle forme di fondo.

I processi erosivi più intensi sono invece quelli localizzati attorno alle pile (terzo tipo) e sono principalmente funzione di:

- forma e dimensione delle pile;
- angolo tra la corrente indisturbata e la pila;
- velocità della corrente, velocità critica e tirante idrico;
- caratteristiche dei sedimenti e loro granulometria.

Tali fenomeni devono essere opportunamente indagati al fine di verificare che la quota a cui è impostata la fondazione della struttura non sia interessata, a causa dell'erosione, da fenomeni di scalzamento alla base.

Lungo il tratto di autostrada interessato dall'ampliamento alla quarta corsia si trovano due viadotti con pile in alveo, rispettivamente per l'attraversamento del Torrente Sillaro e del Fiume Santerno. Con la realizzazione dell'ampliamento dei viadotti, i processi erosivi già presenti alla base delle pile esistenti possono subire un incremento che è stato calcolato adottando diversi metodi empirici, di seguito descritti, al fine di confrontare i risultati ottenuti e definire quello più appropriato.

## 8.1 STIMA DELL'EROSIONE LOCALIZZATA ATTORNO ALLE PILE DEL VIADOTTO

Sono numerosi i metodi, disponibili nella letteratura scientifica, per il calcolo della profondità dello scavo localizzato attorno alle pile di un viadotto. Perciò, per svolgere l'analisi del presente studio, ne sono stati utilizzati alcuni ritenuti i più appropriati, ovvero:

1. Metodo Breusers, Nicollet e Shen (1977);
2. Metodo Jones, J.S. "Equazione CSU" (1983);
3. Metodo Veiga da Cugna (1956-70) (riportato da Breusers et al., 1977);
4. Metodo Hancu (riportato da Breusers et al., 1977);
5. Metodo Coleman (1971);
6. Metodo Remedia (1984);
7. Metodo Shen (riportato da Breusers et al., 1977).

Merita di essere menzionato che le formulazioni disponibili in letteratura forniscono risultati spesso sensibilmente discordanti fra loro, sicché una valutazione cautelativa deve necessariamente essere basata sull'applicazione congiunta di diverse metodologie e sul successivo confronto critico dei risultati ottenuti.

### 8.1.1 Metodo Breusers, Nicollet e Shen

Per l'analisi in questione si è adottata la formula empirica sotto riportata (relativa al Metodo Breusers, Nicollet e Shen), largamente diffusa nelle applicazioni tecniche:

$$d_s/s = f_1(v_0/v_c) * [2 * \tanh(y_0/s)] * f_2(\text{forma}) * f_3(\alpha, l/s)$$

dove:

$l$  = lunghezza della pila;

$s$  = larghezza della pila;

$d_s$  = profondità di scavo;

$v_0$  = velocità media della corrente;

$v_c$  = velocità critica di trascinamento;

$\alpha$  = angolo tra la direzione della corrente indisturbata e la pila;

$f_1$  = coefficiente sperimentale, legato al rapporto tra la velocità della corrente e la velocità critica di trascinamento;

$f_2$  = coefficiente di forma;

$f_3$  = coefficiente funzione dell'angolo di attacco della corrente;

$y_0$  = tirante idrico.

Il coefficiente sperimentale  $f_1$  viene determinato in funzione del rapporto tra la velocità media della corrente indisturbata  $v_0$  e la velocità critica di trascinamento  $v_c$ , definita come la velocità alla quale inizia il movimento del materiale di fondo di diametro  $d$  e peso specifico  $\gamma_s$ . Per i miscugli eterogenei di clasti di forma differente solitamente si utilizza come diametro  $d$  il  $d_{50}$  ovvero il diametro per passante in peso superiore al 50%.

Nella formula di Breusers et al. (1977) riportata in precedenza non è stato indicato il contributo del coefficiente  $f_4$ , presente in letteratura tecnica, che permette di tenere in considerazione l'effetto "gruppo" di più pile ravvicinate. Tale coefficiente vale 1 se  $x > 7*s$  (dove  $x$  è la distanza fra le pile), come nel presente caso, e dunque non è stato considerato in questa trattazione.

La velocità critica è la velocità di incipiente movimento per la quale si è adottata la seguente espressione:

$$v_c = 0.85 * [2*g*d*(\gamma_s-\gamma)/\gamma]^{1/2}$$

con:

$v_c$  = velocità critica;

$g$  = accelerazione di gravità;

$d$  = diametro  $d_{50}$  dei grani;

$\gamma_s$  = peso specifico del materiale di fondo;

$\gamma$  = peso specifico dell'acqua.

I coefficienti  $f_1$  è così definito:

$f_1(v_0/v_c) = 0$  per  $v_0/v_c = 0.5$

$f_1(v_0/v_c) = 2v_0/v_c - 1$  per  $0.5 < v_0/v_c \leq 1.0$

$f_1(v_0/v_c) = 1$  per  $v_0/v_c > 1.0$

Il coefficiente  $f_2$  di forma tiene conto dell'impatto delle pile con la corrente in alveo; vale:

$f_2 = 1.00$  per pile circolari o con fronti arrotondate;

$f_2 = 0.75$  per pile sagomate in modo da accompagnare la corrente;

$f_2 = 1.30$  per pile rettangolari.



Il coefficiente  $f_3$  tiene conto dell'angolo di attacco e della velocità media della corrente ed è ricavabile dal seguente grafico.

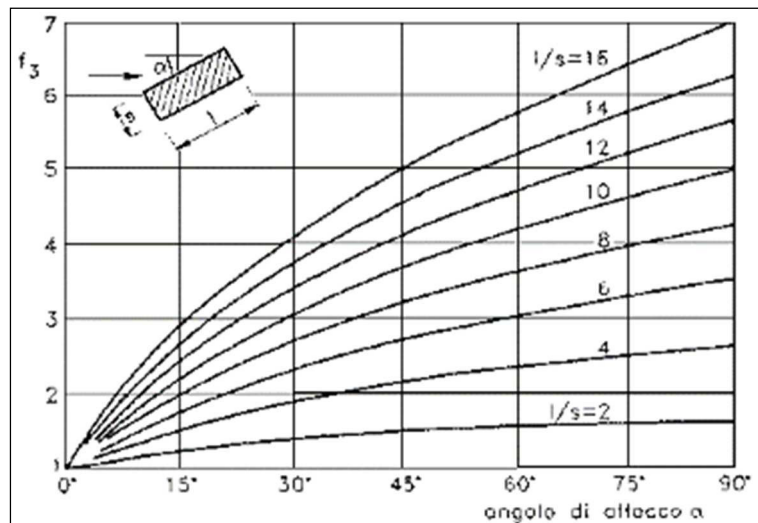


Figura 8-2. Grafico per la determinazione del coefficiente  $f_3$

Il valore di erosione massima attendibile  $d_s$  per un dato evento di piena rappresenta l'escavazione massima che si può avere attorno alle pile durante l'evento di piena: durante la fase calante della piena si assiste ad un parziale riempimento di tale erosione, pertanto a piena conclusa non si riesce ad evincere quale sia stata effettivamente la profondità massima di scavo raggiunta durante l'evento.

Esistono alcune indagini empiriche che indagano il fenomeno di scavo nel caso di due pile allineate (angolo d'attacco =  $0^\circ$ ) al variare del rapporto tra l'interasse tra le pile  $a$  e il loro diametro  $s$ . I risultati sperimentali di questo caso evidenziano che il massimo incremento di scavo, rispetto a quanto si verificherebbe per una pila singola, si verifica per un rapporto  $a/s$  circa pari a 2.5 – 3.0, per cui l'aumento dello scavo risulta pari a circa il 35% per la pila di monte e meno accentuato per la pila di valle.

### 8.1.2 Metodo Jones (equazione CSU)

Il secondo metodo adottato per il calcolo dell'erosione massima alla base delle pile del viadotto è stata condotta con il metodo Jones basato sull'impiego dell'equazione Colorado State University (CSU) di seguito riportata.

$$\frac{y_s}{y_1} = 2.0 K_1 K_2 K_3 K_4 \left( \frac{a}{y_1} \right)^{0.65} Fr_1^{0.43}$$

dove:

- $y_s$  = profondità di scavo (m);
- $y_1$  = tirante idrico a monte della pila (m);
- $a$  = larghezza della pila, (m);
- $L$  = lunghezza della pila, (m);
- $Fr_1$  = numero di Froude subito a monte della pila del viadotto, pari a  $V_1 / (g \cdot y_1)^{1/2}$ ;
- $V_1$  = velocità media della corrente subito a monte della pila del viadotto, in m/s;
- $g$  = accelerazione di gravità ( $9.81 \text{ m/s}^2$ );



- $K_1$  = coefficiente di forma ricavabile tramite la Figura 8-3 e la Tabella 8-1;
- $K_2$  = coefficiente funzione dell'angolo di attacco della corrente, ricavabile tramite la Tabella 8-2;
- $K_3$  = coefficiente funzione della forma del fondo dell'alveo in corrispondenza del viadotto, ricavabile tramite la Tabella 8-3. ;
- $K_4$  = coefficiente funzione della granulometria del materiale costituente il fondo dell'alveo, ricavabile tramite la trattazione che segue:

Se  $d_{50} < 2\text{mm}$  o  $d_{95} < 20\text{mm}$ , allora  $K_4 = 1$

Se  $d_{50} > 2\text{mm}$  e  $d_{95} > 20\text{mm}$ , allora  $K_4 = 0.4 \cdot (V_R)^{0.15}$

Il  $d_{50}$  e il  $d_{95}$  rappresentano il diametro dei grani del fondo alveo, per passante in peso superiore rispettivamente al 50% e la 95%. Inoltre:

$$V_R = \frac{V_1 - V_{icD_{50}}}{V_{cD_{50}} - V_{icD_{95}}} > 0$$

$V_{icD_x}$  = velocità minima (m/s) richiesta dalla corrente per iniziare l'erosione alla base delle pile del viadotto, nel caso in cui il materiale di fondo alveo abbia una granulometria pari a  $D_x$ , definita da:

$$V_{icD_x} = 0.645 \left( \frac{D_x}{a} \right)^{0.053} V_{cD_x}$$

$V_{cD_x}$  = velocità critica o di incipiente movimento delle particelle con granulometria pari a  $D_x$ , definita da:

$$V_{cD_x} = K_u y_1^{1/6} D_x^{1/3}$$

in cui:

- $y_1$  = tirante idrico a monte della pila (m);
- $V_1$  = Velocità media della corrente subito a monte della pila del viadotto (m/s);
- $D_x$  = dimensione dei grani del fondo alveo per passante in peso superiore a X%;
- $K_u = 6.19$ .

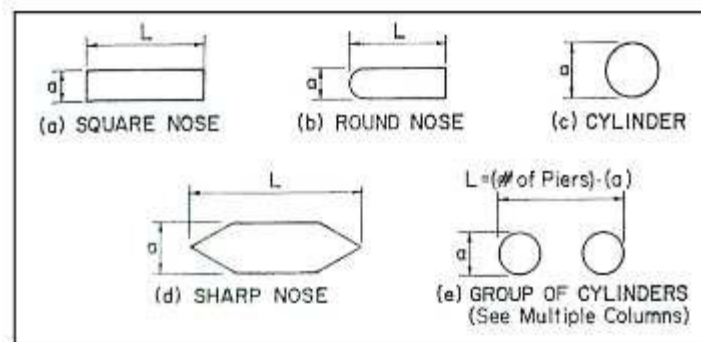


Figura 8-3. Forme più comune delle pile di un viadotto

Tabella 8-1. valore del coefficiente  $K_1$

Table 6.1. Correction Factor, $K_1$ , for Pier Nose Shape.	
Shape of Pier Nose	$K_1$
(a) Square nose	1.1
(b) Round nose	1.0
(c) Circular cylinder	1.0
(d) Group of cylinders	1.0
(e) Sharp nose	0.9

Tabella 8-2. Valori del coefficiente  $K_2$

Table 6.2. Correction Factor, $K_2$ , for Angle of Attack, $\theta$ , of the Flow.			
Angle	L/a=4	L/a=8	L/a=12
0	1.0	1.0	1.0
15	1.5	2.0	2.5
30	2.0	2.75	3.5
45	2.3	3.3	4.3
90	2.5	3.9	5.0
Angle = skew angle of flow L = length of pier, m			

Tabella 8-3. valore del coefficiente  $K_3$

Table 6.3. Increase in Equilibrium Pier Scour Depths, $K_3$ , for Bed Condition.		
Bed Condition	Dune Height m	$K_3$
Clear-Water Scour	N/A	1.1
Plane bed and Antidune flow	N/A	1.1
Small Dunes	$3 > H \geq 0.6$	1.1
Medium Dunes	$9 > H \geq 3$	1.2 to 1.1
Large Dunes	$H \geq 9$	1.3

### 8.1.3 Metodo Veiga da Cugna - Metodo Hancu - Metodo Coleman - Metodo Remedica - Metodo Shen

La letteratura presenta analoghi modelli sempre di carattere empirico o semi-empirico basati sui dati sperimentali per la previsione del valore massimo della profondità di scavo a monte delle pile circolari ed in condizioni di acque chiare e sedimento uniforme. Tali equazioni fanno riferimento ad un medesimo schema, in cui la profondità della fossa d'erosione "S" risulta crescente sia con l'incremento del tirante idrico " $Y_0$ " che con la larghezza della pila "b".

Le formule sperimentali più note riportate in letteratura e che ricoprono un ampio spettro delle principali grandezze geometriche, cinematiche e dinamiche da cui il fenomeno dipende, sono basate su esperienze di laboratorio con riferimento ad una singola pila cilindrica, in condizioni di velocità prossima a quella limite per l'inizio del movimento del materiale di fondo. Le formulazioni più note oltre a quelle sopra descritte sono di seguito riportate.

Secondo Veiga da Cugna (1956-70) (riportato da Breusers et al., 1977)

$$S = 1,35b \left( \frac{Y_0}{b} \right)^{0,3}$$

Secondo Hancu (riportato da Breusers et al., 1977)

$$S = 1,66b \left( \frac{Y_0}{b} \right)^{0,13}$$

Secondo Coleman (1971)

$$S = 1,49b^{0,9} \left( \frac{v_0^2}{2g} \right)^{0,1}$$

Secondo Remedía (1984)

$$S = 1,42b \left( \frac{Y_0}{b} \right)^{0,15}$$

Secondo Shen (riportato da Breusers et al., 1977)

$$S = 1,35b \left( \frac{Y_0}{b} \right)^{0,2}$$

Tali formulazioni, tutte espresse in funzione della larghezza della pila, sono usualmente in discreto accordo con i risultati sperimentali di laboratorio e spesso conducono a valutazioni molto diverse fra loro. Inoltre, esse non prendono in considerazione gli effetti dell'evoluzione temporale del fenomeno di scalzamento.

Di seguito si riportano i risultati del calcolo dell'erosione attorno alle pile del viadotto autostradale del Torrente Sillaro e del Fiume Santerno, condotto tramite i metodi precedentemente descritti.

#### 8.1.4 Stima dell'erosione localizzata attorno alle pile del viadotto autostradale del Torrente Sillaro

Si riportano di seguito i risultati dell'analisi condotta adottando le grandezze idrodinamiche desunte dalla modellistica di dettaglio descritta nel capitolo 5 inoltre; si considera come tempo di ritorno  $TR= 200$  anni, portata  $Q_{200}= 436 \text{ m}^3/\text{s}$  e coefficiente di scabrezza (Strickler)  $C=22 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ .

I vincoli d'appoggio dell'impalcato sono costituiti da due pile tradizionali (tipo "b" di Figura 8-3. ) fondate su pali F1000 e da due spalle tradizionali sempre fondate su pali F1000. L'ampliamento sia delle pile che delle spalle viene realizzato rispecchiando l'esistente, quindi i coefficiente di forma  $f_2$  e  $K_1$  sono stati fissati pari a 1, sia nella configurazione di ponte esistente che di ponte ampliato.

Poiché la velocità media della corrente risulta essere sempre superiore alla velocità critica di trascinamento, il coefficiente  $f_1$  è stato fissato pari a 1.

Il viadotto è posto perpendicolarmente rispetto alla sezione d'alveo quindi, l'angolo di attacco della corrente rispetto alle pile è pari a  $0^\circ$ , ne consegue che i coefficiente  $f_3$  e  $K_2$  sono pari a 1.

Le condizioni del fondo alveo in corrispondenza del viadotto sono di fondo piano quindi il coefficiente  $K_3$  è stato fissato pari a 1.1.

Dalle stratigrafie, ottenute a seguito dei sondaggi geognostici effettuati in corrispondenza del viadotto autostradale del Sillaro, è emersa, per i primi 3-4 m dal piano campagna, una matrice costituita da ghiaia e ghiaietto misto a sabbia e limo (Figura 8-4. ).



Figura 8-4. Stratigrafia dei primi 6 m sotto il ponte autostradale del t. Sillaro

Dalle prove granulometriche di laboratorio condotte sul materiale estratto dai carotaggi si evince che  $d_{50} > 2\text{mm}$  e  $d_{95} > 20\text{mm}$ , per i primi 3-4 m dal piano campagna quindi, il coefficiente  $K_4$ , ricavabile dalla relazione precedentemente riportata, è pari a 0.52 per il ponte esistente e 0.53 a seguito dell'ampliamento.

Di seguito è riportata la tabella riassuntiva con i dati e i risultati ottenuti con il Metodo Breusers, Nicollet e Shen.

Tabella 8-4. Risultati del calcolo dell'erosione massima con il metodo Breusers, Nicollet e Shen

			Pila Ponte ampliato	Pila Ponte esistente
velocità media	$v_0$	m/s	2.80	2.75
tirante idrico	$y_0$	m	4.10	4.05
diámetro	$d_{50}$	m	0.006	0.006
gravità	g	$\text{m}^2/\text{s}$	9.81	9.81
peso specifico grani	$\gamma_s$	$\text{kg}/\text{m}^3$	2000	2000
peso specifico acqua	$\gamma_w$	$\text{kg}/\text{m}^3$	1000	1000
velocità critica di trasciamento	$v_c$	m/s	0.292	0.292
rapporto velocità	$v_0/v_c$	-	9.601	9.429
angolo corrente-pila	$\alpha$	°	0	0
diámetro o larghezza pila	s	m	1.9	1.9
lunghezza pila	l	m	41.4	33
rapporto larghezza/lunghezza	l/s		21.79	17.37
f1		-	1	1
f2		-	1	1
f3		-	1	1

<b>erosione massima (pila singola)</b>	<b>ds</b>	<b>m</b>	<b>1.850</b>	<b>1.847</b>
--	-----------	----------	--------------	--------------

Di seguito è riportata la tabella riassuntiva con i dati e i risultati ottenuti con il Metodo Jones, J.S. "Equazione CSU".

Tabella 8-5. Risultati del calcolo dell'erosione massima con il metodo Jones

			<b>Pila Ponte ampliato</b>	<b>Pila Ponte esistente</b>
velocità media	$v_0$	$m/s$	2.8	2.75
tirante idrico	$y_1$	$m$	4.1	4.05
diametro 50% passante	d50	$m$	0.006	0.006
diametro 95% passante	d95	$m$	0.02	0.020
gravità	$g$	$m^2/s$	9.81	9.81
peso specifico grani	$\gamma_s$	$kg/m^3$	2000	2000
peso specifico acqua	$\gamma_w$	$kg/m^3$	1000	1000
velocità critica di trascinamento	$v_c$	$m/s$	0.292	0.292
angolo corrente-pila	$\alpha$	$^\circ$	0	0
diametro o larghezza pila	$a$	$m$	1.9	1.9
lunghezza pila	$l$	$m$	41.4	33
rapporto larghezza/lunghezza	$l/s$	-	21.79	17.37
VR		-	6.138	6.010
$V_{cD50}$		-	1.423	1.420
$V_{icD50}$		-	0.676	0.675
$V_{cD95}$		-	2.126	2.121
$V_{icD95}$		-	1.077	1.075
Ku		-	6.19	6.19
Numero di Froude	Fr	-	0.442	0.436
K1		-	1	1
K2		-	1	1
K3		-	1.1	1.1
K4		-	0.53	0.52
Configurazione fondo		-	Piano	Piano
<b>erosione massima (pila singola)</b>	<b><math>y_s</math></b>	<b><math>m</math></b>	<b>2.022</b>	<b>1.996</b>

In relazione alle caratteristiche litostatigrafiche del sito d'interesse, il metodo più accurati per la stima dell'erosione massima attorno alla pila del viadotto è quello di Breusers, Nicollet e Shen e quello di Jones poiché, a differenza degli altri metodi citati, questi sono funzione non solo del tirante idrico in corrispondenza

della pila, della velocità media della corrente e della larghezza della pila, ma anche della granulometria delle particelle che costituiscono il fondo dell'alveo.

Di seguito sono riportati i grafici riassuntivi che illustrano il campo di variabilità della profondità di erosione attorno alle pile del viadotto autostradale del torrente Sillaro.

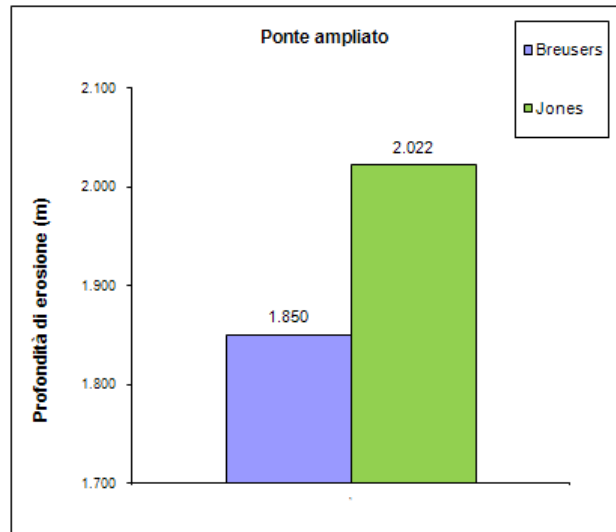


Figura 8-5. Grafico riassuntivo che illustra il campo di variabilità della profondità di erosione attorno alla pila del ponte ampliato

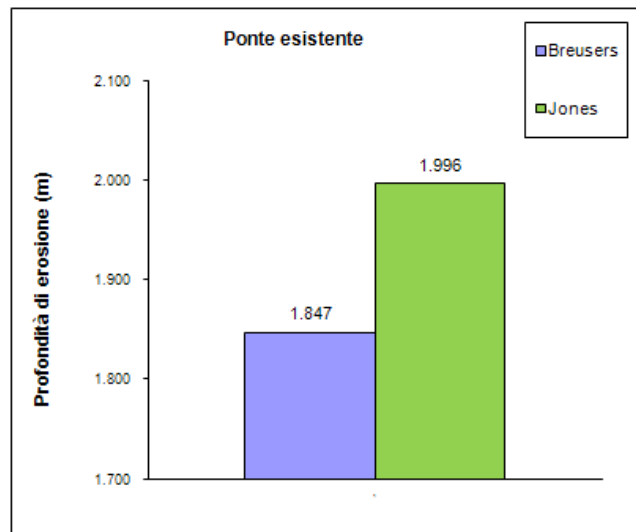


Figura 8-6. Grafico riassuntivo che illustra il campo di variabilità della profondità di erosione attorno alla pila del ponte esistente

I risultati ottenuti con questi due metodi sono molto simili perciò, per mantenersi in condizioni di sicurezza, è opportuno considerare il valore maggiore tra i due, che è pari a 2,022m di scavo attorno alla pila ampliata, mentre nella situazione attuale l'erosione massima è pari a 1,996m. Entrambi i valori sono riferiti al metodo di Jones.



### 8.1.5 Stima dell'erosione localizzata attorno alle pile del viadotto autostradale del Fiume Santerno

Si riportano di seguito i risultati dell'analisi condotta adottando le grandezze idrodinamiche desunte dalla modellistica di dettaglio descritta nel capitolo 5 inoltre; si considera come tempo di ritorno  $TR= 200$  anni, portata  $Q_{200}= 1040 \text{ m}^3/\text{s}$  e coefficiente di scabrezza (Strickler)  $C=22 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ .

I vincoli d'appoggio dell'impalcato del ponte autostradale sono costituiti da due pile su pali. Le pile sono costituite da due cordoli con funzione di pulvino e nello stesso tempo collegano i pali F1200 sottostanti (tipo "c" di Figura 8-3. ). L'ampliamento delle pile rispecchia esattamente l'esistente con la realizzazione di quattro pali (due da ciascun lato dell'impalcato) e di un cordolo inghisato al cordolo esistente, quindi i coefficiente di forma  $f_2$  e  $K_1$  sono stati fissati pari a 1, sia nella configurazione di ponte esistente che di ponte ampliato.

Poiché la velocità media della corrente risulta essere sempre superiore alla velocità critica di trascinamento, il coefficiente  $f_1$  è stato fissato pari a 1.

Il viadotto è posto perpendicolarmente rispetto alla sezione d'alveo quindi, l'angolo di attacco della corrente rispetto alle pile è pari a  $0^\circ$ , ne consegue che i coefficiente  $f_3$  e  $K_2$  sono pari a 1.

Le condizioni del fondo alveo in corrispondenza del viadotto sono di fondo piano quindi il coefficiente  $K_3$  è stato fissato pari a 1,1.

Dalle stratigrafie, ottenute a seguito dei sondaggi geognostici effettuati in corrispondenza del viadotto autostradale del Santerno, è emersa, per i primi 5 m dal piano campagna, una matrice costituita da limo sabbioso.

Dalle prove granulometriche di laboratorio condotte sul materiale estratto dai carotaggi si evince che, per i primi 5 m dal piano campagna,  $d_{50} < 2\text{mm}$  e  $d_{95} < 20\text{mm}$  quindi, il coefficiente  $K_4$  è pari a 1 per tutte e tre le configurazioni analizzate:

- Pila di monte del ponte ampliato
- Pila di monte del ponte esistente
- Pila di valle del ponte esistente

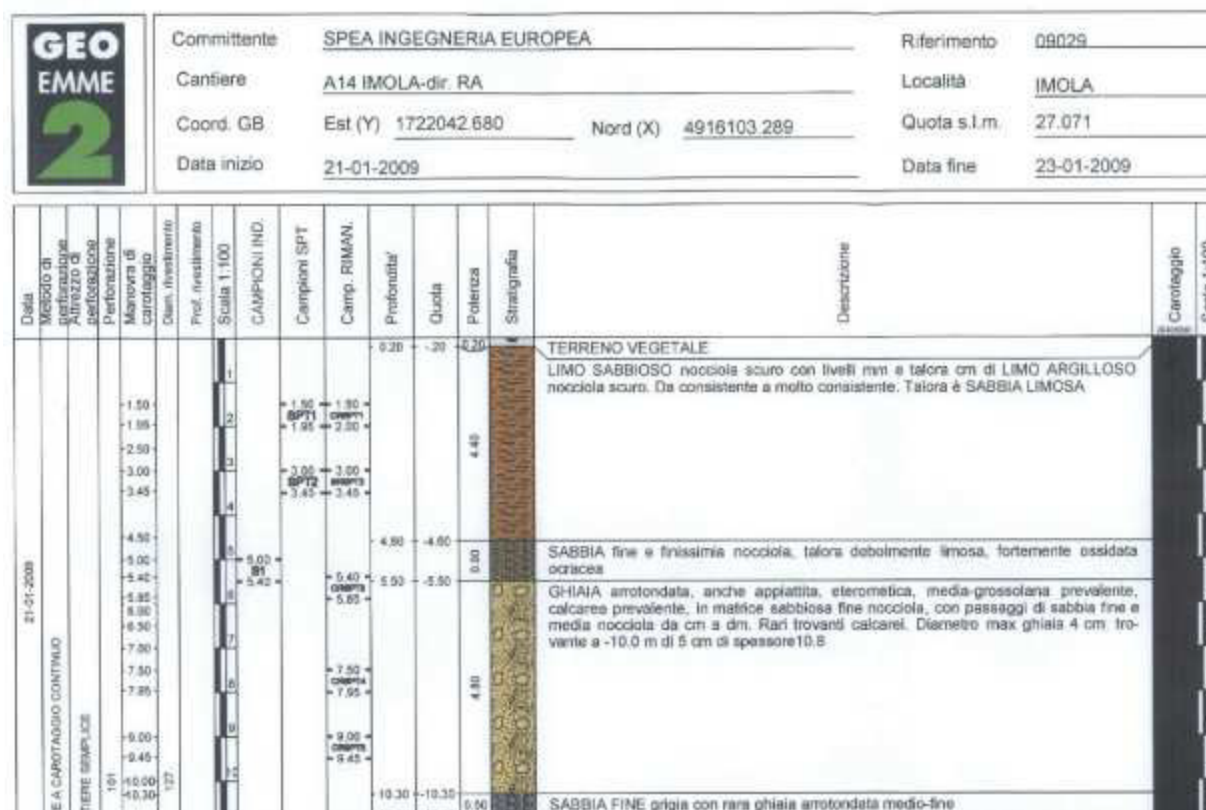


Figura 8-7. Stratigrafia dei primi 10 m presa a riferimento per il F. Santerno

Di seguito è riportata la tabella riassuntiva con i dati e i risultati ottenuti con il Metodo Breusers, Nicollet e Shen.

Tabella 8-6. Risultati del calcolo dell'erosione massima con il metodo Breusers, Nicollet e Shen

			Pila di monte ponte ampliato	Pila di monte ponte esistente	Pila di valle ponte esistente
velocità media	v0	m/s	2.96	2.93	2.90
tirante idrico	y0	m	10.15	10.10	10.05
diametro	d50	m	0.00015	0.00015	0.00015
gravità	g	m2/s	9.81	9.81	9.81
peso specifico grani	gs	kg/m3	1800	1800	1800
peso specifico acqua	gw	kg/m3	1000	1000	1000
velocità critica di trascinamento	vc	m/s	0.041	0.041	0.041
rapporto velocità	v0/vc	-	71.768	71.041	70.314
angolo corrente-pila	a	°	0	0	0
diametro o larghezza pila	s	m	1.2	1.2	1.2
lunghezza pila	l	m	1.2	1.2	1.2

rapporto larghezza/lunghezza	l/s		1.00	1.00	1.00
f1		-	1	1	1
f2		-	1	1	1
f3		-	1	1	1
erosione massima (pila singola)	ds	m	2.400	2.400	2.400
<b>erosione massima (pile allineate)</b>	<b>ds</b>	<b>m</b>	<b>2.880</b>	<b>2.760</b>	<b>2.160</b>

Di seguito è riportata la tabella riassuntiva con i dati e i risultati ottenuti con il Metodo Jones, J.S. "Equazione CSU".

Tabella 8-7. Risultati del calcolo dell'erosione massima con il metodo Jones

			Pila di monte ponte ampliato	Pila di monte ponte esistente	Pila di valle ponte esistente
velocità media	$v_0$	m/s	2.96	2.93	2.90
tirante idrico	$y_1$	m	10.15	10.10	10.05
diametro 50% passante	d50	m	0.00015	0.00015	0.00015
diametro 95% passante	d95	m	0.0004	0.0004	0.0004
gravità	g	m <sup>2</sup> /s	9.81	9.81	9.81
peso specifico grani	$\gamma_s$	kg/m <sup>3</sup>	1800	1800	1800
peso specifico acqua	$\gamma_w$	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
velocità critica di trascinamento	$v_c$	m/s	0.041	0.041	0.041
angolo corrente-pila	$\alpha$	°	0	0	0
diametro o larghezza pila	a	m	1.2	1.2	1.2
lunghezza pila	l	m	1.2	1.2	1.2
rapporto larghezza/lunghezza	l/s		1.00	1.00	1.00
Froud No.	Fr	-	0.297	0.294	0.292
K1		-	1	1	1
K2		-	1	1	1
K3		-	1.1	1.1	1.1
K4		-	1	1	1
Configurazione fondo			Piano	Piano	Piano
<b>erosione massima</b>	<b>ys</b>	<b>m</b>	<b>3.31</b>	<b>3.29</b>	<b>3.27</b>

In relazione alle caratteristiche litostatigrafiche del sito d'interesse, il metodo più accurati per la stima dell'erosione massima attorno alla pila del viadotto è quello di Breusers, Nicollet e Shen e quello di Jones poiché, a differenza degli altri metodi citati, questi sono funzione non solo del tirante idrico in corrispondenza della pila, della velocità media della corrente e della larghezza della pila, ma anche della granulometria delle particelle che costituiscono il fondo dell'alveo. Di seguito sono riportati i grafici riassuntivi che illustrano il campo di variabilità della profondità di erosione attorno alle pile del viadotto autostradale del torrente Santerno.

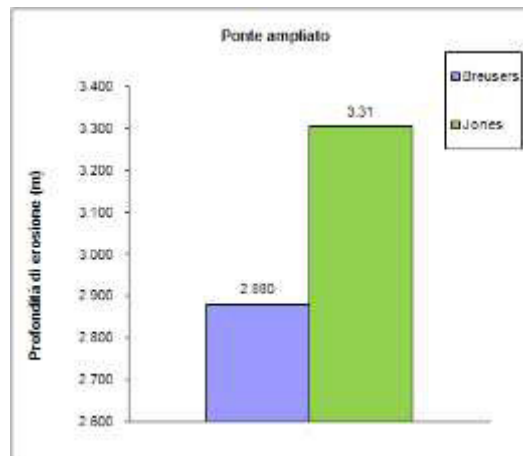


Figura 8-8. Grafico riassuntivo che illustra il campo di variabilità della profondità di erosione attorno alla pila del ponte ampliato

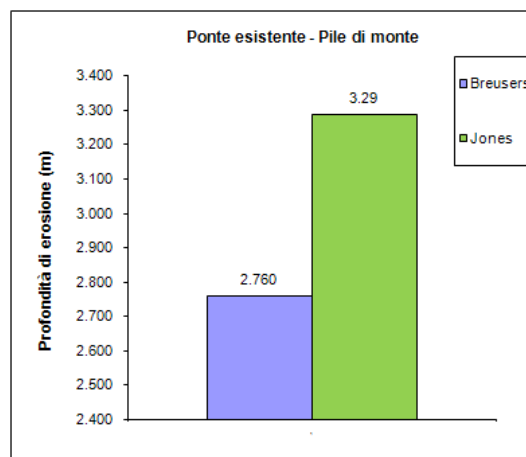


Figura 8-9. Grafico riassuntivo che illustra il campo di variabilità della profondità di erosione attorno alla pila di monte del ponte esistente

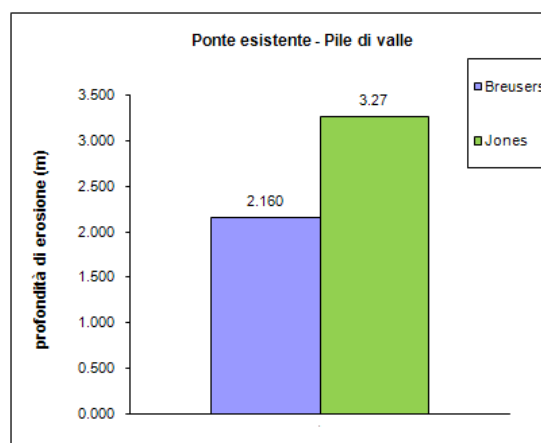


Figura 8-10. Grafico riassuntivo che illustra il campo di variabilità della profondità di erosione attorno alla pila di valle del ponte esistente

I risultati ottenuti con questi due metodi sono simili perciò, per mantenersi in condizioni di sicurezza, è opportuno considerare il valore maggiore tra i due, che è pari a 3,31m di scavo attorno alla pila ampliata,

mentre nella situazione attuale l'erosione massima è pari a 3,29m attorno alla pila di monte e 3,27m attorno a quella di valle. Tutti questi valori sono riferiti al metodo di Jones.

## 8.2 DIMENSIONAMENTO DELLA PROTEZIONE DI SPONDA IN CORRISPONDENZA DELLE PILE

Come mosrato nei capitoli precedenti, la maggior parte delle protezioni di sponda in corrispondenza delle estremità dei tombini di attraversamento è realizzata con pietrame avente gli interstizi intasati di cls magro. Tale soluzione, oltre a garantire una migliore manutenzione delle sponde rivestite, rende l'interferito sicuramente efficace anche dal punto di vista della resistenza al trascinarsi in caso di piena.

In 3 casi specifici (torrente Sillaro, torrente Gaiana e rio Sabbioso) si prevede invece la realizzazione di una scogliera in pietrame intasato di terreno ai fini della successiva piantumazione di talee e specie arbustive. In tali casi, la verifica di stabilità delle sponde è stata effettuata in base al metodo presentato in *The Rock Manua – The use of rock in hydraulic engineering* (CIRIA, CUR, CETMEF, 2007) e basato sulla formula di Pilarczyk di seguito riportata:

$$D = \frac{\phi_{sc}}{\Delta} \frac{0.035}{\psi_{cr}} k_h k_{sl}^{-1} k_t^2 \frac{U^2}{2g}$$

dove:

- D è il diametro nominale dei massi;
- $\phi_{sc}$  = parametro di stabilità rappresentativo della posizione dei massi:  $\phi_{sc} = 0.75$  per protezioni continue e  $\phi_{sc} = 1.5$  per massi posizionati in estremità;
- $\Delta$  = densità relativa dei massi, pari a  $(\rho_s - \rho_w) / \rho_w$  dove  $\rho_w$  è la densità dell'acqua e  $\rho_s$  la densità naturale dei massi (assunta pari a 2650 kg/m<sup>3</sup>);
- $\Psi_{cr}$  = parametro di Shields indicatore della soglia di movimento:  $\Psi_{cr} = 0.035$  per materiale sciolto e  $\Psi_{cr} = 0.07$  per gabbione di forma quadrata;
- $k_h$  = coefficiente che tiene conto del completo sviluppo del profilo logaritmico di velocità lungo la verticale, funzione del tirante idrico e della dimensione dei massi;
- $k_{sl}$  = coefficiente che tiene conto della pendenza di posa dei massi, sia in senso laterale che longitudinale;
- $k_t$  = coefficiente che tiene conto della turbolenza, di valore variabile fra 1 (situazioni normali) e 3 (in vicinanza di sorgenti di flusso d'acqua ad elevata velocità);
- U = velocità media della corrente (in m/s), valutata caso per caso in base alle simulazioni idrauliche i cui risultati numerici sono riportati nelle Appendici;
- g = accelerazione di gravità.

Sulla base di tali criteri, la verifica delle dimensioni dei massi adottati nelle protezioni d'alveo e descritti nei paragrafi precedenti è riassunta dalla seguente tabella.

Figura 8-11. Verifiche di stabilità della protezioni con scogliera

Corso d'acqua	Dimensione massi	D50 (m)	$\phi_{sc}$ (-)	$k_h$ (-)	$k_{sl}$ (-)	$k_t$ (-)	U (m/s)	Dmin (m)
Torrente Gaiana	100-500kg	0.48	1.5	0.88	0.44	2	0.65	0.08
Torrente Sillaro	800-2000kg	0.81	1.5	1.00	0.78	2	2.31	0.63
Rio Sabbioso	100-500kg	0.48	1.5	0.80	0.44	2	1.58	0.42

Nei casi appena descritti si ritiene inoltre che il dimensionamento dei massi sia a favore di sicurezza nei confronti della azione di trascinarsi della corrente, anche in virtù dell'effetto stabilizzante della vegetazione che si prevede rivestirà le sponde. La stabilità nei confronti della filtrazione di materiale fine presente in alveo attraverso la scogliera è garantita dalla presenza di un geotessile di peso non inferiore a  $400 \text{ g/m}^2$  e di resistenza a trazione non inferiore a  $24 \text{ kN/m}$ .

In base agli stessi criteri di calcolo si può stimare che i gabbioni di altezza 1m, per i quali si utilizza  $\Psi_{cr} = 0.07$ , sono stabili fino a velocità di circa  $4 \text{ m/s}$ : pertanto non si prevedono problemi di stabilità per i gabbioni utilizzati nelle sistemazioni idrauliche dei corsi d'acqua principali.



## 9. INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA NELLA FASE DI CANTIERE: OPERE PROVVISORIALI

### 9.1 CRITERI GENERALI DI ADOZIONE

Scopo della presente trattazione è la presentazione delle opere provvisoriale sui principali corsi d'acqua interferiti dai lavori di ampliamento del tracciato autostradale, ovvero di tutti quei corpi idrici in cui le opere di cantierizzazione necessarie per la realizzazione dell'ampliamento dell'infrastruttura, interagiscono con l'idrodinamismo del corso d'acqua.

Data la presenza di lavorazioni in alveo, l'unica possibilità di esecuzione dei lavori all'asciutto è la costruzione di un argini temporanei per il convogliamento della portata del corso d'acqua secondo i seguenti criteri:

- Per il torrente Sillaro: convogliamento della portata attraverso la sezione idraulica naturale parzializzata da una argine longitudinale;
- Per il rio Sabbioso: convogliamento della portata attraverso una tubazione  $\Phi 1200$  e la costruzione di argini temporanei trasversali (ture) per la temporanea chiusura della sezione idraulica del corso d'acqua;
- Per il rio Sanguinario: convogliamento della portata attraverso due tubazioni  $\Phi 1000$  e la costruzione di argini temporanei trasversali (ture) per la temporanea chiusura della sezione idraulica del corso d'acqua;
- Per tutte le altre interferenze idrografiche con lavorazioni in alveo: temporanea chiusura della sezione idraulica del corso d'acqua mediante argini temporanei trasversali (ture), con la predisposizione di un sistema di pompaggio per il convogliamento della eventuale portata minima intercettata e la messa all'asciutto delle aree di lavorazione. In tutti questi casi si prevede di eseguire gli interventi durante la stagione non irrigua in accordo con il consorzio di bonifica competente perper i canali consortili.

Con riferimento all'art. 2 della direttiva redatta dall'Autorità di Bacino del Reno (Criteri di valutazione della compatibilità idraulica e idrobiologica delle infrastrutture di attraversamento dei corsi d'acqua del bacino del Reno), si riportano di seguito i "parametri di riferimento da assumere per la valutazione della compatibilità idraulica nella fase costruttiva per tutte le tipologie di attraversamento:

- *la stabilità dei corpi arginali e delle sponde in corrispondenza degli scavi;*
- *la luce libera di deflusso*
- *gli aspetti connessi alla sicurezza idraulica in fase di piena con indicazioni per le eventuali costruzioni di coronelle provvisoriale;*
- *gli aspetti connessi alla sicurezza del personale e del cantiere in fase di piena;*
- *le modalità di ripristino dei luoghi e delle eventuali opere di difesa esistenti."*

Tali parametri sono rispettati predisponendo le opere provvisoriale secondo i criteri di seguito descritti.

Le opere provvisoriale saranno realizzate con materiali a bassa permeabilità ed opportunamente compattati. Le sponde saranno realizzate con pendenze non superiori a 2:3 ed opportunamente rivestite nelle superfici esposte al deflusso idrico, come mostrato in Figura 9-1.

Ad integrazione delle analisi numeriche effettuate e descritte nei capitoli precedenti, in caso di sezioni parzializzate (torrente Sillaro) si è proceduto all'implementazione di una simulazione in moto permanente finalizzata a comprendere la funzionalità dell'opera provvisoriale e a definire la portata massima ammissibile che è compatibile con l'esecuzione dei lavori in periodo estivo. La procedura di calcolo (modello HEC-RAS) è analoga a quella definita al paragrafo 3.2 del presente documento. In tali casi tutti i parametri idraulici di riferimento, ad eccezione delle portate, fanno riferimento alla configurazione dello stato di fatto

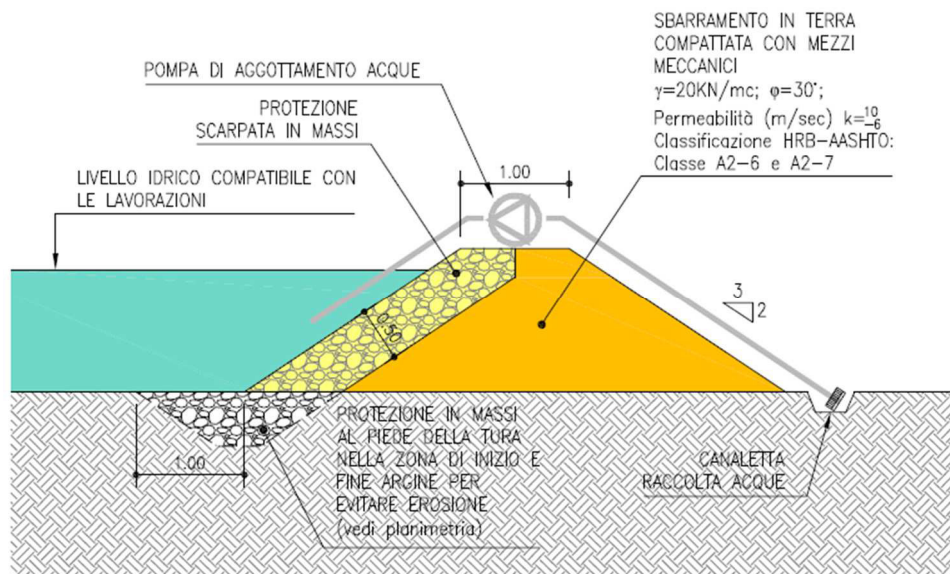


Figura 9-1. Sezione tipologica di un argine temporaneo per la realizzazione di lavorazioni all'interno di un alveo parzializzato (caso del torrente Sillaro).

Per quanto riguarda gli aspetti di sicurezza del personale e delle attrezzature di cantiere, tutte le opere saranno realizzate con materiali facilmente rimovibili in caso di allerta meteorologica. Nei tre casi specifici citati in precedenza (torrente Sillaro, rio Sabbioso e rio Sanguinario) sarà installato in alveo, a monte delle infrastrutture di cantiere, un idrometro per il monitoraggio in tempo reale del livello di riempimento del corso d'acqua.

Nei paragrafi successivi le opere provvisorie previste rispettivamente per il torrente Sillaro, il rio Sabbioso e il rio Sanguinario sono presentate in maggior dettaglio.

## 9.2 TORRENTE SILLARO

L'ampliamento della sottostruttura del ponte e la realizzazione delle opere di protezione di sponda dovranno svolgersi in due fasi successive tra loro:

1. Fase 1: prolungamento della spalla e della pila lato Ancona, con conseguente arginatura in sponda destra per difendere l'area di cantiere;
2. Fase 2: smantellamento dell'argine in sponda destra per realizzarlo in sponda sinistra al fine di difendere l'area di cantiere per l'ampliamento della sottostruttura lato Bologna.

La scelta di cominciare i lavori di cantiere in sponda destra piuttosto che in sinistra non è una scelta vincolante in fase operativa, ma è adottata, nel presente studio, esclusivamente per distinguere temporalmente le due fasi.

Le fasi di cantierizzazione sono descritte geometricamente in dettaglio nell'elaborato grafico 111447-LL00-PE-AU-IDR-II002-00000-PE-D-IDR-0012 e sono rappresentate nelle figure seguenti. Gli scavi necessari alla realizzazione delle pile e delle opere a scogliera determinano il perimetro dell'area che deve essere protetta dall'argine temporaneo, la cui larghezza è necessariamente limitata per non occludere completamente la sezione dell'alveo di magra del torrente. Di conseguenza si prevede di costruire gli argini temporanei con una quota di coronamento pari a 39.80m s.l.m., dunque garantendo la sicurezza dell'area di cantiere fino ad un livello idrico di 39.60m s.l.m. al verificarsi del quale sarà diramata l'allerta meteo e si procederà allo sgombero del cantiere. L'area interessata dai lavori, all'esterno dell'argine temporaneo, sarà mantenuta all'asciutto mediante l'allestimento di da almeno 4 pompe di aggotamento distribuite lungo il piede dell'argine stesso.

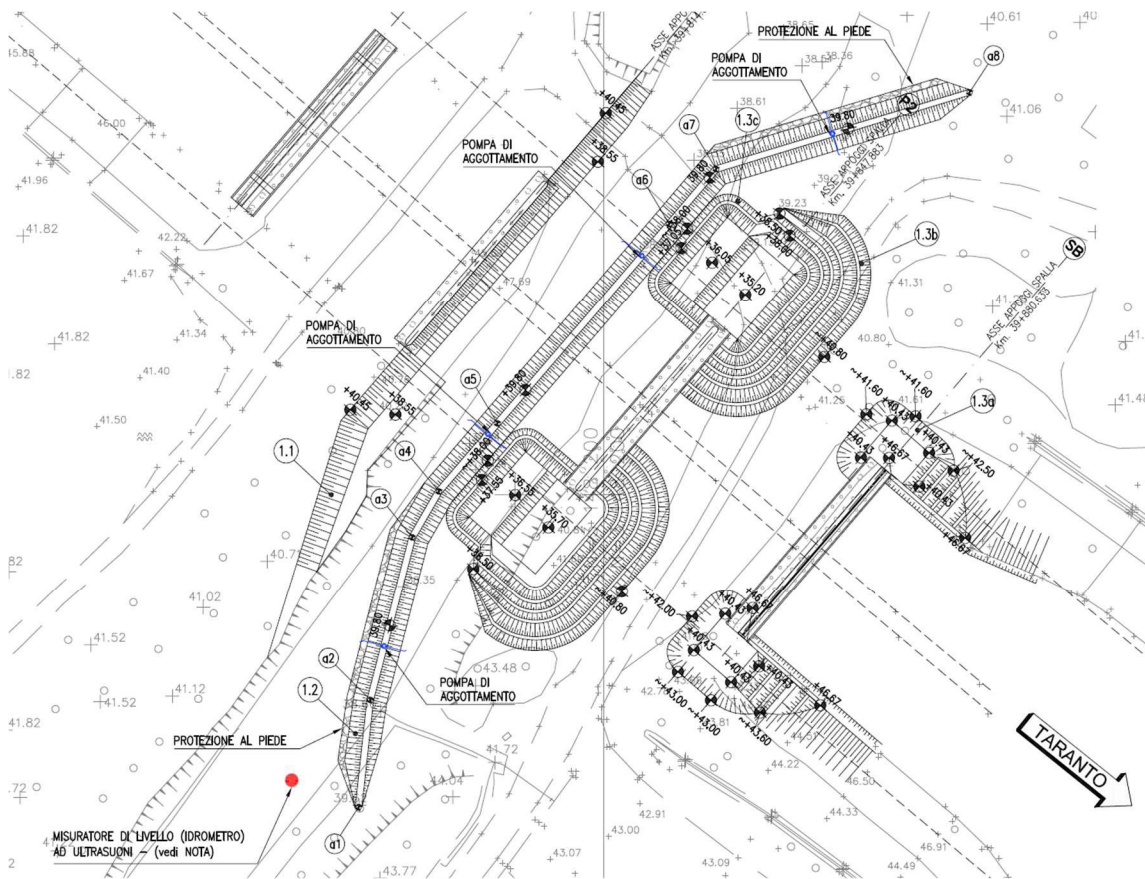


Figura 9-2. Planimetria delle opere provvisorie in destra idraulica per la realizzazione dell'ampliamento (lato Ancona) del viadotto autostradale sul torrente Sillaro.

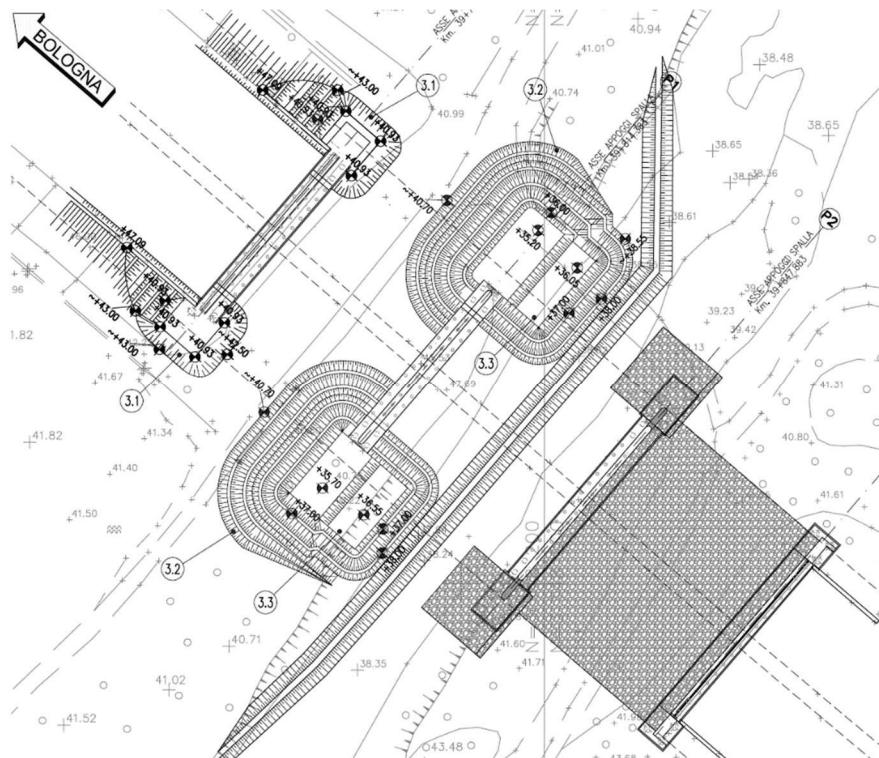


Figura 9-3. Planimetria delle opere provvisorie in sinistra idraulica per la realizzazione dell'ampliamento (lato Bologna) del viadotto autostradale sul torrente Sillaro.

In sponda destra l'argine è previsto con lunghezza totale di 153m di cui i primi 41m (tratto di monte) e gli ultimi 40m (tratto di valle), ovvero i tratti non allineati con la direzione della corrente, saranno realizzati con una protezione in massi che si estende al piede.

In sponda sinistra l'argine è previsto con lunghezza totale di 139m di cui i primi 41m (tratto di monte) e gli ultimi 33m (tratto di valle), ovvero i tratti non allineati con la direzione della corrente, saranno realizzati con una protezione in massi che si estende al piede.

Nelle figure seguenti si illustra il transito di una portata pari a 5 m<sup>3</sup>/s, pari al valore massimo compatibile con le opere provvisorie e le lavorazioni, attraverso la sezione idraulica parzializzata nelle 2 fasi di lavoro. I risultati numerici delle simulazioni relative alla parzializzazione della sezione del Sillaro sono illustrate in Appendice 5. Le misurazioni storiche di portata nel fiume Sillaro (disponibili negli Annali Idrologici) mostrano come questo valore di portata sia raramente superata durante i mesi estivi (15 aprile – 15 settembre).

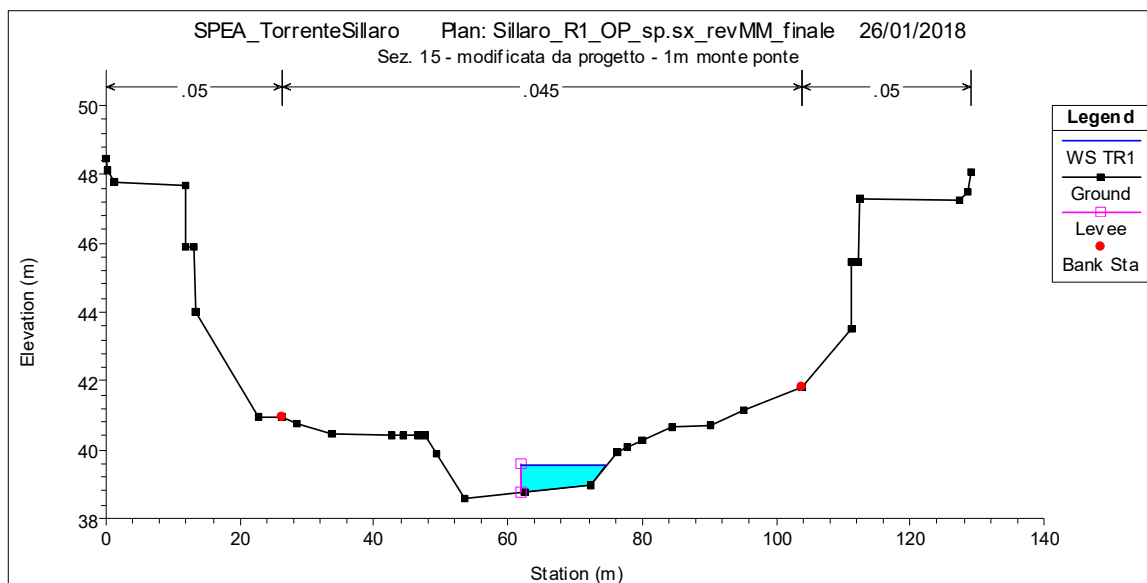


Figura 9-4. Transito della portata di 5m<sup>3</sup>/s attraverso la sezione del Sillaro (sezione di ingresso sotto il viadotto autostradale) parzializzata con un argine temporaneo in sponda sinistra.

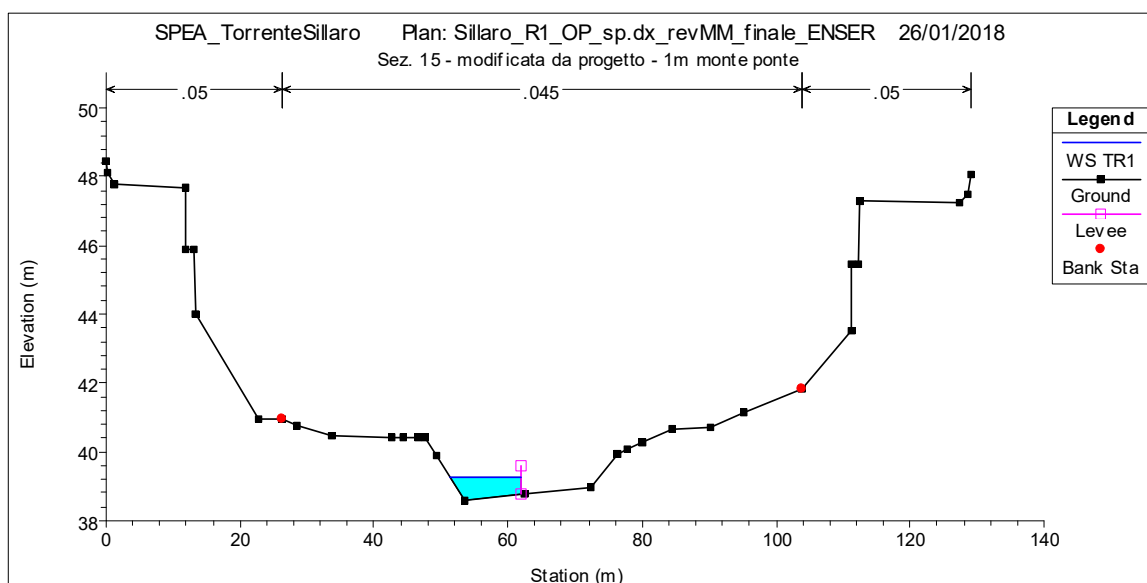


Figura 9-5. Transito della portata di 5m<sup>3</sup>/s attraverso la sezione del Sillaro (sezione di ingresso sotto il viadotto autostradale) parzializzata con un argine temporaneo in sponda sinistra.



Il materiale sciolto che costituisce l'argine deve essere rullato e compattato a stati di 40cm per garantire la stabilità al rilevato che deve avere un'inclinazione delle scarpate pari a 2:3. L'inclinazione delle scarpate in massi non deve comunque superare la pendenza di 1:1.

I fossi di guarda che scorrono paralleli all'autostrada dovranno essere temporaneamente deviati all'esterno dell'area di cantiere.

### 9.3 RIO SABBIOSO

Le lavorazioni in alveo del Rio Sabbioso saranno effettuate convogliando la portata del corso d'acqua all'interno di una tubazione  $\Phi 1200$  e mantenendo all'asciutto le aree oggetto di riprofilatura dell'alveo e delle sponde. La geometria delle opere provvisorie è presentata in dettaglio nell'elaborato progettuale 111447-LL00-PE-AU-IDR-II003-00000-PE-D-IDR-0084, del quale si riporta un estratto nella figura seguente.

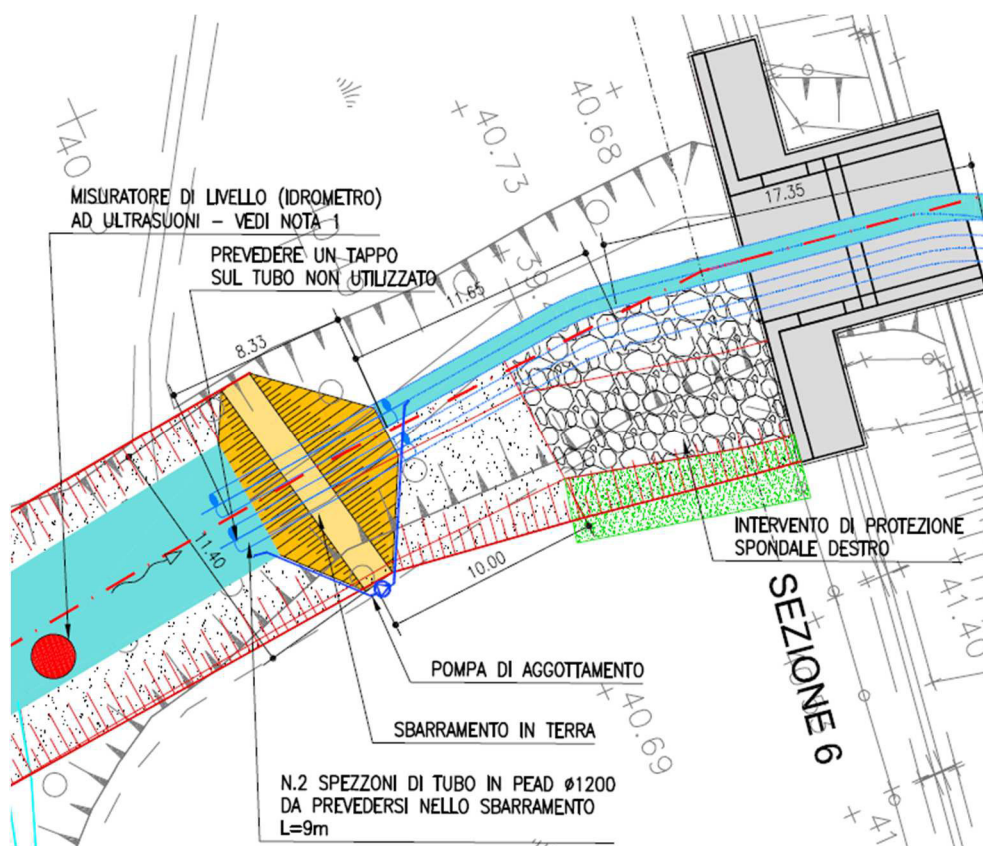


Figura 9-6. Opere provvisorie per la realizzazione delle sistemazioni idrauliche in alveo al rio Sabbioso

Gli argini temporanei saranno realizzati con quota di coronamento pari a quella del piano di campagna locale. In corrispondenza di tali argini saranno installate delle pompe di aggrottamento per la messa all'asciutto delle aree di lavorazione.

Avendo l'alveo del rio una pendenza media pari a circa 0.6% nel tratto dell'attraversamento autostradale, per il funzionamento a gravità della tubazione temporanea la portata convogliata deve mantenersi, nell'ipotesi di moto uniforme, entro il valore di  $1.6 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 9.4 RIO SANGUINARIO

---

L'alveo del rio Sanguinario non è sufficientemente largo da poter essere parzializzato mediante un argine longitudinale durante la fase di esecuzione dei lavori sulle sponde: ne risulterebbe una totale chiusura del letto di magra.

Per questo motivo le lavorazioni saranno effettuate convogliando la portata del corso d'acqua all'interno di due tubazioni  $\Phi 1000$  e mantenendo all'asciutto le aree oggetto di riprofilatura dell'alveo e delle sponde. La geometria delle opere provvisorie è presentata in dettaglio nell'elaborato progettuale 111447-LL00-PE-AU-IDR-II006-00000-PE-D-IDR-0042, del quale si riporta un estratto nella figura seguente.

Gli argini temporanei avranno un'altezza di 2m rispetto al piano d'imposta.

Avendo l'alveo del rio una pendenza media pari a circa 1.7% nel tratto dell'attraversamento autostradale, per il funzionamento a gravità delle tubazioni temporanee la portata convogliata deve mantenersi, nell'ipotesi di moto uniforme, entro il valore di  $3.2 \text{ m}^3/\text{s}$ .



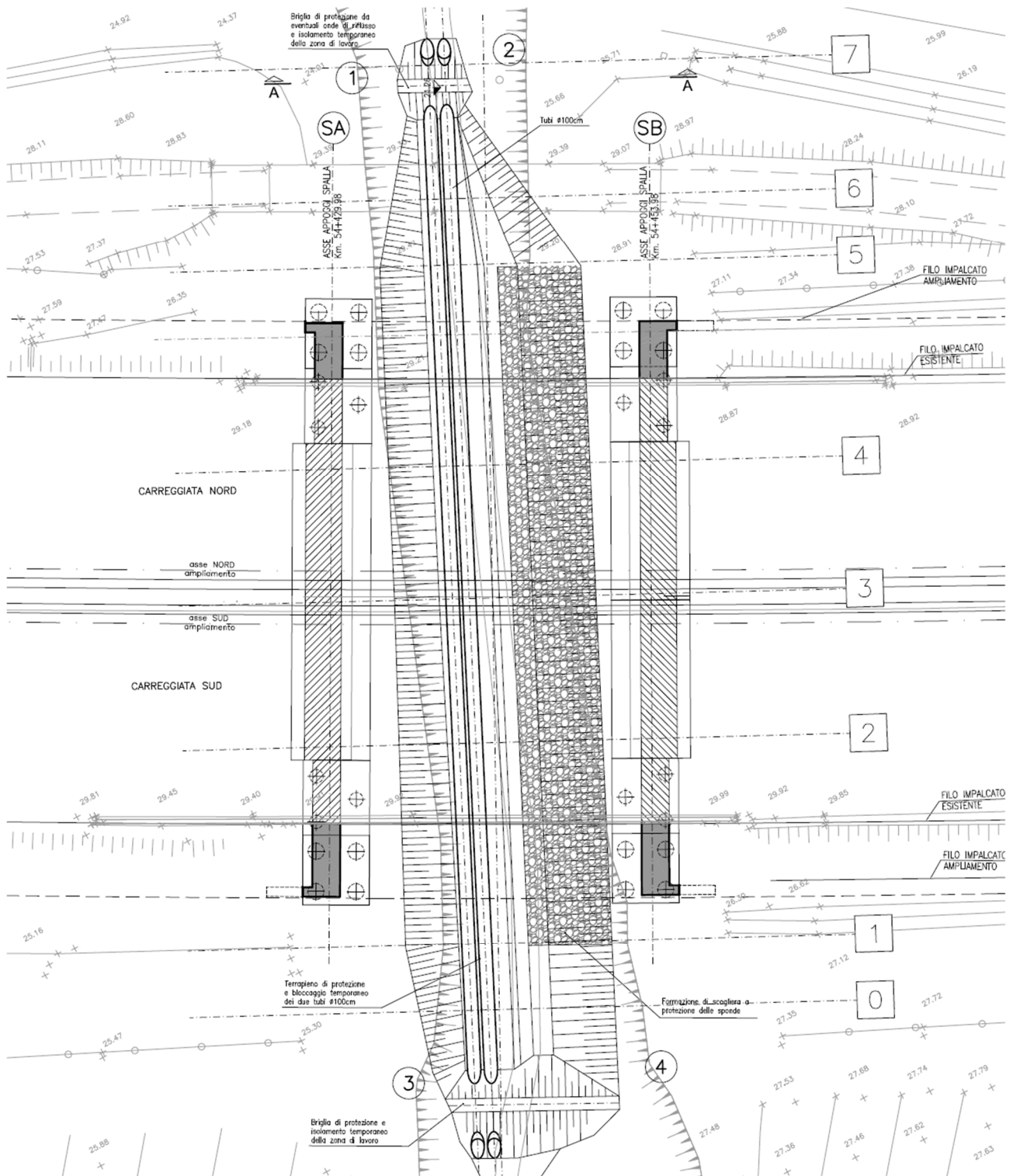


Figura 9-7. Opere provvisorie per la realizzazione delle sistemazioni idrauliche in alveo al rio Sanguinario

## APPENDICE 1

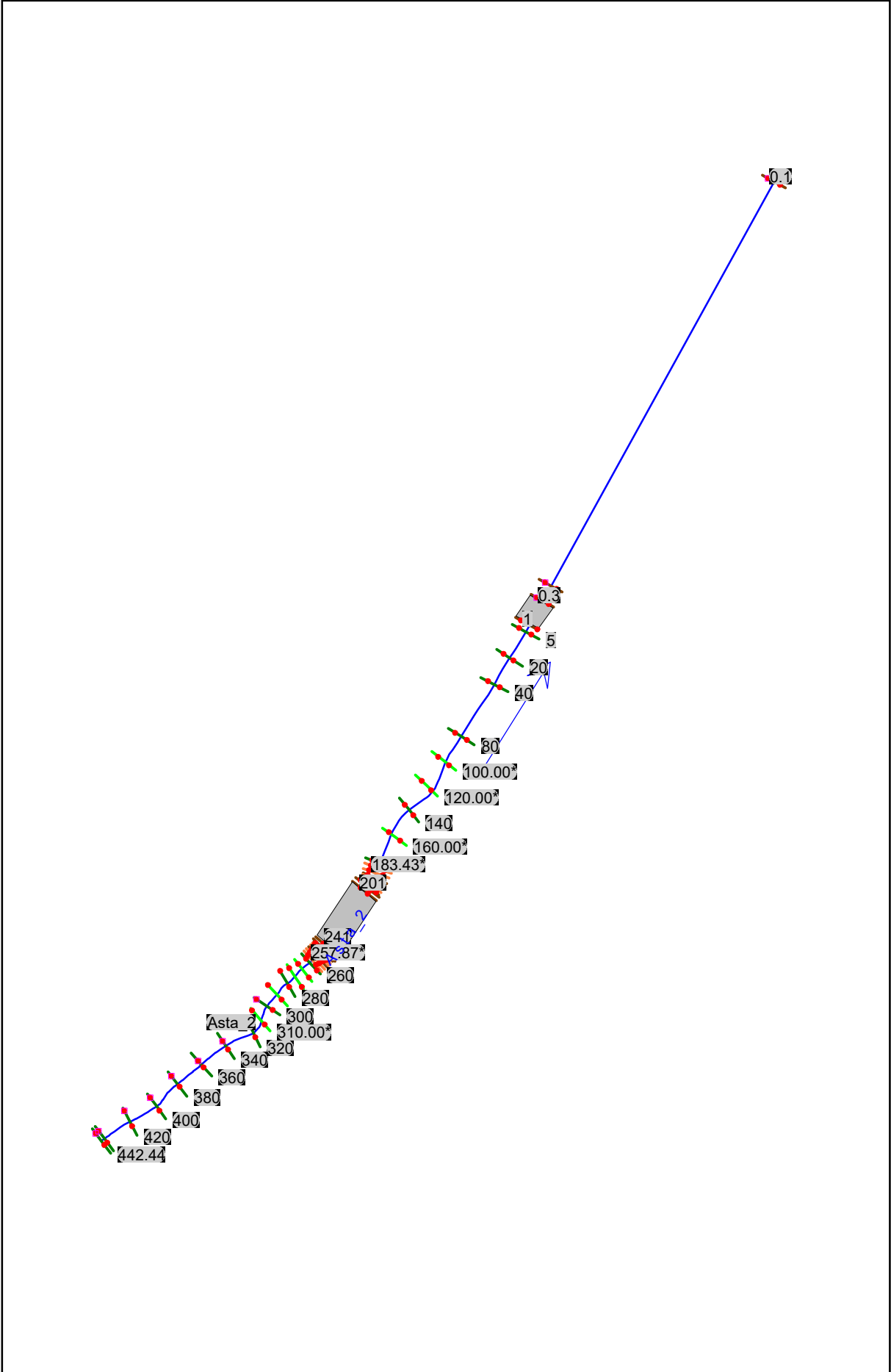
### Rio Rosso (in Gaiana): risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Asta\_2 Reach: Asta\_2 Profile: Qms

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
Asta_2	442.44	Qms	8.00	40.92	42.69	41.90	42.76	0.003404	1.13	7.06	6.03	0.33
Asta_2	440	Qms	8.00	40.92	42.68	41.91	42.75	0.003694	1.17	6.83	5.86	0.35
Asta_2	420	Qms	8.00	40.92	42.59	41.90	42.67	0.004324	1.24	6.44	5.75	0.37
Asta_2	400	Qms	8.00	40.90	42.51	41.83	42.59	0.003937	1.18	6.79	6.36	0.36
Asta_2	380	Qms	8.00	40.76	42.29	41.90	42.45	0.011119	1.78	4.50	4.55	0.57
Asta_2	360	Qms	8.00	40.55	42.16	41.56	42.27	0.006442	1.46	5.46	4.76	0.44
Asta_2	340	Qms	8.00	40.40	42.07	41.31	42.16	0.004451	1.28	6.27	4.96	0.36
Asta_2	320	Qms	8.00	40.35	42.04		42.08	0.002373	0.95	8.46	7.74	0.29
Asta_2	300	Qms	8.00	40.18	41.97	41.16	42.02	0.003135	0.98	8.13	9.46	0.33
Asta_2	280	Qms	8.00	40.16	41.89		41.95	0.003263	1.10	7.31	7.43	0.33
Asta_2	260	Qms	8.00	39.57	41.84		41.89	0.002356	0.97	8.22	6.77	0.28
Asta_2	247.6	Qms	8.00	39.75	41.81		41.86	0.002438	0.96	8.33	7.19	0.28
Asta_2	242	Qms	8.00	39.75	41.80	40.87	41.84	0.002515	0.97	8.24	7.15	0.29
Asta_2	241		Culvert									
Asta_2	203.8	Qms	8.00	39.42	41.81		41.83	0.000960	0.68	11.99	10.81	0.19
Asta_2	190.3	Qms	8.00	39.47	41.78		41.81	0.001558	0.84	9.58	7.34	0.23
Asta_2	180	Qms	8.00	40.02	41.75		41.79	0.001862	0.88	9.11	7.82	0.26
Asta_2	160	Qms	8.00	39.97	41.72		41.76	0.001642	0.84	9.53	8.97	0.24
Asta_2	140	Qms	8.00	39.87	41.69		41.72	0.001290	0.77	10.42	8.41	0.22
Asta_2	120	Qms	8.00	39.84	41.66		41.70	0.001429	0.82	10.21	13.44	0.23
Asta_2	100	Qms	8.00	39.83	41.63		41.67	0.001662	0.85	9.36	7.47	0.24
Asta_2	80	Qms	8.00	39.82	41.59		41.63	0.001723	0.86	9.33	7.72	0.25
Asta_2	60	Qms	8.00	39.77	41.56		41.60	0.001557	0.83	9.66	7.80	0.24
Asta_2	40	Qms	8.00	39.73	41.53		41.56	0.001785	0.87	9.16	7.53	0.25
Asta_2	20	Qms	8.00	39.71	41.49		41.53	0.001900	0.90	8.88	7.09	0.26
Asta_2	5	Qms	8.00	39.67	41.21		41.44	0.017313	2.13	3.76	3.18	0.62
Asta_2	1	Qms	8.00	39.65	41.33	40.35	41.36	0.001824	0.84	9.51	8.35	0.25
Asta_2	0.5		Culvert									
Asta_2	0.3	Qms	8.00	39.65	41.22	40.34	41.26	0.001695	0.84	9.47	8.03	0.25
Asta_2	0.2	Qms	8.00	39.60	41.21	40.30	41.24	0.001676	0.84	9.49	7.97	0.25
Asta_2	0.1	Qms	8.00	39.10	40.70	39.80	40.74	0.001703	0.85	9.43	7.95	0.25

HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Asta\_2 Reach: Asta\_2 Profile: Qms

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
Asta_2	442.44	Qms	8.00	40.92	42.68	41.90	42.75	0.003511	1.15	6.98	6.00	0.34
Asta_2	440	Qms	8.00	40.92	42.67	41.91	42.74	0.003814	1.19	6.75	5.82	0.35
Asta_2	420	Qms	8.00	40.92	42.57	41.90	42.65	0.004515	1.26	6.34	5.71	0.38
Asta_2	400	Qms	8.00	40.90	42.49	41.83	42.57	0.004166	1.20	6.64	6.29	0.37
Asta_2	380	Qms	8.00	40.76	42.24	41.90	42.42	0.012692	1.87	4.28	4.44	0.61
Asta_2	360	Qms	8.00	40.55	42.08	41.56	42.21	0.007746	1.57	5.10	4.63	0.48
Asta_2	340	Qms	8.00	40.40	41.97	41.31	42.07	0.005545	1.38	5.78	4.81	0.40
Asta_2	320	Qms	8.00	40.35	41.92		41.98	0.003158	1.06	7.58	7.31	0.33
Asta_2	300	Qms	8.00	40.18	41.83	41.16	41.90	0.004139	1.15	6.99	7.22	0.37
Asta_2	280	Qms	8.00	40.16	41.71		41.80	0.005094	1.30	6.16	5.99	0.41
Asta_2	260	Qms	8.00	39.57	41.68		41.70	0.000715	0.61	13.05	9.35	0.17
Asta_2	253.6	Qms	8.00	39.57	41.67		41.69	0.000320	0.62	12.91	9.31	0.17
Asta_2	248.6	Qms	8.00	39.54	41.68		41.68	0.000111	0.41	19.67	12.42	0.10
Asta_2	247.6	Qms	8.00	39.54	41.66		41.68	0.000085	0.63	12.74	6.00	0.14
Asta_2	244.80	Qms	8.00	39.54	41.66	40.10	41.68	0.000085	0.63	12.74	6.00	0.14
Asta_2	241		Culvert									
Asta_2	201	Qms	8.00	39.42	41.65		41.67	0.000074	0.60	13.38	6.00	0.13
Asta_2	198	Qms	8.00	39.42	41.65		41.67	0.000074	0.60	13.37	6.00	0.13
Asta_2	197	Qms	8.00	39.42	41.66		41.66	0.000093	0.38	20.99	14.88	0.09
Asta_2	193	Qms	8.00	39.77	41.63		41.66	0.000520	0.74	10.79	8.59	0.21
Asta_2	190.3	Qms	8.00	39.77	41.63		41.66	0.001200	0.74	10.77	8.58	0.21
Asta_2	180	Qms	8.00	39.76	41.62		41.65	0.001208	0.74	10.75	8.57	0.21
Asta_2	140	Qms	8.00	39.74	41.57		41.60	0.001295	0.76	10.47	8.47	0.22
Asta_2	80	Qms	8.00	39.71	41.48		41.51	0.001460	0.80	10.02	8.32	0.23
Asta_2	40	Qms	8.00	39.69	41.42		41.45	0.001615	0.83	9.66	8.19	0.24
Asta_2	20	Qms	8.00	39.71	41.36		41.41	0.002523	1.00	8.00	6.79	0.29
Asta_2	5	Qms	8.00	39.67	41.34		41.37	0.001867	0.87	9.15	8.00	0.26
Asta_2	1	Qms	8.00	39.65	41.33	40.35	41.36	0.001824	0.84	9.51	8.35	0.25
Asta_2	0.5		Culvert									
Asta_2	0.3	Qms	8.00	39.65	41.22	40.34	41.26	0.001695	0.84	9.47	8.03	0.25
Asta_2	0.2	Qms	8.00	39.60	41.21	40.30	41.24	0.001676	0.84	9.49	7.97	0.25
Asta_2	0.1	Qms	8.00	39.10	40.70	39.80	40.74	0.001703	0.85	9.43	7.95	0.25



Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 07/01/2018 2) SF\_ENSER 07/01/2018

Asta\_2 Asta\_2

Elevation (m)

43  
42  
41  
40  
39

200

400

600

800

Main Channel Distance (m)

Scatolare Nor...

SEZIONE 10

SEZIONE 9

SEZIONE 8

SEZIONE 7

Scatolare A...

SEZIONE 2

SEZIONE 1

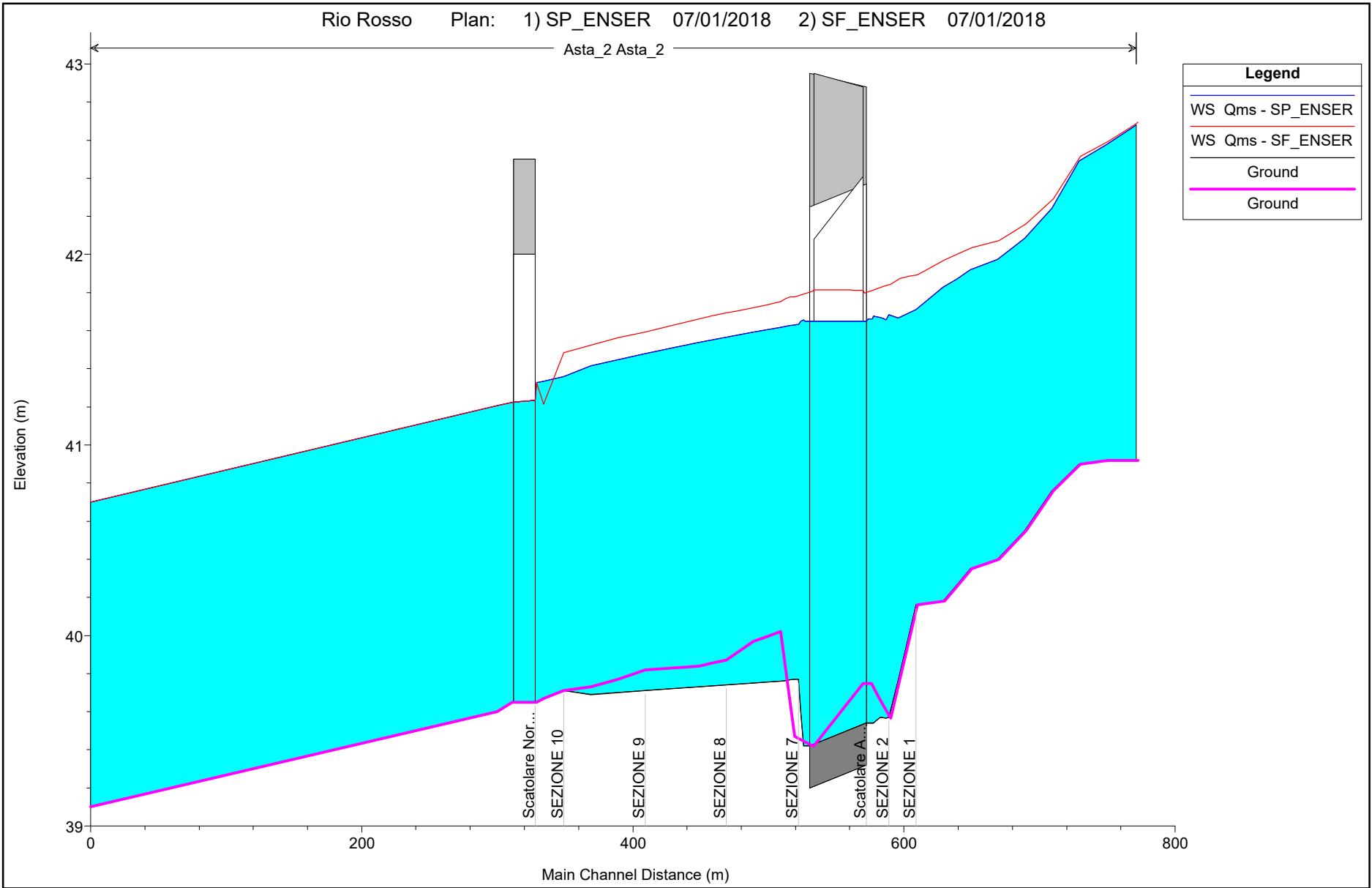
**Legend**

WS Qms - SP\_ENSER

WS Qms - SF\_ENSER

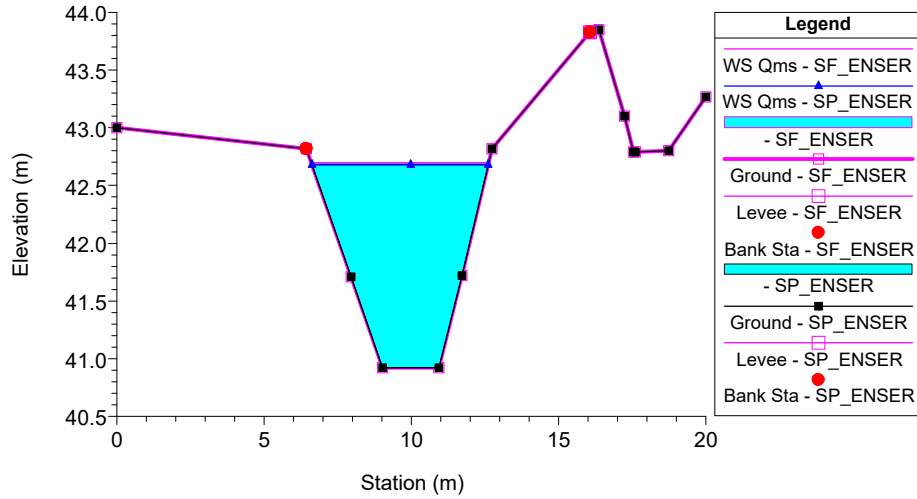
Ground

Ground

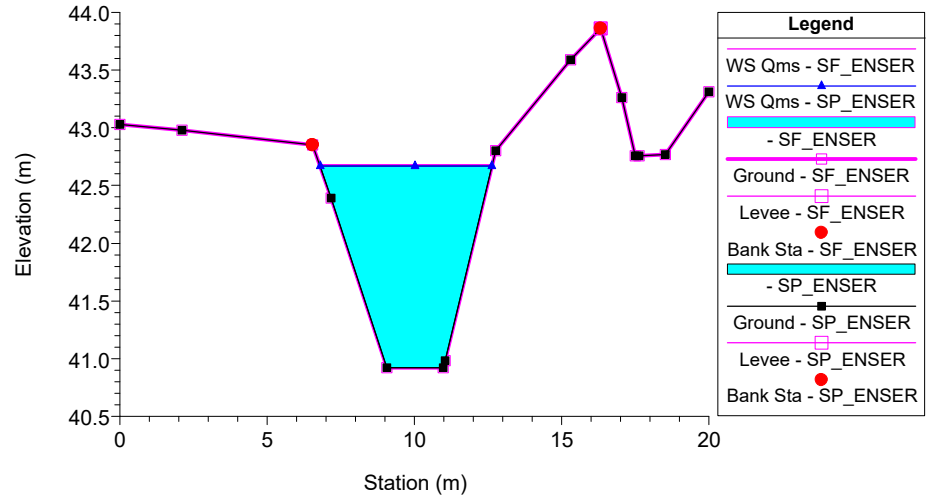




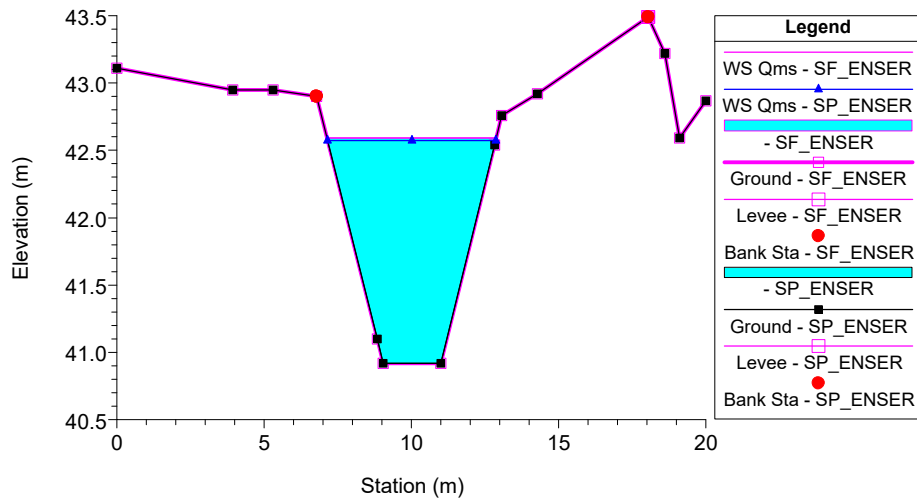
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 442.44



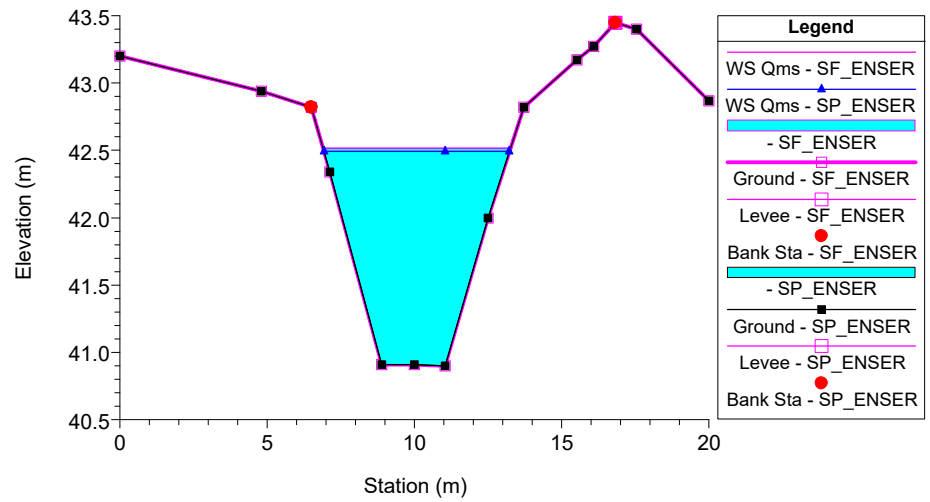
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 440



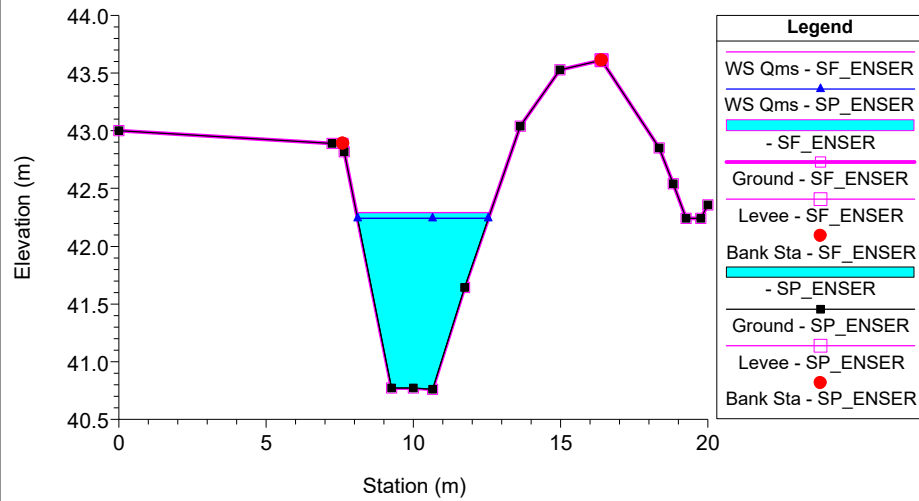
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 420



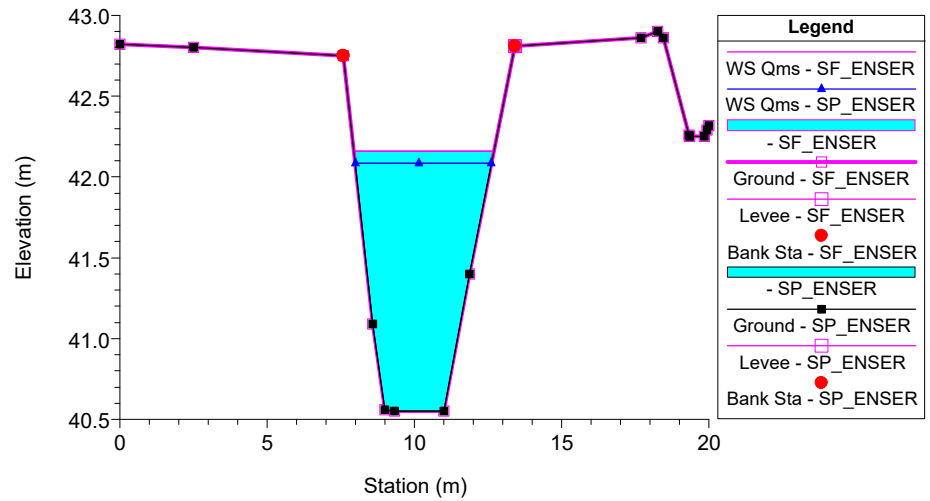
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 400



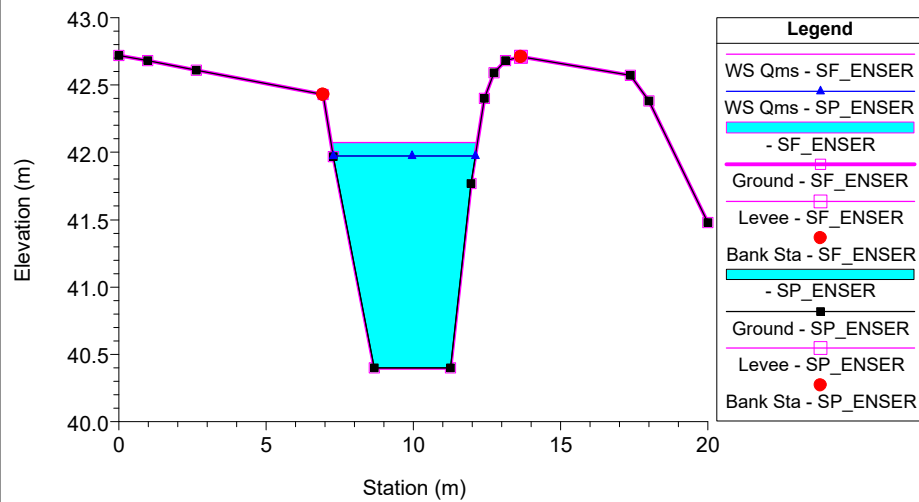
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 380



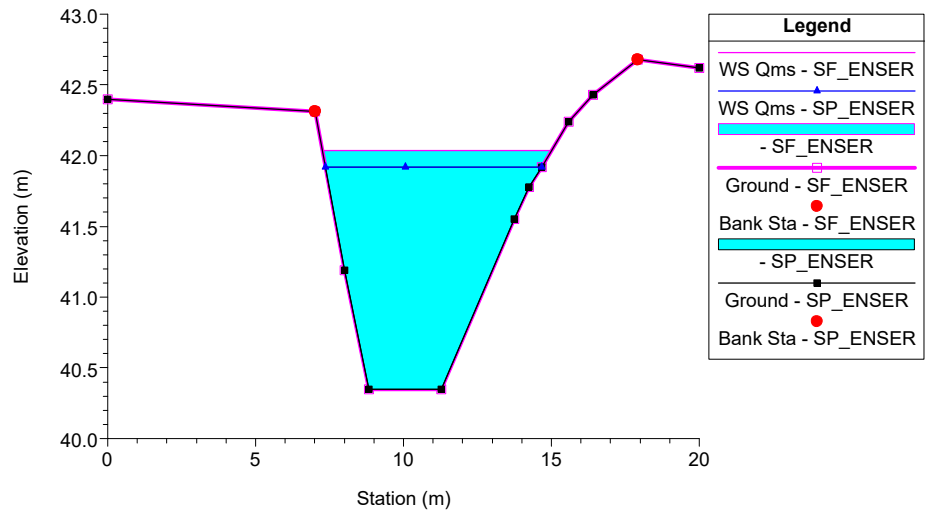
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 360



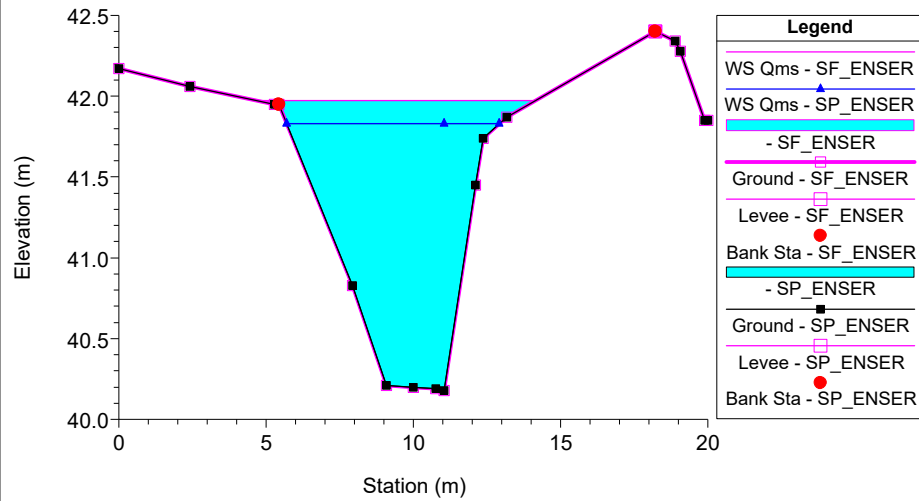
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 340



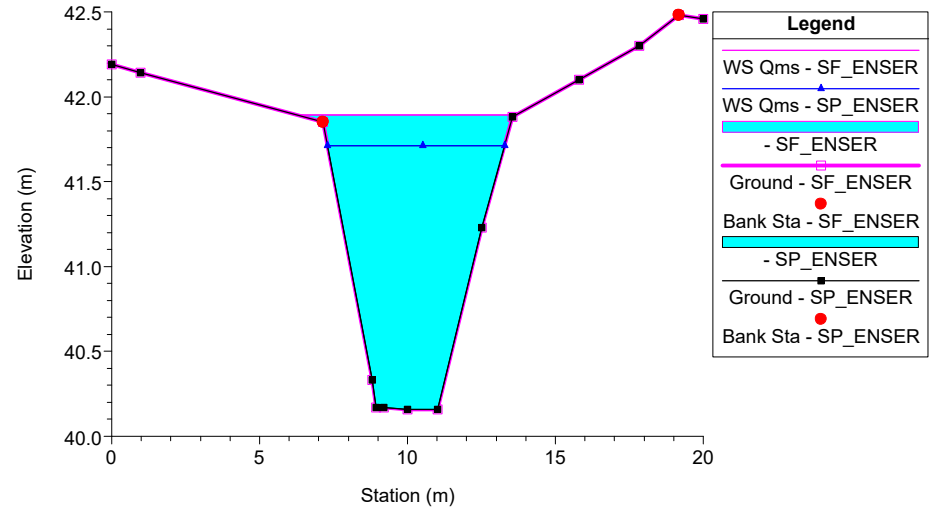
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 320



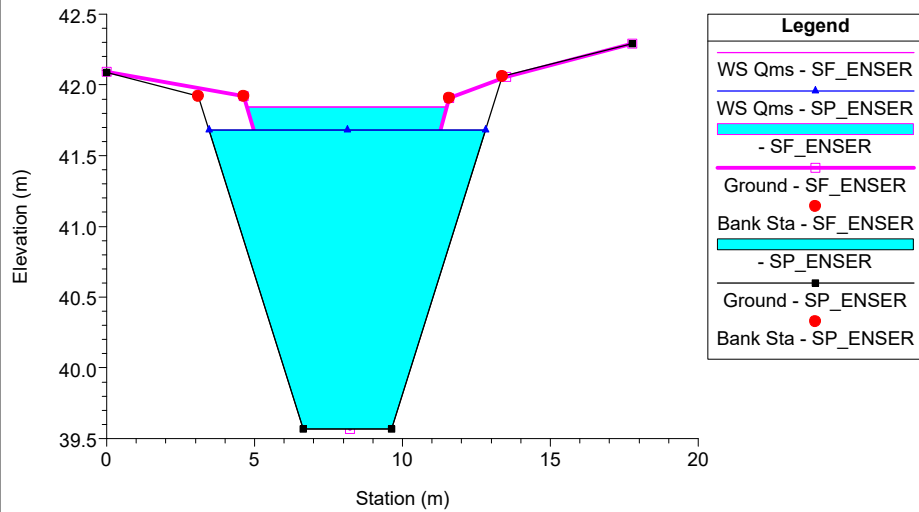
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 300



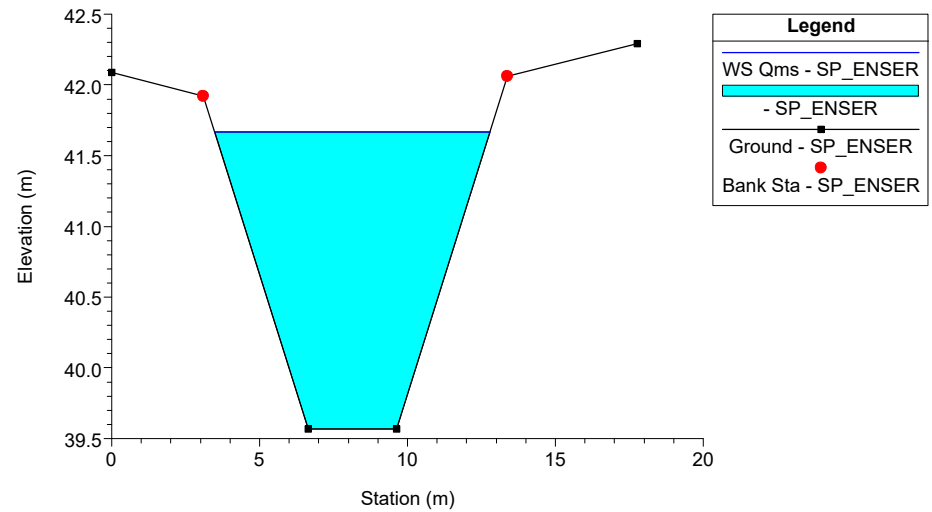
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 280 SEZIONE 1

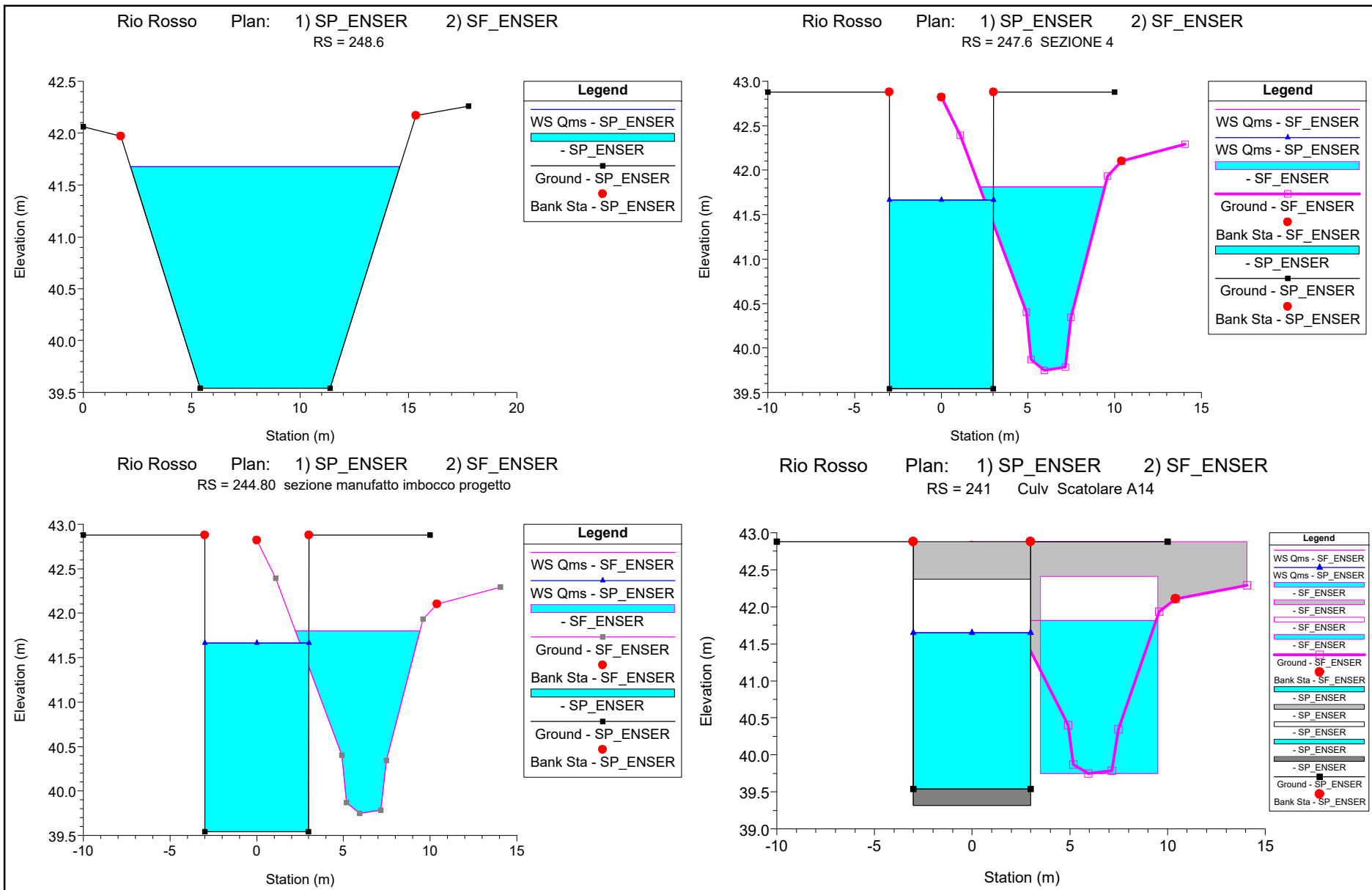


Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 260 SEZIONE 2

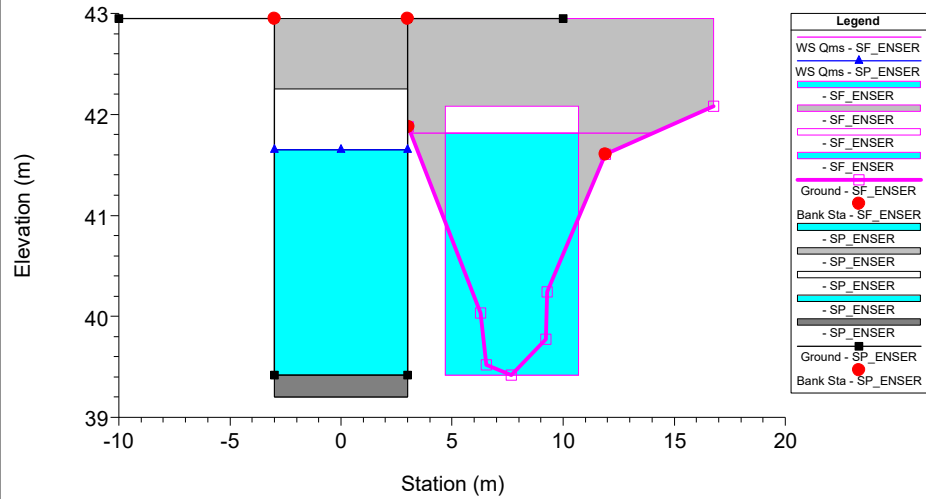


Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 253.6

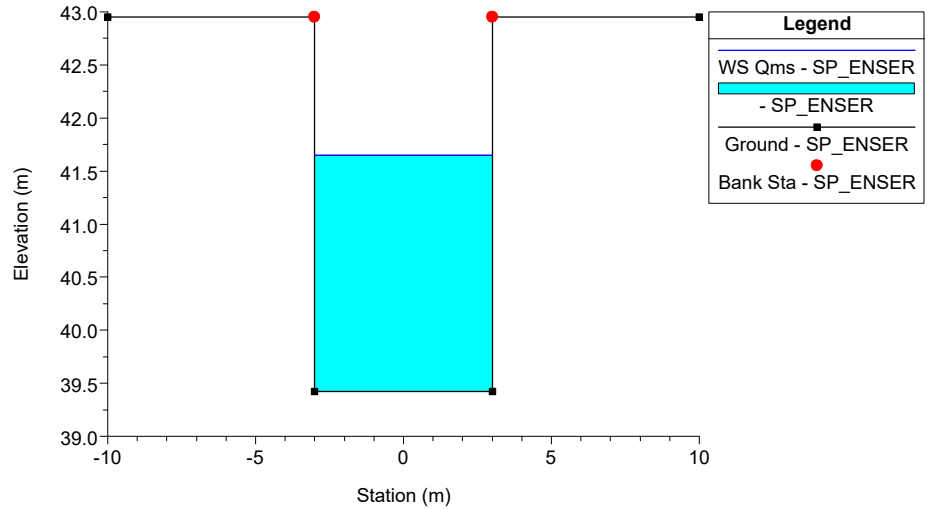




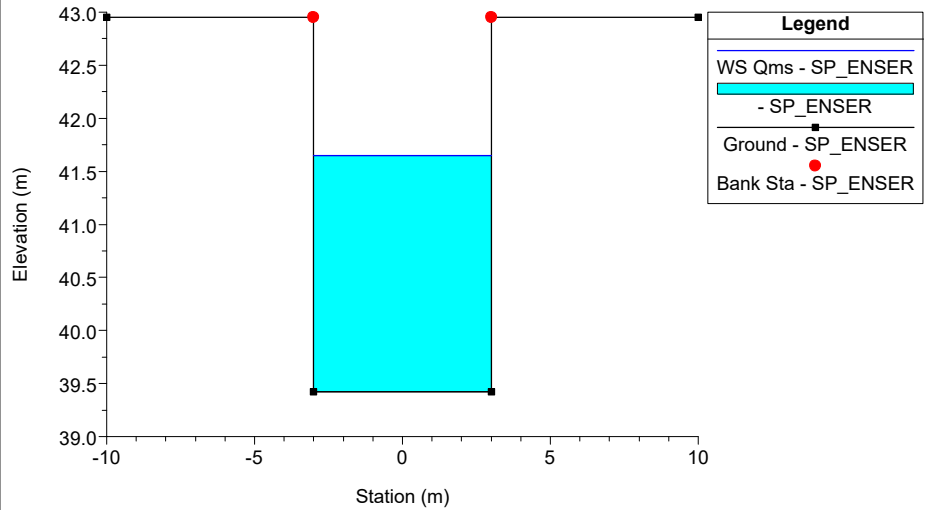
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 241 Culv Scatolare A14



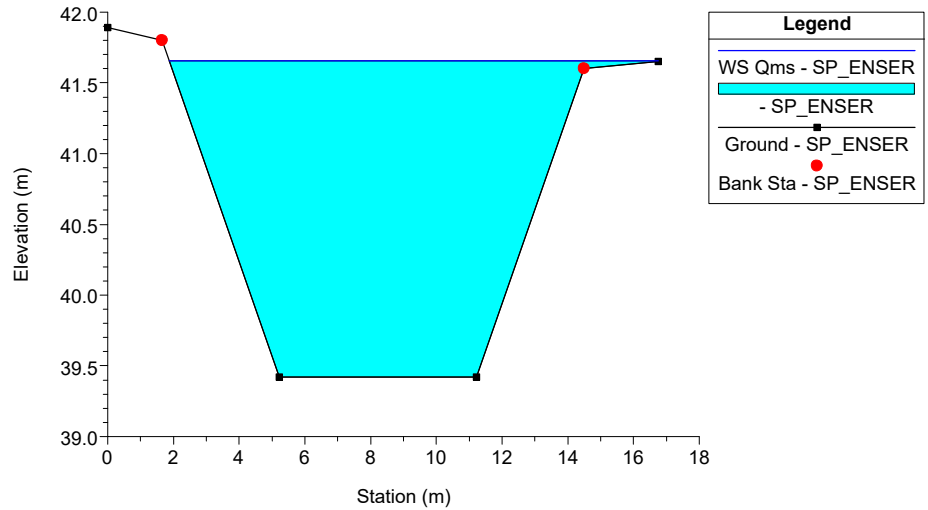
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 201 SEZIONE 5



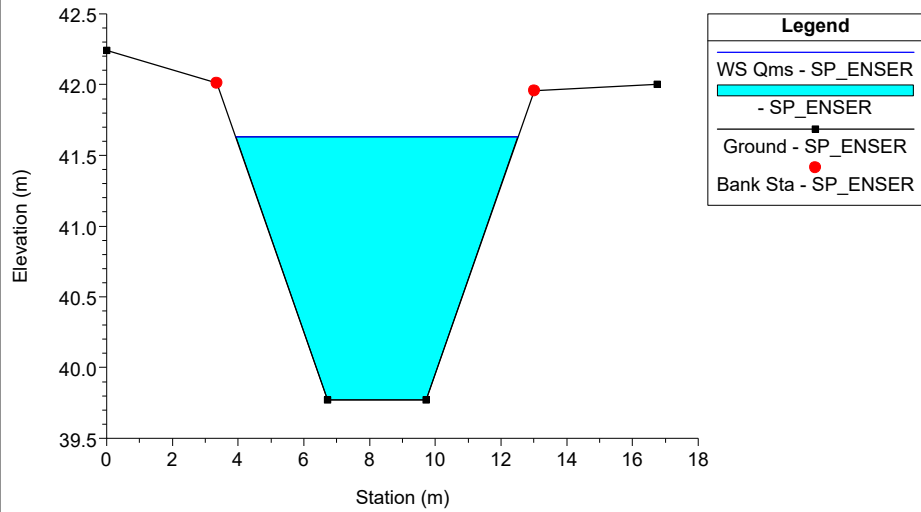
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 198



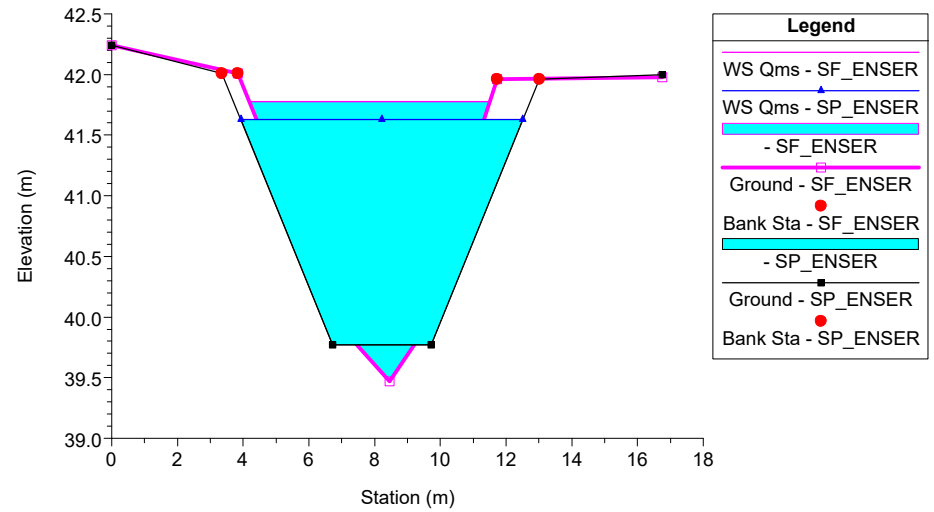
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 197



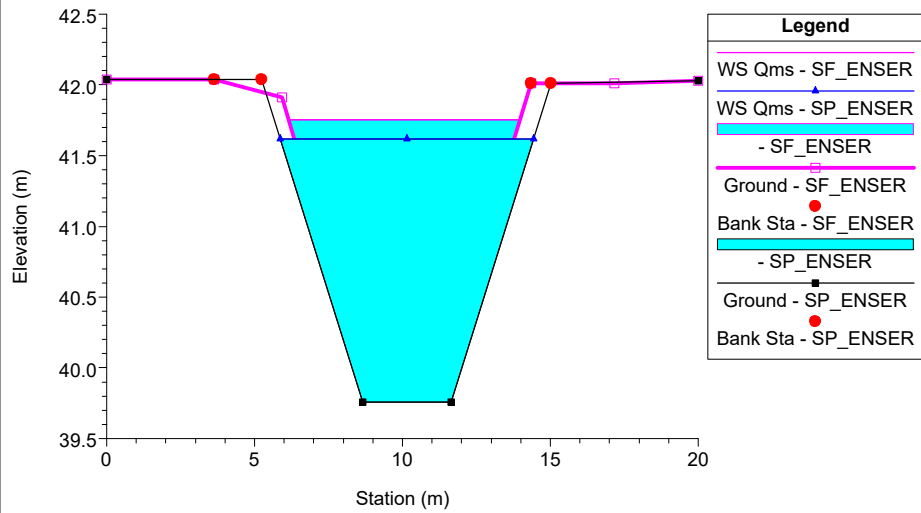
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 193 SEZIONE 7



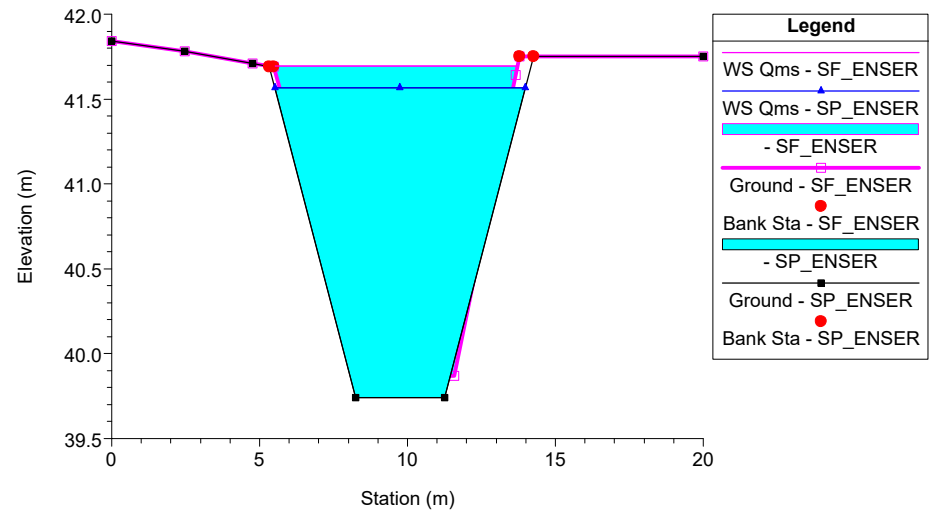
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 190.3



Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 180

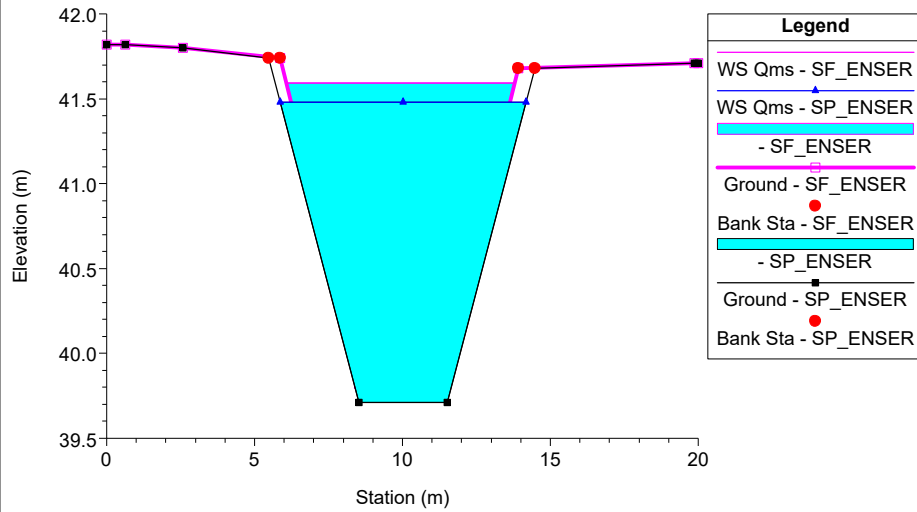


Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 140 SEZIONE 8

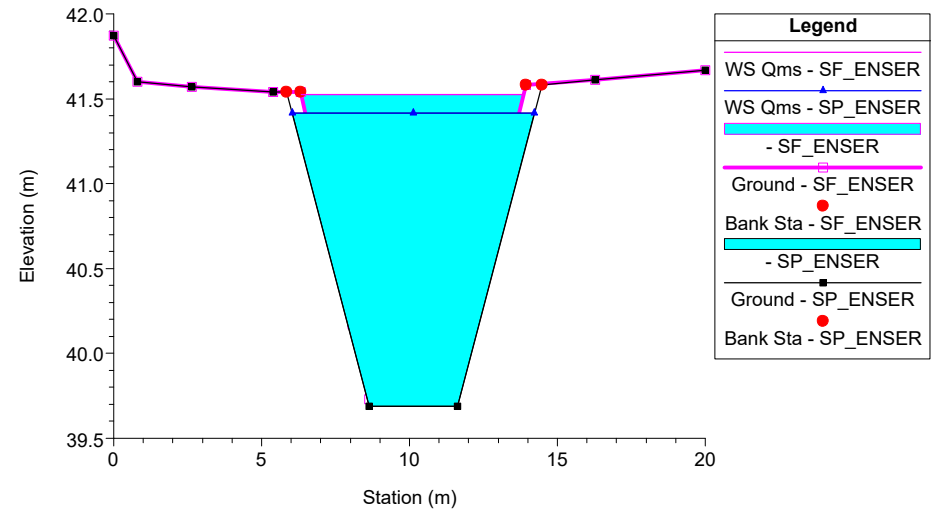




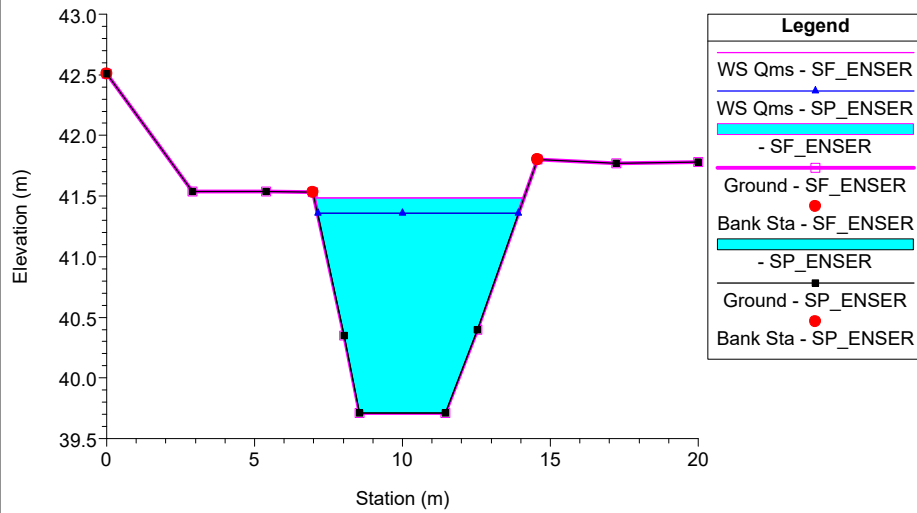
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 80 SEZIONE 9



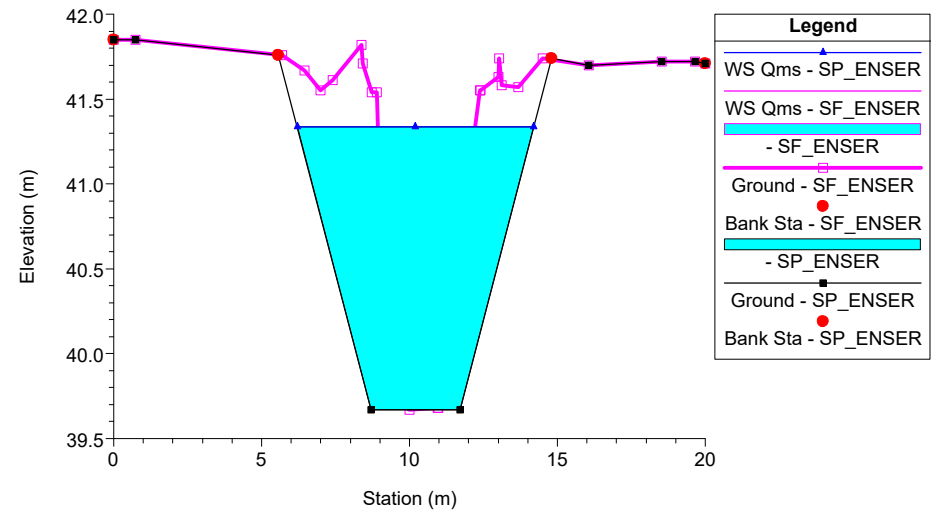
Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 40

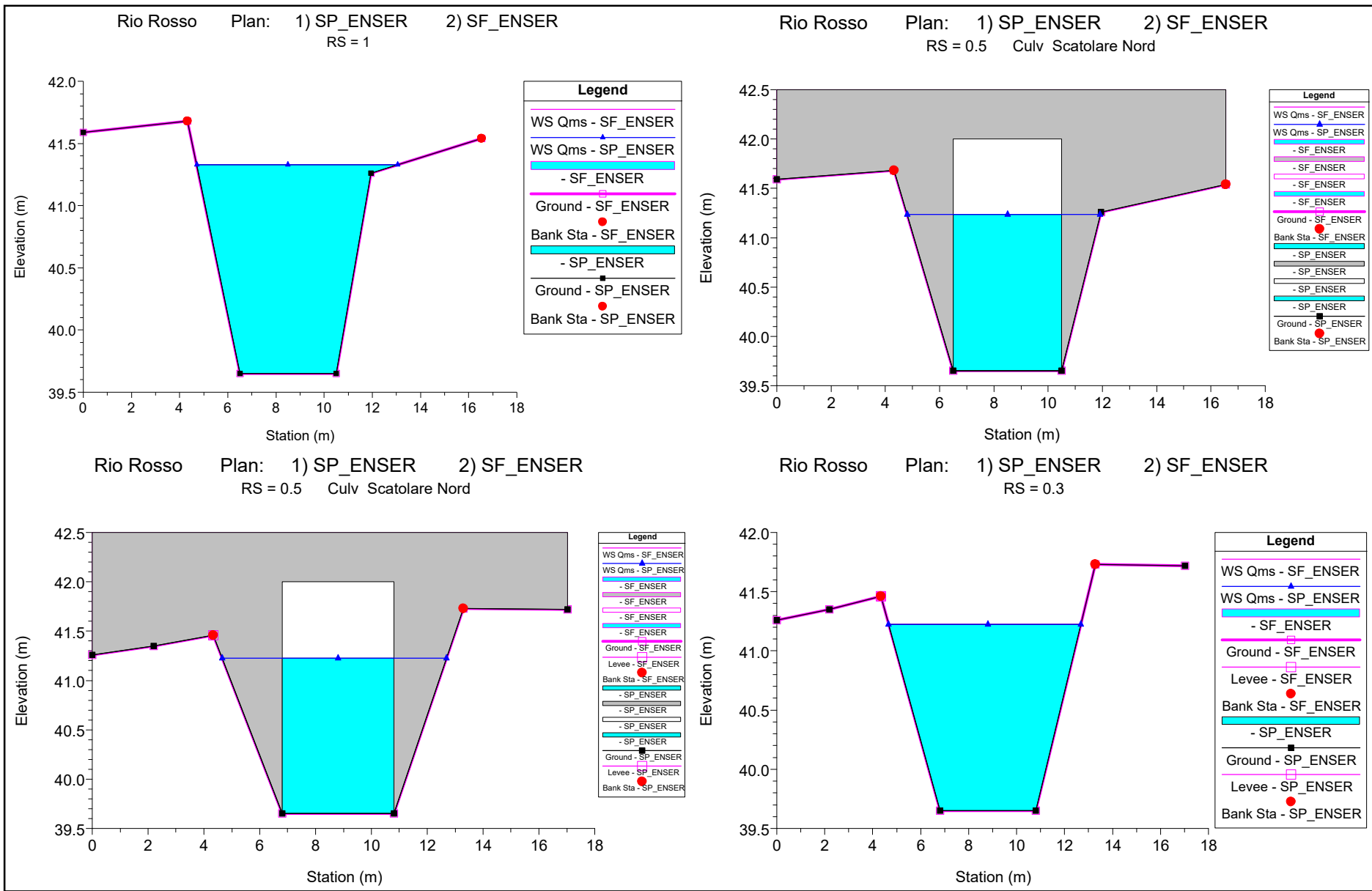


Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 20 SEZIONE 10

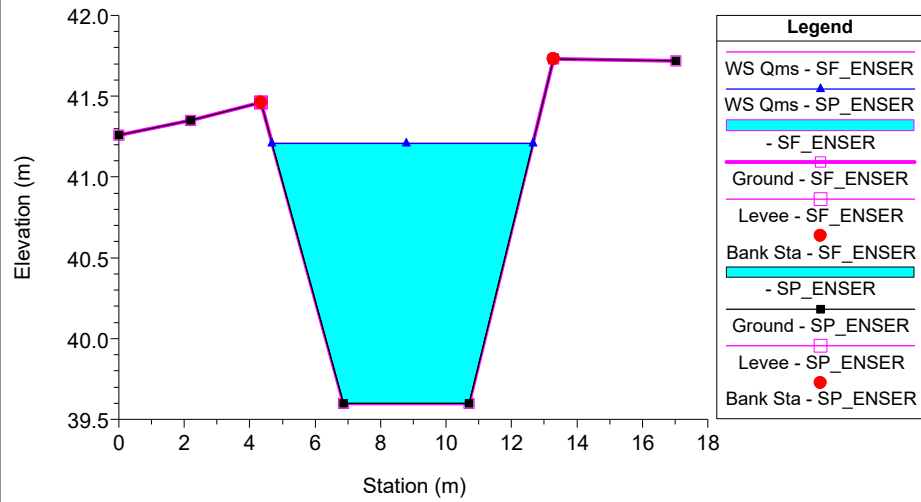


Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5

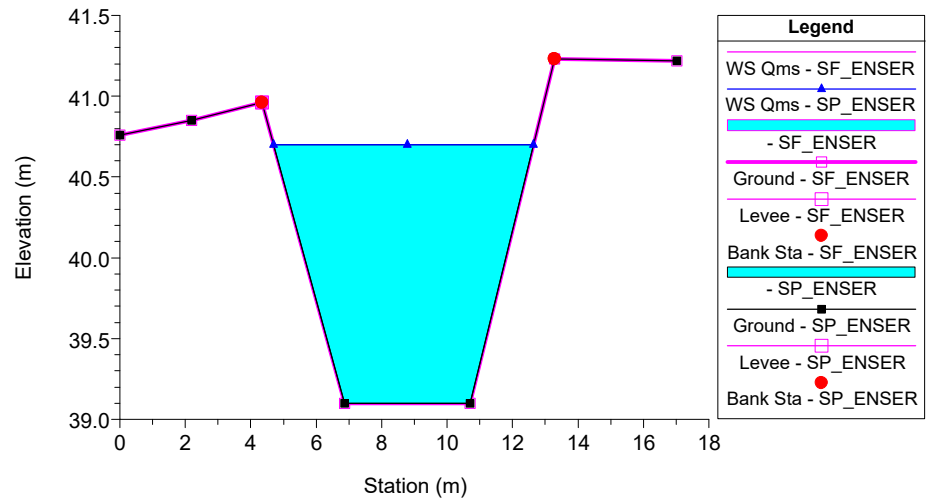




Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 0.2



Rio Rosso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 0.1



## APPENDICE 2

### Torrente Gaiana: risultati delle simulazioni

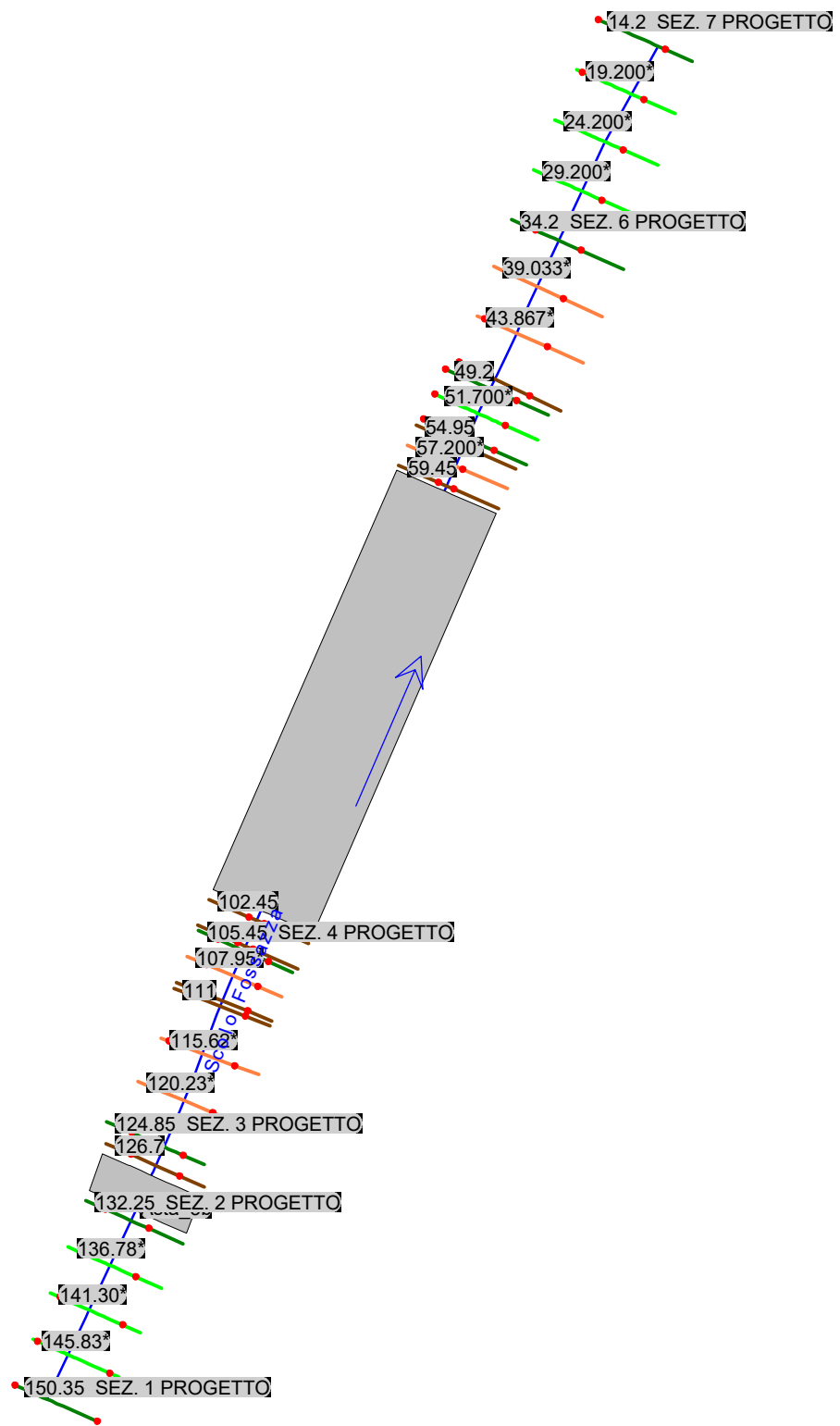
HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Gaiana Reach: Gaiana Profile: PF 1

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
Gaiana	21	PF 1	11.00	42.18	44.03		44.14	0.004011	1.50	7.35	6.49	0.45
Gaiana	20	PF 1	11.00	42.11	43.74		43.93	0.008809	1.96	5.62	6.40	0.67
Gaiana	19	PF 1	11.00	42.19	43.63		43.71	0.002617	1.22	9.01	8.86	0.39
Gaiana	18	PF 1	11.00	41.91	43.58		43.63	0.001450	1.01	10.86	8.92	0.29
Gaiana	17.4861*	PF 1	11.00	41.49	43.57		43.61	0.000870	0.85	12.98	9.29	0.23
Gaiana	17	PF 1	11.00	41.08	43.57		43.59	0.000486	0.69	16.02	9.58	0.17
Gaiana	16.1	PF 1	11.00	41.05	43.57	42.10	43.59	0.000495	0.69	15.85	9.41	0.17
Gaiana	16.05		Bridge									
Gaiana	16	PF 1	11.00	40.52	43.52	41.24	43.54	0.000368	0.63	17.58	5.93	0.12
Gaiana	15.1	PF 1	11.00	40.58	43.52		43.54	0.000380	0.64	17.67	10.60	0.13
Gaiana	15	PF 1	11.00	41.02	43.49		43.52	0.000759	0.78	14.08	9.91	0.21
Gaiana	14	PF 1	11.00	41.19	43.46		43.49	0.000613	0.74	14.91	10.08	0.19
Gaiana	13	PF 1	11.00	41.18	43.37		43.45	0.002547	1.26	8.74	7.47	0.37
Gaiana	12	PF 1	11.00	41.24	43.28		43.38	0.003062	1.39	7.90	6.36	0.40
Gaiana	11	PF 1	11.00	41.21	43.23		43.30	0.001833	1.15	9.56	7.19	0.32
Gaiana	10	PF 1	11.00	41.18	43.14	42.36	43.22	0.002347	1.25	8.82	7.23	0.36
Gaiana	9.2		Bridge									
Gaiana	9	PF 1	11.00	41.18	43.06	42.42	43.16	0.003173	1.36	8.07	7.36	0.42
Gaiana	8	PF 1	11.00	41.13	42.87	42.44	43.02	0.005676	1.73	6.37	6.21	0.54
Gaiana	7	PF 1	11.00	40.83	42.79	41.99	42.87	0.002090	1.19	9.27	7.63	0.34
Gaiana	6	PF 1	11.00	40.62	42.58	42.08	42.71	0.004670	1.59	6.92	6.59	0.50
Gaiana	5	PF 1	11.00	40.53	42.43	41.74	42.53	0.003005	1.38	7.96	6.65	0.40

HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Gaiana Reach: Gaiana Profile: PF 1





Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Gaiana	21	PF 1	11.00	42.18	44.01		44.13	0.004137	1.51	7.27	6.45	0.46
Gaiana	20	PF 1	11.00	42.11	43.66		43.89	0.011411	2.15	5.12	6.15	0.75
Gaiana	19	PF 1	11.00	42.19	43.45		43.56	0.004570	1.48	7.44	8.42	0.50
Gaiana	18	PF 1	11.00	41.91	43.43		43.47	0.001101	0.90	12.19	9.37	0.25
Gaiana	17.1	PF 1	11.00	40.60	43.43		43.45	0.000362	0.63	17.40	9.12	0.15
Gaiana	17	PF 1	11.00	40.53	43.43	41.47	43.45	0.000315	0.60	18.34	9.36	0.14
Gaiana	16.1		Bridge									
Gaiana	16	PF 1	11.00	40.52	43.41	41.24	43.43	0.000408	0.65	16.90	5.93	0.12
Gaiana	15.1	PF 1	11.00	40.51	43.40	41.29	43.42	0.000417	0.67	16.44	6.36	0.13
Gaiana	15	PF 1	11.00	40.50	43.40		43.41	0.000270	0.57	19.42	9.61	0.13
Gaiana	14	PF 1	11.00	40.55	43.38		43.40	0.000309	0.59	18.70	9.89	0.14
Gaiana	13	PF 1	11.00	40.80	43.35		43.38	0.000821	0.84	13.03	8.44	0.22
Gaiana	12	PF 1	11.00	41.00	43.28		43.35	0.001814	1.15	9.54	6.73	0.31
Gaiana	11	PF 1	11.00	41.21	43.23		43.30	0.001712	1.12	9.83	7.19	0.31
Gaiana	10	PF 1	11.00	41.18	43.14	42.36	43.22	0.002347	1.25	8.82	7.23	0.36
Gaiana	9.2		Bridge									
Gaiana	9	PF 1	11.00	41.18	43.06	42.42	43.16	0.003173	1.36	8.07	7.36	0.42
Gaiana	8	PF 1	11.00	41.13	42.87	42.44	43.02	0.005676	1.73	6.37	6.21	0.54
Gaiana	7	PF 1	11.00	40.83	42.79	41.99	42.87	0.002090	1.19	9.27	7.63	0.34
Gaiana	6	PF 1	11.00	40.62	42.58	42.08	42.71	0.004670	1.59	6.92	6.59	0.50
Gaiana	5	PF 1	11.00	40.53	42.43	41.74	42.53	0.003005	1.38	7.96	6.65	0.40

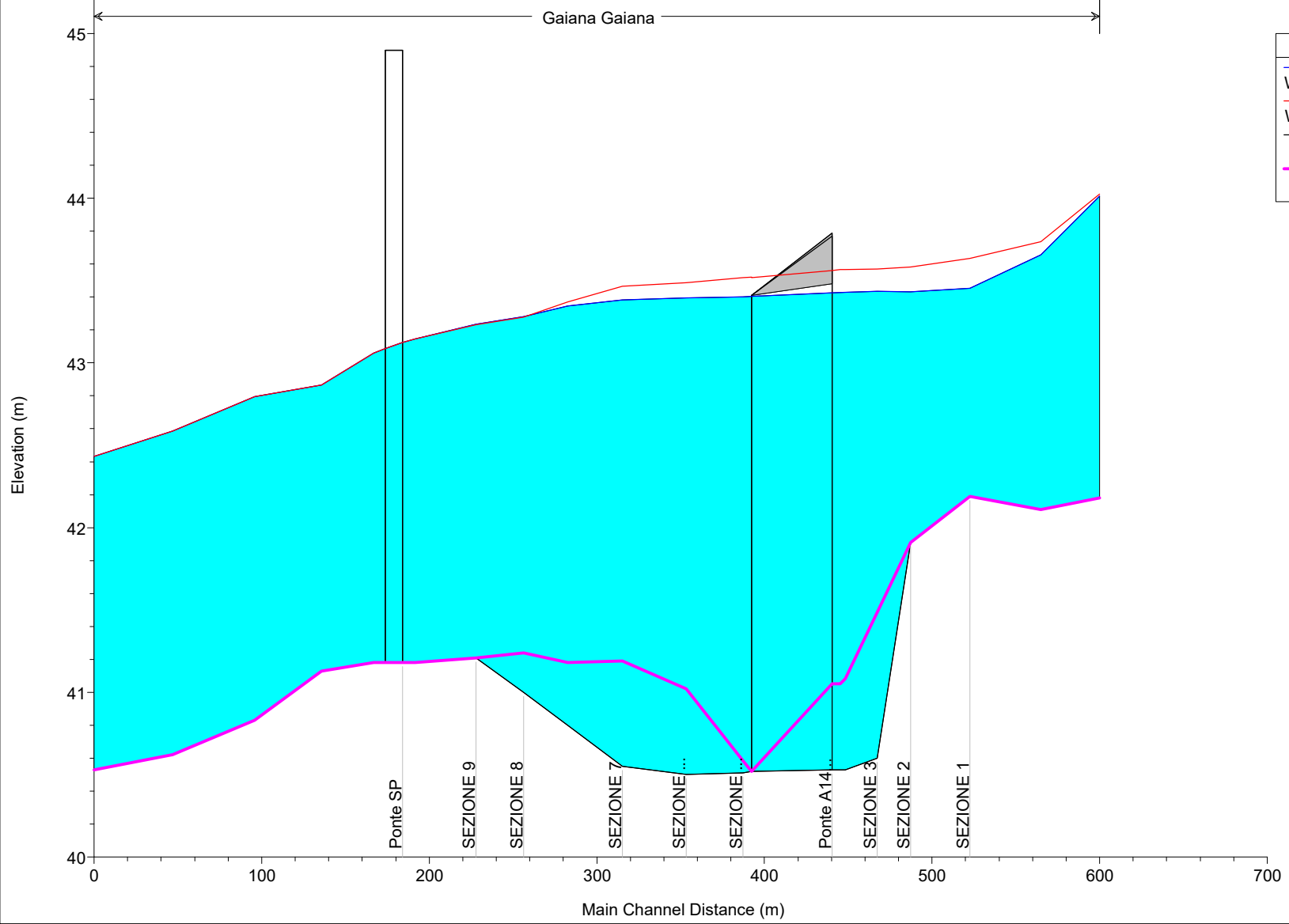




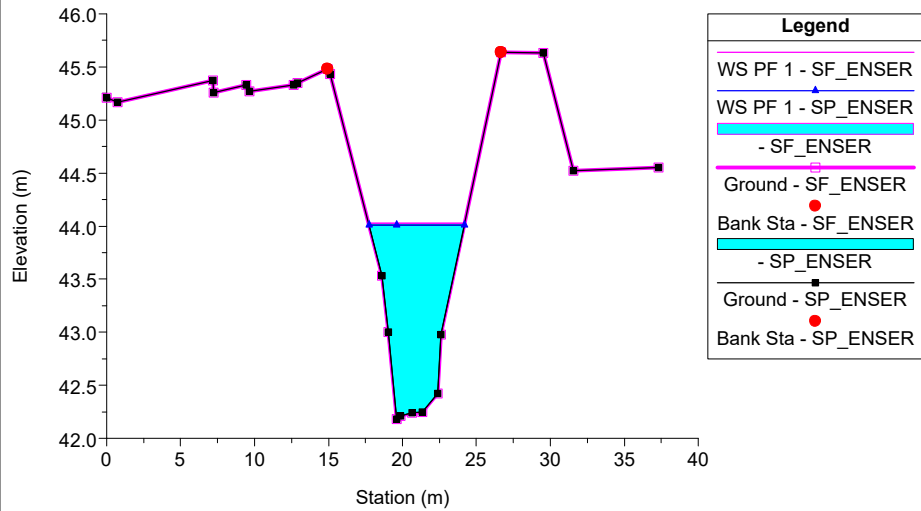
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 25/01/2018 2) SF\_ENSER 25/01/2018

Gaiana Gaiana

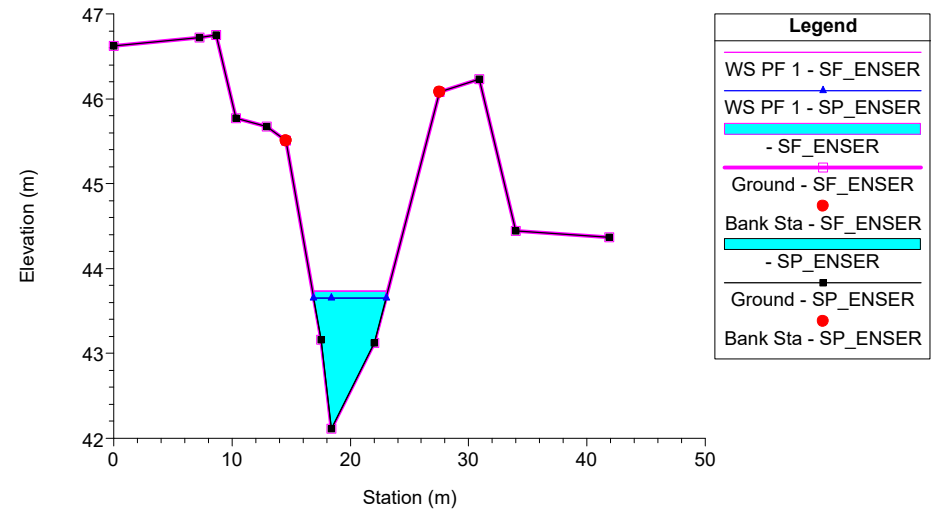
Legend	
	WS PF 1 - SP_ENSER
	WS PF 1 - SF_ENSER
	Ground
	Ground



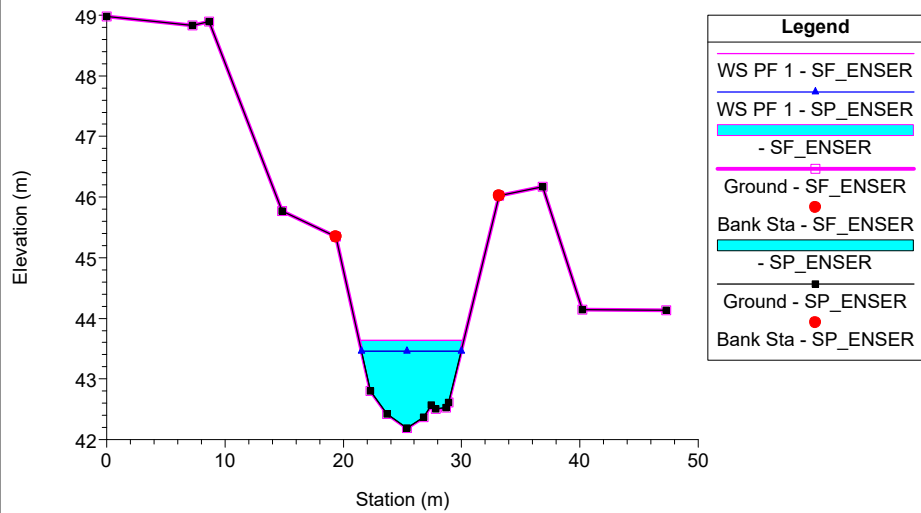
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 21



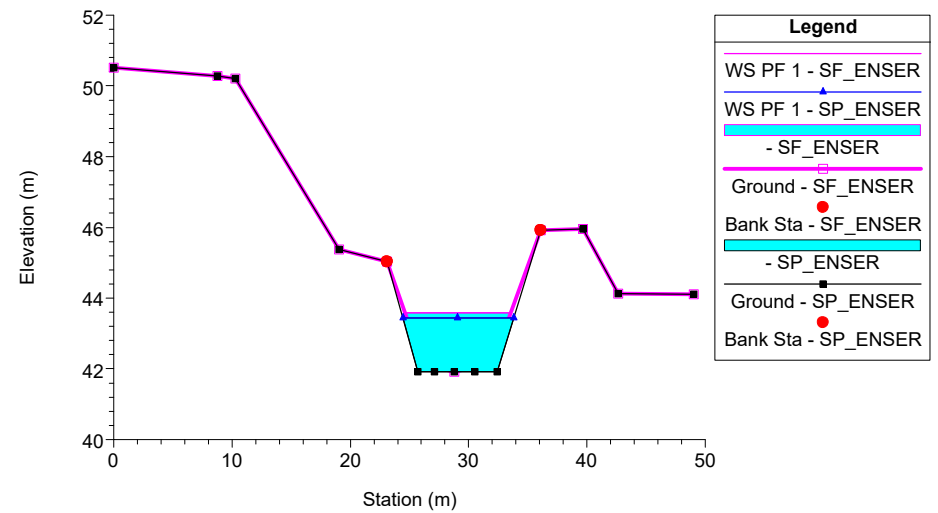
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 20



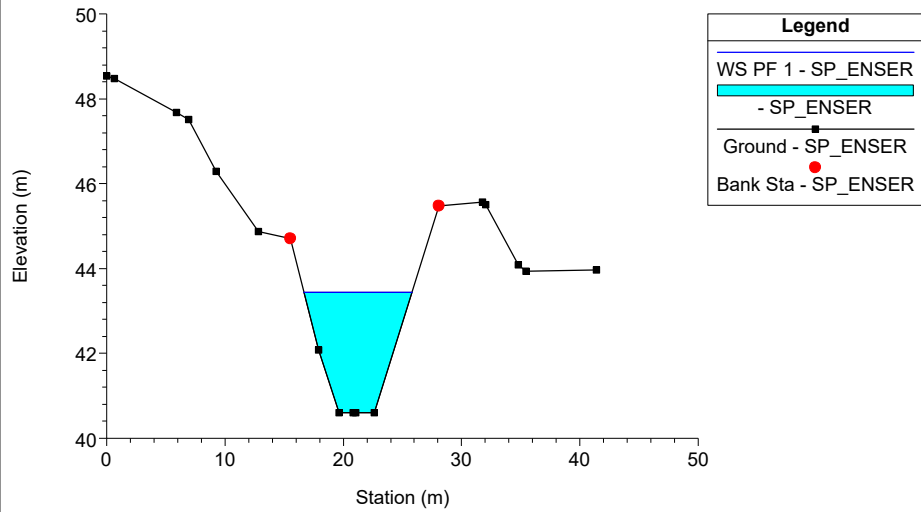
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 19 SEZIONE 1



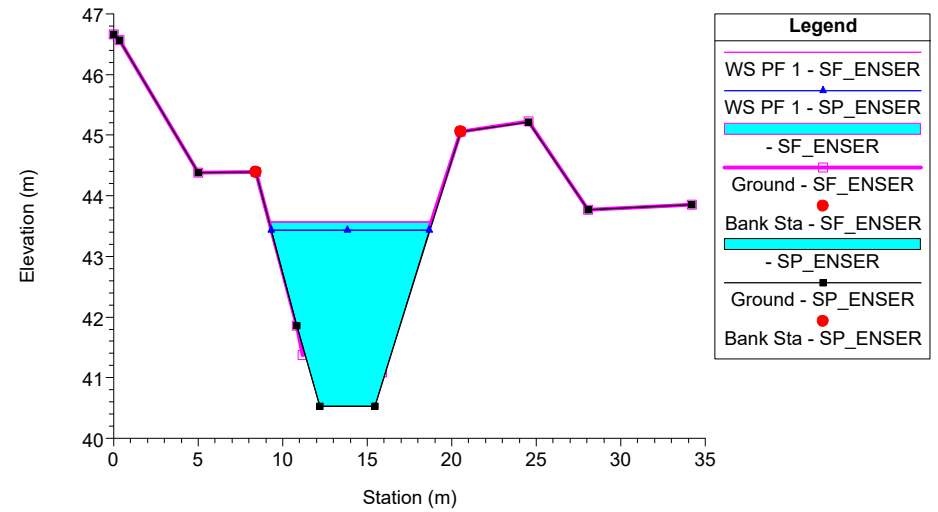
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 18 SEZIONE 2



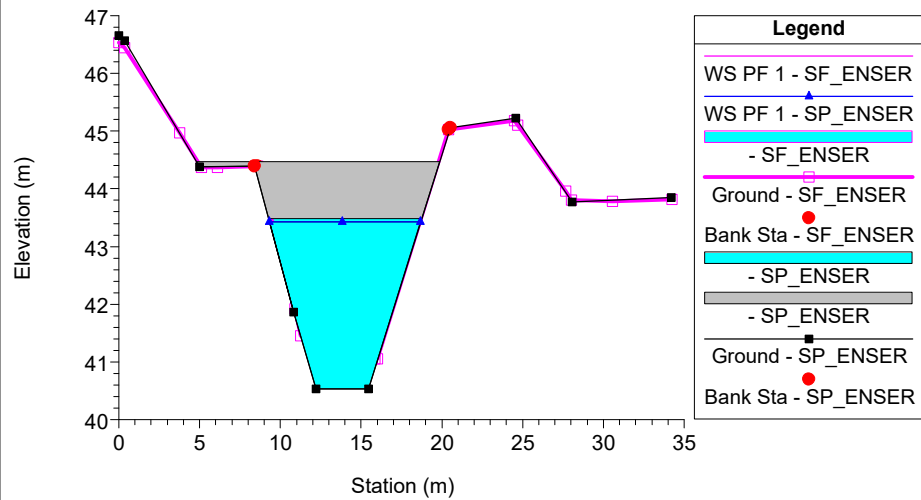
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 17.1 SEZIONE 3



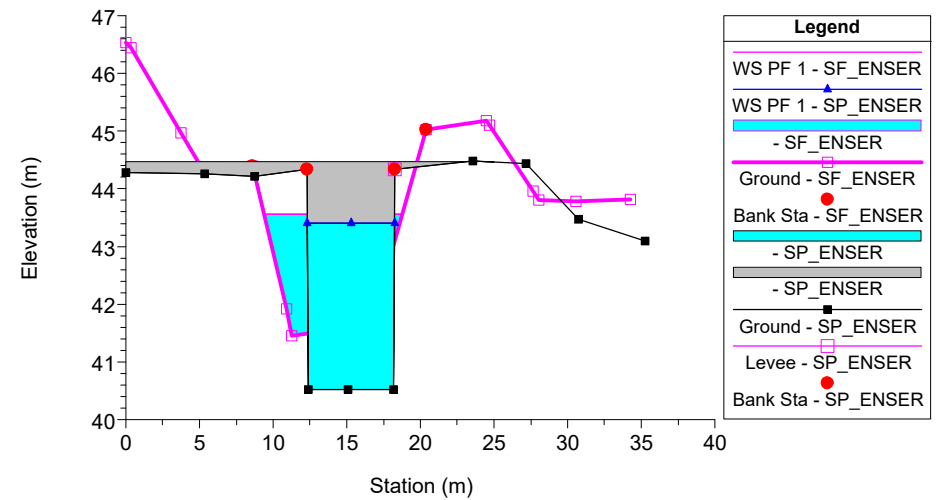
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 17 SEZIONE 4



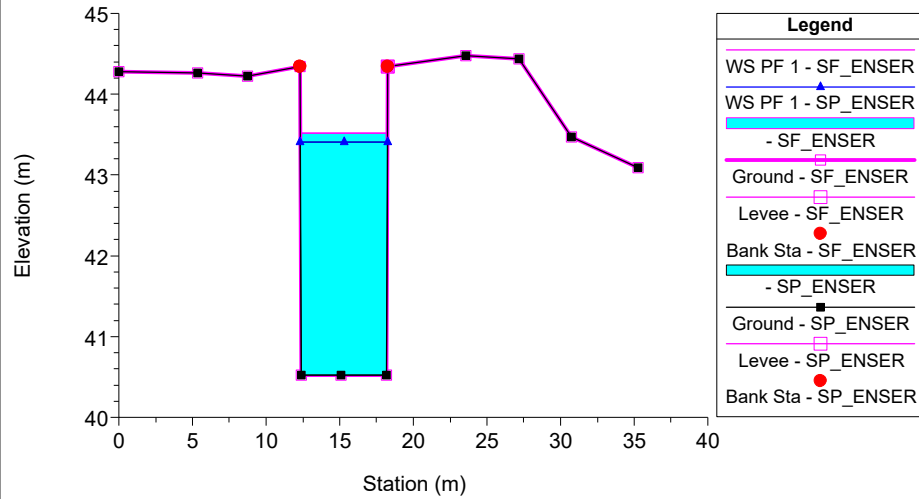
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 16.1 BR Ponte A14



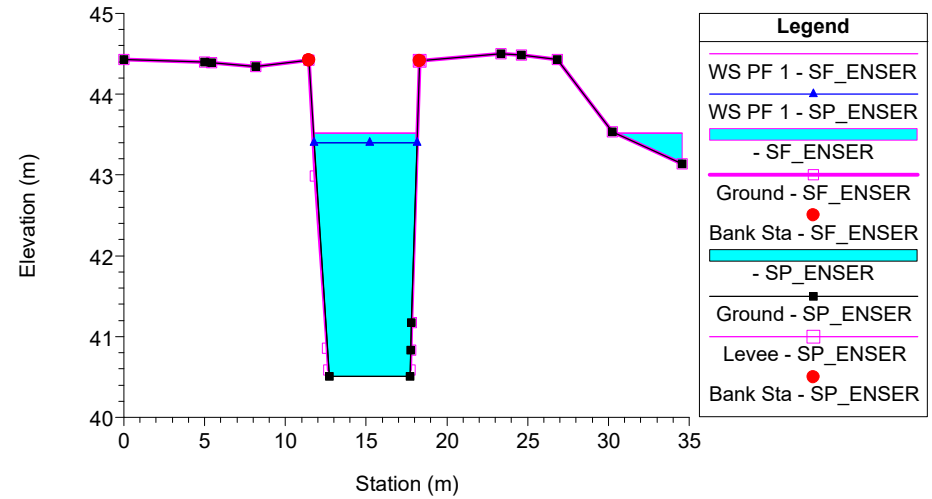
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 16.1 BR Ponte A14



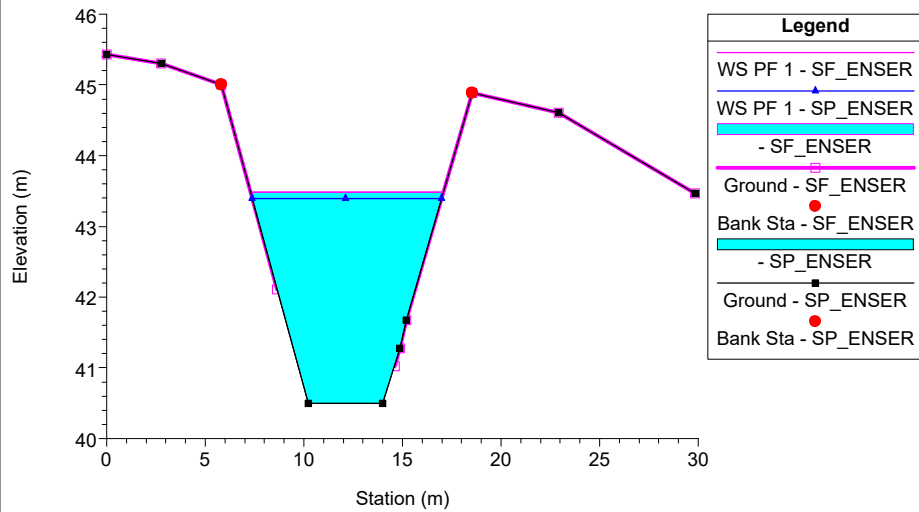
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 16



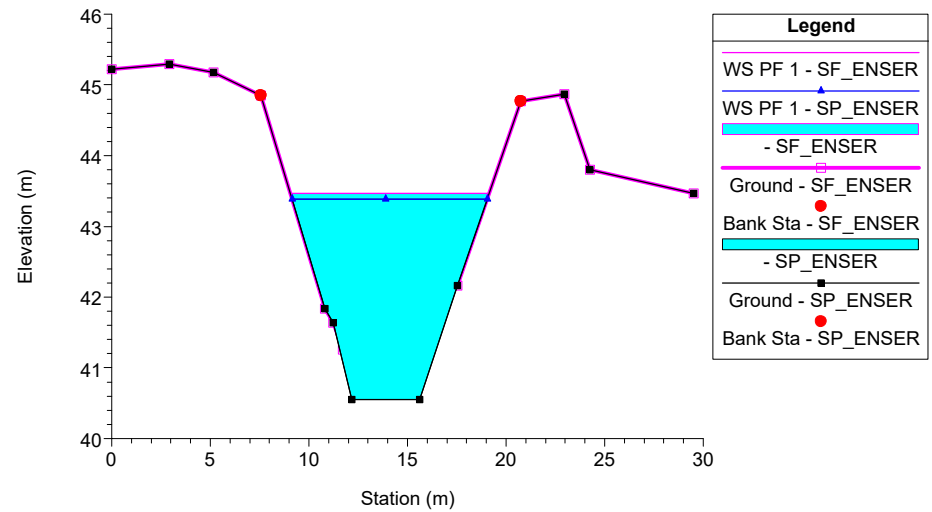
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 15.1 SEZIONE 5



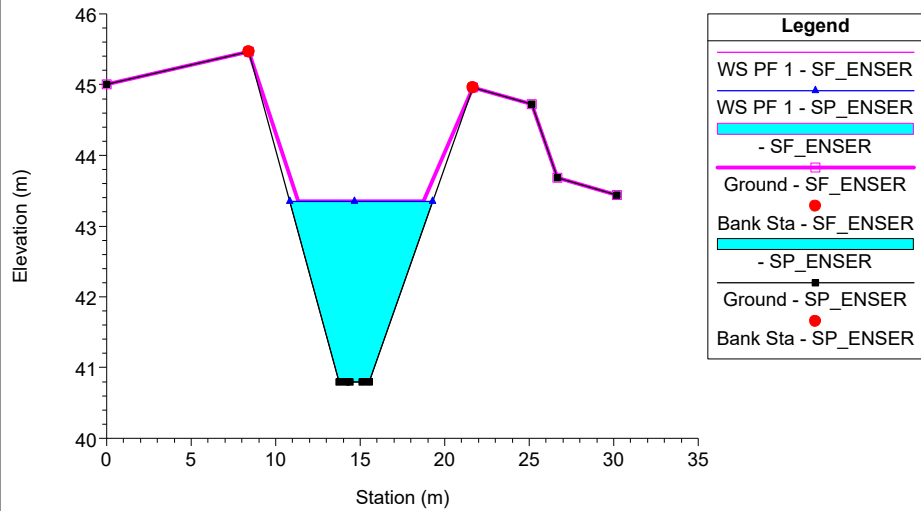
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 15 SEZIONE 6



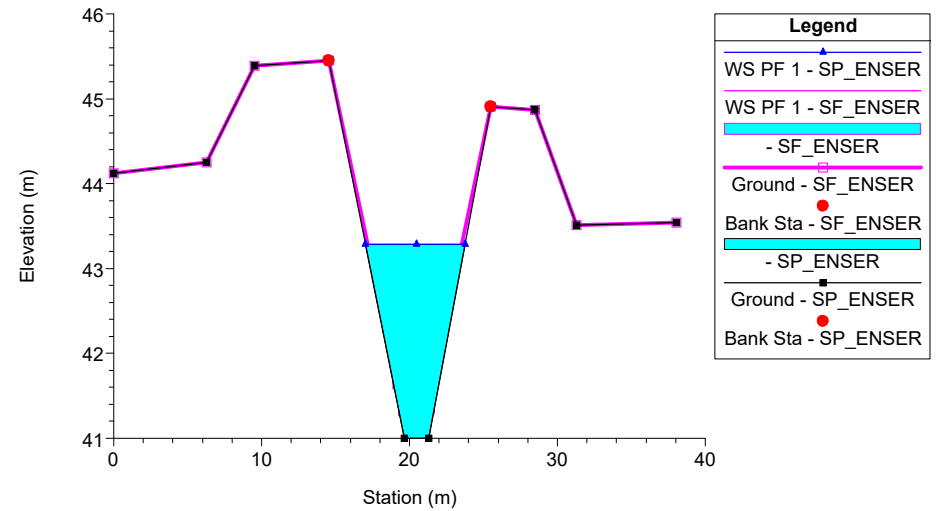
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 14 SEZIONE 7



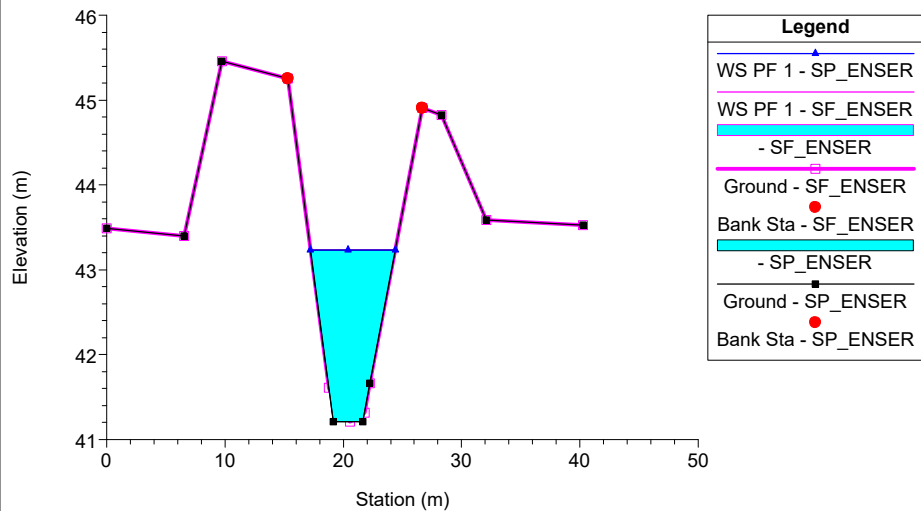
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 13



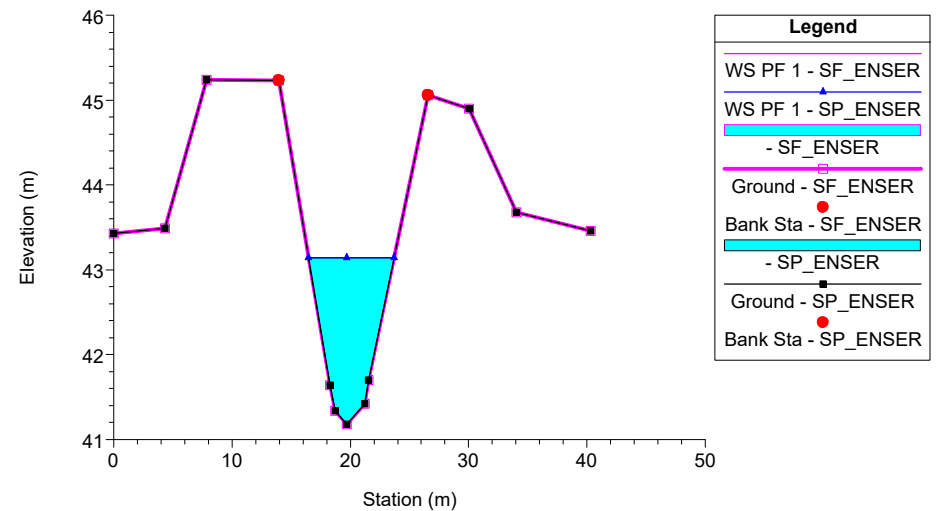
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 12 SEZIONE 8



Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 11 SEZIONE 9

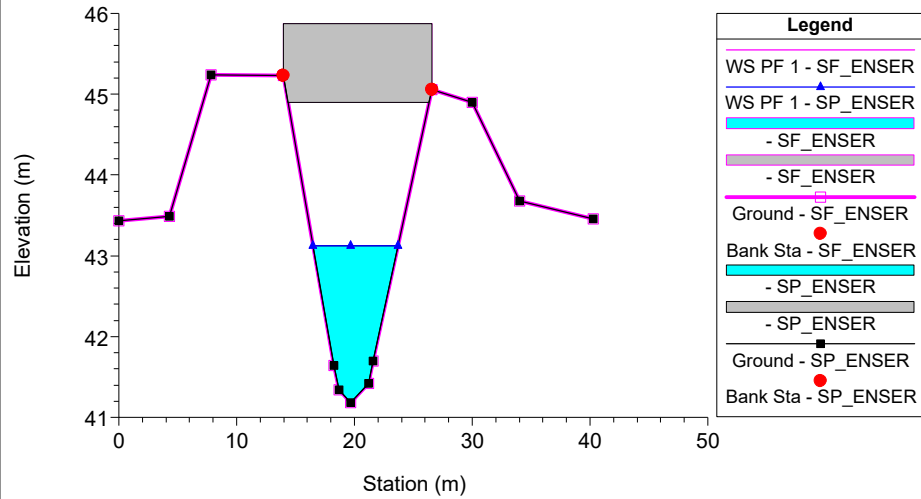


Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 10 SEZIONE 10

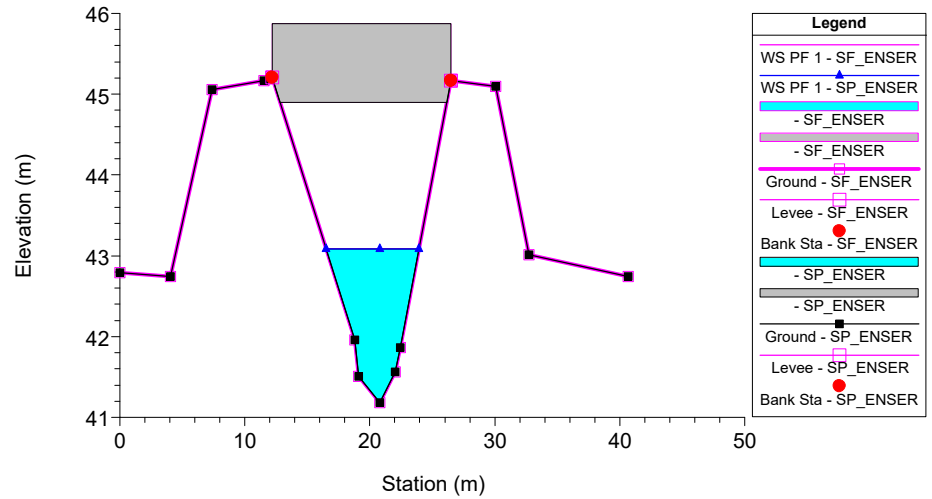




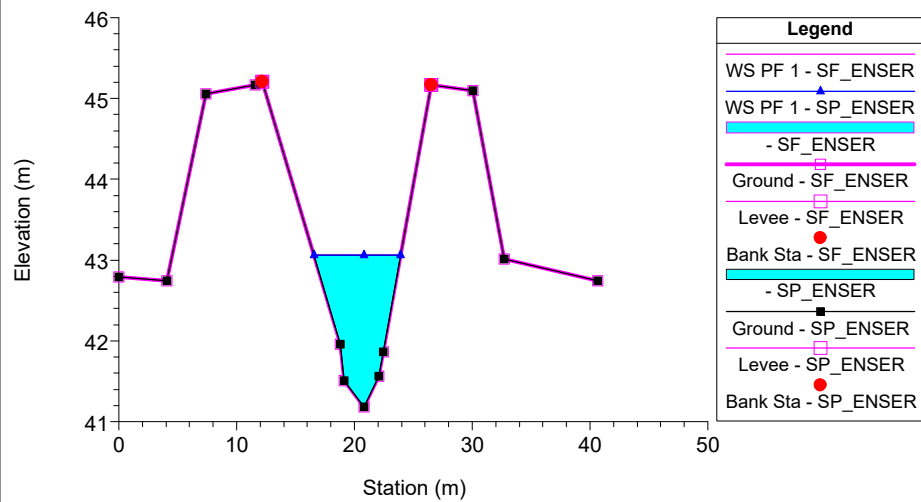
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9.2 BR Ponte SP



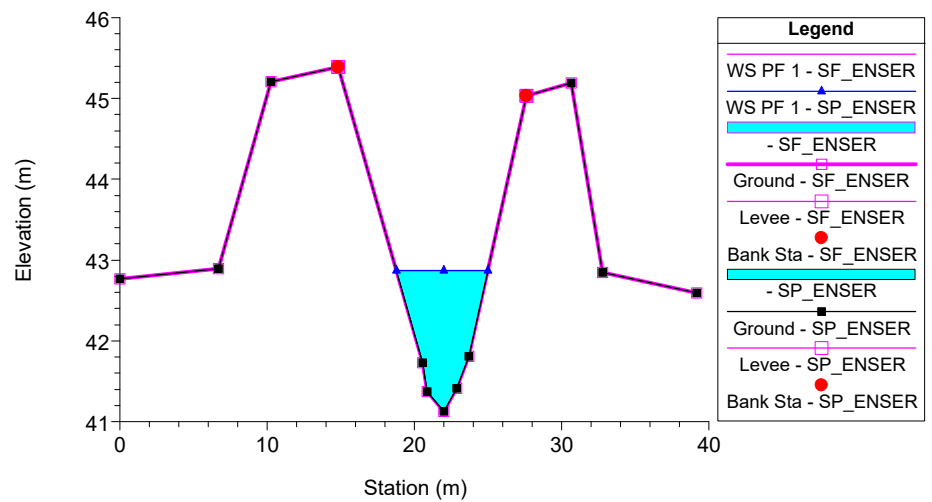
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9.2 BR Ponte SP



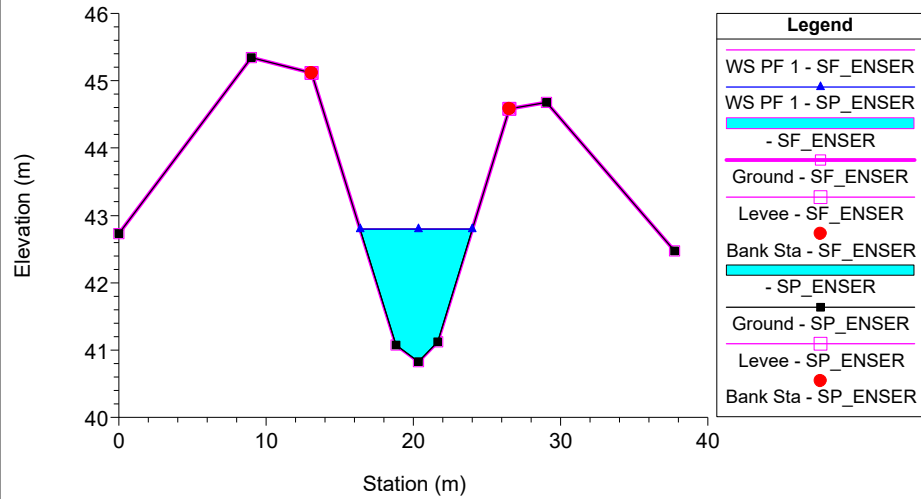
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9



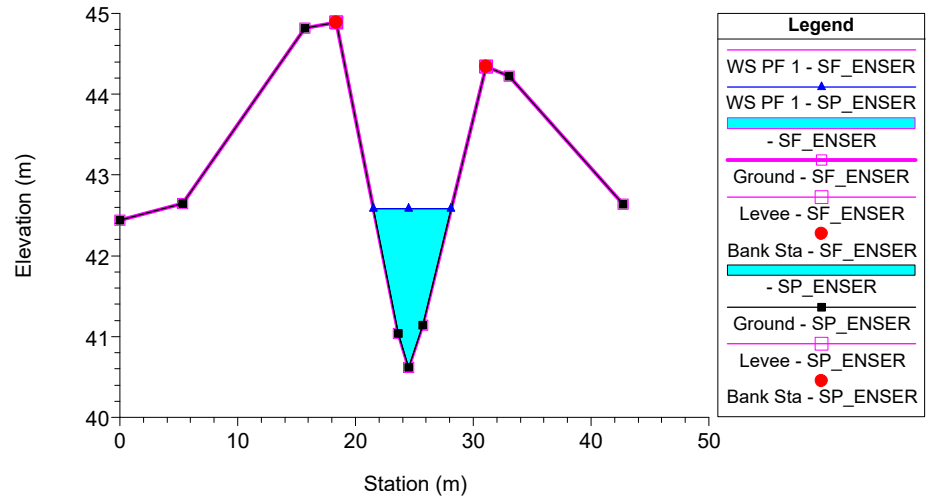
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8



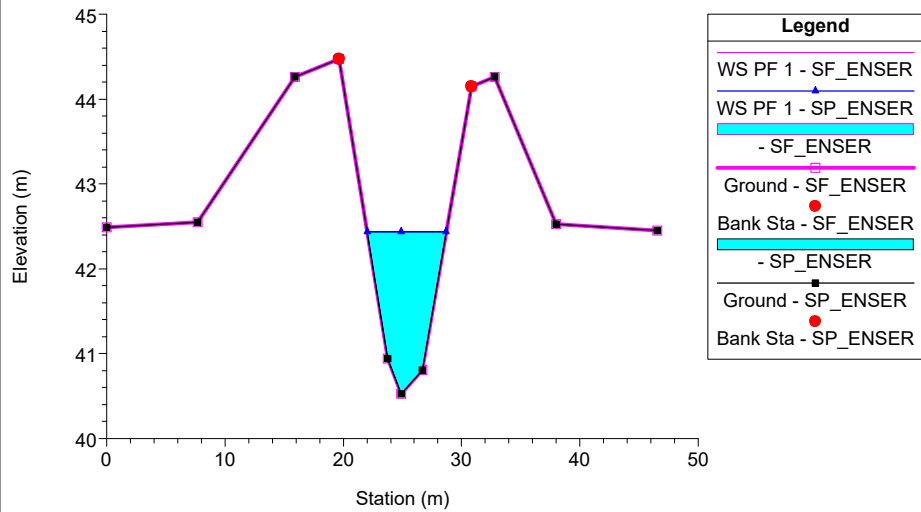
Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7



Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6



Gaiana Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5



## APPENDICE 3

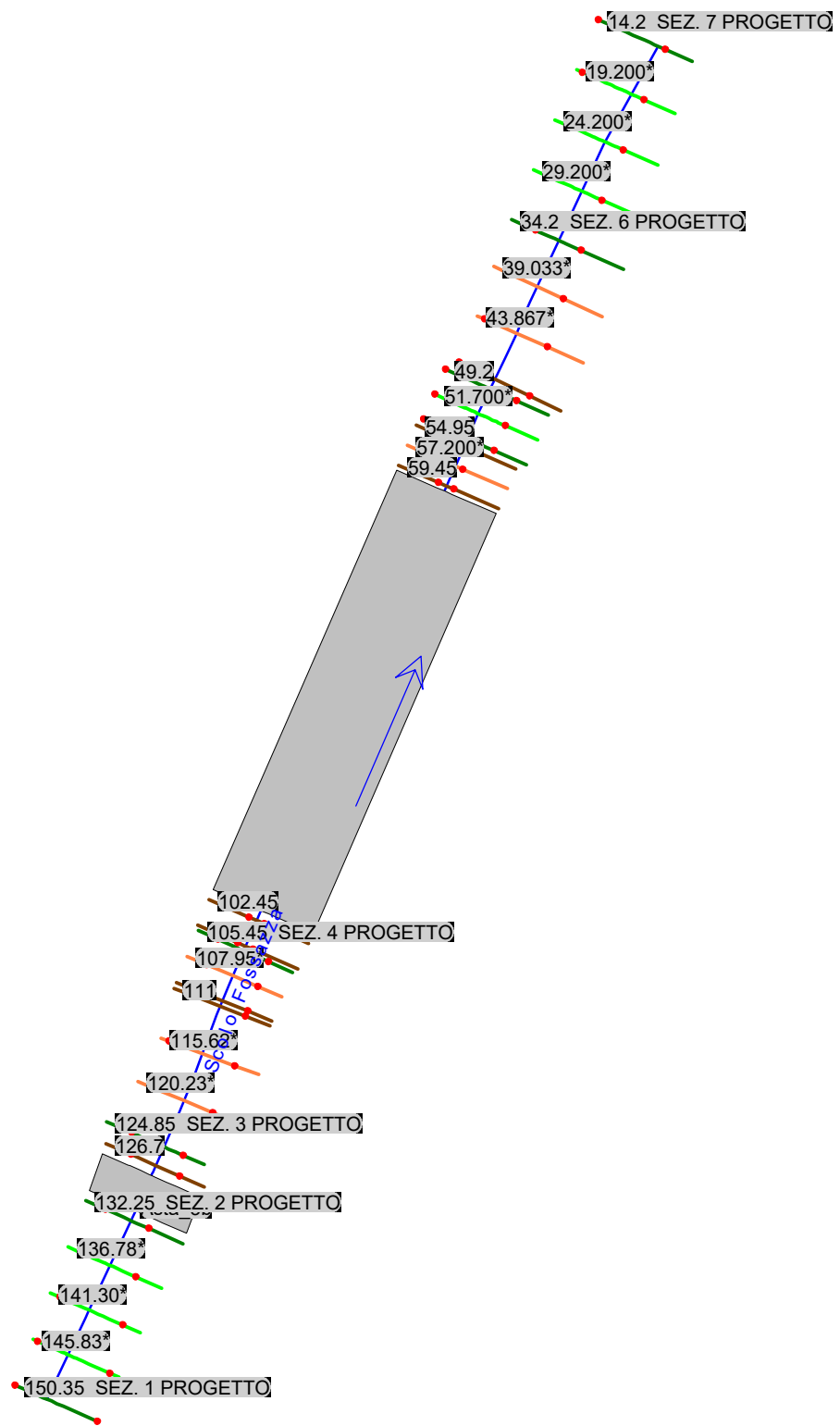
### Scolo Fossazza: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Scolo Fossazza Reach: Asta\_3b Profile: Qms

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
Asta_3b	150.35	Qms	1.50	41.79	42.84		42.86	0.003745	0.68	2.21	4.66	0.31
Asta_3b	145.83*	Qms	1.50	41.79	42.82		42.84	0.002711	0.70	2.16	3.20	0.27
Asta_3b	141.30*	Qms	1.50	41.78	42.81		42.83	0.002706	0.70	2.16	3.17	0.27
Asta_3b	136.78*	Qms	1.50	41.78	42.80		42.82	0.002656	0.69	2.17	3.15	0.27
Asta_3b	132.25	Qms	1.50	41.77	42.78	42.25	42.81	0.002560	0.68	2.21	3.14	0.26
Asta_3b	131		Culvert									
Asta_3b	126.7	Qms	1.50	41.78	42.71		42.73	0.002976	0.72	2.08	3.12	0.28
Asta_3b	124.85	Qms	1.50	41.78	42.70		42.73	0.003051	0.73	2.06	3.11	0.29
Asta_3b	120.00*	Qms	1.50	41.75	42.68		42.71	0.003089	0.73	2.07	3.22	0.29
Asta_3b	115.15*	Qms	1.50	41.71	42.67		42.70	0.003070	0.72	2.08	3.26	0.29
Asta_3b	110.30*	Qms	1.50	41.68	42.66		42.68	0.002924	0.71	2.11	3.25	0.28
Asta_3b	105.45	Qms	1.50	41.65	42.64		42.67	0.002744	0.69	2.16	3.28	0.27
Asta_3b	103.95*	Qms	1.50	41.65	42.64		42.66	0.002796	0.70	2.15	3.27	0.28
Asta_3b	102.45	Qms	1.50	41.65	42.63	42.14	42.66	0.002848	0.70	2.13	3.26	0.28
Asta_3b	101.45		Culvert									
Asta_3b	59.45	Qms	1.50	41.48	42.54		42.56	0.002476	0.68	2.22	3.00	0.25
Asta_3b	54.2	Qms	1.50	41.46	42.53		42.55	0.002410	0.67	2.24	3.01	0.25
Asta_3b	49.200*	Qms	1.50	41.42	42.51		42.54	0.002485	0.68	2.22	3.00	0.25
Asta_3b	44.200*	Qms	1.50	41.37	42.50		42.53	0.002630	0.68	2.20	3.16	0.26
Asta_3b	39.200*	Qms	1.50	41.32	42.49		42.51	0.002658	0.68	2.20	3.21	0.26
Asta_3b	34.2	Qms	1.50	41.28	42.48		42.50	0.002646	0.68	2.20	3.18	0.26
Asta_3b	24.200*	Qms	1.50	41.24	42.46		42.47	0.001994	0.62	2.43	3.34	0.23
Asta_3b	14.2	Qms	1.50	41.21	42.44	41.77	42.46	0.001501	0.56	2.70	3.48	0.20

HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Scolo Fossazza Reach: Asta\_3b Profile: Qms

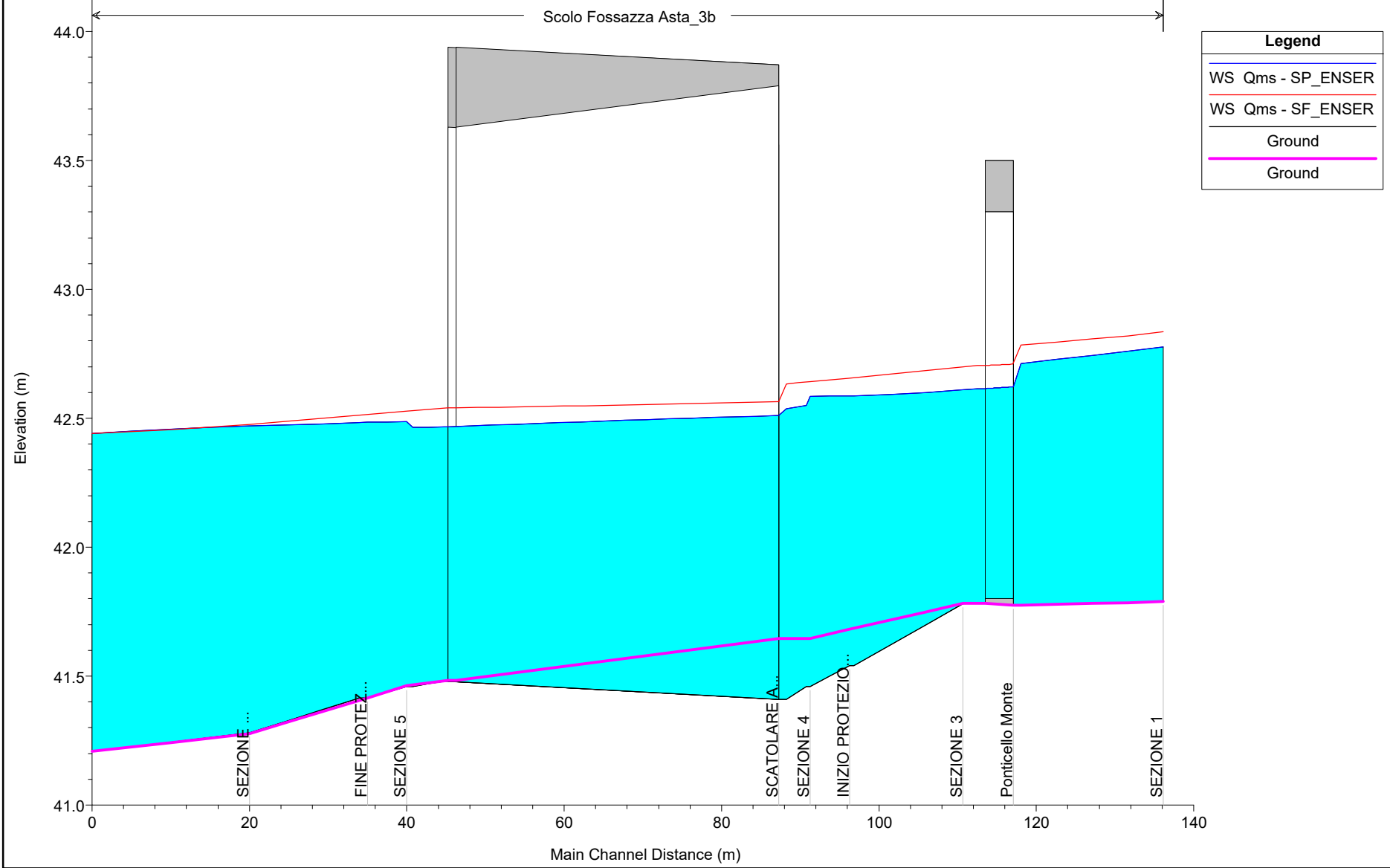
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Asta_3b	150.35 SEZ. 1 PROGETTO	Qms	1.50	41.79	42.78		42.80	0.003355	0.75	2.00	3.13	0.30
Asta_3b	132.25 SEZ. 2 PROGETTO	Qms	1.50	41.77	42.71	42.25	42.74	0.003401	0.76	1.99	3.01	0.30
Asta_3b	131		Culvert									
Asta_3b	126.7	Qms	1.50	41.78	42.62		42.65	0.004380	0.83	1.81	2.97	0.34
Asta_3b	124.85 SEZ. 3 PROGETTO	Qms	1.50	41.78	42.61		42.64	0.003813	0.78	1.92	3.11	0.32
Asta_3b	111	Qms	1.50	41.54	42.59		42.60	0.001516	0.55	2.71	3.68	0.21
Asta_3b	110.45	Qms	1.50	41.54	42.59		42.60	0.000662	0.55	2.71	3.68	0.21
Asta_3b	105.45 SEZ. 4 PROGETTO	Qms	1.50	41.46	42.58		42.60	0.001153	0.50	3.00	3.84	0.18
Asta_3b	105	Qms	1.50	41.46	42.55		42.59	0.006138	0.91	1.64	1.51	0.28
Asta_3b	102.45	Qms	1.50	41.41	42.54	41.88	42.58	0.005639	0.88	1.70	1.51	0.27
Asta_3b	101.45 TOMBAMENTO A14		Culvert									
Asta_3b	59.45	Qms	1.50	41.48	42.47		42.52	0.000917	1.01	1.48	1.51	0.33
Asta_3b	54.95	Qms	1.50	41.46	42.46		42.51	0.000876	0.99	1.51	1.51	0.32
Asta_3b	54.2 SEZ. 5 PROGETTO	Qms	1.50	41.46	42.49		42.50	0.000749	0.58	2.58	3.52	0.22
Asta_3b	49.2	Qms	1.50	41.42	42.48		42.50	0.000641	0.55	2.73	3.60	0.20
Asta_3b	48.7	Qms	1.50	41.42	42.48		42.50	0.001476	0.55	2.73	3.60	0.20
Asta_3b	34.2 SEZ. 6 PROGETTO	Qms	1.50	41.28	42.47		42.48	0.000957	0.47	3.21	3.89	0.16
Asta_3b	14.2 SEZ. 7 PROGETTO	Qms	1.50	41.21	42.44	41.77	42.46	0.001501	0.56	2.70	3.48	0.20





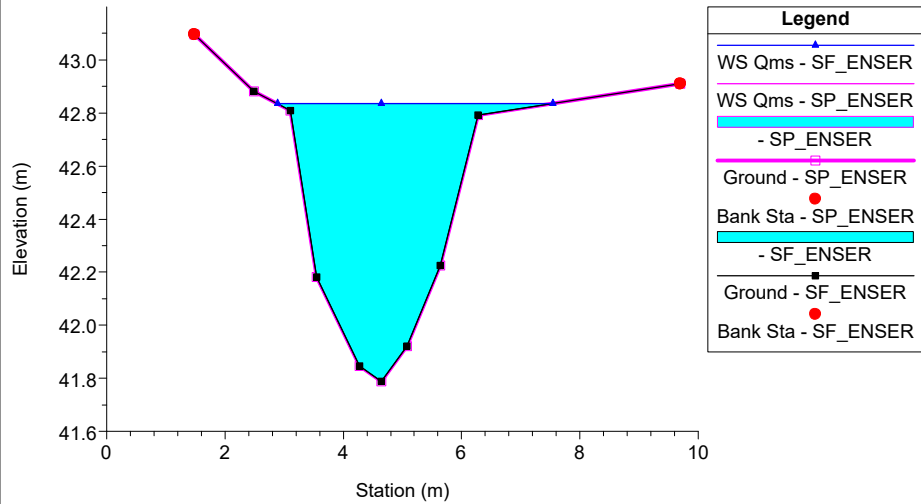
69.T.A\_Scolo Fossazza Plan: 1) SP\_ENSER 25/01/2018 2) SF\_ENSER 25/01/2018

Scolo Fossazza Asta\_3b

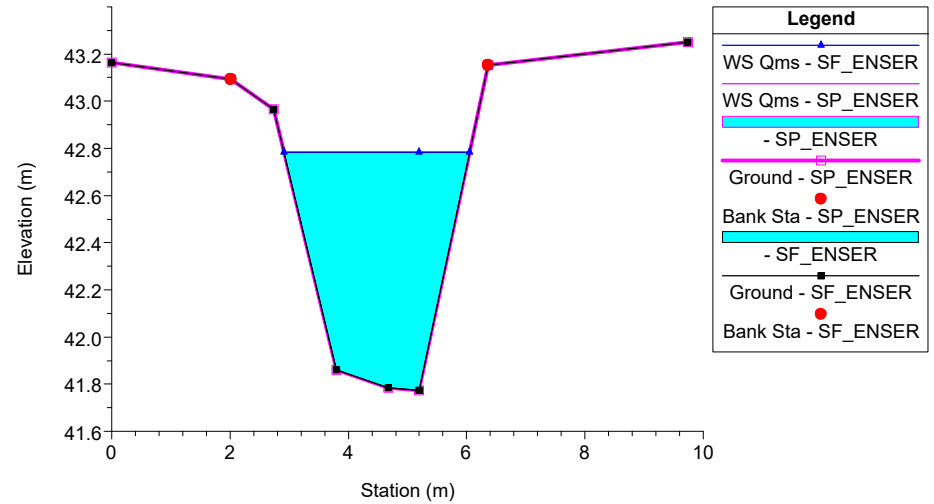


Legend	
—	WS Qms - SP_ENSER
—	WS Qms - SF_ENSER
—	Ground
—	Ground

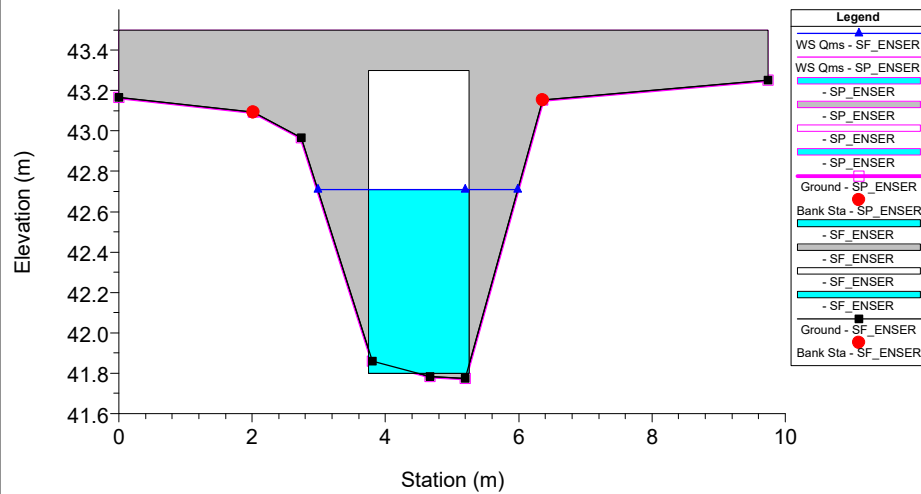
69.T.A\_Scolo Fossazza Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 150.35 sezione 7 rilievo topografico



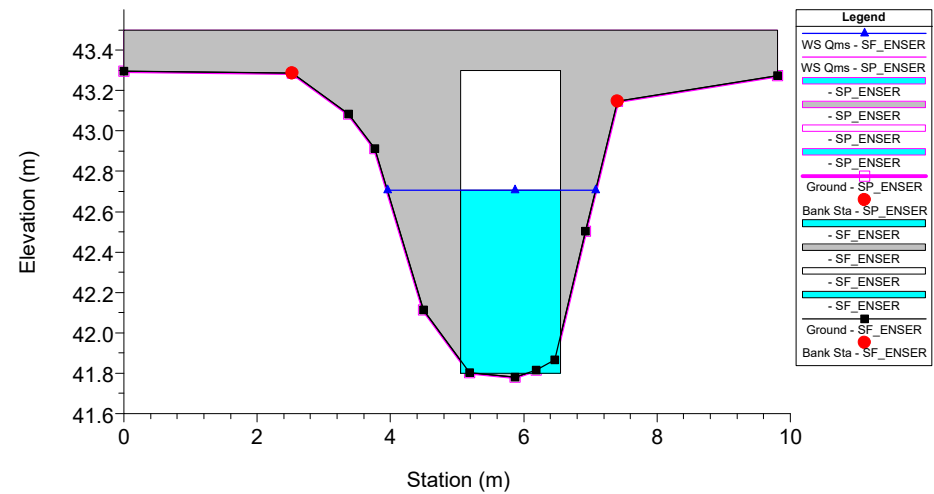
69.T.A\_Scolo Fossazza Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 132.25 sezione 6 rilievo topografico



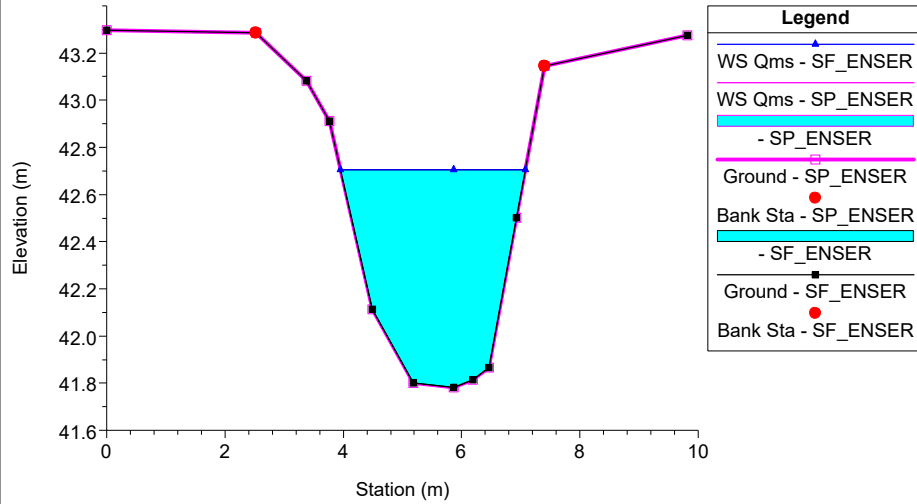
69.T.A\_Scolo Fossazza Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 131 Culv Ponticello Monte



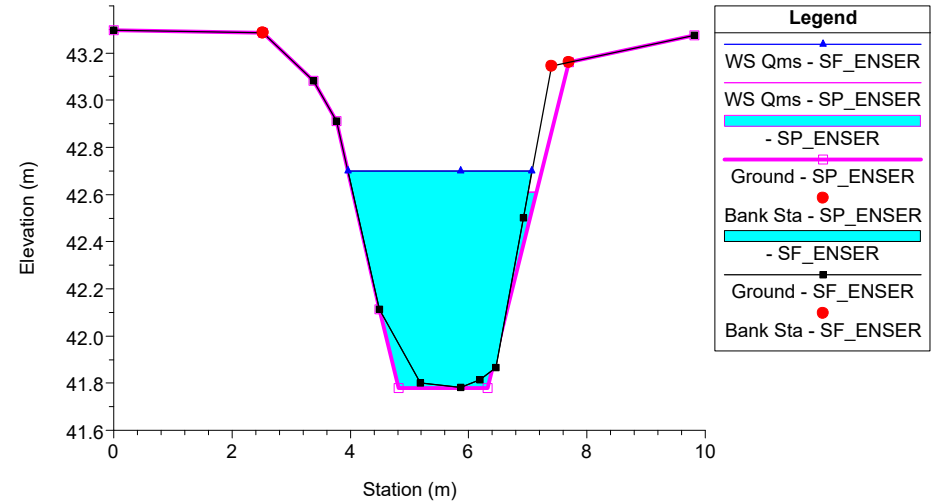
69.T.A\_Scolo Fossazza Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 131 Culv Ponticello Monte



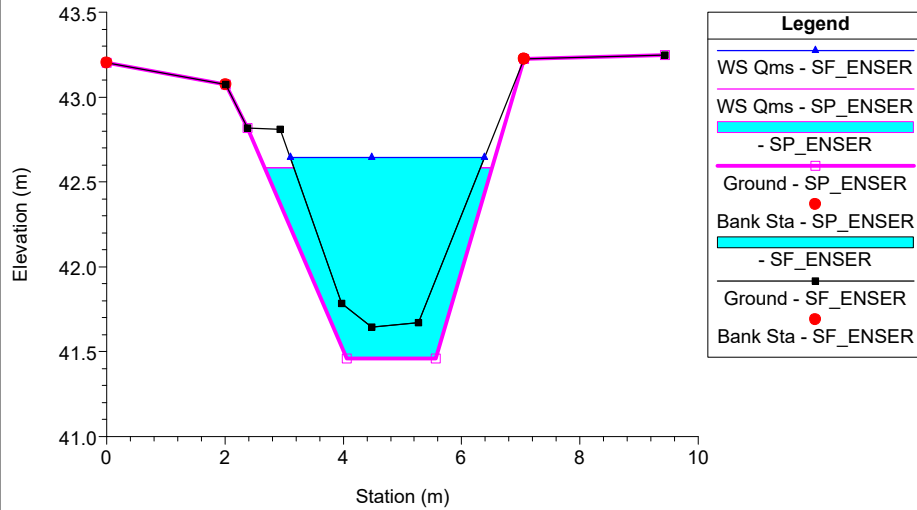
69.T.A\_Scolo Fossazza Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 126.7



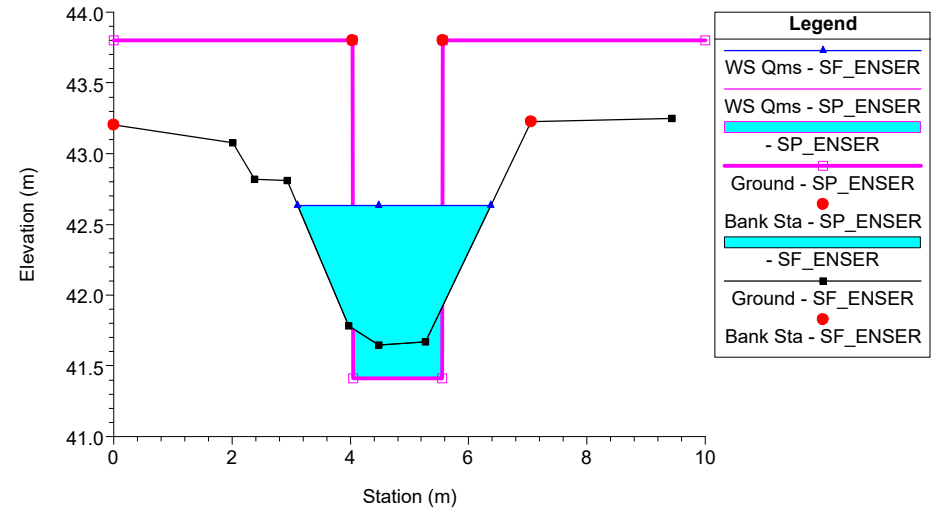
69.T.A\_Scolo Fossazza Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 124.85 sezione 5 rilievo topografico



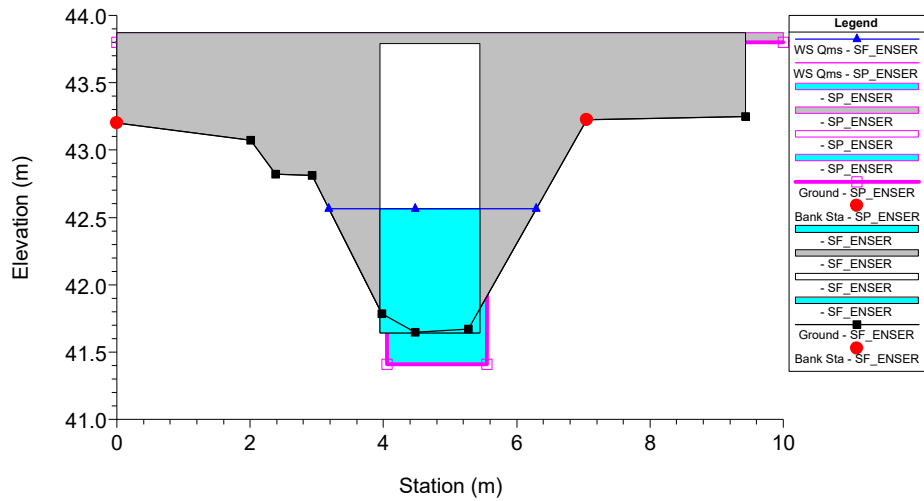
69.T.A\_Scolo Fossazza Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 105.45 sezione 4 rilievo topografico



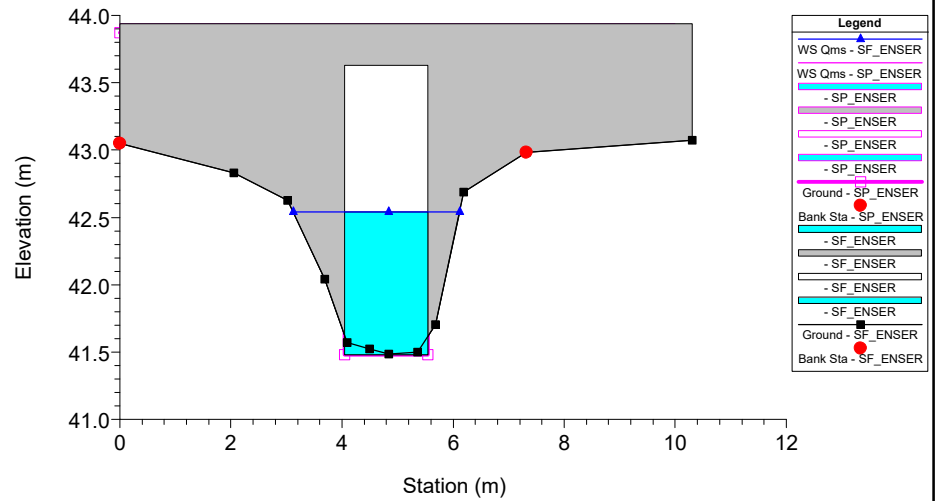
69.T.A\_Scolo Fossazza Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 102.45



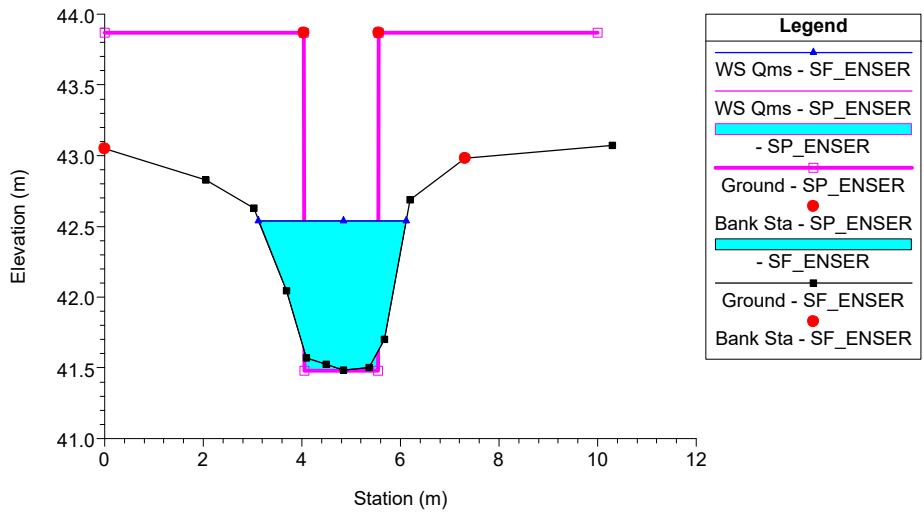
69.T.A\_Scolo Fossazza Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 101.45 Culv SCATOLARE A14



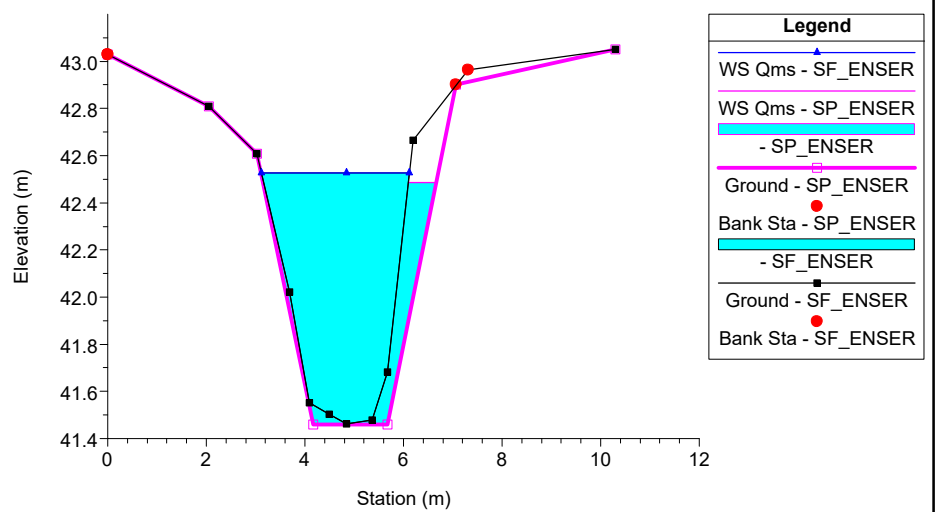
69.T.A\_Scolo Fossazza Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 101.45 Culv SCATOLARE A14



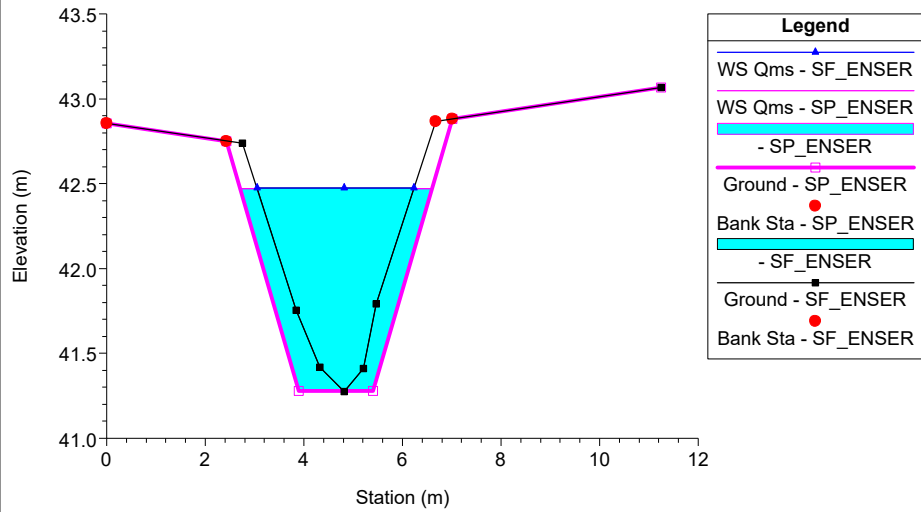
69.T.A\_Scolo Fossazza Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 59.45



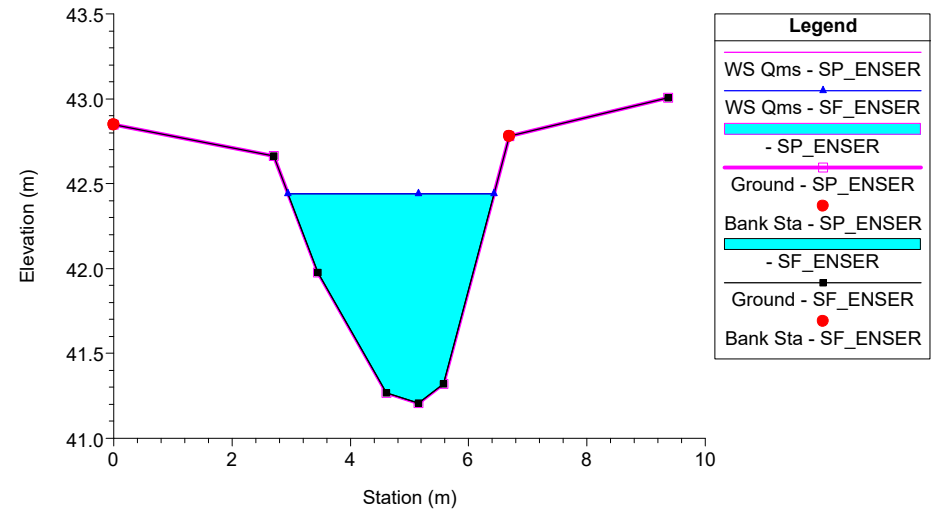
69.T.A\_Scolo Fossazza Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 54.2 sezione 3 rilievo topografico



69.T.A\_Scolo Fossazza Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 34.2 sezione 2 rilievo topografico



69.T.A\_Scolo Fossazza Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 14.2 sezione 1 rilievo topografico



## APPENDICE 4

### Rio Magione: risultati delle simulazioni

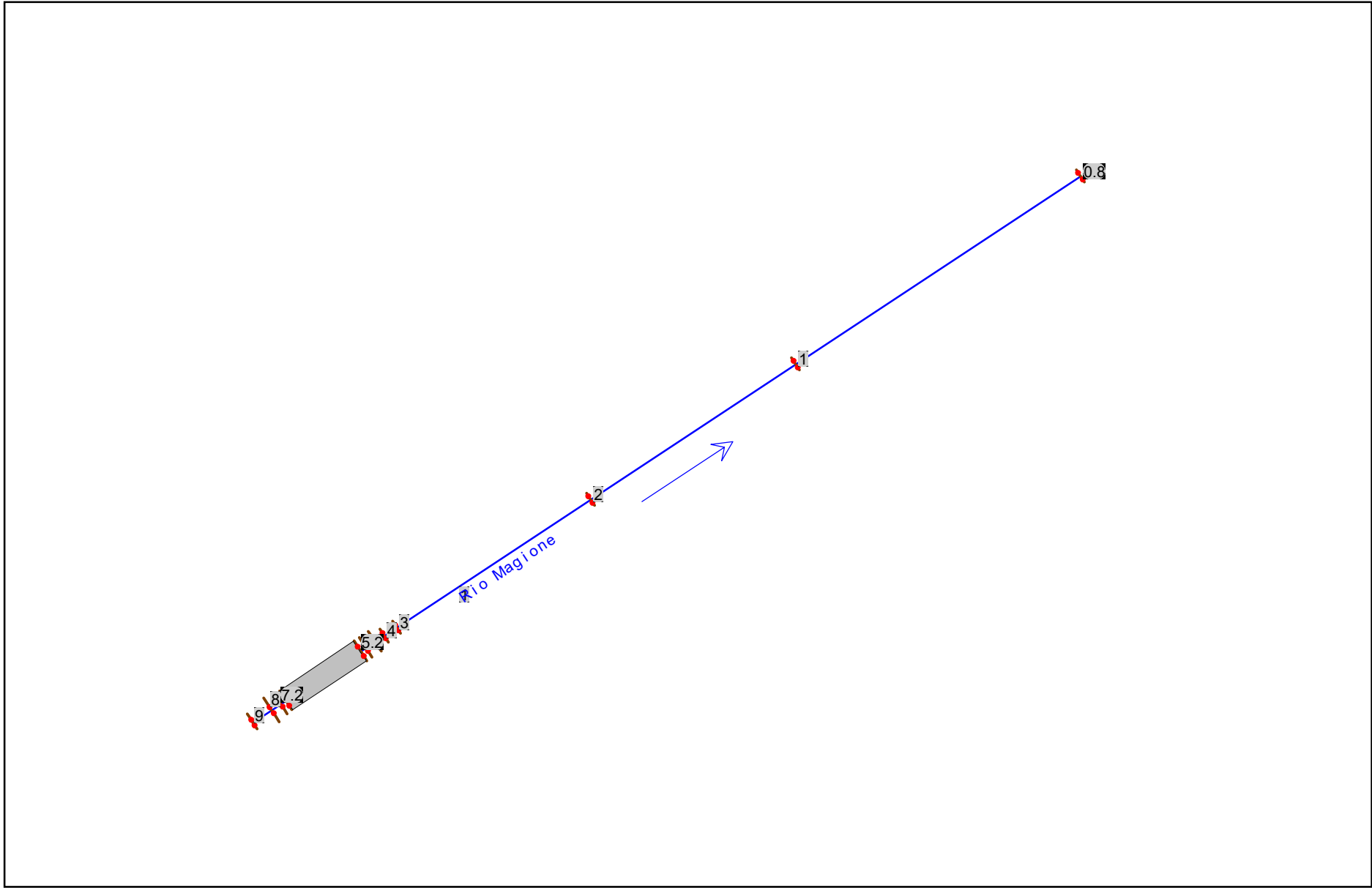
HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Rio Magione Reach: 1 Profile: QMS

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
1	9	QMS	3.50	43.23	44.48		44.53	0.004589	1.04	3.40	5.50	0.37
1	8	QMS	3.50	43.10	44.44		44.47	0.002405	0.80	4.40	5.89	0.28
1	7.2	QMS	3.50	43.08	44.43		44.45	0.001808	0.75	5.71	13.40	0.24
1	7.1	QMS	3.50	43.04	44.42		44.44	0.001421	0.67	6.44	12.48	0.22
1	7	QMS	3.50	42.97	44.42		44.44	0.001090	0.63	6.97	11.53	0.19
1	6.9	QMS	3.50	42.76	44.43	43.10	44.43	0.000120	0.25	14.93	14.61	0.07
1	6.5		Bridge									
1	5.2	QMS	3.50	43.00	44.32		44.32	0.000231	0.29	12.67	17.30	0.09
1	5.1	QMS	3.50	42.93	44.28		44.32	0.003367	0.85	4.70	16.05	0.32
1	5	QMS	3.50	42.93	44.24		44.29	0.004063	0.93	4.14	13.48	0.35
1	4	QMS	3.50	43.08	44.22		44.26	0.002869	0.82	4.41	10.82	0.31
1	3	QMS	3.50	43.05	44.19		44.22	0.002985	0.84	4.26	8.43	0.31
1	2	QMS	3.50	42.54	43.67		43.70	0.003129	0.85	4.17	8.41	0.32
1	1	QMS	3.50	42.00	43.24		43.27	0.001929	0.72	5.13	9.53	0.25
1	0.8	QMS	3.50	41.50	42.64	42.12	42.67	0.003004	0.84	4.25	8.43	0.31



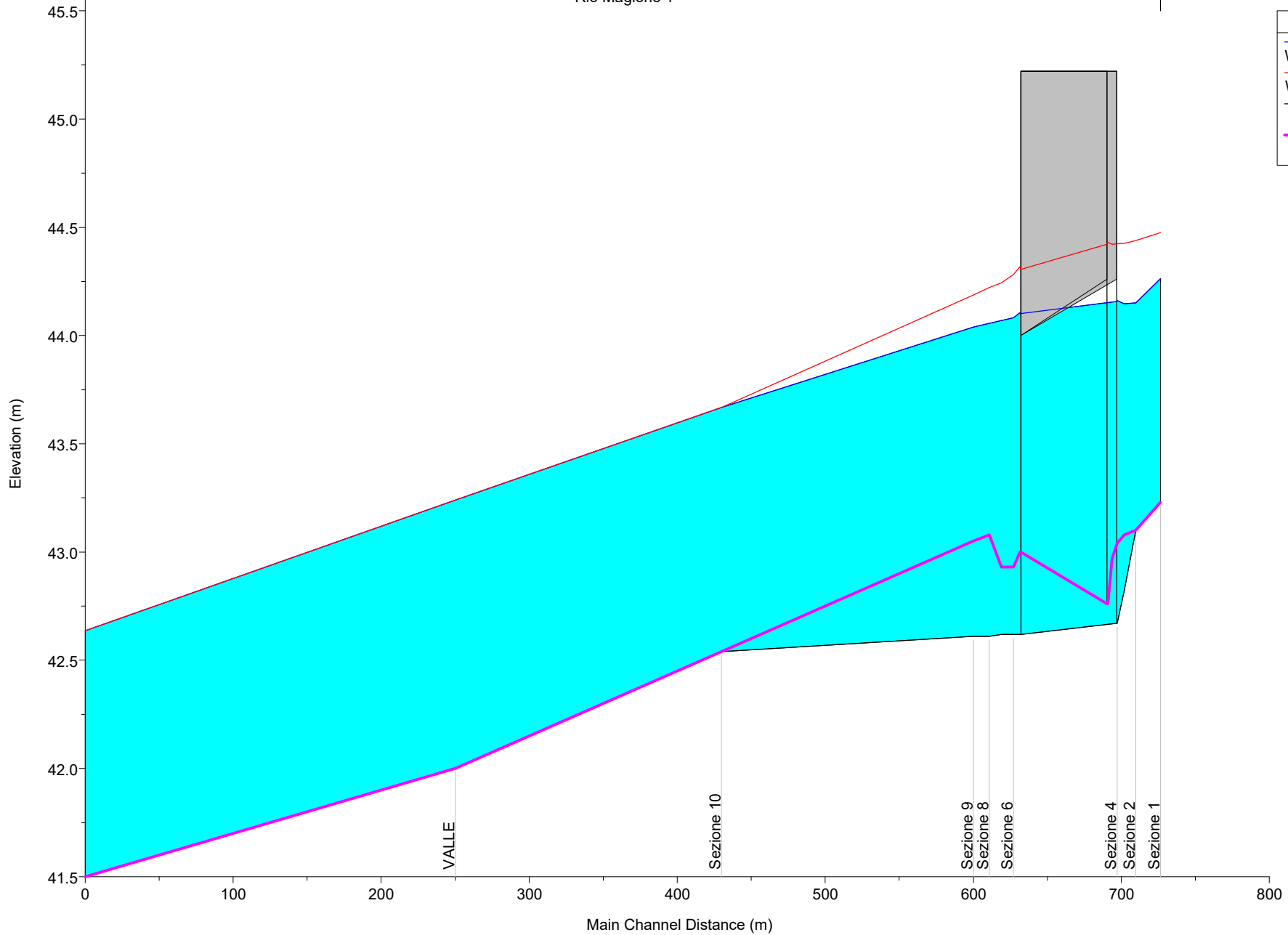
HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Rio Magione Reach: 1 Profile: QMS

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
1	9	QMS	3.50	43.23	44.26		44.36	0.010146	1.39	2.53	3.67	0.53
1	8	QMS	3.50	43.10	44.15		44.22	0.006598	1.16	3.02	4.35	0.44
1	7.2	QMS	3.50	42.82	44.15		44.18	0.002250	0.80	4.39	4.70	0.26
1	7.1	QMS	3.50	42.67	44.16	43.01	44.17	0.000249	0.33	10.56	10.25	0.10
1	6.5		Bridge									
1	5.2	QMS	3.50	42.62	44.11		44.11	0.000200	0.31	11.93	11.72	0.09
1	5.1	QMS	3.50	42.62	44.08		44.11	0.001540	0.69	5.07	4.93	0.22
1	5	QMS	3.50	42.62	44.07		44.09	0.001595	0.70	5.00	4.90	0.22
1	4	QMS	3.50	42.61	44.06		44.08	0.001428	0.70	5.04	5.33	0.21
1	3	QMS	3.50	42.61	44.04		44.07	0.001537	0.72	4.95	5.21	0.22
1	2	QMS	3.50	42.54	43.67		43.70	0.003129	0.85	4.17	8.41	0.32
1	1	QMS	3.50	42.00	43.24		43.27	0.001929	0.72	5.13	9.53	0.25
1	0.8	QMS	3.50	41.50	42.64	42.12	42.67	0.003004	0.84	4.25	8.43	0.31



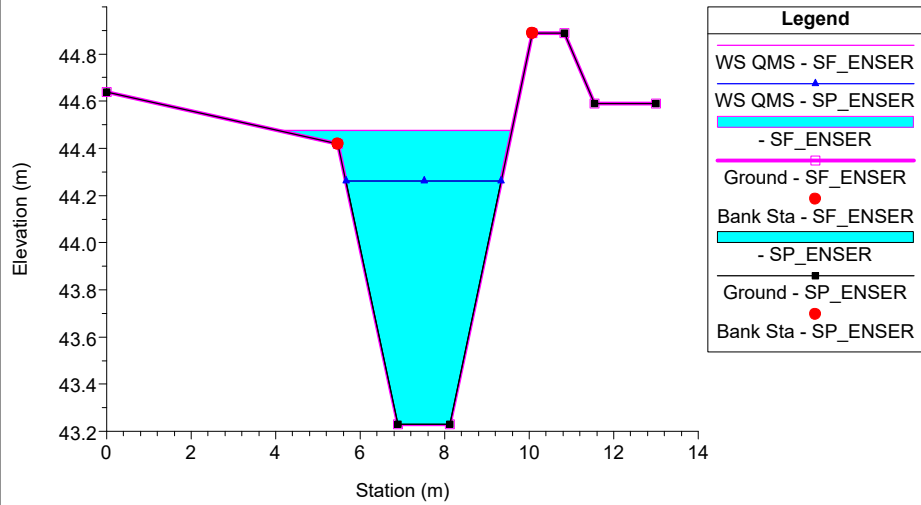
Rio Magione Plan: 1) SP\_ENSER 26/01/2018 2) SF\_ENSER 26/01/2018

Rio Magione 1

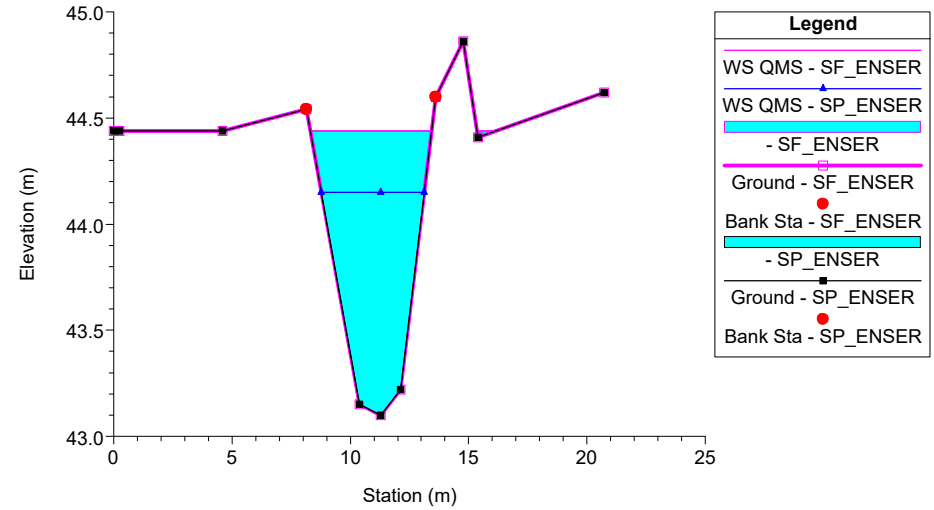


Legend	
—	WS QMS - SP_ENSER
—	WS QMS - SF_ENSER
—	Ground
—	Ground

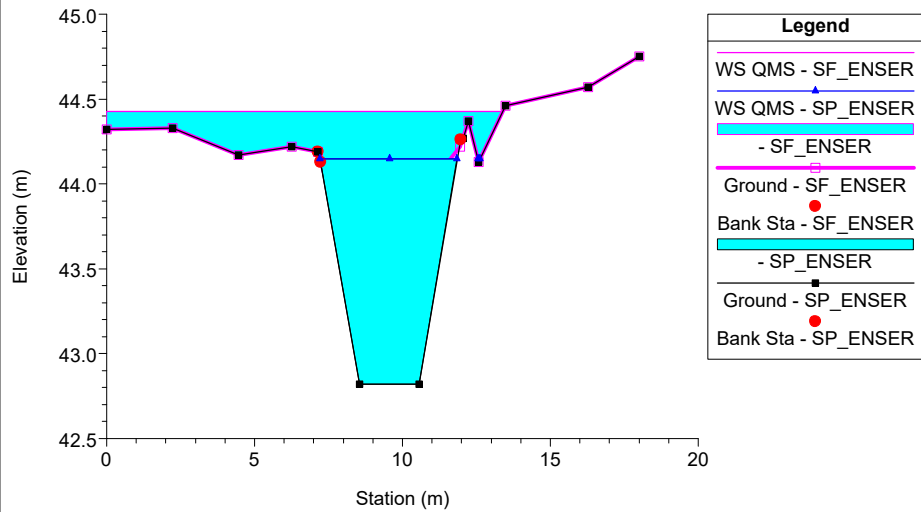
Rio Magione Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9 Sezione 1



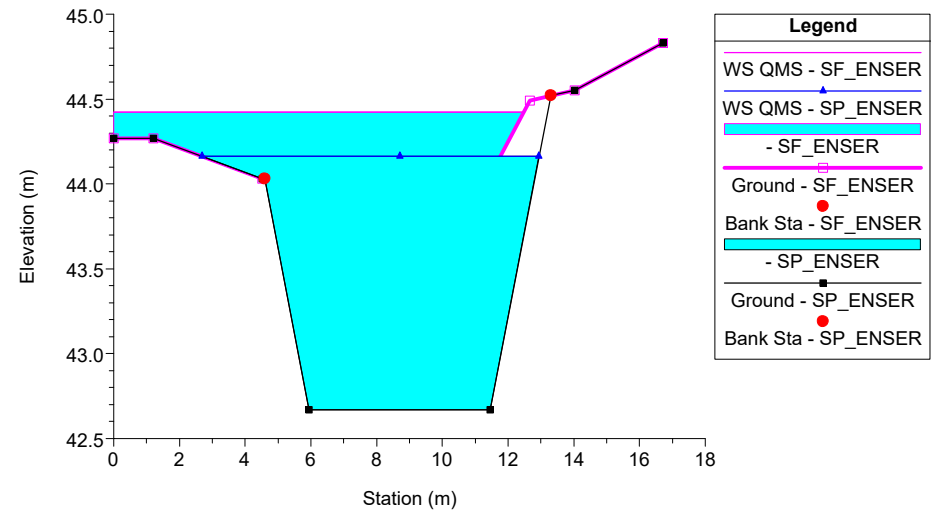
Rio Magione Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8 Sezione 2



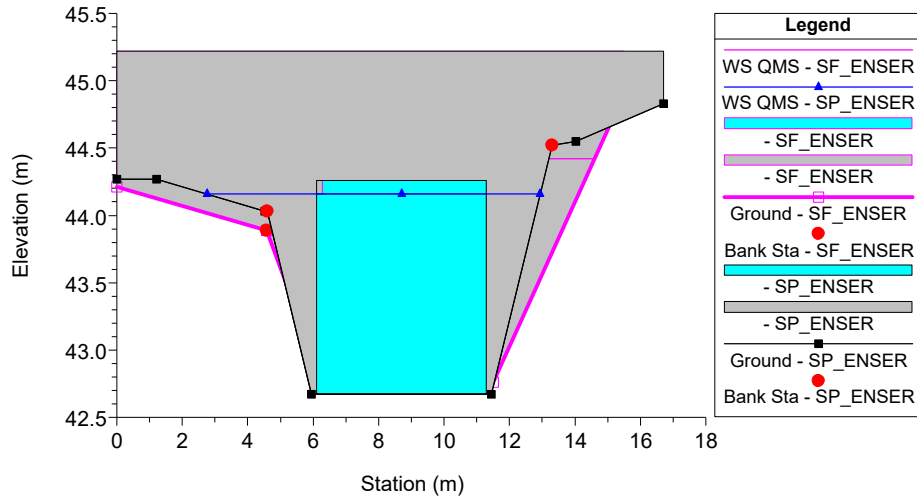
Rio Magione Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7.2 Sezione 3



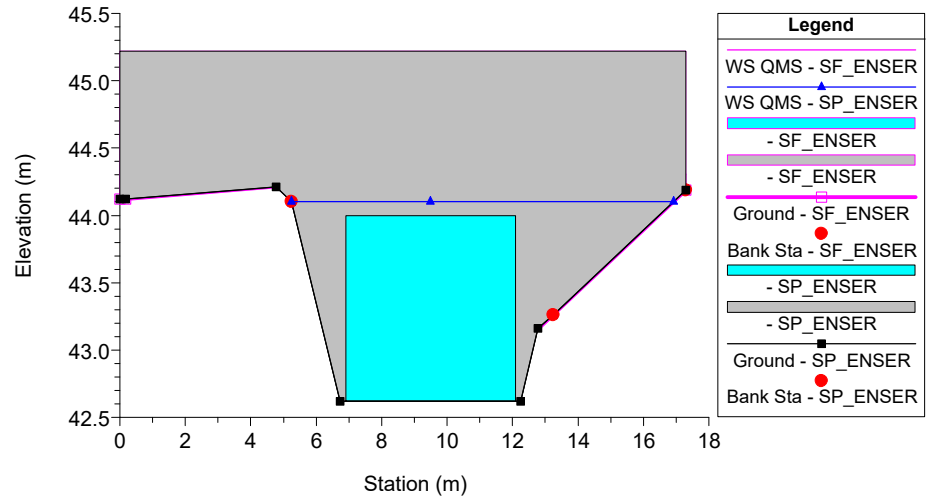
Rio Magione Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7.1 Sezione 4



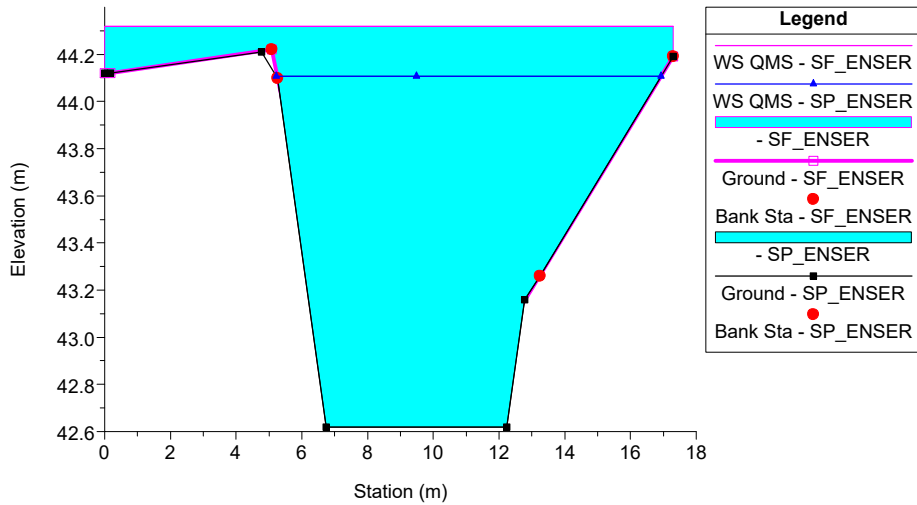
Rio Magione Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6.5 BR



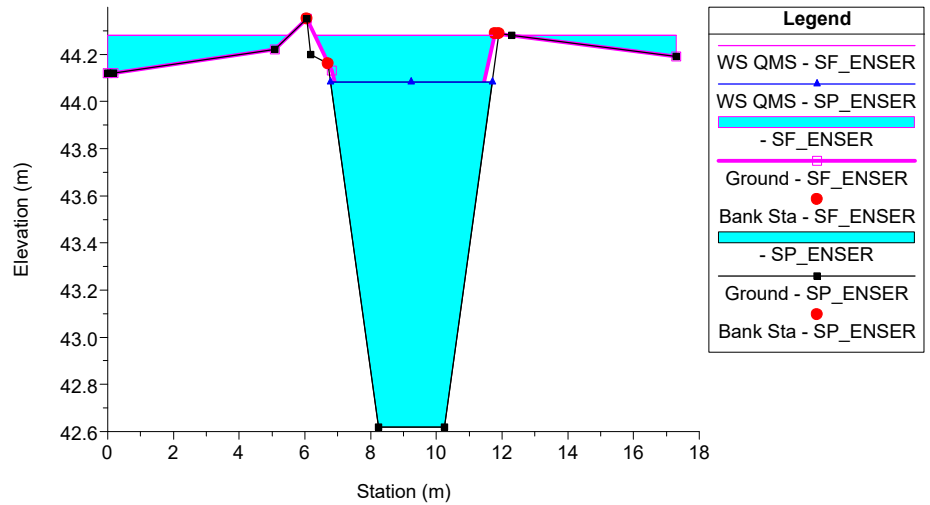
Rio Magione Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6.5 BR



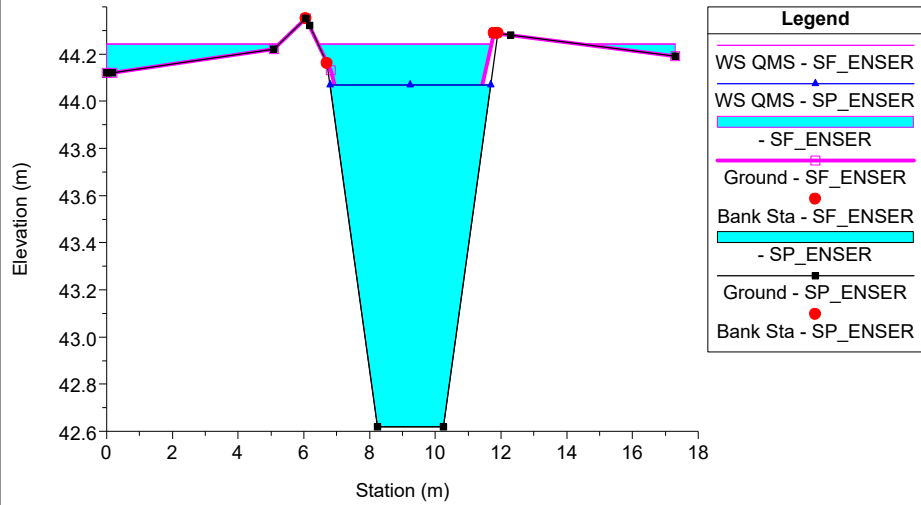
Rio Magione Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.2 Sezione 5



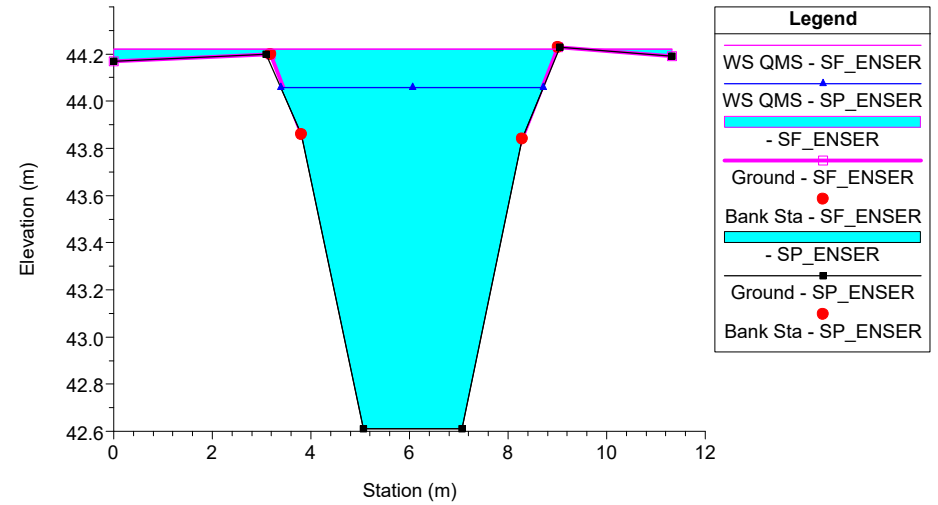
Rio Magione Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.1 Sezione 6



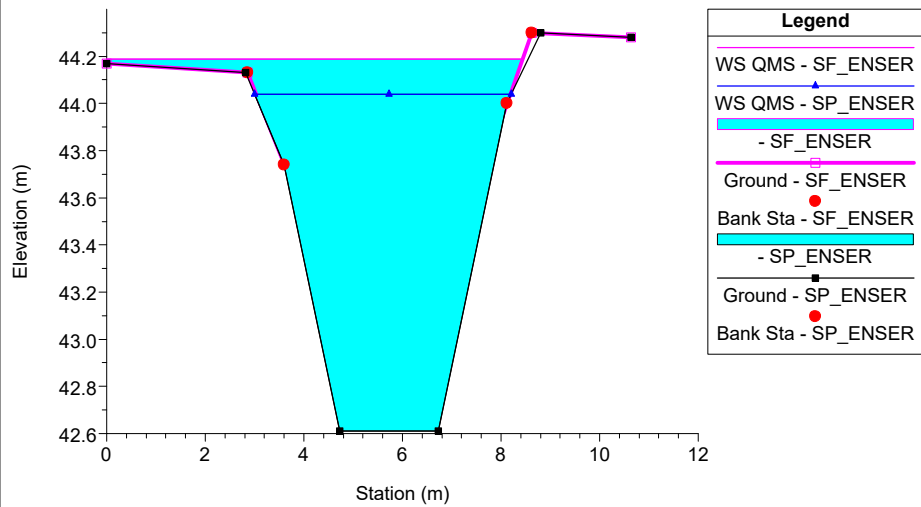
Rio Magione Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5 Sezione 7



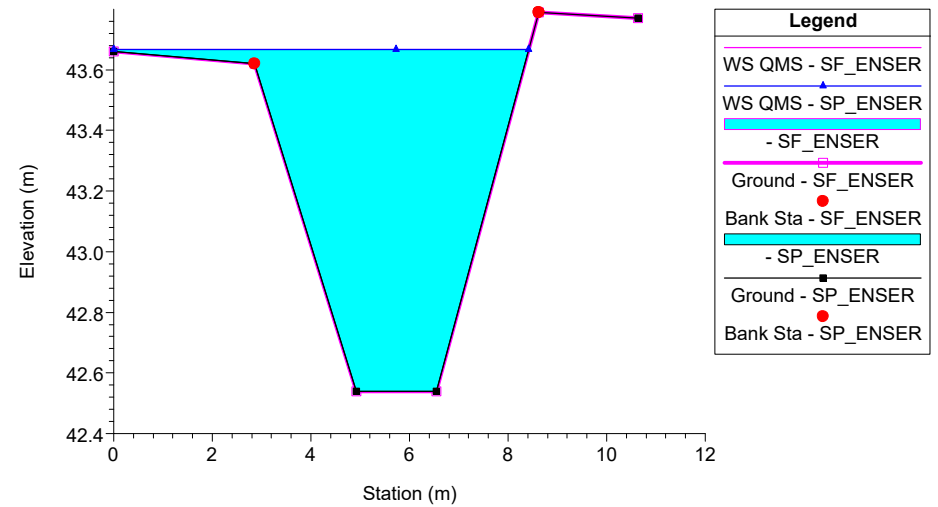
Rio Magione Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4 Sezione 8



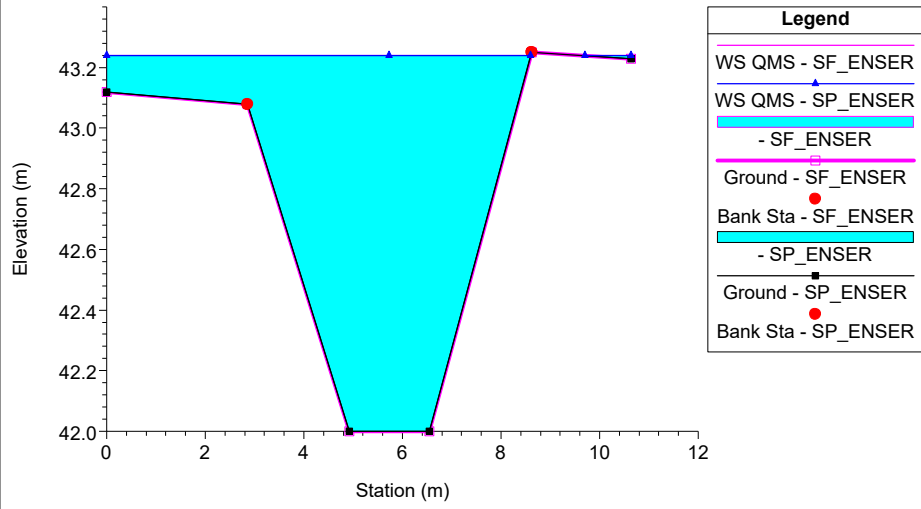
Rio Magione Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3 Sezione 9



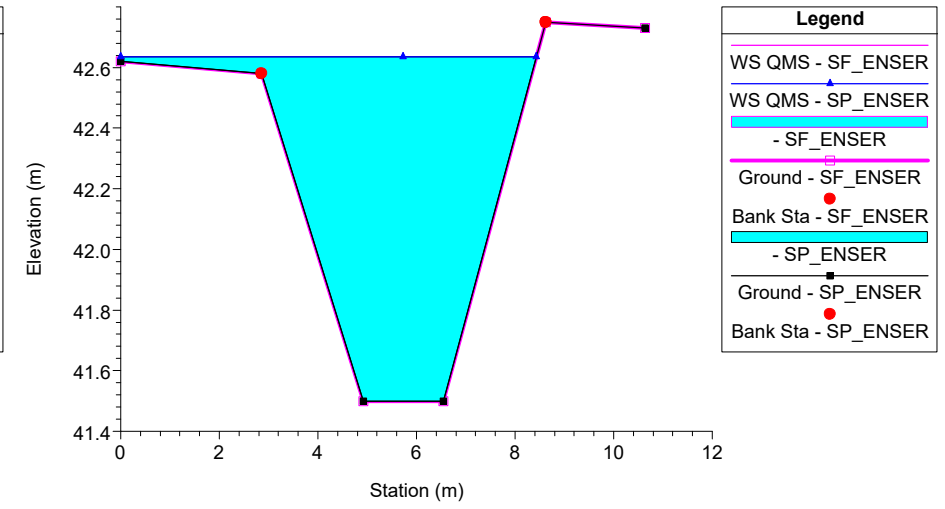
Rio Magione Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2 Sezione 10



Rio Magione Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1 VALLE



Rio Magione Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 0.8 Sez\_10\_valle





## APPENDICE 5

### Torrente Sillaro: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: Sillaro\_SF\_R0 River: TorrenteSillaro Reach: TorrenteSillaro

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
TorrenteSillaro	830	TR30	322.00	45.30	49.44		49.65	0.002055	2.05	157.15	52.52	0.38
TorrenteSillaro	830	TR50	356.00	45.30	49.65		49.88	0.002029	2.11	168.42	53.08	0.38
TorrenteSillaro	830	TR100	391.00	45.30	49.87		50.11	0.001998	2.17	179.93	53.65	0.38
TorrenteSillaro	830	TR200	436.00	45.30	50.14		50.40	0.001956	2.24	194.55	54.36	0.38
TorrenteSillaro	830	TR10	258.00	45.30	49.01		49.20	0.002113	1.91	135.01	51.41	0.38
TorrenteSillaro	820	TR30	322.00	42.63	46.56	46.32	47.35	0.010991	4.05	84.79	40.29	0.83
TorrenteSillaro	820	TR50	356.00	42.63	46.65	46.47	47.53	0.011901	4.31	88.36	40.74	0.87
TorrenteSillaro	820	TR100	391.00	42.63	46.73	46.63	47.72	0.012925	4.57	91.58	41.13	0.91
TorrenteSillaro	820	TR200	436.00	42.63	46.81	46.81	47.96	0.014415	4.92	95.05	41.56	0.97
TorrenteSillaro	820	TR10	258.00	42.63	46.36		46.97	0.009400	3.57	76.93	39.29	0.76
TorrenteSillaro	810	TR30	322.00	41.30	45.26	43.38	45.35	0.000858	1.36	279.93	155.98	0.25
TorrenteSillaro	810	TR50	356.00	41.30	45.45	43.48	45.54	0.000820	1.38	310.21	163.30	0.24
TorrenteSillaro	810	TR100	391.00	41.30	45.64	43.58	45.73	0.000785	1.40	341.42	170.52	0.24
TorrenteSillaro	810	TR200	436.00	41.30	45.87	43.70	45.96	0.000744	1.41	381.69	179.41	0.23
TorrenteSillaro	810	TR10	258.00	41.30	44.87	43.18	44.96	0.000946	1.31	222.11	140.93	0.25
TorrenteSillaro	800	TR30	322.00	39.19	43.47		44.00	0.005237	3.23	100.08	34.44	0.60
TorrenteSillaro	800	TR50	356.00	39.19	43.64		44.22	0.005314	3.37	106.15	35.67	0.61
TorrenteSillaro	800	TR100	391.00	39.19	43.81		44.44	0.005367	3.51	112.37	36.99	0.61
TorrenteSillaro	800	TR200	436.00	39.19	44.03		44.71	0.005384	3.66	122.28	39.68	0.62
TorrenteSillaro	800	TR10	258.00	39.19	43.11		43.55	0.004935	2.93	87.98	32.92	0.57
TorrenteSillaro	790	TR30	322.00	39.09	42.86		43.55	0.006919	3.69	90.14	34.93	0.69
TorrenteSillaro	790	TR50	356.00	39.09	42.98		43.75	0.007370	3.91	94.31	35.35	0.72
TorrenteSillaro	790	TR100	391.00	39.09	43.09		43.95	0.007878	4.14	98.15	35.73	0.75
TorrenteSillaro	790	TR200	436.00	39.09	43.21		44.19	0.008599	4.43	102.47	36.16	0.78
TorrenteSillaro	790	TR10	258.00	39.09	42.60		43.14	0.006147	3.27	81.06	34.00	0.64
TorrenteSillaro	780	TR30	322.00	38.55	42.67	41.86	43.09	0.003944	3.16	127.27	59.68	0.53
TorrenteSillaro	780	TR50	356.00	38.55	42.81	42.05	43.26	0.004090	3.30	135.42	60.71	0.55
TorrenteSillaro	780	TR100	391.00	38.55	42.93	42.29	43.42	0.004260	3.44	143.11	61.65	0.56
TorrenteSillaro	780	TR200	436.00	38.55	43.08	42.44	43.62	0.004501	3.62	152.07	62.74	0.58
TorrenteSillaro	780	TR10	258.00	38.55	42.38	41.59	42.74	0.003693	2.89	110.16	57.48	0.51
TorrenteSillaro	770	TR30	322.00	38.56	42.45		42.86	0.004745	2.93	128.74	94.84	0.57
TorrenteSillaro	770	TR50	356.00	38.56	42.59		43.02	0.004737	3.03	143.23	112.48	0.57
TorrenteSillaro	770	TR100	391.00	38.56	42.73		43.17	0.004638	3.09	160.40	130.33	0.57
TorrenteSillaro	770	TR200	436.00	38.56	42.91		43.35	0.004415	3.14	185.68	152.86	0.56
TorrenteSillaro	770	TR10	258.00	38.56	42.18		42.52	0.004366	2.63	108.07	62.93	0.53
TorrenteSillaro	760	TR30	322.00	38.79	42.45	41.45	42.73	0.003045	2.64	181.41	153.91	0.47
TorrenteSillaro	760	TR50	356.00	38.79	42.61	41.55	42.88	0.002863	2.64	208.24	174.33	0.46
TorrenteSillaro	760	TR100	391.00	38.79	42.77	41.55	43.03	0.002697	2.64	237.77	198.24	0.45
TorrenteSillaro	760	TR200	436.00	38.79	42.97	41.55	43.21	0.002463	2.62	279.32	227.66	0.43
TorrenteSillaro	760	TR10	258.00	38.79	42.13	41.20	42.41	0.003259	2.55	138.37	117.32	0.48
TorrenteSillaro	750	TR30	322.00	38.20	42.05		42.57	0.006435	3.43	115.20	73.05	0.65
TorrenteSillaro	750	TR50	356.00	38.20	42.18		42.72	0.006456	3.54	125.03	77.96	0.66
TorrenteSillaro	750	TR100	391.00	38.20	42.31		42.87	0.006446	3.64	135.33	82.29	0.66
TorrenteSillaro	750	TR200	436.00	38.20	42.46		43.05	0.006416	3.75	148.51	86.53	0.66
TorrenteSillaro	750	TR10	258.00	38.20	41.80		42.25	0.006101	3.15	98.23	65.14	0.62
TorrenteSillaro	741	TR30	322.00	38.57	42.20	41.23	42.38	0.002799	1.93	170.61	86.46	0.42
TorrenteSillaro	741	TR50	356.00	38.57	42.34	41.32	42.54	0.002752	1.99	182.72	87.51	0.42
TorrenteSillaro	741	TR100	391.00	38.57	42.47	41.42	42.68	0.002722	2.06	194.59	88.53	0.43
TorrenteSillaro	741	TR200	436.00	38.57	42.63	41.53	42.86	0.002705	2.15	208.95	89.74	0.43
TorrenteSillaro	741	TR10	258.00	38.57	41.92	41.03	42.08	0.002886	1.78	147.15	84.39	0.42
TorrenteSillaro	740		Bridge									
TorrenteSillaro	739	TR30	322.00	38.57	42.02		42.25	0.003763	2.11	155.51	85.13	0.48
TorrenteSillaro	739	TR50	356.00	38.57	42.16		42.40	0.003614	2.17	167.71	86.21	0.48
TorrenteSillaro	739	TR100	391.00	38.57	42.30		42.55	0.003512	2.23	179.51	87.23	0.48
TorrenteSillaro	739	TR200	436.00	38.57	42.46		42.73	0.003437	2.31	193.63	88.45	0.48
TorrenteSillaro	739	TR10	258.00	38.57	41.74		41.94	0.004018	1.98	132.07	82.33	0.49
TorrenteSillaro	730	TR30	322.00	38.45	42.02		42.23	0.002228	2.17	194.81	151.67	0.40
TorrenteSillaro	730	TR50	356.00	38.45	42.17		42.38	0.002201	2.23	219.04	178.73	0.40
TorrenteSillaro	730	TR100	391.00	38.45	42.31		42.53	0.002121	2.25	247.15	201.65	0.40
TorrenteSillaro	730	TR200	436.00	38.45	42.49		42.70	0.001960	2.24	284.77	212.52	0.39
TorrenteSillaro	730	TR10	258.00	38.45	41.75		41.92	0.002069	1.96	160.12	106.33	0.38
TorrenteSillaro	720	TR30	322.00	38.08	42.04		42.18	0.001305	1.85	269.01	251.74	0.31
TorrenteSillaro	720	TR50	356.00	38.08	42.20		42.33	0.001209	1.83	309.99	266.03	0.30
TorrenteSillaro	720	TR100	391.00	38.08	42.35		42.47	0.001130	1.82	351.95	283.09	0.30
TorrenteSillaro	720	TR200	436.00	38.08	42.53		42.65	0.001053	1.81	405.11	306.03	0.29
TorrenteSillaro	720	TR10	258.00	38.08	41.73		41.88	0.001424	1.82	197.34	209.07	0.32
TorrenteSillaro	710	TR30	322.00	38.06	41.97		42.11	0.001580	1.84	253.79	242.51	0.34
TorrenteSillaro	710	TR50	356.00	38.06	42.14		42.27	0.001448	1.82	295.45	270.99	0.32
TorrenteSillaro	710	TR100	391.00	38.06	42.29		42.42	0.001324	1.80	340.45	298.73	0.31
TorrenteSillaro	710	TR200	436.00	38.06	42.49		42.59	0.001153	1.74	398.31	304.79	0.30
TorrenteSillaro	710	TR10	258.00	38.06	41.67		41.81	0.001765	1.81	187.25	188.29	0.35

HEC-RAS Plan: Sillaro\_SF\_R0 River: TorrenteSillaro Reach: TorrenteSillaro (Continued)

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
TorrenteSillaro	700	TR30	322.00	38.02	41.94	40.40	42.07	0.001293	1.75	213.35	95.22	0.31
TorrenteSillaro	700	TR50	356.00	38.02	42.07	40.54	42.23	0.001383	1.86	227.12	126.29	0.32
TorrenteSillaro	700	TR100	391.00	38.02	42.20	40.66	42.37	0.001435	1.94	248.64	193.28	0.33
TorrenteSillaro	700	TR200	436.00	38.02	42.38	40.80	42.55	0.001425	2.00	288.42	250.90	0.33
TorrenteSillaro	700	TR10	258.00	38.02	41.65	40.06	41.76	0.001187	1.58	186.93	88.67	0.29
TorrenteSillaro	690	TR30	322.00	37.52	41.79	40.75	41.94	0.001620	1.97	218.10	115.43	0.34
TorrenteSillaro	690	TR50	356.00	37.52	41.93	40.86	42.08	0.001631	2.03	234.39	117.01	0.34
TorrenteSillaro	690	TR100	391.00	37.52	42.06	40.96	42.23	0.001644	2.09	250.37	119.02	0.35
TorrenteSillaro	690	TR200	436.00	37.52	42.23	41.07	42.40	0.001701	2.19	270.49	124.09	0.36
TorrenteSillaro	690	TR10	258.00	37.52	41.50	40.37	41.63	0.001603	1.85	184.88	111.00	0.33
TorrenteSillaro	680	TR30	322.00	36.95	41.68	40.61	41.81	0.001616	1.79	218.77	110.31	0.34
TorrenteSillaro	680	TR50	356.00	36.95	41.82	40.71	41.96	0.001619	1.85	234.17	111.00	0.34
TorrenteSillaro	680	TR100	391.00	36.95	41.95	40.81	42.10	0.001628	1.90	249.11	111.66	0.34
TorrenteSillaro	680	TR200	436.00	36.95	42.12	40.93	42.28	0.001638	1.98	267.54	112.47	0.35
TorrenteSillaro	680	TR10	258.00	36.95	41.39	40.23	41.51	0.001636	1.68	186.72	108.87	0.33
TorrenteSillaro	670	TR30	322.00	37.03	41.39	40.57	41.60	0.002266	2.38	184.83	96.38	0.40
TorrenteSillaro	670	TR50	356.00	37.03	41.52	40.68	41.74	0.002305	2.46	197.77	97.61	0.41
TorrenteSillaro	670	TR100	391.00	37.03	41.65	40.77	41.88	0.002344	2.54	210.35	98.52	0.41
TorrenteSillaro	670	TR200	436.00	37.03	41.80	40.89	42.05	0.002386	2.63	225.96	99.64	0.42
TorrenteSillaro	670	TR10	258.00	37.03	41.10	40.34	41.29	0.002193	2.22	158.13	92.95	0.39
TorrenteSillaro	660	TR30	322.00	36.58	41.07	40.24	41.36	0.002895	2.63	153.42	77.78	0.45
TorrenteSillaro	660	TR50	356.00	36.58	41.18	40.39	41.50	0.003079	2.77	161.70	78.31	0.47
TorrenteSillaro	660	TR100	391.00	36.58	41.28	40.51	41.63	0.003275	2.91	169.48	78.80	0.49
TorrenteSillaro	660	TR200	436.00	36.58	41.40	40.66	41.79	0.003505	3.07	179.13	79.41	0.51
TorrenteSillaro	660	TR10	258.00	36.58	40.84	39.87	41.08	0.002569	2.36	135.32	76.52	0.42
TorrenteSillaro	650	TR30	322.00	36.60	40.85	40.43	41.10	0.003593	2.59	186.03	158.47	0.49
TorrenteSillaro	650	TR50	356.00	36.60	40.98	40.52	41.22	0.003459	2.61	206.26	165.92	0.48
TorrenteSillaro	650	TR100	391.00	36.60	41.09	40.61	41.34	0.003373	2.65	225.84	172.83	0.48
TorrenteSillaro	650	TR200	436.00	36.60	41.24	40.62	41.48	0.003233	2.67	251.94	181.63	0.47
TorrenteSillaro	650	TR10	258.00	36.60	40.59	40.15	40.84	0.003851	2.51	146.44	136.51	0.50
TorrenteSillaro	640	TR30	322.00	33.86	39.11		39.31	0.002294	2.30	190.28	103.60	0.40
TorrenteSillaro	640	TR50	356.00	33.86	39.23		39.44	0.002355	2.39	202.57	104.29	0.41
TorrenteSillaro	640	TR100	391.00	33.86	39.37		39.59	0.002332	2.44	217.27	105.10	0.41
TorrenteSillaro	640	TR200	436.00	33.86	39.51		39.75	0.002395	2.54	232.32	105.93	0.42
TorrenteSillaro	640	TR10	258.00	33.86	38.87		39.04	0.002163	2.13	165.28	102.19	0.39
TorrenteSillaro	630	TR30	322.00	33.31	38.22	37.64	38.38	0.002043	2.27	234.68	178.28	0.38
TorrenteSillaro	630	TR50	356.00	33.31	38.37	37.72	38.53	0.001900	2.26	263.06	187.65	0.37
TorrenteSillaro	630	TR100	391.00	33.31	38.52	37.80	38.67	0.001906	2.32	305.08	232.92	0.37
TorrenteSillaro	630	TR200	436.00	33.31	38.70	37.89	38.84	0.001781	2.31	349.01	256.14	0.36
TorrenteSillaro	630	TR10	258.00	33.31	37.93	37.32	38.10	0.002256	2.26	185.90	160.90	0.39
TorrenteSillaro	620	TR30	322.00	32.59	37.96		38.00	0.000649	1.11	389.23	264.16	0.21
TorrenteSillaro	620	TR50	356.00	32.59	38.13		38.18	0.000595	1.11	436.79	272.91	0.20
TorrenteSillaro	620	TR100	391.00	32.59	38.29		38.34	0.000561	1.11	480.92	280.80	0.20
TorrenteSillaro	620	TR200	436.00	32.59	38.48		38.53	0.000527	1.12	536.00	290.33	0.20
TorrenteSillaro	620	TR10	258.00	32.59	37.64		37.69	0.000714	1.08	310.87	228.16	0.22
TorrenteSillaro	610	TR30	322.00	31.42	37.17		37.47	0.002214	2.69	154.87	75.41	0.40
TorrenteSillaro	610	TR50	356.00	31.42	37.36		37.67	0.002249	2.78	169.78	87.34	0.41
TorrenteSillaro	610	TR100	391.00	31.42	37.50		37.84	0.002331	2.89	183.60	97.59	0.42
TorrenteSillaro	610	TR200	436.00	31.42	37.69		38.04	0.002393	3.00	203.13	110.45	0.43
TorrenteSillaro	610	TR10	258.00	31.42	36.94		37.17	0.001785	2.33	139.27	61.11	0.36
TorrenteSillaro	600	TR30	322.00	30.15	35.00	35.00	35.69	0.010514	3.91	100.76	72.68	0.74
TorrenteSillaro	600	TR50	356.00	30.15	35.08	35.08	35.83	0.011162	4.11	106.77	73.14	0.77
TorrenteSillaro	600	TR100	391.00	30.15	35.20	35.20	35.96	0.010959	4.19	115.91	73.84	0.77
TorrenteSillaro	600	TR200	436.00	30.15	35.34	35.34	36.13	0.011044	4.33	125.73	74.58	0.78
TorrenteSillaro	600	TR10	258.00	30.15	34.40	34.40	35.36	0.018414	4.42	61.68	38.13	0.95
TorrenteSillaro	590	TR30	322.00	27.77	33.99		34.01	0.000082	0.58	680.27	198.84	0.08
TorrenteSillaro	590	TR50	356.00	27.77	34.26		34.28	0.000081	0.60	733.79	202.13	0.08
TorrenteSillaro	590	TR100	391.00	27.77	34.39		34.40	0.000089	0.64	759.46	203.68	0.09
TorrenteSillaro	590	TR200	436.00	27.77	34.62		34.64	0.000093	0.67	807.68	206.57	0.09
TorrenteSillaro	590	TR10	258.00	27.77	33.62		33.63	0.000073	0.52	605.92	194.19	0.08
TorrenteSillaro	580	TR30	322.00	27.35	33.73		33.89	0.001183	1.77	193.14	91.94	0.29
TorrenteSillaro	580	TR50	356.00	27.35	34.00		34.16	0.001110	1.80	224.39	140.46	0.29
TorrenteSillaro	580	TR100	391.00	27.35	34.10		34.27	0.001200	1.90	238.54	141.06	0.30
TorrenteSillaro	580	TR200	436.00	27.35	34.33		34.51	0.001160	1.94	271.44	142.44	0.30
TorrenteSillaro	580	TR10	258.00	27.35	33.39		33.52	0.001061	1.58	166.44	67.68	0.27
TorrenteSillaro	570	TR30	322.00	27.33	33.13	31.66	33.47	0.002521	2.76	136.38	47.25	0.42
TorrenteSillaro	570	TR50	356.00	27.33	33.42	31.86	33.77	0.002372	2.80	150.35	48.95	0.41
TorrenteSillaro	570	TR100	391.00	27.33	33.40	32.03	33.83	0.002899	3.09	149.64	48.87	0.46
TorrenteSillaro	570	TR200	436.00	27.33	33.59	32.24	34.05	0.003081	3.26	158.64	49.94	0.47
TorrenteSillaro	570	TR10	258.00	27.33	32.92	31.12	33.17	0.001979	2.37	126.48	46.00	0.37

HEC-RAS Plan: Sillaro\_SF\_R0 River: TorrenteSillaro Reach: TorrenteSillaro (Continued)

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
TorrenteSillaro	560	TR30	322.00	26.91	33.19		33.33	0.001072	1.62	200.36	60.98	0.28
TorrenteSillaro	560	TR50	356.00	26.91	33.49		33.63	0.000991	1.64	218.55	62.17	0.27
TorrenteSillaro	560	TR100	391.00	26.91	33.49		33.66	0.001192	1.80	218.70	62.18	0.30
TorrenteSillaro	560	TR200	436.00	26.91	33.69		33.87	0.001247	1.91	230.95	62.98	0.31
TorrenteSillaro	560	TR10	258.00	26.91	32.96		33.06	0.000873	1.39	186.17	60.45	0.25
TorrenteSillaro	550	TR30	322.00	27.36	32.90	30.92	33.22	0.001904	2.58	136.03	37.09	0.38
TorrenteSillaro	550	TR50	356.00	27.36	33.32	31.11	33.55	0.001343	2.29	204.19	88.55	0.33
TorrenteSillaro	550	TR100	391.00	27.36	33.28	31.29	33.56	0.001692	2.56	200.21	87.66	0.37
TorrenteSillaro	550	TR200	436.00	27.36	33.47	31.50	33.77	0.001753	2.67	217.51	91.47	0.37
TorrenteSillaro	550	TR10	258.00	27.36	32.76	30.50	32.98	0.001372	2.14	130.71	36.69	0.32
TorrenteSillaro	540	TR30	322.00	26.31	32.65	30.56	32.77	0.000990	1.93	266.05	128.64	0.27
TorrenteSillaro	540	TR50	356.00	26.31	33.13	30.72	33.22	0.000720	1.75	332.39	148.08	0.23
TorrenteSillaro	540	TR100	391.00	26.31	33.01	30.88	33.14	0.000980	2.01	315.39	142.31	0.27
TorrenteSillaro	540	TR200	436.00	26.31	33.22	31.07	33.34	0.000956	2.03	355.49	159.84	0.27
TorrenteSillaro	540	TR10	258.00	26.31	32.40	30.24	32.58	0.001260	2.10	146.21	42.14	0.30
TorrenteSillaro	530	TR30	322.00	24.85	31.37	30.03	31.71	0.002679	3.05	136.54	43.22	0.43
TorrenteSillaro	530	TR50	356.00	24.85	32.03	30.17	32.39	0.002375	3.12	182.38	183.74	0.42
TorrenteSillaro	530	TR100	391.00	24.85	31.52	30.32	31.97	0.003459	3.54	143.10	43.78	0.50
TorrenteSillaro	530	TR200	436.00	24.85	31.59	30.50	32.13	0.004062	3.87	146.04	44.03	0.54
TorrenteSillaro	530	TR10	258.00	24.85	31.37	29.72	31.59	0.001724	2.45	136.42	43.21	0.35
TorrenteSillaro	520	TR30	322.00	23.83	31.16	28.85	31.19	0.000383	1.16	476.60	268.22	0.17
TorrenteSillaro	520	TR50	356.00	23.83	31.06	29.01	31.32	0.001657	2.38	167.88	46.91	0.35
TorrenteSillaro	520	TR100	391.00	23.83	31.28	29.17	31.32	0.000470	1.30	508.97	268.42	0.19
TorrenteSillaro	520	TR200	436.00	23.83	31.28	29.38	31.34	0.000581	1.45	510.21	268.43	0.21
TorrenteSillaro	520	TR10	258.00	23.83	30.63	28.48	30.80	0.001254	1.94	147.95	45.19	0.30
TorrenteSillaro	510	TR30	322.00	23.16	30.31	28.28	30.56	0.001621	2.58	158.97	42.21	0.34
TorrenteSillaro	510	TR50	356.00	23.16	30.28	28.44	30.59	0.002033	2.88	157.50	42.10	0.38
TorrenteSillaro	510	TR100	391.00	23.16	30.51	28.60	30.83	0.002038	2.96	174.71	67.94	0.38
TorrenteSillaro	510	TR200	436.00	23.16	30.18	28.79	30.67	0.003294	3.62	153.22	41.77	0.48
TorrenteSillaro	510	TR10	258.00	23.16	29.84	27.81	30.05	0.001501	2.35	139.49	40.70	0.32
TorrenteSillaro	500	TR30	322.00	23.28	30.31	27.13	30.47	0.000758	1.82	192.54	45.14	0.25
TorrenteSillaro	500	TR50	356.00	23.28	30.28	27.30	30.48	0.000949	2.03	190.96	45.00	0.28
TorrenteSillaro	500	TR100	391.00	23.28	30.50	27.46	30.72	0.000988	2.13	201.12	45.97	0.29
TorrenteSillaro	500	TR200	436.00	23.28	30.18	27.66	30.49	0.001525	2.54	186.39	44.58	0.35
TorrenteSillaro	500	TR10	258.00	23.28	29.84	26.77	29.97	0.000674	1.62	171.84	43.23	0.23
TorrenteSillaro	490	TR30	322.00	23.03	30.28	27.38	30.41	0.000688	1.62	213.39	54.68	0.24
TorrenteSillaro	490	TR50	356.00	23.03	30.23	27.52	30.39	0.000870	1.81	210.93	54.46	0.26
TorrenteSillaro	490	TR100	391.00	23.03	30.46	27.65	30.63	0.000889	1.88	223.32	55.55	0.27
TorrenteSillaro	490	TR200	436.00	23.03	30.10	27.82	30.35	0.001447	2.29	203.56	53.81	0.34
TorrenteSillaro	490	TR10	258.00	23.03	29.81	27.05	29.91	0.000637	1.45	188.24	52.42	0.22
TorrenteSillaro	480	TR30	322.00	22.16	29.99	27.89	30.14	0.001108	1.88	197.62	58.18	0.28
TorrenteSillaro	480	TR50	356.00	22.16	29.84	28.03	30.04	0.001547	2.17	188.91	57.51	0.33
TorrenteSillaro	480	TR100	391.00	22.16	30.06	28.16	30.28	0.001533	2.24	201.92	58.51	0.33
TorrenteSillaro	480	TR200	436.00	22.16	28.32	28.32	29.29	0.012477	4.68	106.81	50.50	0.88
TorrenteSillaro	480	TR10	258.00	22.16	29.53	27.59	29.66	0.001083	1.73	171.46	56.14	0.28
TorrenteSillaro	470	TR30	322.00	21.15	29.31	27.14	29.56	0.001771	2.38	154.14	45.68	0.34
TorrenteSillaro	470	TR50	356.00	21.15	28.55	27.32	29.04	0.004069	3.25	122.26	39.82	0.50
TorrenteSillaro	470	TR100	391.00	21.15	27.50	27.50	28.75	0.014299	5.07	83.24	34.16	0.89
TorrenteSillaro	470	TR200	436.00	21.15	27.71	27.71	29.03	0.014060	5.24	90.53	35.29	0.89
TorrenteSillaro	470	TR10	258.00	21.15	28.92	26.66	29.13	0.001556	2.12	137.21	41.79	0.31
TorrenteSillaro	460	TR30	322.00	20.75	28.58	26.24	28.73	0.001314	1.80	208.25	100.08	0.30
TorrenteSillaro	460	TR50	356.00	20.75	28.80	26.47	28.81	0.000052	0.38	1370.25	606.92	0.06
TorrenteSillaro	460	TR100	391.00	20.75	26.71	26.71	27.89	0.016637	4.82	81.17	34.33	1.00
TorrenteSillaro	460	TR200	436.00	20.75	26.97	26.97	28.15	0.016470	4.80	90.74	38.53	1.00
TorrenteSillaro	460	TR10	258.00	20.75	28.20	25.71	28.34	0.001347	1.69	170.98	97.90	0.30
TorrenteSillaro	450	TR30	322.00	19.12	26.81	24.72	27.01	0.001570	2.07	178.70	67.07	0.33
TorrenteSillaro	450	TR50	356.00	19.12	27.02	24.93	27.23	0.001557	2.14	193.01	67.94	0.33
TorrenteSillaro	450	TR100	391.00	19.12	27.22	25.14	27.44	0.001556	2.20	206.68	68.76	0.33
TorrenteSillaro	450	TR200	436.00	19.12	26.75	25.38	27.13	0.003061	2.87	174.65	66.82	0.46
TorrenteSillaro	450	TR10	258.00	19.12	26.87	24.32	26.99	0.000948	1.63	182.80	67.32	0.25
TorrenteSillaro	440	TR30	322.00	18.47	26.87	24.04	26.87	0.000072	0.49	997.69	398.93	0.07
TorrenteSillaro	440	TR50	356.00	18.47	24.35	24.35	25.69	0.014215	5.15	71.70	31.97	0.93
TorrenteSillaro	440	TR100	391.00	18.47	24.63	24.63	25.94	0.012934	5.13	81.31	36.91	0.89
TorrenteSillaro	440	TR200	436.00	18.47	26.86	24.93	26.87	0.000133	0.67	995.65	398.61	0.10
TorrenteSillaro	440	TR10	258.00	18.47	26.45	23.54	26.59	0.001017	1.78	168.69	53.52	0.26
TorrenteSillaro	430	TR30	322.00	17.78	25.97		26.13	0.001416	1.96	221.23	193.51	0.31
TorrenteSillaro	430	TR50	356.00	17.78	26.14		26.30	0.001375	1.99	258.11	234.76	0.31
TorrenteSillaro	430	TR100	391.00	17.78	26.31		26.48	0.001356	2.03	300.75	256.43	0.31
TorrenteSillaro	430	TR200	436.00	17.78	26.49		26.65	0.001255	2.00	349.22	267.85	0.30
TorrenteSillaro	430	TR10	258.00	17.78	25.59		25.75	0.001444	1.85	165.41	103.46	0.31
TorrenteSillaro	420	TR30	322.00	16.92	24.63		24.83	0.001388	2.14	198.45	99.20	0.31

HEC-RAS Plan: Sillaro\_SF\_R0 River: TorrenteSillaro Reach: TorrenteSillaro (Continued)

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
TorrenteSillaro	420	TR50	356.00	16.92	24.81		25.01	0.001395	2.20	216.21	99.20	0.31
TorrenteSillaro	420	TR100	391.00	16.92	24.98		25.19	0.001399	2.25	233.46	99.20	0.32
TorrenteSillaro	420	TR200	436.00	16.92	25.19		25.41	0.001403	2.32	254.44	99.20	0.32
TorrenteSillaro	420	TR10	258.00	16.92	24.26		24.44	0.001361	2.01	161.63	99.20	0.30
TorrenteSillaro	410	TR30	322.00	15.71	23.28	22.18	23.53	0.002354	2.49	167.94	76.71	0.38
TorrenteSillaro	410	TR50	356.00	15.71	23.46	22.34	23.71	0.002350	2.55	181.28	77.57	0.38
TorrenteSillaro	410	TR100	391.00	15.71	23.63	22.49	23.89	0.002348	2.61	194.39	78.40	0.39
TorrenteSillaro	410	TR200	436.00	15.71	23.83	22.67	24.11	0.002349	2.69	210.47	79.41	0.39
TorrenteSillaro	410	TR10	258.00	15.71	22.92	21.13	23.16	0.002378	2.36	140.59	74.92	0.38
TorrenteSillaro	400	TR30	322.00	15.08	22.56	20.36	22.75	0.001500	2.06	193.48	93.65	0.33
TorrenteSillaro	400	TR50	356.00	15.08	22.74	20.59	22.93	0.001500	2.12	209.91	94.62	0.33
TorrenteSillaro	400	TR100	391.00	15.08	22.91	20.79	23.11	0.001501	2.18	226.05	95.57	0.33
TorrenteSillaro	400	TR200	436.00	15.08	23.11	21.04	23.32	0.001502	2.25	245.79	96.71	0.34
TorrenteSillaro	400	TR10	258.00	15.08	22.20	19.87	22.37	0.001503	1.94	159.63	91.61	0.32

HEC-RAS Plan: SP River: TorrenteSillaro Reach: TorrenteSillaro

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
TorrenteSillaro	830	TR30	322.00	45.30	49.44		49.65	0.002055	2.05	157.15	52.52	0.38
TorrenteSillaro	830	TR50	356.00	45.30	49.65		49.88	0.002029	2.11	168.42	53.08	0.38
TorrenteSillaro	830	TR100	391.00	45.30	49.87		50.11	0.001998	2.17	179.93	53.65	0.38
TorrenteSillaro	830	TR200	436.00	45.30	50.14		50.40	0.001956	2.24	194.55	54.36	0.38
TorrenteSillaro	830	TR10	258.00	45.30	49.01		49.20	0.002113	1.91	135.01	51.41	0.38
TorrenteSillaro	820	TR30	322.00	42.63	46.56	46.32	47.35	0.010991	4.05	84.79	40.29	0.83
TorrenteSillaro	820	TR50	356.00	42.63	46.65	46.47	47.53	0.011900	4.31	88.36	40.74	0.87
TorrenteSillaro	820	TR100	391.00	42.63	46.73	46.63	47.72	0.012925	4.57	91.58	41.13	0.91
TorrenteSillaro	820	TR200	436.00	42.63	46.81	46.81	47.96	0.014415	4.92	95.05	41.56	0.97
TorrenteSillaro	820	TR10	258.00	42.63	46.36		46.97	0.009400	3.57	76.93	39.29	0.76
TorrenteSillaro	810	TR30	322.00	41.30	45.26	43.38	45.35	0.000858	1.36	279.93	155.97	0.25
TorrenteSillaro	810	TR50	356.00	41.30	45.45	43.48	45.54	0.000820	1.38	310.20	163.30	0.24
TorrenteSillaro	810	TR100	391.00	41.30	45.64	43.58	45.73	0.000785	1.40	341.42	170.52	0.24
TorrenteSillaro	810	TR200	436.00	41.30	45.87	43.70	45.96	0.000744	1.41	381.69	179.41	0.23
TorrenteSillaro	810	TR10	258.00	41.30	44.87	43.18	44.96	0.000946	1.31	222.11	140.93	0.25
TorrenteSillaro	800	TR30	322.00	39.19	43.47		44.00	0.005238	3.23	100.06	34.44	0.60
TorrenteSillaro	800	TR50	356.00	39.19	43.64		44.22	0.005315	3.37	106.15	35.67	0.61
TorrenteSillaro	800	TR100	391.00	39.19	43.81		44.44	0.005367	3.51	112.37	36.99	0.61
TorrenteSillaro	800	TR200	436.00	39.19	44.03		44.71	0.005385	3.66	122.28	37.97	0.62
TorrenteSillaro	800	TR10	258.00	39.19	43.11		43.55	0.004937	2.94	87.96	32.92	0.57
TorrenteSillaro	790	TR30	322.00	39.09	42.86		43.55	0.006929	3.69	90.09	34.93	0.69
TorrenteSillaro	790	TR50	356.00	39.09	42.98		43.75	0.007380	3.91	94.26	35.35	0.72
TorrenteSillaro	790	TR100	391.00	39.09	43.09		43.95	0.007887	4.14	98.11	35.73	0.75
TorrenteSillaro	790	TR200	436.00	39.09	43.21		44.19	0.008606	4.43	102.45	36.15	0.78
TorrenteSillaro	790	TR10	258.00	39.09	42.60		43.14	0.006159	3.27	81.01	34.00	0.64
TorrenteSillaro	780	TR30	322.00	38.55	42.67	41.86	43.09	0.003956	3.16	127.13	59.66	0.53
TorrenteSillaro	780	TR50	356.00	38.55	42.80	42.05	43.26	0.004102	3.30	135.28	60.69	0.55
TorrenteSillaro	780	TR100	391.00	38.55	42.93	42.29	43.42	0.004269	3.44	142.99	61.64	0.56
TorrenteSillaro	780	TR200	436.00	38.55	43.07	42.44	43.62	0.004508	3.63	151.98	62.73	0.58
TorrenteSillaro	780	TR10	258.00	38.55	42.38	41.59	42.74	0.003707	2.89	110.00	57.45	0.51
TorrenteSillaro	770	TR30	322.00	38.56	42.44		42.86	0.004771	2.94	128.38	94.37	0.57
TorrenteSillaro	770	TR50	356.00	38.56	42.58		43.02	0.004765	3.03	142.78	111.97	0.57
TorrenteSillaro	770	TR100	391.00	38.56	42.73		43.17	0.004663	3.10	159.93	129.87	0.57
TorrenteSillaro	770	TR200	436.00	38.56	42.91		43.34	0.004433	3.14	185.27	152.52	0.56
TorrenteSillaro	770	TR10	258.00	38.56	42.18		42.52	0.004387	2.63	107.84	62.56	0.54
TorrenteSillaro	760	TR30	322.00	38.79	42.44	41.45	42.72	0.003068	2.64	180.72	153.39	0.47
TorrenteSillaro	760	TR50	356.00	38.79	42.61	41.55	42.88	0.002882	2.65	207.49	173.67	0.46
TorrenteSillaro	760	TR100	391.00	38.79	42.77	41.55	43.03	0.002713	2.65	237.03	197.67	0.45
TorrenteSillaro	760	TR200	436.00	38.79	42.96	41.55	43.20	0.002474	2.62	278.72	227.26	0.43
TorrenteSillaro	760	TR10	258.00	38.79	42.13	41.20	42.41	0.003284	2.55	137.81	116.76	0.48
TorrenteSillaro	750	TR30	322.00	38.20	42.04		42.56	0.006573	3.46	114.21	72.53	0.66
TorrenteSillaro	750	TR50	356.00	38.20	42.17		42.72	0.006590	3.57	123.95	77.44	0.66
TorrenteSillaro	750	TR100	391.00	38.20	42.30		42.87	0.006561	3.66	134.34	81.96	0.67
TorrenteSillaro	750	TR200	436.00	38.20	42.46		43.05	0.006495	3.77	147.76	86.30	0.67
TorrenteSillaro	750	TR10	258.00	38.20	41.79		42.25	0.006232	3.18	97.34	64.92	0.63
TorrenteSillaro	741	TR30	322.00	38.57	42.25	41.23	42.43	0.002572	1.88	175.20	86.86	0.41
TorrenteSillaro	741	TR50	356.00	38.57	42.39	41.32	42.58	0.002544	1.95	187.32	87.91	0.41
TorrenteSillaro	741	TR100	391.00	38.57	42.52	41.42	42.73	0.002524	2.01	199.31	88.93	0.41
TorrenteSillaro	741	TR200	436.00	38.57	42.69	41.53	42.91	0.002513	2.10	213.93	90.16	0.42
TorrenteSillaro	741	TR10	258.00	38.57	41.98	41.03	42.13	0.002622	1.73	151.59	84.78	0.40
TorrenteSillaro	740		Bridge									
TorrenteSillaro	739	TR30	322.00	38.57	42.02		42.25	0.003759	2.11	155.57	85.14	0.48
TorrenteSillaro	739	TR50	356.00	38.57	42.16		42.40	0.003613	2.17	167.71	86.21	0.48
TorrenteSillaro	739	TR100	391.00	38.57	42.30		42.55	0.003506	2.23	179.61	87.24	0.48
TorrenteSillaro	739	TR200	436.00	38.57	42.46		42.73	0.003421	2.31	193.92	88.47	0.48
TorrenteSillaro	739	TR10	258.00	38.57	41.74		41.94	0.004016	1.98	132.10	82.34	0.49
TorrenteSillaro	730	TR30	322.00	38.45	42.02		42.23	0.002258	2.18	178.27	101.75	0.40
TorrenteSillaro	730	TR50	356.00	38.45	42.16		42.38	0.002287	2.26	193.09	108.40	0.41
TorrenteSillaro	730	TR100	391.00	38.45	42.30		42.53	0.002305	2.34	208.49	114.91	0.41
TorrenteSillaro	730	TR200	436.00	38.45	42.46		42.71	0.002325	2.43	228.08	122.69	0.42
TorrenteSillaro	730	TR10	258.00	38.45	41.74		41.92	0.002120	1.98	152.17	88.82	0.38
TorrenteSillaro	720	TR30	322.00	38.08	42.04		42.18	0.001305	1.85	269.01	251.74	0.31
TorrenteSillaro	720	TR50	356.00	38.08	42.20		42.33	0.001209	1.83	309.99	266.03	0.30
TorrenteSillaro	720	TR100	391.00	38.08	42.35		42.47	0.001130	1.82	351.95	283.09	0.30
TorrenteSillaro	720	TR200	436.00	38.08	42.53		42.65	0.001053	1.81	405.11	306.03	0.29
TorrenteSillaro	720	TR10	258.00	38.08	41.73		41.88	0.001424	1.82	197.34	209.07	0.32
TorrenteSillaro	710	TR30	322.00	38.06	41.97		42.11	0.001580	1.84	253.79	242.51	0.34
TorrenteSillaro	710	TR50	356.00	38.06	42.14		42.27	0.001448	1.82	295.45	270.99	0.32
TorrenteSillaro	710	TR100	391.00	38.06	42.29		42.42	0.001324	1.80	340.45	298.73	0.31
TorrenteSillaro	710	TR200	436.00	38.06	42.49		42.59	0.001153	1.74	398.31	304.79	0.30
TorrenteSillaro	710	TR10	258.00	38.06	41.67		41.81	0.001765	1.81	187.25	188.29	0.35

HEC-RAS Plan: SP River: TorrenteSillaro Reach: TorrenteSillaro (Continued)

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
TorrenteSillaro	700	TR30	322.00	38.02	41.94	40.40	42.07	0.001293	1.75	213.35	95.22	0.31
TorrenteSillaro	700	TR50	356.00	38.02	42.07	40.54	42.23	0.001383	1.86	227.12	126.29	0.32
TorrenteSillaro	700	TR100	391.00	38.02	42.20	40.66	42.37	0.001435	1.94	248.64	193.28	0.33
TorrenteSillaro	700	TR200	436.00	38.02	42.38	40.80	42.55	0.001425	2.00	288.42	250.90	0.33
TorrenteSillaro	700	TR10	258.00	38.02	41.65	40.06	41.76	0.001187	1.58	186.93	88.67	0.29
TorrenteSillaro	690	TR30	322.00	37.52	41.79	40.75	41.94	0.001620	1.97	218.10	115.43	0.34
TorrenteSillaro	690	TR50	356.00	37.52	41.93	40.86	42.08	0.001631	2.03	234.39	117.01	0.34
TorrenteSillaro	690	TR100	391.00	37.52	42.06	40.96	42.23	0.001644	2.09	250.37	119.02	0.35
TorrenteSillaro	690	TR200	436.00	37.52	42.23	41.07	42.40	0.001701	2.19	270.49	124.09	0.36
TorrenteSillaro	690	TR10	258.00	37.52	41.50	40.37	41.63	0.001603	1.85	184.88	111.00	0.33
TorrenteSillaro	680	TR30	322.00	36.95	41.68	40.61	41.81	0.001616	1.79	218.77	110.31	0.34
TorrenteSillaro	680	TR50	356.00	36.95	41.82	40.71	41.96	0.001619	1.85	234.17	111.00	0.34
TorrenteSillaro	680	TR100	391.00	36.95	41.95	40.81	42.10	0.001628	1.90	249.11	111.66	0.34
TorrenteSillaro	680	TR200	436.00	36.95	42.12	40.93	42.28	0.001638	1.98	267.54	112.47	0.35
TorrenteSillaro	680	TR10	258.00	36.95	41.39	40.23	41.51	0.001636	1.68	186.72	108.87	0.33
TorrenteSillaro	670	TR30	322.00	37.03	41.39	40.57	41.60	0.002266	2.38	184.83	96.38	0.40
TorrenteSillaro	670	TR50	356.00	37.03	41.52	40.68	41.74	0.002305	2.46	197.77	97.61	0.41
TorrenteSillaro	670	TR100	391.00	37.03	41.65	40.77	41.88	0.002344	2.54	210.35	98.52	0.41
TorrenteSillaro	670	TR200	436.00	37.03	41.80	40.89	42.05	0.002386	2.63	225.96	99.64	0.42
TorrenteSillaro	670	TR10	258.00	37.03	41.10	40.34	41.29	0.002193	2.22	158.13	92.95	0.39
TorrenteSillaro	660	TR30	322.00	36.58	41.07	40.24	41.36	0.002895	2.63	153.42	77.78	0.45
TorrenteSillaro	660	TR50	356.00	36.58	41.18	40.39	41.50	0.003079	2.77	161.70	78.31	0.47
TorrenteSillaro	660	TR100	391.00	36.58	41.28	40.51	41.63	0.003275	2.91	169.48	78.80	0.49
TorrenteSillaro	660	TR200	436.00	36.58	41.40	40.66	41.79	0.003505	3.07	179.13	79.41	0.51
TorrenteSillaro	660	TR10	258.00	36.58	40.84	39.87	41.08	0.002569	2.36	135.32	76.52	0.42
TorrenteSillaro	650	TR30	322.00	36.60	40.85	40.43	41.10	0.003593	2.59	186.03	158.47	0.49
TorrenteSillaro	650	TR50	356.00	36.60	40.98	40.52	41.22	0.003459	2.61	206.26	165.92	0.48
TorrenteSillaro	650	TR100	391.00	36.60	41.09	40.61	41.34	0.003373	2.65	225.84	172.83	0.48
TorrenteSillaro	650	TR200	436.00	36.60	41.24	40.62	41.48	0.003233	2.67	251.94	181.63	0.47
TorrenteSillaro	650	TR10	258.00	36.60	40.59	40.15	40.84	0.003851	2.51	146.44	136.51	0.50
TorrenteSillaro	640	TR30	322.00	33.86	39.11		39.31	0.002294	2.30	190.28	103.60	0.40
TorrenteSillaro	640	TR50	356.00	33.86	39.23		39.44	0.002355	2.39	202.57	104.29	0.41
TorrenteSillaro	640	TR100	391.00	33.86	39.37		39.59	0.002332	2.44	217.27	105.10	0.41
TorrenteSillaro	640	TR200	436.00	33.86	39.51		39.75	0.002395	2.54	232.32	105.93	0.42
TorrenteSillaro	640	TR10	258.00	33.86	38.87		39.04	0.002163	2.13	165.28	102.19	0.39
TorrenteSillaro	630	TR30	322.00	33.31	38.22	37.64	38.38	0.002043	2.27	234.68	178.28	0.38
TorrenteSillaro	630	TR50	356.00	33.31	38.37	37.72	38.53	0.001900	2.26	263.06	187.65	0.37
TorrenteSillaro	630	TR100	391.00	33.31	38.52	37.80	38.67	0.001906	2.32	305.08	232.92	0.37
TorrenteSillaro	630	TR200	436.00	33.31	38.70	37.89	38.84	0.001781	2.31	349.01	256.14	0.36
TorrenteSillaro	630	TR10	258.00	33.31	37.93	37.32	38.10	0.002256	2.26	185.90	160.90	0.39
TorrenteSillaro	620	TR30	322.00	32.59	37.96		38.00	0.000649	1.11	389.23	264.16	0.21
TorrenteSillaro	620	TR50	356.00	32.59	38.13		38.18	0.000595	1.11	436.79	272.91	0.20
TorrenteSillaro	620	TR100	391.00	32.59	38.29		38.34	0.000561	1.11	480.92	280.80	0.20
TorrenteSillaro	620	TR200	436.00	32.59	38.48		38.53	0.000527	1.12	536.00	290.33	0.20
TorrenteSillaro	620	TR10	258.00	32.59	37.64		37.69	0.000714	1.08	310.87	228.16	0.22
TorrenteSillaro	610	TR30	322.00	31.42	37.17		37.47	0.002214	2.69	154.87	75.41	0.40
TorrenteSillaro	610	TR50	356.00	31.42	37.36		37.67	0.002249	2.78	169.78	87.34	0.41
TorrenteSillaro	610	TR100	391.00	31.42	37.50		37.84	0.002331	2.89	183.60	97.59	0.42
TorrenteSillaro	610	TR200	436.00	31.42	37.69		38.04	0.002393	3.00	203.13	110.45	0.43
TorrenteSillaro	610	TR10	258.00	31.42	36.94		37.17	0.001785	2.33	139.27	61.11	0.36
TorrenteSillaro	600	TR30	322.00	30.15	35.00	35.00	35.69	0.010514	3.91	100.76	72.68	0.74
TorrenteSillaro	600	TR50	356.00	30.15	35.08	35.08	35.83	0.011162	4.11	106.77	73.14	0.77
TorrenteSillaro	600	TR100	391.00	30.15	35.20	35.20	35.96	0.010959	4.19	115.91	73.84	0.77
TorrenteSillaro	600	TR200	436.00	30.15	35.34	35.34	36.13	0.011044	4.33	125.73	74.58	0.78
TorrenteSillaro	600	TR10	258.00	30.15	34.40	34.40	35.36	0.018414	4.42	61.68	38.13	0.95
TorrenteSillaro	590	TR30	322.00	27.77	33.99		34.01	0.000082	0.58	680.27	198.84	0.08
TorrenteSillaro	590	TR50	356.00	27.77	34.26		34.28	0.000081	0.60	733.79	202.13	0.08
TorrenteSillaro	590	TR100	391.00	27.77	34.39		34.40	0.000089	0.64	759.46	203.68	0.09
TorrenteSillaro	590	TR200	436.00	27.77	34.62		34.64	0.000093	0.67	807.68	206.57	0.09
TorrenteSillaro	590	TR10	258.00	27.77	33.62		33.63	0.000073	0.52	605.92	194.19	0.08
TorrenteSillaro	580	TR30	322.00	27.35	33.73		33.89	0.001183	1.77	193.14	91.94	0.29
TorrenteSillaro	580	TR50	356.00	27.35	34.00		34.16	0.001110	1.80	224.39	140.46	0.29
TorrenteSillaro	580	TR100	391.00	27.35	34.10		34.27	0.001200	1.90	238.54	141.06	0.30
TorrenteSillaro	580	TR200	436.00	27.35	34.33		34.51	0.001160	1.94	271.44	142.44	0.30
TorrenteSillaro	580	TR10	258.00	27.35	33.39		33.52	0.001061	1.58	166.44	67.68	0.27
TorrenteSillaro	570	TR30	322.00	27.33	33.13	31.66	33.47	0.002521	2.76	136.38	47.25	0.42
TorrenteSillaro	570	TR50	356.00	27.33	33.42	31.86	33.77	0.002372	2.80	150.35	48.95	0.41
TorrenteSillaro	570	TR100	391.00	27.33	33.40	32.03	33.83	0.002899	3.09	149.64	48.87	0.46
TorrenteSillaro	570	TR200	436.00	27.33	33.59	32.24	34.05	0.003081	3.26	158.64	49.94	0.47
TorrenteSillaro	570	TR10	258.00	27.33	32.92	31.12	33.17	0.001979	2.37	126.48	46.00	0.37

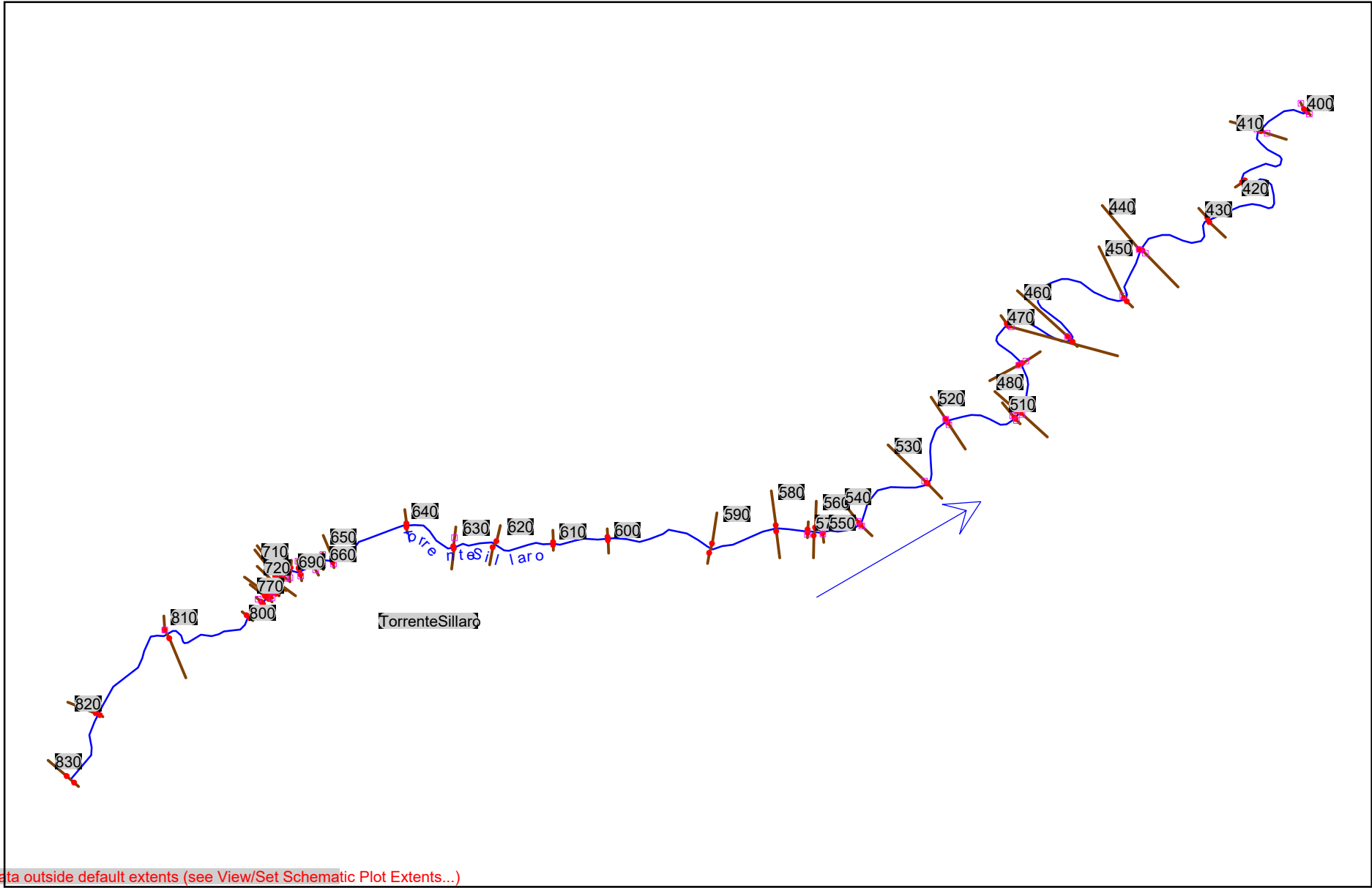


HEC-RAS Plan: SP River: TorrenteSillaro Reach: TorrenteSillaro (Continued)

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
TorrenteSillaro	560	TR30	322.00	26.91	33.19		33.33	0.001072	1.62	200.36	60.98	0.28
TorrenteSillaro	560	TR50	356.00	26.91	33.49		33.63	0.000991	1.64	218.55	62.17	0.27
TorrenteSillaro	560	TR100	391.00	26.91	33.49		33.66	0.001192	1.80	218.70	62.18	0.30
TorrenteSillaro	560	TR200	436.00	26.91	33.69		33.87	0.001247	1.91	230.95	62.98	0.31
TorrenteSillaro	560	TR10	258.00	26.91	32.96		33.06	0.000873	1.39	186.17	60.45	0.25
TorrenteSillaro	550	TR30	322.00	27.36	32.90		33.22	0.001904	2.58	136.03	37.09	0.38
TorrenteSillaro	550	TR50	356.00	27.36	33.32		33.55	0.001343	2.29	204.19	88.55	0.33
TorrenteSillaro	550	TR100	391.00	27.36	33.28		33.56	0.001692	2.56	200.21	87.66	0.37
TorrenteSillaro	550	TR200	436.00	27.36	33.47		33.77	0.001753	2.67	217.51	91.47	0.37
TorrenteSillaro	550	TR10	258.00	27.36	32.76		30.50	0.001372	2.14	130.71	36.69	0.32
TorrenteSillaro	540	TR30	322.00	26.31	32.65		32.77	0.000990	1.93	266.05	128.64	0.27
TorrenteSillaro	540	TR50	356.00	26.31	33.13		33.22	0.000720	1.75	332.39	148.08	0.23
TorrenteSillaro	540	TR100	391.00	26.31	33.01		33.14	0.000980	2.01	315.39	142.31	0.27
TorrenteSillaro	540	TR200	436.00	26.31	33.22		33.34	0.000956	2.03	355.49	159.84	0.27
TorrenteSillaro	540	TR10	258.00	26.31	32.40		30.24	0.001260	2.10	146.21	42.14	0.30
TorrenteSillaro	530	TR30	322.00	24.85	31.37		31.71	0.002679	3.05	136.54	43.22	0.43
TorrenteSillaro	530	TR50	356.00	24.85	32.03		32.39	0.002375	3.12	182.38	183.74	0.42
TorrenteSillaro	530	TR100	391.00	24.85	31.52		31.97	0.003459	3.54	143.10	43.78	0.50
TorrenteSillaro	530	TR200	436.00	24.85	31.59		32.13	0.004062	3.87	146.04	44.03	0.54
TorrenteSillaro	530	TR10	258.00	24.85	31.37		29.72	0.001724	2.45	136.42	43.21	0.35
TorrenteSillaro	520	TR30	322.00	23.83	31.16		28.85	0.000383	1.16	476.60	268.22	0.17
TorrenteSillaro	520	TR50	356.00	23.83	31.06		29.01	0.001657	2.38	167.88	46.91	0.35
TorrenteSillaro	520	TR100	391.00	23.83	31.28		29.17	0.000470	1.30	508.97	268.42	0.19
TorrenteSillaro	520	TR200	436.00	23.83	31.28		29.38	0.000581	1.45	510.21	268.43	0.21
TorrenteSillaro	520	TR10	258.00	23.83	30.63		28.48	0.001254	1.94	147.95	45.19	0.30
TorrenteSillaro	510	TR30	322.00	23.16	30.31		28.28	0.001621	2.58	158.97	42.21	0.34
TorrenteSillaro	510	TR50	356.00	23.16	30.28		28.44	0.002033	2.88	157.50	42.10	0.38
TorrenteSillaro	510	TR100	391.00	23.16	30.51		28.60	0.002038	2.96	174.71	67.94	0.38
TorrenteSillaro	510	TR200	436.00	23.16	30.18		28.79	0.003294	3.62	153.22	41.77	0.48
TorrenteSillaro	510	TR10	258.00	23.16	29.84		27.81	0.001501	2.35	139.49	40.70	0.32
TorrenteSillaro	500	TR30	322.00	23.28	30.31		27.13	0.000758	1.82	192.54	45.14	0.25
TorrenteSillaro	500	TR50	356.00	23.28	30.28		27.30	0.000949	2.03	190.96	45.00	0.28
TorrenteSillaro	500	TR100	391.00	23.28	30.50		27.46	0.000988	2.13	201.12	45.97	0.29
TorrenteSillaro	500	TR200	436.00	23.28	30.18		27.66	0.001525	2.54	186.39	44.58	0.35
TorrenteSillaro	500	TR10	258.00	23.28	29.84		26.77	0.000674	1.62	171.84	43.23	0.23
TorrenteSillaro	490	TR30	322.00	23.03	30.28		27.38	0.000688	1.62	213.39	54.68	0.24
TorrenteSillaro	490	TR50	356.00	23.03	30.23		27.52	0.000870	1.81	210.93	54.46	0.26
TorrenteSillaro	490	TR100	391.00	23.03	30.46		27.65	0.000889	1.88	223.32	55.55	0.27
TorrenteSillaro	490	TR200	436.00	23.03	30.10		27.82	0.001447	2.29	203.56	53.81	0.34
TorrenteSillaro	490	TR10	258.00	23.03	29.81		27.05	0.000637	1.45	188.24	52.42	0.22
TorrenteSillaro	480	TR30	322.00	22.16	29.99		27.89	0.001108	1.88	197.62	58.18	0.28
TorrenteSillaro	480	TR50	356.00	22.16	29.84		28.03	0.001547	2.17	188.91	57.51	0.33
TorrenteSillaro	480	TR100	391.00	22.16	30.06		28.16	0.001533	2.24	201.92	58.51	0.33
TorrenteSillaro	480	TR200	436.00	22.16	28.32		28.32	0.012477	4.68	106.81	50.50	0.88
TorrenteSillaro	480	TR10	258.00	22.16	29.53		27.59	0.001083	1.73	171.46	56.14	0.28
TorrenteSillaro	470	TR30	322.00	21.15	29.31		27.14	0.001771	2.38	154.14	45.68	0.34
TorrenteSillaro	470	TR50	356.00	21.15	28.55		27.32	0.004069	3.25	122.26	39.82	0.50
TorrenteSillaro	470	TR100	391.00	21.15	27.50		27.50	0.014299	5.07	83.24	34.16	0.89
TorrenteSillaro	470	TR200	436.00	21.15	27.71		27.71	0.014060	5.24	90.53	35.29	0.89
TorrenteSillaro	470	TR10	258.00	21.15	28.92		26.66	0.001556	2.12	137.21	41.79	0.31
TorrenteSillaro	460	TR30	322.00	20.75	28.58		26.24	0.001314	1.80	208.25	100.08	0.30
TorrenteSillaro	460	TR50	356.00	20.75	28.80		26.47	0.000052	0.38	1370.25	606.92	0.06
TorrenteSillaro	460	TR100	391.00	20.75	26.71		26.71	0.016637	4.82	81.17	34.33	1.00
TorrenteSillaro	460	TR200	436.00	20.75	26.97		26.97	0.016470	4.80	90.74	38.53	1.00
TorrenteSillaro	460	TR10	258.00	20.75	28.20		25.71	0.001347	1.69	170.98	97.90	0.30
TorrenteSillaro	450	TR30	322.00	19.12	26.81		24.72	0.001570	2.07	178.70	67.07	0.33
TorrenteSillaro	450	TR50	356.00	19.12	27.02		24.93	0.001557	2.14	193.01	67.94	0.33
TorrenteSillaro	450	TR100	391.00	19.12	27.22		25.14	0.001556	2.20	206.68	68.76	0.33
TorrenteSillaro	450	TR200	436.00	19.12	26.75		25.38	0.003061	2.87	174.65	66.82	0.46
TorrenteSillaro	450	TR10	258.00	19.12	26.87		24.32	0.000948	1.63	182.80	67.32	0.25
TorrenteSillaro	440	TR30	322.00	18.47	26.87		24.04	0.000072	0.49	997.69	398.93	0.07
TorrenteSillaro	440	TR50	356.00	18.47	24.35		24.35	0.014215	5.15	71.70	31.97	0.93
TorrenteSillaro	440	TR100	391.00	18.47	24.63		24.63	0.012934	5.13	81.31	36.91	0.89
TorrenteSillaro	440	TR200	436.00	18.47	26.86		24.93	0.000133	0.67	995.65	398.61	0.10
TorrenteSillaro	440	TR10	258.00	18.47	26.45		23.54	0.001017	1.78	168.69	53.52	0.26
TorrenteSillaro	430	TR30	322.00	17.78	25.97		26.13	0.001416	1.96	221.23	193.51	0.31
TorrenteSillaro	430	TR50	356.00	17.78	26.14		26.30	0.001375	1.99	258.11	234.76	0.31
TorrenteSillaro	430	TR100	391.00	17.78	26.31		26.48	0.001356	2.03	300.75	256.43	0.31
TorrenteSillaro	430	TR200	436.00	17.78	26.49		26.65	0.001255	2.00	349.22	267.85	0.30
TorrenteSillaro	430	TR10	258.00	17.78	25.59		25.75	0.001444	1.85	165.41	103.46	0.31
TorrenteSillaro	420	TR30	322.00	16.92	24.63		24.83	0.001388	2.14	198.45	99.20	0.31

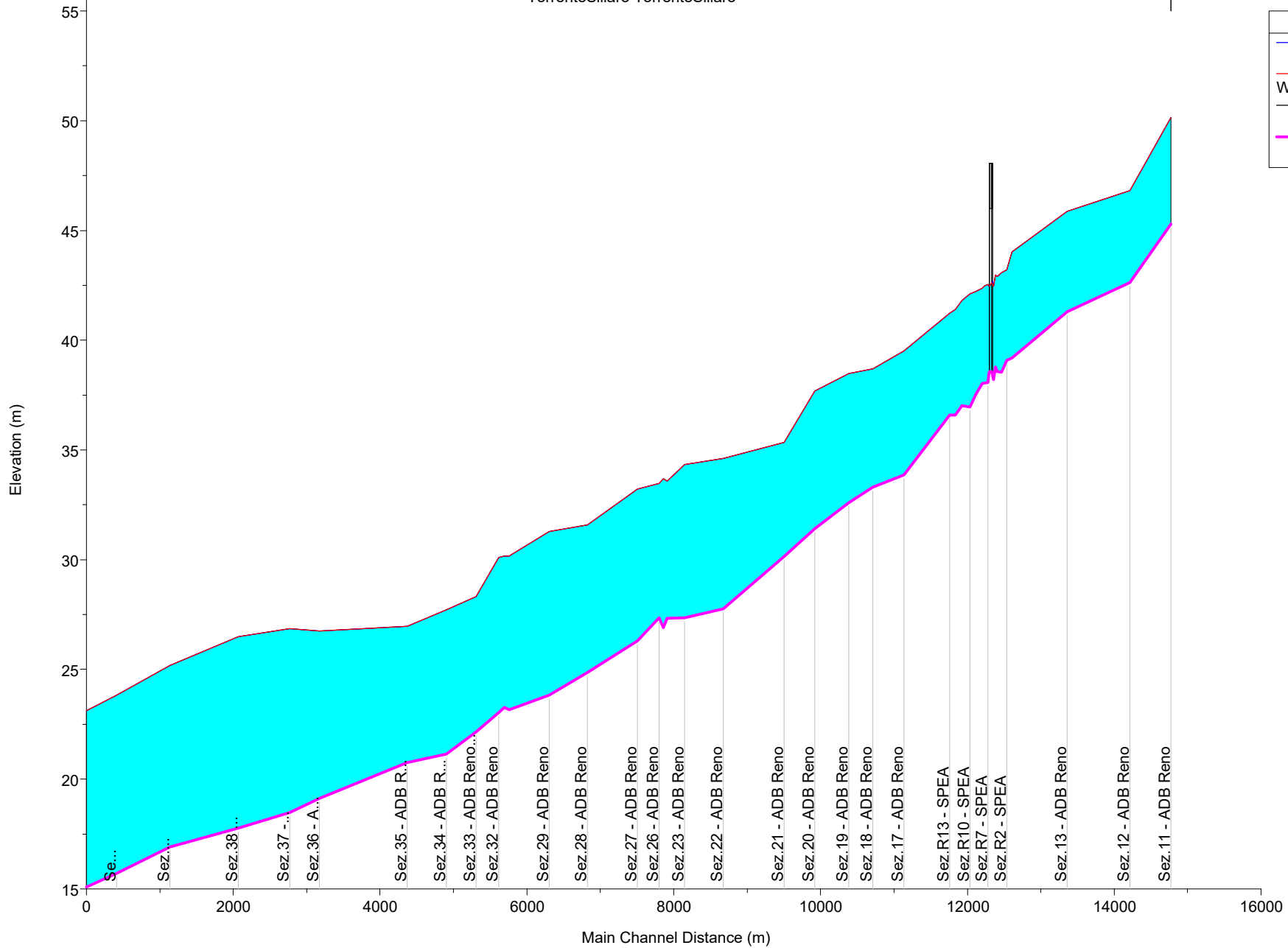
HEC-RAS Plan: SP River: TorrenteSillaro Reach: TorrenteSillaro (Continued)

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
TorrenteSillaro	420	TR50	356.00	16.92	24.81		25.01	0.001395	2.20	216.21	99.20	0.31
TorrenteSillaro	420	TR100	391.00	16.92	24.98		25.19	0.001399	2.25	233.46	99.20	0.32
TorrenteSillaro	420	TR200	436.00	16.92	25.19		25.41	0.001403	2.32	254.44	99.20	0.32
TorrenteSillaro	420	TR10	258.00	16.92	24.26		24.44	0.001361	2.01	161.63	99.20	0.30
TorrenteSillaro	410	TR30	322.00	15.71	23.28	22.18	23.53	0.002354	2.49	167.94	76.71	0.38
TorrenteSillaro	410	TR50	356.00	15.71	23.46	22.34	23.71	0.002350	2.55	181.28	77.57	0.38
TorrenteSillaro	410	TR100	391.00	15.71	23.63	22.49	23.89	0.002348	2.61	194.39	78.40	0.39
TorrenteSillaro	410	TR200	436.00	15.71	23.83	22.67	24.11	0.002349	2.69	210.47	79.41	0.39
TorrenteSillaro	410	TR10	258.00	15.71	22.92	21.13	23.16	0.002378	2.36	140.59	74.92	0.38
TorrenteSillaro	400	TR30	322.00	15.08	22.56	20.36	22.75	0.001500	2.06	193.48	93.65	0.33
TorrenteSillaro	400	TR50	356.00	15.08	22.74	20.59	22.93	0.001500	2.12	209.91	94.62	0.33
TorrenteSillaro	400	TR100	391.00	15.08	22.91	20.79	23.11	0.001501	2.18	226.05	95.57	0.33
TorrenteSillaro	400	TR200	436.00	15.08	23.11	21.04	23.32	0.001502	2.25	245.79	96.71	0.34
TorrenteSillaro	400	TR10	258.00	15.08	22.20	19.87	22.37	0.001503	1.94	159.63	91.61	0.32



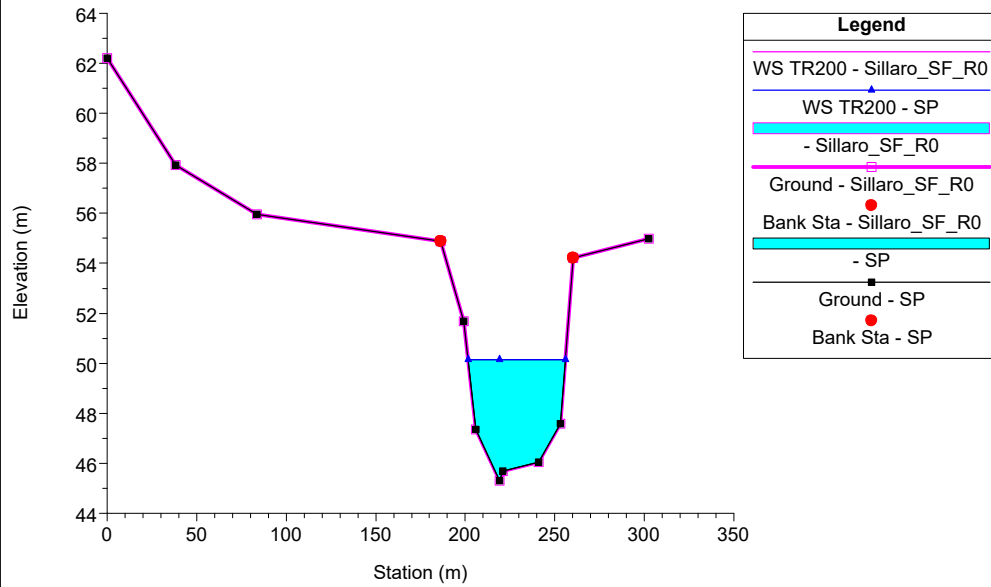
Some schematic data outside default extents (see View/Set Schematic Plot Extents...)

TorrenteSillaro TorrenteSillaro

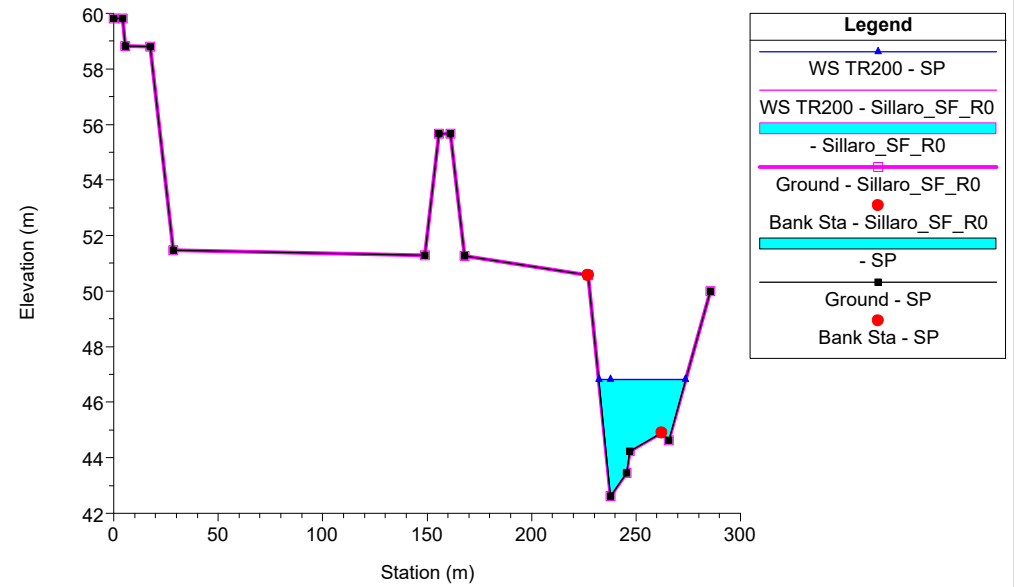


Legend	
—	WS TR200 - SP
—	WS TR200 - Sillaro_SF_R0
—	Ground
—	Ground

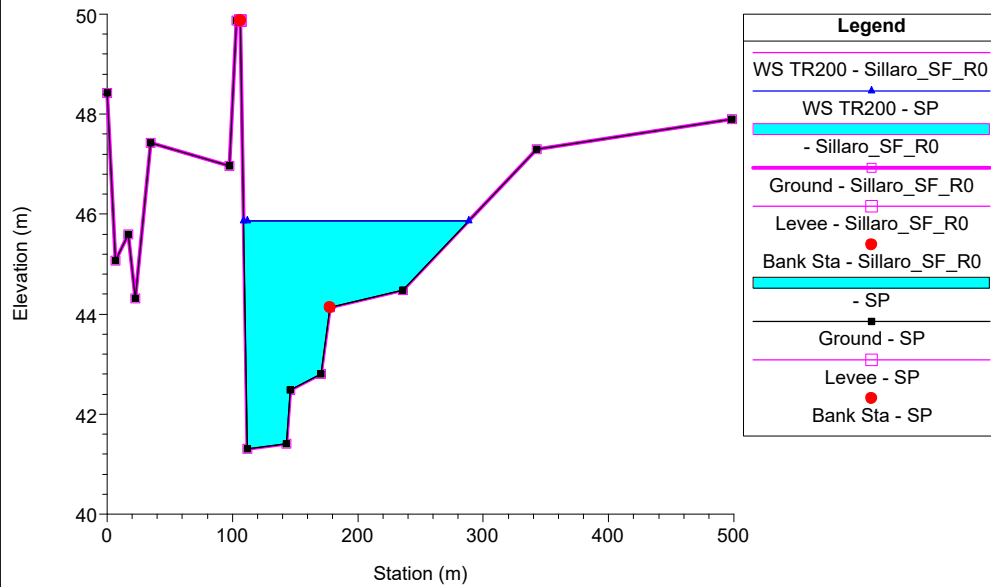
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 830 Sez.11 - ADB Reno



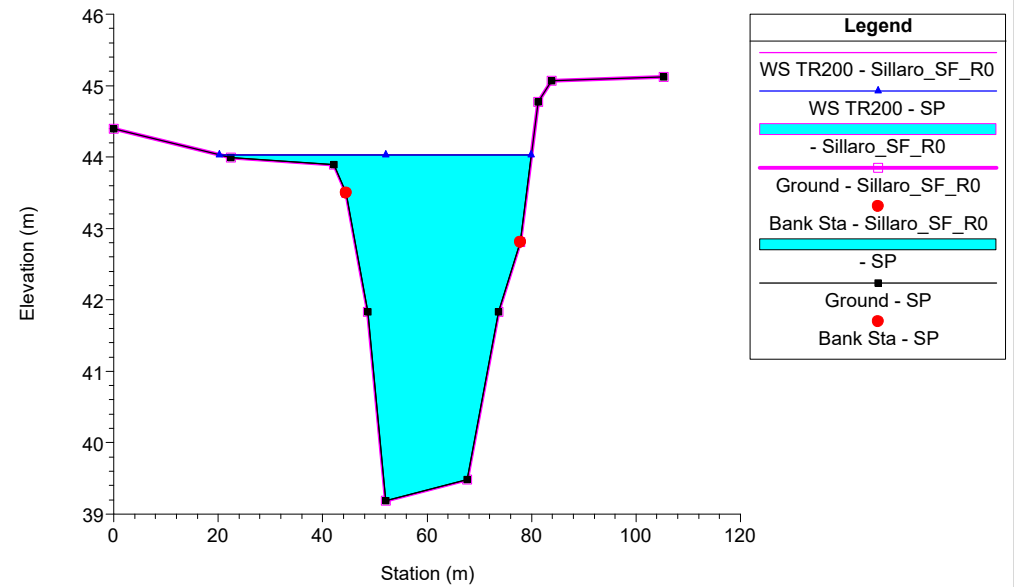
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 820 Sez.12 - ADB Reno



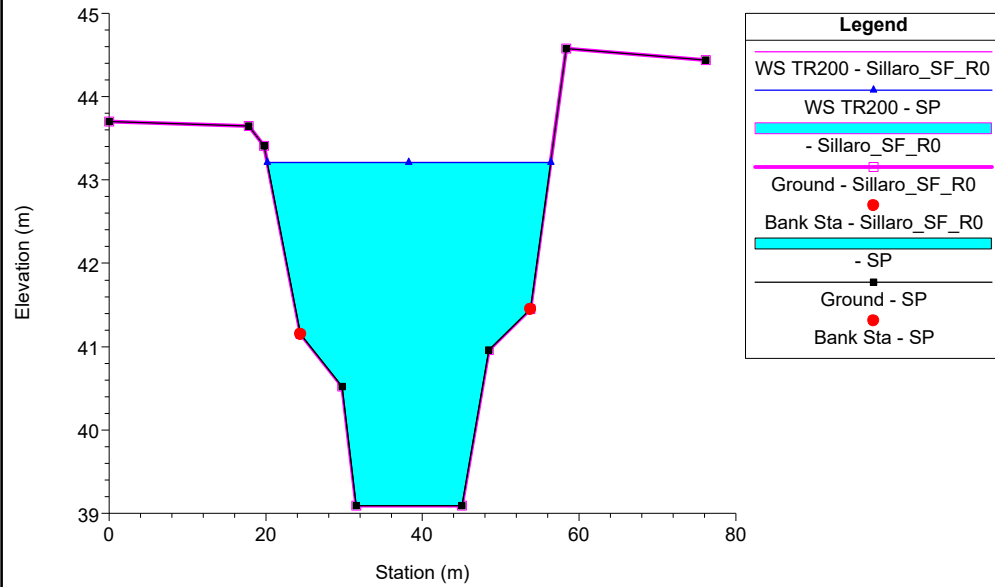
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 810 Sez.13 - ADB Reno



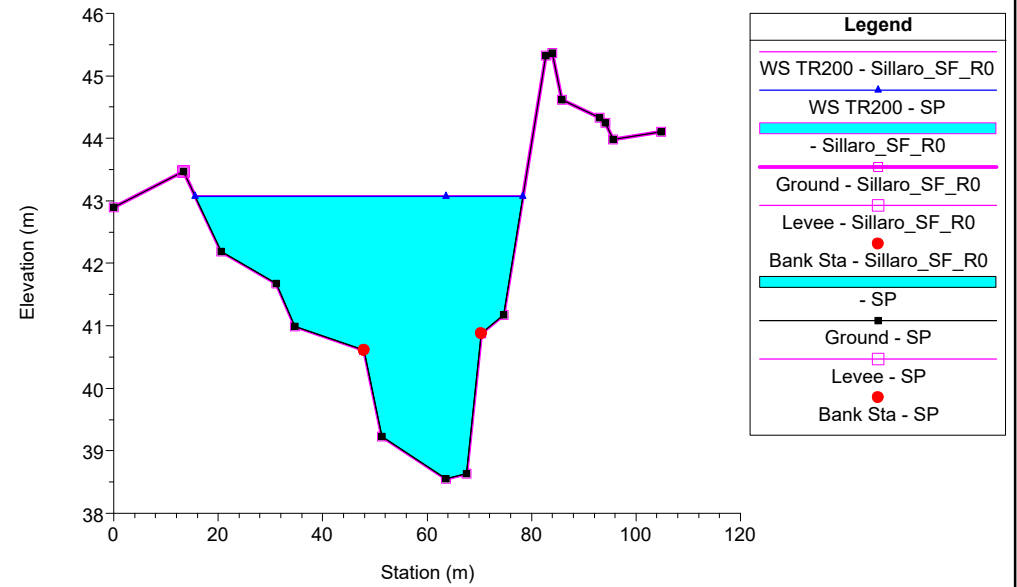
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 800 Sez.R1 - SPEA



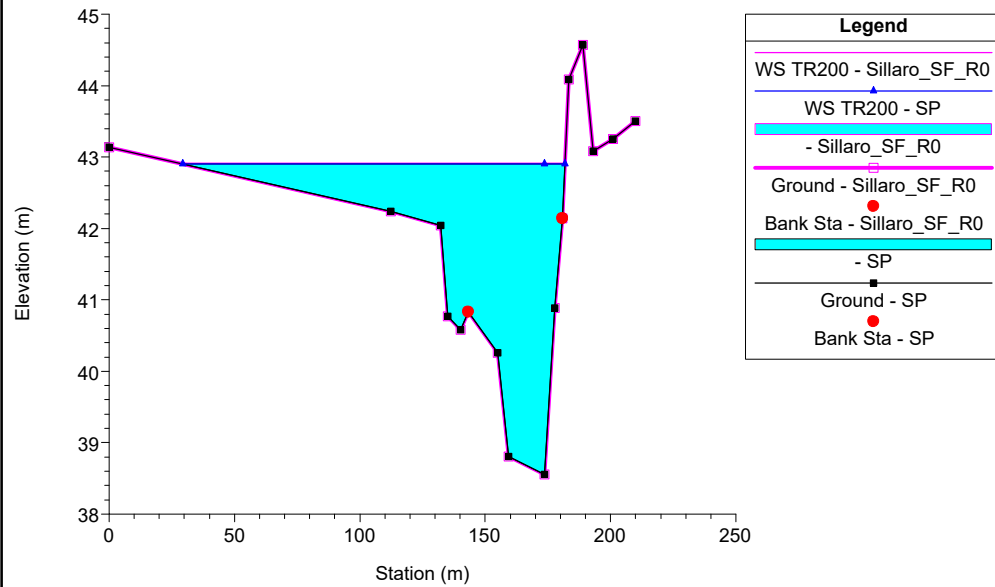
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 790 Sez.R2 - SPEA



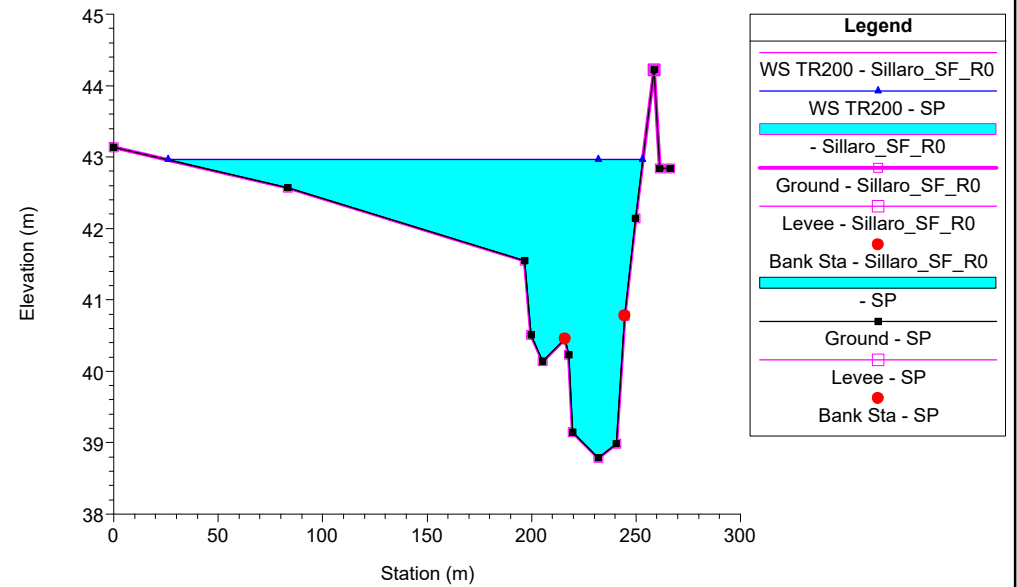
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 780 Sez.R3 - SPEA



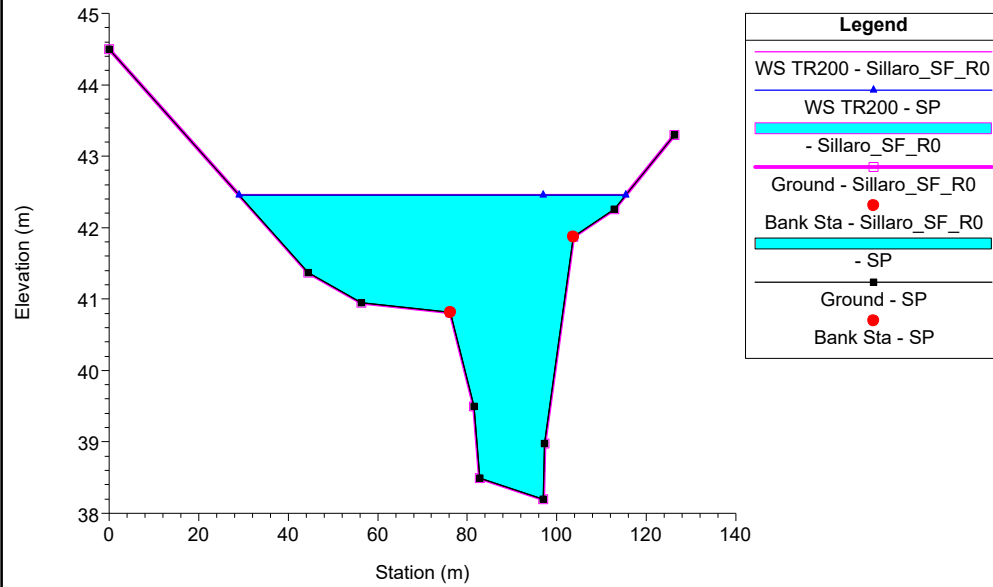
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 770 Sez.R4 - SPEA



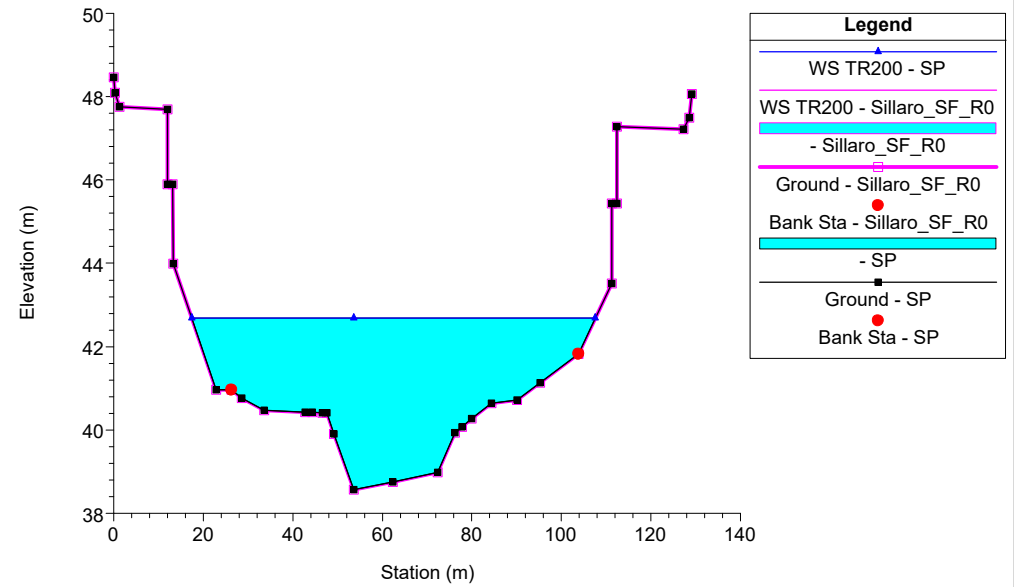
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 760 Sez.14 - ADB Reno



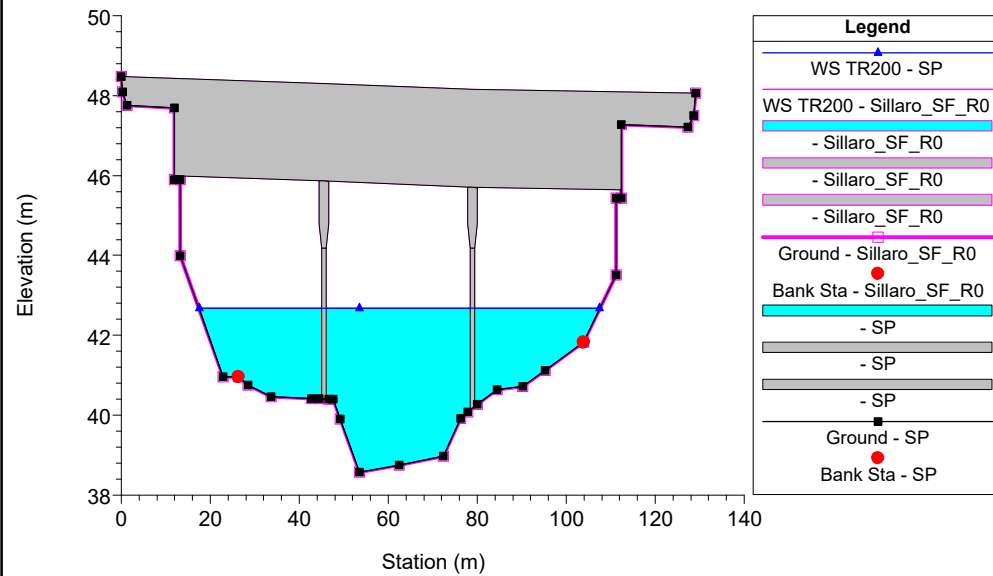
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 750 Sez.R5 - SPEA



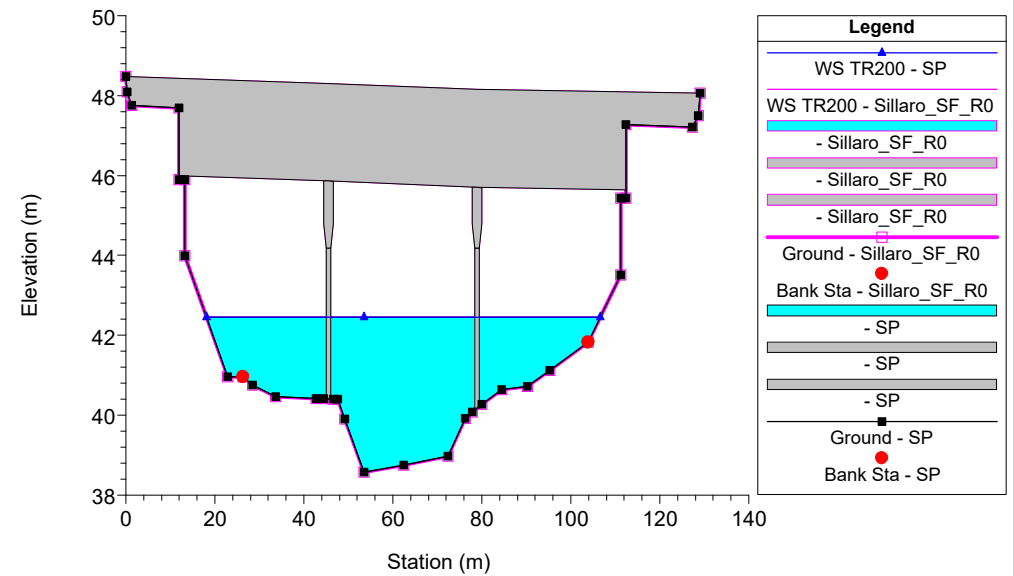
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 741 Sez. 15 - modificata da progetto - 1m monte ponte



SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 740 BR Ponte Autostrada - Sez.15

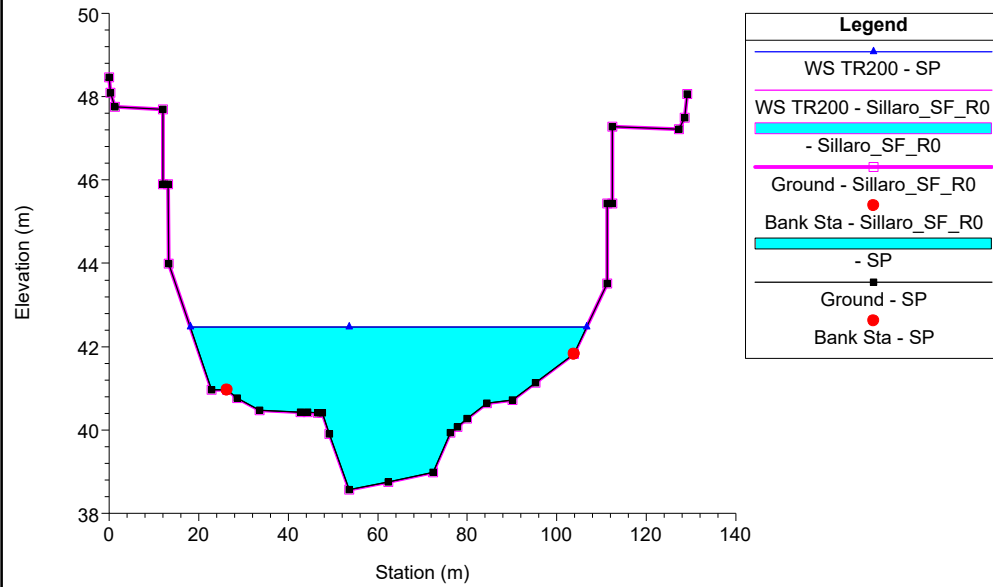


SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 740 BR Ponte Autostrada - Sez.15

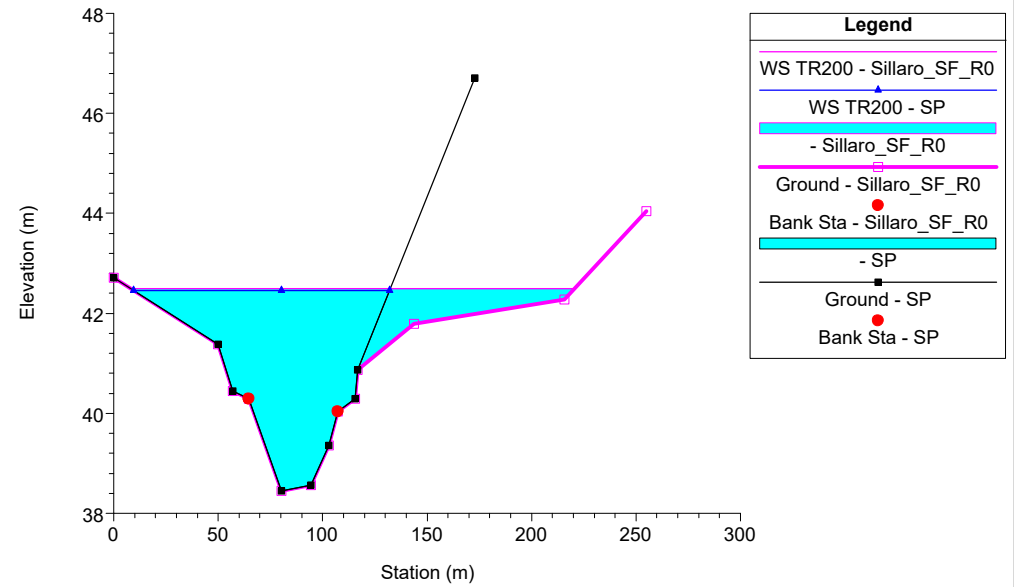




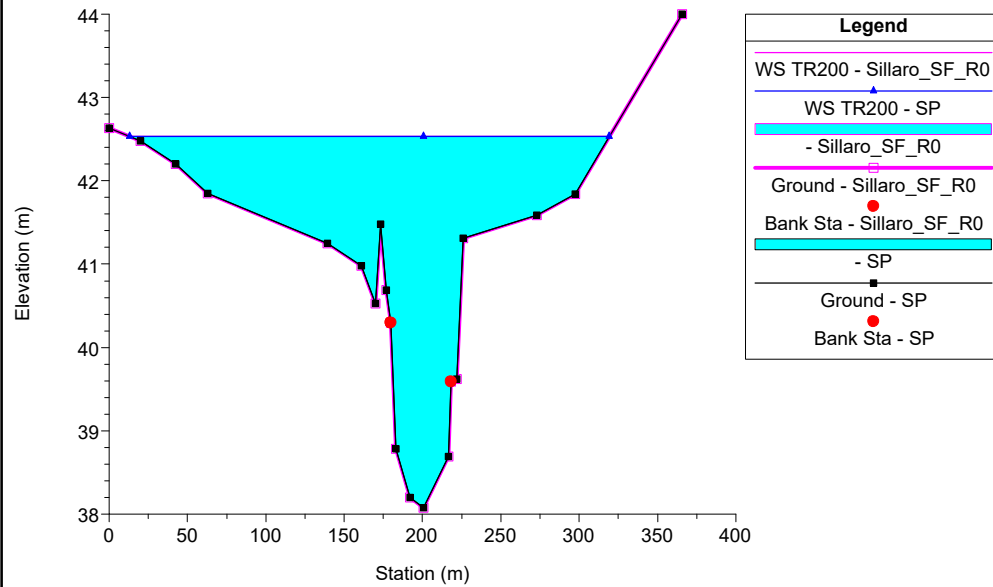
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 739 Sez. 15 - modificata da progetto - 1m valle ponte



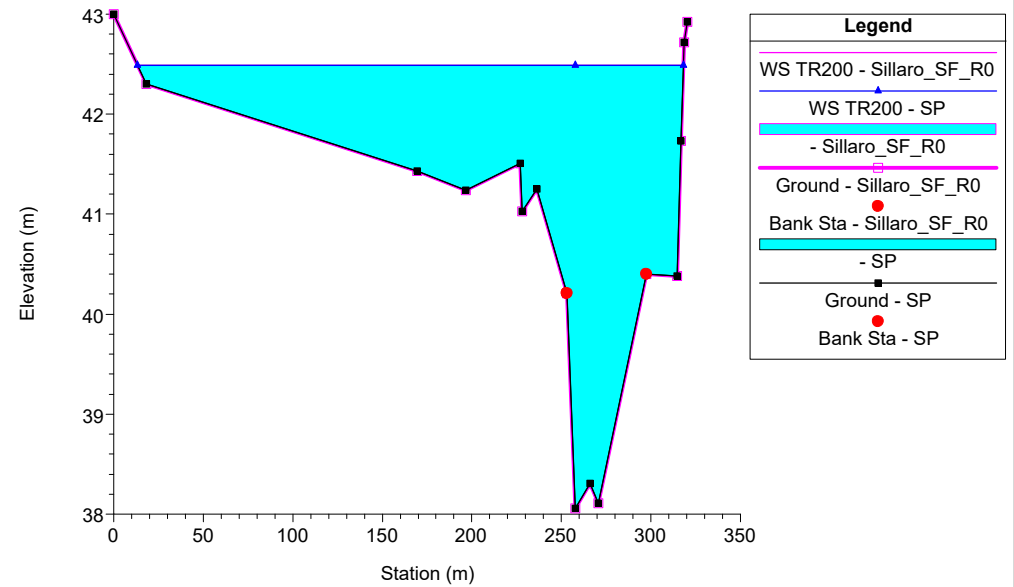
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 730 Sez.R6 - SPEA



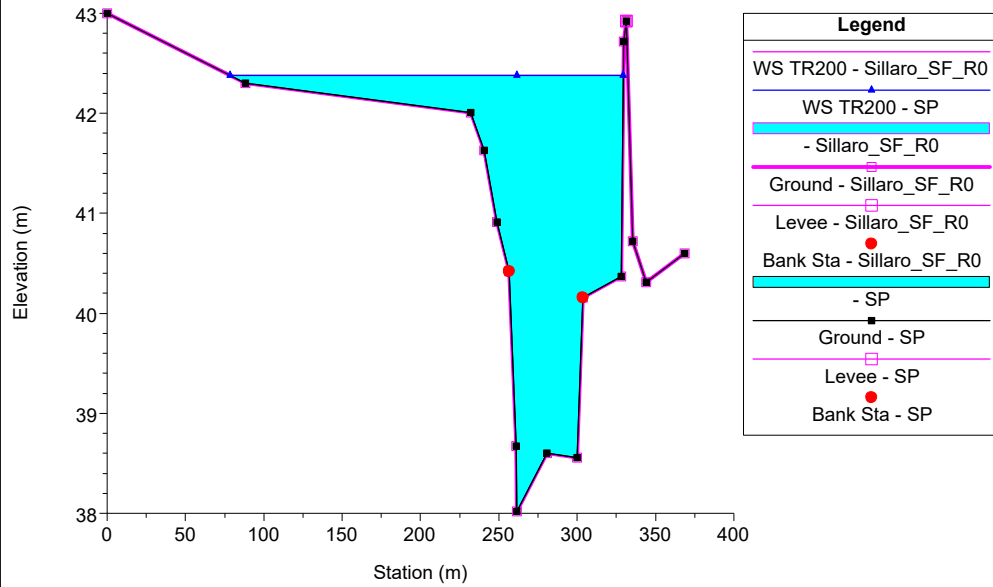
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 720 Sez.R7 - SPEA



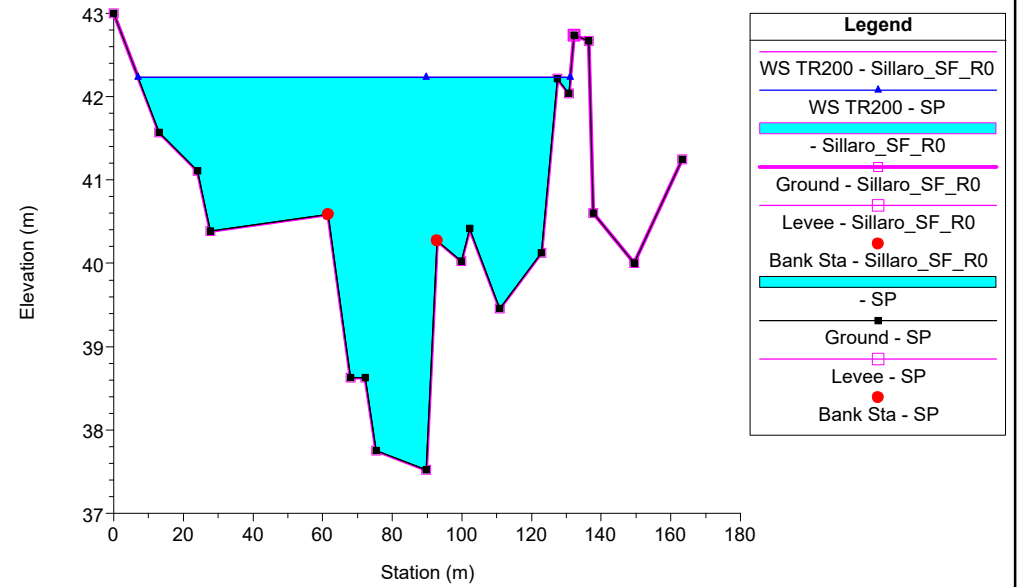
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 710 Sez.16 - ADB Reno



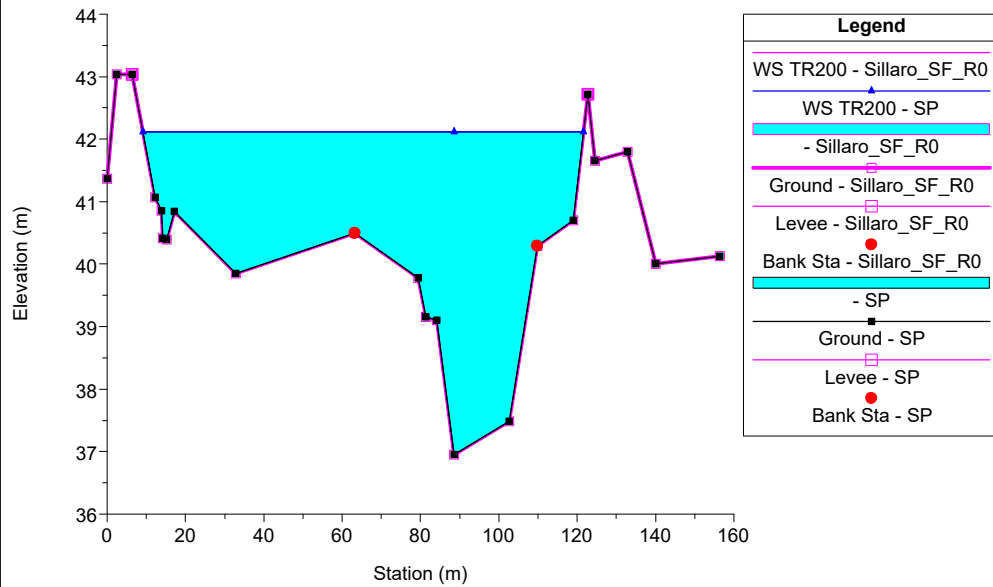
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 700 Sez.R8 - SPEA



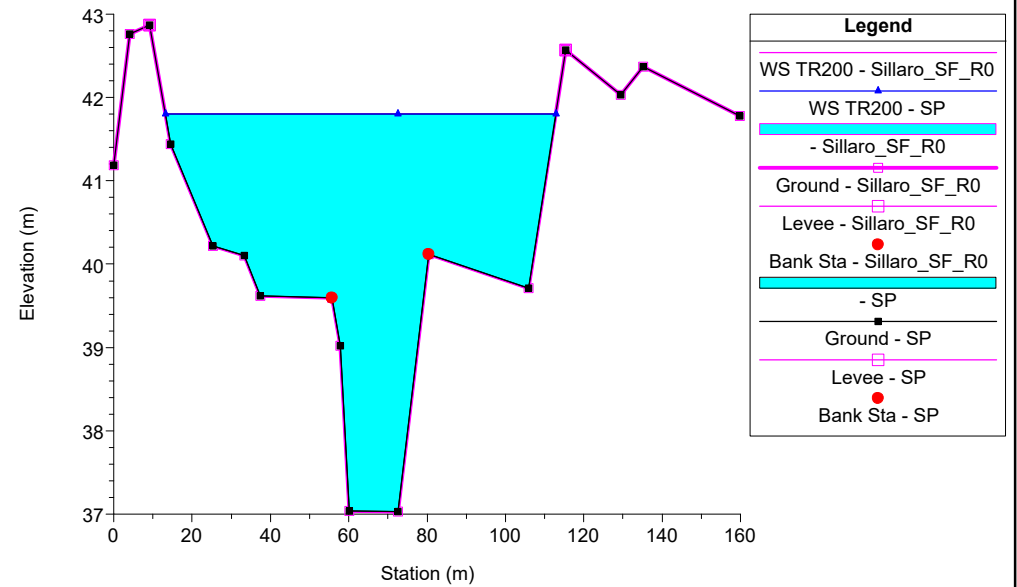
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 690 Sez.R9 - SPEA



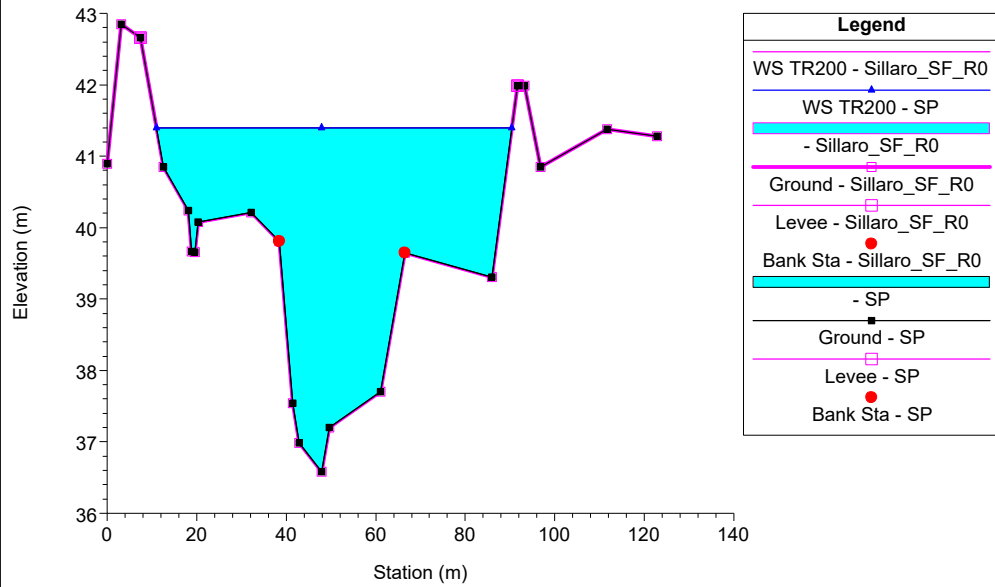
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 680 Sez.R10 - SPEA



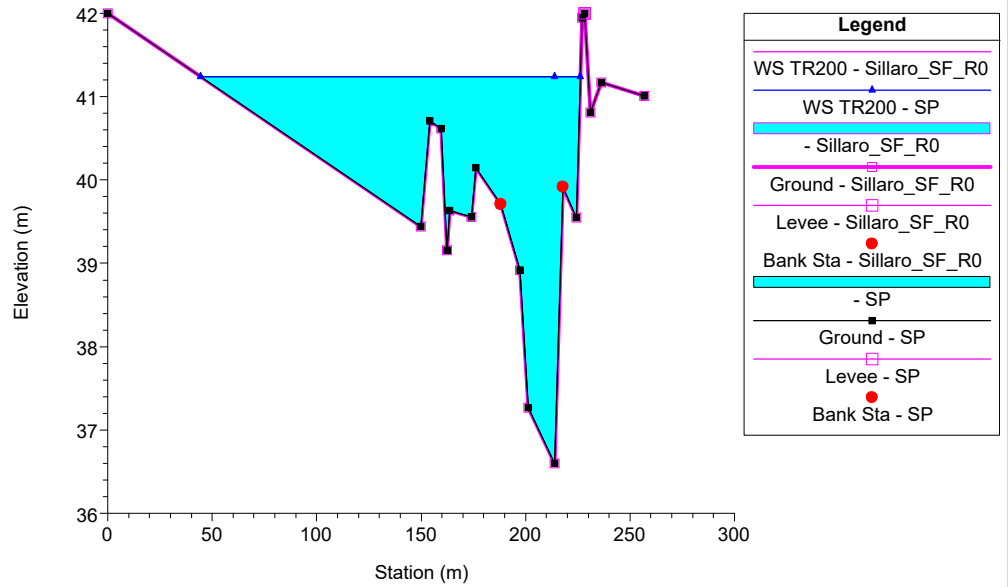
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 670 Sez.R11 - SPEA



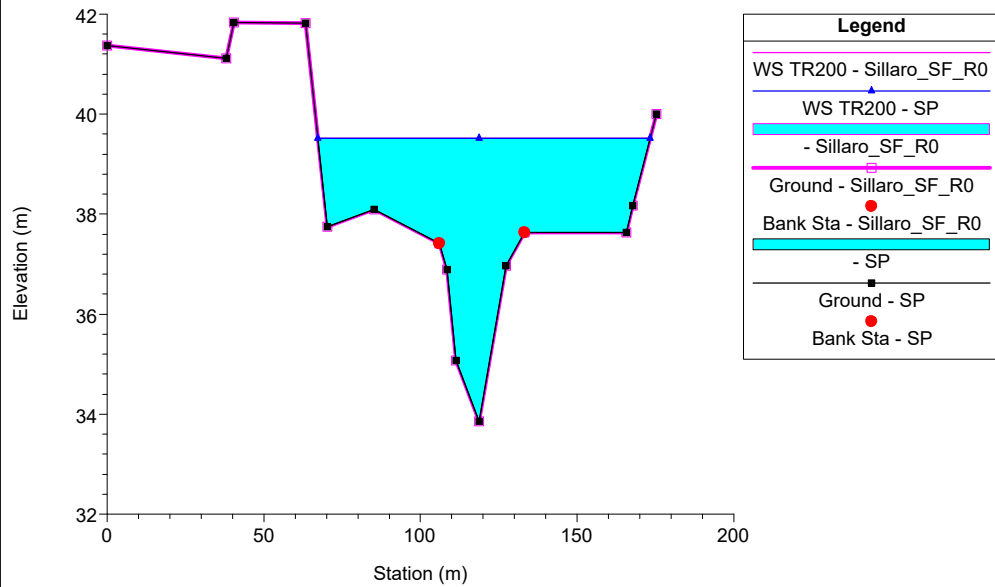
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 660 Sez.R12 - SPEA



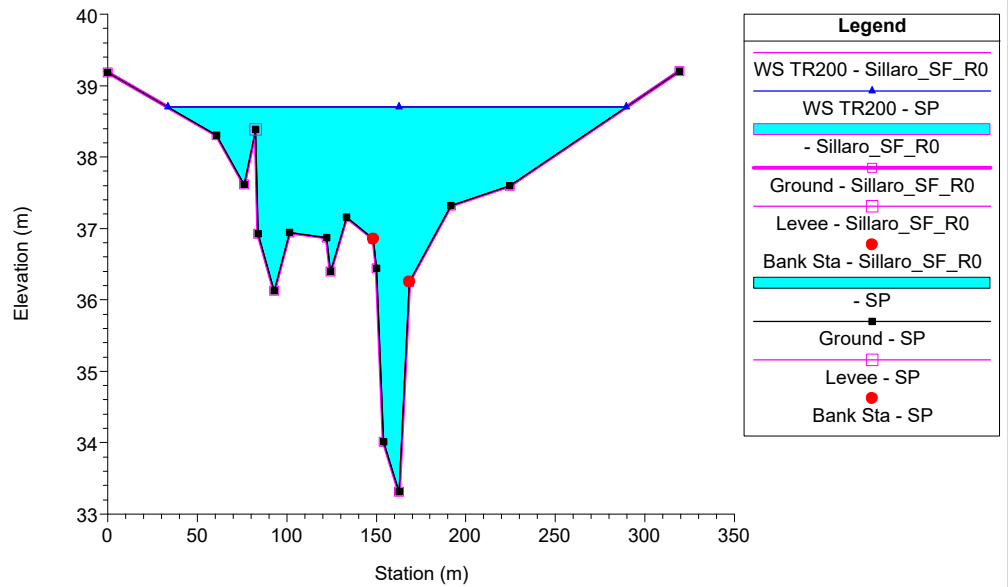
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 650 Sez.R13 - SPEA



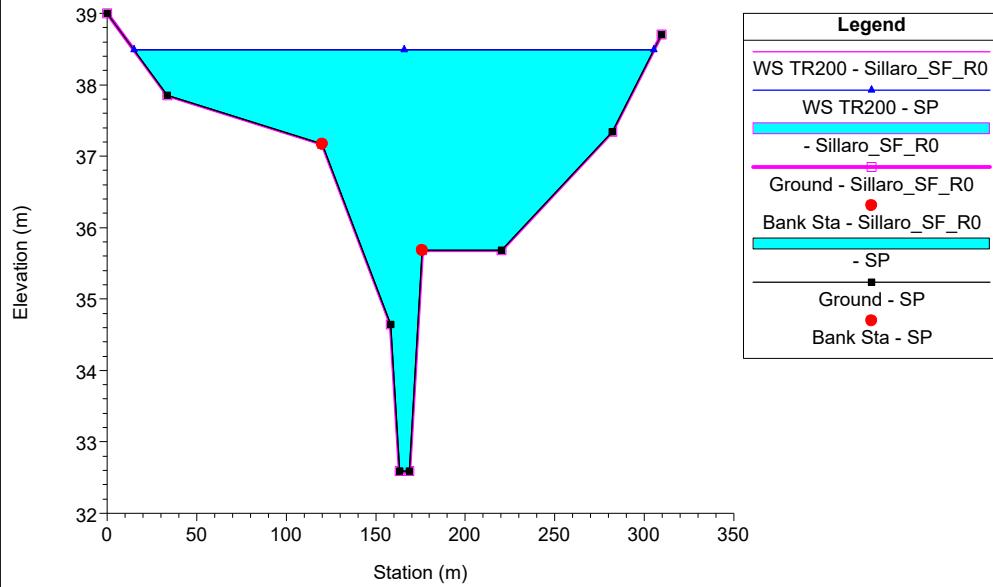
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 640 Sez.17 - ADB Reno



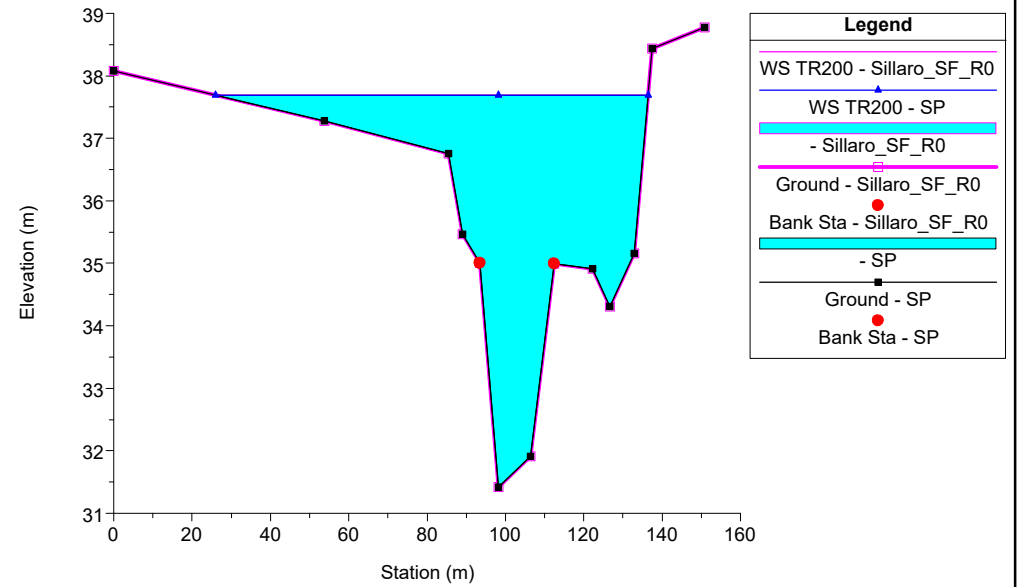
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 630 Sez.18 - ADB Reno



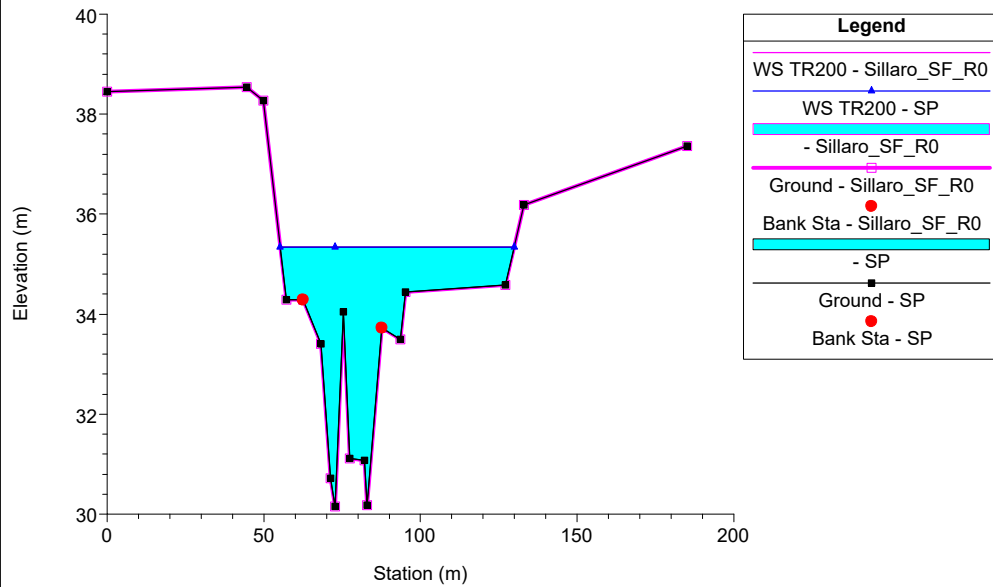
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 620 Sez.19 - ADB Reno



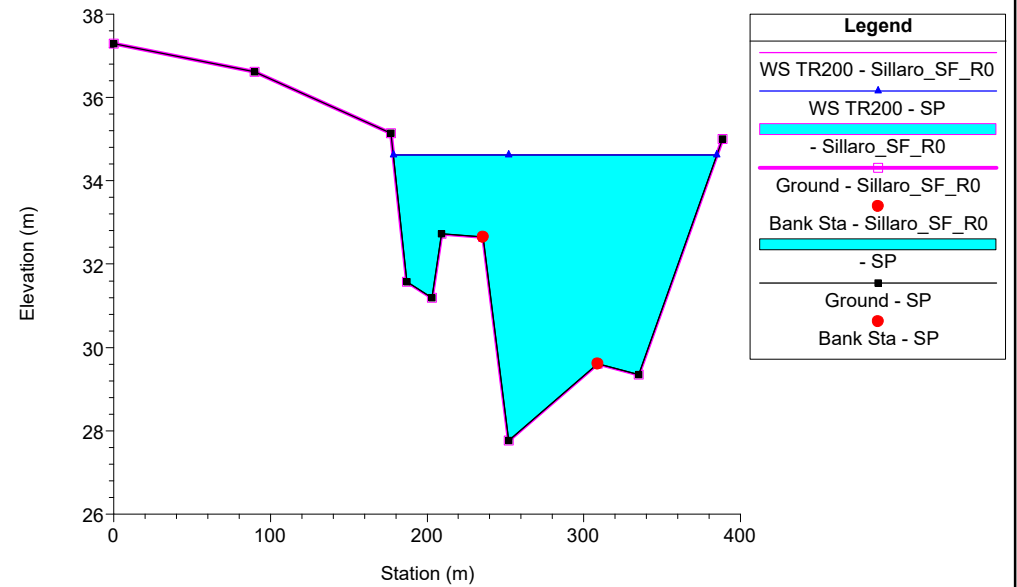
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 610 Sez.20 - ADB Reno



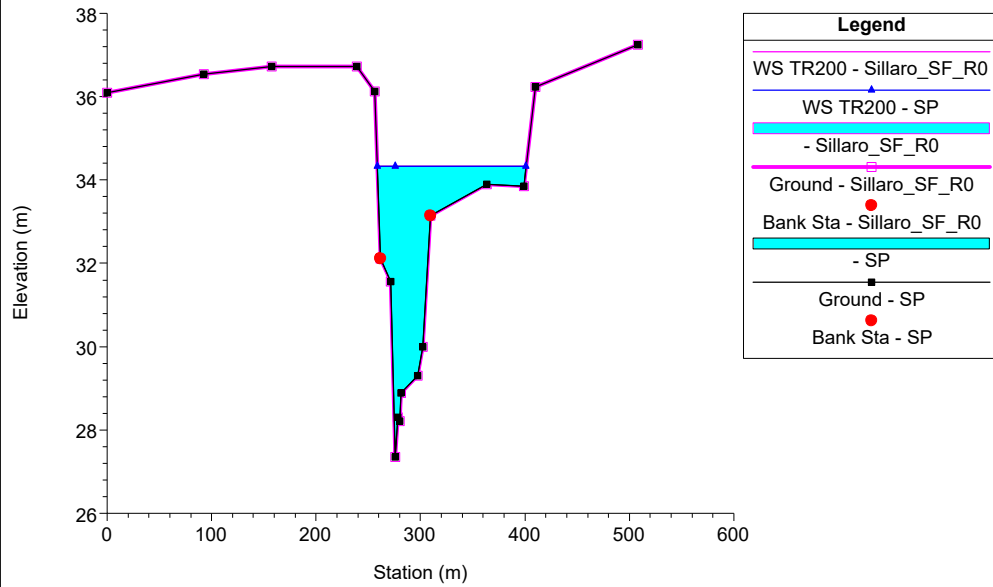
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 600 Sez.21 - ADB Reno



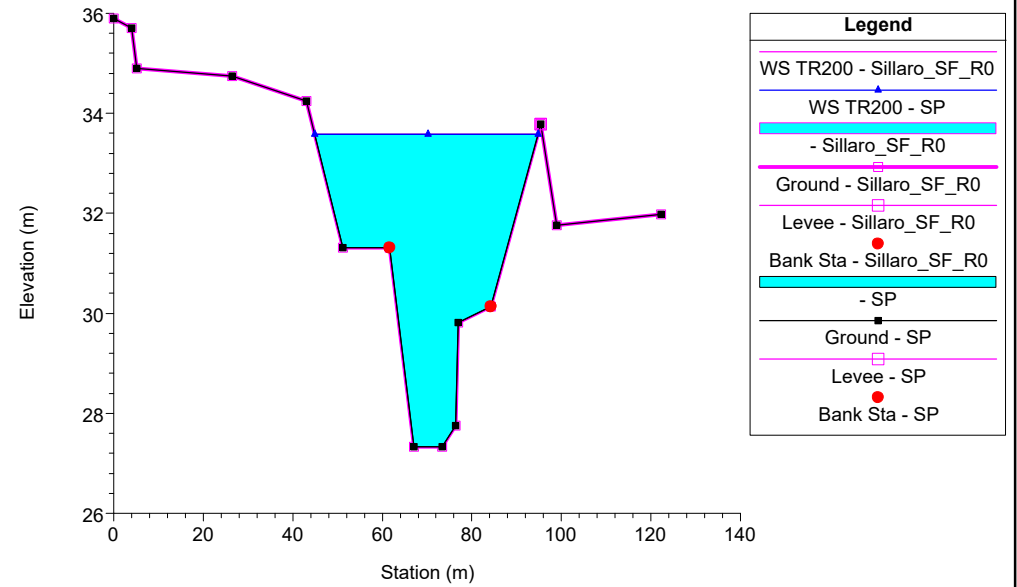
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 590 Sez.22 - ADB Reno



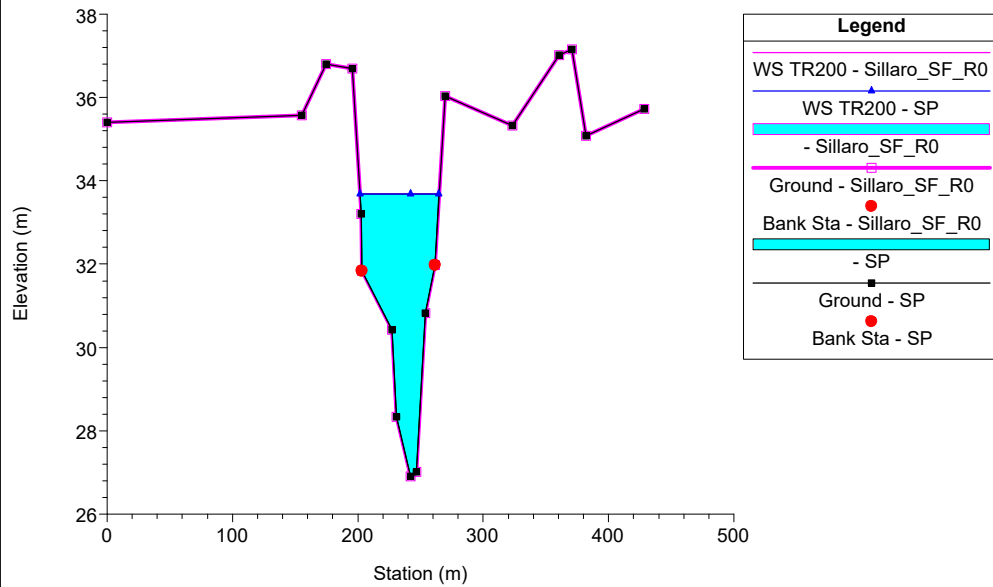
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 580 Sez.23 - ADB Reno



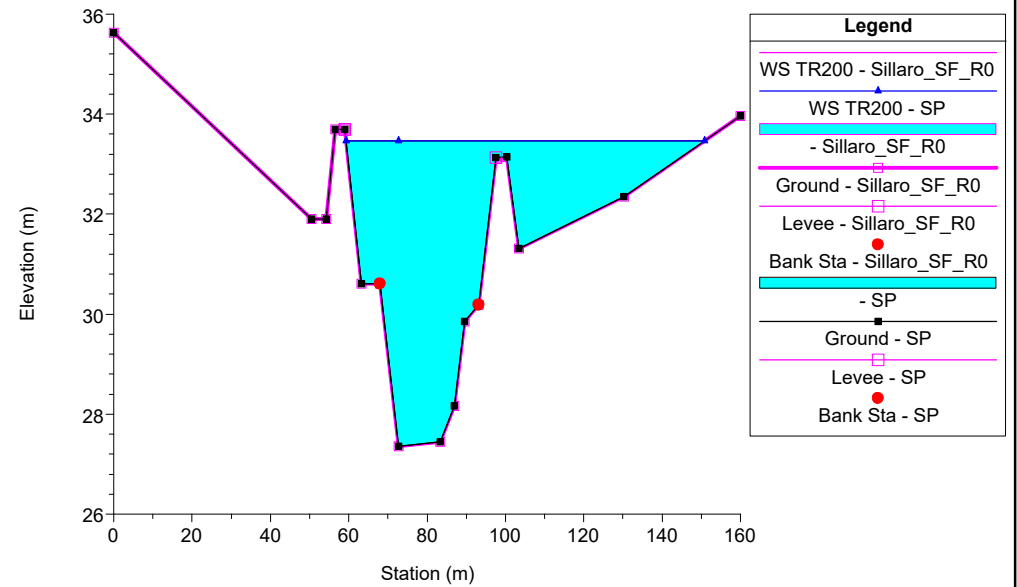
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 570 Sez.24 - ADB Reno



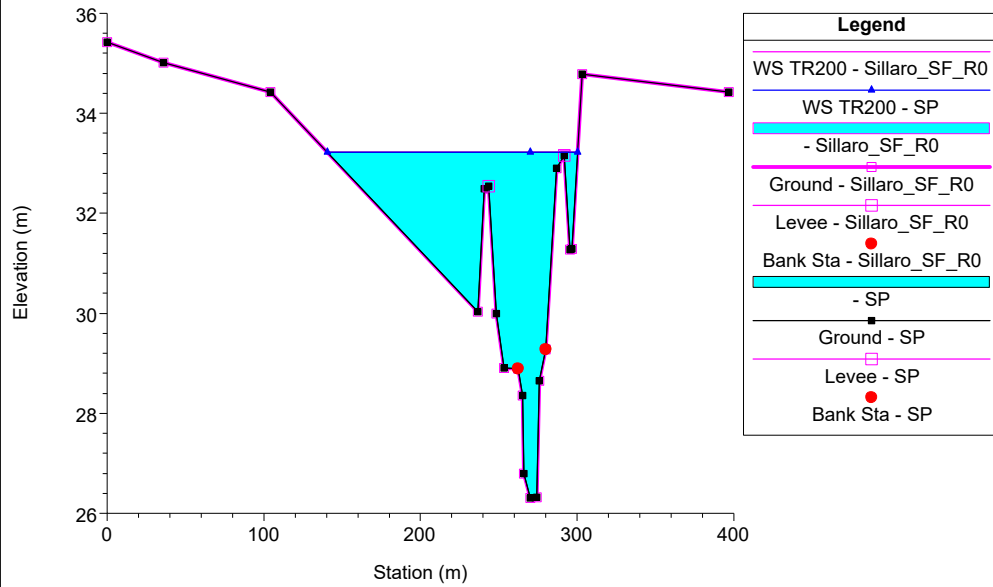
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 560 Sez.25 - ADB Reno



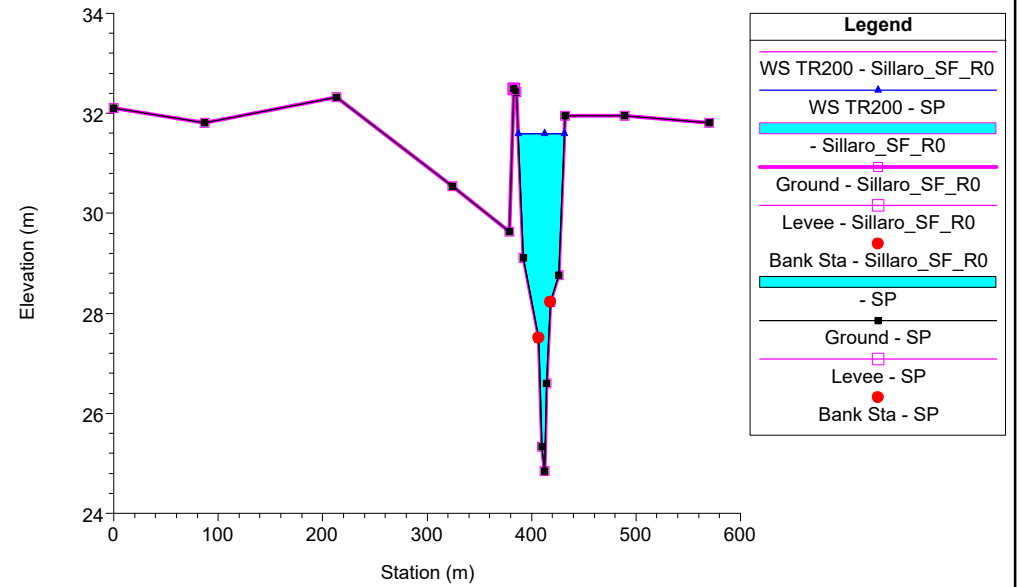
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 550 Sez.26 - ADB Reno



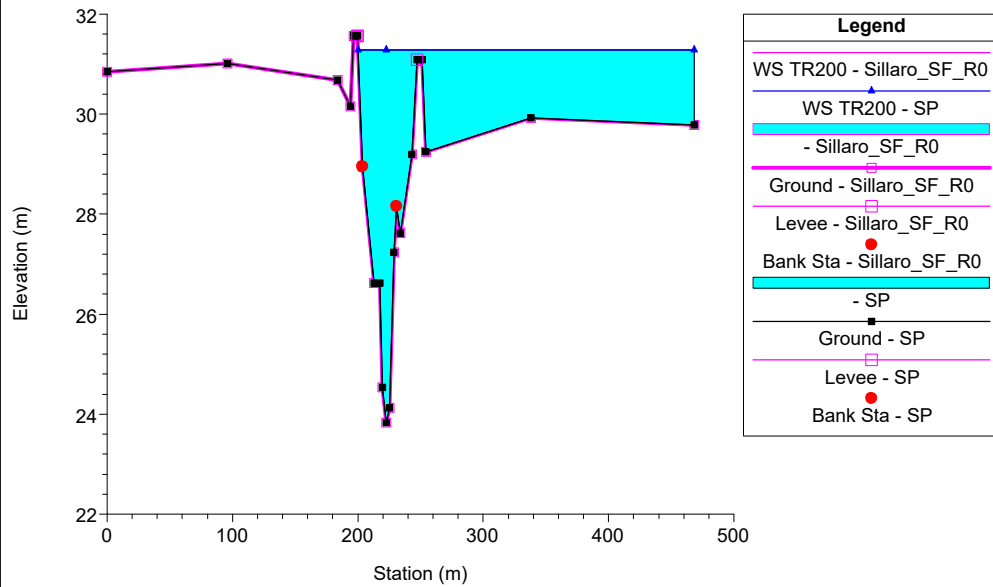
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 540 Sez.27 - ADB Reno



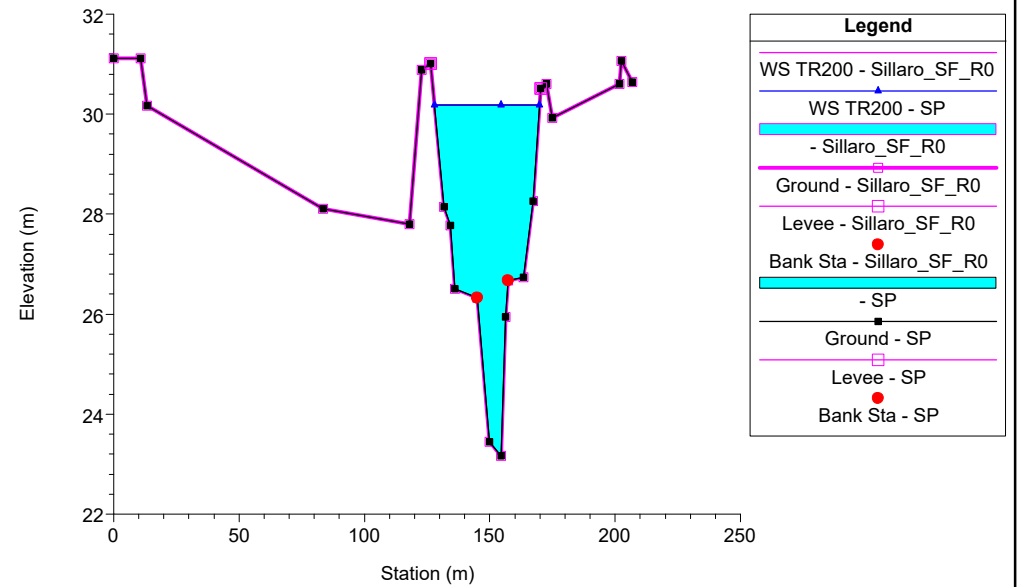
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 530 Sez.28 - ADB Reno



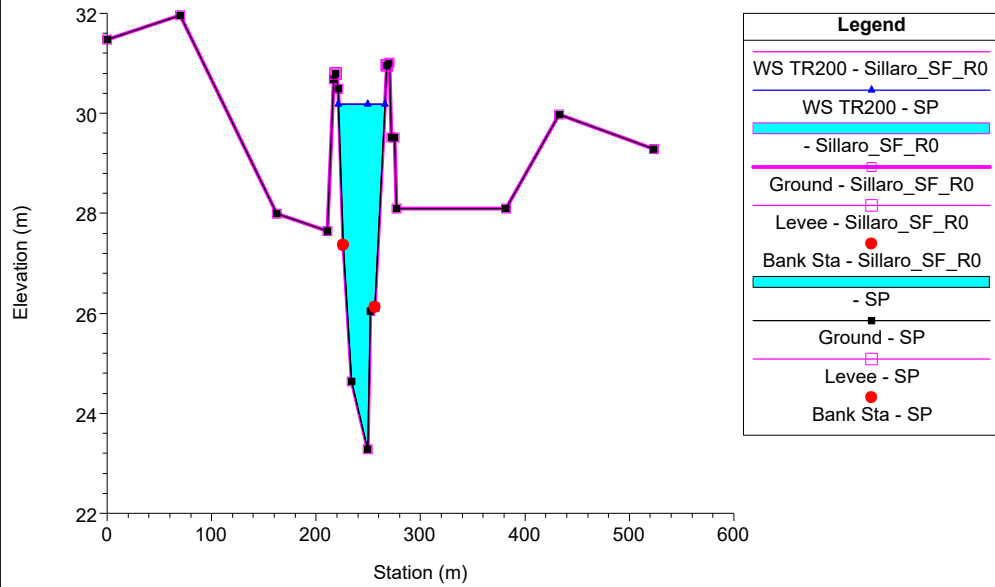
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 520 Sez.29 - ADB Reno



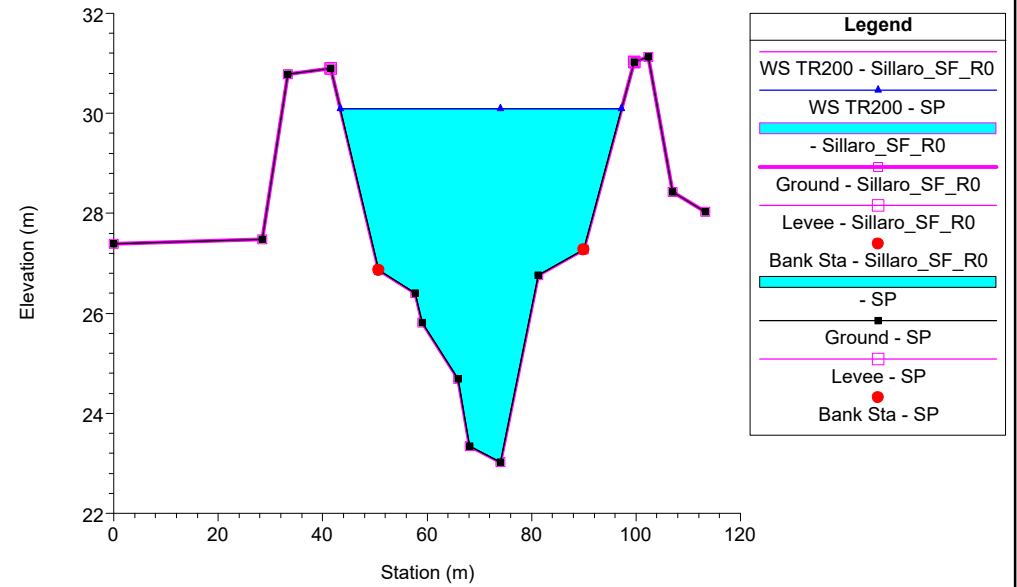
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 510 Sez.30 - ADB Reno



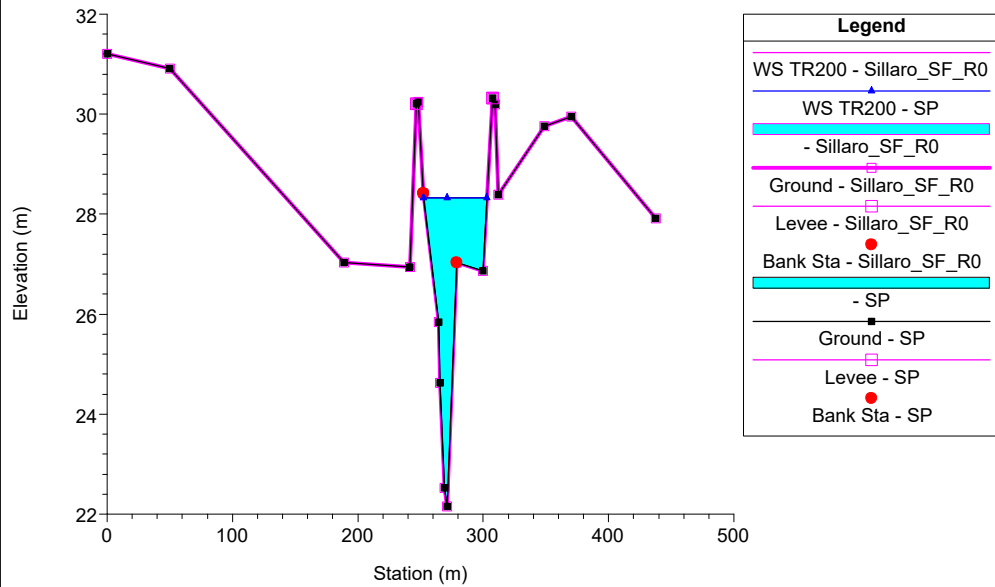
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 500 Sez.31 - ADB Reno



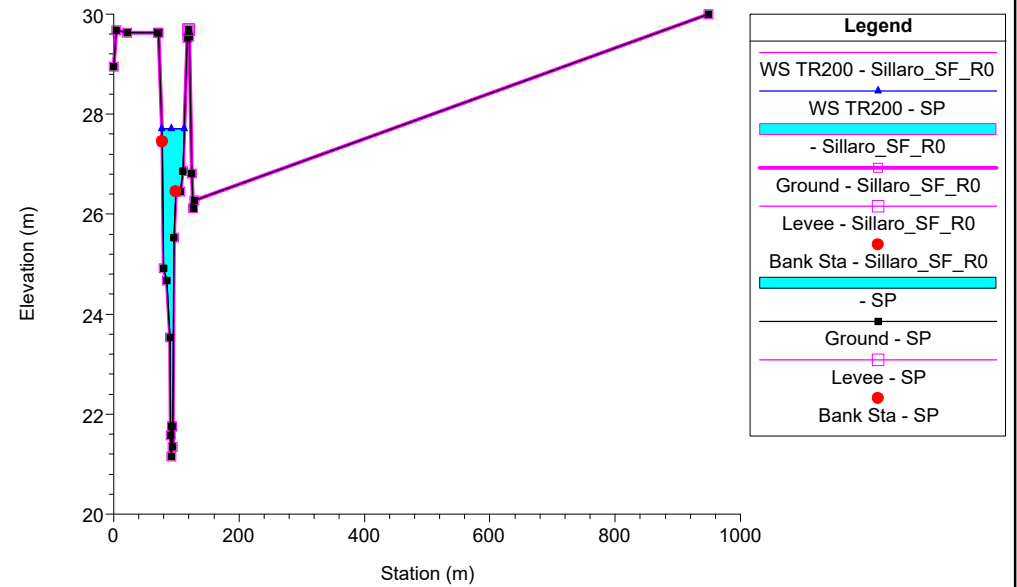
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 490 Sez.32 - ADB Reno



SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 480 Sez.33 - ADB Reno

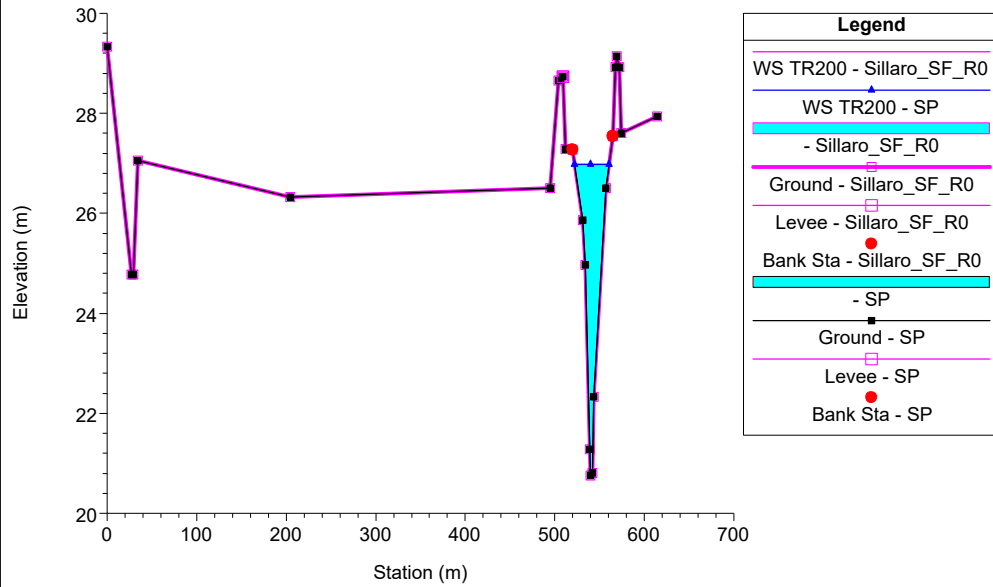


SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 470 Sez.34 - ADB Reno

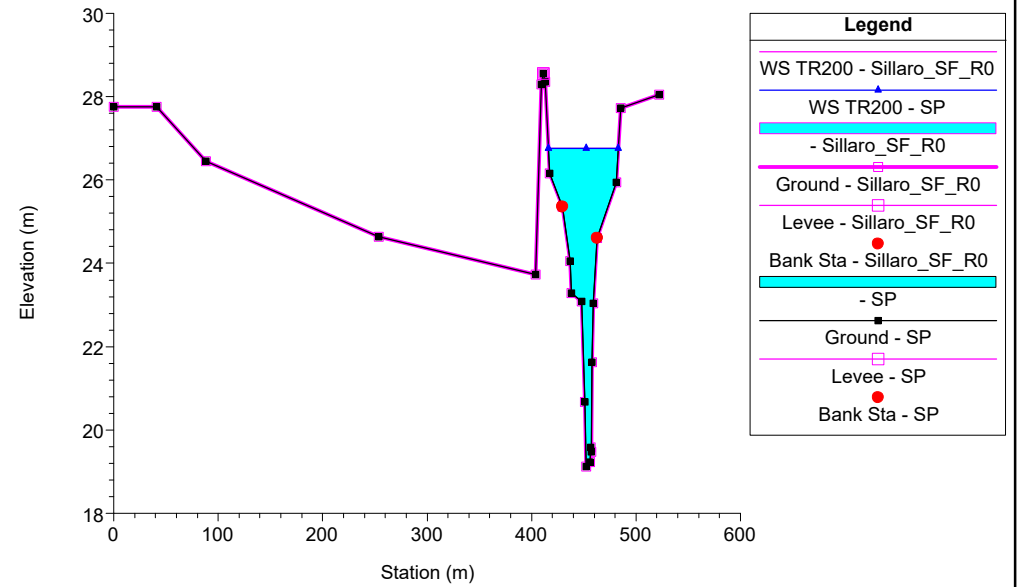




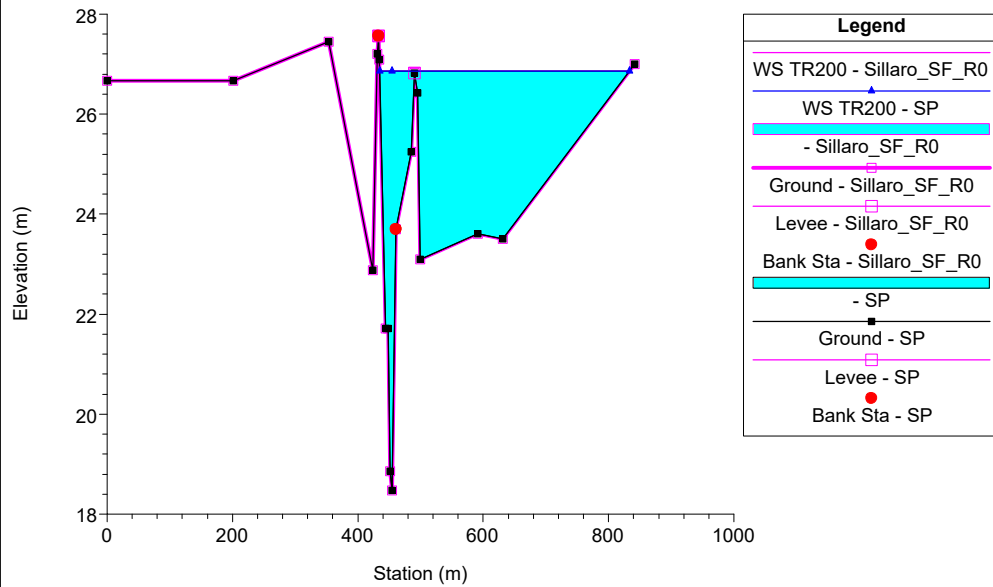
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 460 Sez.35 - ADB Reno



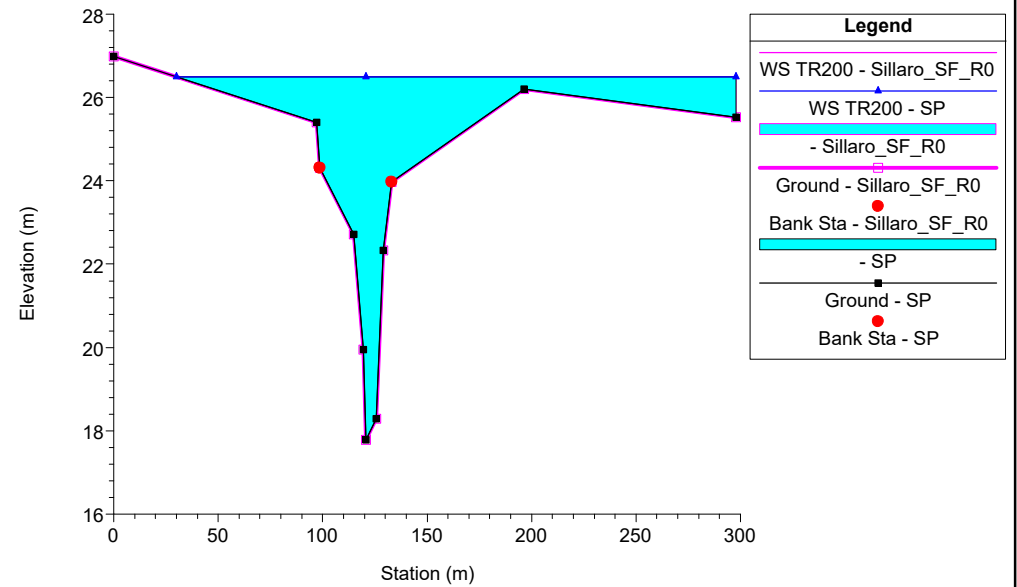
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 450 Sez.36 - ADB Reno



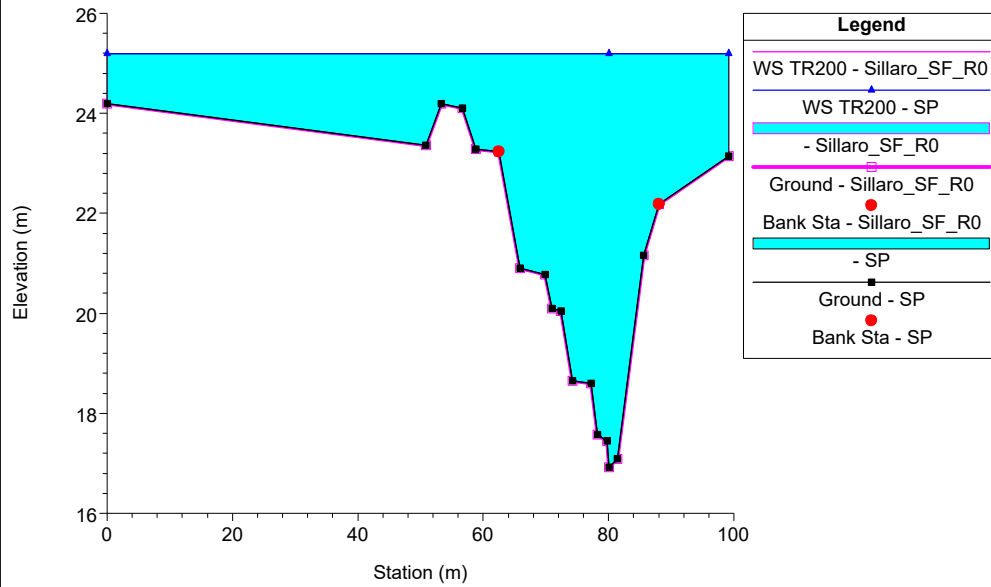
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 440 Sez.37 - ADB Reno



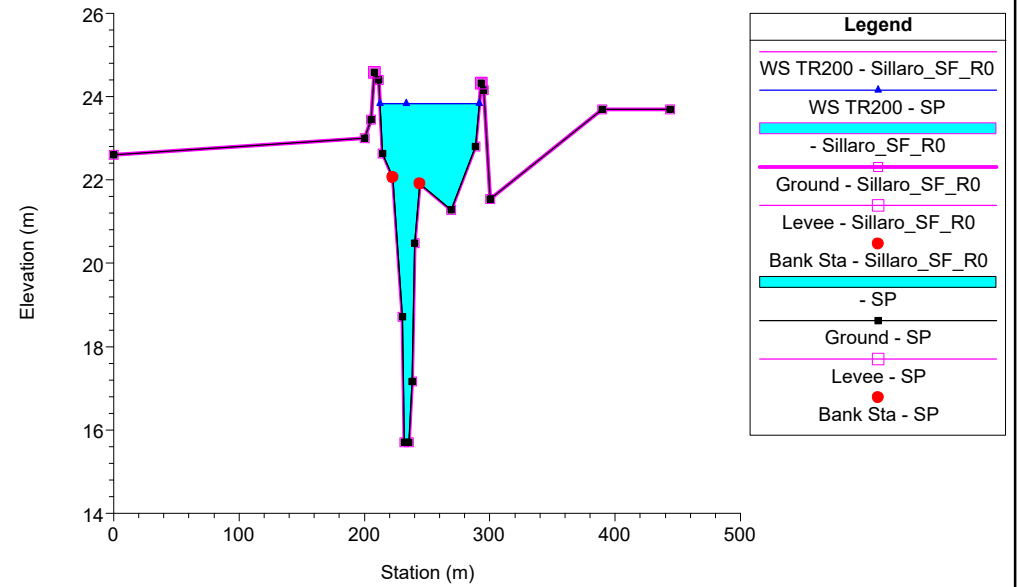
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 430 Sez.38 - ADB Reno



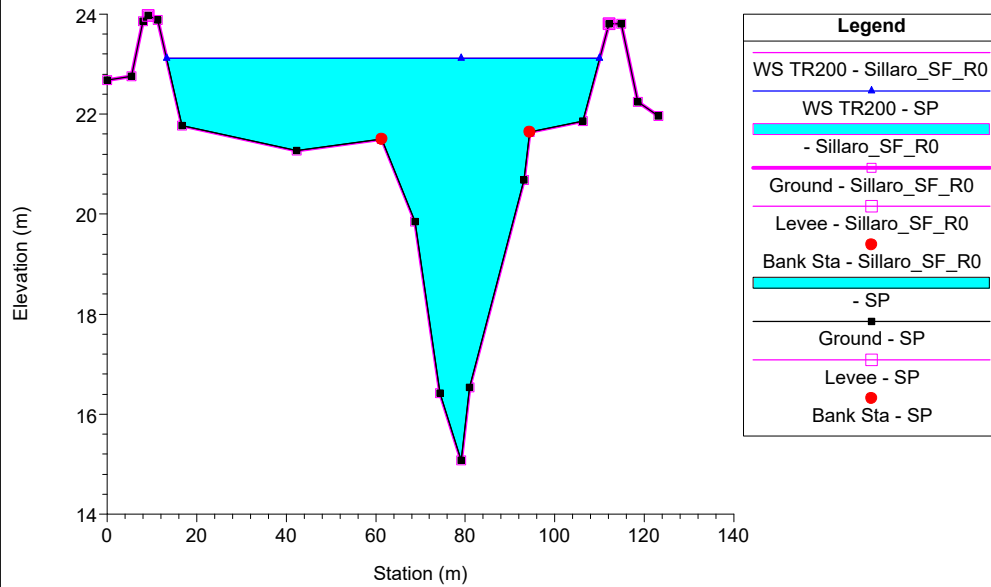
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 420 Sez.39 - ADB Reno



SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 410 Sez.40 - ADB Reno

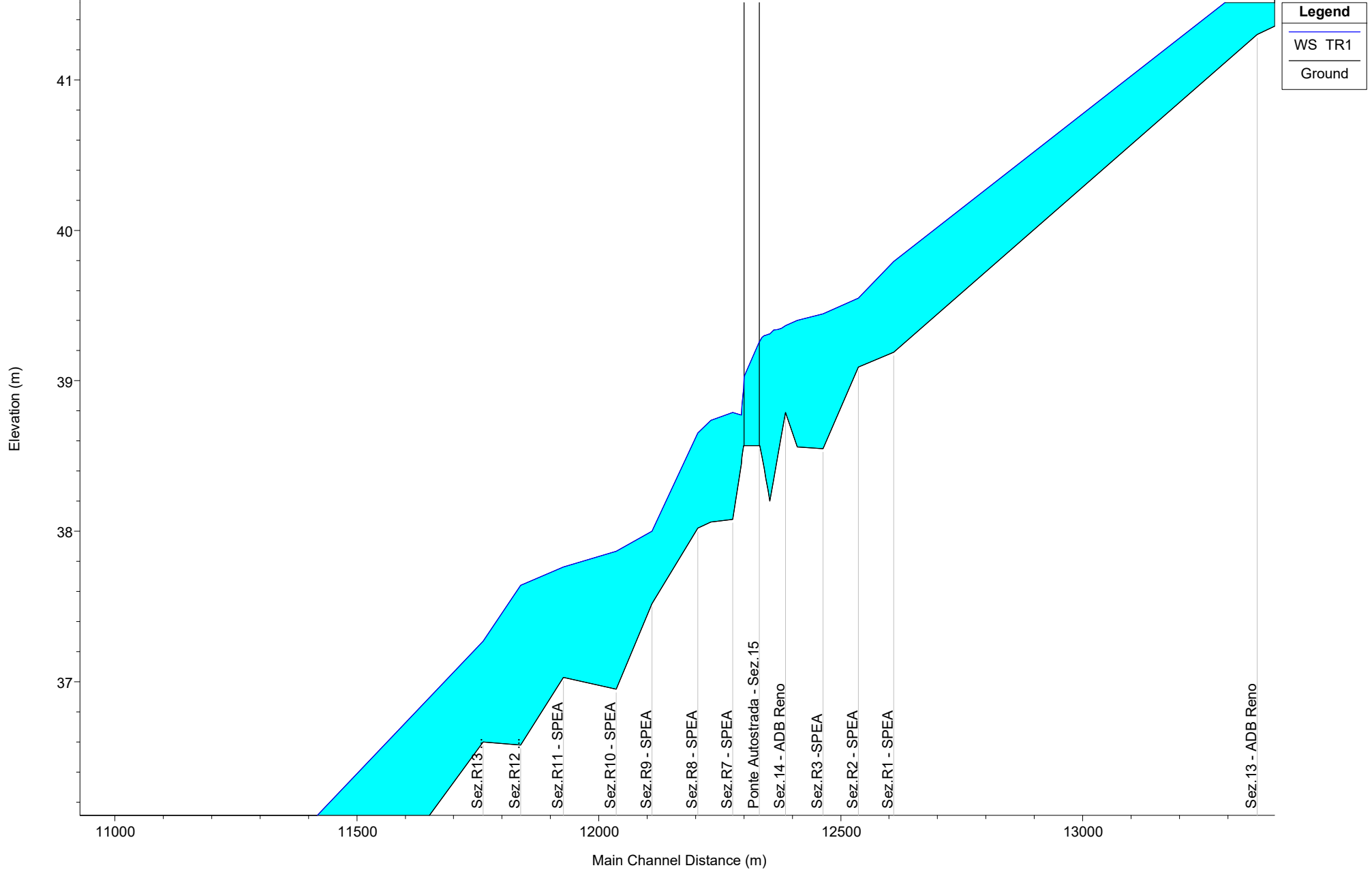


SPEA\_TorrenteSillaro Plan: 1) SP 2) Sillaro\_SF\_R0  
RS = 400 Sez.41 - ADB Reno



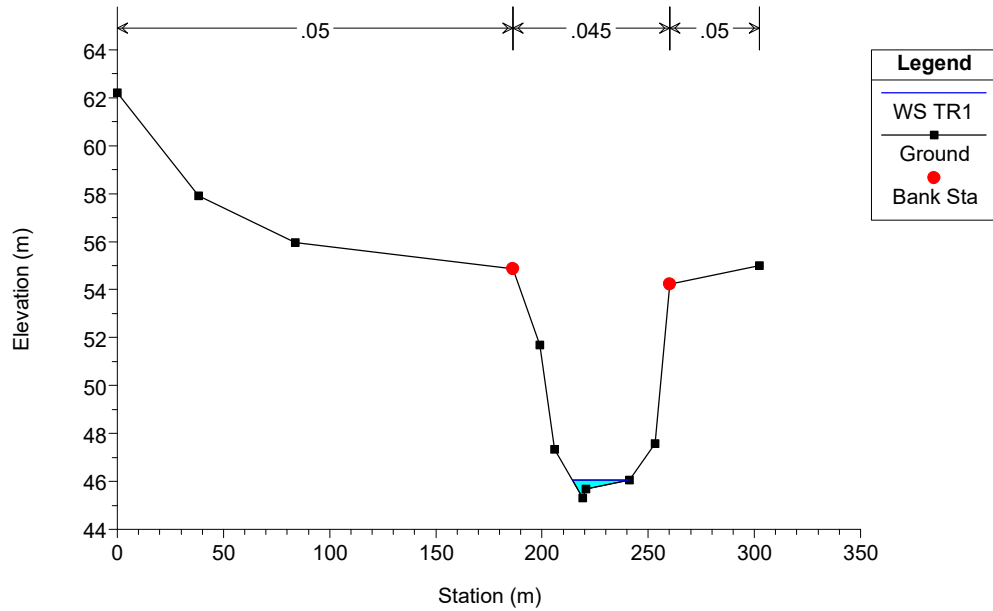
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
TorrenteSillaro	830	TR1	5.00	45.30	46.06	45.93	46.09	0.007442	0.75	6.63	26.81	0.48
TorrenteSillaro	820	TR1	5.00	42.63	43.73		43.77	0.002625	0.82	6.13	9.66	0.33
TorrenteSillaro	810	TR1	5.00	41.30	41.68	41.49	41.69	0.002248	0.49	10.19	31.84	0.28
TorrenteSillaro	800	TR1	5.00	39.19	39.79		39.81	0.002802	0.67	7.47	17.17	0.32
TorrenteSillaro	790	TR1	5.00	39.09	39.55		39.58	0.003690	0.77	6.51	14.88	0.37
TorrenteSillaro	780	TR1	5.00	38.55	39.44	38.97	39.45	0.000916	0.47	10.61	17.76	0.19
TorrenteSillaro	770	TR1	5.00	38.56	39.40		39.41	0.000722	0.44	11.32	17.46	0.18
TorrenteSillaro	760	TR1	5.00	38.79	39.37	39.11	39.38	0.001963	0.55	9.15	22.01	0.27
TorrenteSillaro	757.5*	TR1	5.00	38.64	39.35		39.37	0.002044	0.58	8.62	19.47	0.28
TorrenteSillaro	755.*	TR1	5.00	38.50	39.34		39.35	0.001031	0.50	10.07	16.97	0.21
TorrenteSillaro	752.5*	TR1	5.00	38.35	39.34		39.35	0.000515	0.41	12.30	16.34	0.15
TorrenteSillaro	750	TR1	5.00	38.20	39.31	38.78	39.34	0.001628	0.72	6.90	8.23	0.25
TorrenteSillaro	748.2*	TR1	5.00	38.27	39.31	38.76	39.33	0.001301	0.65	7.74	9.50	0.23
TorrenteSillaro	746.4*	TR1	5.00	38.35	39.30	38.78	39.33	0.001457	0.67	7.50	9.66	0.24
TorrenteSillaro	744.6*	TR1	5.00	38.42	39.30	38.79	39.32	0.001311	0.62	8.01	10.75	0.23
TorrenteSillaro	742.8*	TR1	5.00	38.50	39.29	38.87	39.31	0.001876	0.70	7.15	10.76	0.27
TorrenteSillaro	741	TR1	5.00	38.57	39.26	38.97	39.30	0.003540	0.85	5.86	10.68	0.37
TorrenteSillaro	740		Bridge									
TorrenteSillaro	739	TR1	5.00	38.57	38.95	38.95	39.08	0.032426	1.58	3.17	12.66	1.00
TorrenteSillaro	736.*	TR1	5.00	38.53	38.89	38.89	39.03	0.032850	1.62	3.09	11.88	1.01
TorrenteSillaro	733.*	TR1	5.00	38.49	38.83	38.83	38.96	0.032420	1.59	3.14	12.25	1.01
TorrenteSillaro	730	TR1	5.00	38.45	38.77	38.77	38.90	0.031907	1.58	3.17	12.40	1.00
TorrenteSillaro	720	TR1	5.00	38.08	38.79		38.80	0.000697	0.34	14.79	33.73	0.16
TorrenteSillaro	710	TR1	5.00	38.06	38.74		38.75	0.001571	0.51	9.72	21.57	0.24
TorrenteSillaro	700	TR1	5.00	38.02	38.65	38.47	38.67	0.006344	0.62	8.10	38.99	0.43
TorrenteSillaro	690	TR1	5.00	37.52	38.00	37.86	38.04	0.006962	0.91	5.51	15.84	0.49
TorrenteSillaro	680	TR1	5.00	36.95	37.87	37.43	37.88	0.000999	0.49	10.13	16.90	0.20
TorrenteSillaro	670	TR1	5.00	37.03	37.76	37.29	37.78	0.000891	0.50	10.08	15.16	0.19
TorrenteSillaro	660	TR1	5.00	36.58	37.64	37.20	37.66	0.002121	0.60	8.37	18.47	0.28
TorrenteSillaro	650	TR1	5.00	36.60	37.27	37.15	37.33	0.011117	1.12	4.48	13.37	0.62
TorrenteSillaro	640	TR1	5.00	33.86	35.16		35.18	0.001636	0.67	7.42	11.08	0.26
TorrenteSillaro	630	TR1	5.00	33.31	34.31	33.94	34.34	0.002447	0.76	6.55	10.97	0.32
TorrenteSillaro	620	TR1	5.00	32.59	33.34		33.39	0.003583	0.93	5.39	8.95	0.38
TorrenteSillaro	610	TR1	5.00	31.42	32.56		32.58	0.001012	0.58	8.59	10.96	0.21
TorrenteSillaro	600	TR1	5.00	30.15	31.16	31.16	31.31	0.036849	1.74	2.87	9.43	1.01
TorrenteSillaro	590	TR1	5.00	27.77	29.02		29.02	0.000132	0.19	26.85	42.90	0.08
TorrenteSillaro	580	TR1	5.00	27.35	28.77	28.41	28.82	0.004219	1.03	4.86	7.18	0.40
TorrenteSillaro	570	TR1	5.00	27.33	28.07	27.70	28.09	0.002275	0.76	6.59	10.37	0.30
TorrenteSillaro	560	TR1	5.00	26.91	28.02		28.03	0.000733	0.47	10.65	15.13	0.18
TorrenteSillaro	550	TR1	5.00	27.36	27.90	27.68	27.93	0.004353	0.83	5.99	13.75	0.40
TorrenteSillaro	540	TR1	5.00	26.31	27.39	26.76	27.41	0.000951	0.60	8.36	9.36	0.20
TorrenteSillaro	530	TR1	5.00	24.85	26.20	25.71	26.26	0.003743	1.10	4.53	5.26	0.38
TorrenteSillaro	520	TR1	5.00	23.83	25.20	24.51	25.23	0.001198	0.70	7.16	7.48	0.23
TorrenteSillaro	510	TR1	5.00	23.16	24.45	23.79	24.48	0.001578	0.77	6.50	6.99	0.25
TorrenteSillaro	500	TR1	5.00	23.28	24.33	23.95	24.36	0.002829	0.75	6.69	12.77	0.33
TorrenteSillaro	490	TR1	5.00	23.03	24.20	23.58	24.22	0.001150	0.64	7.83	9.51	0.22
TorrenteSillaro	480	TR1	5.00	22.16	23.69	23.06	23.73	0.002344	0.91	5.52	6.39	0.31
TorrenteSillaro	470	TR1	5.00	21.15	22.99	22.05	23.02	0.001317	0.74	6.77	5.28	0.21
TorrenteSillaro	460	TR1	5.00	20.75	22.17	21.44	22.21	0.001810	0.85	5.85	5.80	0.27
TorrenteSillaro	450	TR1	5.00	19.12	20.59	19.72	20.62	0.001010	0.67	7.42	6.29	0.20
TorrenteSillaro	440	TR1	5.00	18.47	20.14	19.28	20.17	0.001201	0.73	6.88	6.44	0.22
TorrenteSillaro	430	TR1	5.00	17.78	19.56		19.58	0.000614	0.57	8.84	6.87	0.16
TorrenteSillaro	420	TR1	5.00	16.92	18.37		18.43	0.003672	1.08	4.63	5.29	0.37
TorrenteSillaro	410	TR1	5.00	15.71	17.24	16.29	17.26	0.000882	0.64	7.84	6.91	0.19
TorrenteSillaro	400	TR1	5.00	15.08	16.77	16.05	16.80	0.001501	0.73	6.82	7.88	0.25

TorrenteSillaro TorrenteSillaro



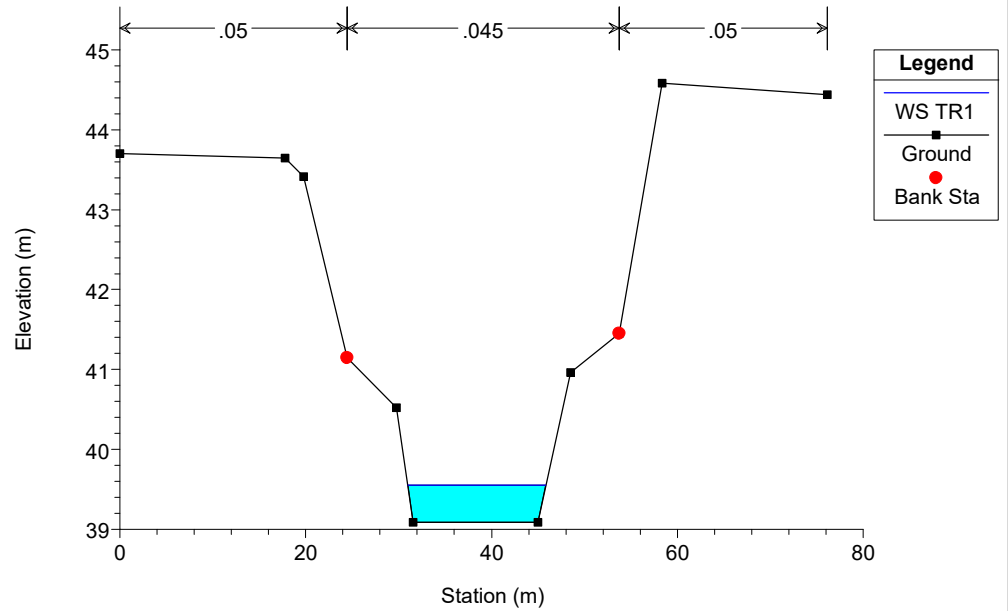
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.dx\_revMM\_finale\_ENSER 26/01/2018

RS = 830 Sez.11 - ADB Reno



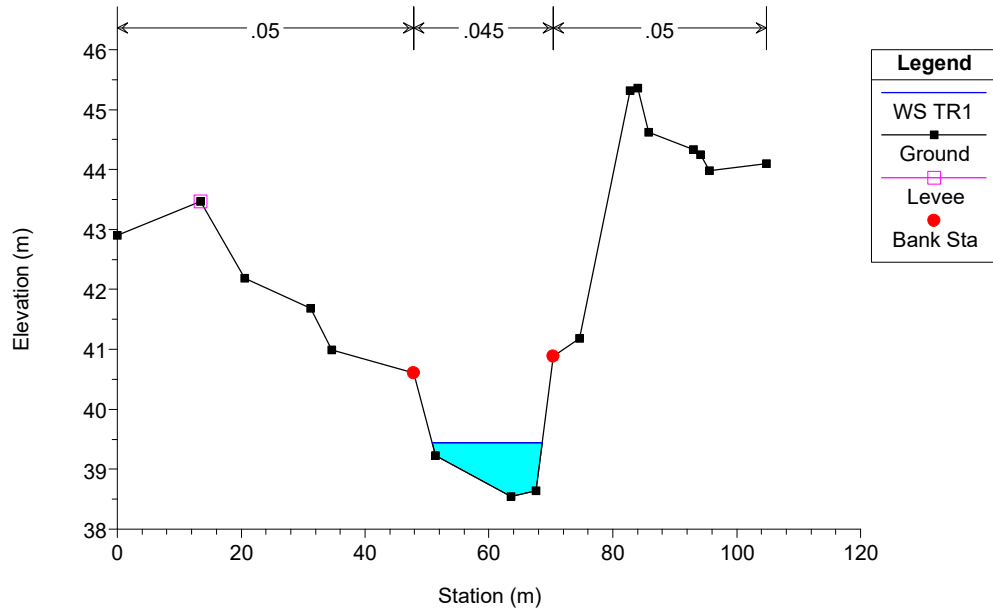
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.dx\_revMM\_finale\_ENSER 26/01/2018

RS = 790 Sez.R2 - SPEA



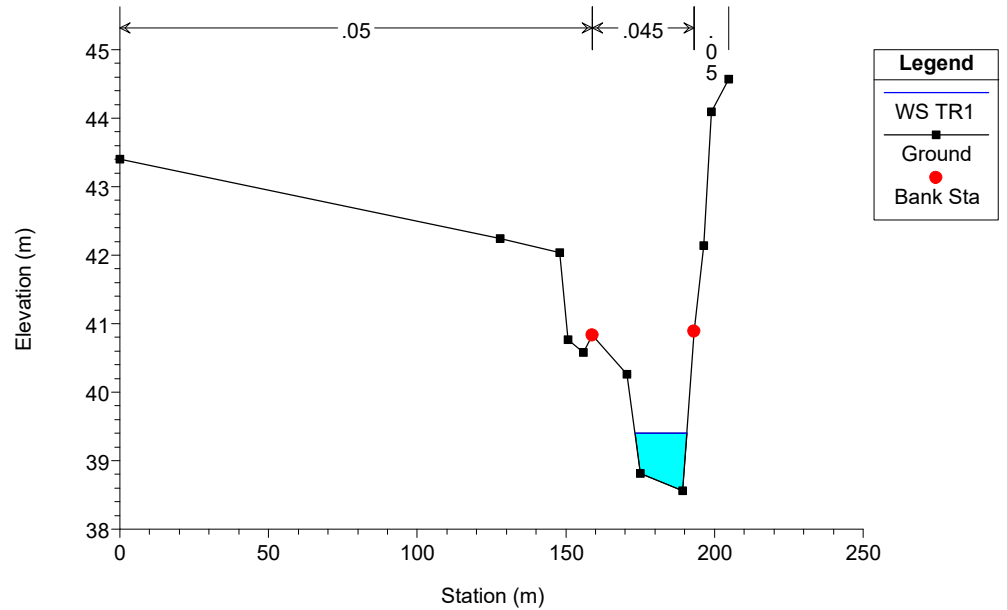
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.dx\_revMM\_finale\_ENSER 26/01/2018

RS = 780 Sez.R3 - SPEA

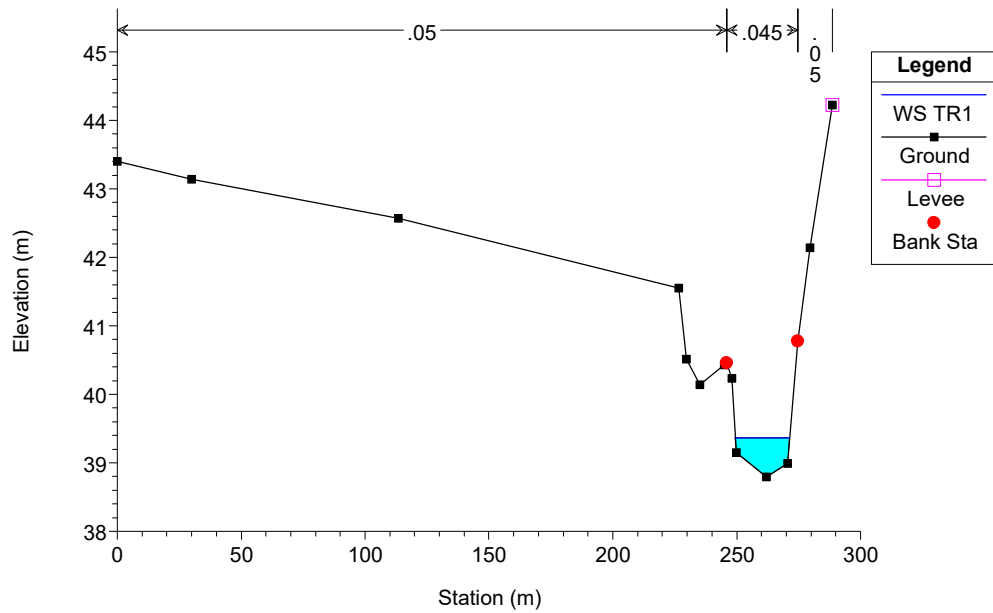


SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.dx\_revMM\_finale\_ENSER 26/01/2018

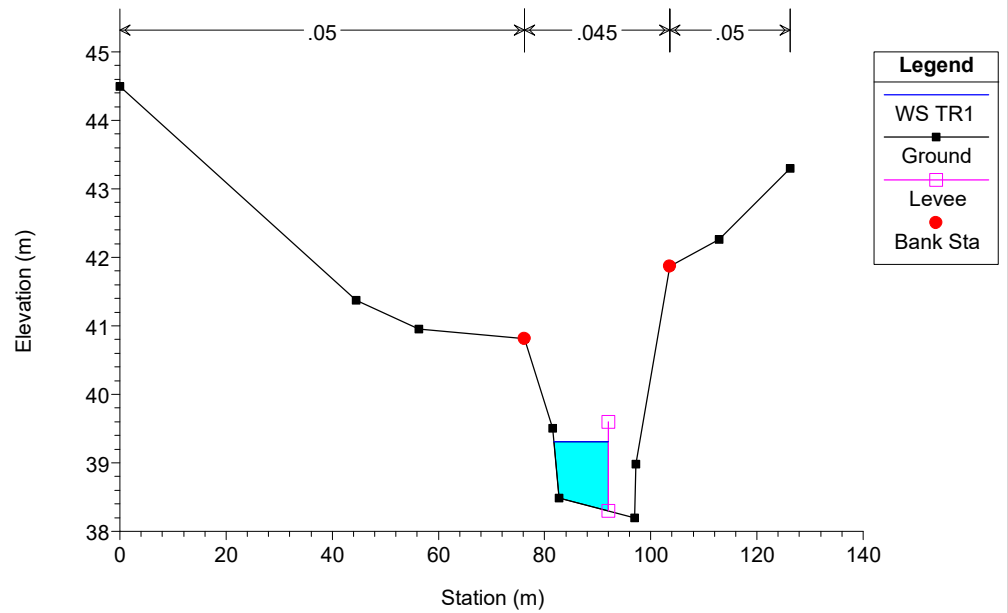
RS = 770 Sez.R4 - SPEA



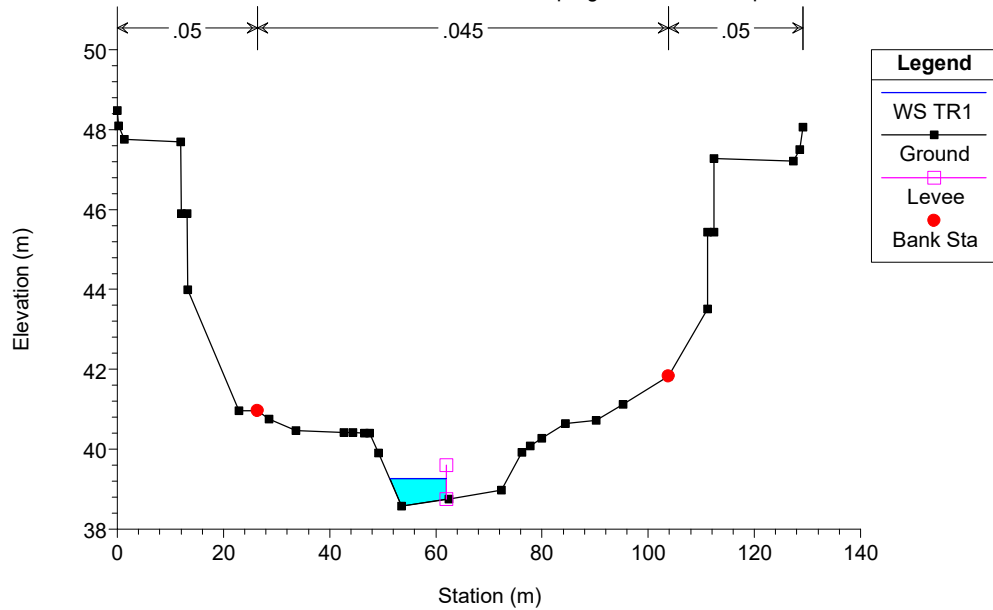
RS = 760 Sez.14 - ADB Reno



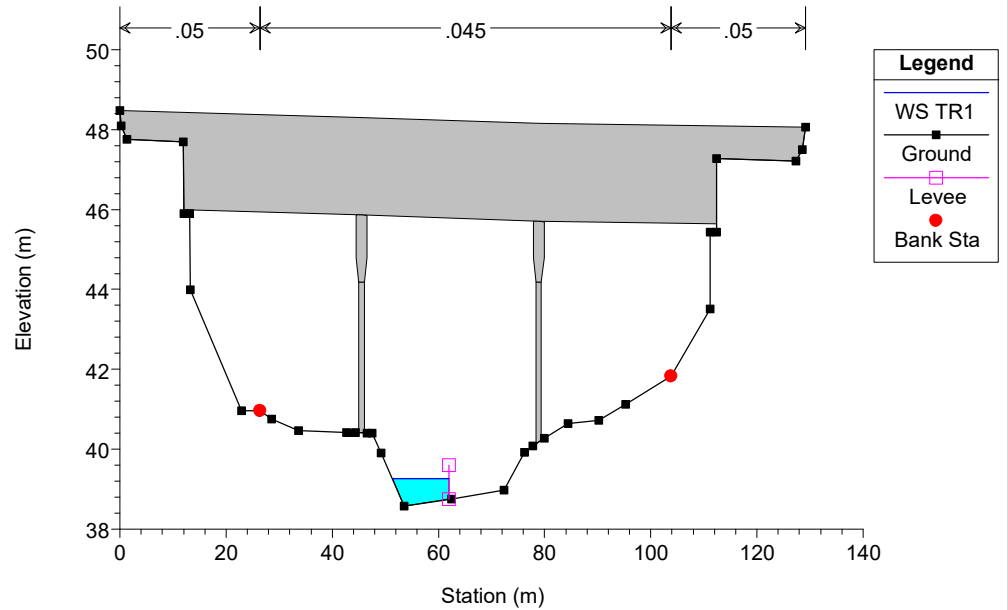
RS = 750 Sez.R5 - SPEA



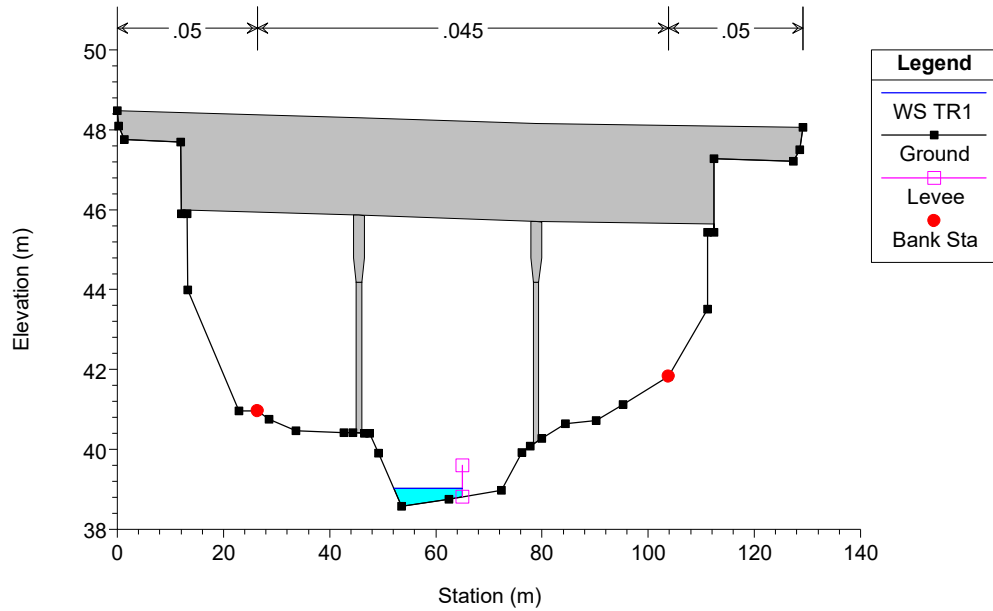
RS = 741 Sez. 15 - modificata da progetto - 1m monte ponte



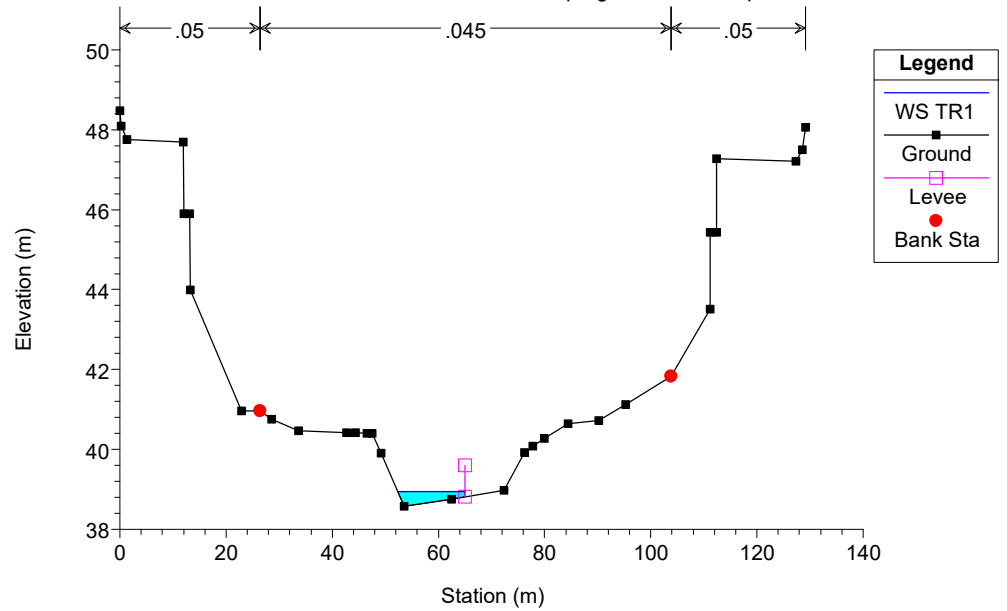
RS = 740 BR Ponte Autostrada - Sez.15



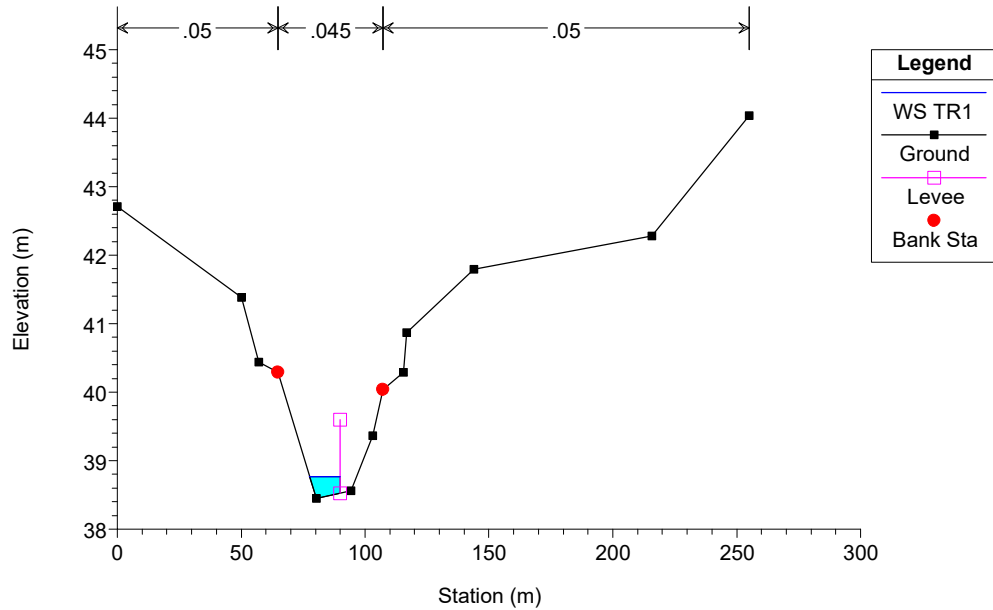
RS = 740 BR Ponte Autostrada - Sez.15



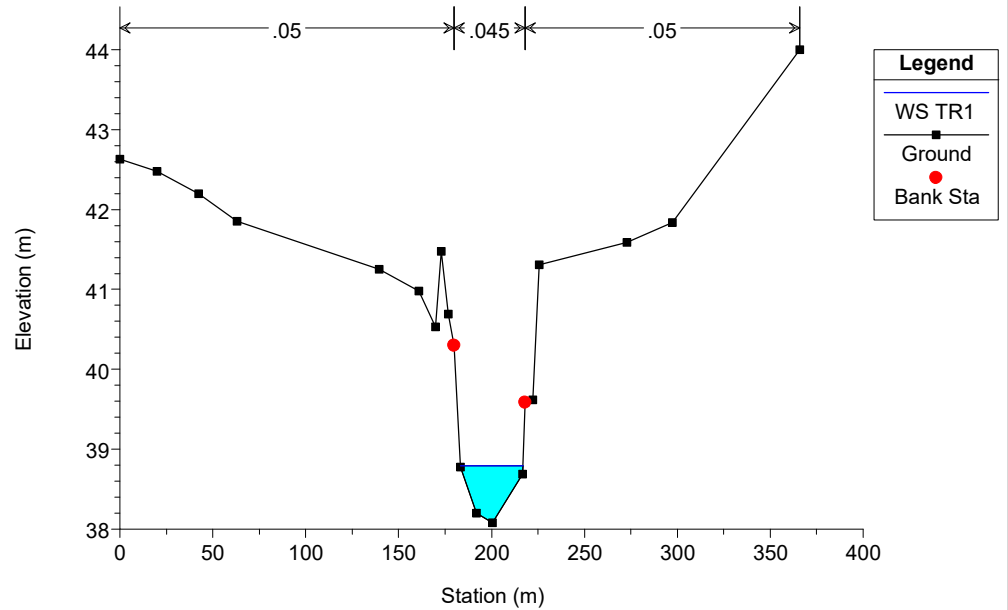
RS = 739 Sez. 15 - modificata da progetto - 1m valle ponte



RS = 730 Sez.R6 - SPEA



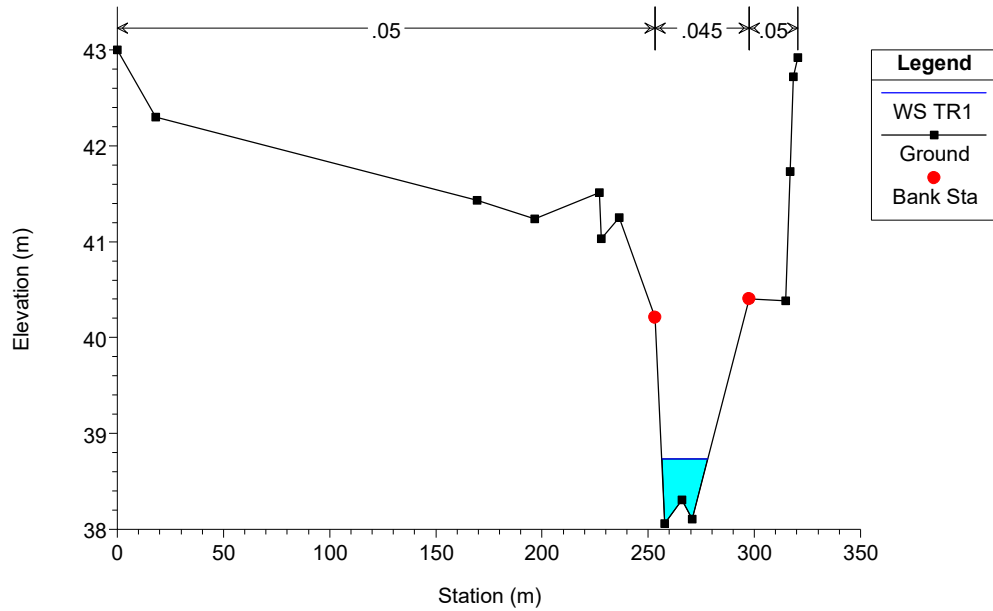
RS = 720 Sez.R7 - SPEA





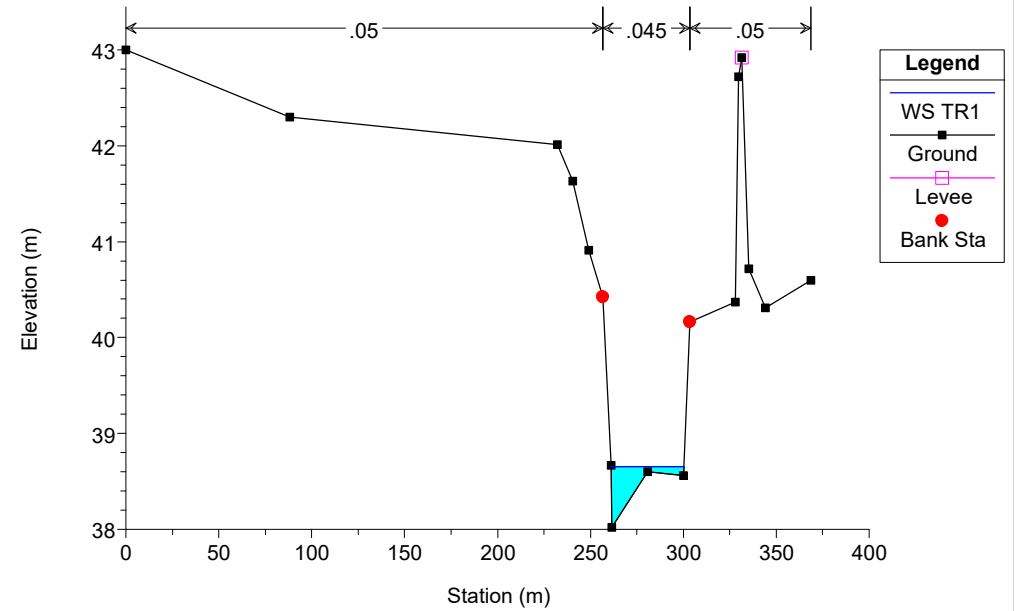
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.dx\_revMM\_finale\_ENSER 26/01/2018

RS = 710 Sez.16 - ADB Reno



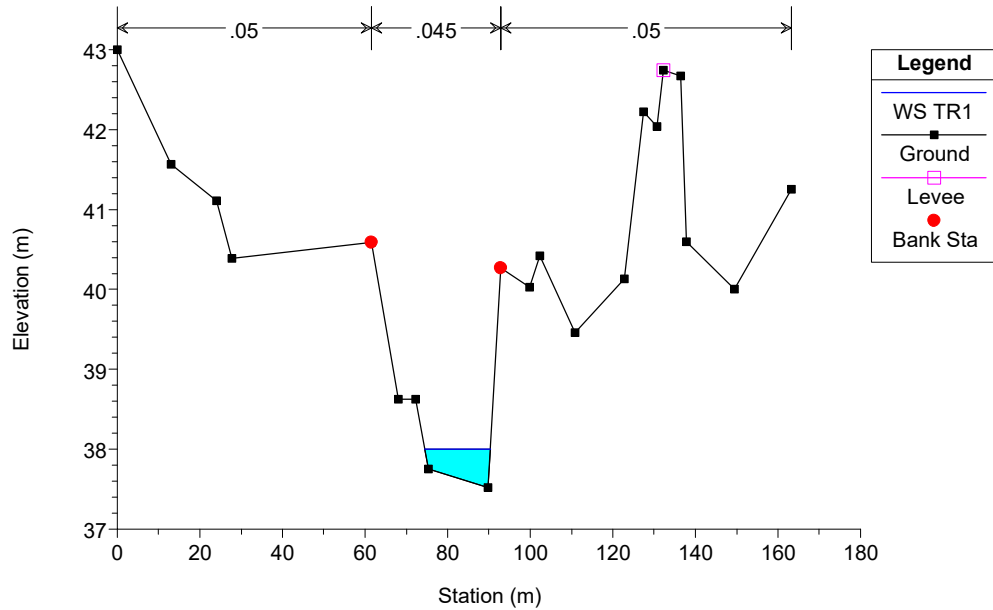
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.dx\_revMM\_finale\_ENSER 26/01/2018

RS = 700 Sez.R8 - SPEA



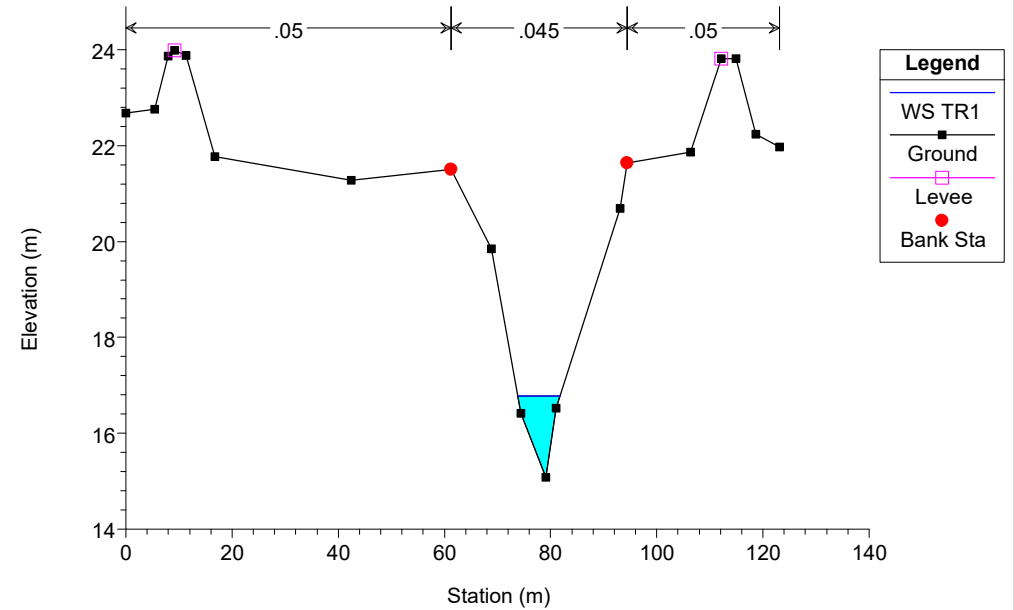
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.dx\_revMM\_finale\_ENSER 26/01/2018

RS = 690 Sez.R9 - SPEA



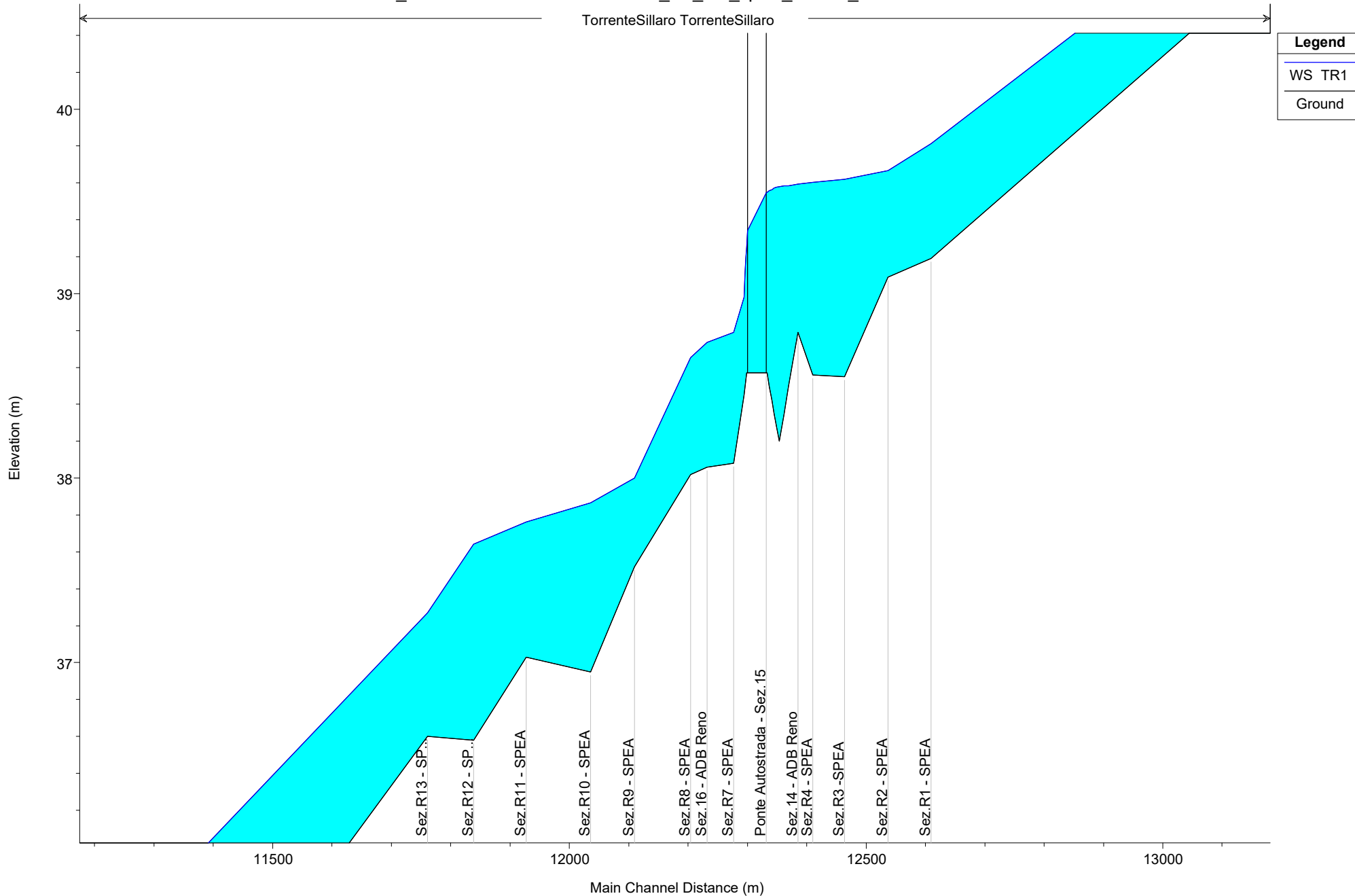
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.dx\_revMM\_finale\_ENSER 26/01/2018

RS = 400 Sez.41 - ADB Reno

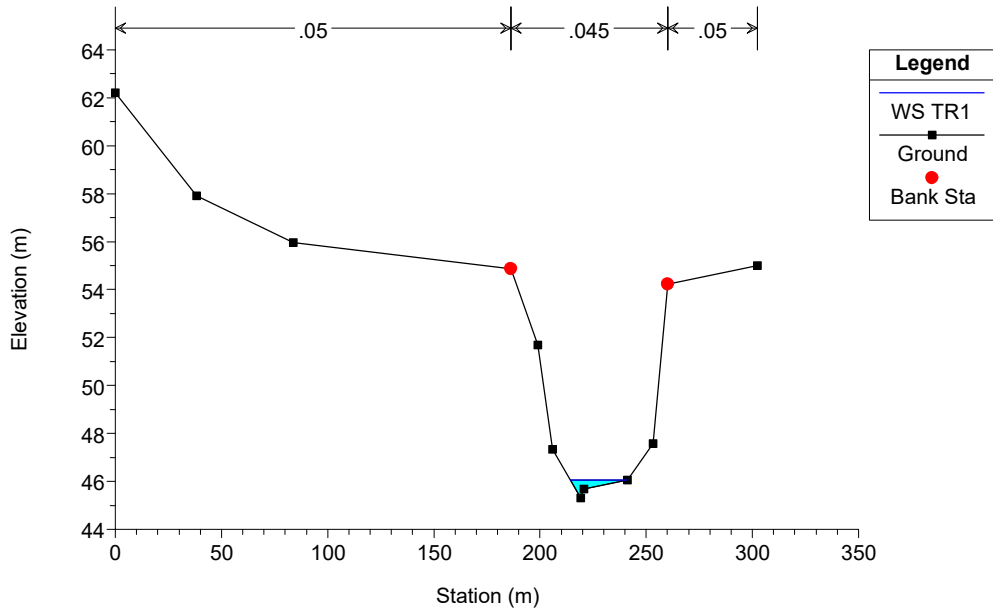


Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
TorrenteSillaro	830	TR1	5.00	45.30	46.05	45.93	46.08	0.008442	0.79	6.36	26.54	0.51
TorrenteSillaro	820	TR1	5.00	42.63	43.75		43.78	0.002401	0.79	6.32	9.72	0.31
TorrenteSillaro	810	TR1	5.00	41.30	41.67	41.49	41.68	0.002516	0.51	9.85	31.80	0.29
TorrenteSillaro	800	TR1	5.00	39.19	39.81		39.83	0.002418	0.64	7.83	17.25	0.30
TorrenteSillaro	790	TR1	5.00	39.09	39.67		39.68	0.001733	0.61	8.26	15.24	0.26
TorrenteSillaro	780	TR1	5.00	38.55	39.62	38.97	39.63	0.000402	0.36	13.81	18.43	0.13
TorrenteSillaro	770	TR1	5.00	38.56	39.60		39.61	0.000309	0.33	14.93	18.41	0.12
TorrenteSillaro	760	TR1	5.00	38.79	39.59	39.11	39.60	0.000482	0.35	14.20	22.88	0.14
TorrenteSillaro	757.5*	TR1	5.00	38.64	39.59		39.59	0.000517	0.37	13.56	21.49	0.15
TorrenteSillaro	755.*	TR1	5.00	38.50	39.58		39.59	0.000357	0.35	14.41	18.74	0.13
TorrenteSillaro	752.5*	TR1	5.00	38.35	39.58		39.59	0.000215	0.30	16.44	17.52	0.10
TorrenteSillaro	750	TR1	5.00	38.20	39.58	38.59	39.59	0.000285	0.37	13.36	11.54	0.11
TorrenteSillaro	748.2*	TR1	5.00	38.27	39.58	38.64	39.58	0.000369	0.41	12.18	11.27	0.13
TorrenteSillaro	746.4*	TR1	5.00	38.35	39.57	38.73	39.58	0.000460	0.44	11.43	11.51	0.14
TorrenteSillaro	744.6*	TR1	5.00	38.42	39.56	38.91	39.58	0.000912	0.56	8.96	10.54	0.19
TorrenteSillaro	742.8*	TR1	5.00	38.50	39.56	39.03	39.58	0.001167	0.58	8.57	11.65	0.22
TorrenteSillaro	741	TR1	5.00	38.57	39.55	39.15	39.57	0.001772	0.64	7.76	12.71	0.26
TorrenteSillaro	740		Bridge									
TorrenteSillaro	739	TR1	5.00	38.57	39.25	39.25	39.42	0.031149	1.80	2.78	8.52	1.00
TorrenteSillaro	736.*	TR1	5.00	38.53	39.19	39.16	39.33	0.022337	1.64	3.05	8.29	0.86
TorrenteSillaro	733.*	TR1	5.00	38.49	39.10	39.10	39.29	0.030520	1.89	2.64	7.26	1.00
TorrenteSillaro	730	TR1	5.00	38.45	38.98	38.98	39.14	0.030859	1.76	2.84	8.87	1.00
TorrenteSillaro	720	TR1	5.00	38.08	38.79		38.80	0.000697	0.34	14.79	33.73	0.16
TorrenteSillaro	710	TR1	5.00	38.06	38.74		38.75	0.001571	0.51	9.72	21.57	0.24
TorrenteSillaro	700	TR1	5.00	38.02	38.65	38.47	38.67	0.006344	0.62	8.10	38.99	0.43
TorrenteSillaro	690	TR1	5.00	37.52	38.00	37.86	38.04	0.006962	0.91	5.51	15.84	0.49
TorrenteSillaro	680	TR1	5.00	36.95	37.87	37.43	37.88	0.000999	0.49	10.13	16.90	0.20
TorrenteSillaro	670	TR1	5.00	37.03	37.76	37.29	37.78	0.000891	0.50	10.08	15.16	0.19
TorrenteSillaro	660	TR1	5.00	36.58	37.64	37.20	37.66	0.002121	0.60	8.37	18.47	0.28
TorrenteSillaro	650	TR1	5.00	36.60	37.27	37.15	37.33	0.011117	1.12	4.48	13.37	0.62
TorrenteSillaro	640	TR1	5.00	33.86	35.16		35.18	0.001636	0.67	7.42	11.08	0.26
TorrenteSillaro	630	TR1	5.00	33.31	34.31	33.94	34.34	0.002447	0.76	6.55	10.97	0.32
TorrenteSillaro	620	TR1	5.00	32.59	33.34		33.39	0.003583	0.93	5.39	8.95	0.38
TorrenteSillaro	610	TR1	5.00	31.42	32.56		32.58	0.001012	0.58	8.59	10.96	0.21
TorrenteSillaro	600	TR1	5.00	30.15	31.16	31.16	31.31	0.036849	1.74	2.87	9.43	1.01
TorrenteSillaro	590	TR1	5.00	27.77	29.02		29.02	0.000132	0.19	26.85	42.90	0.08
TorrenteSillaro	580	TR1	5.00	27.35	28.77	28.41	28.82	0.004219	1.03	4.86	7.18	0.40
TorrenteSillaro	570	TR1	5.00	27.33	28.07	27.70	28.09	0.002275	0.76	6.59	10.37	0.30
TorrenteSillaro	560	TR1	5.00	26.91	28.02		28.03	0.000733	0.47	10.65	15.13	0.18
TorrenteSillaro	550	TR1	5.00	27.36	27.90	27.68	27.93	0.004353	0.83	5.99	13.75	0.40
TorrenteSillaro	540	TR1	5.00	26.31	27.39	26.76	27.41	0.000951	0.60	8.36	9.36	0.20
TorrenteSillaro	530	TR1	5.00	24.85	26.20	25.71	26.26	0.003743	1.10	4.53	5.26	0.38
TorrenteSillaro	520	TR1	5.00	23.83	25.20	24.51	25.23	0.001198	0.70	7.16	7.48	0.23
TorrenteSillaro	510	TR1	5.00	23.16	24.45	23.79	24.48	0.001578	0.77	6.50	6.99	0.25
TorrenteSillaro	500	TR1	5.00	23.28	24.33	23.95	24.36	0.002829	0.75	6.69	12.77	0.33
TorrenteSillaro	490	TR1	5.00	23.03	24.20	23.58	24.22	0.001150	0.64	7.83	9.51	0.22
TorrenteSillaro	480	TR1	5.00	22.16	23.69	23.06	23.73	0.002344	0.91	5.52	6.39	0.31
TorrenteSillaro	470	TR1	5.00	21.15	22.99	22.05	23.02	0.001317	0.74	6.77	5.28	0.21
TorrenteSillaro	460	TR1	5.00	20.75	22.17	21.44	22.21	0.001810	0.85	5.85	5.80	0.27
TorrenteSillaro	450	TR1	5.00	19.12	20.59	19.72	20.62	0.001010	0.67	7.42	6.29	0.20
TorrenteSillaro	440	TR1	5.00	18.47	20.14	19.28	20.17	0.001201	0.73	6.88	6.44	0.22
TorrenteSillaro	430	TR1	5.00	17.78	19.56		19.58	0.000614	0.57	8.84	6.87	0.16
TorrenteSillaro	420	TR1	5.00	16.92	18.37		18.43	0.003672	1.08	4.63	5.29	0.37
TorrenteSillaro	410	TR1	5.00	15.71	17.24	16.29	17.26	0.000882	0.64	7.84	6.91	0.19
TorrenteSillaro	400	TR1	5.00	15.08	16.77	16.05	16.80	0.001501	0.73	6.82	7.88	0.25

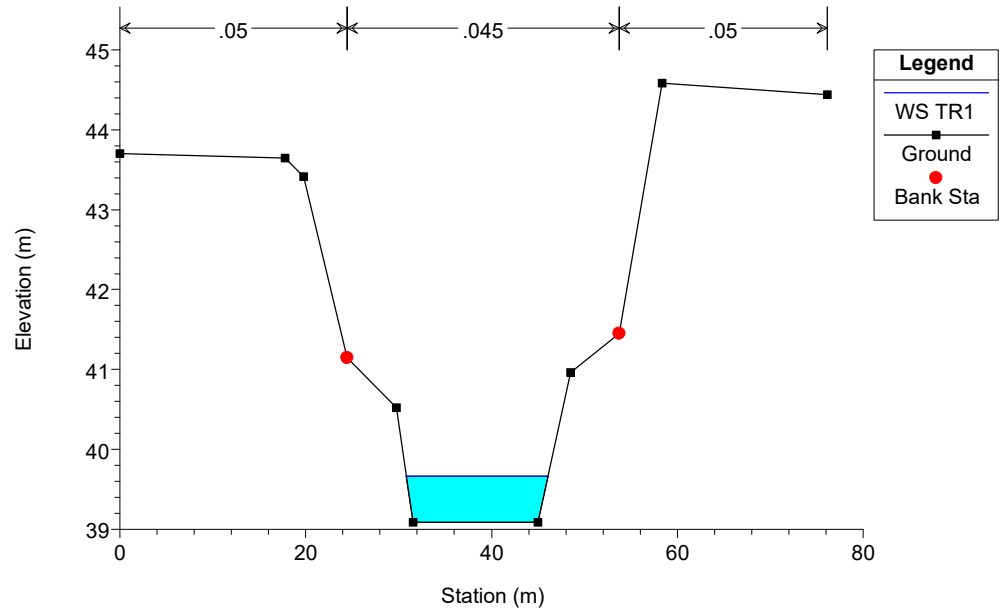
TorrenteSillaro TorrenteSillaro



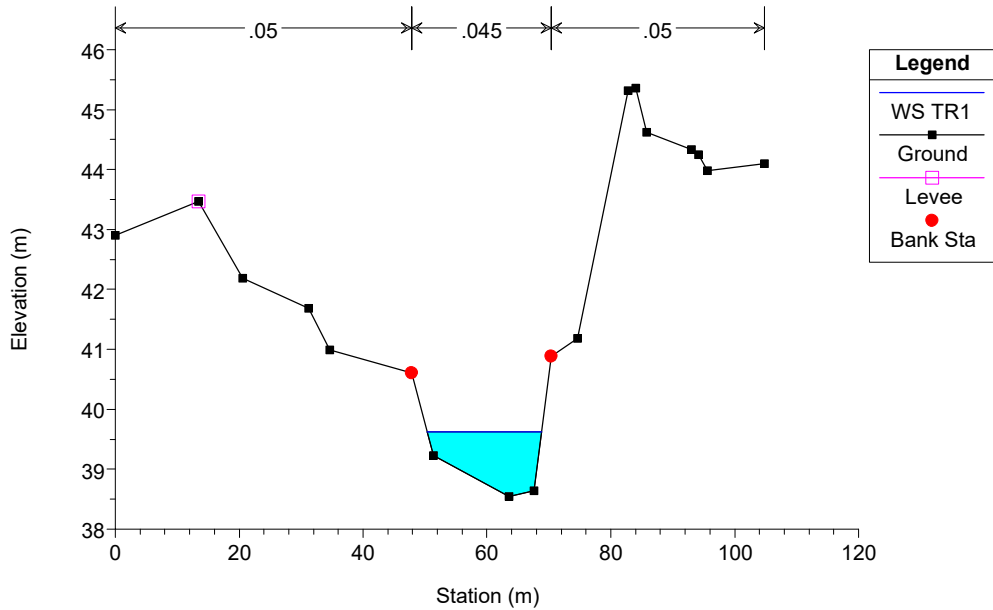
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.sx\_revMM\_finale 26/01/2018  
RS = 830 Sez.11 - ADB Reno



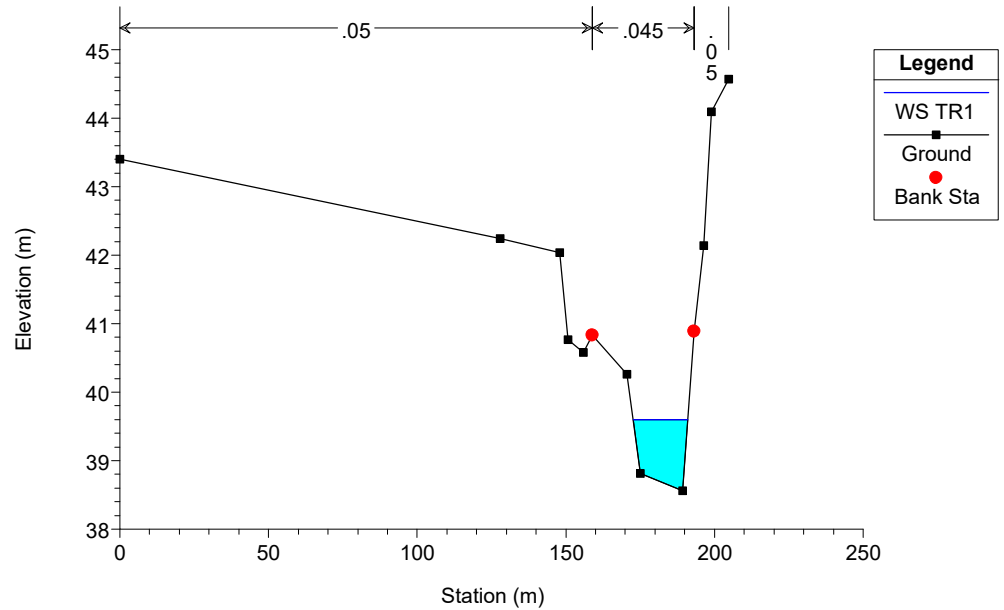
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.sx\_revMM\_finale 26/01/2018  
RS = 790 Sez.R2 - SPEA



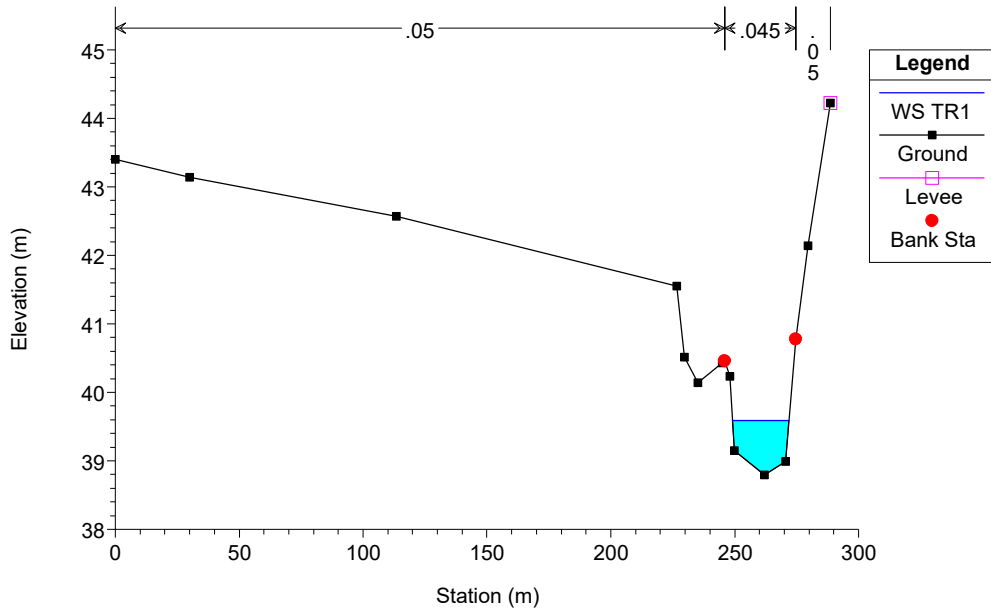
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.sx\_revMM\_finale 26/01/2018  
RS = 780 Sez.R3 - SPEA



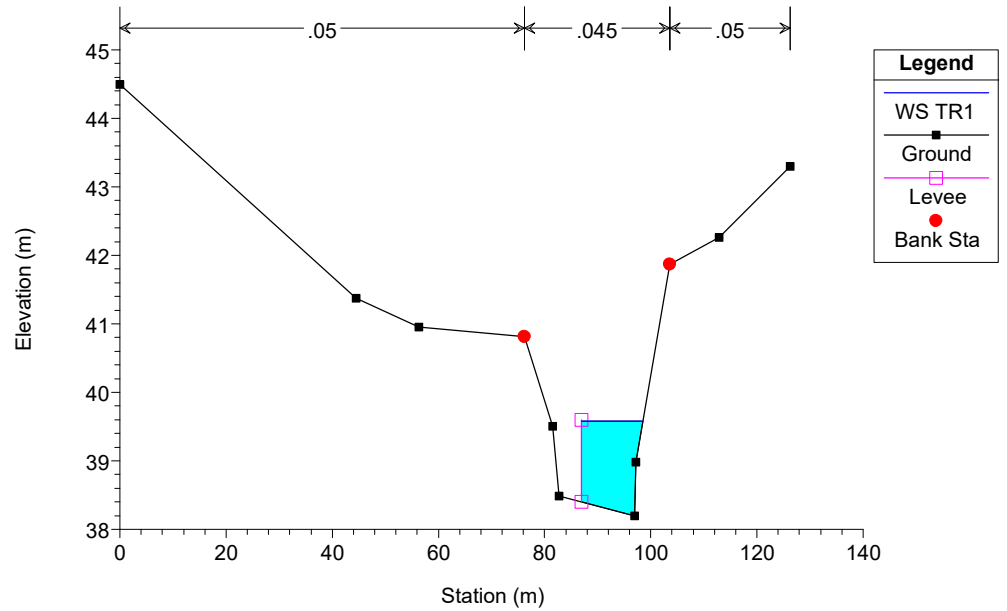
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.sx\_revMM\_finale 26/01/2018  
RS = 770 Sez.R4 - SPEA



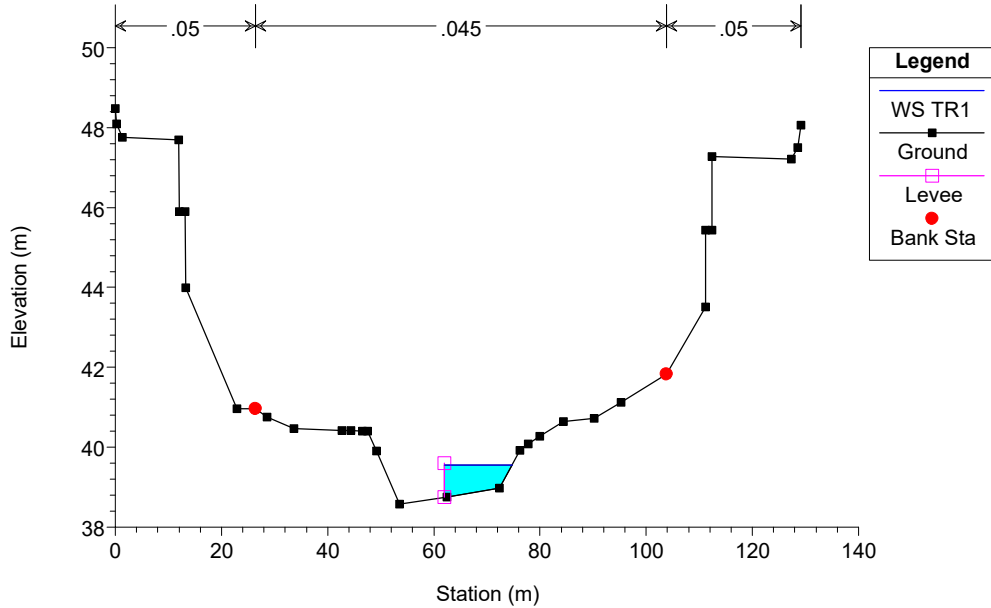
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.sx\_revMM\_finale 26/01/2018  
RS = 760 Sez.14 - ADB Reno



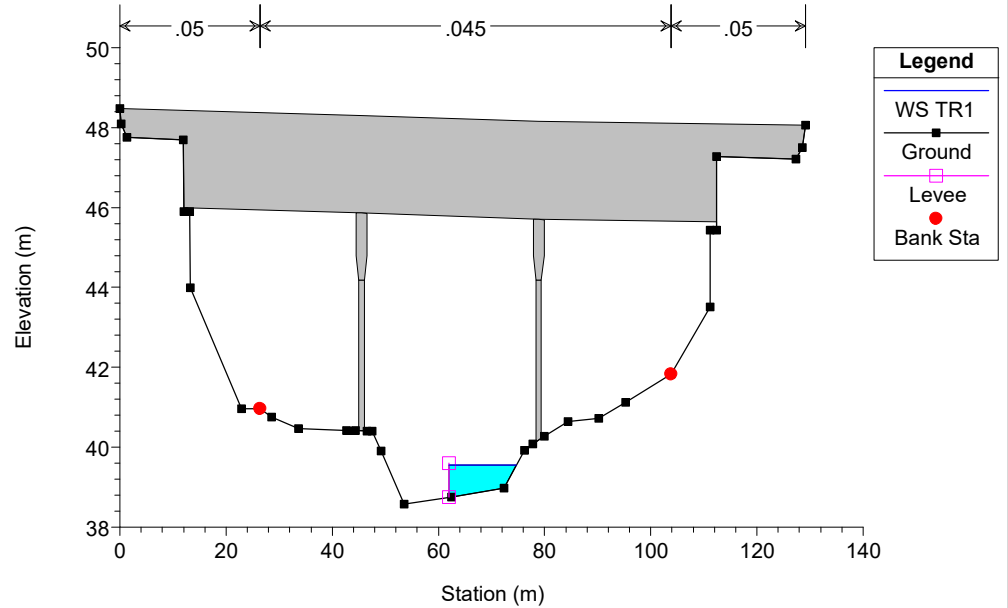
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.sx\_revMM\_finale 26/01/2018  
RS = 750 Sez.R5 - SPEA



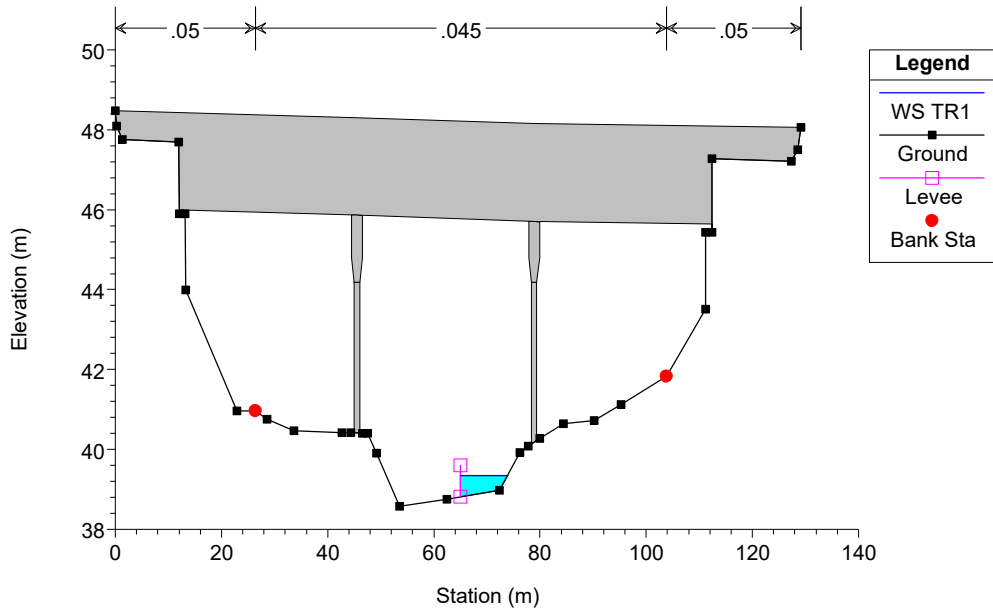
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.sx\_revMM\_finale 26/01/2018  
RS = 741 Sez. 15 - modificata da progetto - 1m monte ponte



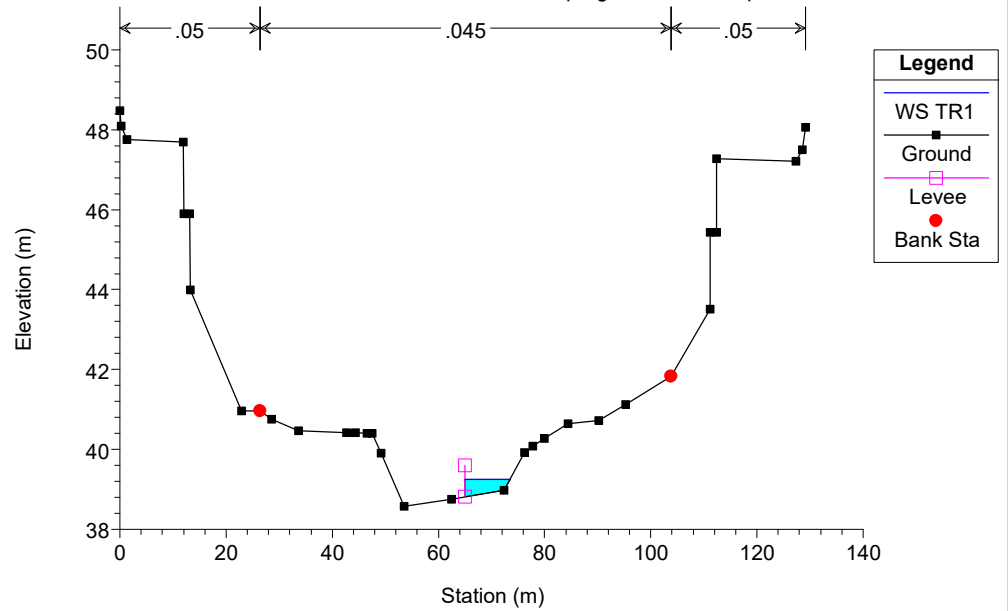
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.sx\_revMM\_finale 26/01/2018  
RS = 740 BR Ponte Autostrada - Sez.15



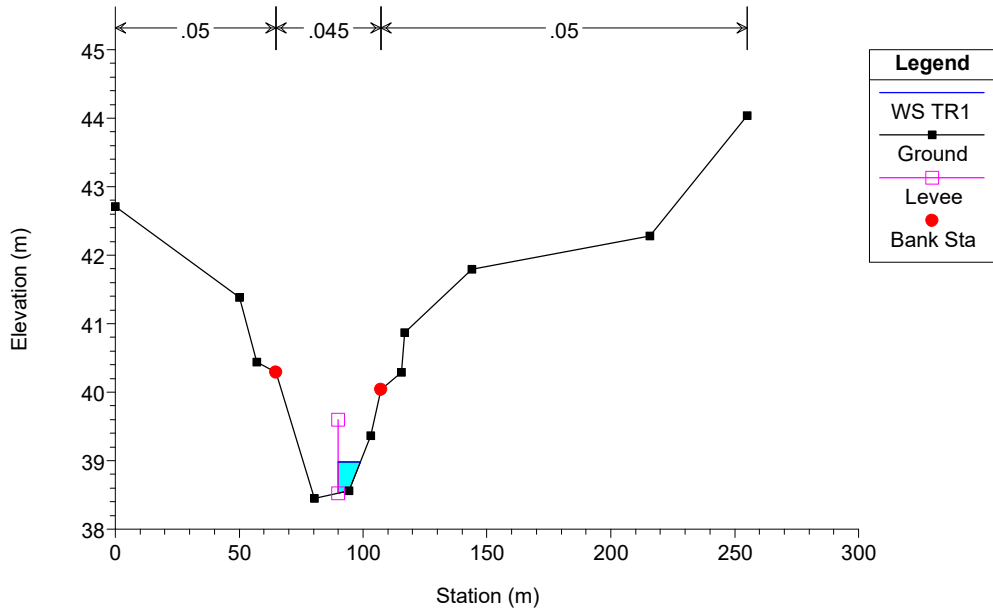
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.sx\_revMM\_finale 26/01/2018  
RS = 740 BR Ponte Autostrada - Sez.15



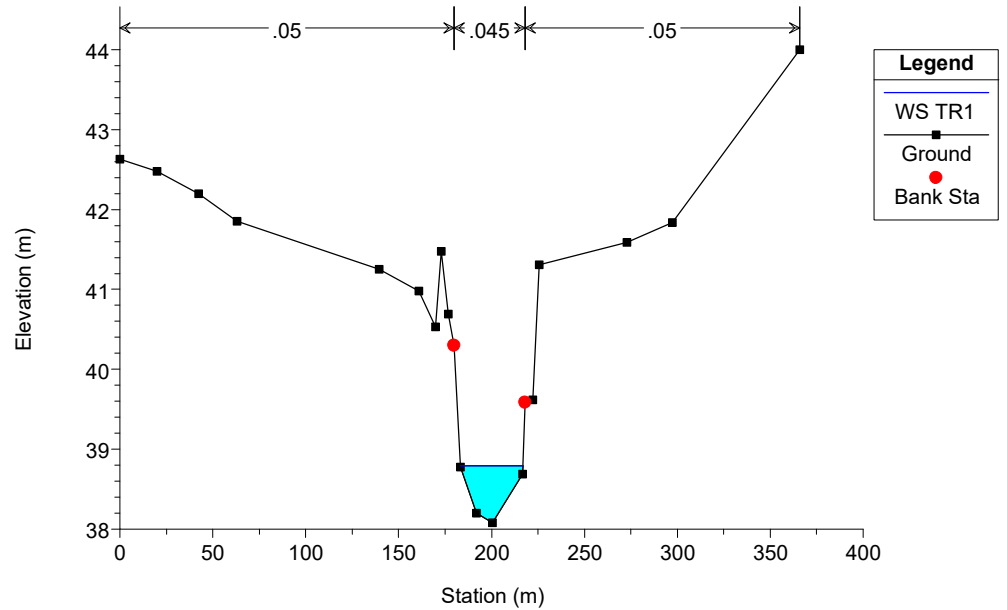
SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.sx\_revMM\_finale 26/01/2018  
RS = 739 Sez. 15 - modificata da progetto - 1m valle ponte

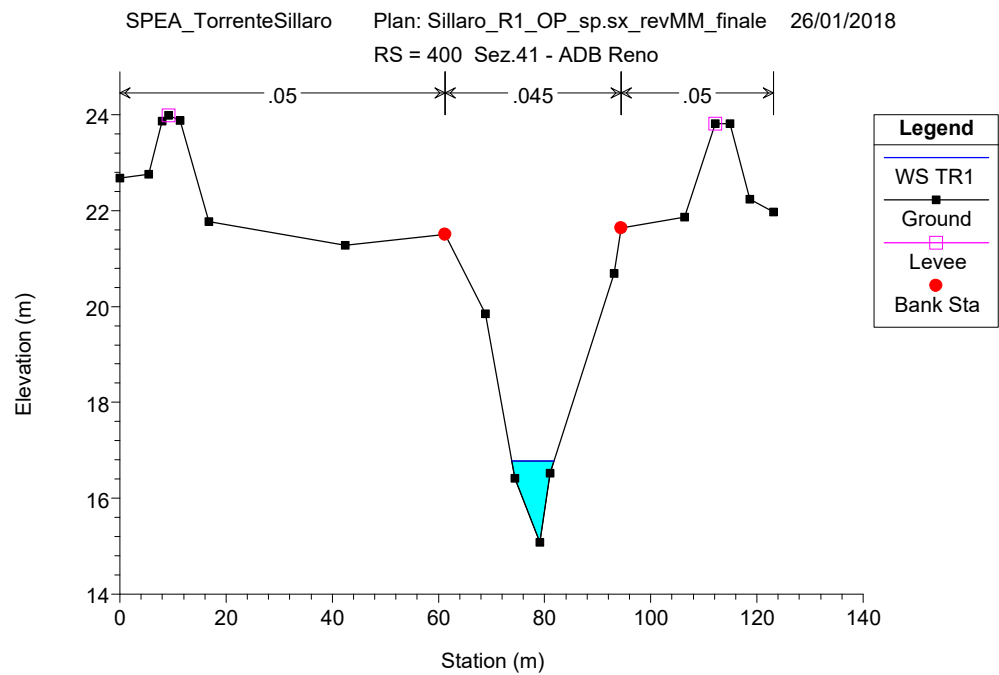
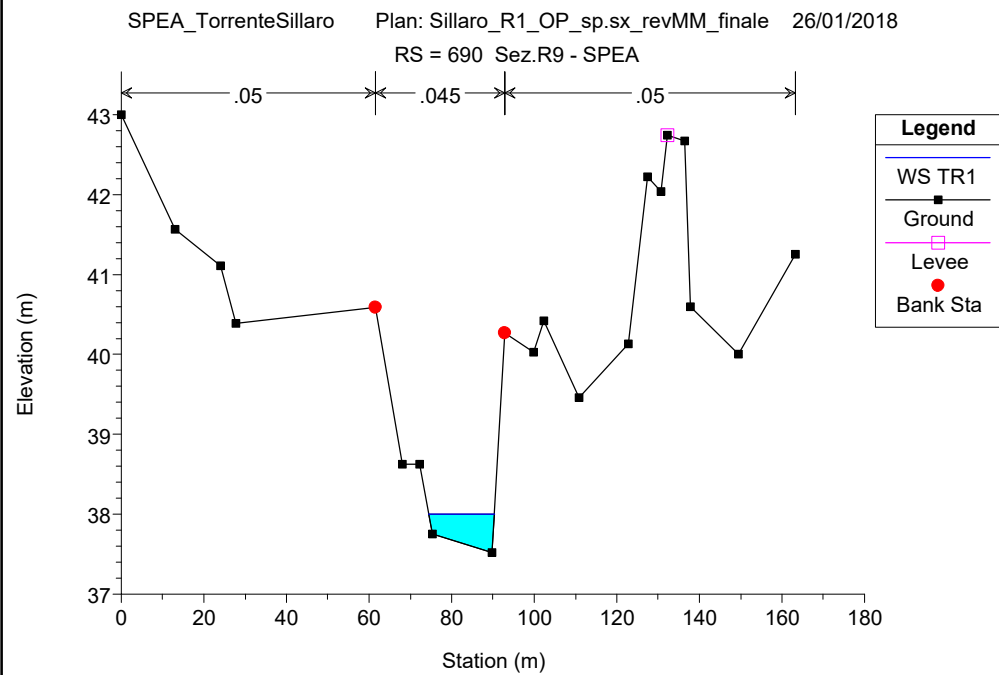
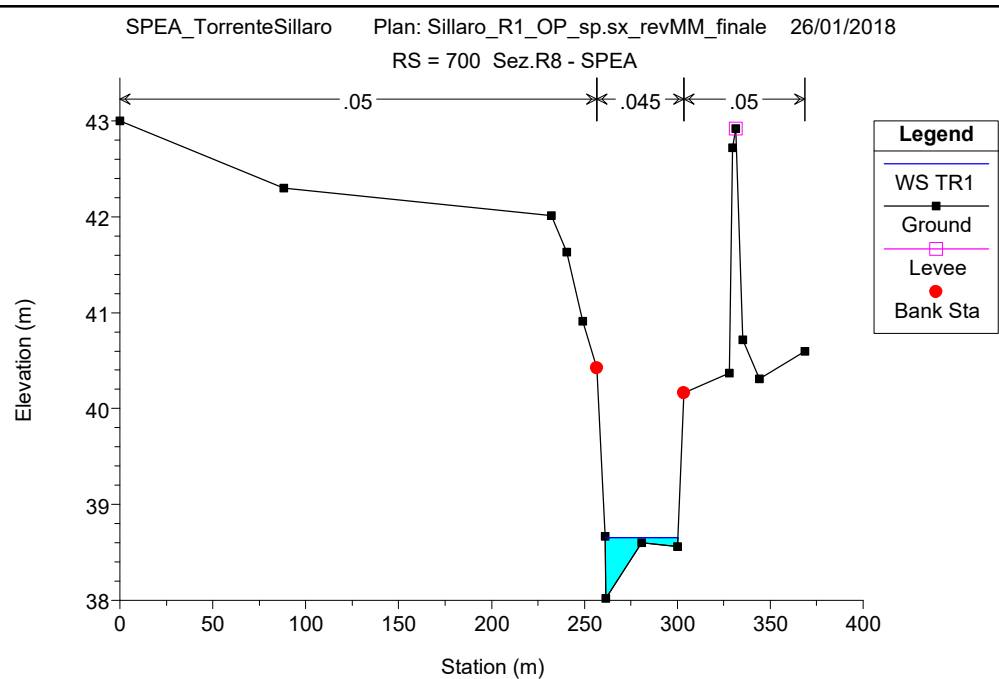
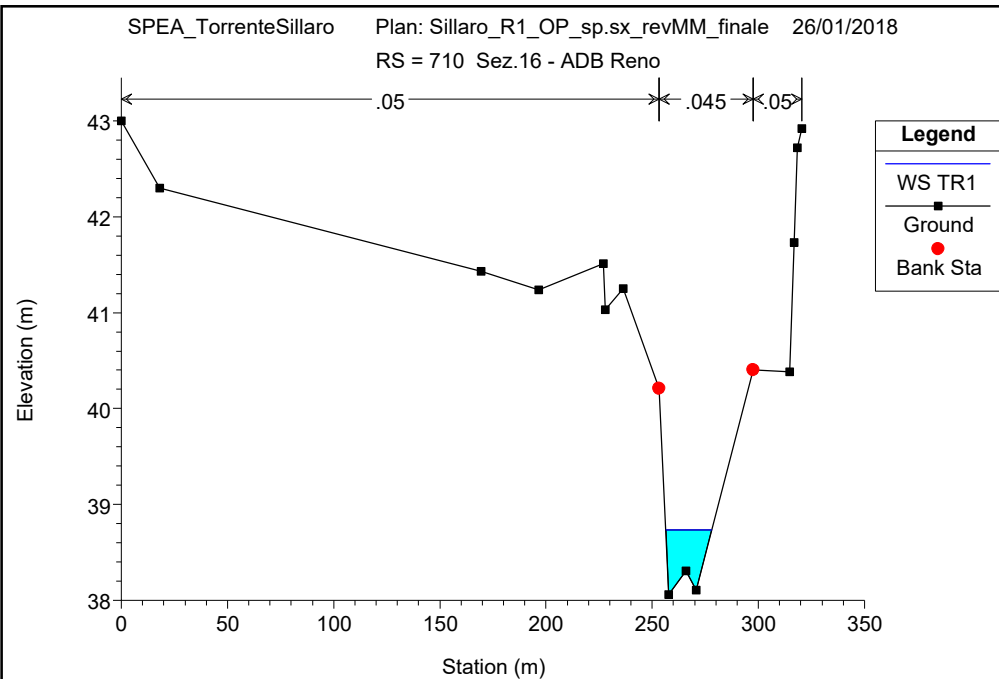


SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.sx\_revMM\_finale 26/01/2018  
RS = 730 Sez.R6 - SPEA



SPEA\_TorrenteSillaro Plan: Sillaro\_R1\_OP\_sp.sx\_revMM\_finale 26/01/2018  
RS = 720 Sez.R7 - SPEA







## APPENDICE 6

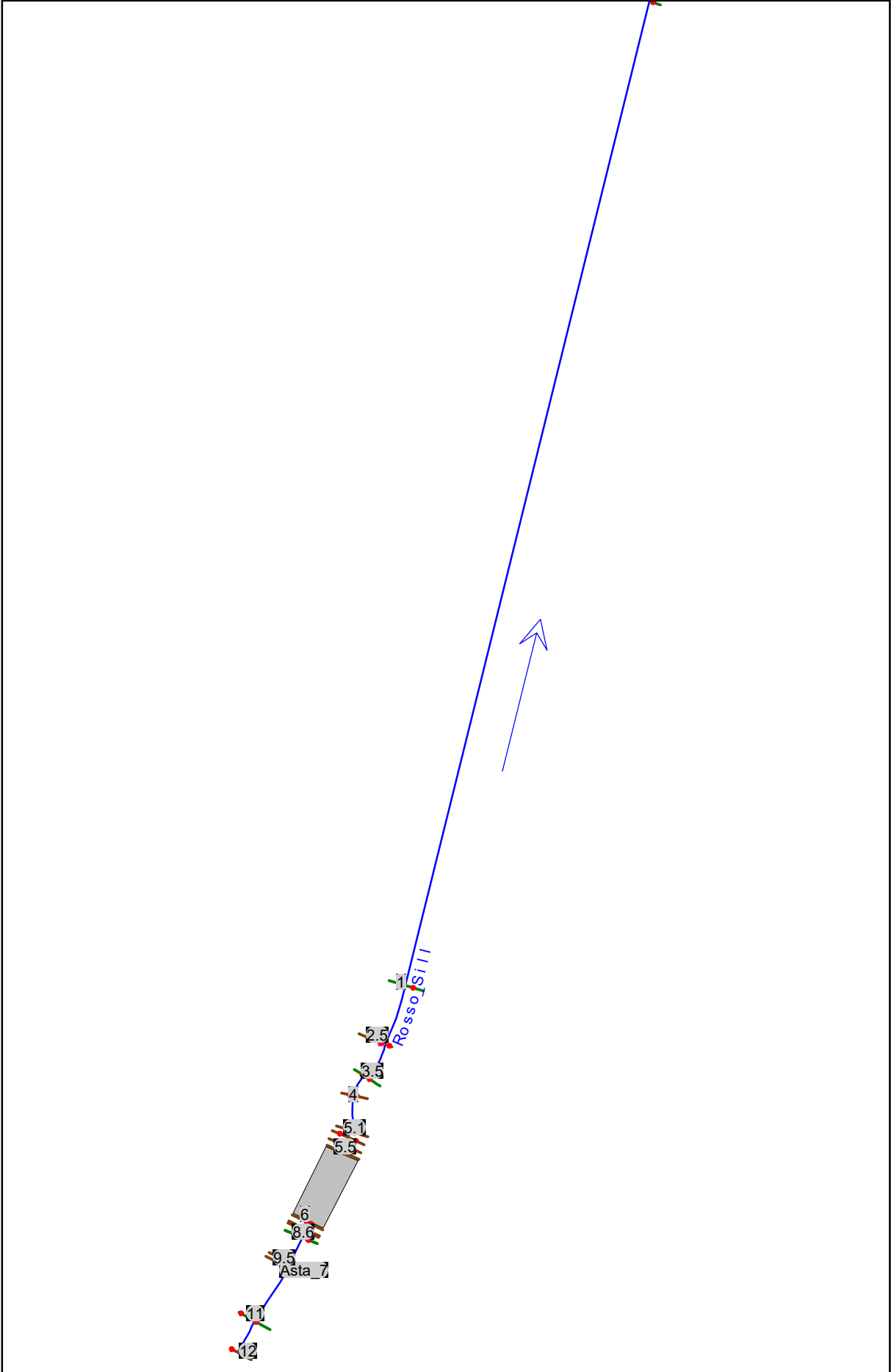
### Rio Rosso (in Sillaro): risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Rosso\_Sill Reach: Asta\_7 Profile: QMS

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
Asta_7	12	QMS	3.50	41.97	43.07		43.09	0.001393	0.64	6.08	12.14	0.24
Asta_7	11	QMS	3.50	41.84	43.01		43.05	0.003482	0.89	4.22	13.41	0.37
Asta_7	9.5	QMS	3.50	41.73	42.83		42.90	0.005546	1.14	3.06	4.78	0.46
Asta_7	9.4	QMS	3.50	41.71	42.81		42.88	0.005756	1.17	3.00	4.68	0.46
Asta_7	8.5	QMS	3.50	41.60	42.68		42.77	0.008377	1.35	2.58	4.10	0.54
Asta_7	7.5	QMS	3.50	41.50	42.65		42.73	0.006249	1.22	2.88	4.26	0.47
Asta_7	7	QMS	3.50	41.26	42.65	42.08	42.69	0.002611	0.88	4.10	17.10	0.31
Asta_7	6		Bridge									
Asta_7	5.5	QMS	3.50	41.31	42.48		42.51	0.002347	0.80	4.49	7.89	0.31
Asta_7	5.4	QMS	3.50	41.31	42.45		42.49	0.002648	0.82	4.33	7.34	0.33
Asta_7	5.2	QMS	3.50	41.31	42.44		42.47	0.002918	0.83	4.22	7.20	0.34
Asta_7	5	QMS	3.50	41.31	42.42		42.46	0.003298	0.86	4.09	7.15	0.36
Asta_7	4	QMS	3.50	41.31	42.30		42.37	0.006080	1.11	3.16	6.68	0.48
Asta_7	3.5	QMS	3.50	41.05	42.22		42.30	0.005033	1.24	3.38	8.10	0.45
Asta_7	2.5	QMS	3.50	40.99	42.06	41.81	42.15	0.008331	1.34	2.62	4.31	0.55
Asta_7	1	QMS	3.50	40.84	41.87		41.93	0.004717	1.02	3.43	5.83	0.42
Asta_7	0	QMS	3.50	37.90	39.06	38.68	39.13	0.005100	1.12	3.13	4.62	0.43

HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Rosso\_Sill Reach: Asta\_7 Profile: QMS

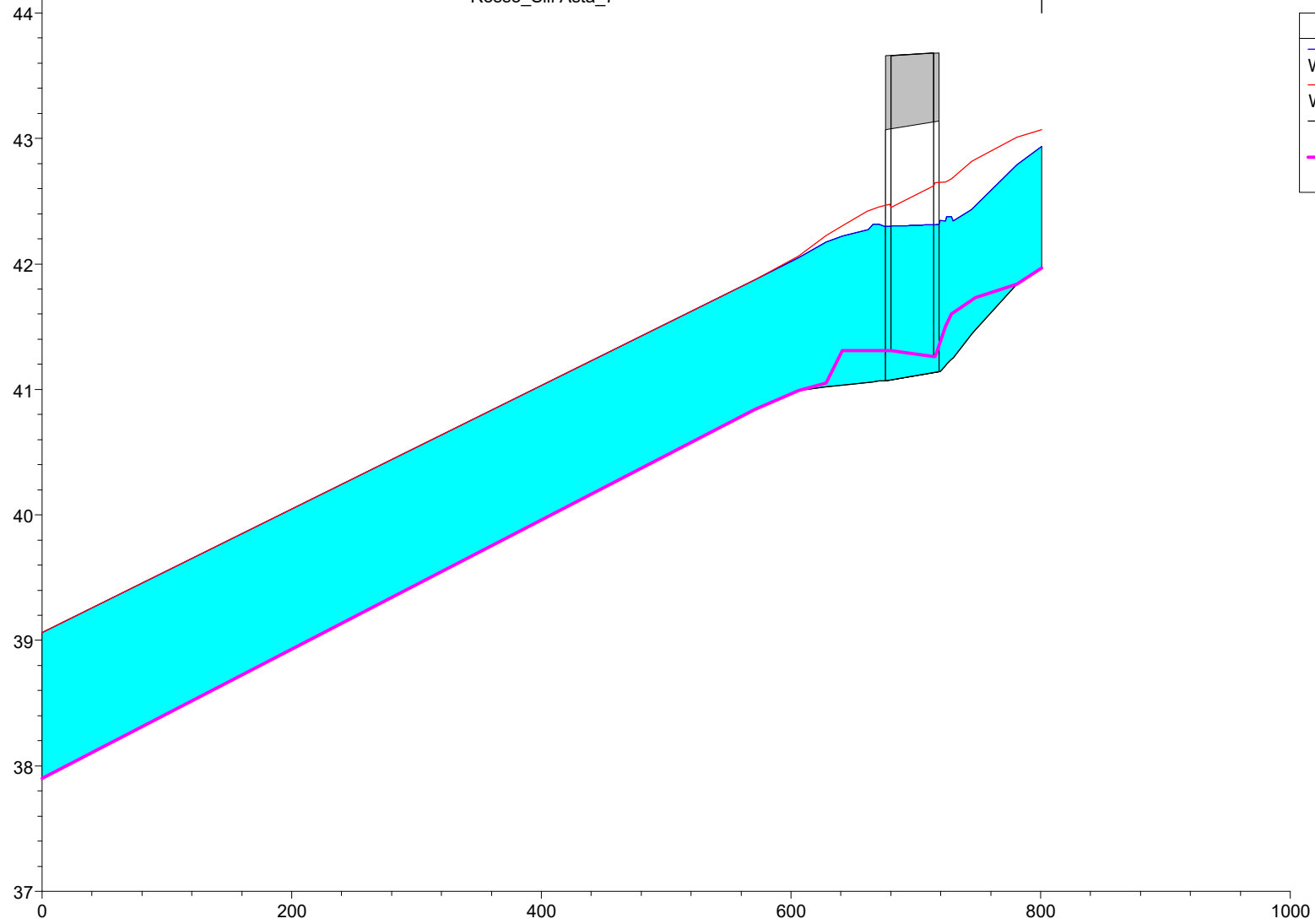
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Asta_7	12	QMS	3.50	41.97	42.94		42.97	0.002988	0.84	4.44	11.76	0.34
Asta_7	11	QMS	3.50	41.84	42.79		42.87	0.008874	1.25	2.79	5.56	0.57
Asta_7	9.5	QMS	3.50	41.47	42.46		42.56	0.009332	1.42	2.46	3.98	0.58
Asta_7	9.4	QMS	3.50	41.44	42.43		42.54	0.009155	1.41	2.48	3.99	0.57
Asta_7	8.6	QMS	3.50	41.25	42.34		42.42	0.006100	1.21	2.89	4.29	0.47
Asta_7	8.5	QMS	3.50	41.24	42.38		42.40	0.000560	0.65	5.36	6.41	0.23
Asta_7	7.6	QMS	3.50	41.20	42.38		42.40	0.000492	0.62	5.61	6.53	0.21
Asta_7	7.5	QMS	3.50	41.19	42.34		42.39	0.000489	0.99	3.55	3.08	0.29
Asta_7	7	QMS	3.50	41.14	42.35	41.65	42.39	0.000434	0.94	3.71	3.08	0.27
Asta_7	6		Culvert									
Asta_7	5.5	QMS	3.50	41.07	42.30		42.34	0.000437	0.95	3.69	3.01	0.27
Asta_7	5.4	QMS	3.50	41.07	42.32		42.33	0.000133	0.57	6.13	7.19	0.20
Asta_7	5.2	QMS	3.50	41.06	42.32		42.33	0.000401	0.57	6.19	7.21	0.19
Asta_7	5.1	QMS	3.50	41.06	42.27		42.33	0.001919	1.02	3.45	4.66	0.38
Asta_7	4	QMS	3.50	41.03	42.22		42.28	0.002914	1.06	3.46	6.70	0.38
Asta_7	3.5	QMS	3.50	41.02	42.18		42.23	0.003649	1.10	3.55	7.25	0.38
Asta_7	2.5	QMS	3.50	40.99	42.05	41.73	42.13	0.006544	1.24	2.83	4.34	0.49
Asta_7	1	QMS	3.50	40.84	41.87		41.93	0.004717	1.02	3.43	5.83	0.42
Asta_7	0	QMS	3.50	37.90	39.06	38.68	39.13	0.005100	1.12	3.13	4.62	0.43



Rio Rosso(in Sillaro) Plan: 1) SP\_ENSER 26/01/2018 2) SF\_ENSER 26/01/2018

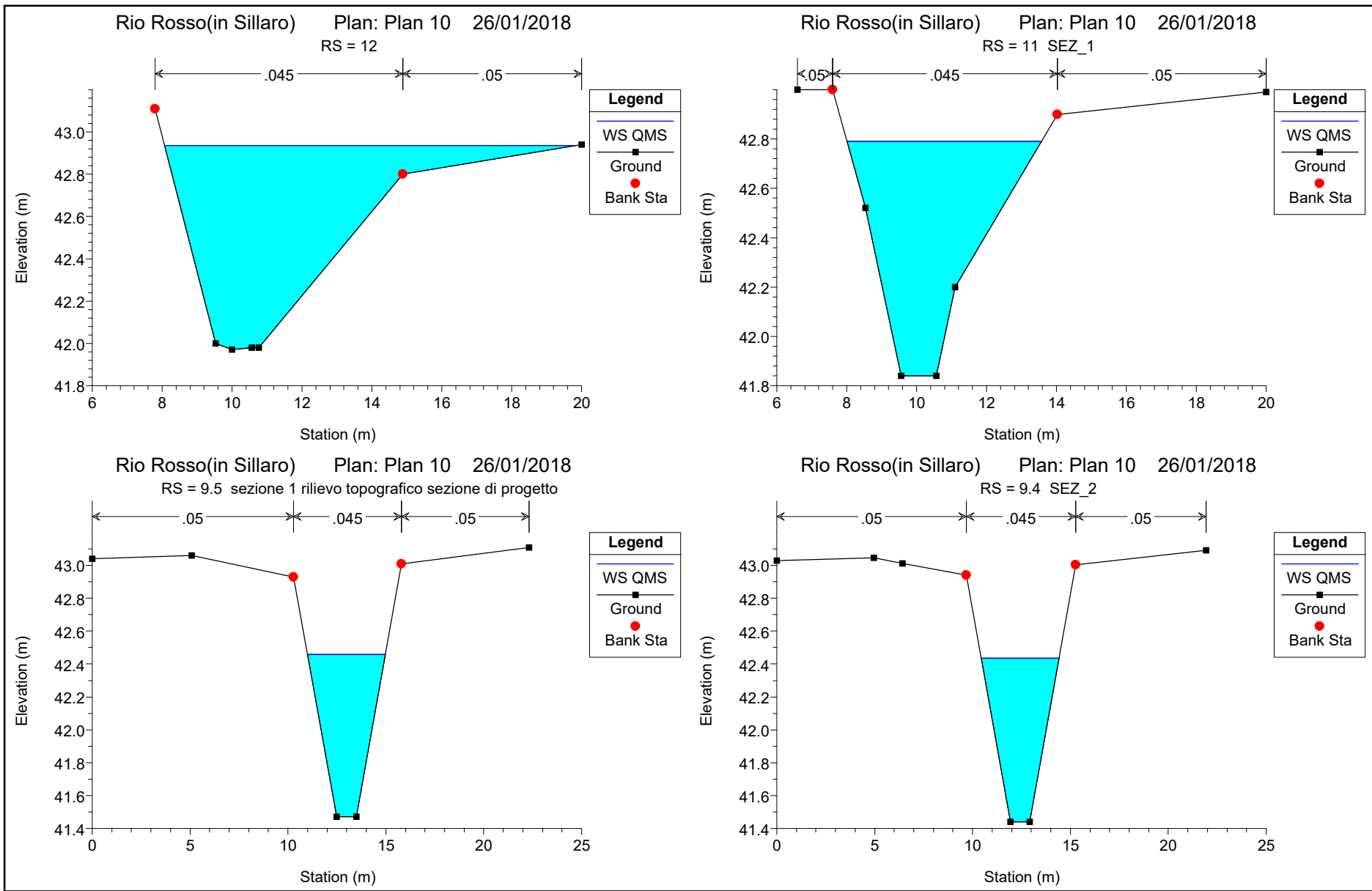
Rosso\_Sill Asta\_7

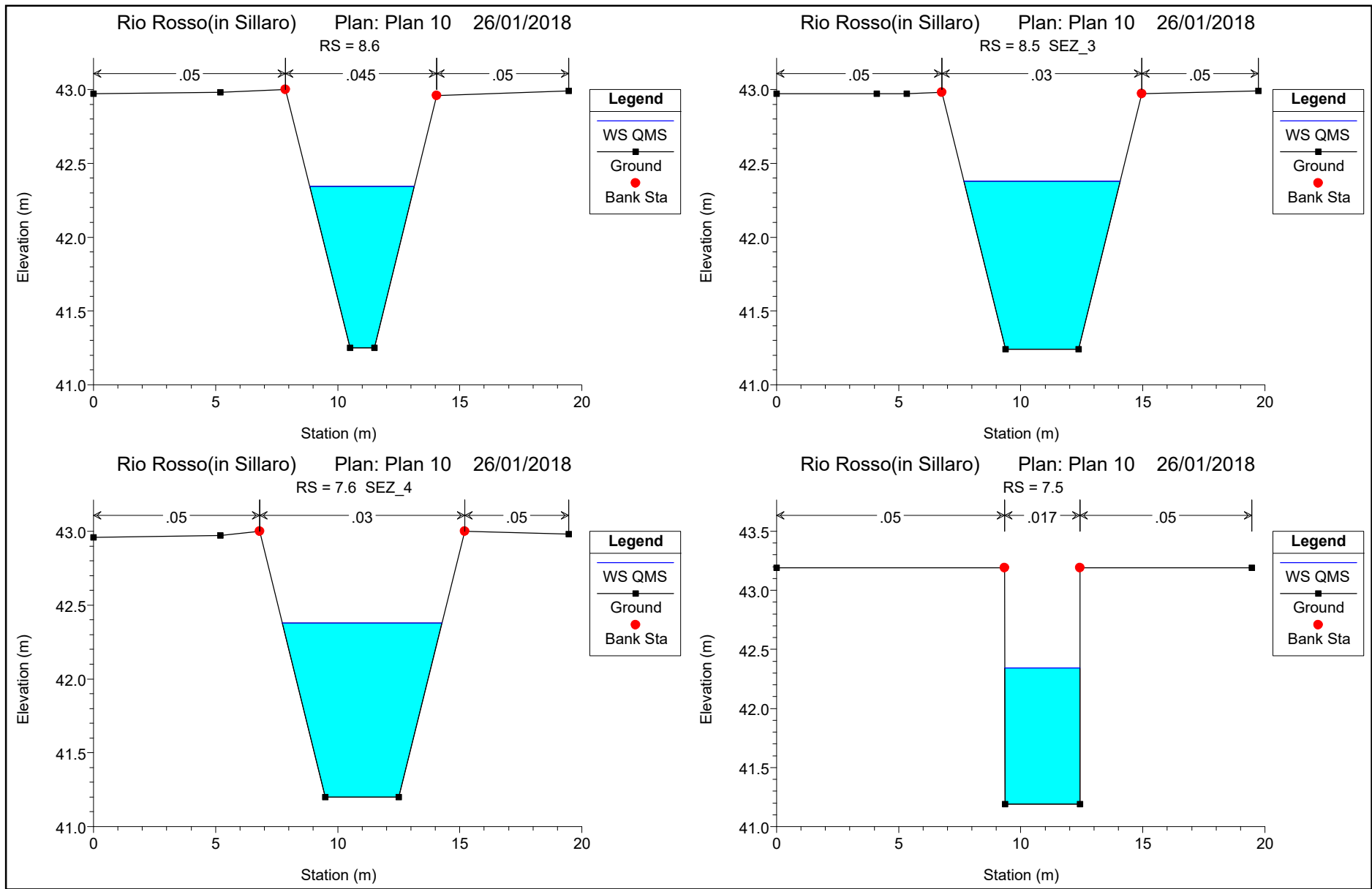
Elevation (m)



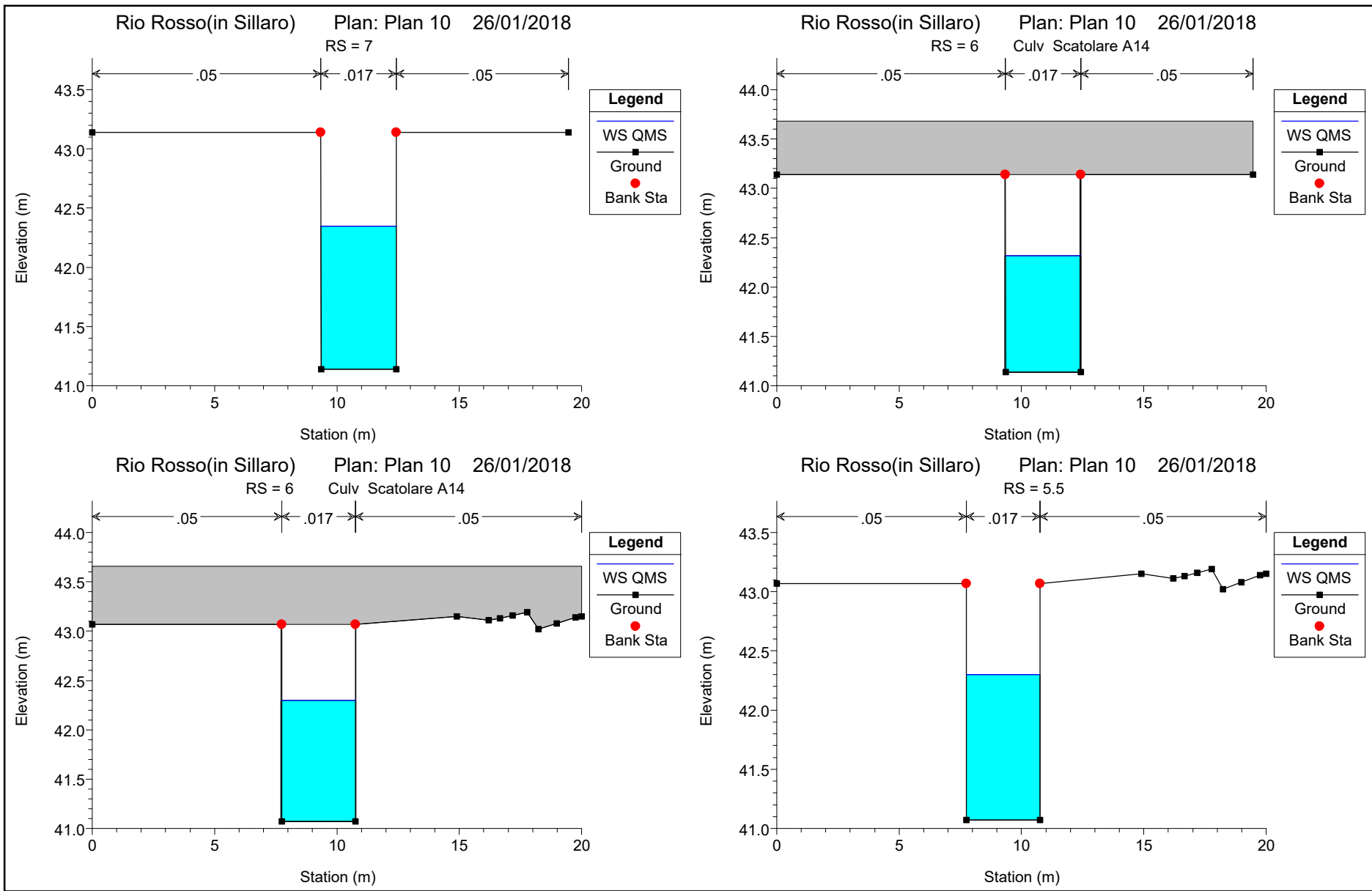
**Legend**

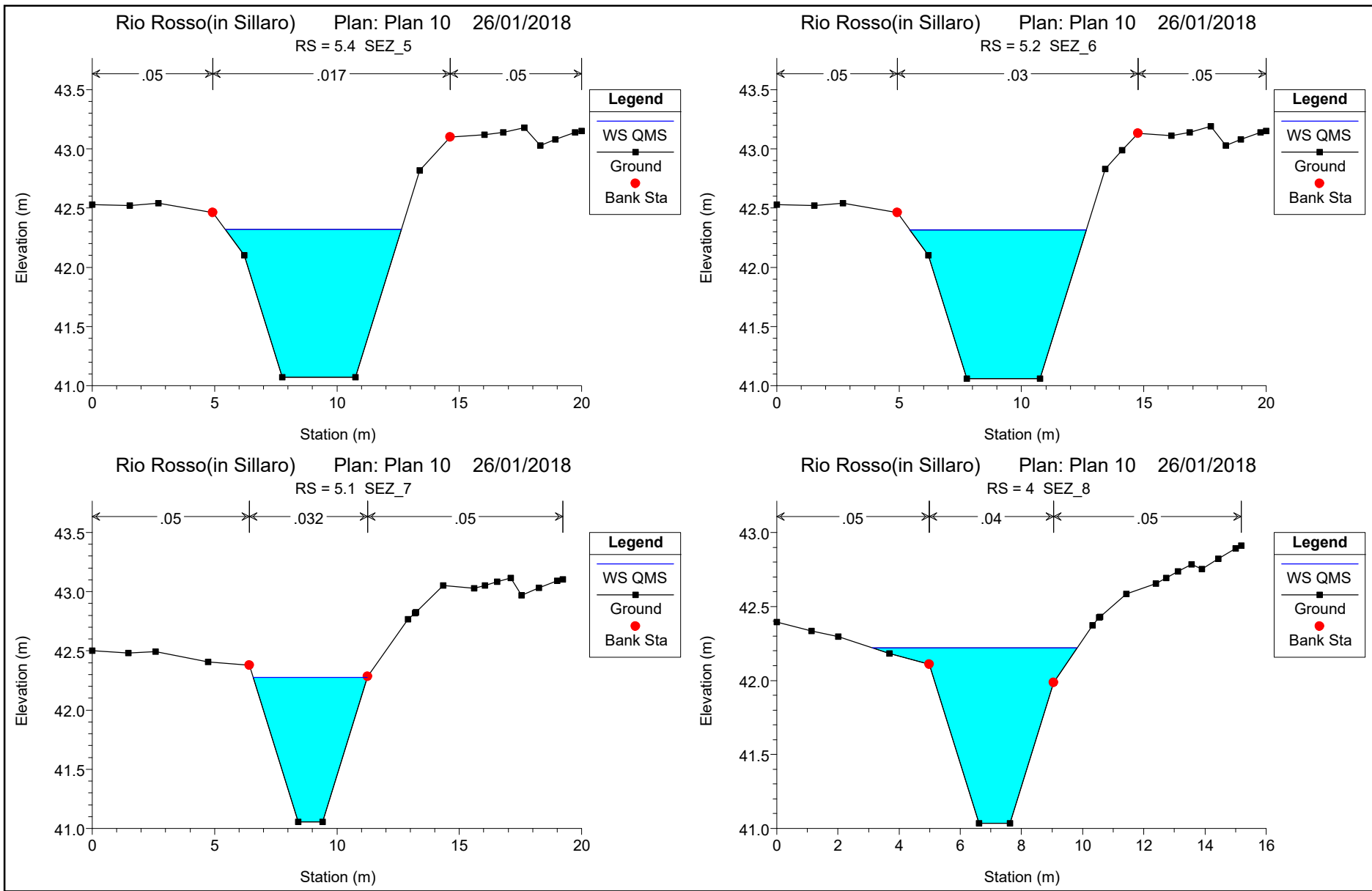
- WS QMS - SP\_ENSER
- WS QMS - SF\_ENSER
- Ground
- Ground

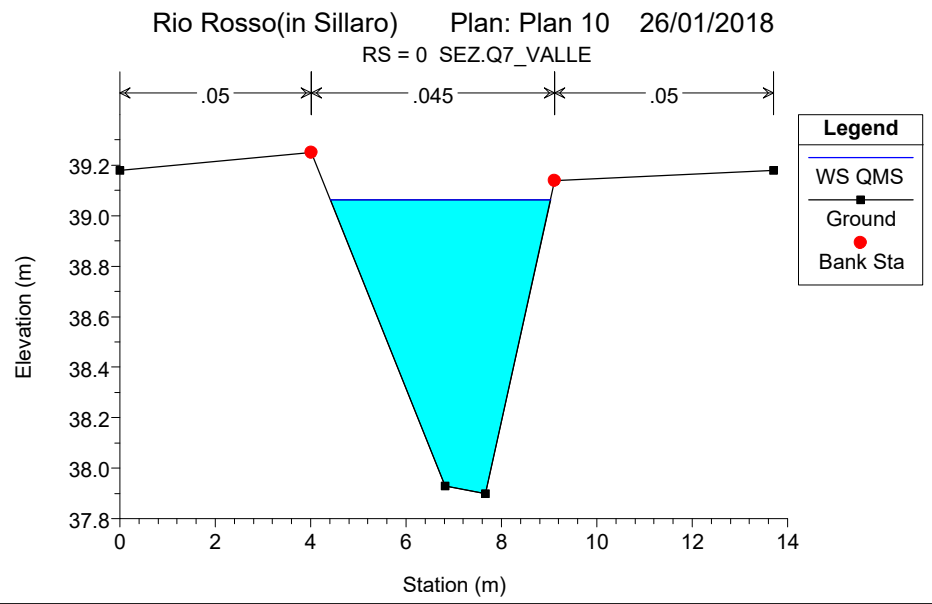
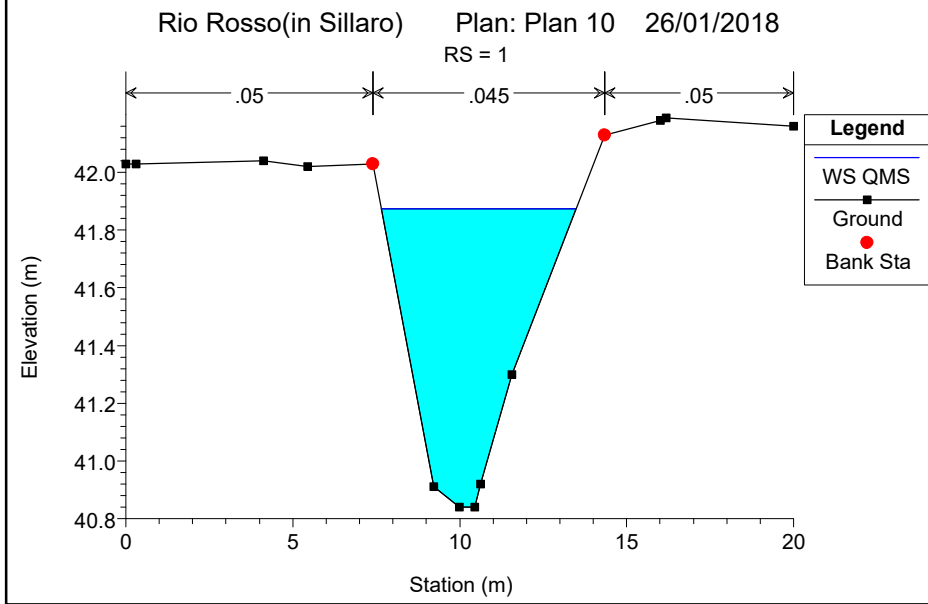
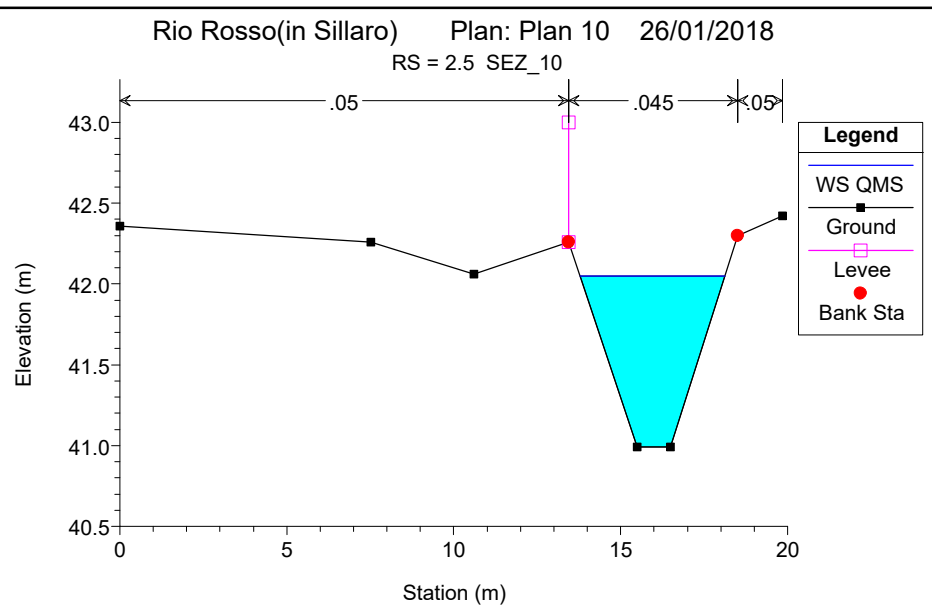
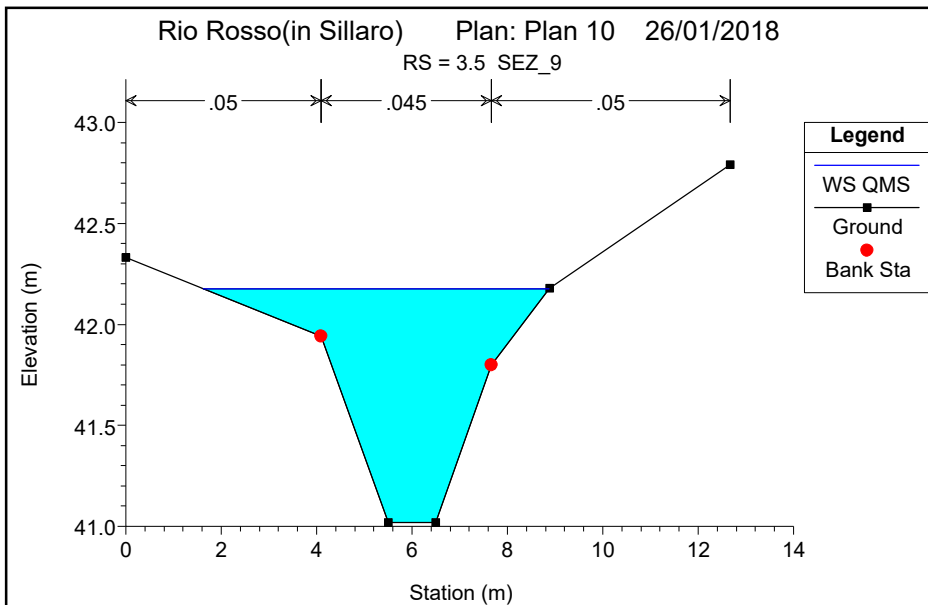












## APPENDICE 7

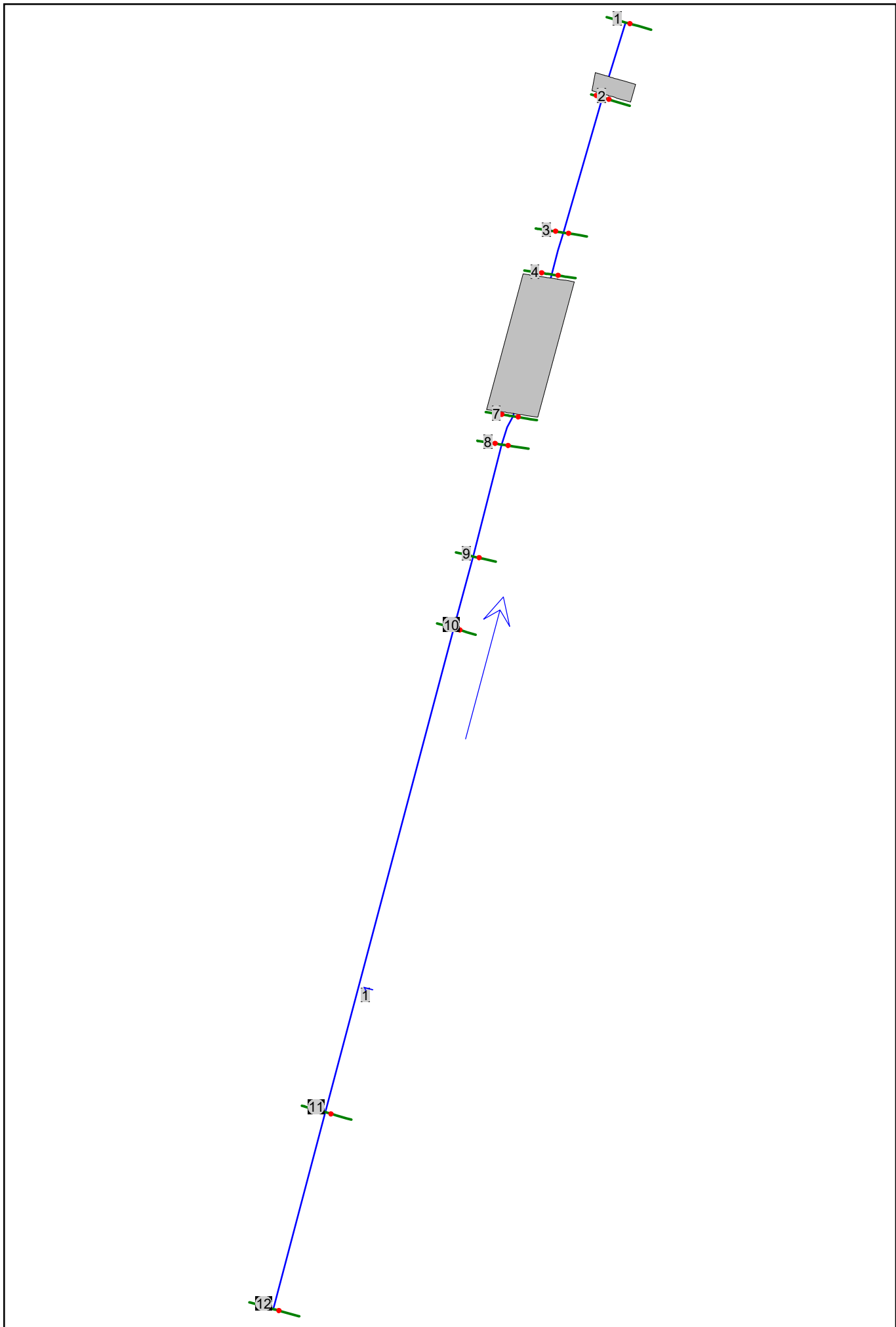
### Rio Toscanella: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: 1 Reach: 1 Profile: Qms

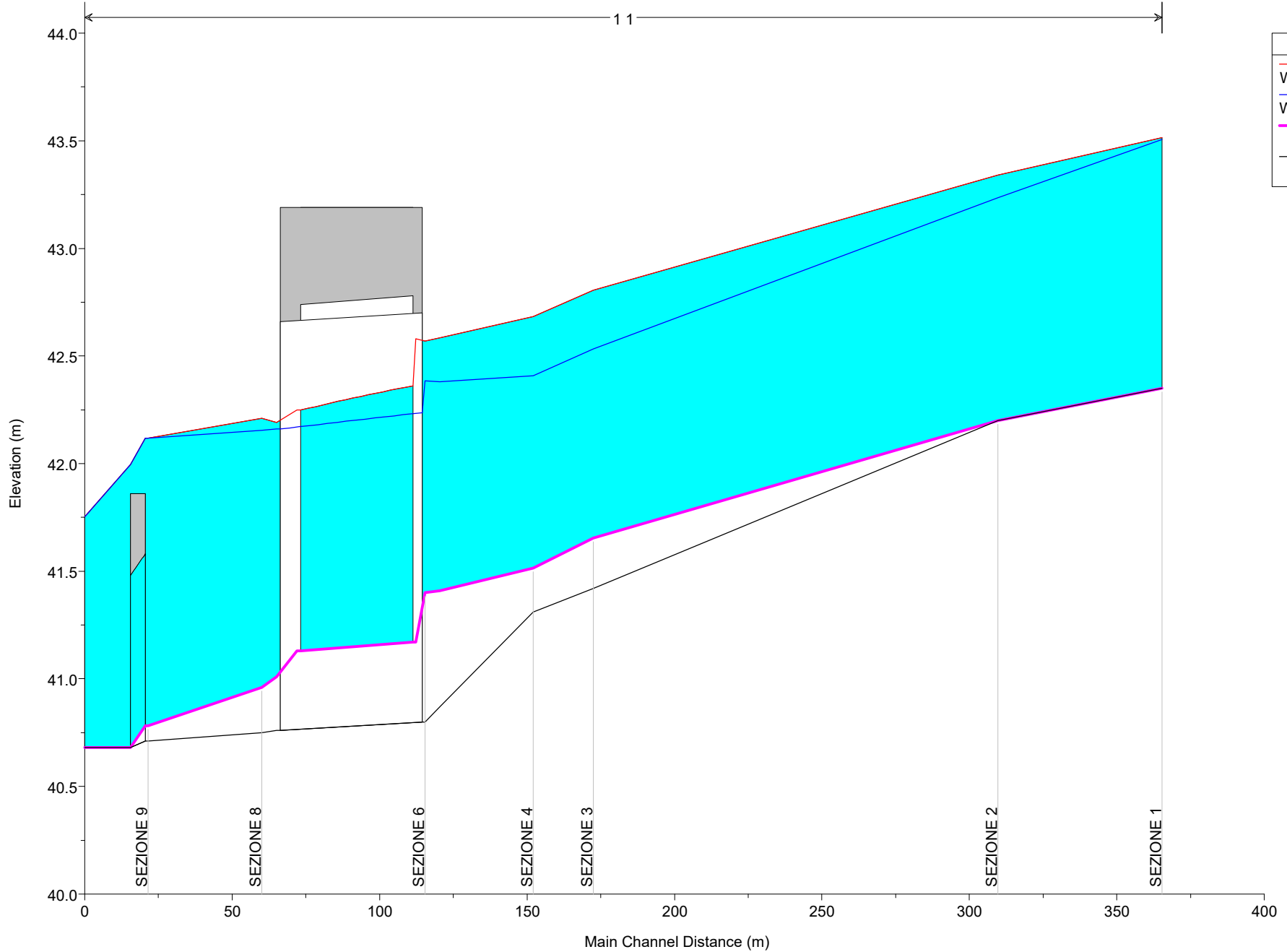
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	12	Qms	3.00	42.35	43.51		43.57	0.005224	1.06	3.14	8.36	0.43
1	11	Qms	3.00	42.20	43.34		43.37	0.002409	0.85	4.39	9.12	0.30
1	10	Qms	3.00	41.65	42.81		42.86	0.006305	1.16	2.97	5.98	0.46
1	9	Qms	3.00	41.51	42.68		42.74	0.005854	1.12	3.07	6.60	0.45
1	8	Qms	3.00	41.41	42.58		42.61	0.002542	0.87	4.55	13.88	0.31
1	7	Qms	3.00	41.40	42.57		42.60	0.002727	0.88	4.43	14.20	0.32
1	6	Qms	3.00	41.17	42.58	41.84	42.59	0.000585	0.49	7.09	9.35	0.16
1	5.5		Culvert									
1	5	Qms	3.00	41.13	42.25		42.30	0.004098	1.00	3.01	4.46	0.39
1	4	Qms	3.00	41.01	42.19		42.26	0.005410	1.25	2.89	7.34	0.44
1	3	Qms	3.00	40.96	42.21	41.77	42.23	0.001916	0.76	4.99	10.07	0.27
1	2	Qms	3.00	40.78	42.12	41.87	42.14	0.002908	0.86	4.53	9.89	0.29
1	1.5		Culvert									
1	1	Qms	3.00	40.68	41.75	41.39	41.81	0.004700	1.06	3.25	12.00	0.41

HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: 1 Reach: 1 Profile: Qms

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
1	12	Qms	3.00	42.35	43.51		43.56	0.005470	1.08	3.08	8.35	0.43
1	11	Qms	3.00	42.20	43.24		43.28	0.004514	1.07	3.47	8.22	0.40
1	10	Qms	3.00	41.42	42.53		42.60	0.005494	1.17	2.77	6.84	0.45
1	9	Qms	3.00	41.31	42.41		42.48	0.006110	1.21	2.58	6.16	0.47
1	8	Qms	3.00	40.87	42.38		42.40	0.001018	0.68	5.24	8.73	0.21
1	7	Qms	3.00	40.80	42.38	41.40	42.39	0.000397	0.47	7.59	11.20	0.13
1	5.5		Culvert									
1	4	Qms	3.00	40.76	42.16		42.18	0.000819	0.61	5.19	6.67	0.19
1	3	Qms	3.00	40.75	42.16	41.53	42.17	0.001105	0.66	5.73	10.05	0.21
1	2	Qms	3.00	40.71	42.12	41.49	42.13	0.000965	0.62	6.10	10.47	0.20
1	1.5		Culvert									
1	1	Qms	3.00	40.68	41.75	41.39	41.81	0.004700	1.06	3.25	12.00	0.41



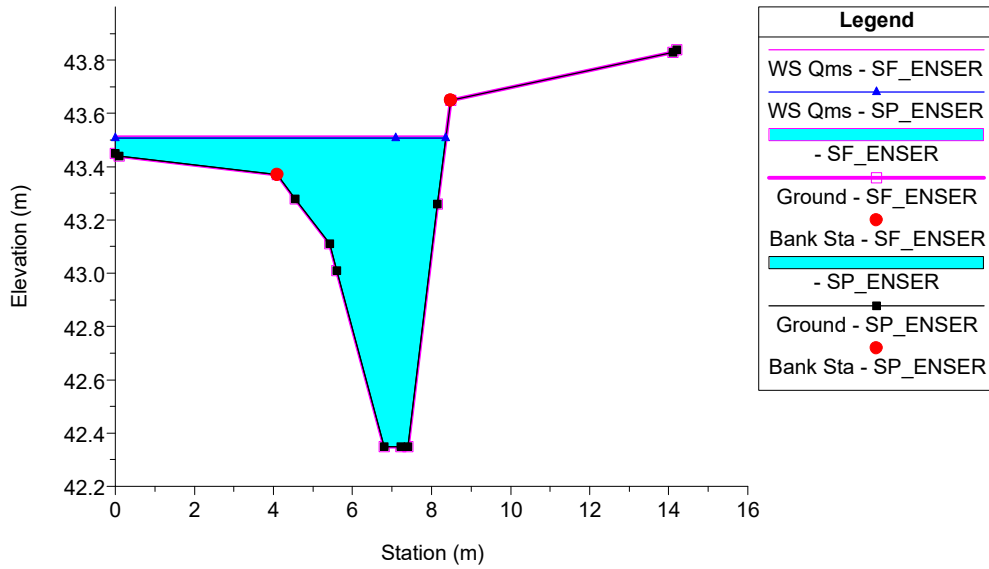
11



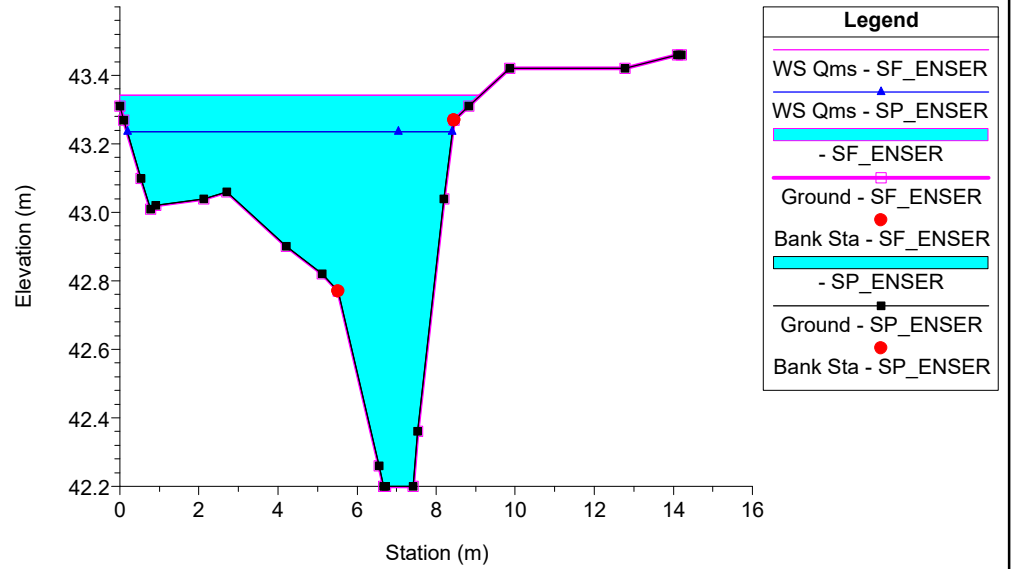
Legend	
—	WS Qms - SF_ENSER
—	WS Qms - SP_ENSER
—	Ground
—	Ground



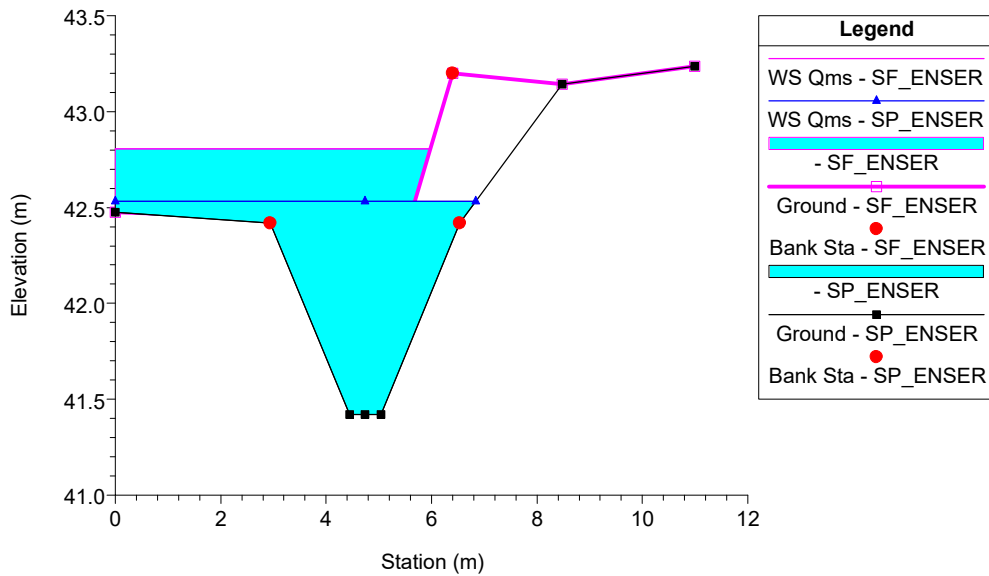
RioToscanello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 12 SEZ\_1



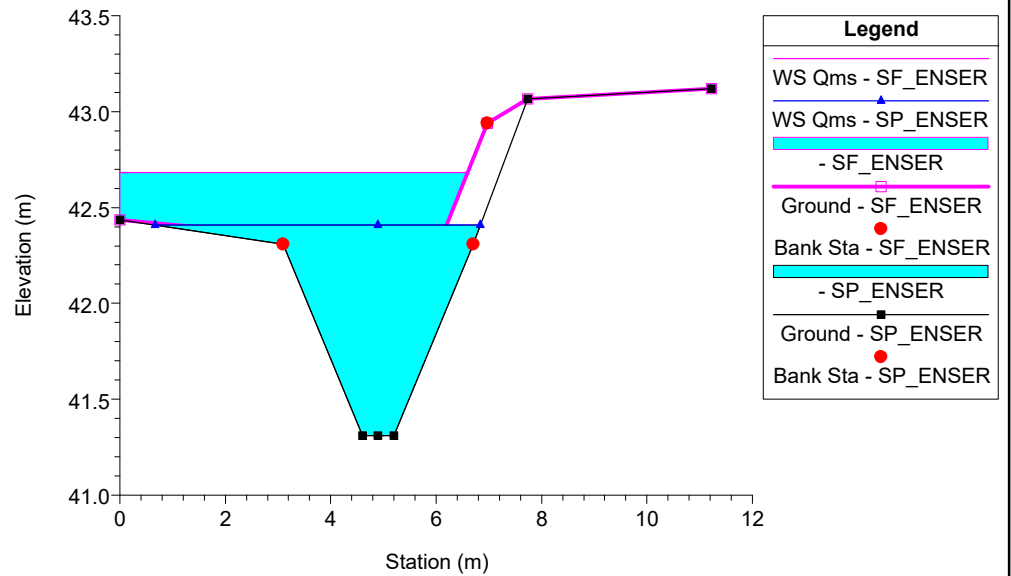
RioToscanello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 11 SEZ\_2



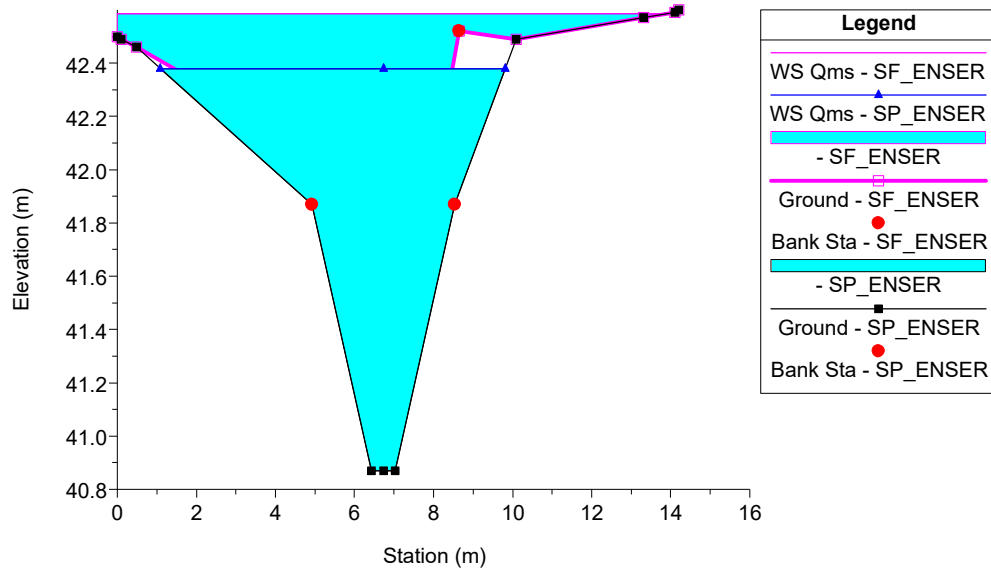
RioToscanello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 10 SEZ\_3



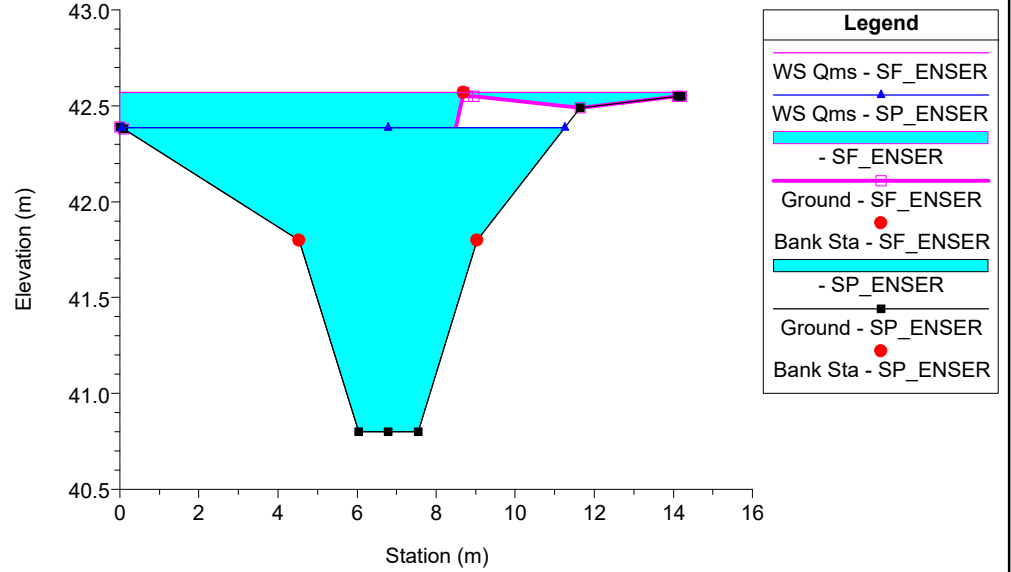
RioToscanello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9 SEZ\_4



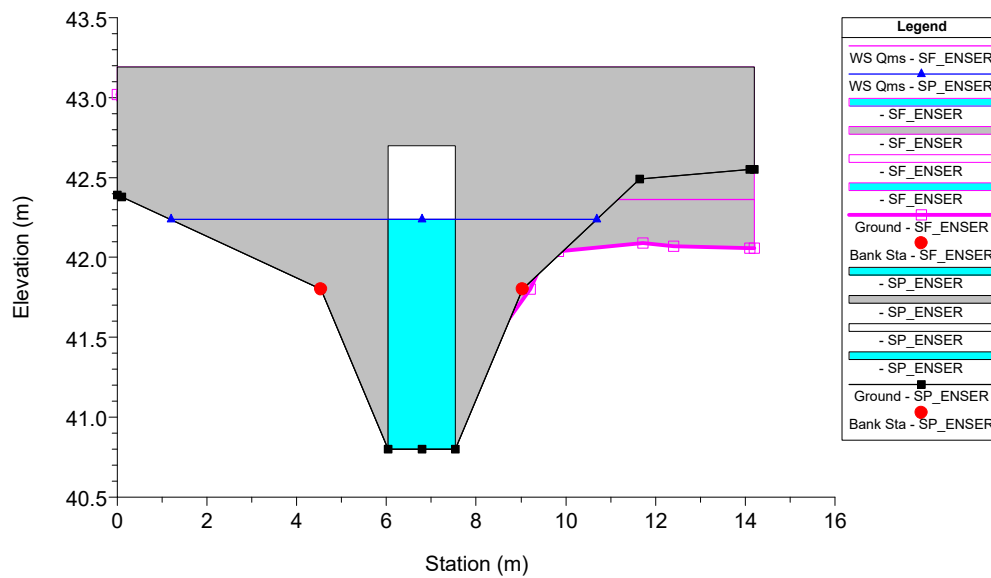
RioToscanella Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8 SEZ\_5



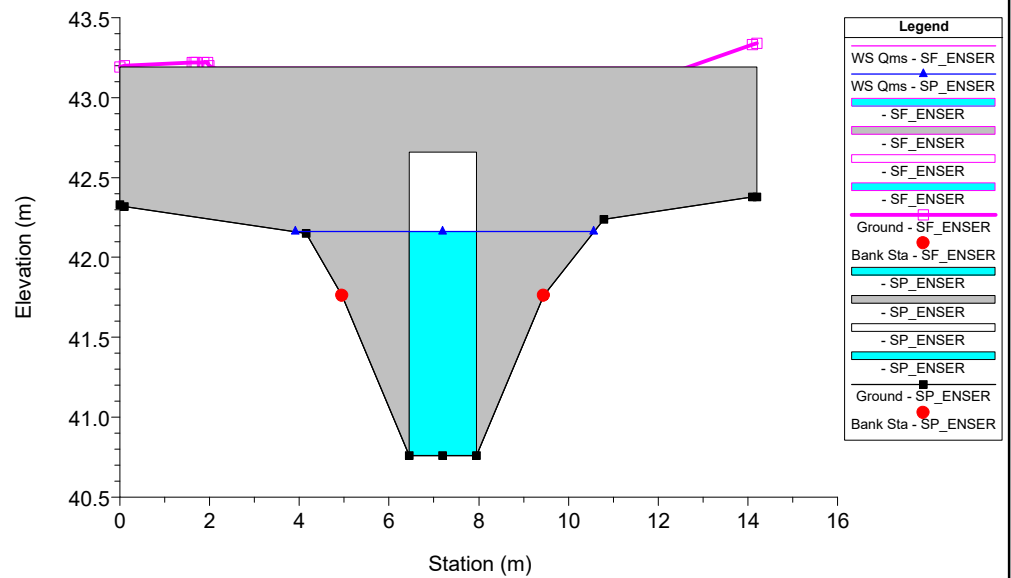
RioToscanella Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7 SEZ\_6



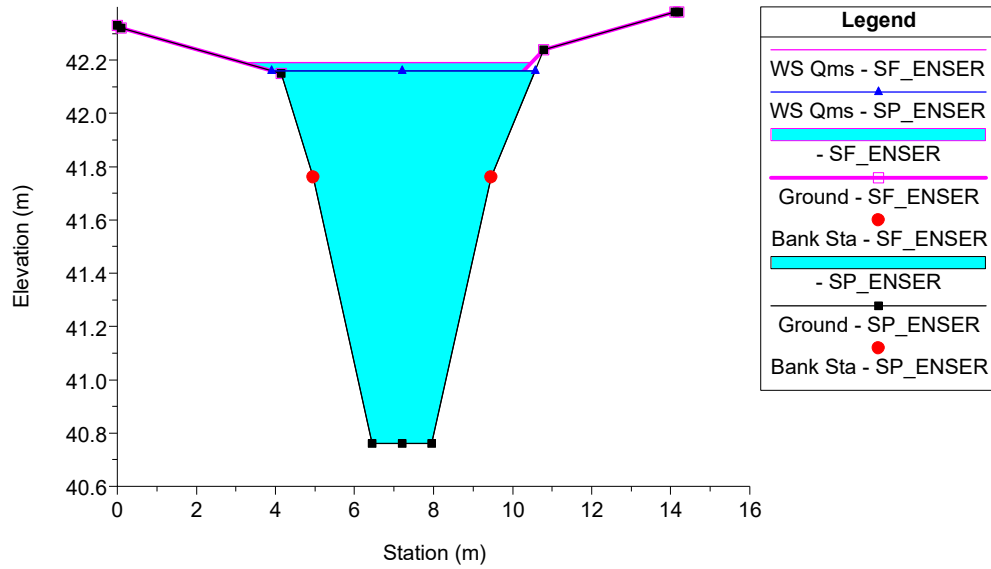
RioToscanella Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.5 Culv



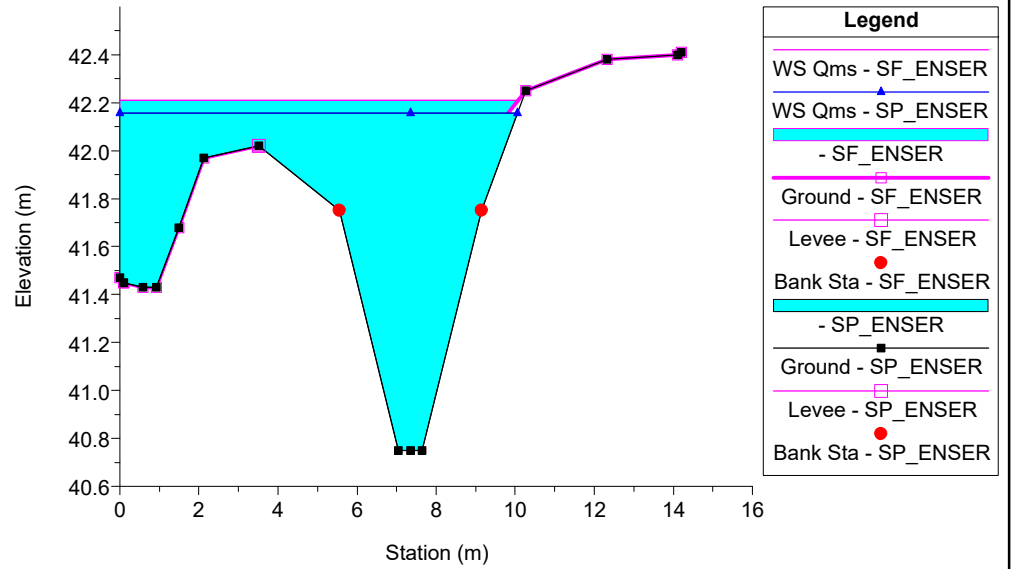
RioToscanella Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.5 Culv



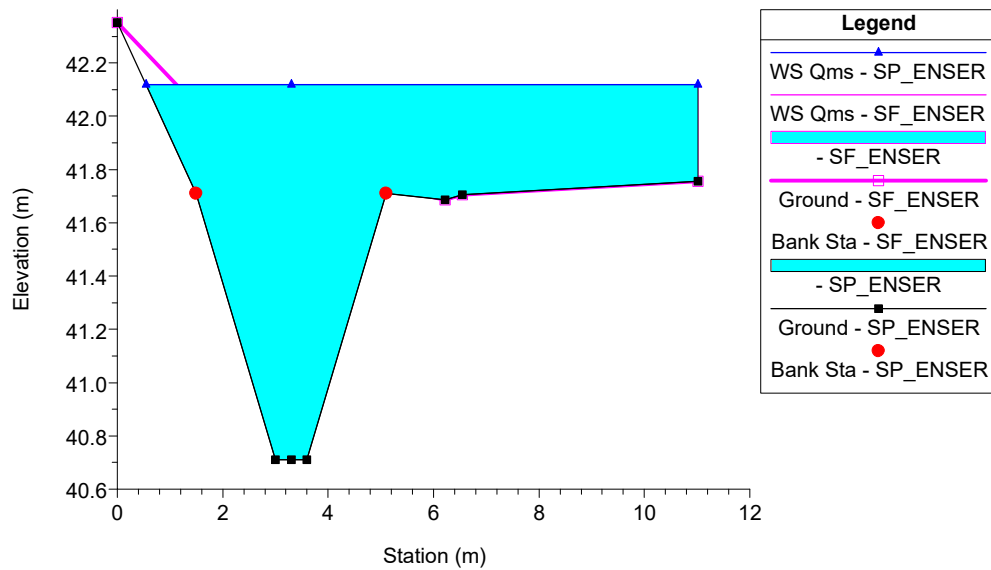
RioToscanella Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4 SEZ\_7



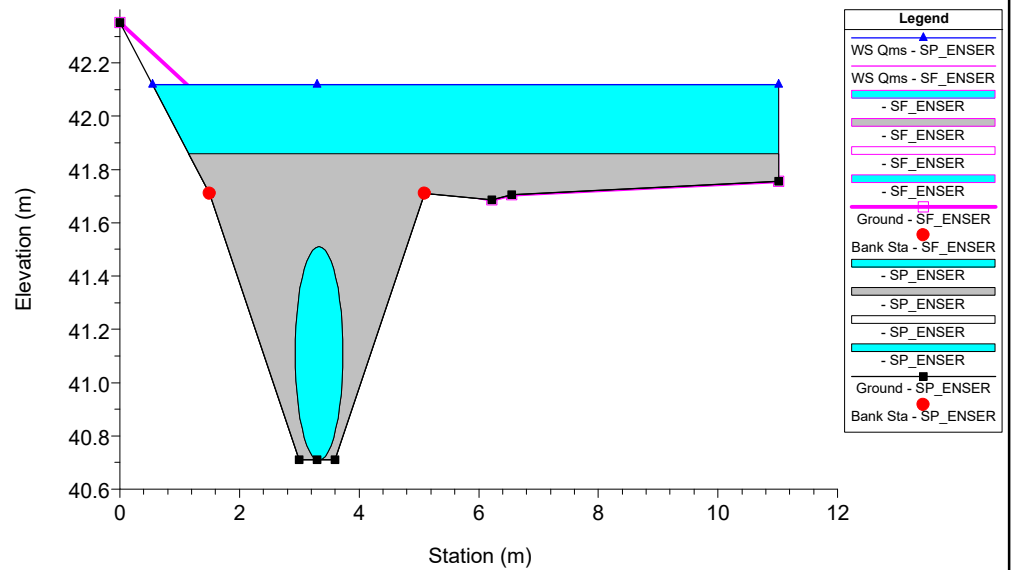
RioToscanella Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3 SEZ\_8



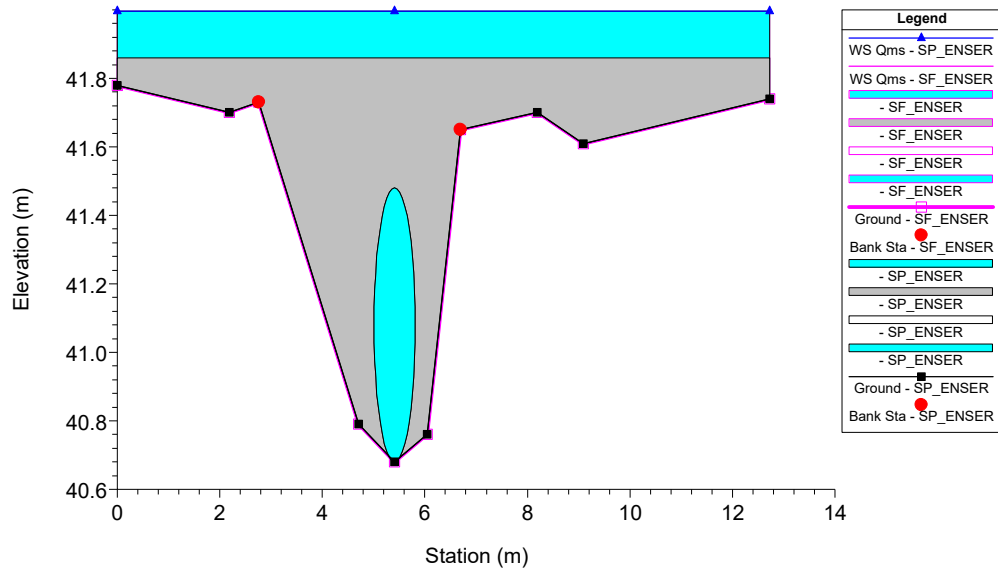
RioToscanella Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2 SEZ\_9



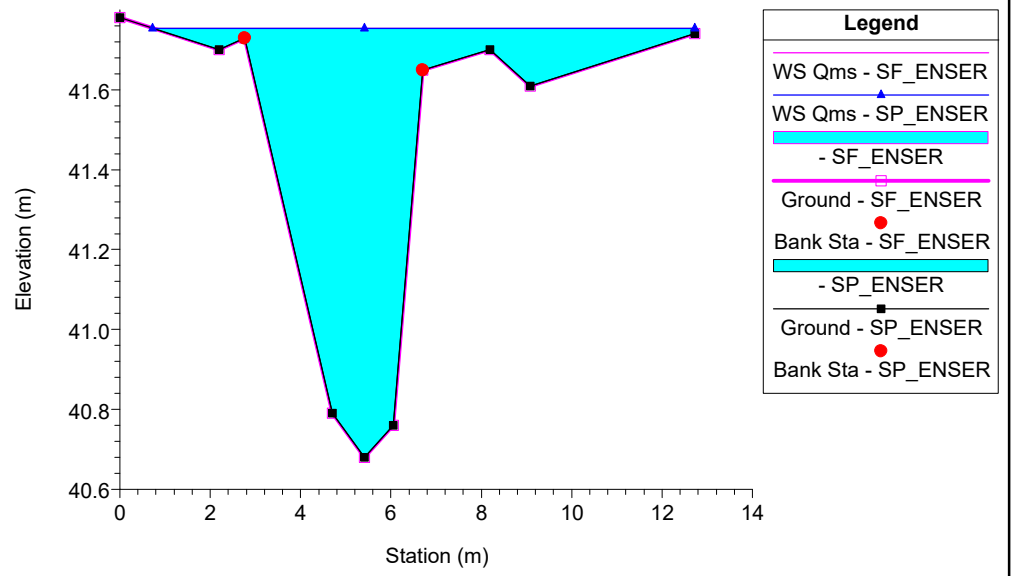
RioToscanella Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1.5 Culv



RioToscanella Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1.5 Culv



RioToscanella Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1 SEZ\_10



## APPENDICE 8

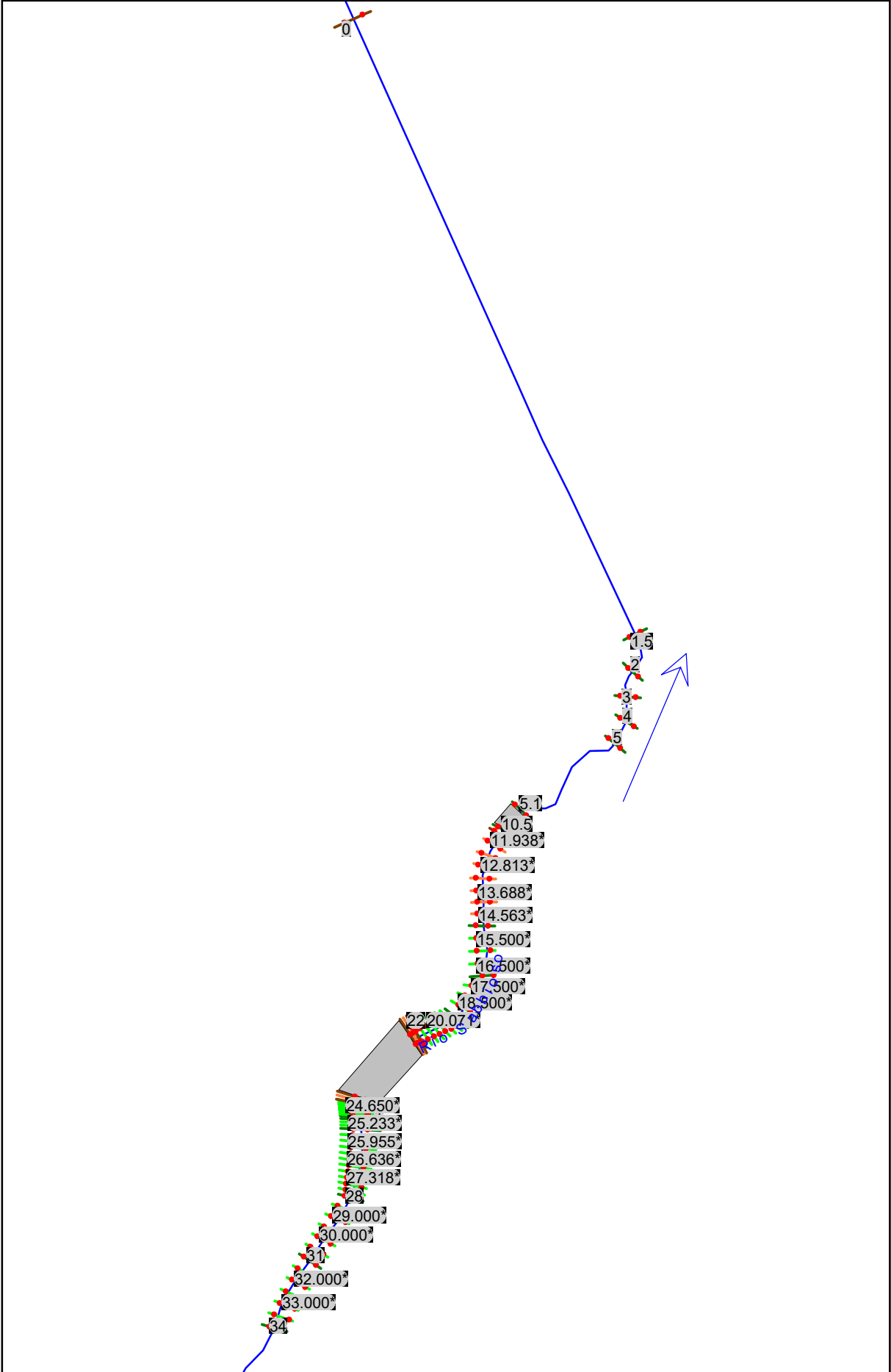
### Rio Sabbioso: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Rio Sabbioso Reach: 1 Profile: PF 6

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
1	19	PF 6	35.00	38.74	41.32		41.67	0.009906	2.62	13.38	8.71	0.67
1	18	PF 6	35.00	38.44	41.35		41.51	0.003580	1.73	20.25	12.03	0.43
1	17	PF 6	35.00	38.44	41.11		41.32	0.005484	2.02	17.29	11.29	0.52
1	16	PF 6	35.00	37.96	40.79		41.05	0.006469	2.24	15.65	9.20	0.55
1	15	PF 6	35.00	37.77	40.61		40.79	0.004535	1.90	18.43	11.20	0.47
1	14	PF 6	35.00	37.13	40.50		40.66	0.003457	1.77	20.50	16.83	0.40
1	13	PF 6	35.00	37.58	40.34		40.57	0.004661	2.22	18.74	16.99	0.49
1	12.9	PF 6	35.00	37.48	40.46	38.66	40.50	0.000737	0.97	36.57	19.21	0.21
1	12.5		Culvert									
1	12.1	PF 6	35.00	37.50	40.27		40.35	0.001289	1.22	30.97	19.94	0.26
1	12	PF 6	35.00	36.94	40.12		40.29	0.003919	1.90	20.61	19.57	0.43
1	11	PF 6	35.00	36.73	39.94		40.16	0.005263	2.10	17.79	13.78	0.49
1	10	PF 6	35.00	36.51	39.83		39.99	0.003051	1.78	21.96	15.30	0.39
1	9	PF 6	35.00	36.70	39.69		39.89	0.005168	2.01	18.50	15.75	0.49
1	8	PF 6	35.00	36.53	39.43		39.66	0.005882	2.11	16.57	10.52	0.52
1	7	PF 6	35.00	36.50	39.31		39.50	0.005183	1.93	18.20	14.28	0.49
1	6	PF 6	35.00	36.34	39.15		39.37	0.005774	2.07	16.94	12.26	0.53
1	5.9	PF 6	35.00	36.34	39.11	38.40	39.34	0.006279	2.13	16.42	11.13	0.55
1	5.5		Bridge									
1	5.1	PF 6	35.00	36.17	38.82		39.06	0.006441	2.16	16.23	10.74	0.56
1	5	PF 6	35.00	36.17	38.73		39.00	0.007531	2.29	15.29	10.41	0.60
1	4	PF 6	35.00	35.87	38.52		38.72	0.006066	1.99	17.58	12.61	0.54
1	3	PF 6	35.00	35.78	38.26		38.49	0.005919	2.20	17.55	14.31	0.54
1	2	PF 6	35.00	35.36	37.82		38.14	0.010737	2.51	13.96	10.43	0.69
1	1.5	PF 6	35.00	35.10	37.51		37.68	0.004079	1.82	19.28	11.66	0.45
1	1	PF 6	35.00	32.24	35.08	34.34	35.27	0.005204	1.92	18.23	11.85	0.49

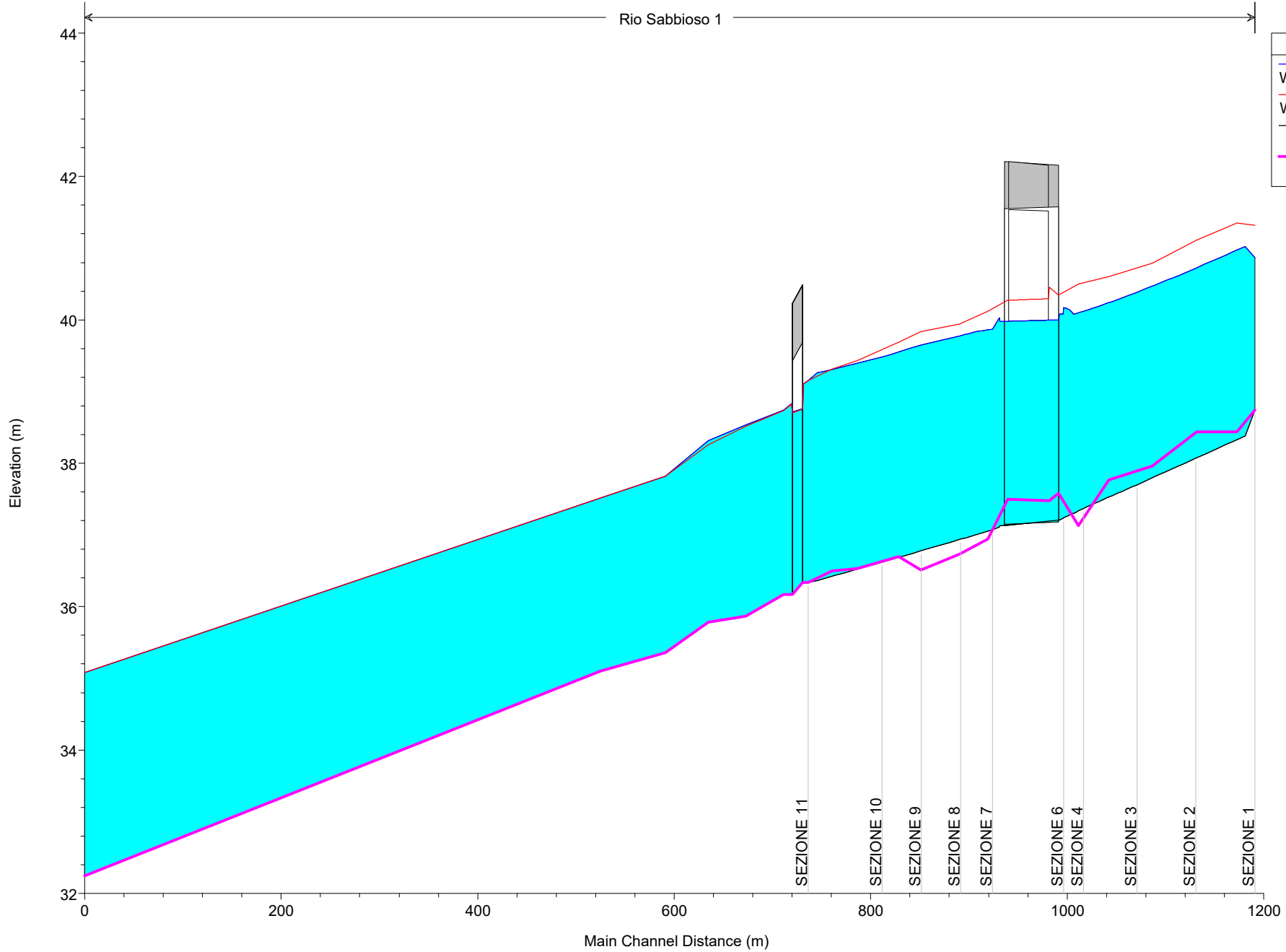
HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Rio Sabbioso Reach: 1 Profile: PF 6

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
1	34	PF 6	35.00	38.74	40.87	40.87	41.53	0.023006	3.59	9.75	7.49	1.00
1	31	PF 6	35.00	38.07	40.72		40.95	0.005779	2.13	16.44	9.91	0.53
1	28	PF 6	35.00	37.70	40.39		40.61	0.005462	2.09	16.78	10.00	0.51
1	25.5	PF 6	35.00	37.37	40.12		40.32	0.004686	1.96	17.87	11.32	0.48
1	25.1	PF 6	35.00	37.31	40.08		40.27	0.004460	1.93	18.19	11.62	0.47
1	25	PF 6	35.00	37.31	40.08		40.27	0.001994	1.93	18.16	11.59	0.47
1	24.5	PF 6	35.00	37.24	40.17		40.22	0.000360	0.98	35.56	16.53	0.21
1	24.4	PF 6	35.00	37.23	40.08		40.21	0.000374	1.58	22.09	7.76	0.30
1	24.1	PF 6	35.00	37.21	40.08	38.48	40.21	0.000365	1.57	22.29	7.76	0.30
1	24		Culvert									
1	22	PF 6	35.00	37.13	39.98		40.11	0.000374	1.58	22.10	7.76	0.30
1	21	PF 6	35.00	37.13	39.98		40.11	0.000374	1.58	22.09	7.76	0.30
1	20.9	PF 6	35.00	37.11	40.03		40.08	0.000364	0.99	35.33	16.49	0.22
1	20.5	PF 6	35.00	37.07	39.87		40.06	0.001990	1.94	18.28	12.14	0.47
1	19	PF 6	35.00	36.94	39.78		39.96	0.004032	1.89	19.60	20.89	0.45
1	17	PF 6	35.00	36.78	39.65		39.81	0.003314	1.77	21.26	19.22	0.41
1	15	PF 6	35.00	36.62	39.48		39.66	0.003662	1.89	18.92	10.94	0.43
1	11.5	PF 6	35.00	36.34	39.15		39.37	0.005738	2.07	16.98	12.34	0.52
1	11	PF 6	35.00	36.34	39.11	38.40	39.34	0.006235	2.13	16.46	11.22	0.54
1	10.5		Bridge									
1	5.1	PF 6	35.00	36.17	38.83		39.07	0.006360	2.15	16.31	10.77	0.56
1	5	PF 6	35.00	36.17	38.74		39.01	0.007407	2.27	15.39	10.44	0.60
1	4	PF 6	35.00	35.87	38.54		38.73	0.005864	1.97	17.80	12.67	0.53
1	3	PF 6	35.00	35.78	38.32		38.50	0.006126	1.91	18.37	14.58	0.54
1	2	PF 6	35.00	35.36	37.82		38.14	0.010737	2.51	13.96	10.43	0.69
1	1.5	PF 6	35.00	35.10	37.51		37.68	0.004079	1.82	19.28	11.66	0.45
1	0	PF 6	35.00	32.24	35.08	34.34	35.27	0.005204	1.92	18.23	11.85	0.49



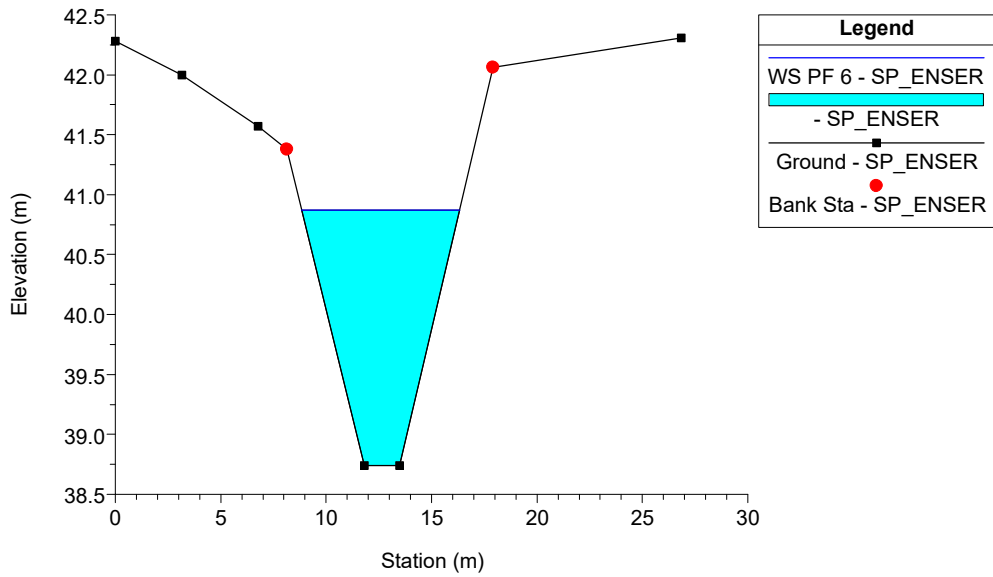


Rio Sabbioso 1

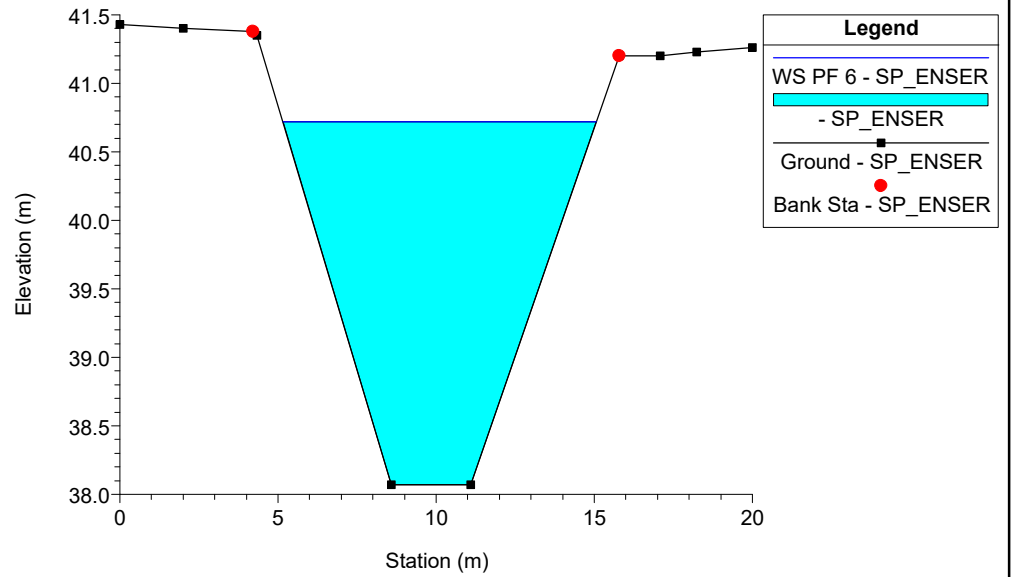


Legend	
	WS PF 6 - SP_ENSER
	WS PF 6 - SF_ENSER
	Ground
	Ground

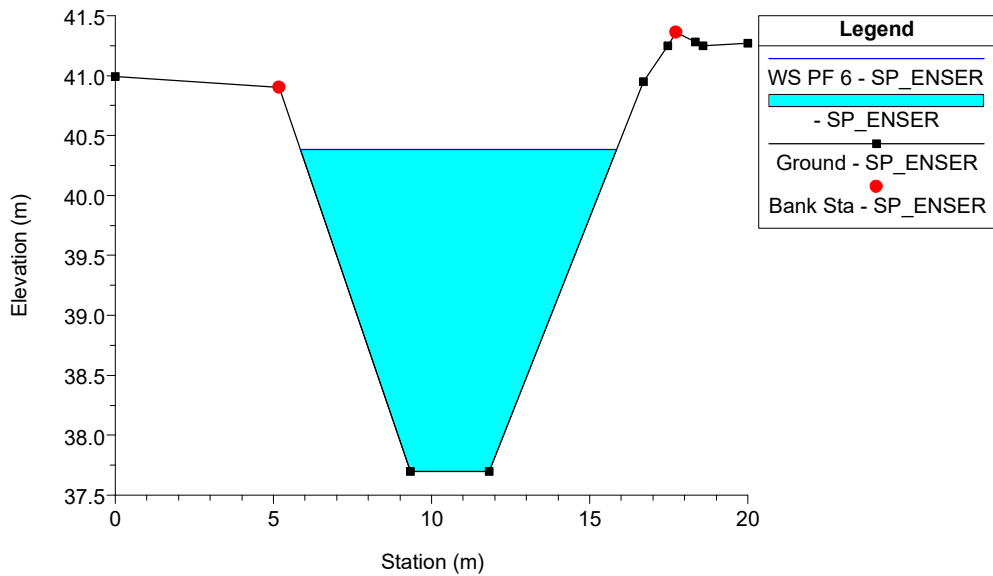
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 34 SEZIONE 1



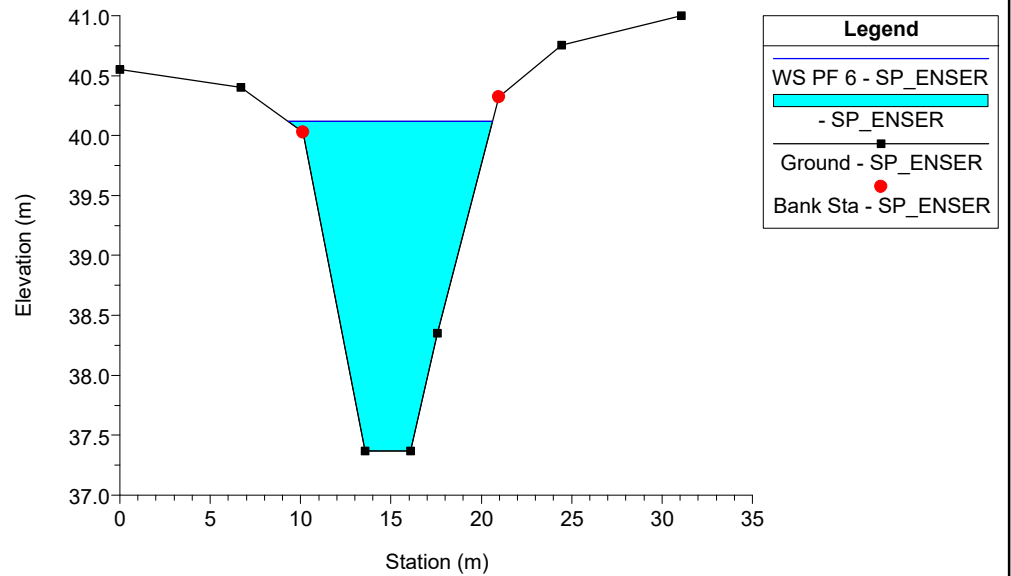
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 31 SEZIONE 2



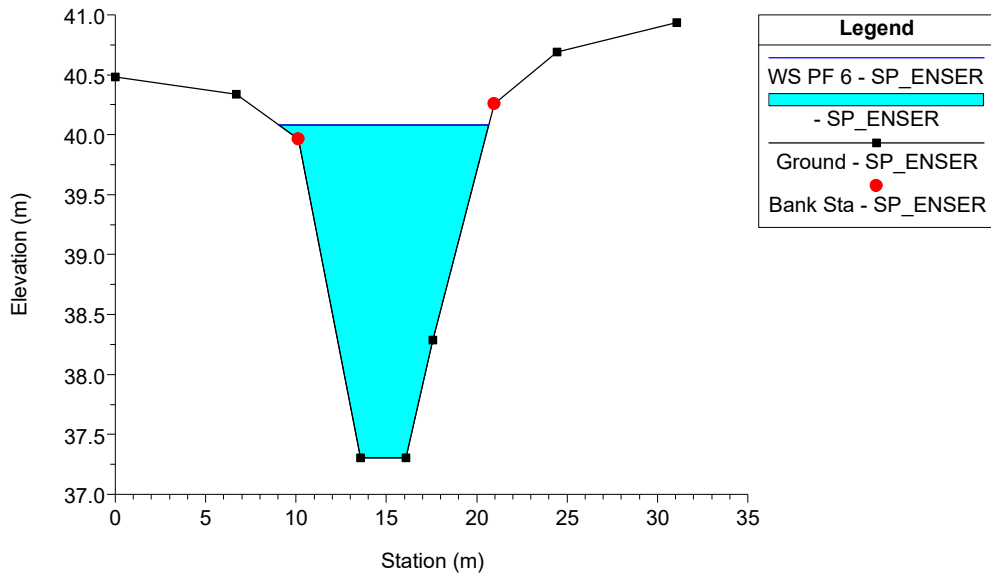
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 28 SEZIONE 3



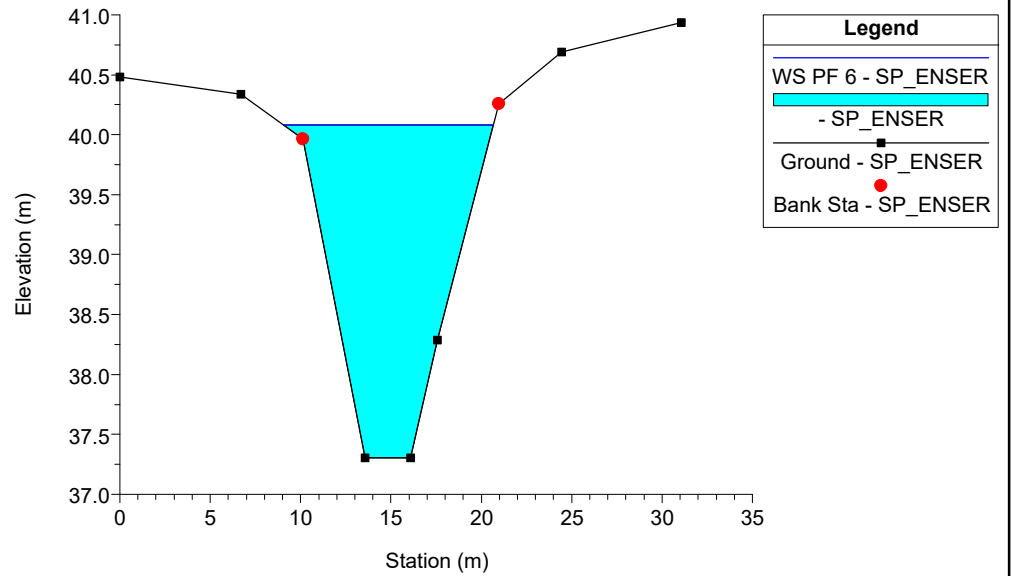
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 25.5 SEZIONE 4



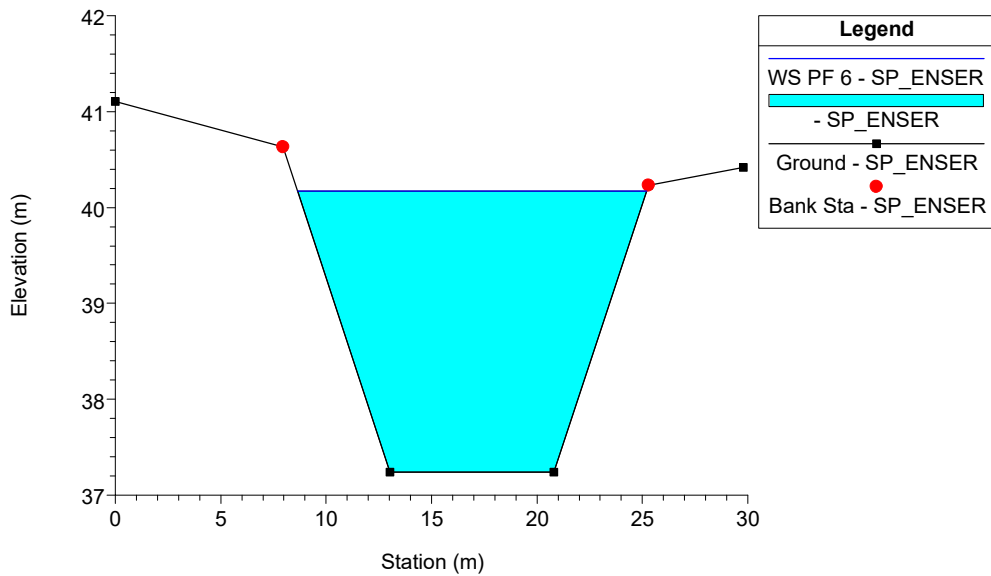
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 25.1



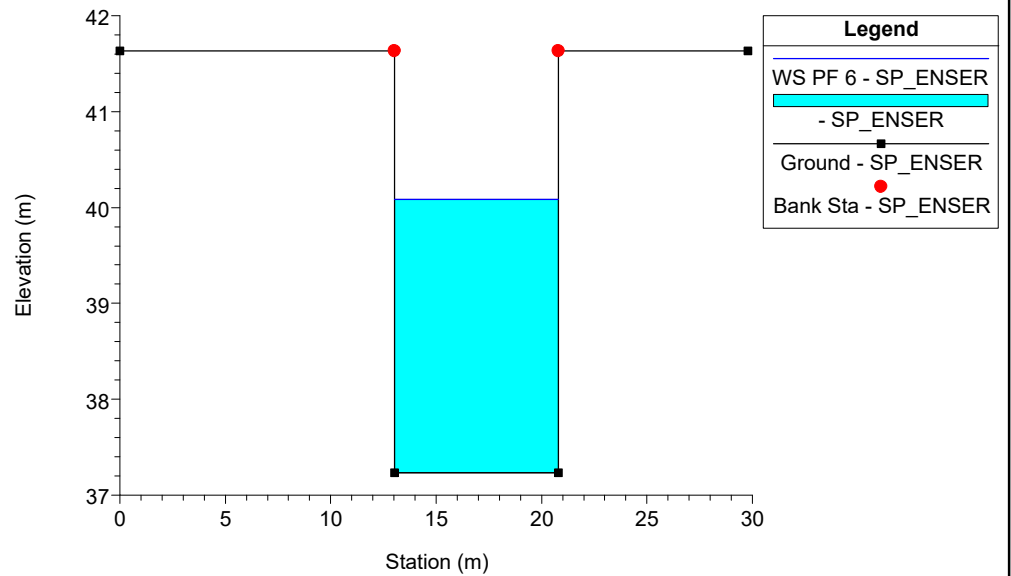
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 25 SEZIONE 5



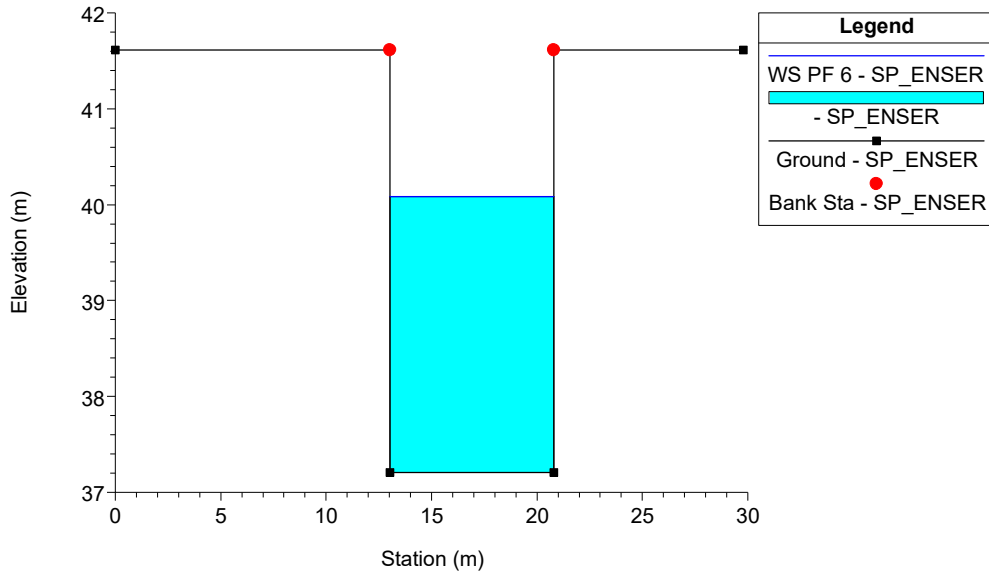
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 24.5 SEZIONE 6



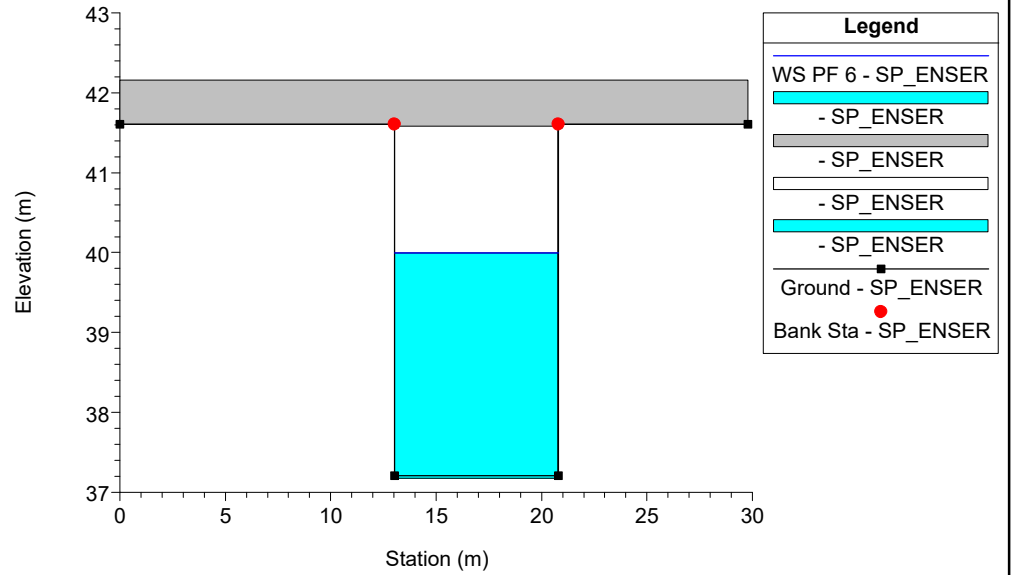
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 24.4



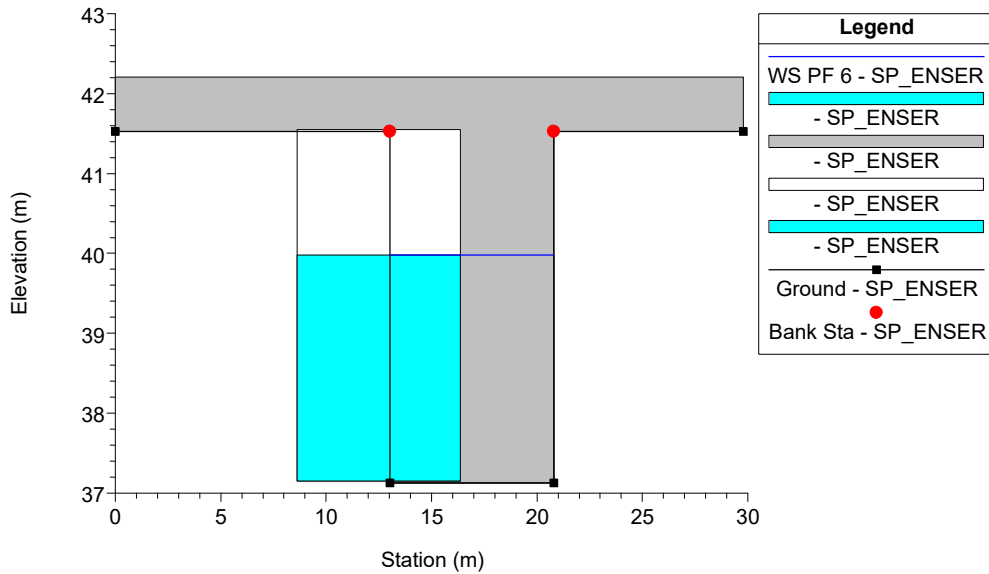
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 24.1



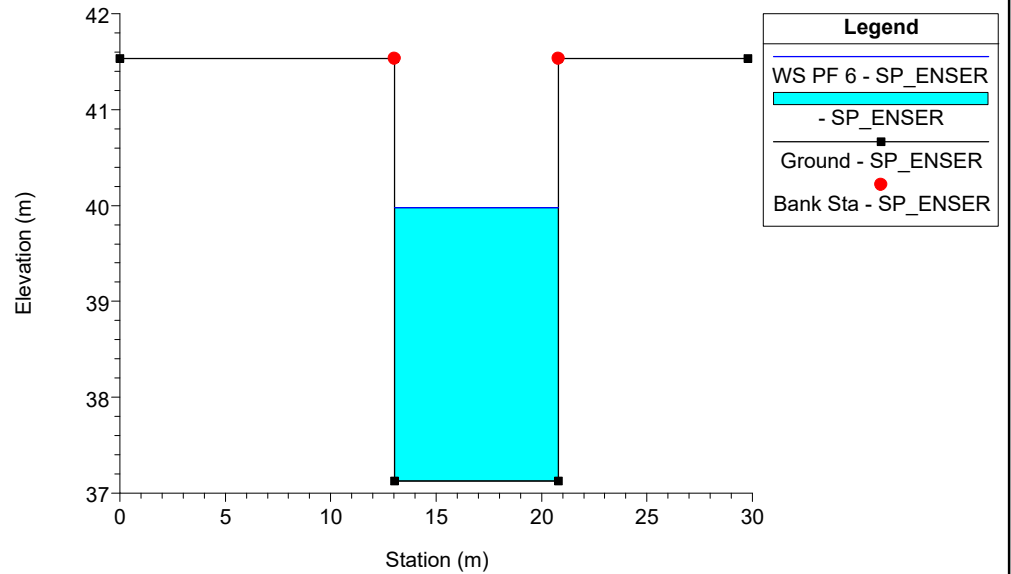
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 24 Culv



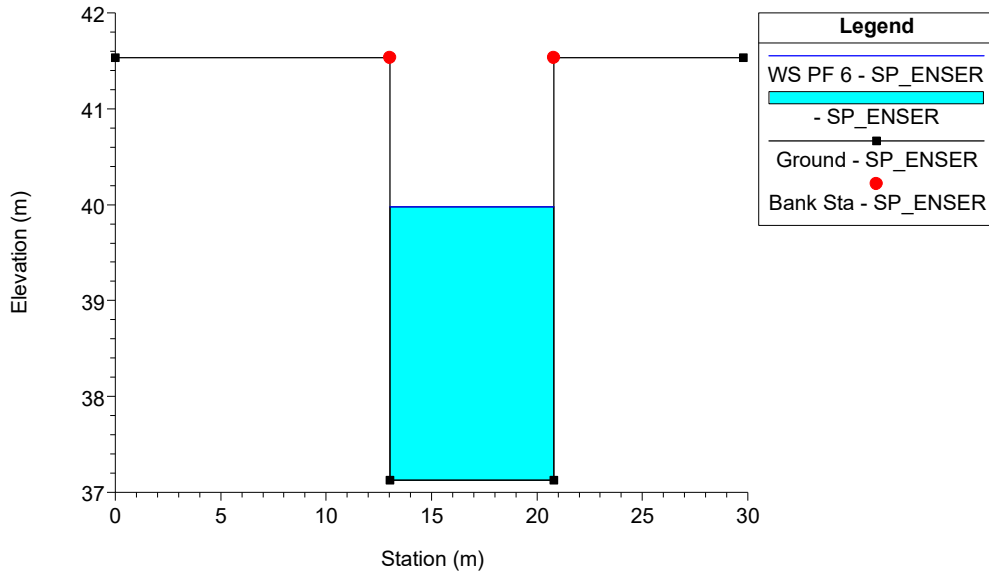
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 24 Culv



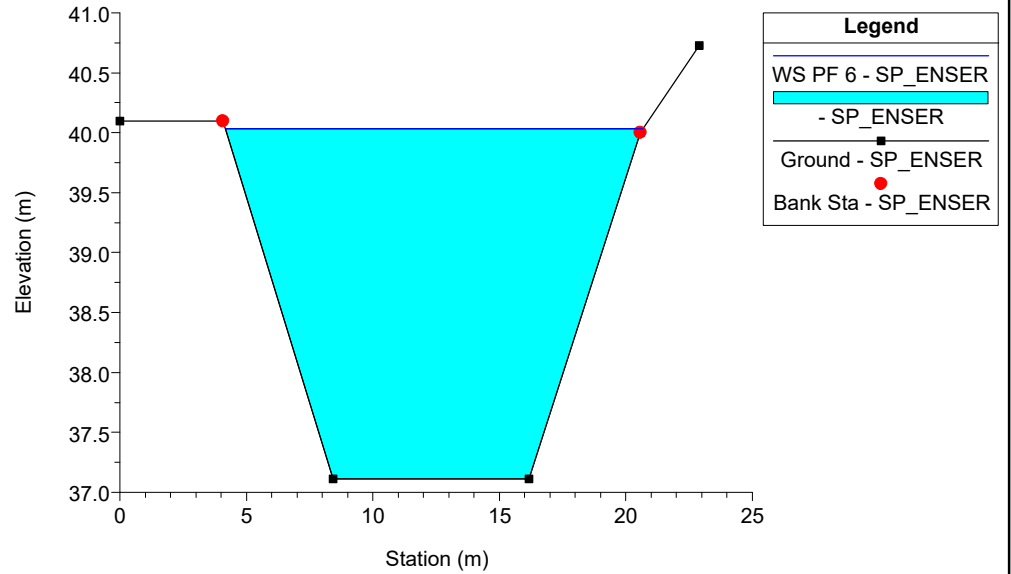
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 22



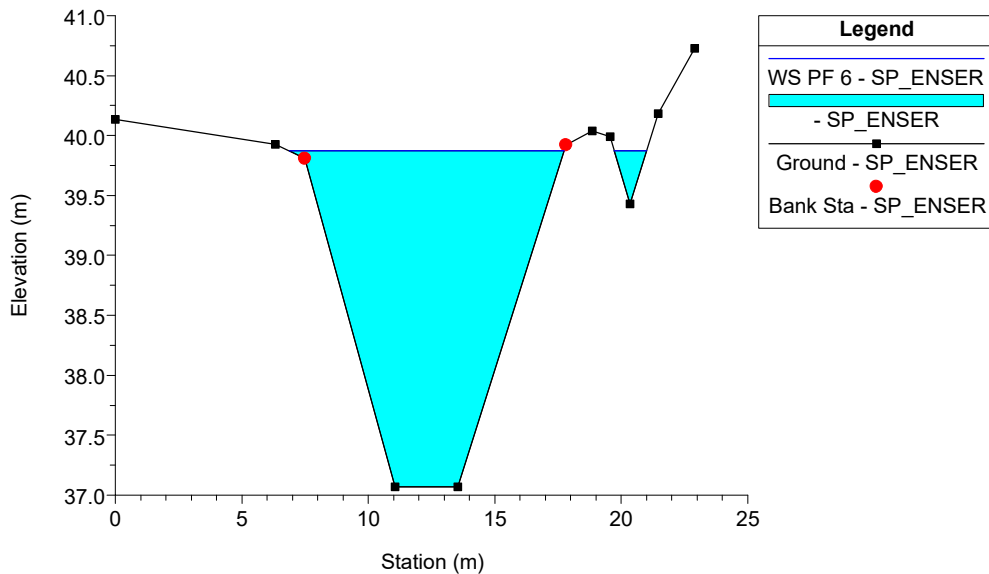
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 21



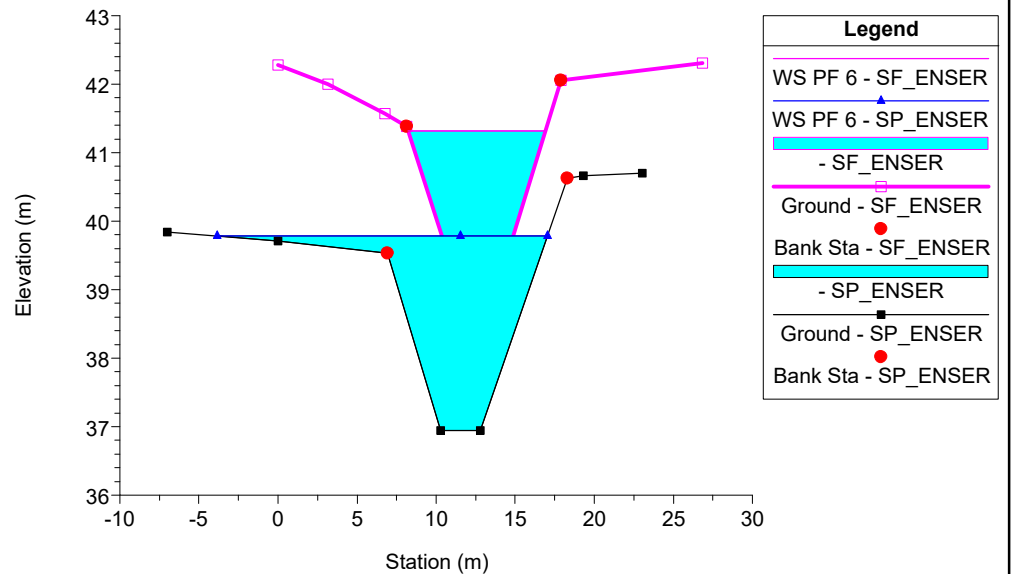
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 20.9



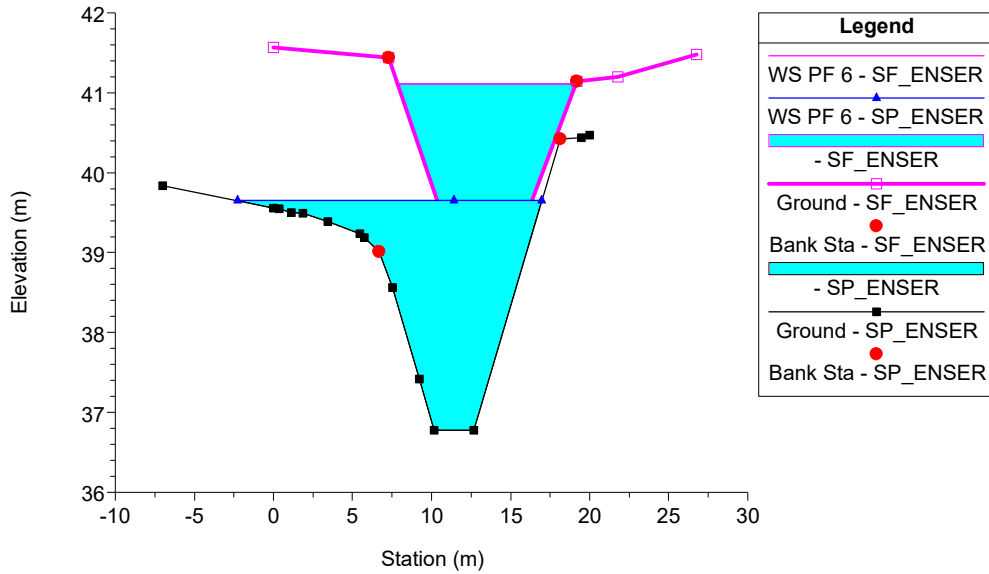
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 20.5 SEZIONE 7



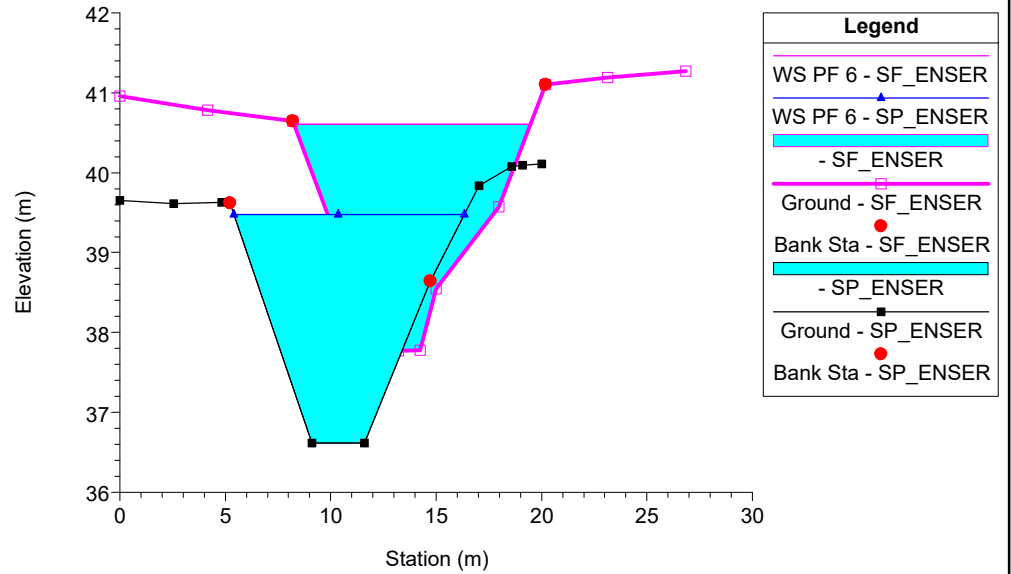
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 19 SEZIONE 8



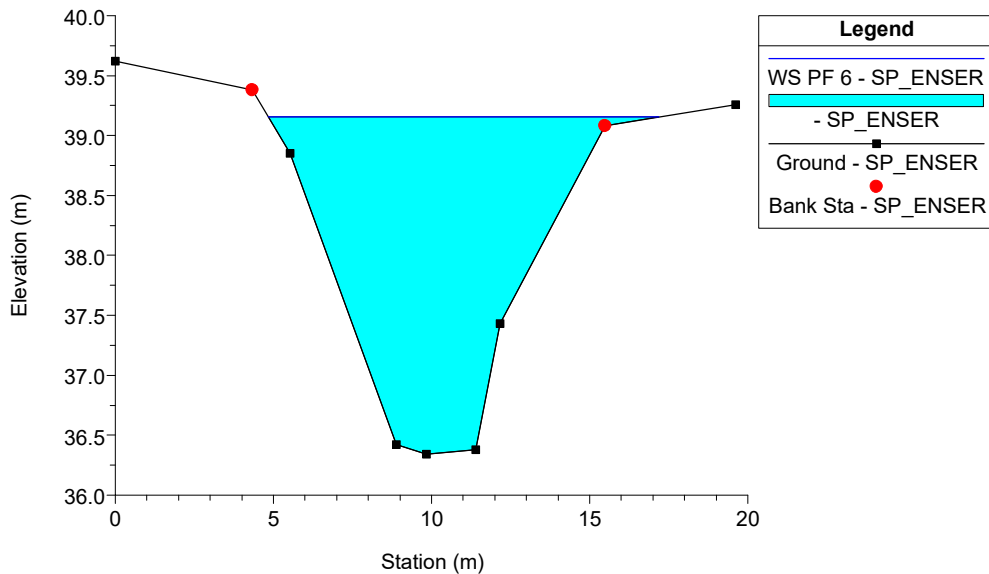
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 17 SEZIONE 9



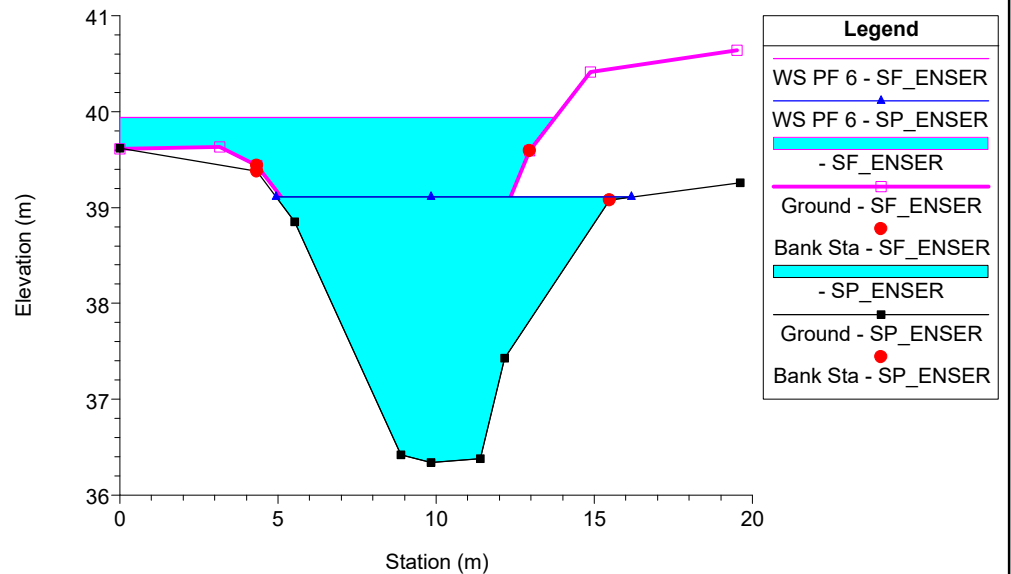
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 15 SEZIONE 10



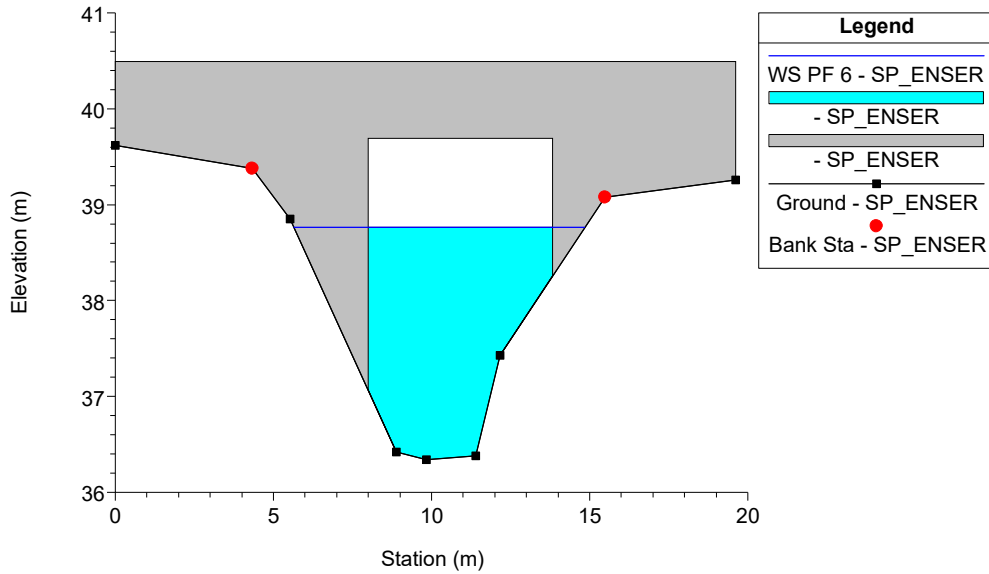
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 11.5 SEZIONE 11



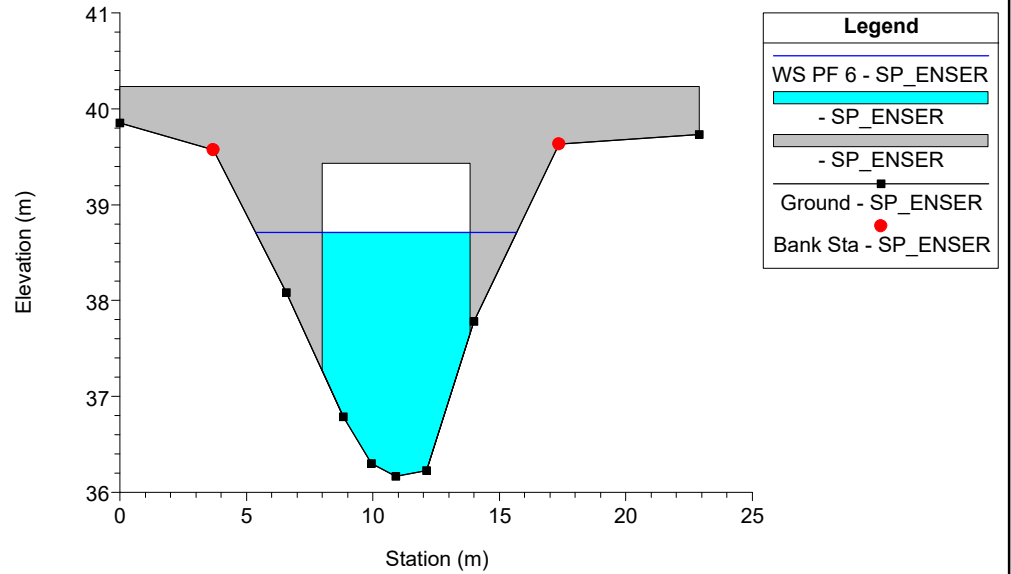
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 11



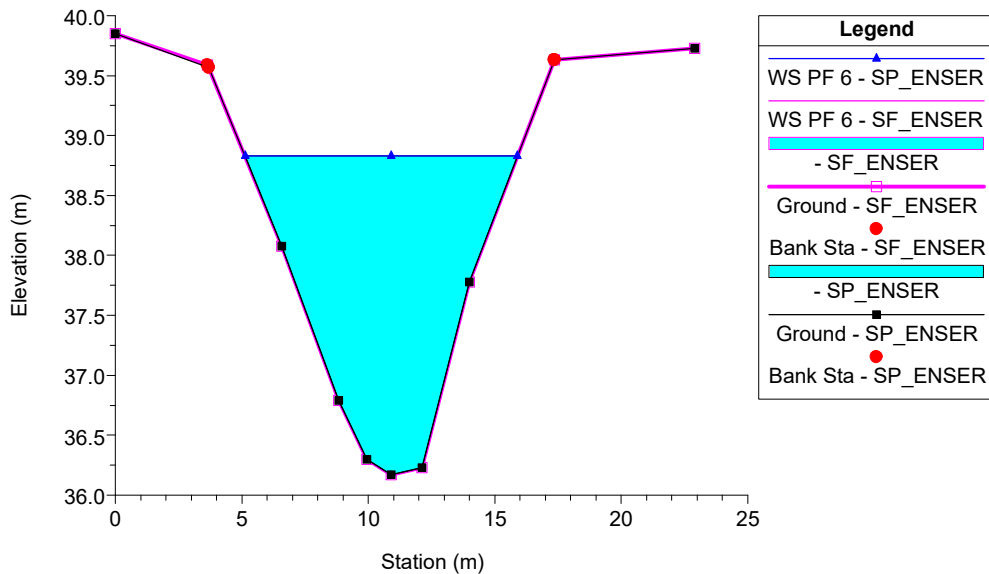
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 10.5 BR



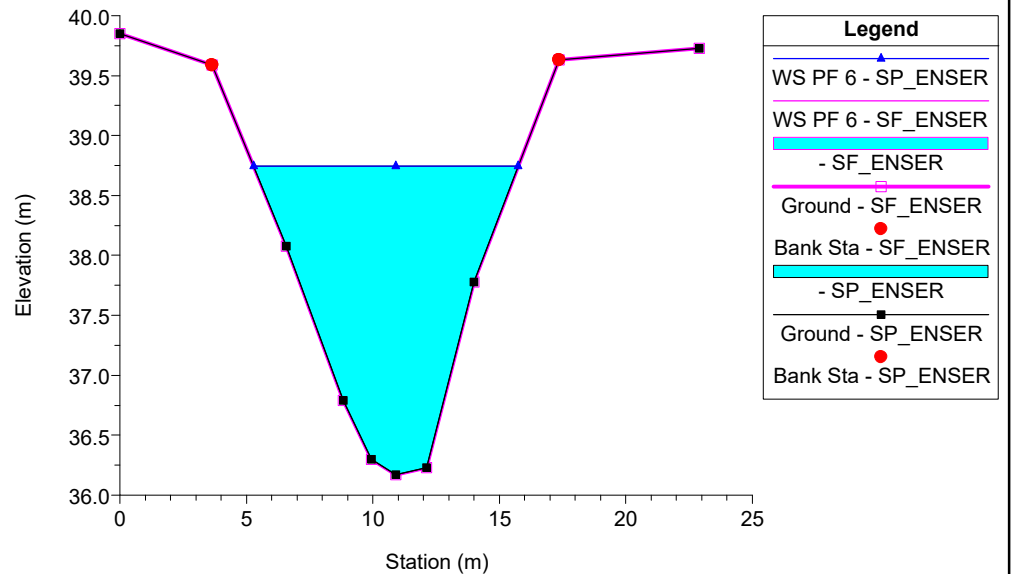
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 10.5 BR



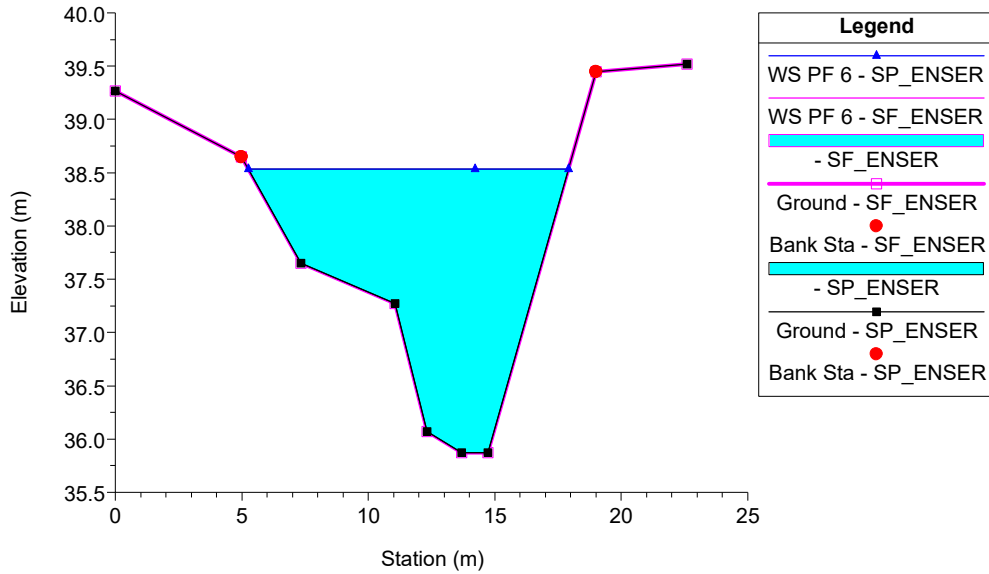
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.1



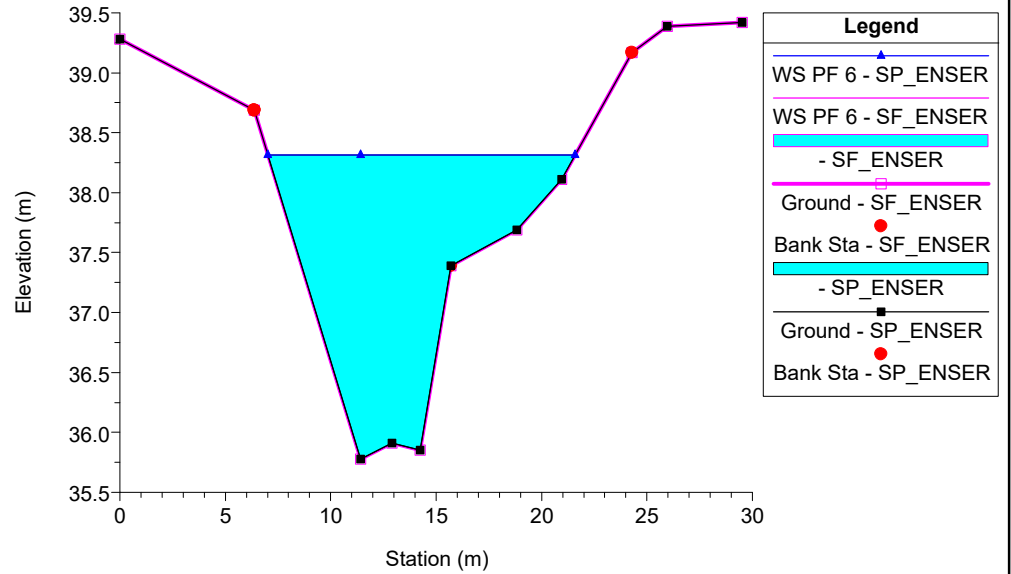
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5



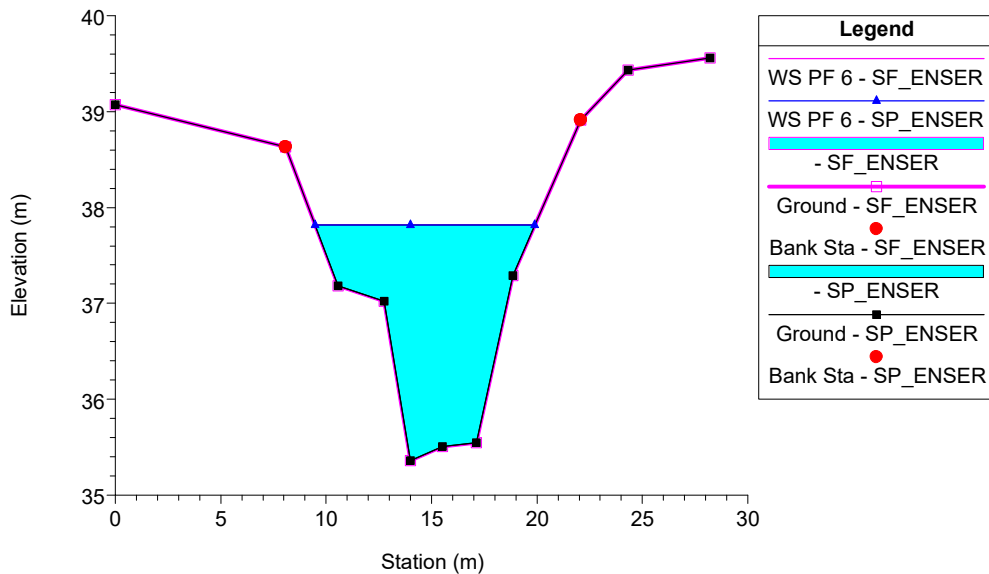
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4



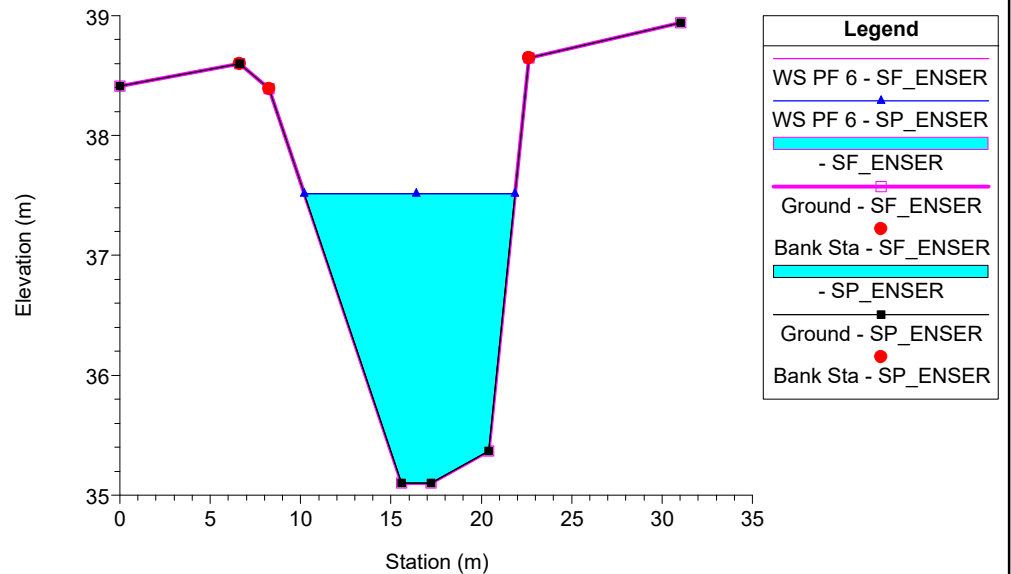
106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3



106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2

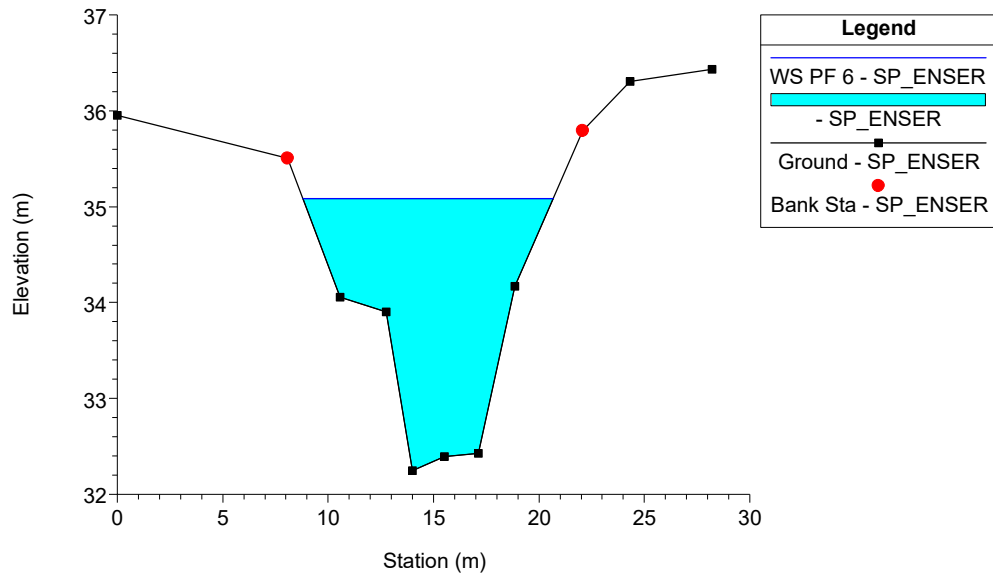


106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1.5





106.T.B\_Rio Sabbioso Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 0



## APPENDICE 9

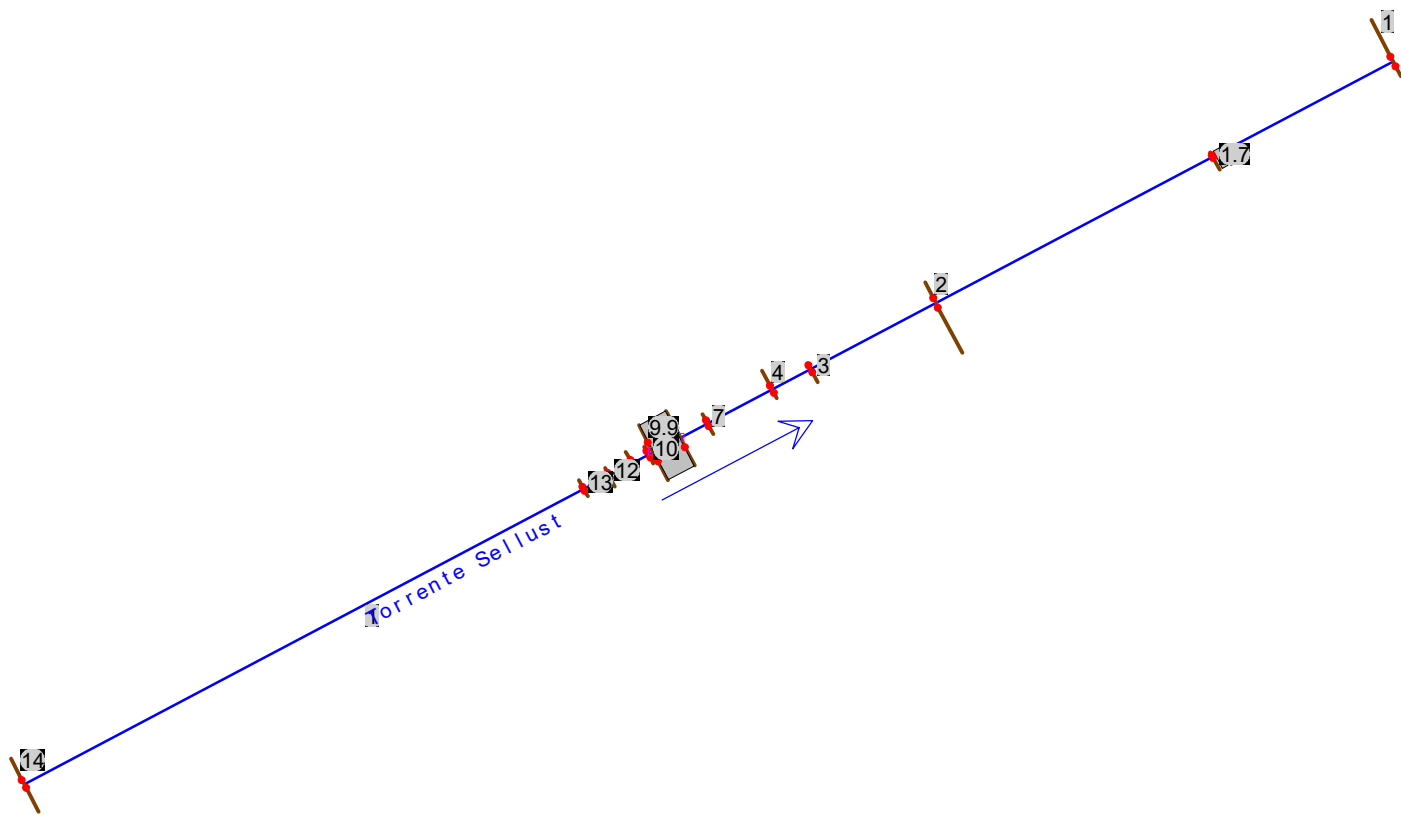
### Torrente Sellustra: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: Sellustra SF\_R0 River: Torrente Sellust Reach: 1 Profile: Q200 (115 m³/s)

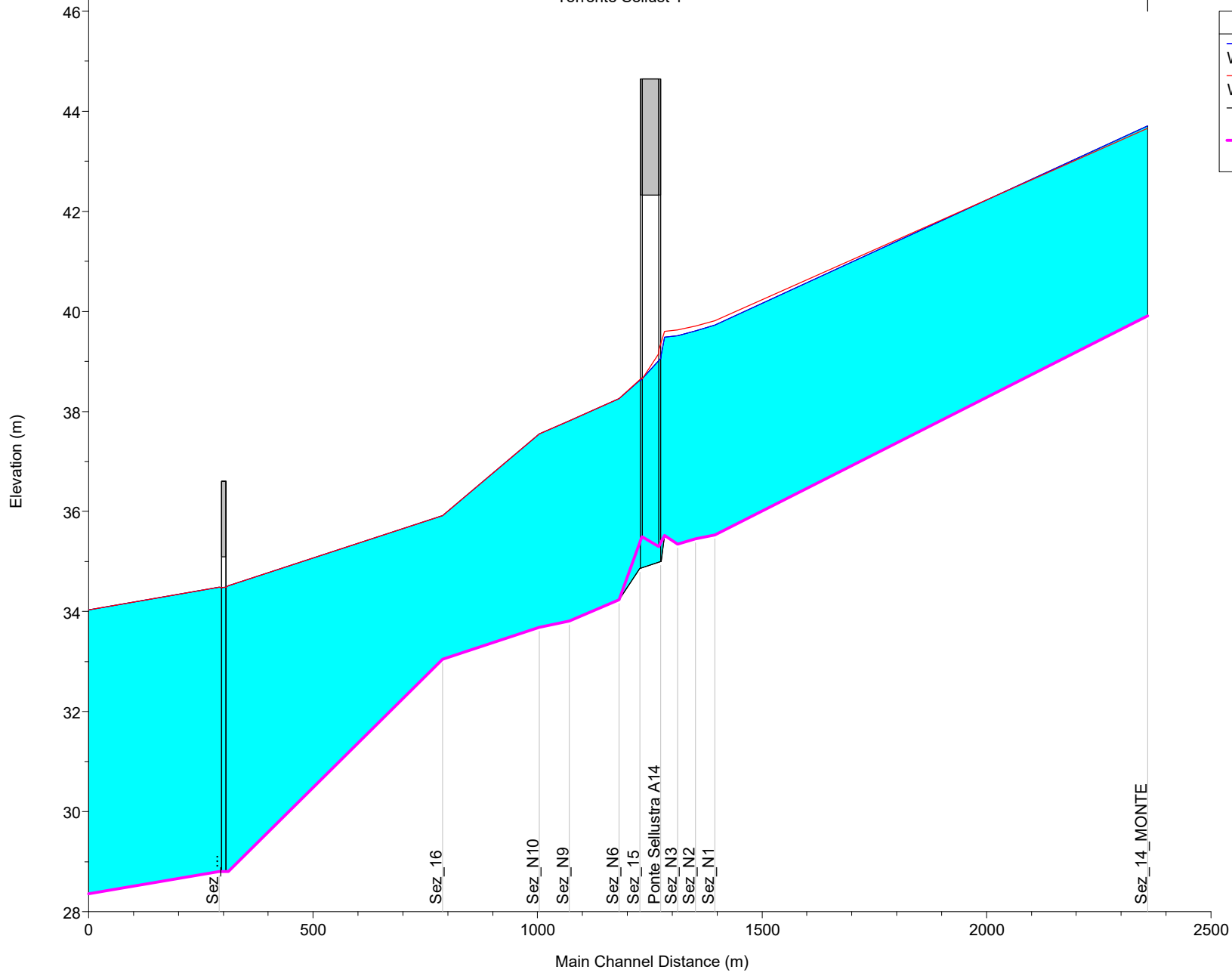
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	14	Q200 (115 m³/s)	115.00	39.91	43.66		43.96	0.005790	2.68	56.28	49.95	0.54
1	13	Q200 (115 m³/s)	115.00	35.53	39.81		40.06	0.002968	2.62	60.21	28.05	0.43
1	12	Q200 (115 m³/s)	115.00	35.45	39.71		39.93	0.002770	2.42	63.18	31.48	0.41
1	11	Q200 (115 m³/s)	115.00	35.35	39.62		39.82	0.002231	2.23	65.18	28.07	0.38
1	10	Q200 (115 m³/s)	115.00	35.52	39.60		39.77	0.001012	2.08	66.19	28.82	0.38
1	9.9	Q200 (115 m³/s)	115.00	35.30	39.22	38.70	39.72	0.003858	3.13	36.80	17.32	0.68
1	9.5		Bridge									
1	9.1	Q200 (115 m³/s)	115.00	35.49	38.68	38.68	39.53	0.008355	4.08	28.19	16.58	1.00
1	7	Q200 (115 m³/s)	115.00	34.24	38.26	38.26	38.94	0.010801	3.89	36.11	29.19	0.76
1	4	Q200 (115 m³/s)	115.00	33.81	37.81		38.02	0.002679	2.22	63.13	32.71	0.40
1	3	Q200 (115 m³/s)	115.00	33.68	37.55	36.74	37.81	0.003325	2.49	57.96	32.61	0.45
1	2	Q200 (115 m³/s)	115.00	33.05	35.92	35.92	36.56	0.011651	3.66	37.10	35.42	0.79
1	1.7	Q200 (115 m³/s)	115.00	28.80	34.51	31.91	34.60	0.000628	1.69	98.42	28.23	0.23
1	1.6		Bridge									
1	1.5	Q200 (115 m³/s)	115.00	28.80	34.49		34.57	0.000640	1.70	97.75	28.17	0.23
1	1	Q200 (115 m³/s)	115.00	28.36	34.03	32.45	34.24	0.002352	2.07	60.12	26.57	0.37

HEC-RAS Plan: Sellustra SP\_R0 River: Torrente Sellust Reach: 1 Profile: Q200 (115 m³/s)

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
1	14	Q200 (115 m³/s)	115.00	39.91	43.71		43.98	0.005290	2.58	58.49	50.04	0.52
1	13	Q200 (115 m³/s)	115.00	35.53	39.73		40.00	0.003309	2.73	57.92	28.05	0.45
1	12	Q200 (115 m³/s)	115.00	35.45	39.61		39.85	0.003192	2.55	60.01	31.48	0.43
1	11	Q200 (115 m³/s)	115.00	35.35	39.51		39.73	0.002551	2.33	62.08	27.67	0.40
1	10	Q200 (115 m³/s)	115.00	35.52	39.48		39.68	0.001188	2.19	62.79	28.82	0.41
1	9.9	Q200 (115 m³/s)	115.00	35.00	39.12	38.60	39.63	0.003961	3.15	36.49	17.14	0.69
1	9.5		Bridge									
1	9.1	Q200 (115 m³/s)	115.00	34.86	38.62	38.46	39.35	0.006752	3.79	30.38	16.48	0.89
1	7	Q200 (115 m³/s)	115.00	34.24	38.26	38.26	38.94	0.010801	3.89	36.11	29.19	0.76
1	4	Q200 (115 m³/s)	115.00	33.81	37.81		38.02	0.002679	2.22	63.13	32.71	0.40
1	3	Q200 (115 m³/s)	115.00	33.68	37.55	36.74	37.81	0.003325	2.49	57.96	32.61	0.45
1	2	Q200 (115 m³/s)	115.00	33.05	35.92	35.92	36.56	0.011651	3.66	37.10	35.42	0.79
1	1.7	Q200 (115 m³/s)	115.00	28.80	34.51	31.91	34.60	0.000628	1.69	98.42	28.23	0.23
1	1.6		Bridge									
1	1.5	Q200 (115 m³/s)	115.00	28.80	34.49		34.57	0.000640	1.70	97.75	28.17	0.23
1	1	Q200 (115 m³/s)	115.00	28.36	34.03	32.45	34.24	0.002352	2.07	60.12	26.57	0.37

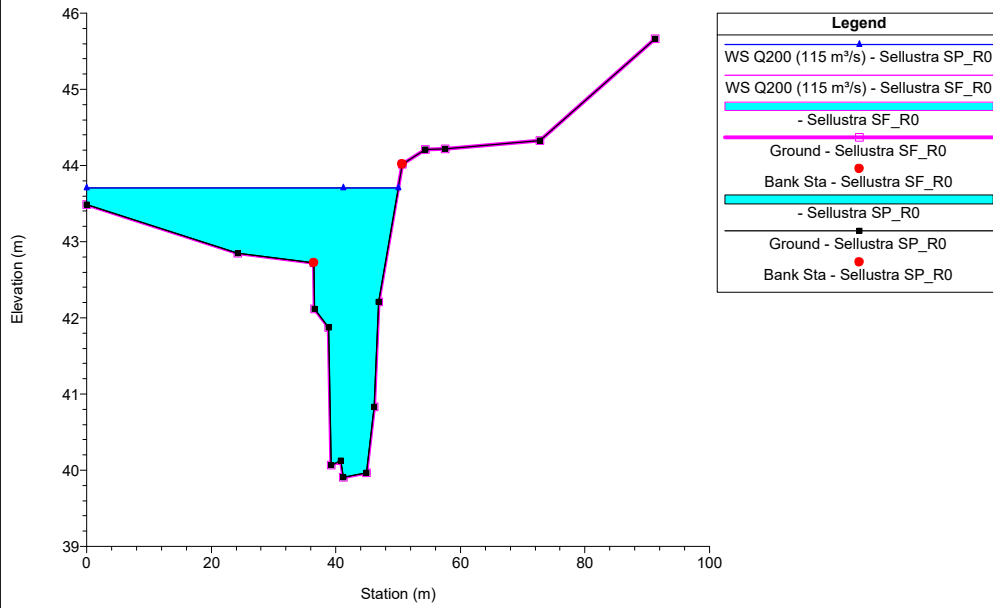


Torrente Sellust 1

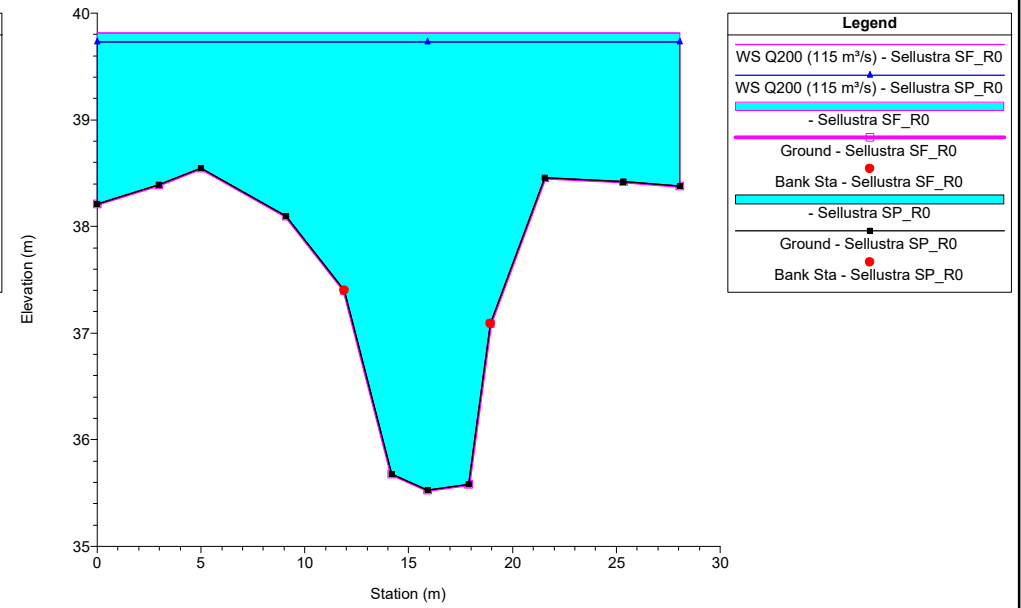


Legend	
	WS Q200 (115 m³/s) - Sellustra SP_R0
	WS Q200 (115 m³/s) - Sellustra SF_R0
	Ground
	Ground

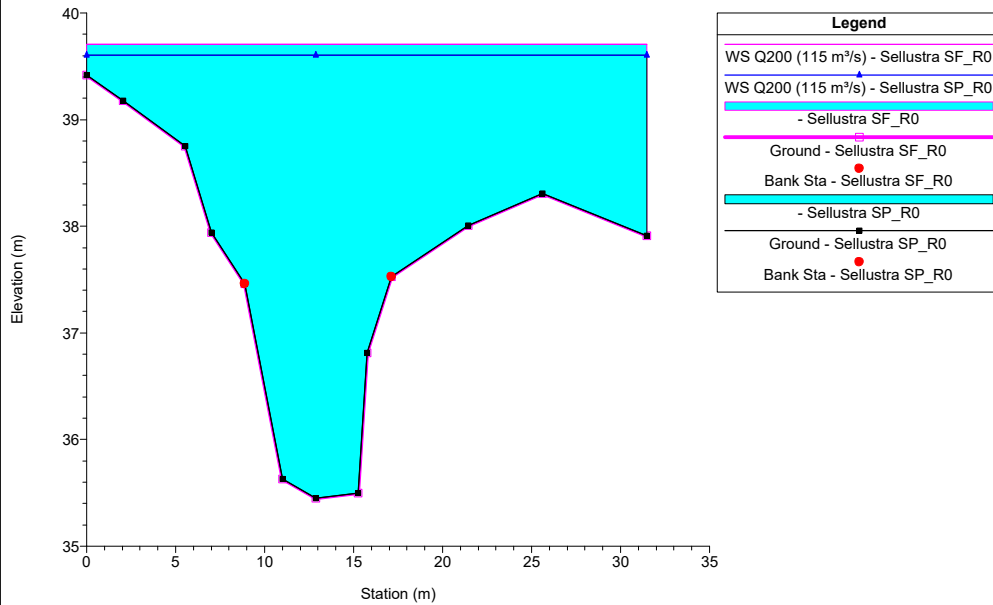
Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 14 Sez\_14\_MONTE



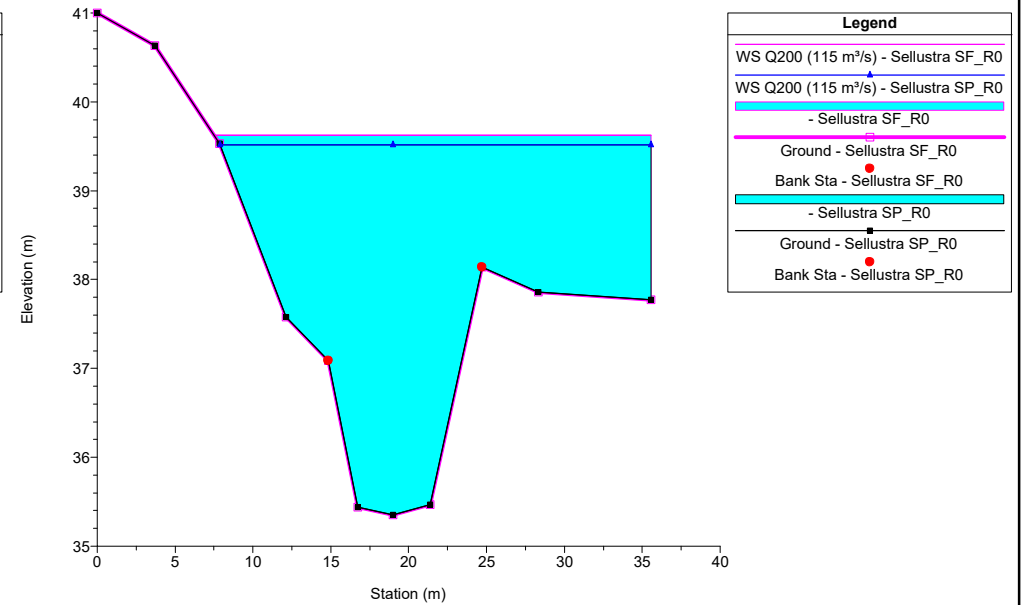
Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 13 Sez\_N1



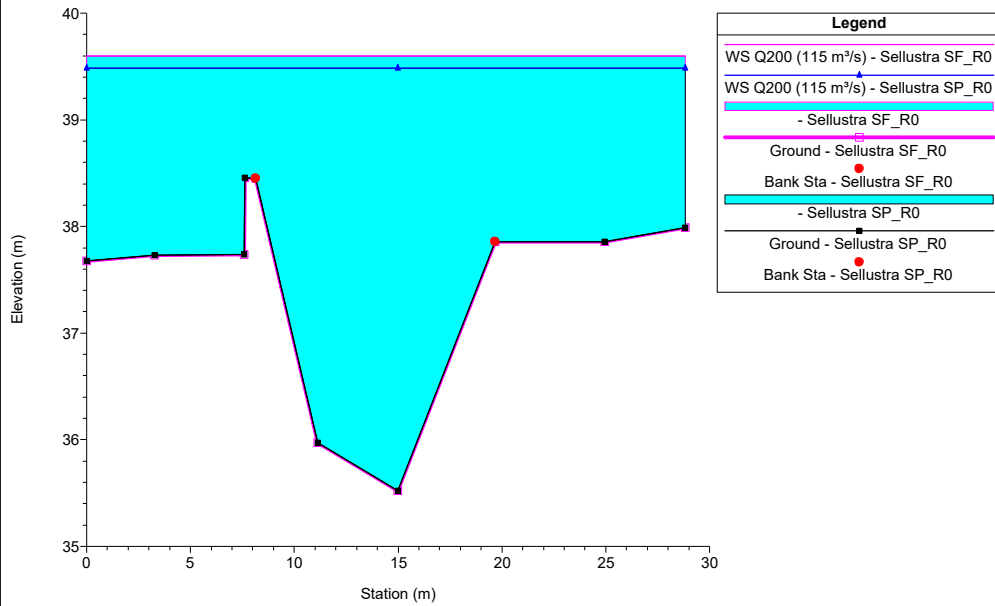
Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 12 Sez\_N2



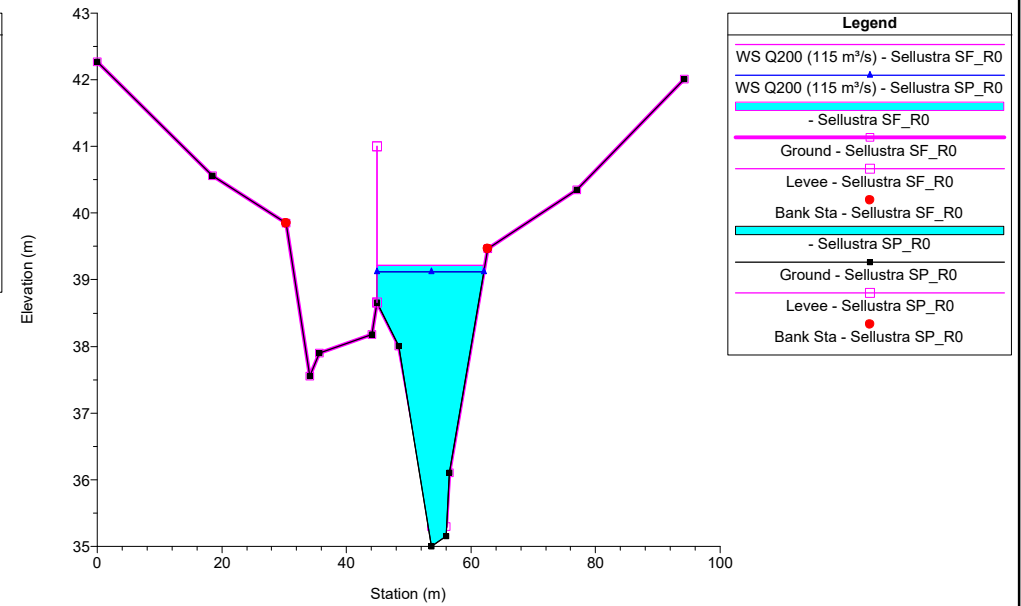
Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 11 Sez\_N3



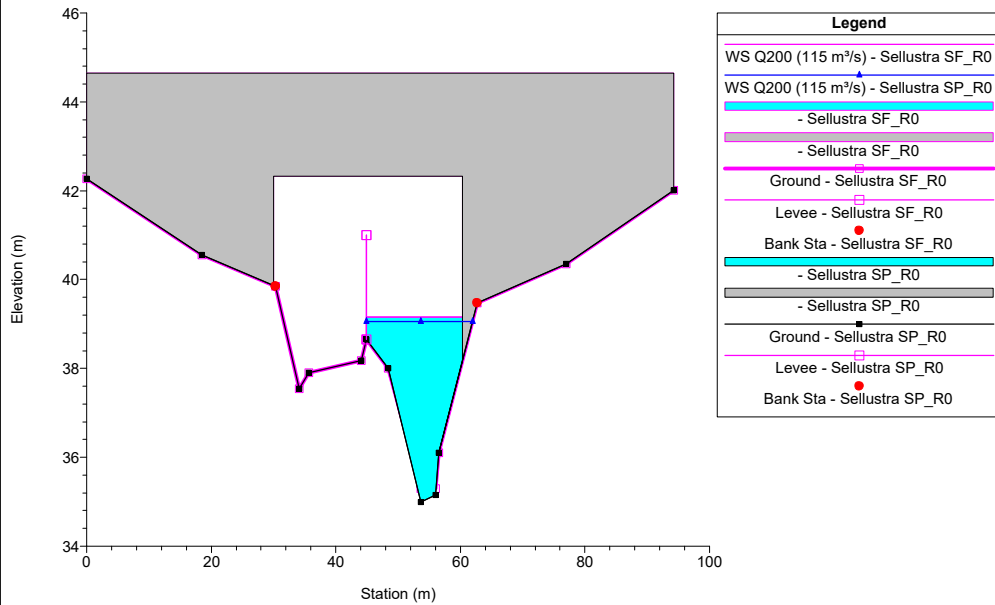
Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 10 Sez\_N4



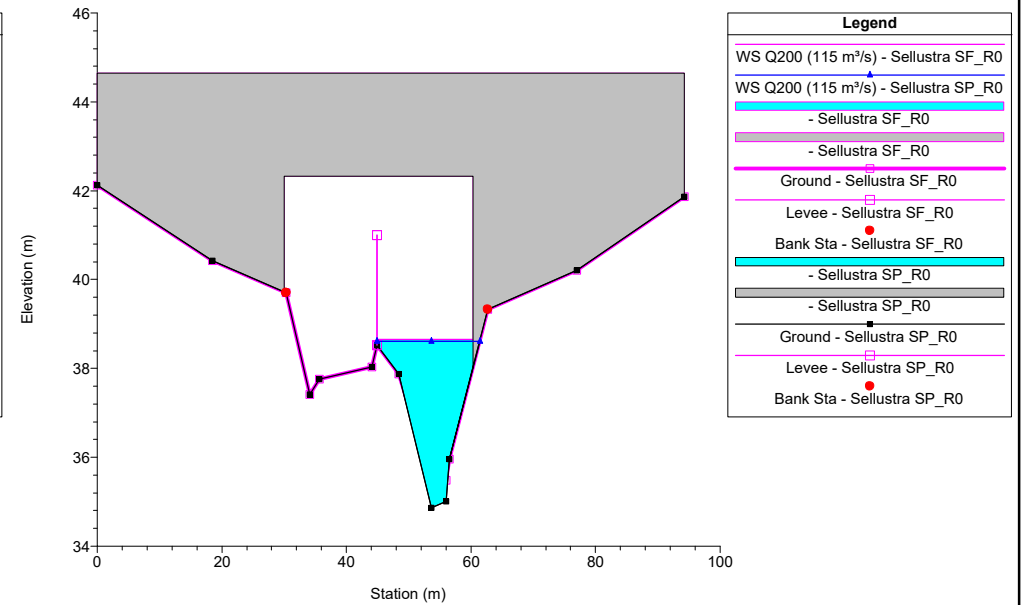
Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 9.9 Sez\_15



Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 9.5 BR Ponte Sellustra A14

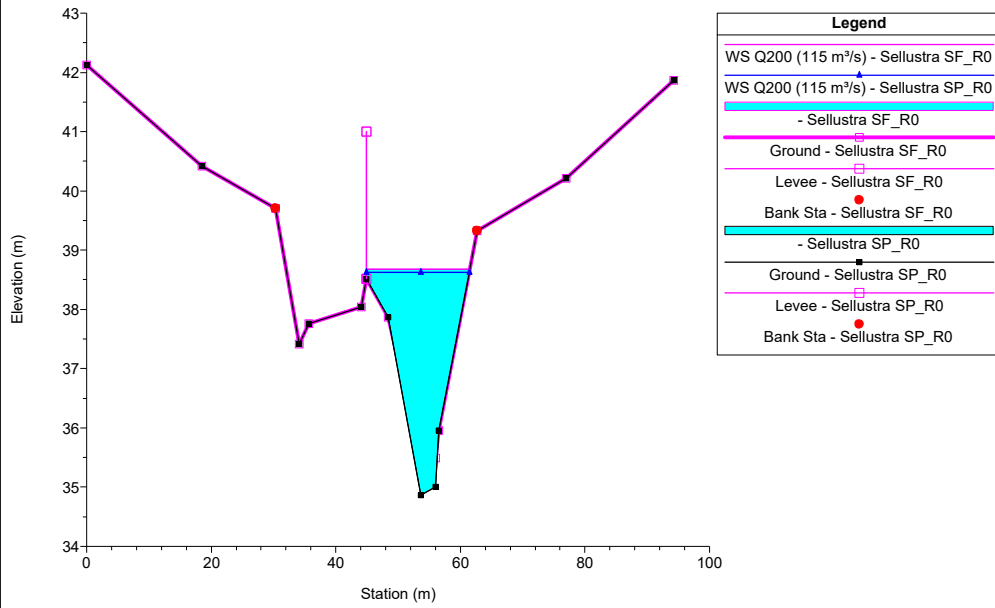


Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 9.5 BR Ponte Sellustra A14

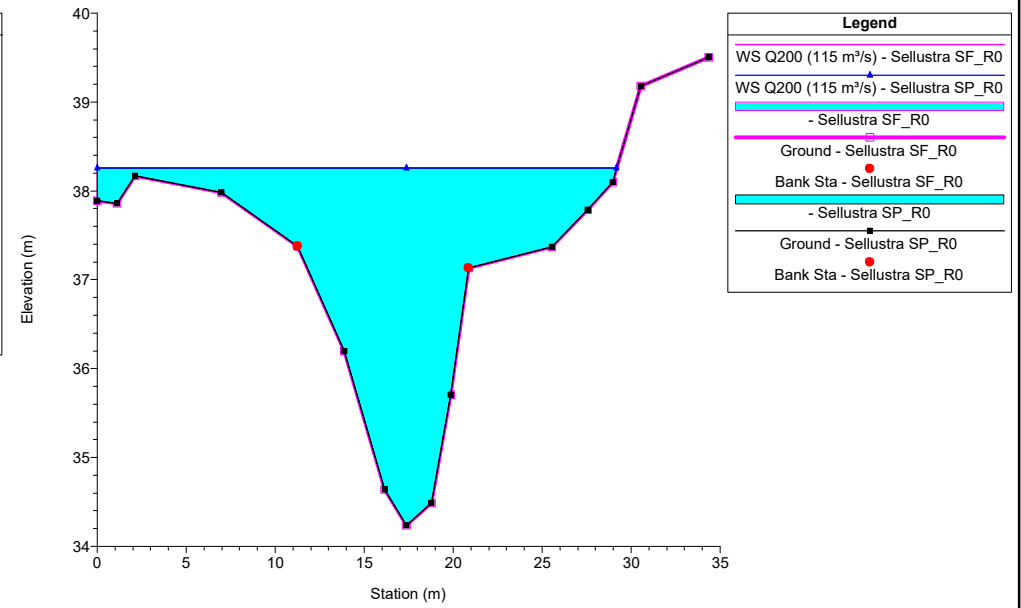




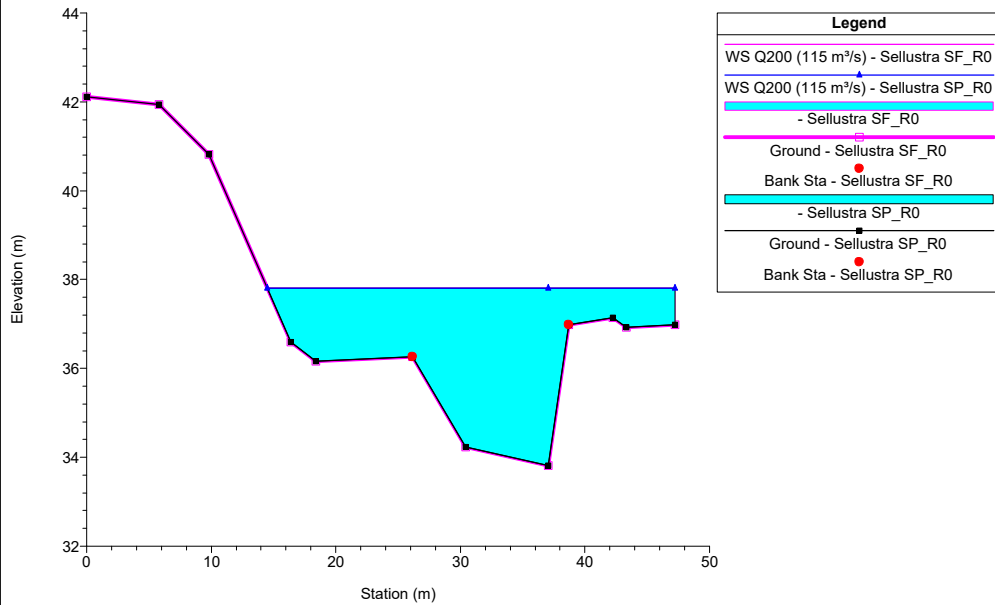
Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 9.1 Sez\_15



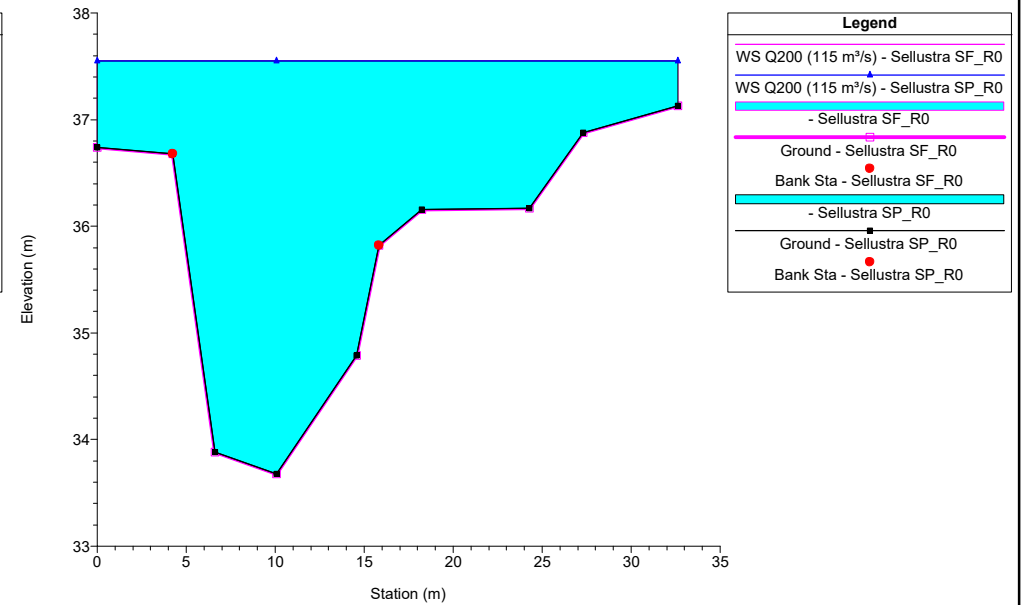
Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 7 Sez\_N6



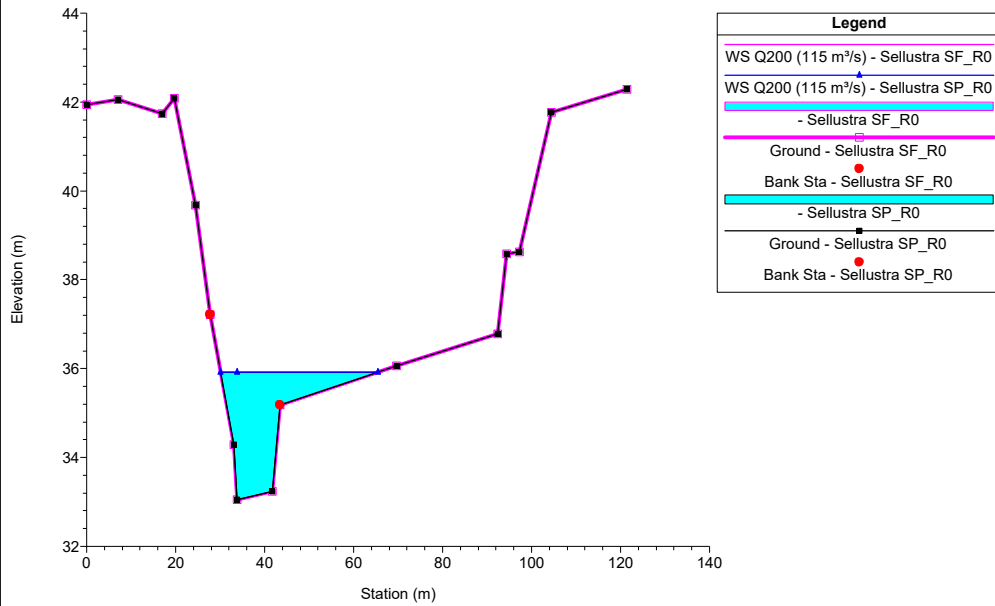
Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 4 Sez\_N9



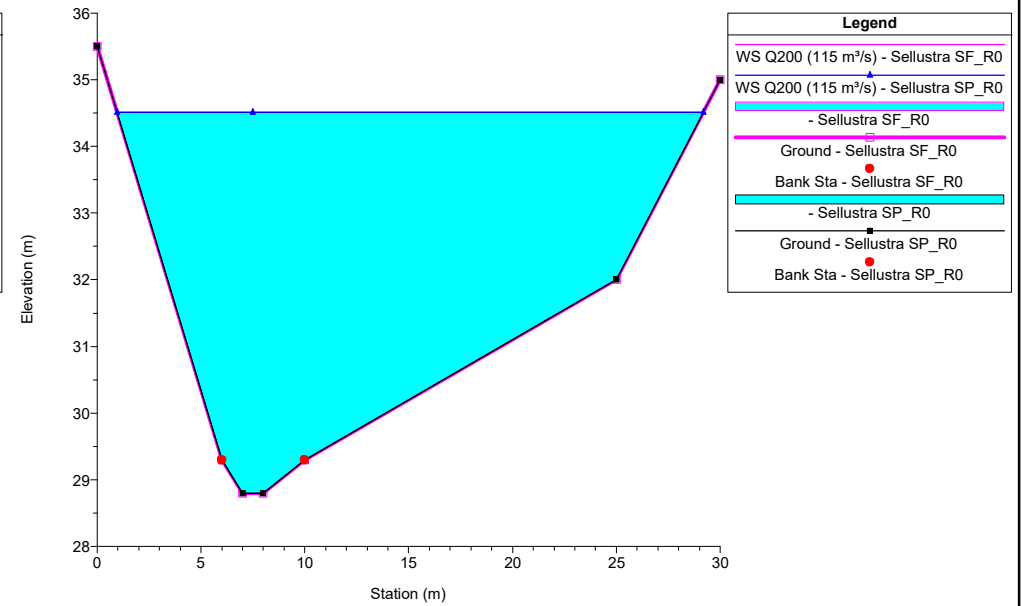
Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 3 Sez\_N10



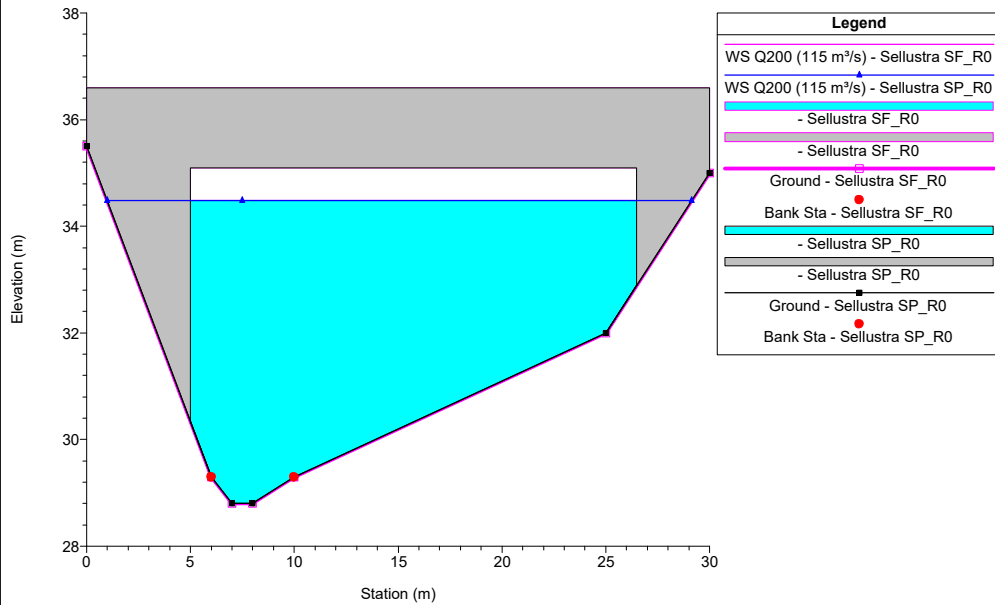
Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 2 Sez\_16



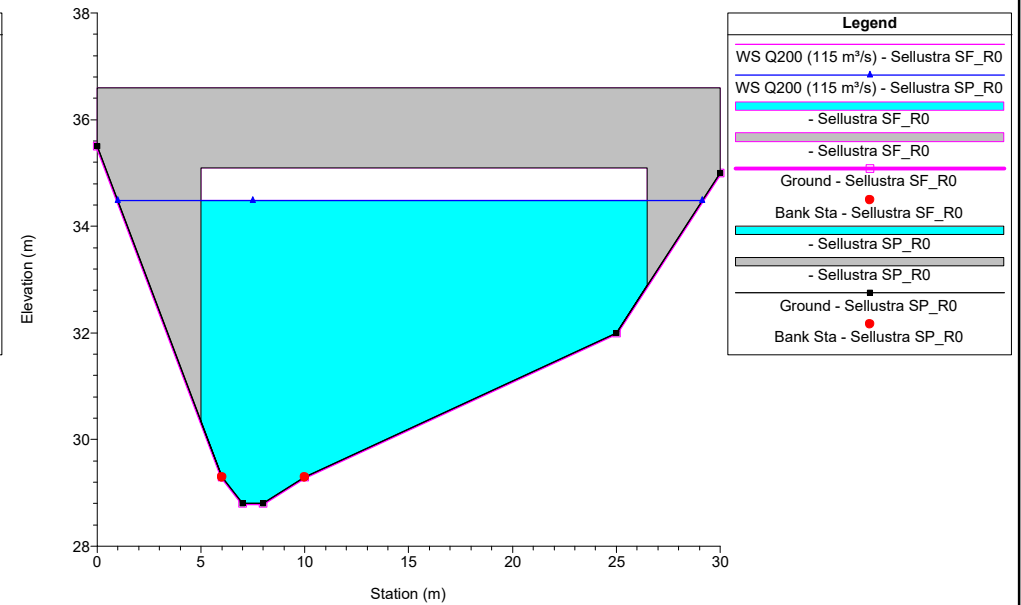
Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 1.7 Sez\_16b



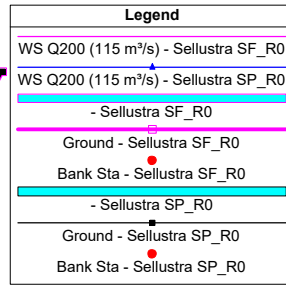
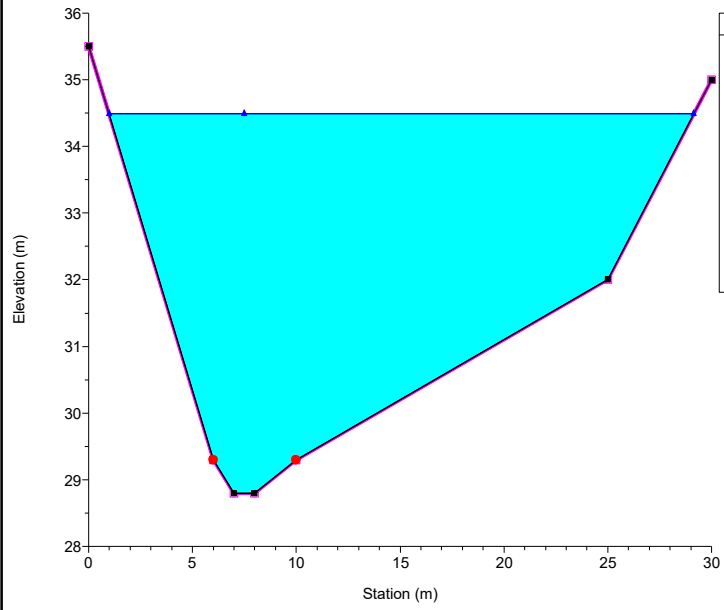
Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 1.6 BR Ponte di VALLE



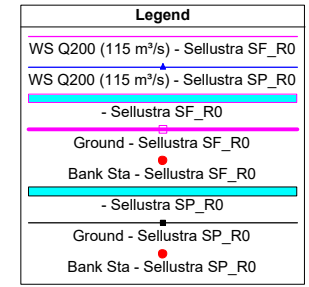
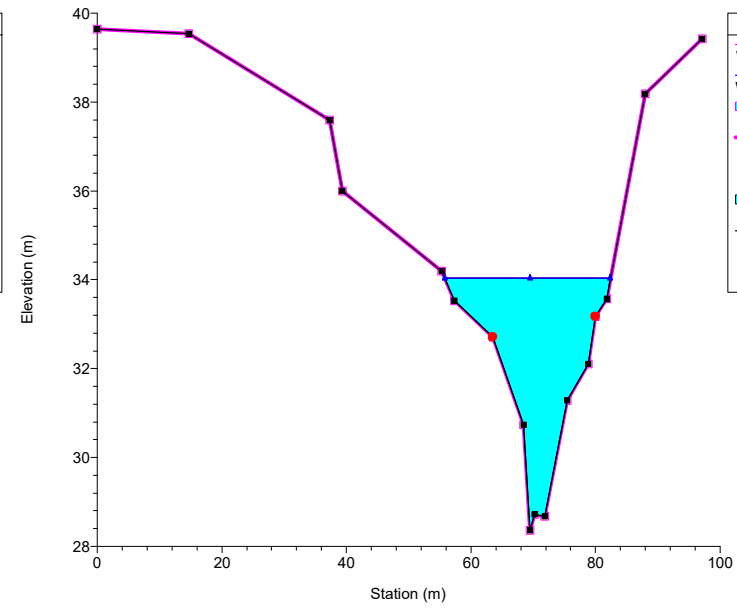
Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 1.6 BR Ponte di VALLE



Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 1.5 Sez\_16b



Torrente Sellustra Plan: 1) Sellustra SP\_R0 2) Sellustra SF\_R0  
RS = 1 Sez\_17\_VALLE



## APPENDICE 10

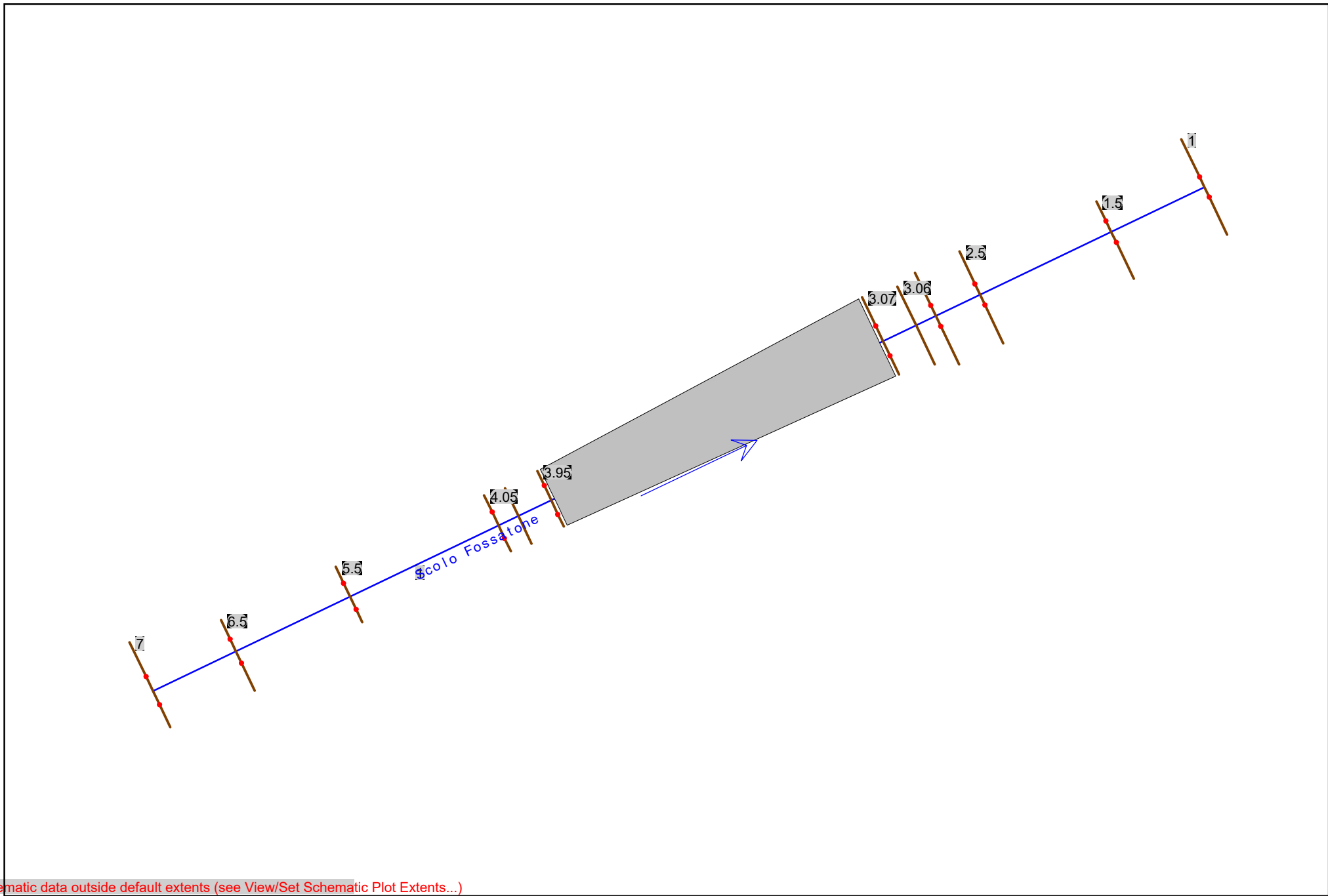
### Scolo Fossatone: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Scolo Fossatone Reach: 1 Profile: Qms

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
1	7	Qms	2.00	38.95	39.85		39.89	0.005260	0.92	2.28	5.38	0.39
1	6.5	Qms	2.00	38.85	39.80		39.83	0.004281	0.85	2.78	7.23	0.35
1	5.5	Qms	2.00	38.77	39.74		39.77	0.003094	0.77	2.83	5.41	0.31
1	4.05	Qms	2.00	38.77	39.59		39.64	0.007828	1.07	2.03	5.17	0.48
1	3.95	Qms	2.00	38.77	39.51		39.59	0.014178	1.33	1.62	4.86	0.63
1	3.9	Qms	2.00	38.48	39.53	38.92	39.55	0.001769	0.65	3.24	5.46	0.23
1	3.5		Culvert									
1	3.1	Qms	2.00	38.08	39.47		39.48	0.000767	0.47	5.07	9.39	0.14
1	3.07	Qms	2.00	38.30	39.45		39.47	0.002574	0.70	3.46	9.19	0.27
1	3.05	Qms	2.00	38.30	39.44		39.46	0.002854	0.73	3.33	9.05	0.28
1	2.5	Qms	2.00	38.30	39.40		39.43	0.003821	0.82	2.97	8.91	0.33
1	1.5	Qms	2.00	38.18	39.36		39.38	0.001648	0.60	4.03	9.44	0.22
1	1	Qms	2.00	38.45	39.32	39.09	39.34	0.003201	0.73	3.28	8.59	0.31

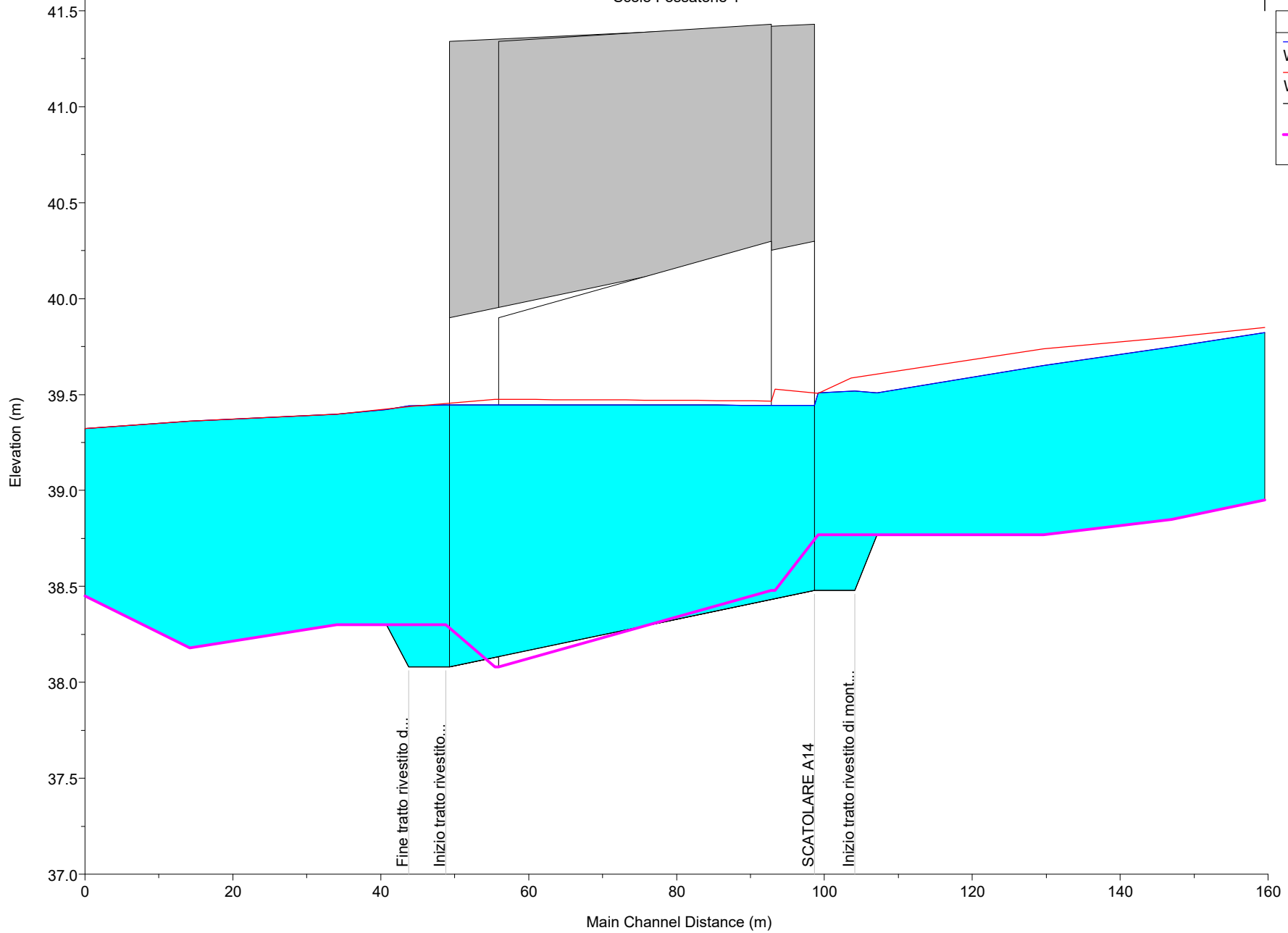
HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Scolo Fossatone Reach: 1 Profile: Qms

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
1	7	Qms	2.00	38.95	39.82		39.87	0.006220	0.98	2.13	5.11	0.43
1	6.5	Qms	2.00	38.85	39.75		39.79	0.006277	0.98	2.41	7.15	0.43
1	5.5	Qms	2.00	38.77	39.65		39.69	0.005132	0.92	2.37	5.27	0.39
1	4.05	Qms	2.00	38.77	39.51		39.56	0.006524	1.01	1.98	3.37	0.42
1	4	Qms	2.00	38.48	39.52		39.54	0.002048	0.67	3.00	3.78	0.24
1	3.95	Qms	2.00	38.48	39.51	38.92	39.53	0.002128	0.68	2.96	3.76	0.24
1	3.5		Culvert									
1	3.07	Qms	2.00	38.08	39.45		39.46	0.000754	0.46	4.33	4.33	0.15
1	3.06	Qms	2.00	38.08	39.44		39.45	0.000762	0.46	4.31	4.33	0.15
1	3.05	Qms	2.00	38.30	39.42		39.45	0.002310	0.70	2.84	3.06	0.23
1	2.5	Qms	2.00	38.30	39.40		39.43	0.003821	0.82	2.97	8.91	0.33
1	1.5	Qms	2.00	38.18	39.36		39.38	0.001648	0.60	4.03	9.44	0.22
1	1	Qms	2.00	38.45	39.32	39.09	39.34	0.003201	0.73	3.28	8.59	0.31



Some schematic data outside default extents (see View/Set Schematic Plot Extents...)

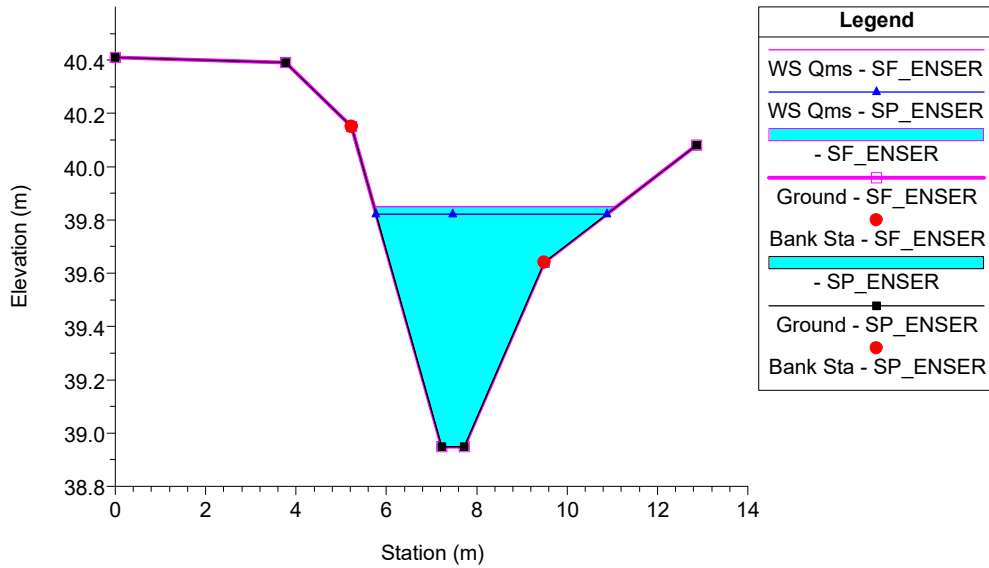
Scolo Fossatone 1



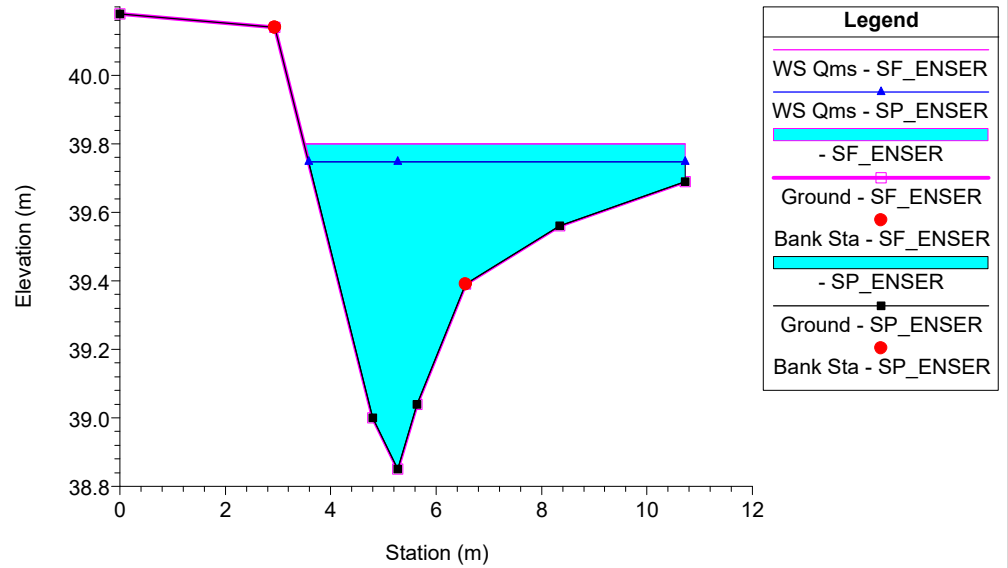
Legend	
—	WS Qms - SP_ENSER
—	WS Qms - SF_ENSER
—	Ground
—	Ground



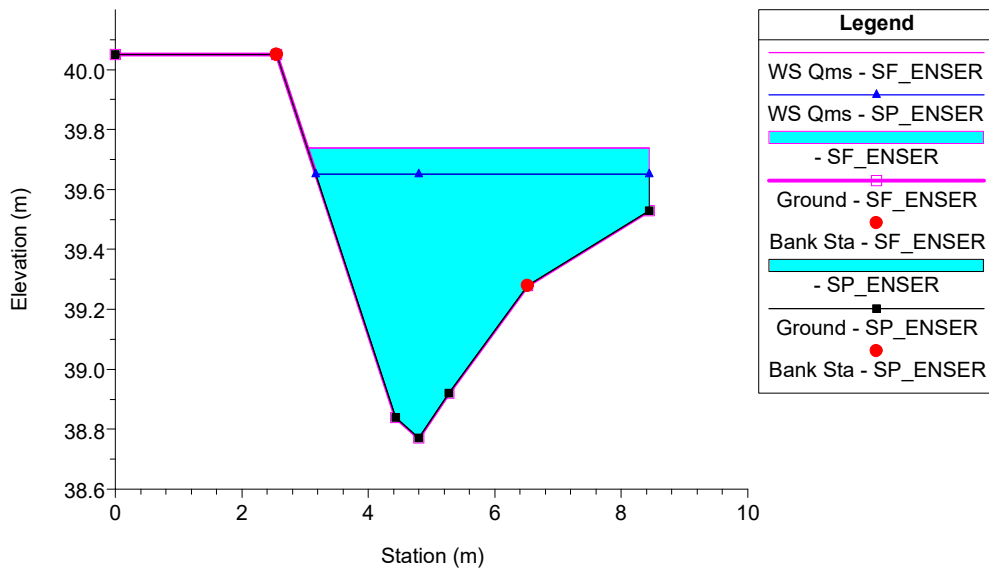
130.T.B\_Scolo Fossatone Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7



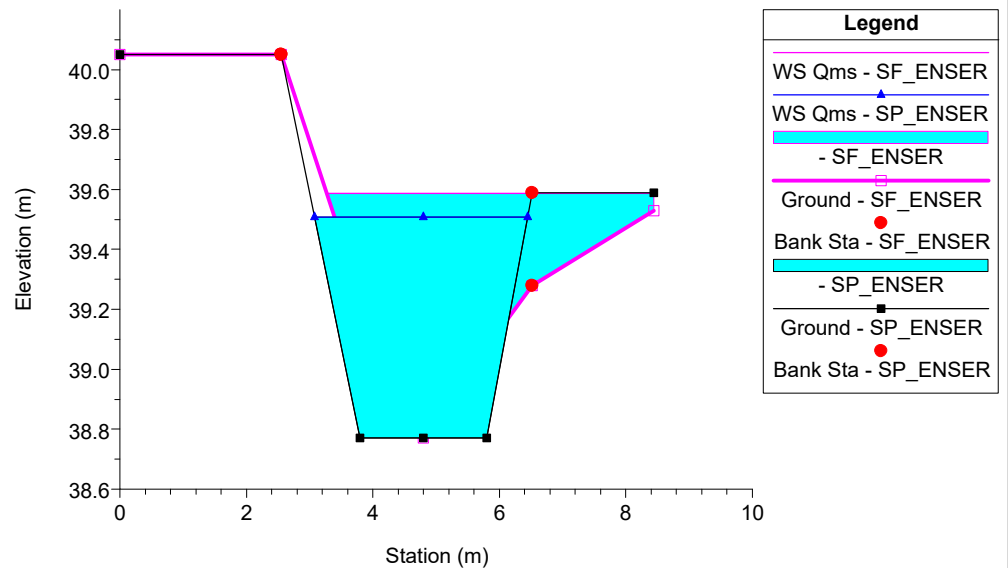
130.T.B\_Scolo Fossatone Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6.5



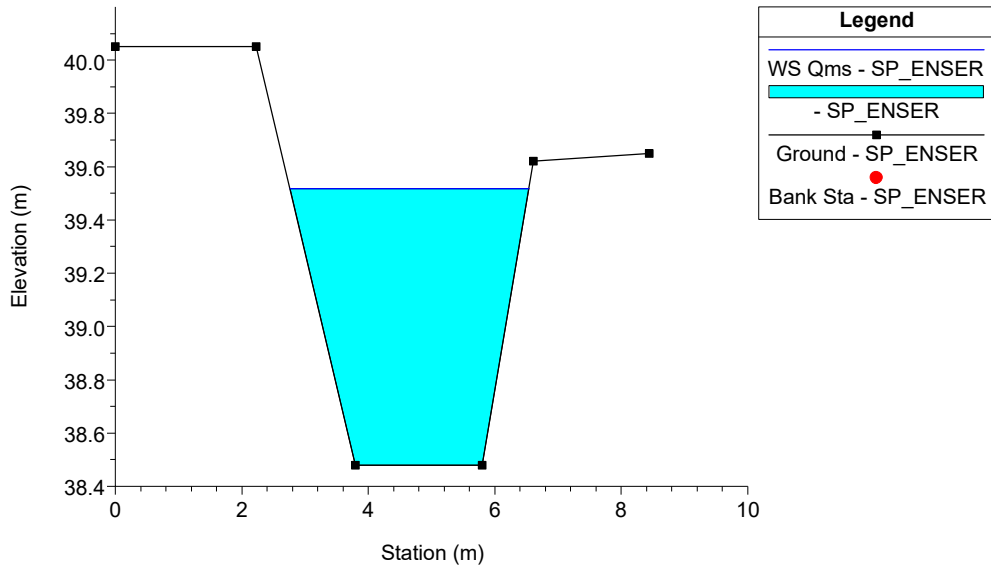
130.T.B\_Scolo Fossatone Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.5



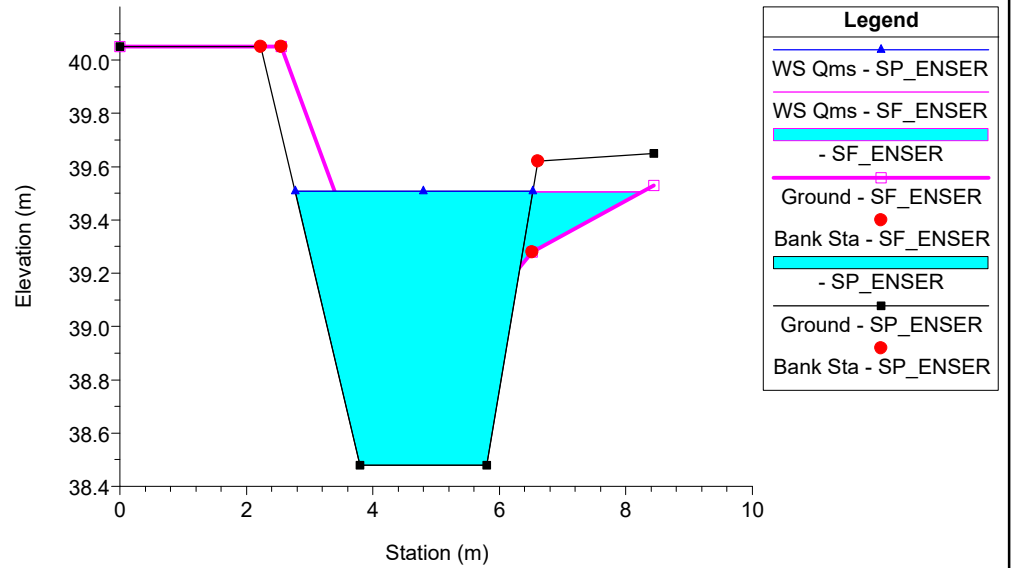
130.T.B\_Scolo Fossatone Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4.05



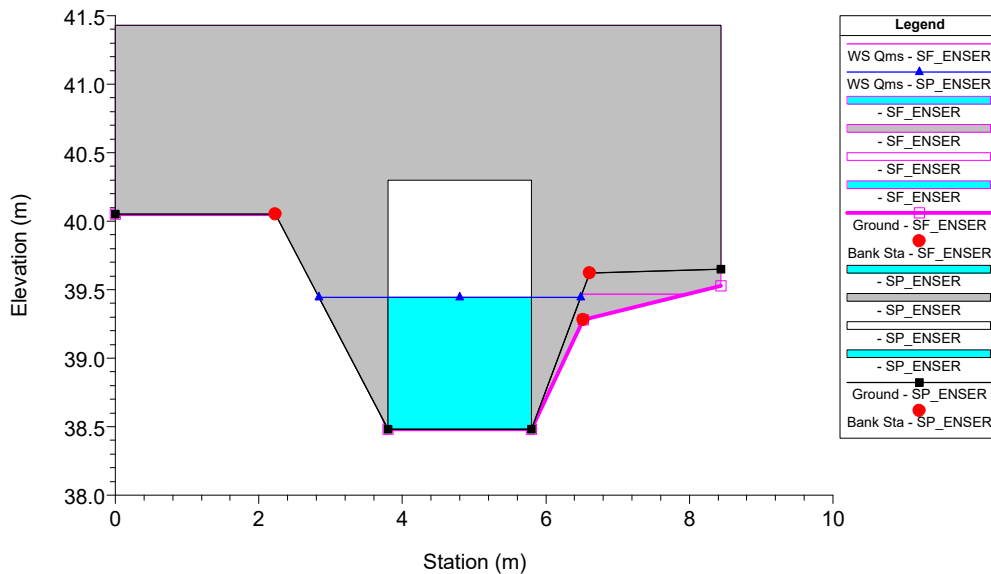
130.T.B\_Scolo Fossatone Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4 Inizio tratto rivestito di monte



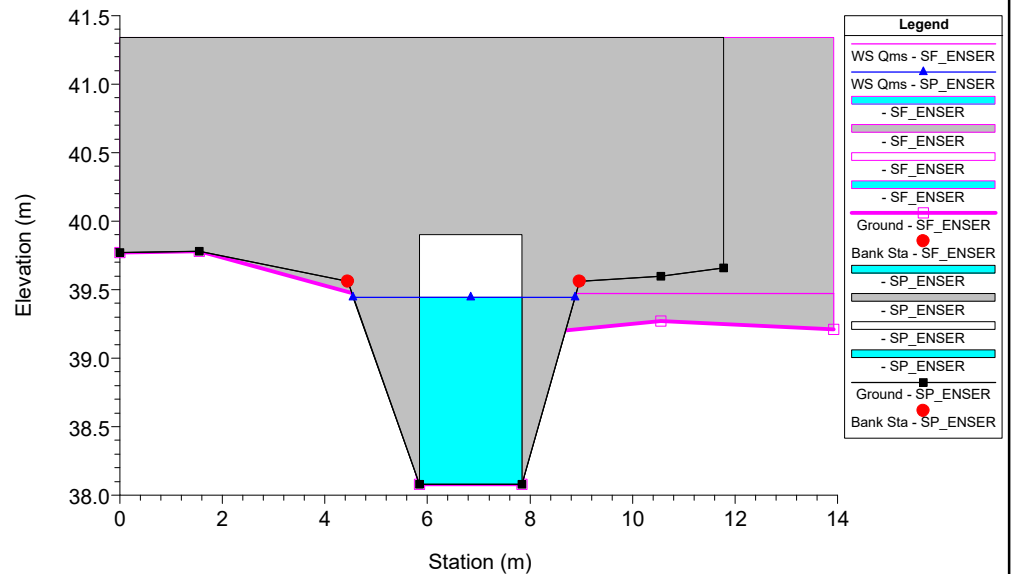
130.T.B\_Scolo Fossatone Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3.95 Fine tratto rivestito di monte



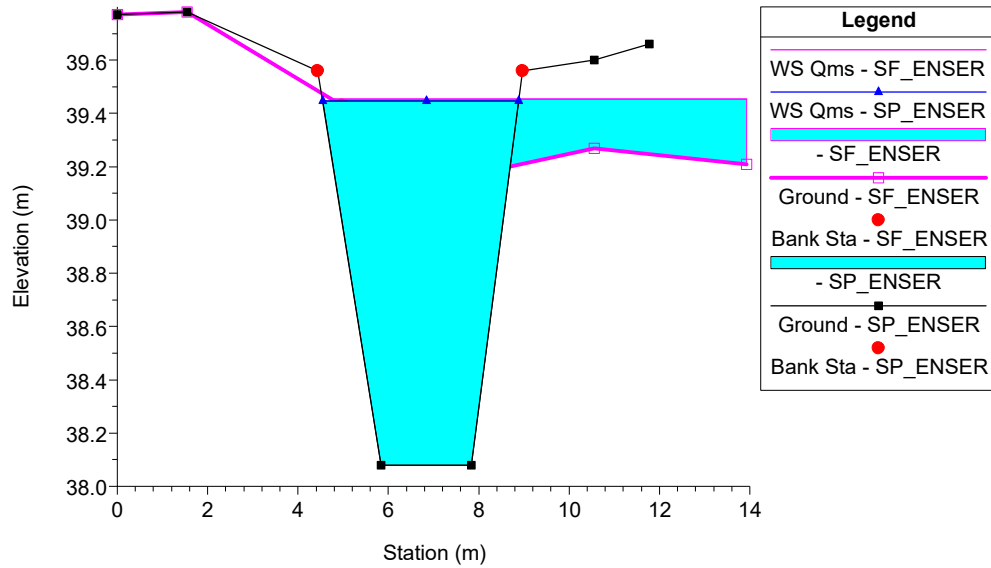
130.T.B\_Scolo Fossatone Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3.5 Culv SCATOLARE A14



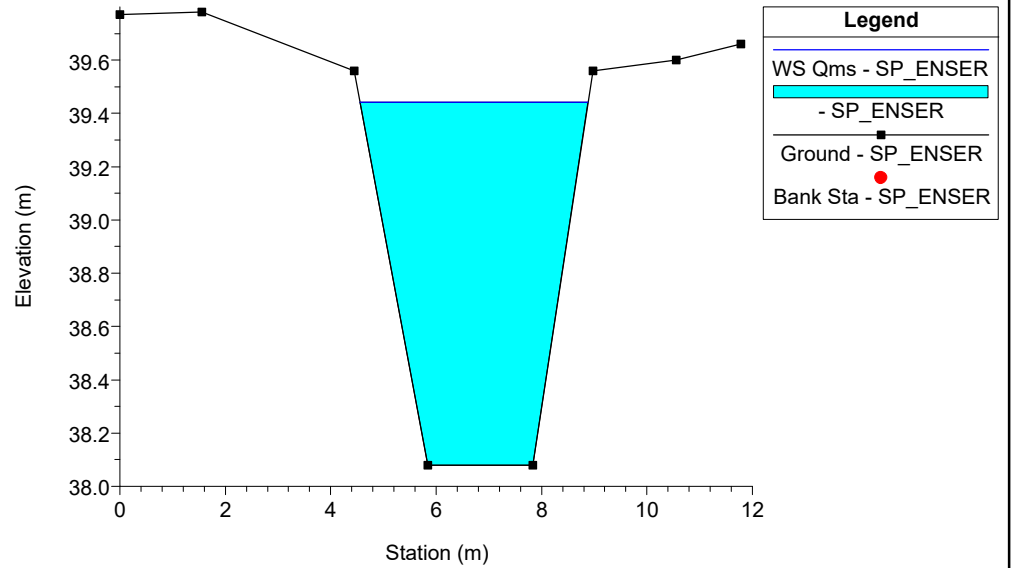
130.T.B\_Scolo Fossatone Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3.5 Culv SCATOLARE A14



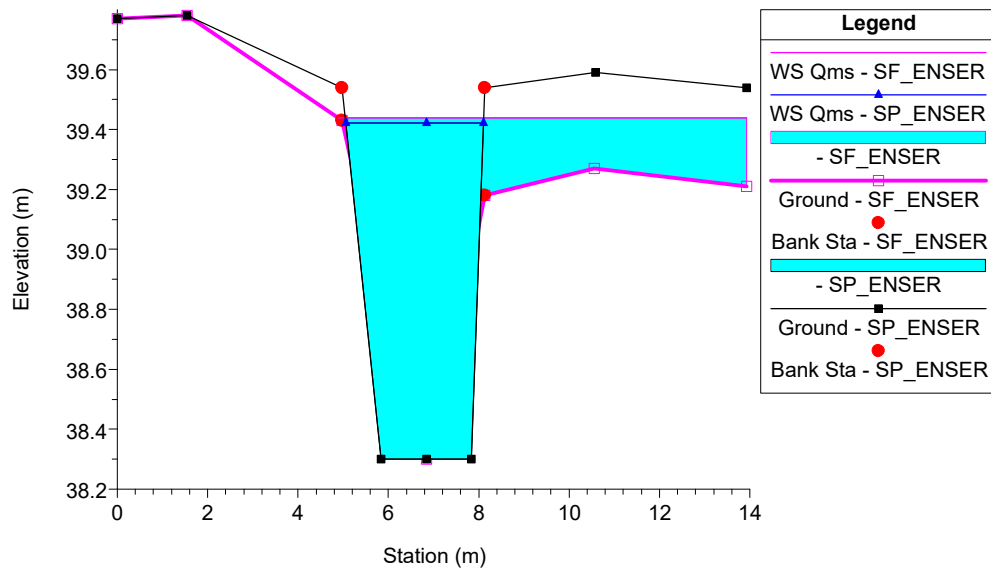
130.T.B\_Scolo Fossatone Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3.07 Inizio tratto rivestito di valle



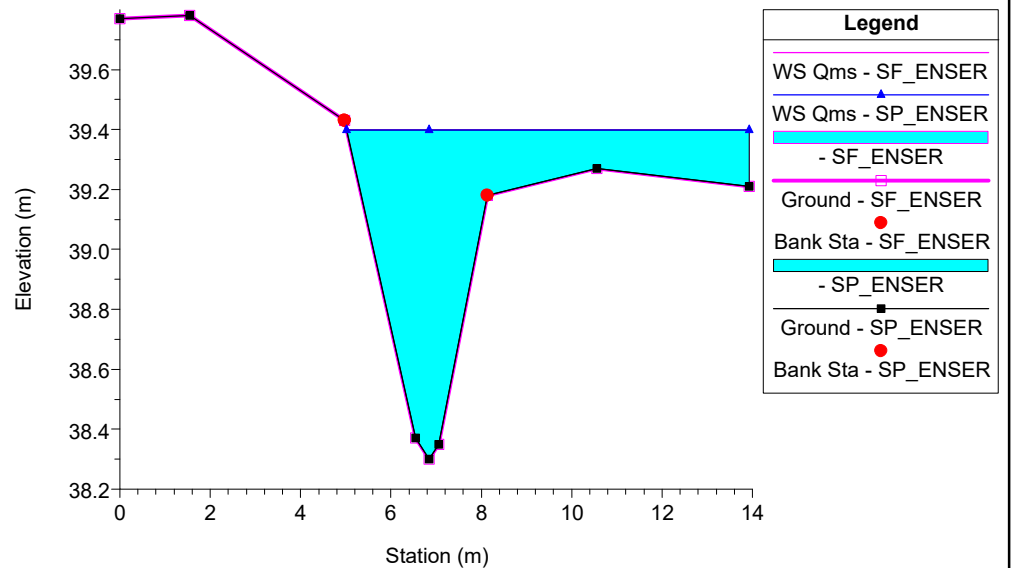
130.T.B\_Scolo Fossatone Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3.06 Fine tratto rivestito di valle



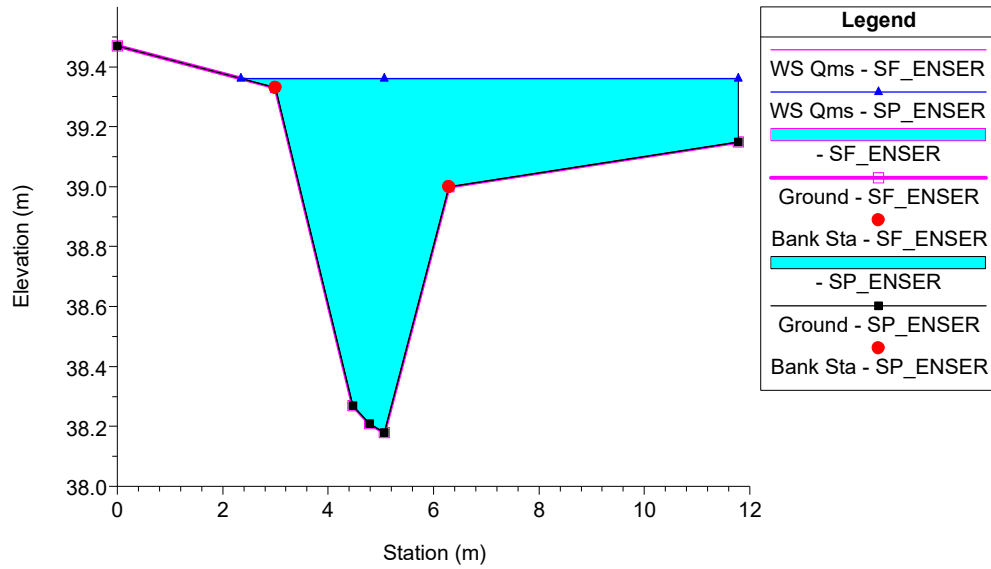
130.T.B\_Scolo Fossatone Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3.05



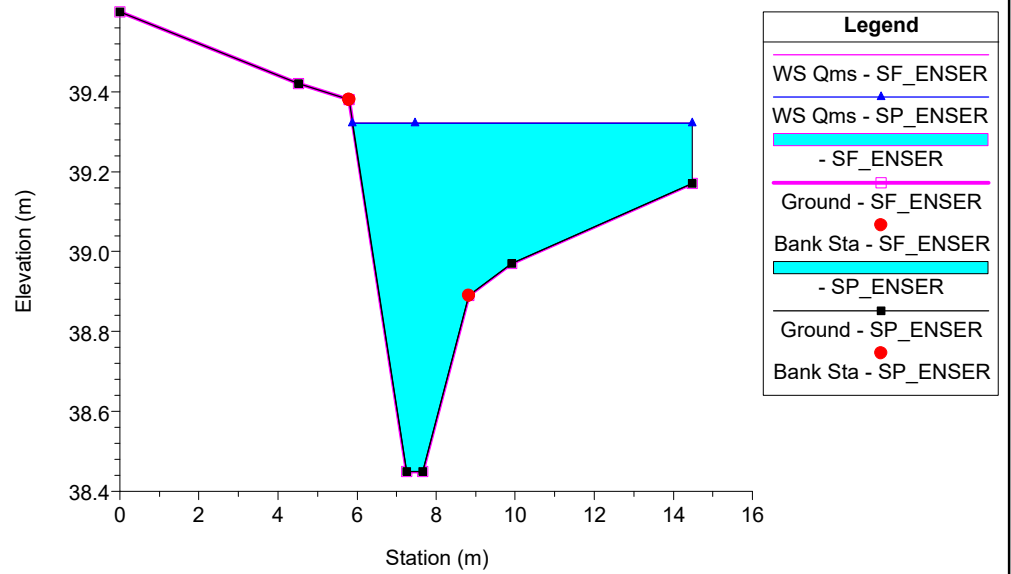
130.T.B\_Scolo Fossatone Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2.5



130.T.B\_Scolo Fossatone Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1.5



130.T.B\_Scolo Fossatone Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1



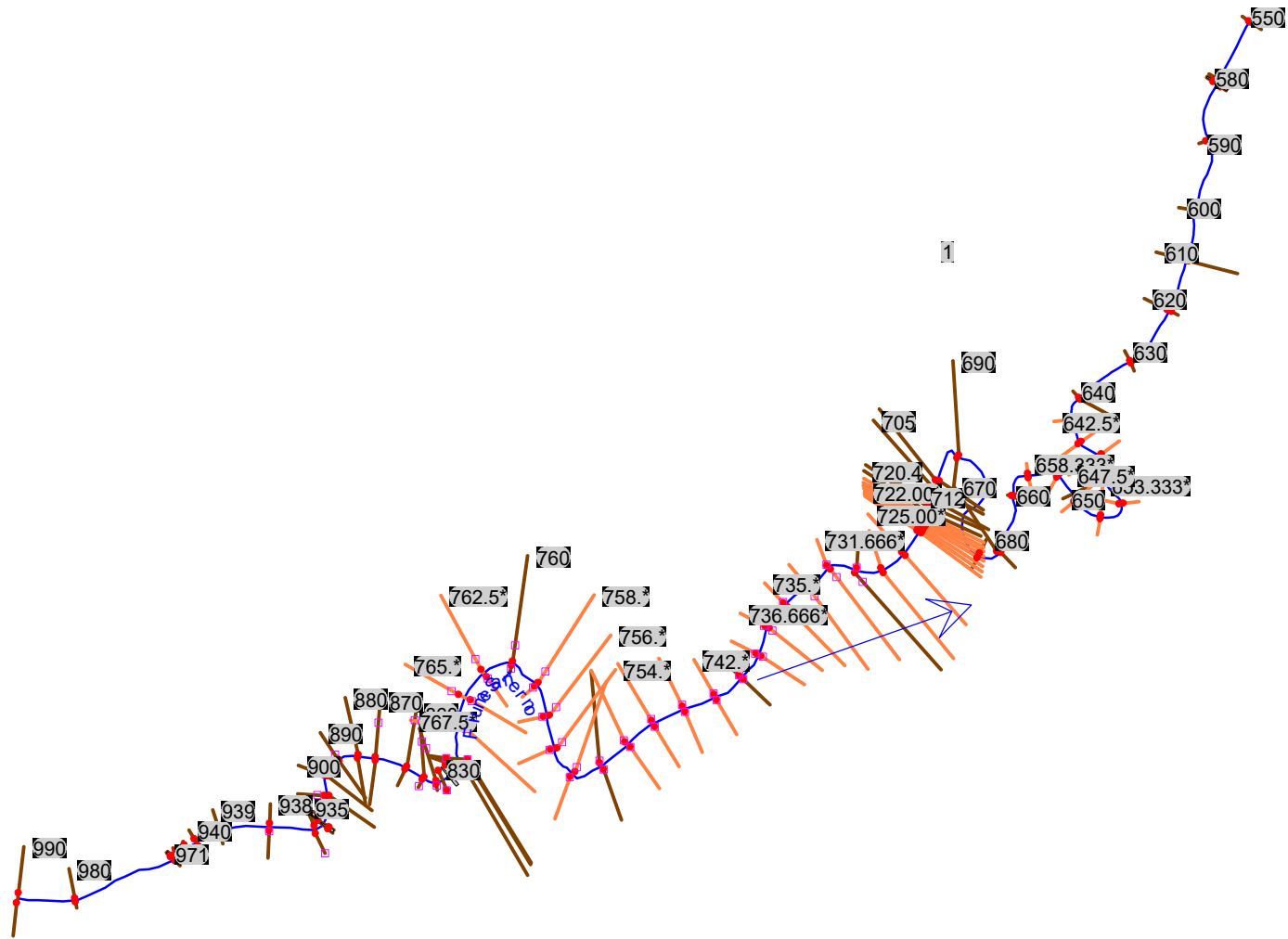
## APPENDICE 11

### Fiume Santerno: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: Santerno\_ENSER\_SF\_PE River: FiumeSanterno Reach: 1 Profile: Max WS

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
1	990	Max WS	1040.00	33.52	42.73		42.84	0.000672	1.68	926.57	417.35	0.22
1	980	Max WS	1023.16	33.10	42.28		42.48	0.001170	2.59	681.07	248.88	0.29
1	971	Max WS	1006.46	33.14	41.25	38.51	41.50	0.001266	2.46	487.69	100.07	0.30
1	970.5	Bridge										
1	970	Max WS	1004.83	33.14	41.04		41.31	0.001438	2.56	466.50	99.40	0.32
1	960	Max WS	1003.30	35.15	40.88		41.24	0.002371	2.88	400.88	96.05	0.40
1	950	Max WS	1003.27	33.94	40.85		41.11	0.001205	2.38	481.44	95.99	0.29
1	940	Max WS	1003.26	32.21	40.77		41.01	0.001074	2.25	545.08	187.60	0.28
1	939	Max WS	995.23	31.86	40.27		40.70	0.002358	2.94	359.66	81.32	0.40
1	938	Max WS	1038.79	31.27	38.35		39.28	0.006370	4.34	251.90	71.45	0.65
1	935	Max WS	1038.28	30.60	37.75		37.87	0.001039	1.89	843.28	353.64	0.27
1	930	Max WS	1038.28	30.72	37.55	34.93	37.79	0.001548	2.18	497.95	138.91	0.32
1	929	Bridge										
1	928	Max WS	1038.28	30.72	37.41		37.66	0.001724	2.26	478.53	138.18	0.34
1	920	Max WS	1038.13	27.71	37.21		37.58	0.001643	2.83	439.73	121.15	0.34
1	910	Max WS	1037.66	27.57	36.99		37.28	0.002825	3.07	669.18	564.04	0.41
1	900	Max WS	1037.07	26.79	36.62		36.90	0.002162	3.02	701.02	498.06	0.36
1	890	Max WS	1035.57	27.72	36.23		36.53	0.002970	3.36	635.76	436.38	0.43
1	880	Max WS	1034.07	27.52	36.01		36.16	0.001150	2.36	918.08	489.48	0.27
1	870	Max WS	1033.95	27.83	35.93		35.99	0.000769	1.78	1282.16	746.33	0.22
1	860	Max WS	1033.47	27.97	35.69		35.79	0.001069	2.10	981.62	472.76	0.27
1	850	Max WS	1033.32	27.24	35.49		35.62	0.001266	2.27	822.78	335.37	0.28
1	840	Max WS	1033.30	28.59	35.10		35.48	0.003389	3.51	529.26	279.65	0.47
1	830	Max WS	1033.29	30.72	35.03	33.09	35.26	0.002283	2.13	484.22	143.23	0.37
1	825	Bridge										
1	820	Max WS	1031.11	30.72	33.46		34.19	0.012217	3.80	271.31	119.24	0.80
1	790	Max WS	1031.54	29.72	33.58		33.73	0.001973	1.93	877.01	1016.04	0.34
1	780	Max WS	1031.52	28.02	33.53		33.65	0.001130	1.64	873.15	1015.93	0.27
1	770	Max WS	1031.52	27.23	33.54		33.64	0.000758	1.46	959.29	1016.02	0.22
1	760	Max WS	955.92	25.28	32.62		32.65	0.000323	1.17	1391.49	513.85	0.14
1	750	Max WS	949.78	23.38	31.26		31.31	0.000618	1.28	1095.58	460.67	0.20
1	740	Max WS	898.75	20.17	30.78		30.83	0.000463	1.41	1059.29	399.98	0.17
1	730	Max WS	865.19	19.40	30.51		30.52	0.000058	0.54	3048.14	1146.17	0.06
1	721	Max WS	864.77	19.01	30.47		30.48	0.000050	0.58	2777.00	979.00	0.06
1	715	Max WS	864.76	18.98	30.47		30.47	0.000052	0.54	2774.62	979.00	0.06
1	713	Max WS	864.75	18.28	30.46		30.47	0.000114	0.80	2167.94	857.99	0.09
1	712	Max WS	864.43	18.28	30.35	25.44	30.49	0.000665	1.92	601.21	128.70	0.21
1	711	Bridge										
1	710	Max WS	862.13	18.28	29.87		30.05	0.000727	2.15	539.66	128.70	0.24
1	705	Max WS	862.56	18.13	29.94		29.95	0.000063	0.65	2706.00	1075.00	0.07
1	699	Max WS	862.55	18.06	29.93		29.94	0.000062	0.66	2715.08	1075.00	0.07
1	690	Max WS	861.88	18.44	29.74		29.75	0.000100	0.81	2203.82	935.90	0.09
1	680	Max WS	859.85	18.07	29.10		29.19	0.000335	1.57	850.77	245.00	0.17
1	670	Max WS	859.84	18.03	29.11		29.12	0.000047	0.60	2581.50	743.25	0.06
1	660	Max WS	859.04	15.09	28.71		28.89	0.000683	2.21	583.89	178.20	0.23
1	650	Max WS	853.44	18.15	27.59		27.85	0.001735	2.80	571.51	402.09	0.36
1	640	Max WS	850.63	13.45	26.93		27.07	0.000724	2.13	768.47	357.42	0.21
1	630	Max WS	850.08	14.55	26.59		26.75	0.000699	2.22	587.84	133.17	0.23
1	620	Max WS	849.69	14.03	26.34		26.46	0.000486	1.82	731.88	228.01	0.19
1	610	Max WS	849.36	15.01	25.95		26.21	0.001004	2.50	520.05	358.26	0.28
1	600	Max WS	849.34	12.87	25.79		25.90	0.000442	1.66	680.78	133.11	0.18
1	590	Max WS	849.28	13.11	25.45		25.62	0.000585	1.93	491.92	75.34	0.21
1	580	Max WS	849.25	12.24	25.24	19.72	25.38	0.000515	1.64	541.79	88.00	0.19
1	575	Bridge										
1	570	Max WS	849.25	12.24	25.13		25.27	0.000544	1.67	532.10	87.55	0.20
1	560	Max WS	849.25	10.46	25.11		25.27	0.000551	2.08	539.97	86.96	0.20
1	550	Max WS	849.23	12.56	24.72	19.47	24.96	0.000800	2.54	451.17	74.35	0.25

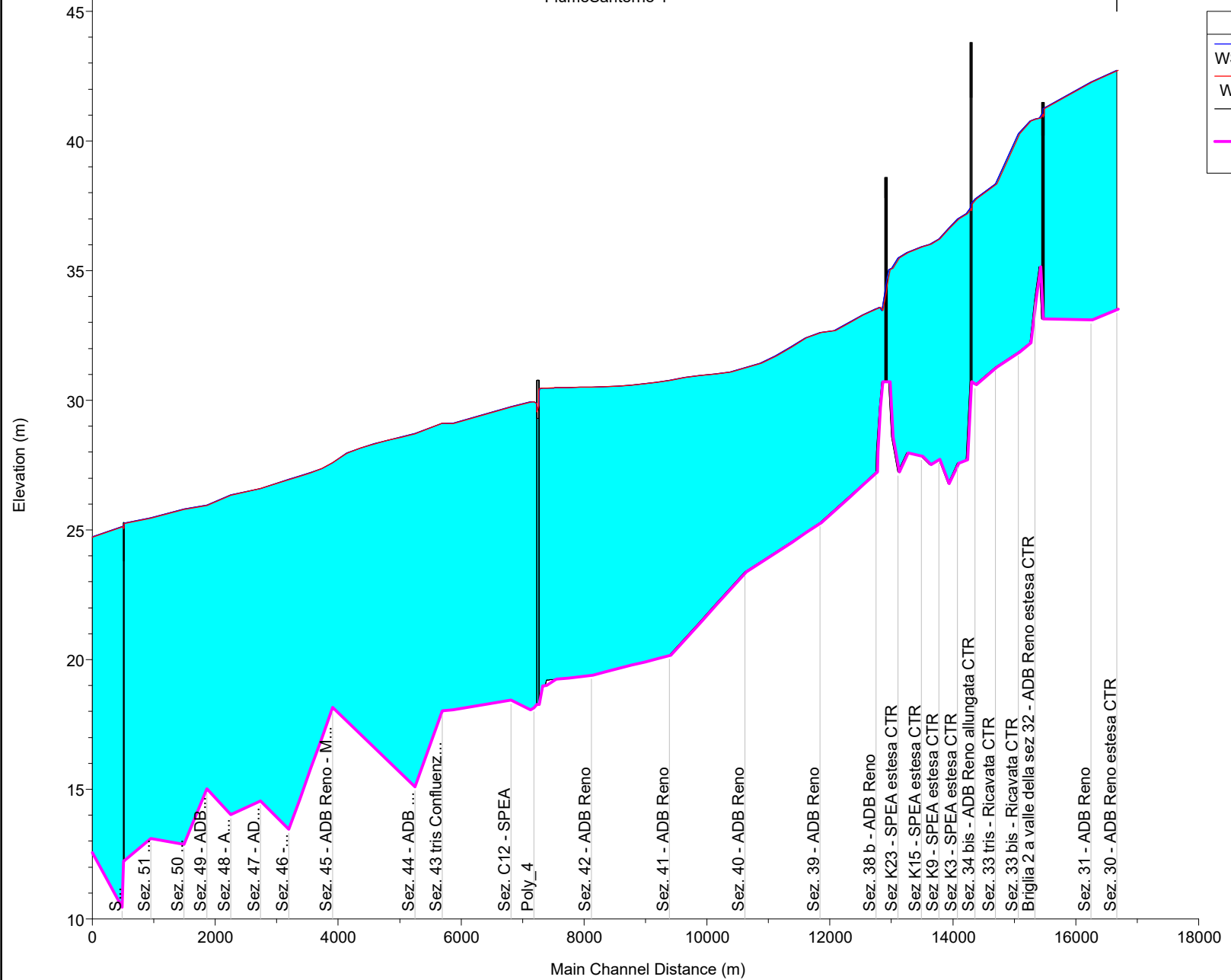
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	990	Max WS	1040.00	33.52	42.73		42.84	0.000672	1.68	926.57	417.35	0.22
1	980	Max WS	1023.16	33.10	42.28		42.48	0.001170	2.59	681.07	248.88	0.29
1	971	Max WS	1006.46	33.14	41.25	38.51	41.50	0.001266	2.46	487.69	100.07	0.30
1	970.5	Bridge										
1	970	Max WS	1004.83	33.14	41.04		41.31	0.001438	2.56	466.50	99.40	0.32
1	960	Max WS	1003.31	35.15	40.88		41.24	0.002371	2.88	400.88	96.05	0.40
1	950	Max WS	1003.27	33.94	40.85		41.11	0.001205	2.38	481.44	95.99	0.29
1	940	Max WS	1003.26	32.21	40.77		41.01	0.001074	2.25	545.08	187.60	0.28
1	939	Max WS	995.23	31.86	40.27		40.70	0.002358	2.94	359.66	81.32	0.40
1	938	Max WS	1038.79	31.27	38.35		39.28	0.006370	4.34	251.90	71.45	0.65
1	935	Max WS	1038.28	30.60	37.75		37.87	0.001039	1.89	843.28	353.64	0.27
1	930	Max WS	1038.28	30.72	37.55	34.93	37.79	0.001548	2.18	497.95	138.91	0.32
1	929	Bridge										
1	928	Max WS	1038.28	30.72	37.41		37.66	0.001724	2.26	478.53	138.18	0.34
1	920	Max WS	1038.13	27.71	37.21		37.58	0.001643	2.83	439.73	121.15	0.34
1	910	Max WS	1037.66	27.57	36.99		37.28	0.002825	3.07	669.18	564.04	0.41
1	900	Max WS	1037.08	26.79	36.62		36.90	0.002162	3.02	701.02	498.06	0.36
1	890	Max WS	1035.57	27.72	36.23		36.53	0.002970	3.36	635.76	436.38	0.43
1	880	Max WS	1034.07	27.52	36.01		36.16	0.001150	2.36	918.08	489.48	0.27
1	870	Max WS	1033.95	27.83	35.93		35.99	0.000769	1.78	1282.16	746.33	0.22
1	860	Max WS	1033.47	27.97	35.69		35.79	0.001069	2.10	981.62	472.76	0.27
1	850	Max WS	1033.32	27.24	35.49		35.62	0.001266	2.27	822.78	335.37	0.28
1	840	Max WS	1033.30	28.59	35.10		35.48	0.003389	3.51	529.26	279.65	0.47
1	830	Max WS	1033.29	30.72	35.03	33.09	35.26	0.002283	2.13	484.22	143.23	0.37
1	825	Bridge										
1	820	Max WS	1031.11	30.72	33.46		34.19	0.012217	3.80	271.31	119.24	0.80
1	790	Max WS	1031.54	29.72	33.58		33.73	0.001973	1.93	877.01	1016.04	0.34
1	780	Max WS	1031.53	28.02	33.53		33.65	0.001130	1.64	873.15	1015.93	0.27
1	770	Max WS	1031.52	27.23	33.54		33.64	0.000758	1.46	959.29	1016.02	0.22
1	760	Max WS	956.00	25.28	32.62		32.65	0.000324	1.17	1391.34	513.83	0.14
1	750	Max WS	951.04	23.38	31.26		31.31	0.000618	1.28	1096.57	460.69	0.20
1	740	Max WS	901.22	20.17	30.78		30.83	0.000465	1.41	1059.78	400.04	0.17
1	730	Max WS	868.77	19.40	30.51		30.52	0.000059	0.55	3045.35	1146.07	0.06
1	720.4	Max WS	868.38	19.01	30.47		30.47	0.000049	0.58	2784.01	979.00	0.06
1	715	Max WS	868.37	18.98	30.46		30.47	0.000052	0.55	2776.83	979.00	0.06
1	713	Max WS	868.36	18.28	30.46		30.47	0.000109	0.73	2190.68	857.42	0.09
1	712	Max WS	868.03	18.28	30.35	24.94	30.49	0.000585	1.89	618.03	128.70	0.20
1	711	Bridge										
1	710	Max WS	865.70	18.28	29.88		30.05	0.000628	2.10	557.15	128.70	0.23
1	705	Max WS	866.13	18.13	29.95		29.96	0.000060	0.66	2730.72	1075.00	0.07
1	699	Max WS	866.12	18.06	29.94		29.95	0.000061	0.67	2728.87	1075.00	0.07
1	690	Max WS	865.42	18.44	29.75		29.76	0.000099	0.81	2215.51	935.90	0.09
1	680	Max WS	863.20	18.07	29.11		29.20	0.000334	1.58	853.38	245.00	0.17
1	670	Max WS	863.20	18.03	29.12		29.13	0.000047	0.60	2589.43	743.30	0.06
1	660	Max WS	862.39	15.09	28.72		28.90	0.000684	2.22	585.52	178.20	0.23
1	650	Max WS	856.68	18.15	27.60		27.86	0.001719	2.79	576.18	403.21	0.36
1	640	Max WS	854.41	13.45	26.95		27.09	0.000719	2.12	774.02	357.47	0.21
1	630	Max WS	853.74	14.55	26.61		26.76	0.000698	2.22	589.79	133.20	0.23
1	620	Max WS	853.04	14.03	26.36		26.47	0.000484	1.82	735.29	228.08	0.19
1	610	Max WS	852.50	15.01	25.96		26.23	0.000995	2.49	526.68	367.13	0.27
1	600	Max WS	852.47	12.87	25.81		25.91	0.000440	1.66	683.18	133.19	0.18
1	590	Max WS	852.42	13.11	25.47		25.64	0.000585	1.93	493.30	75.41	0.21
1	580	Max WS	852.40	12.24	25.26	19.73	25.40	0.000515	1.65	543.40	88.07	0.19
1	575	Bridge										
1	570	Max WS	852.39	12.24	25.15		25.29	0.000543	1.67	533.62	87.62	0.20
1	560	Max WS	852.39	10.46	25.13		25.29	0.000551	2.08	541.49	87.06	0.20
1	550	Max WS	852.38	12.56	24.74	19.48	24.98	0.000800	2.55	452.44	74.44	0.25



Some schematic data outside default extents (see View/Set Schematic Plot Extents...)

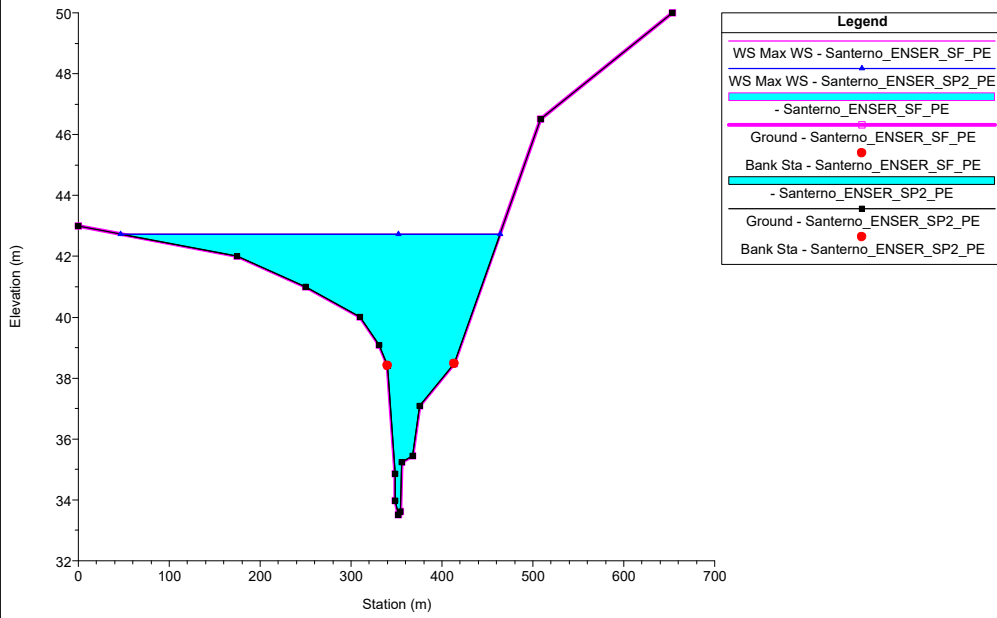


FiumeSanterno 1

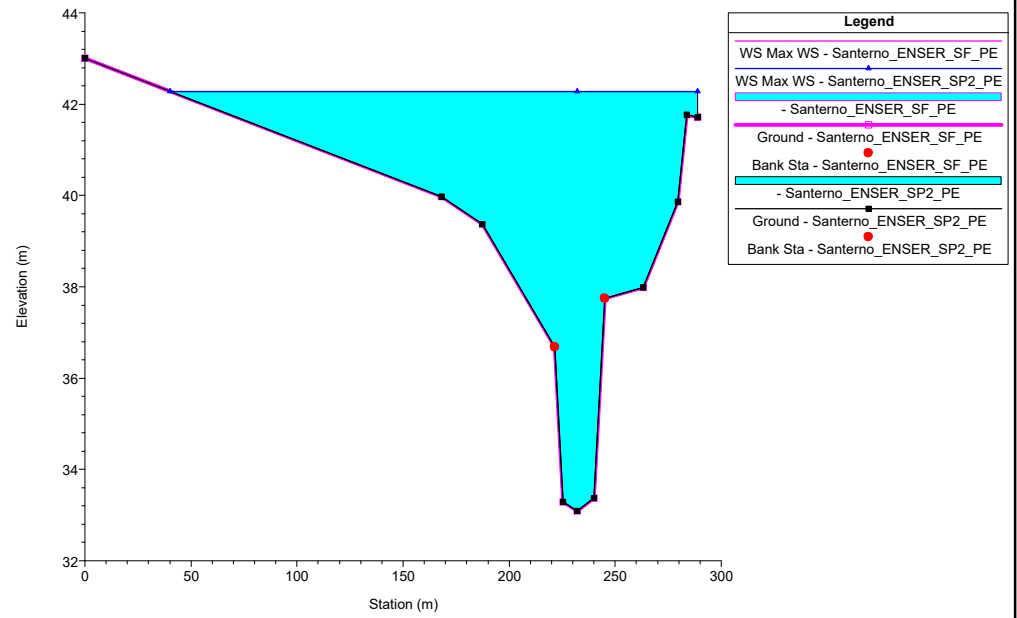


Legend	
WS Max WS - Santerno_ENSER_SP2_PE	(Blue line)
WS Max WS - Santerno_ENSER_SF_PE	(Red line)
Ground	(Cyan area)
Ground	(Magenta line)

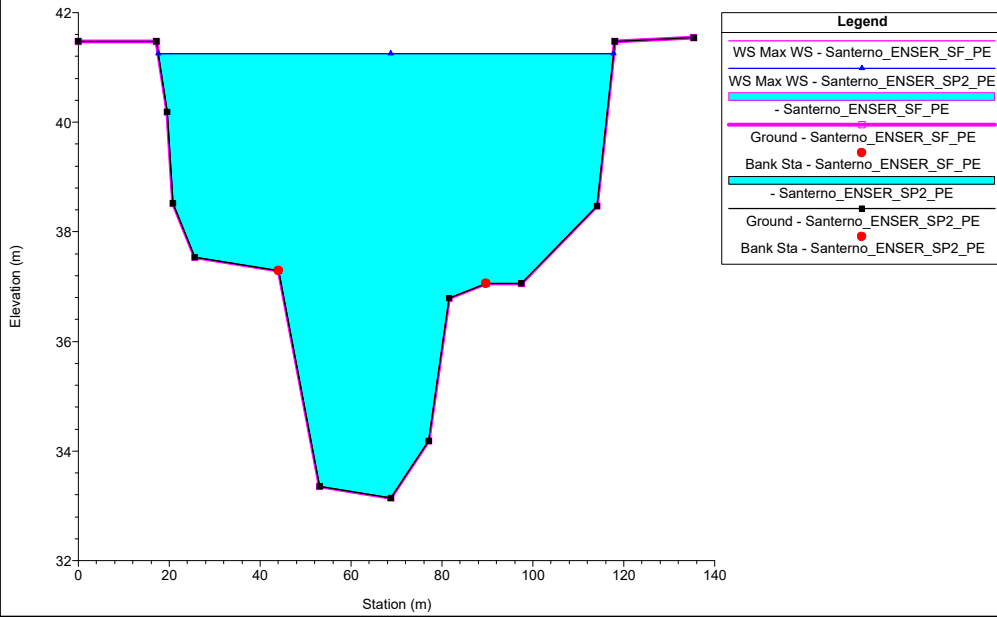
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 990 Sez. 30 - ADB Reno estesa CTR



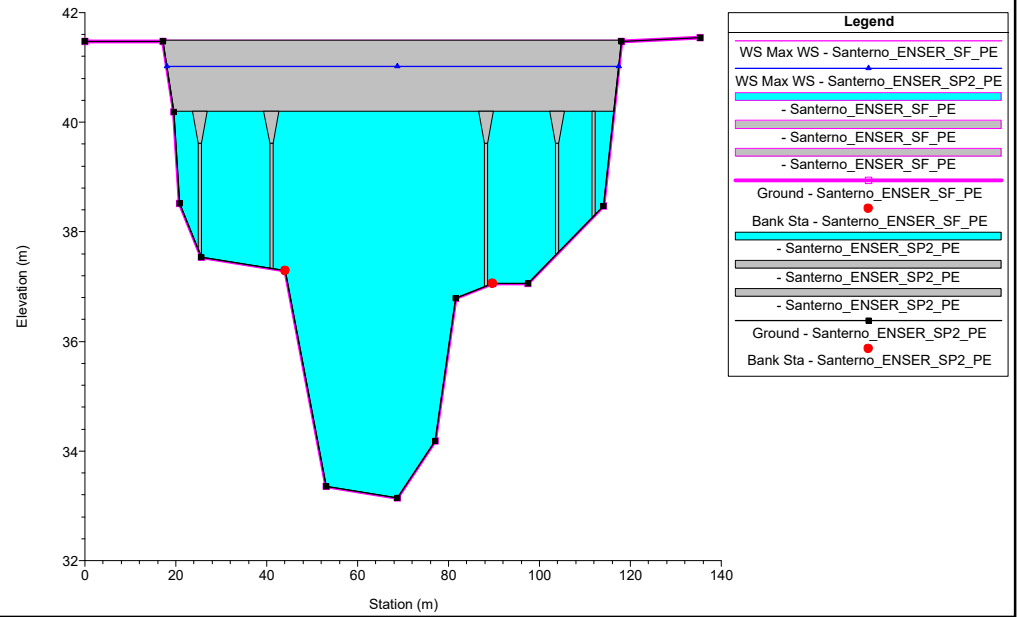
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 980 Sez. 31 - ADB Reno



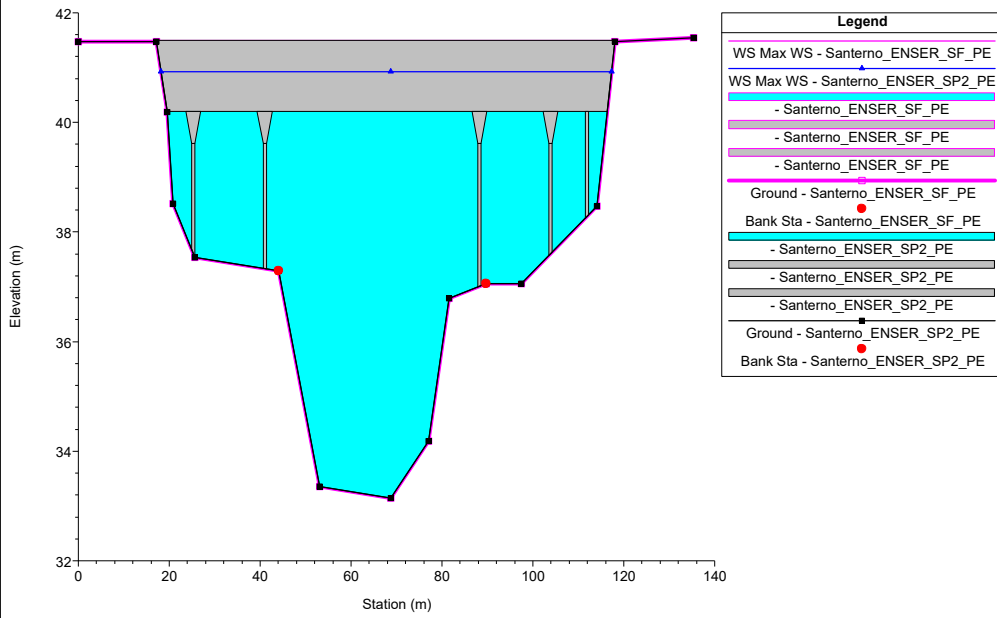
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 971 Sez. 32 - ADB Reno traslata monte di 15 m



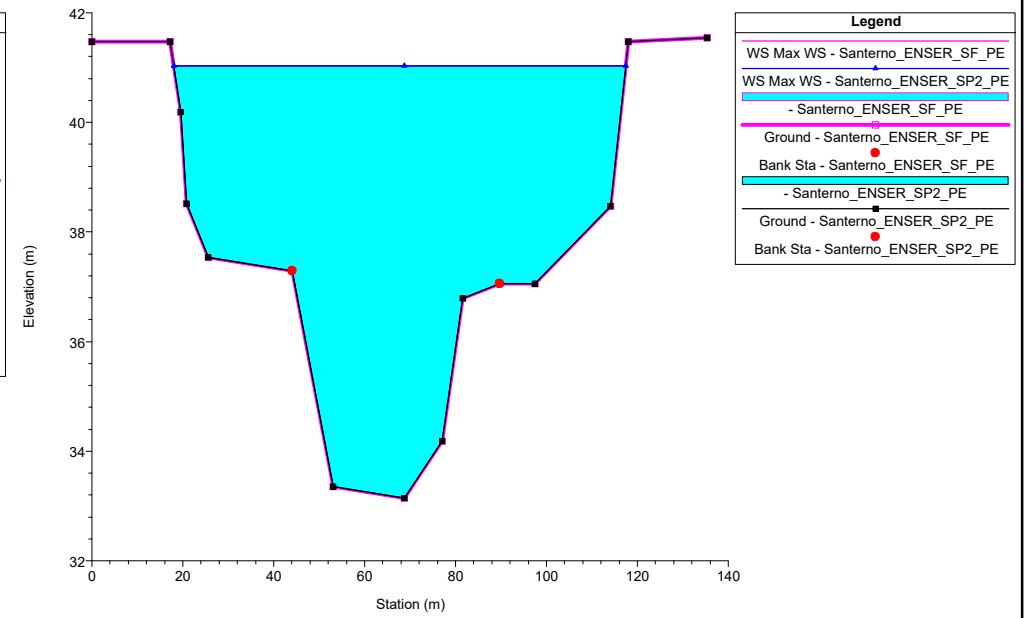
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 970.5 BR Ponte Viale Dante Alighieri



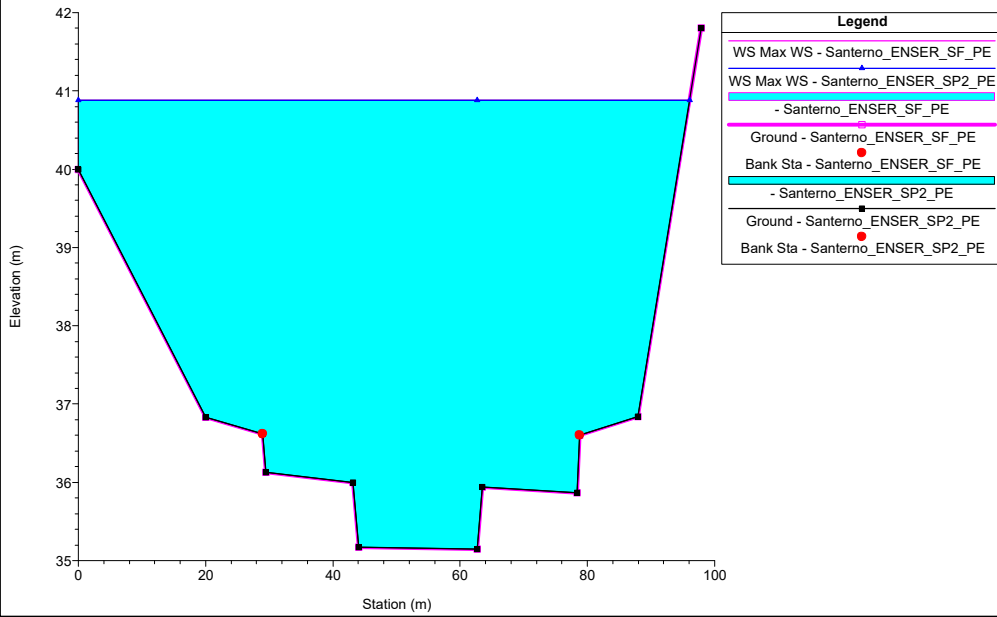
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 970.5 BR Ponte Viale Dante Alighieri



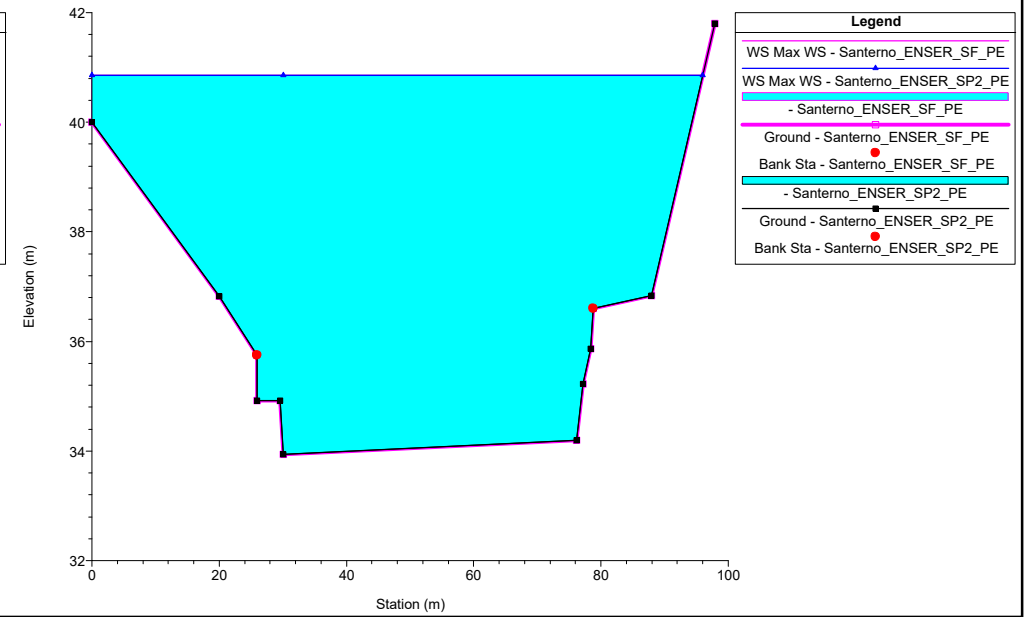
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 970 Sez. 32 - ADB Reno



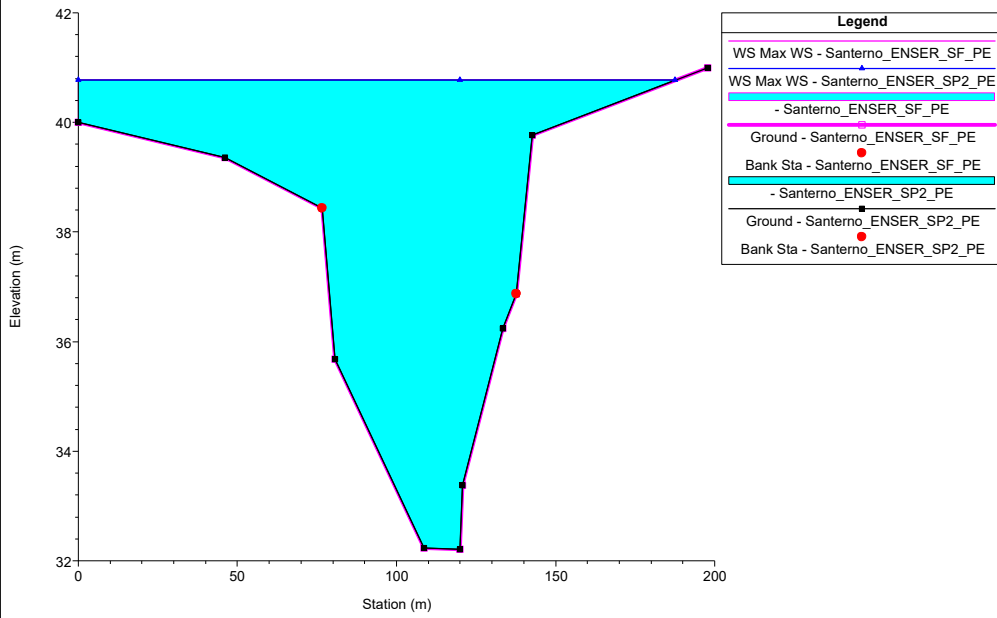
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 960 Briglia 1 a valle della sez 32 - ADB Reno estesa CTR



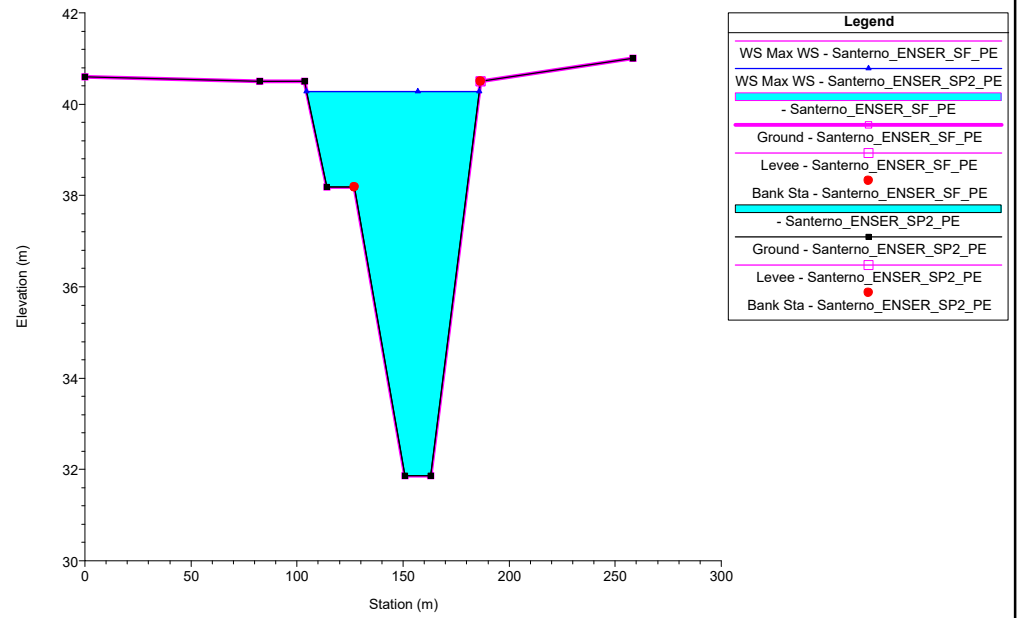
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 950 Briglia 2 a valle della sez 32 - ADB Reno estesa CTR



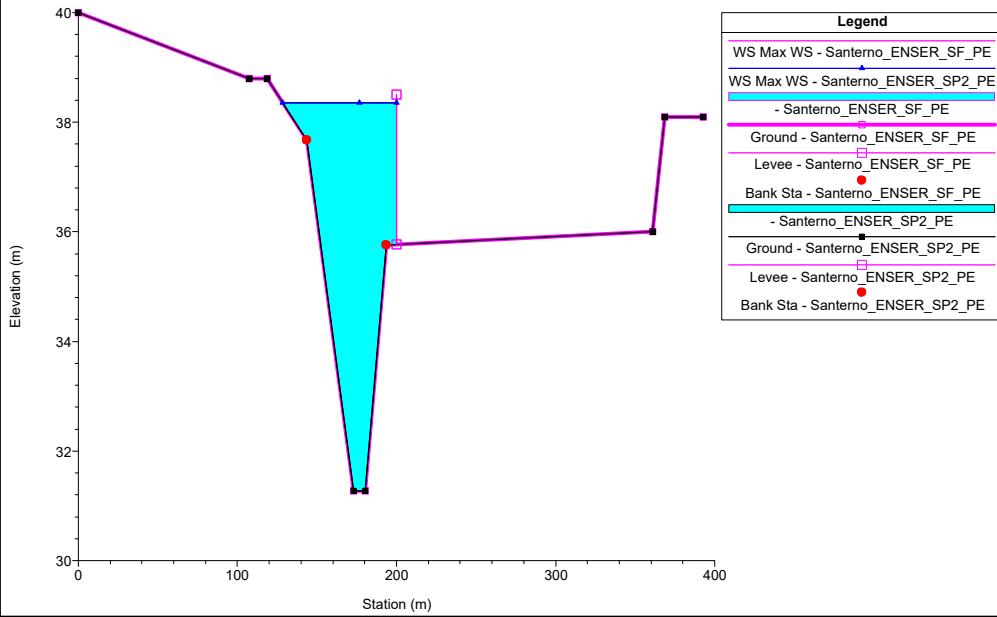
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 940 Sez. 33 - ADB Reno



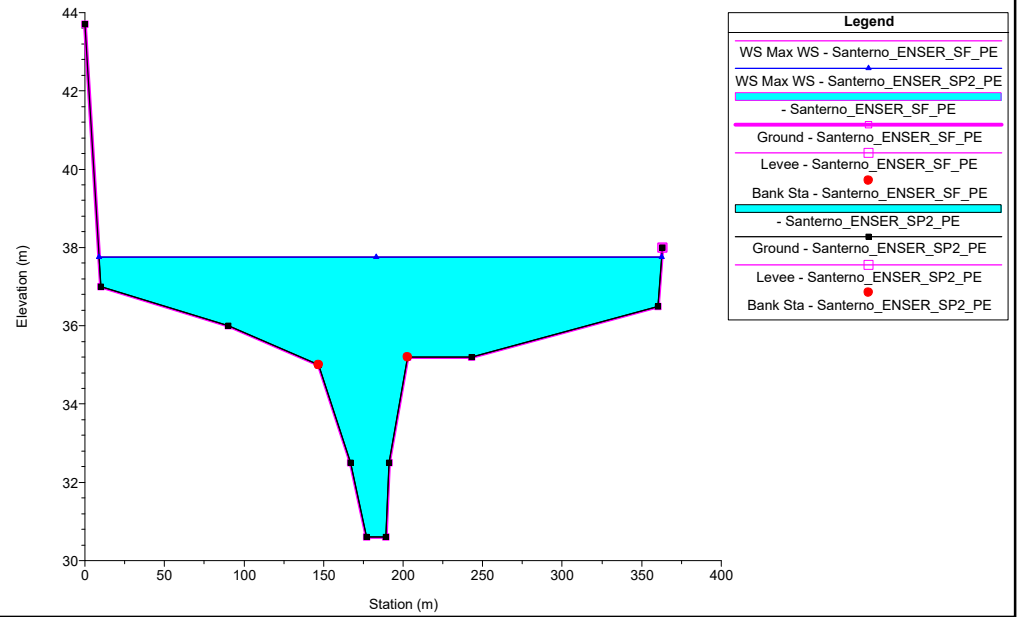
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 939 Sez. 33 bis - Ricavata CTR



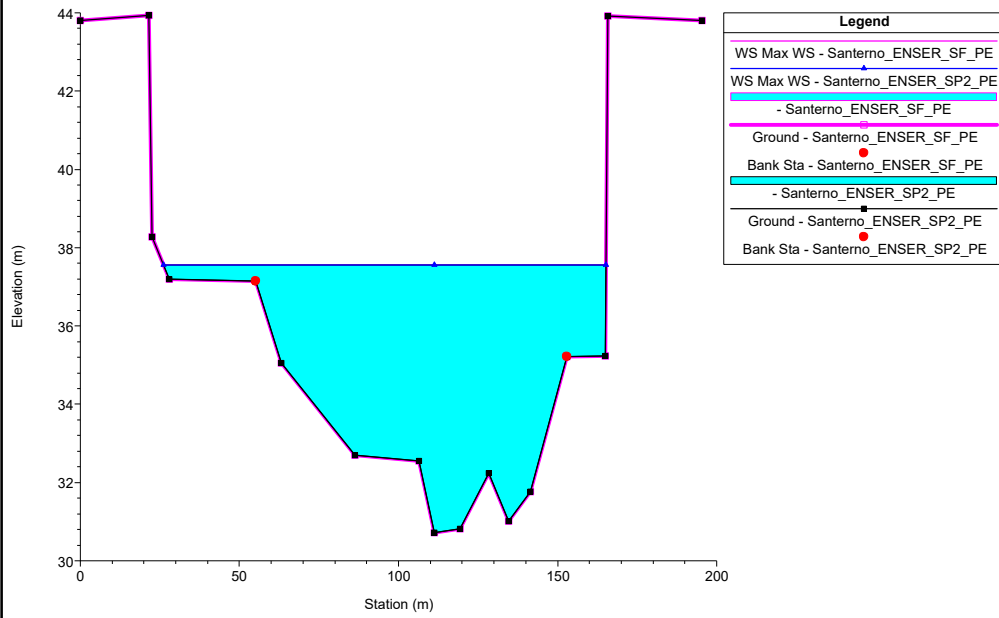
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 938 Sez. 33 tris - Ricavata CTR



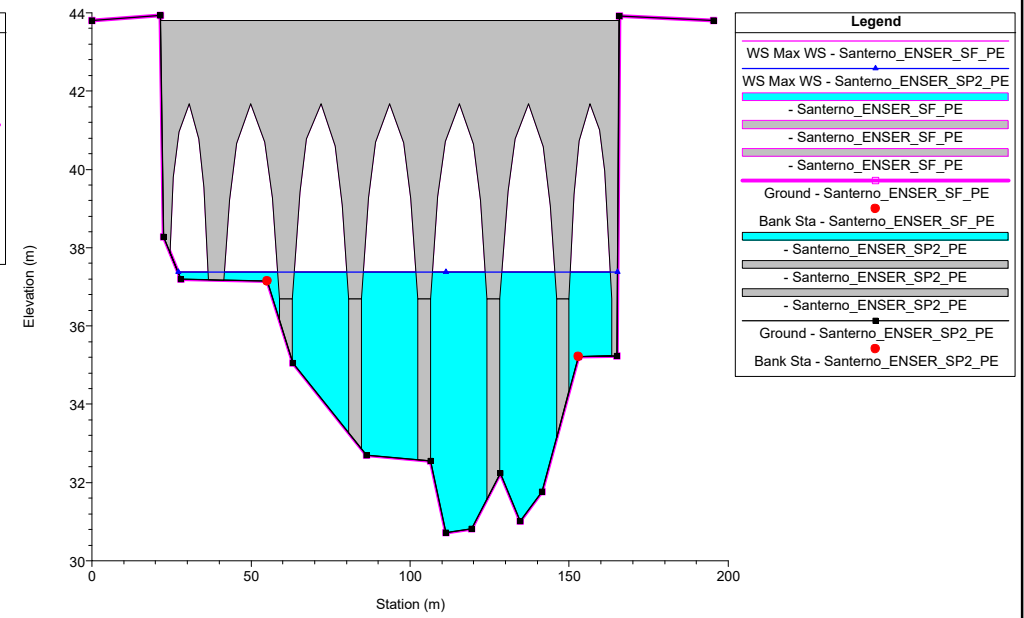
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 935 Sez. 34 bis - ADB Reno allungata CTR



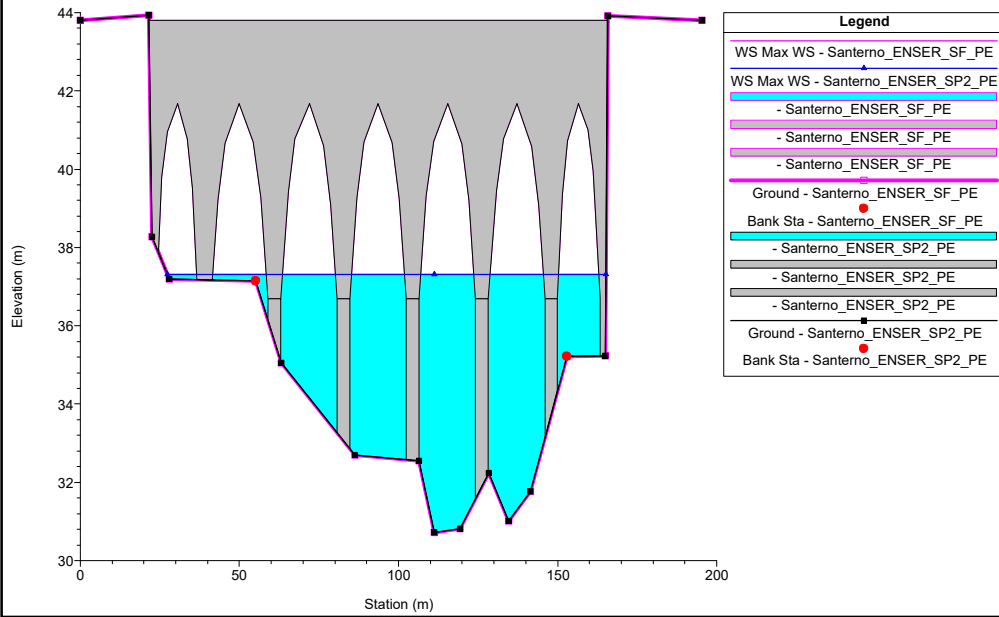
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 930 Sez. 34 - ADB Reno



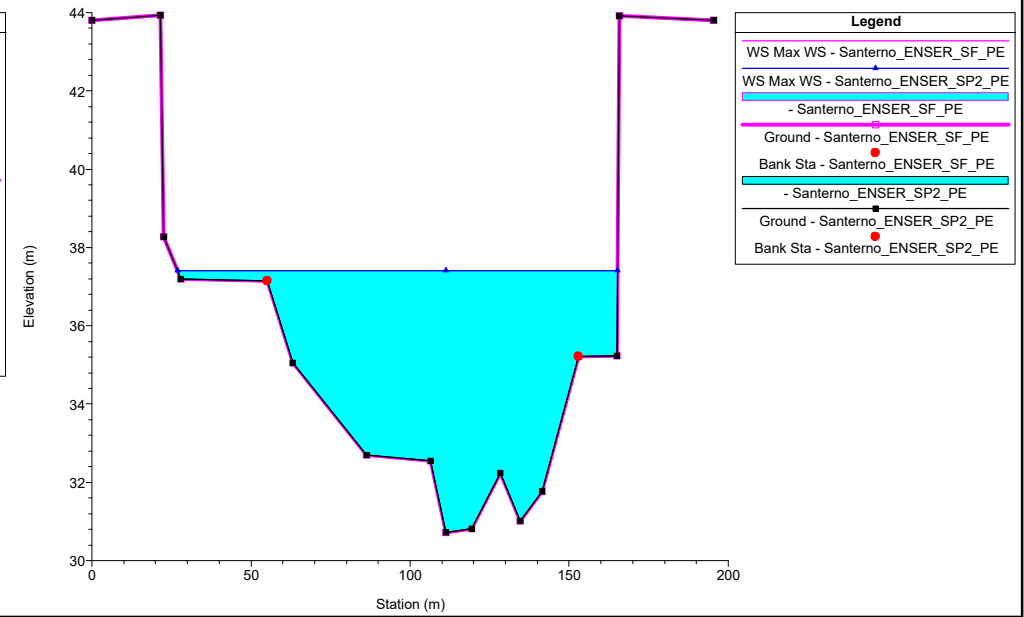
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 929 BR Ponte Via Carlo Pisacane



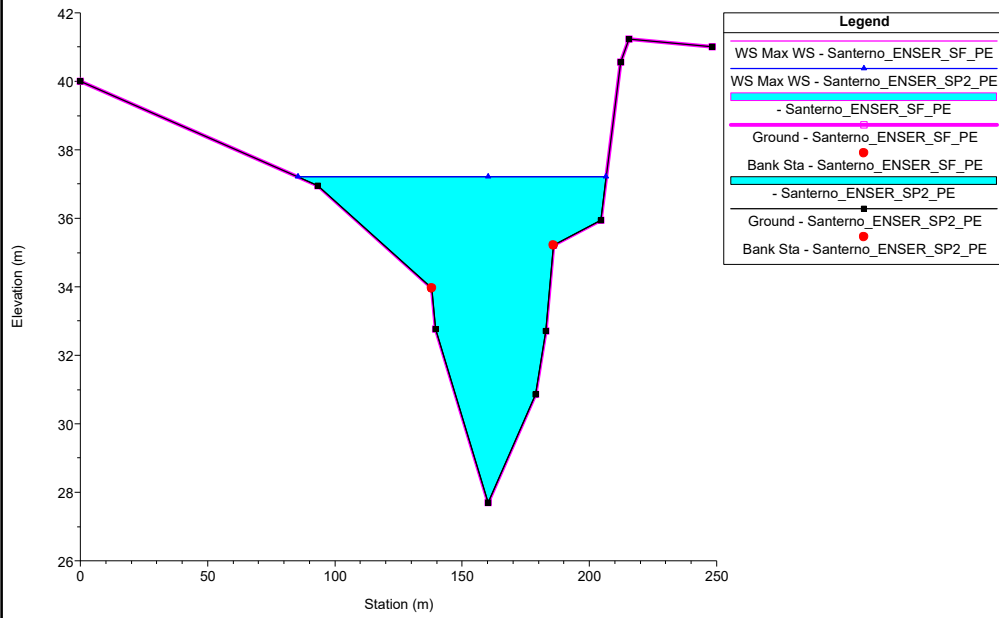
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 929 BR Ponte Via Carlo Pisacane



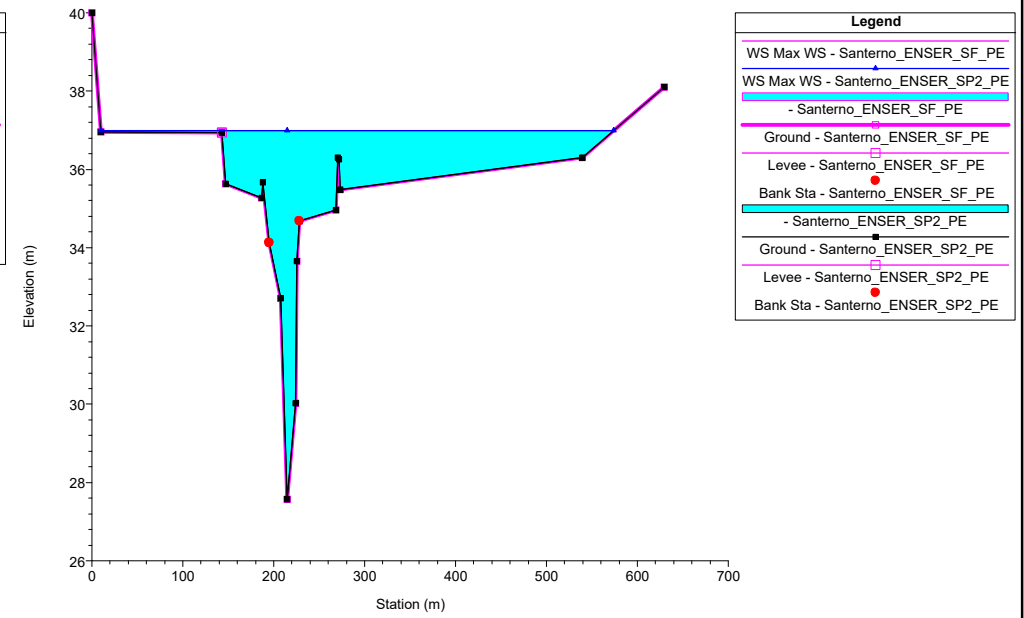
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 928 Sez. 34 - ADB Reno traslata 12 m a valle



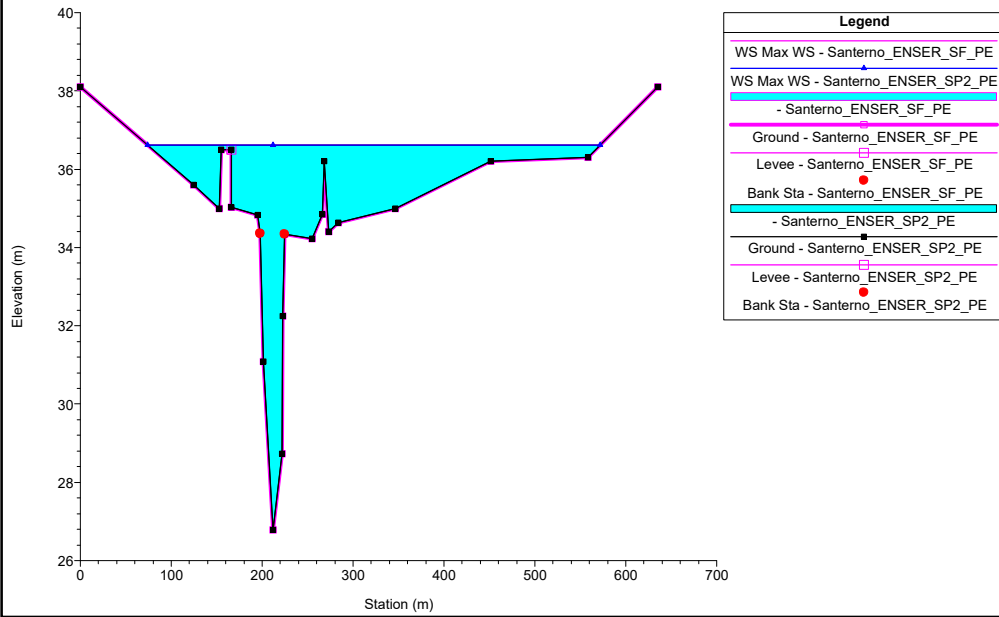
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 920 Sez K1 - SPEA estesa CTR



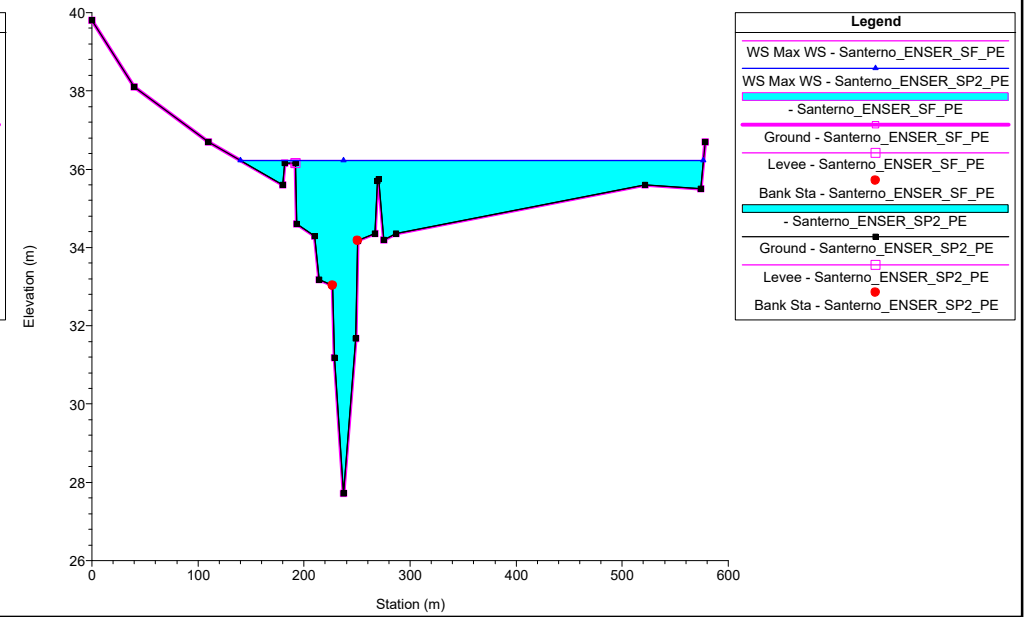
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 910 Sez K3 - SPEA estesa CTR



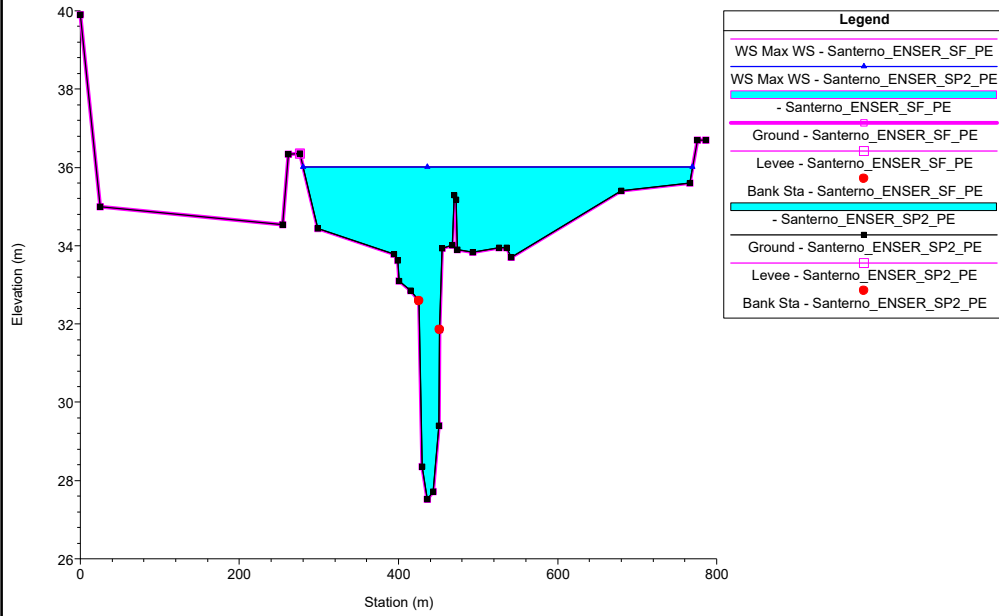
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 900 Sez K6 - SPEA estesa CTR



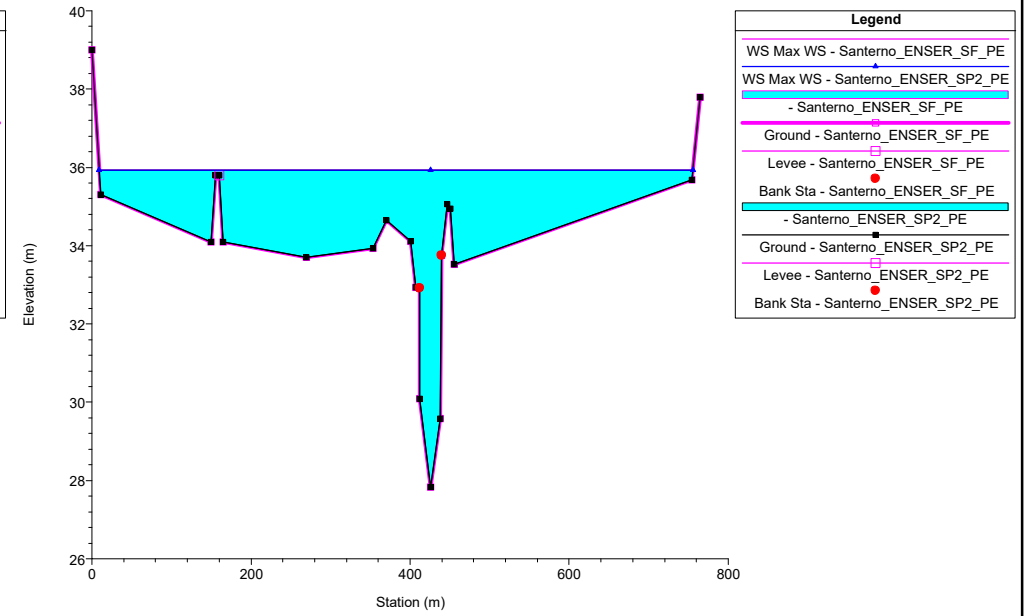
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 890 Sez K9 - SPEA estesa CTR



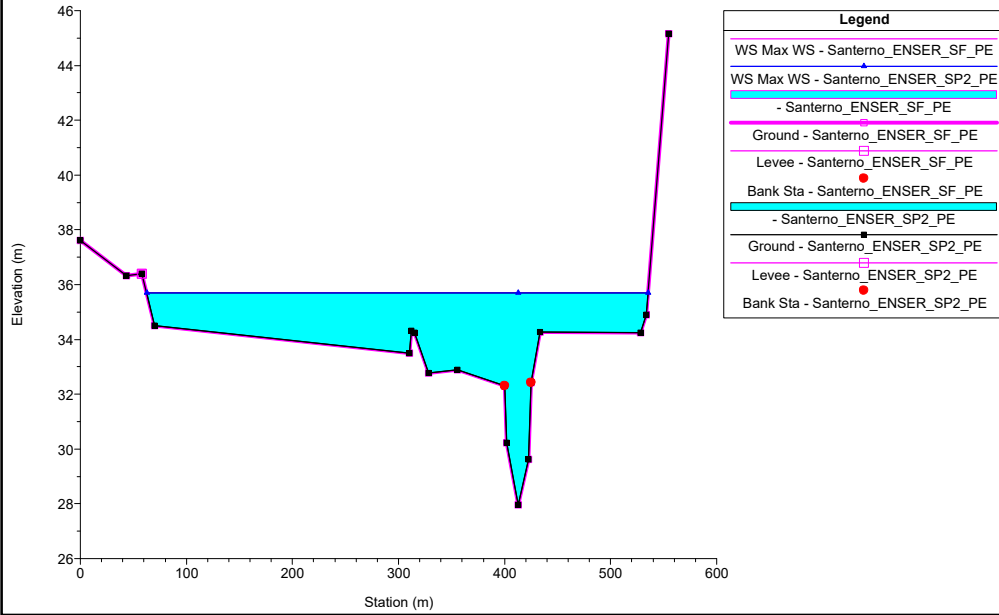
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 880 Sez K12 - SPEA estesa CTR



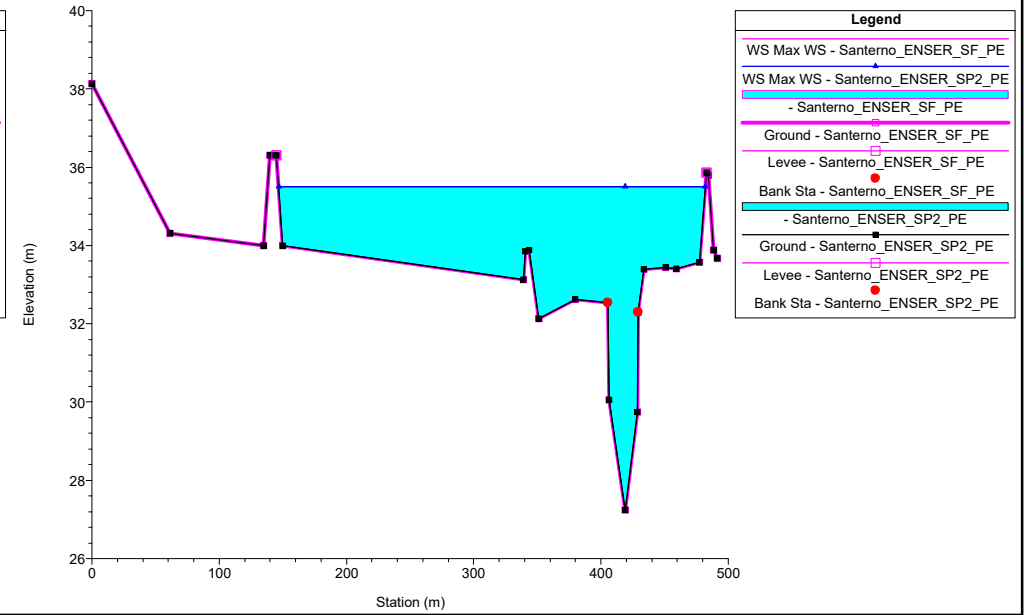
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 870 Sez K15 - SPEA estesa CTR



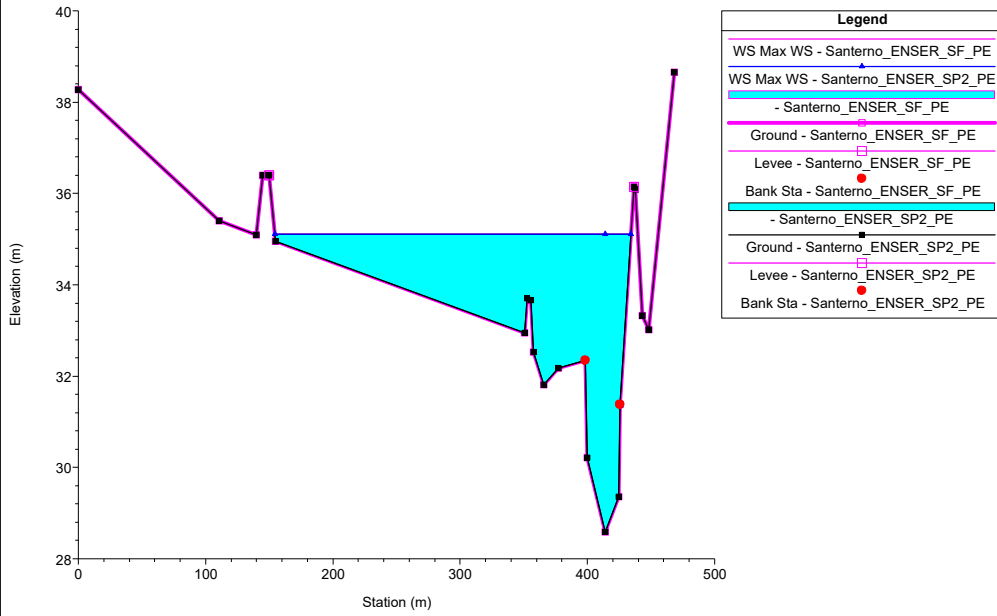
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 860 Sez K20 - SPEA estesa CTR



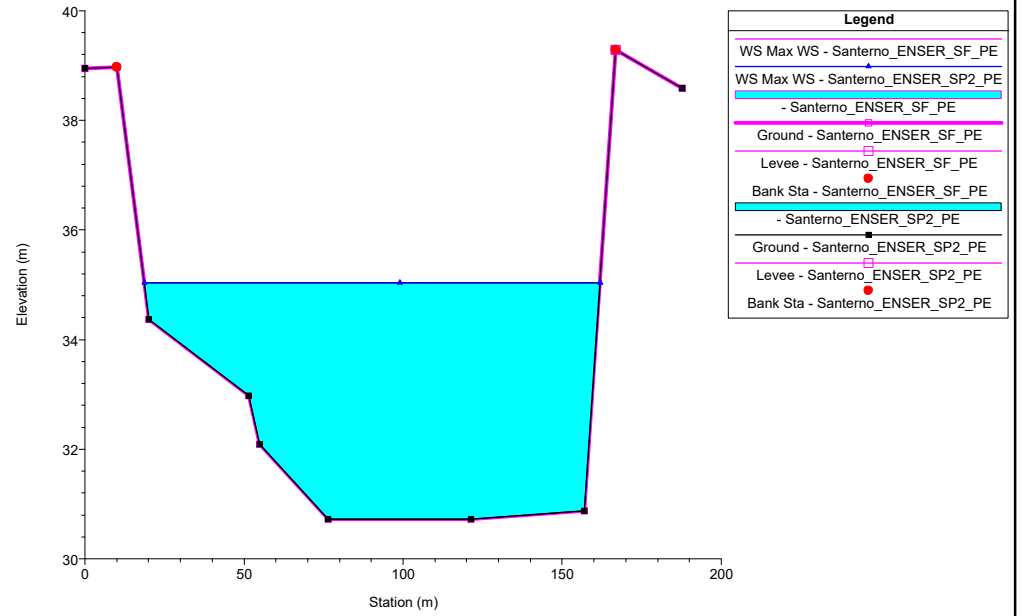
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 850 Sez K23 - SPEA estesa CTR



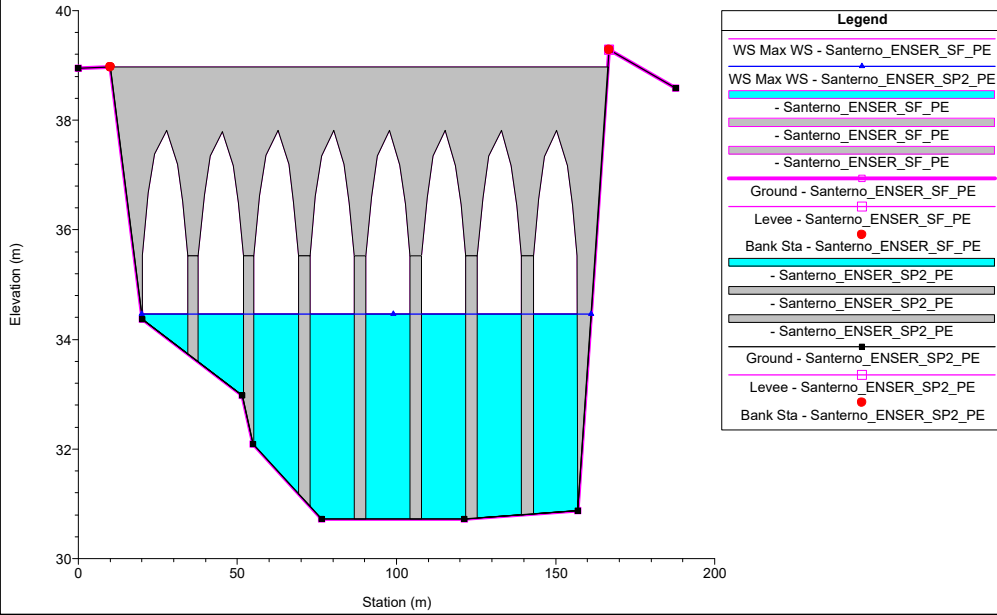
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 840 Sez K25 - SPEA estesa CTR



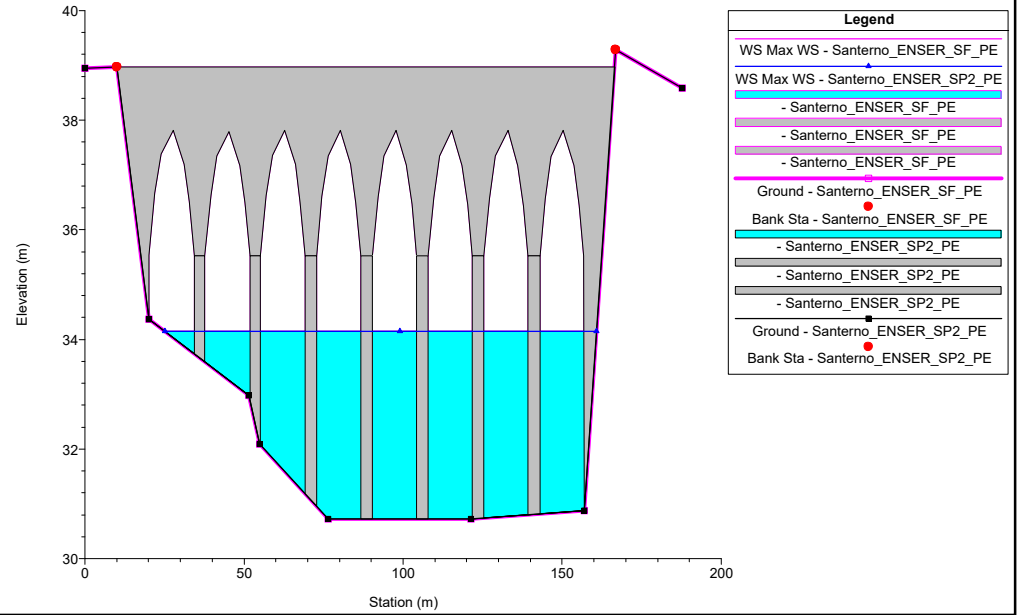
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 830 Sez. 37 - ADB Reno trasiata a monte di 115 m



ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 825 BR Ponte FFSS Bologna - Otranto

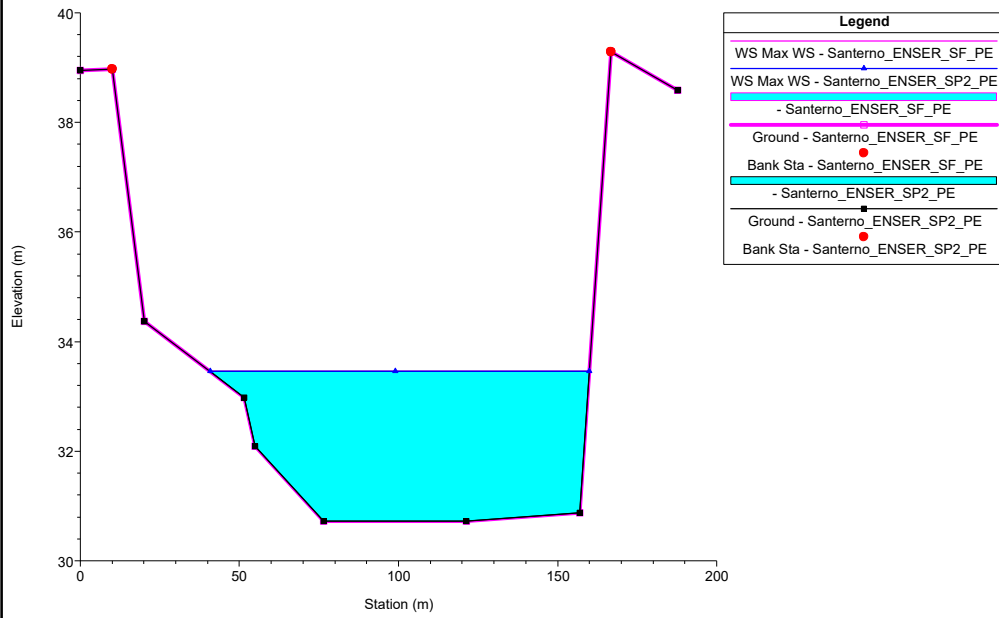


ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 825 BR Ponte FFSS Bologna - Otranto

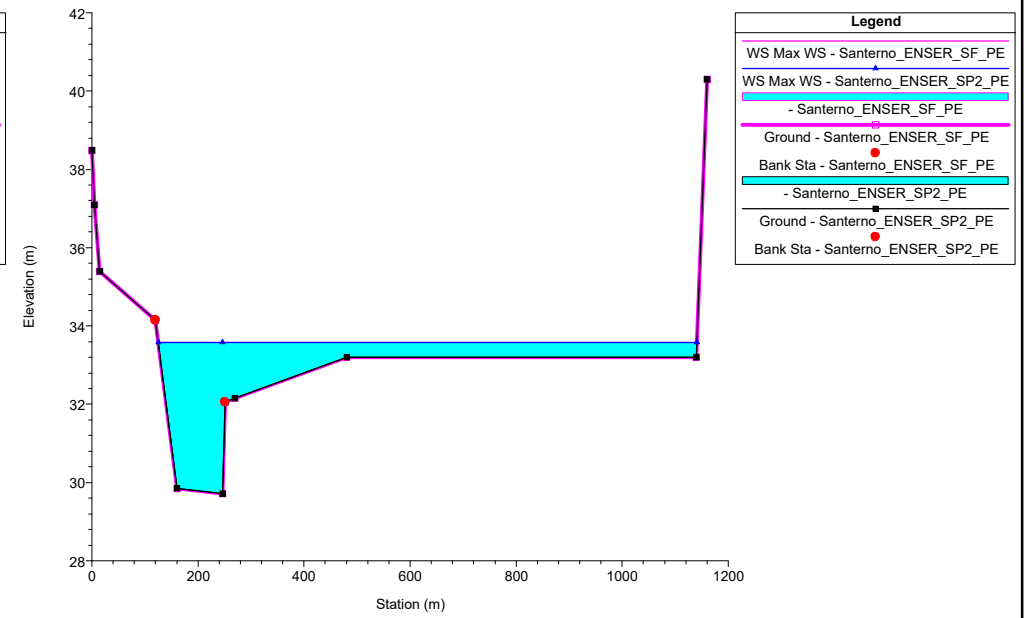




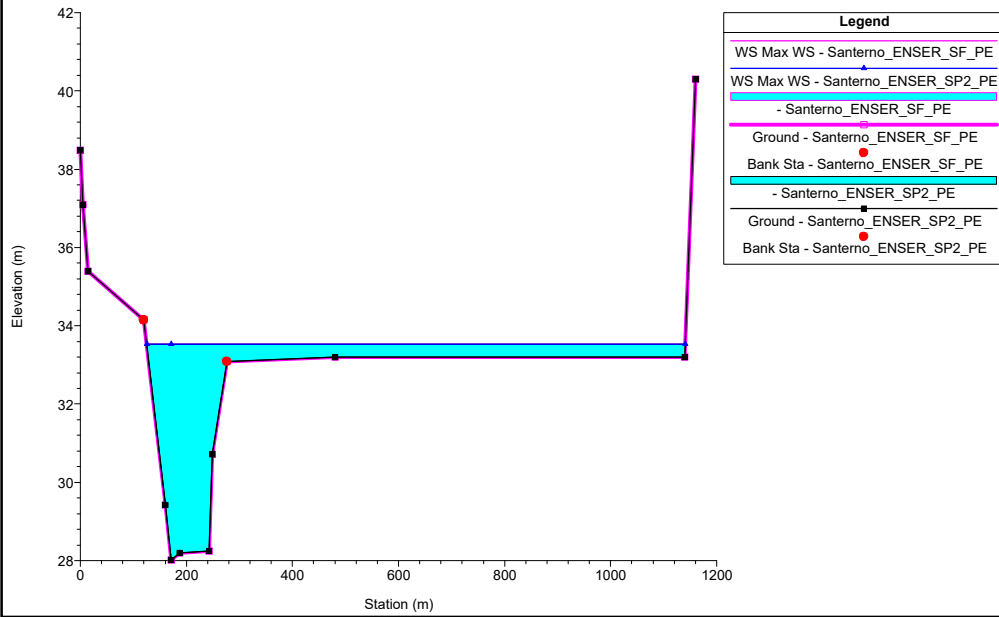
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 820 Sez. 37 - ADB Reno



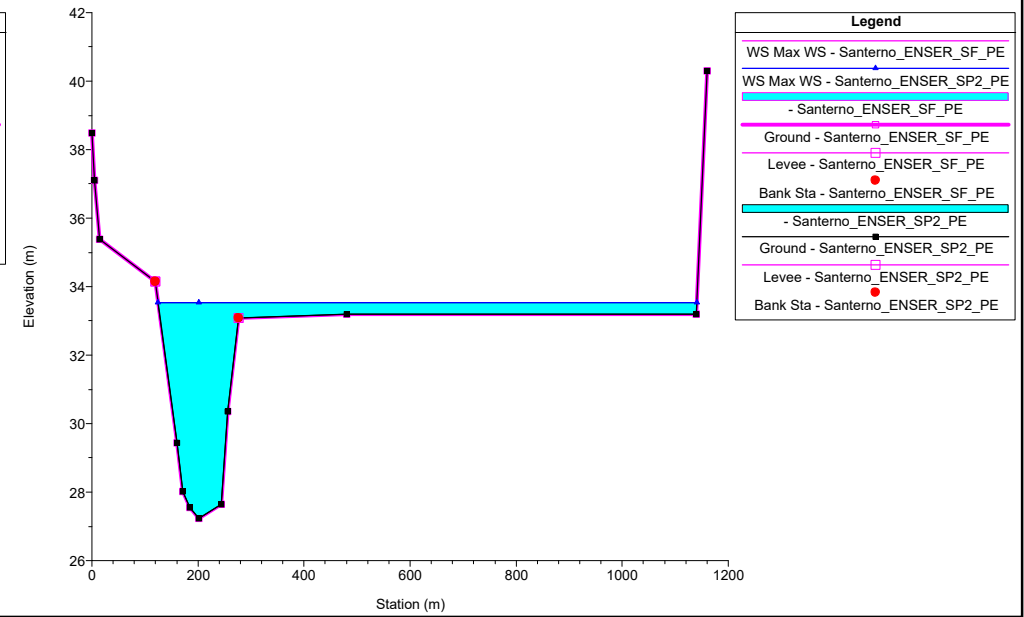
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 790 Sez. 38 b - ADB Reno estesa CTR



ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 780 Briglia a monte della Sez. 38 b - ADB Reno



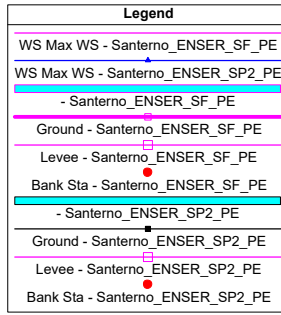
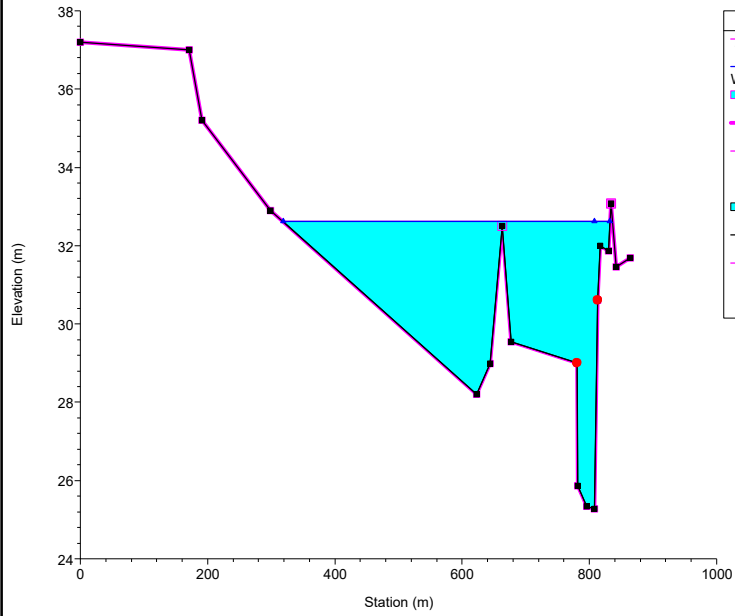
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 770 Sez. 38 b - ADB Reno



ENSER\_FiumeSanterno

Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE  
RS = 760 Sez. 39 - ADB Reno

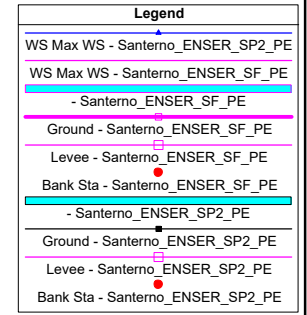
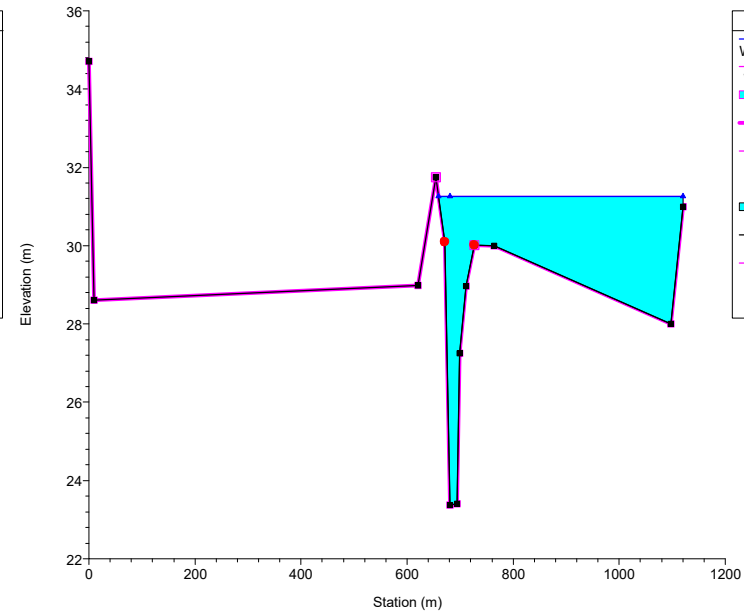
2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE



ENSER\_FiumeSanterno

Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE  
RS = 750 Sez. 40 - ADB Reno

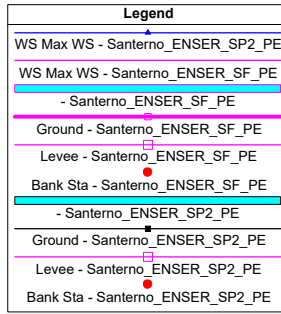
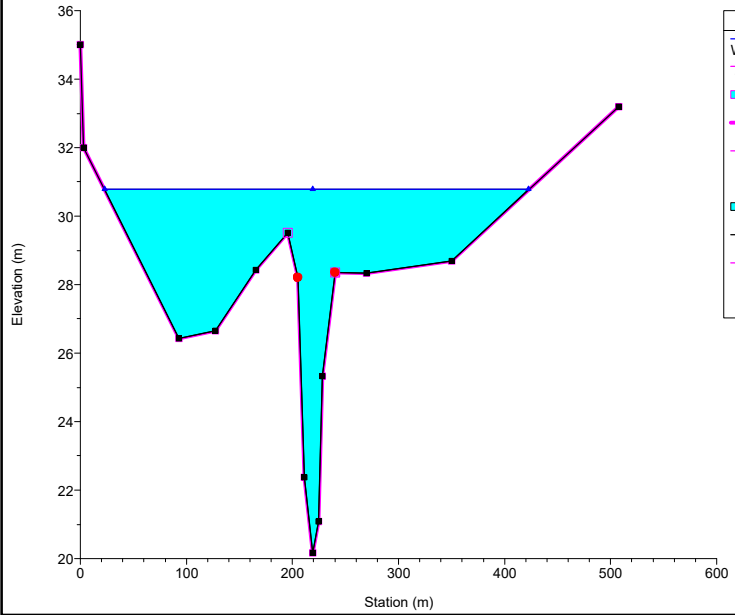
2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE



ENSER\_FiumeSanterno

Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE  
RS = 740 Sez. 41 - ADB Reno

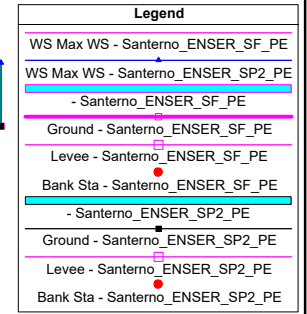
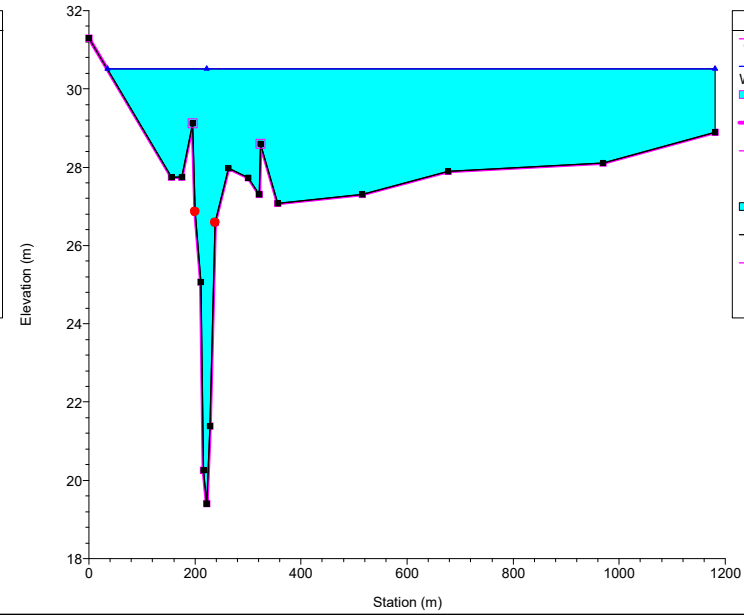
2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE



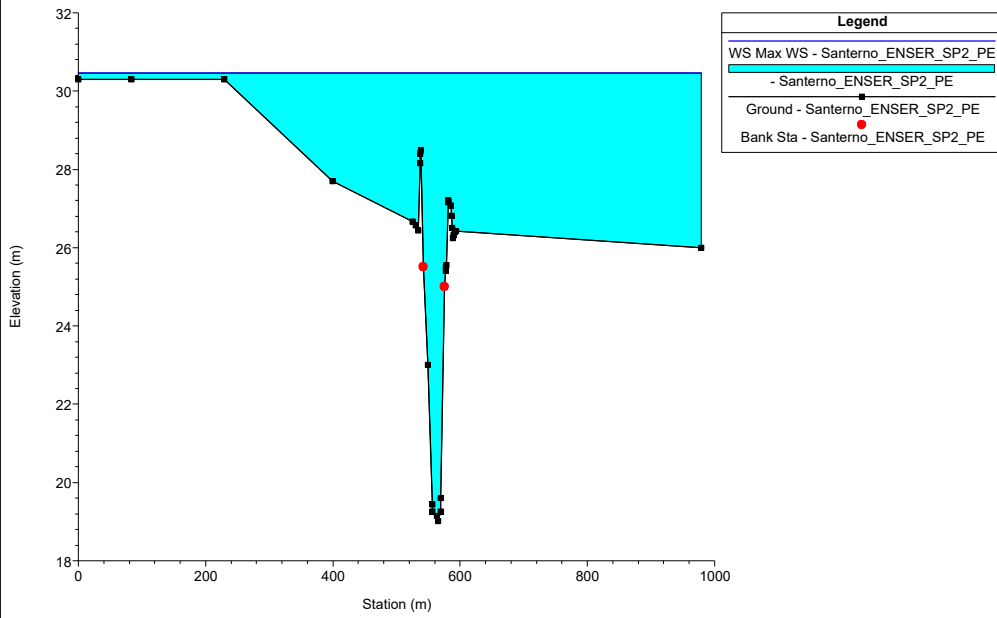
ENSER\_FiumeSanterno

Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE  
RS = 730 Sez. 42 - ADB Reno

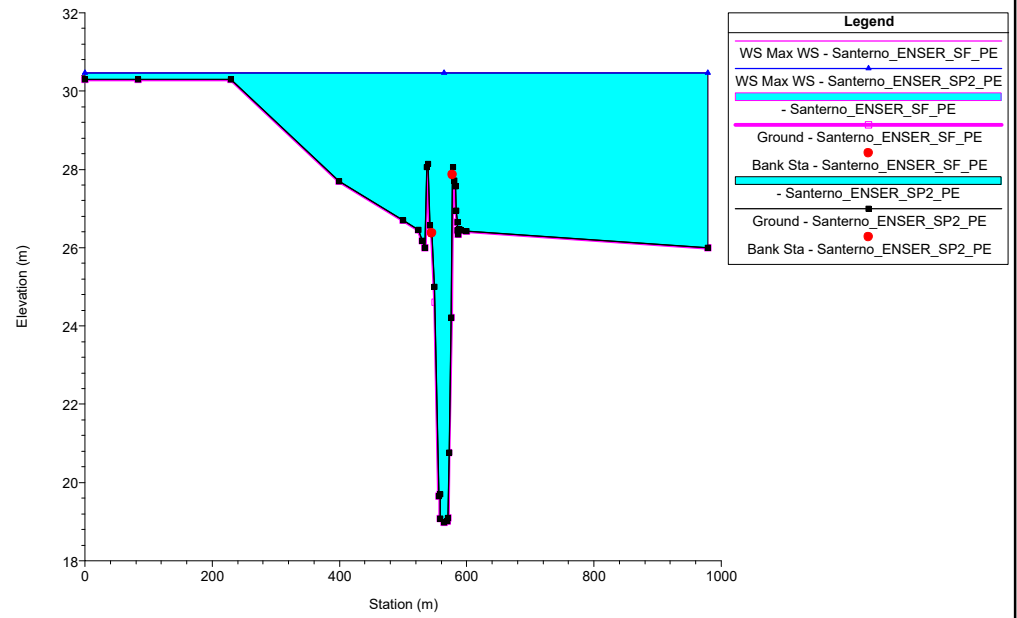
2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE



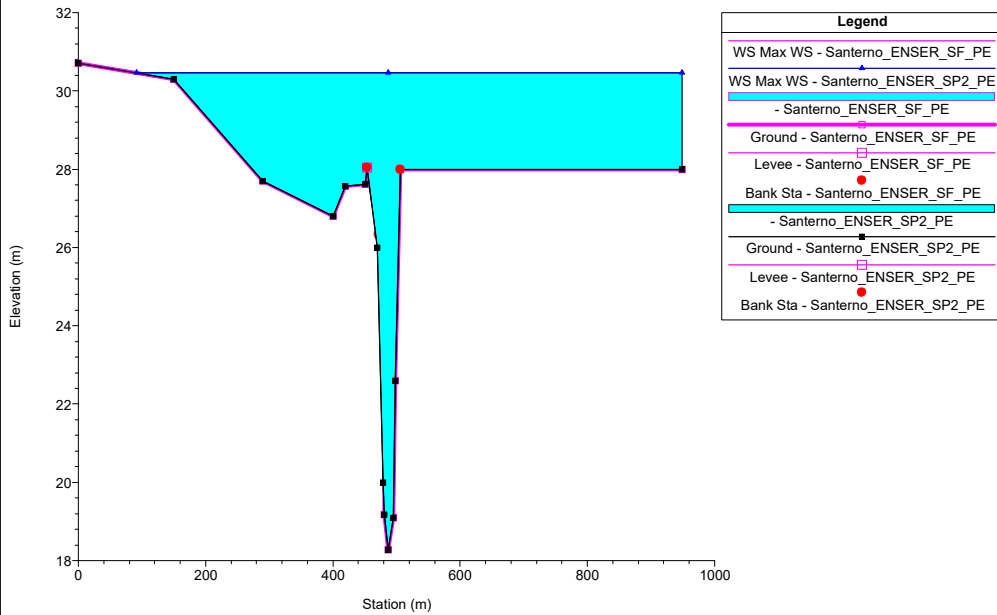
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 720.4



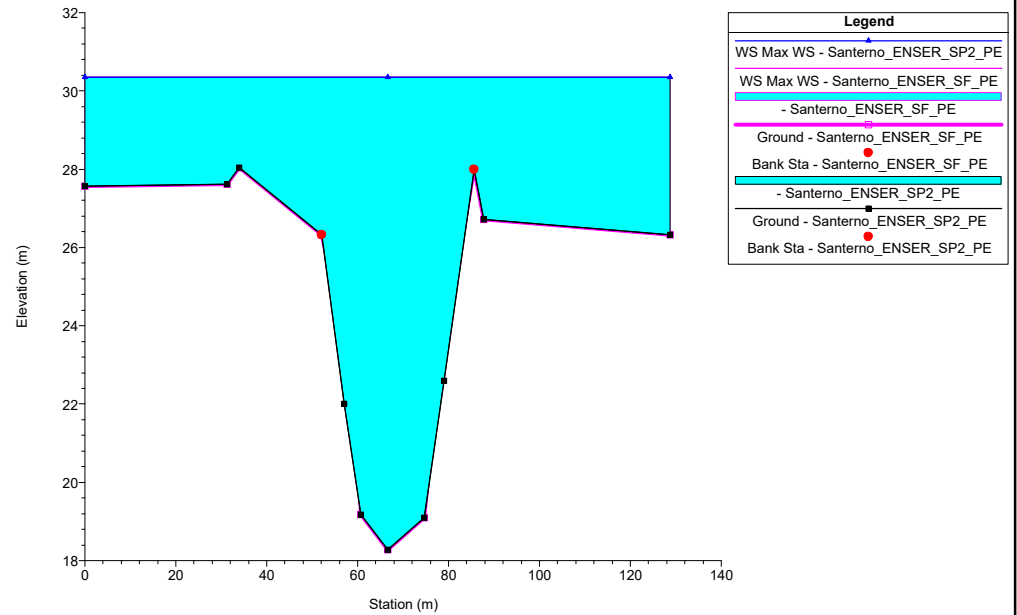
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 715 Poly\_2



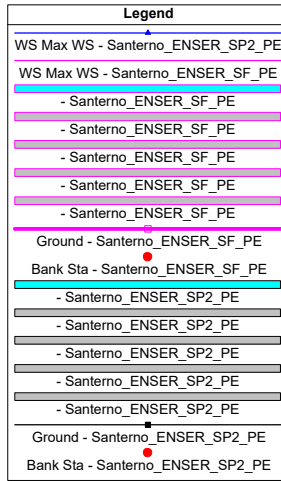
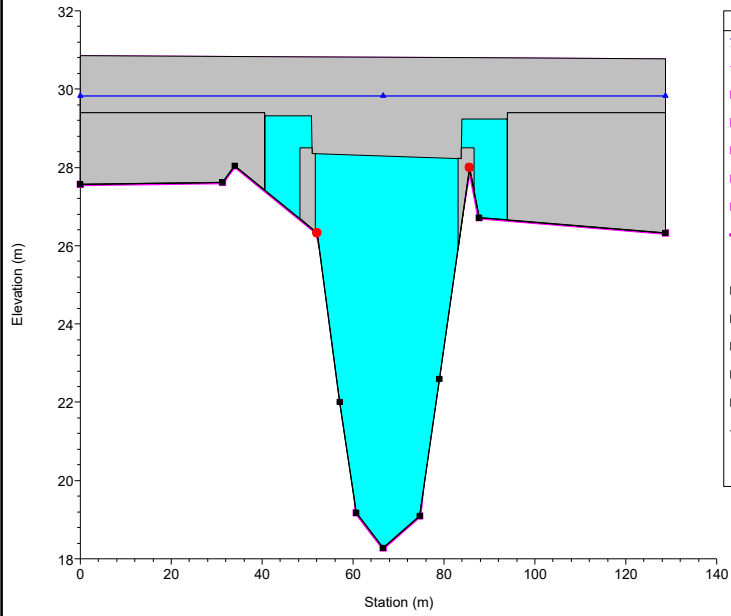
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 713 Sez. 43 - ADB Reno traslata a monte di 42 m estesa CTR



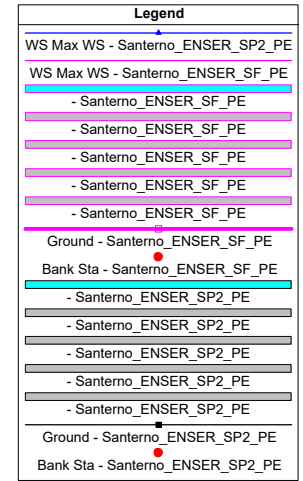
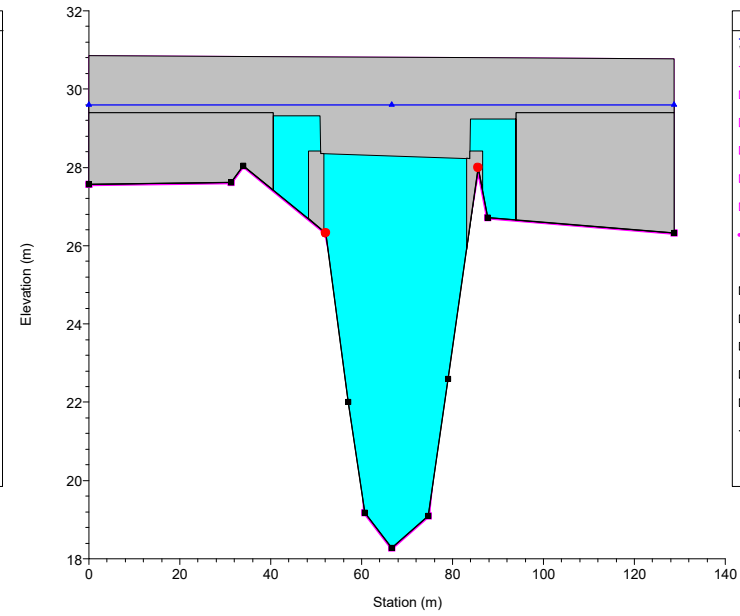
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 712 Sez. 43 - ADB Reno traslata a monte di 32 m



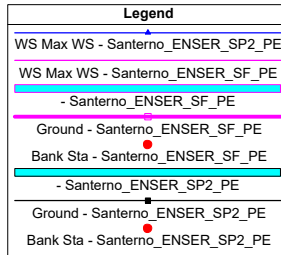
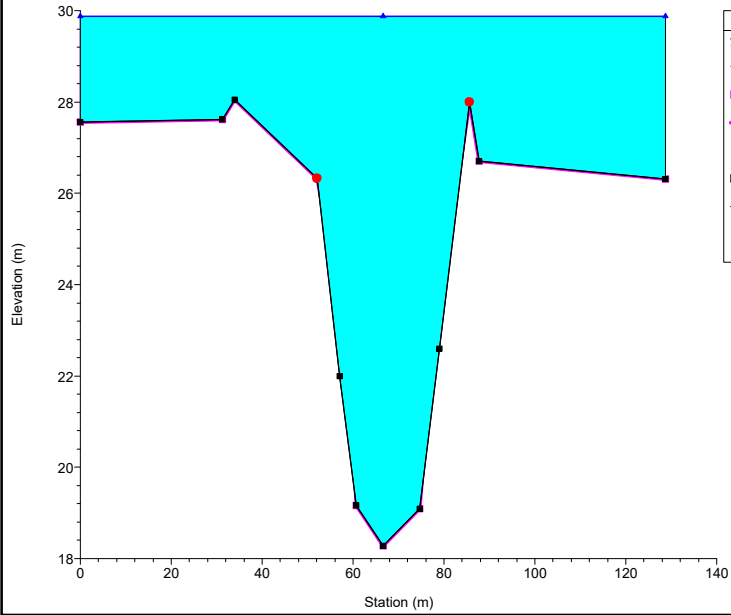
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 711 BR Ponte A14



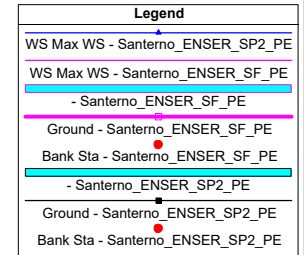
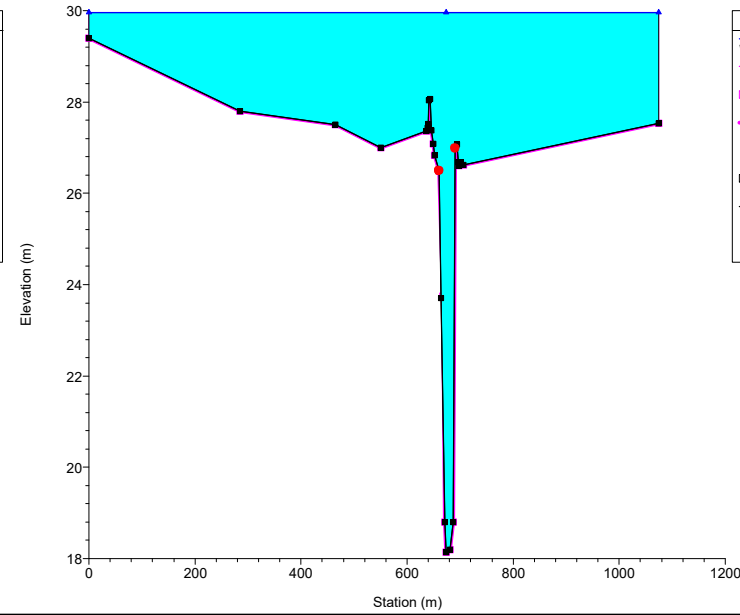
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 711 BR Ponte A14



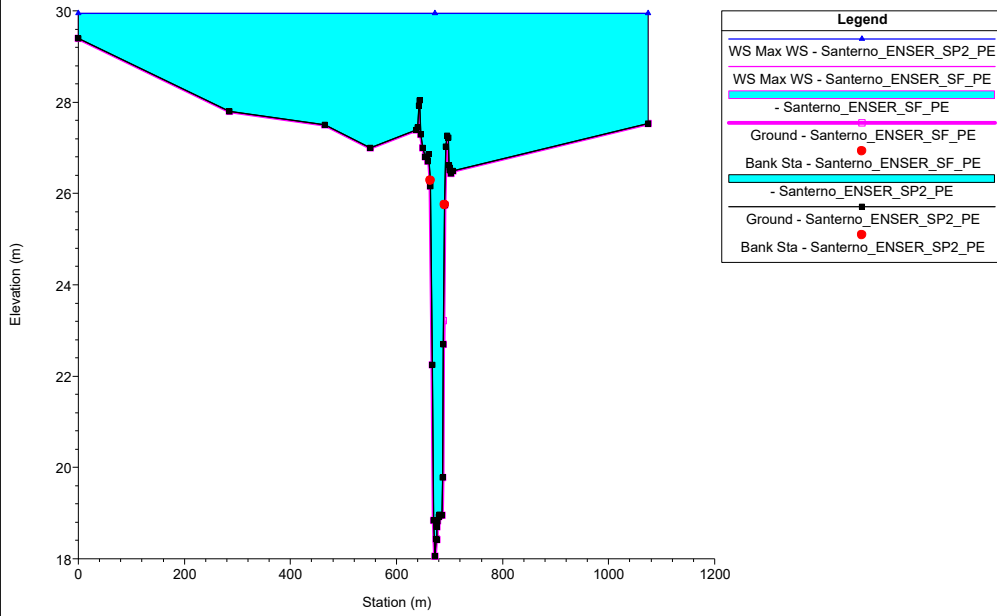
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 710 Sez. 43 - ADB Reno



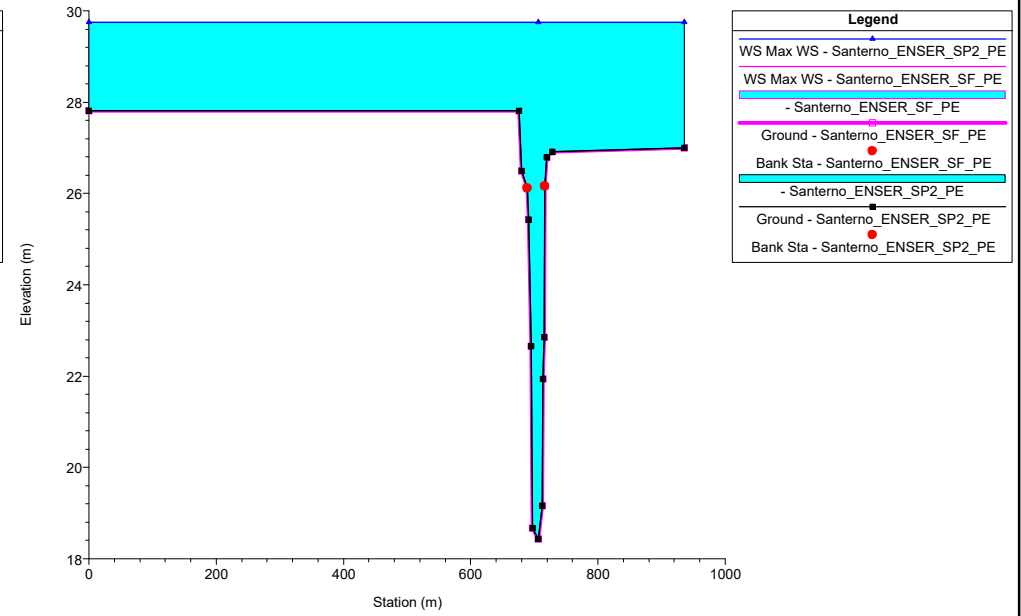
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 705 Poly\_4



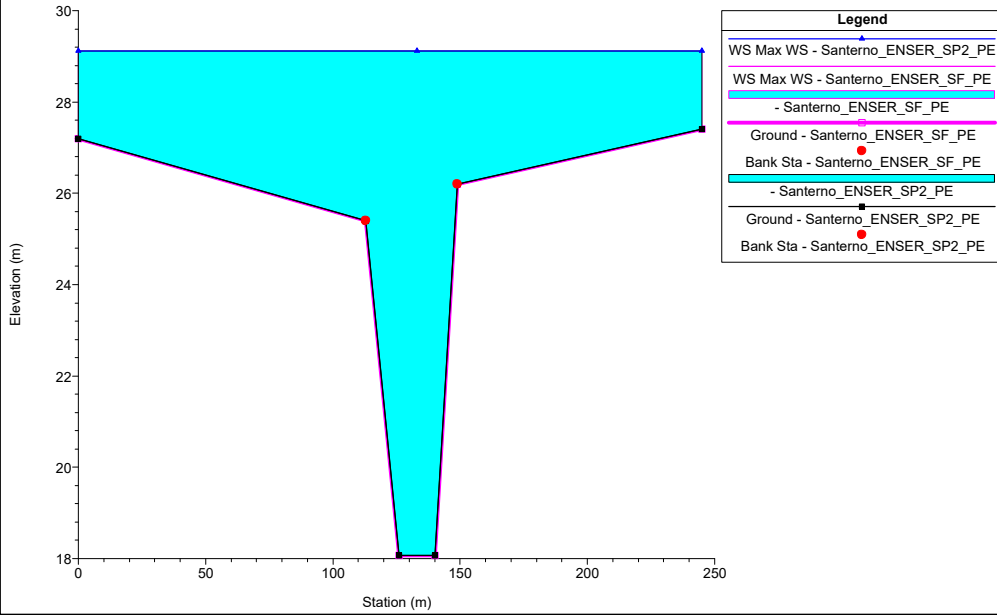
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 699



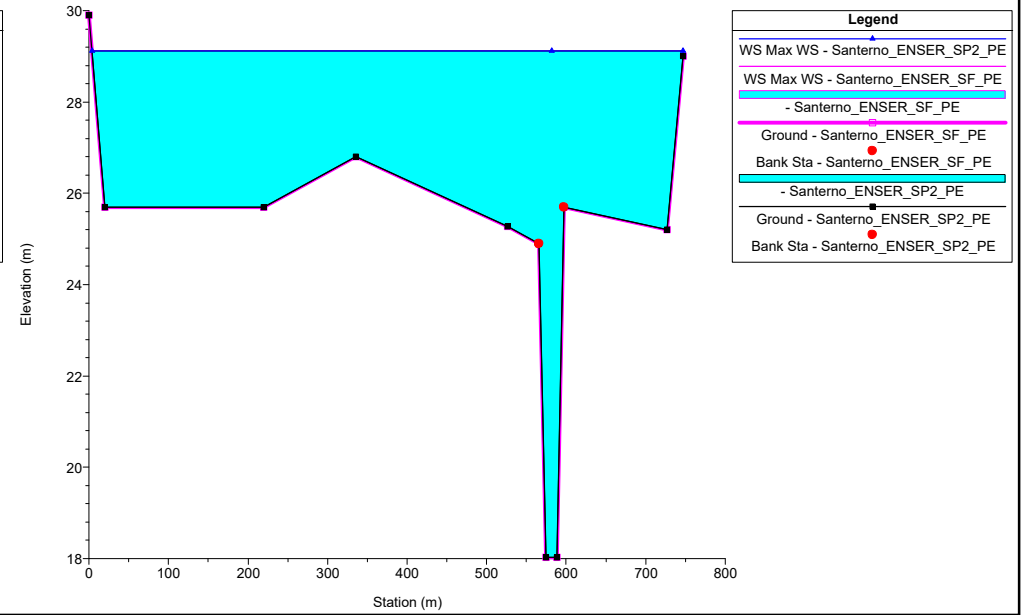
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 690 Sez. C12 - SPEA



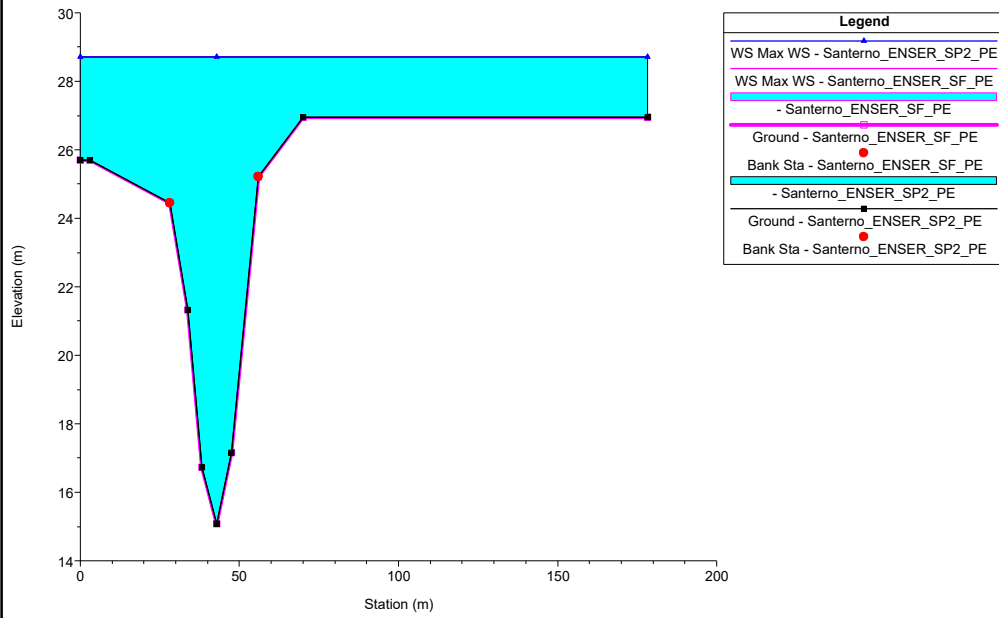
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 680 Sez. 43 BIS da Ril SPEA



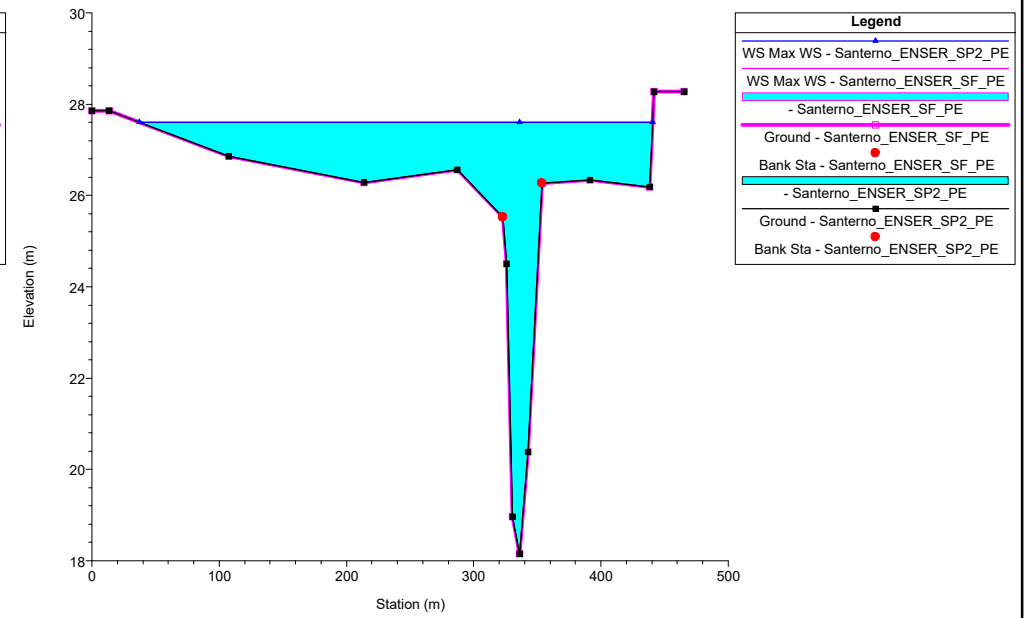
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 670 Sez. 43 tris Confluenza Rio Sanguinario Da Ril SPEA



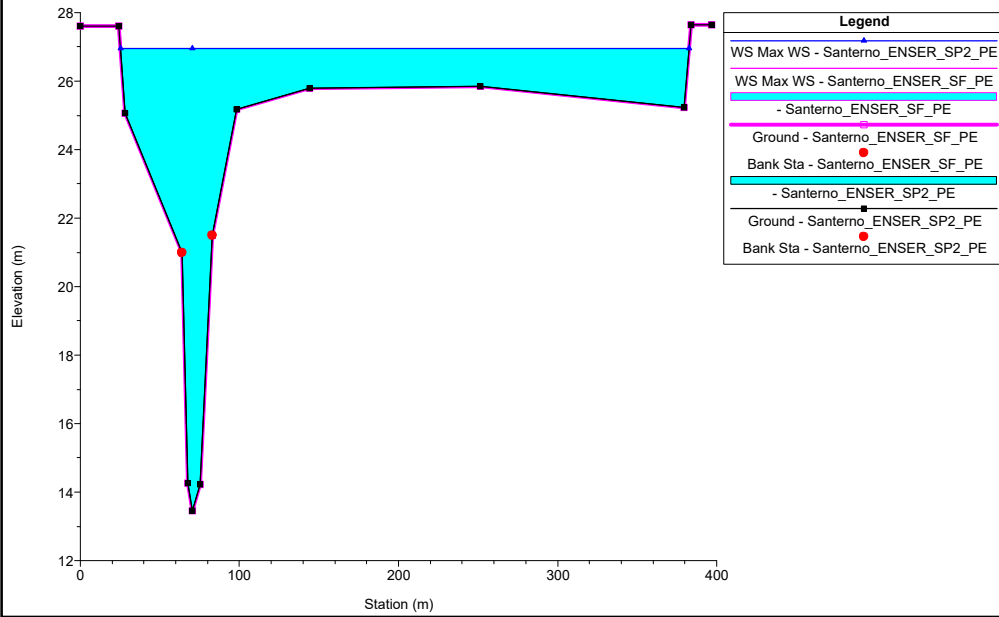
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 660 Sez. 44 - ADB Reno



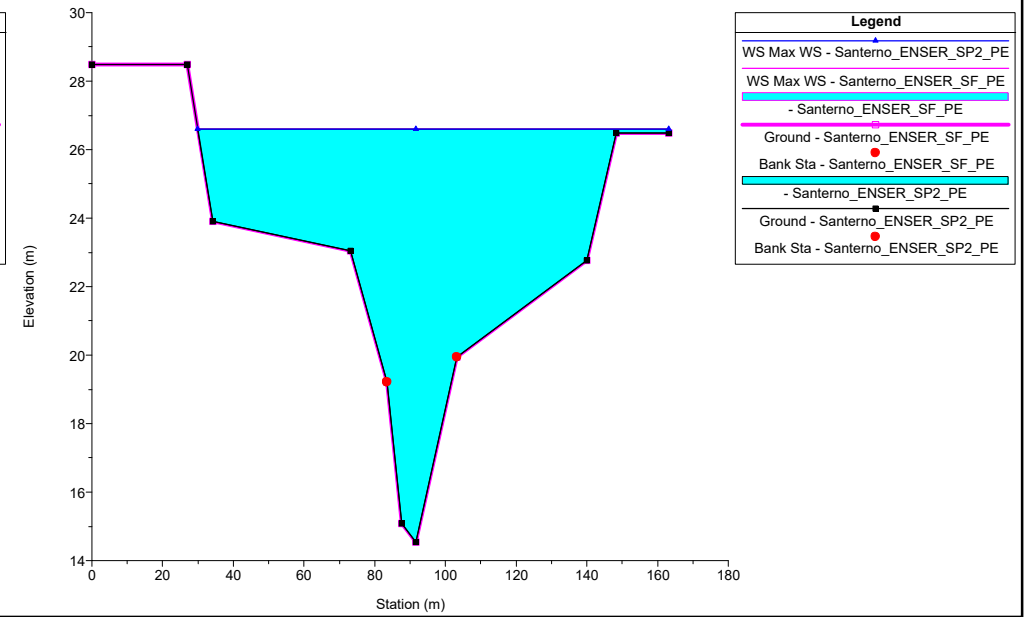
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 650 Sez. 45 - ADB Reno - Mod. x Vario



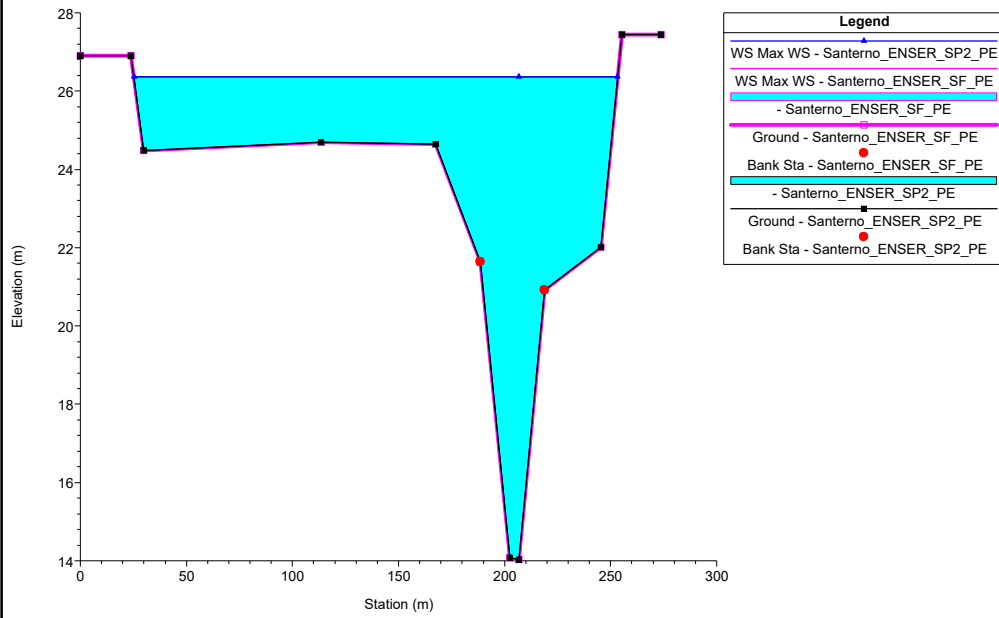
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 640 Sez. 46 - ADB Reno Mod. x Vario



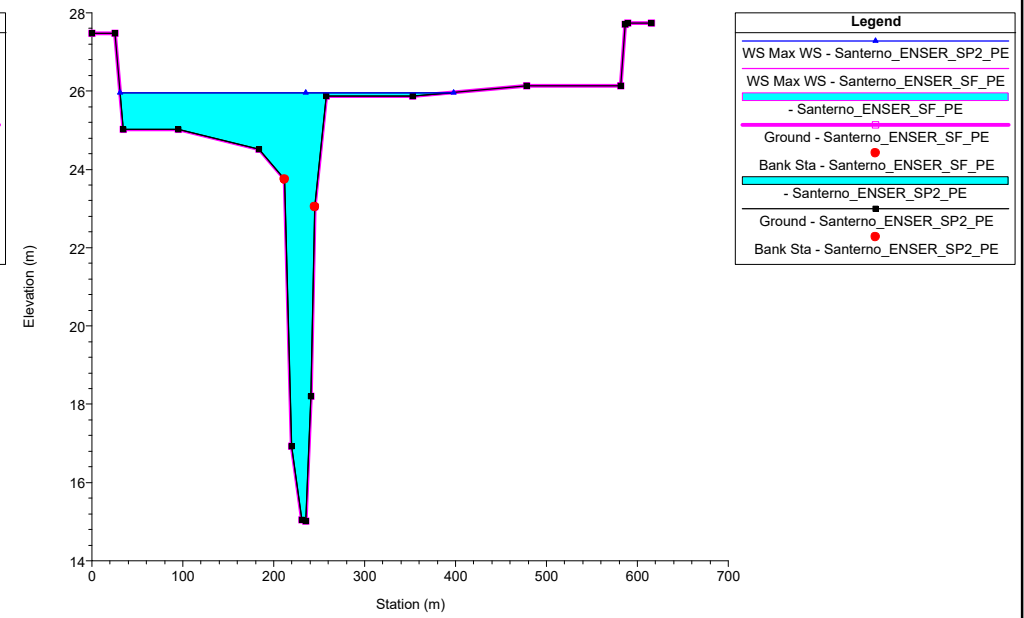
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 630 Sez. 47 - ADB Reno Mod. x Vario



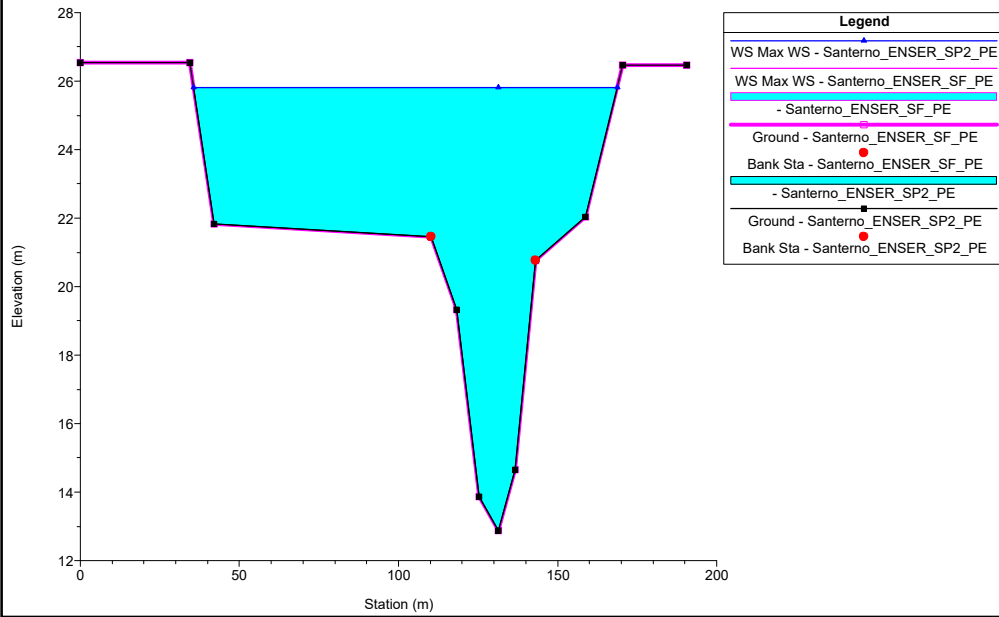
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 620 Sez. 48 - ADB Reno Mod. x Vario



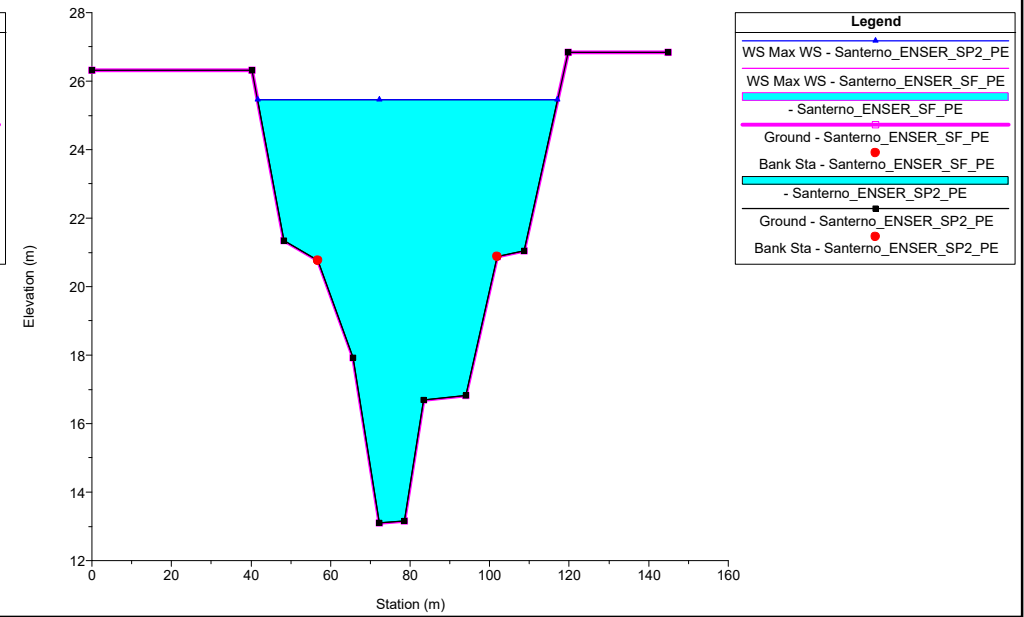
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 610 Sez. 49 - ADB Reno Mod. x Vario



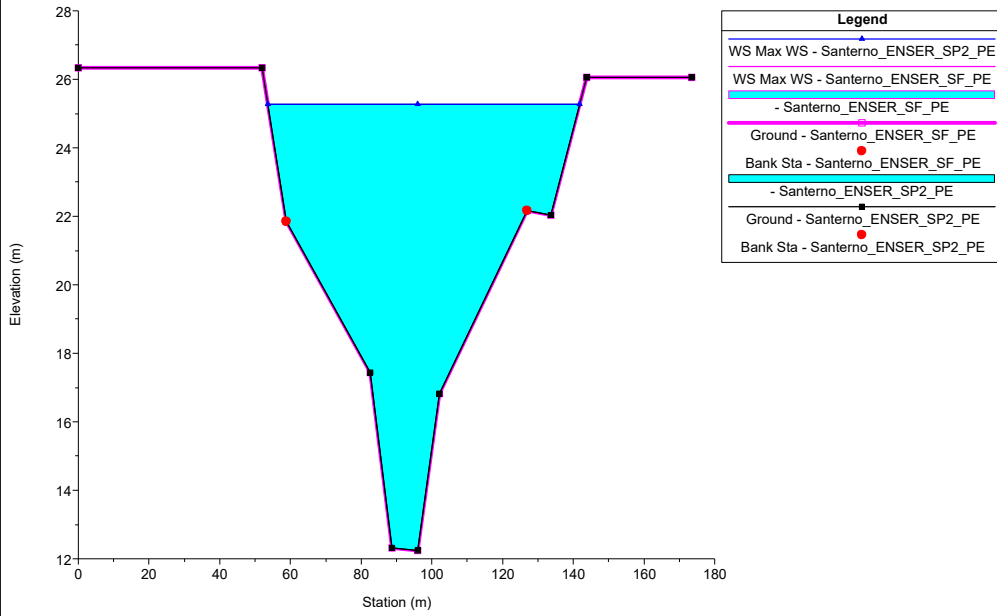
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 600 Sez. 50 - ADB Reno Mod. x Vario



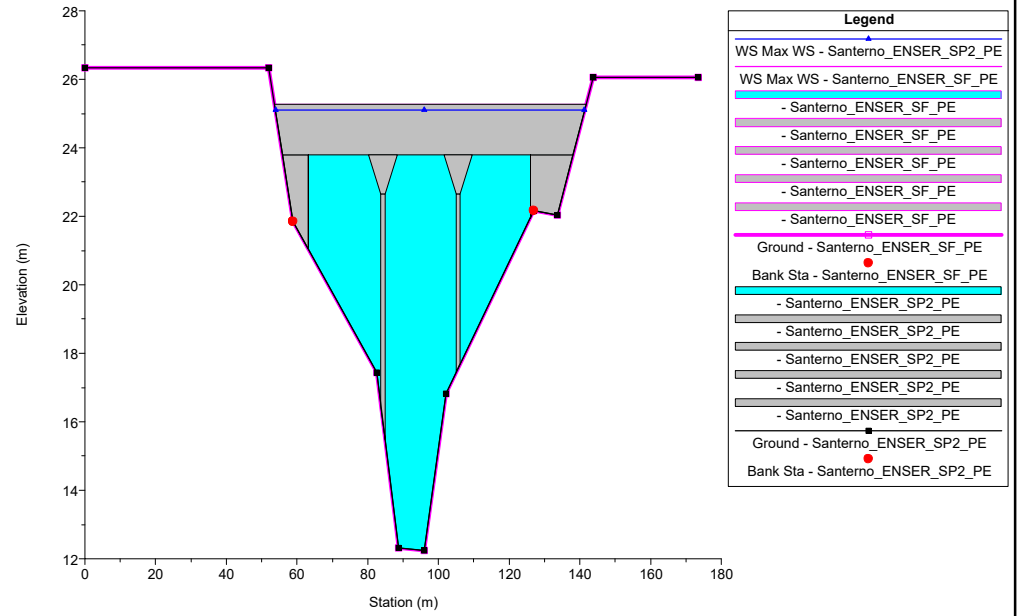
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 590 Sez. 51 - ADB Reno Mod. x Vario



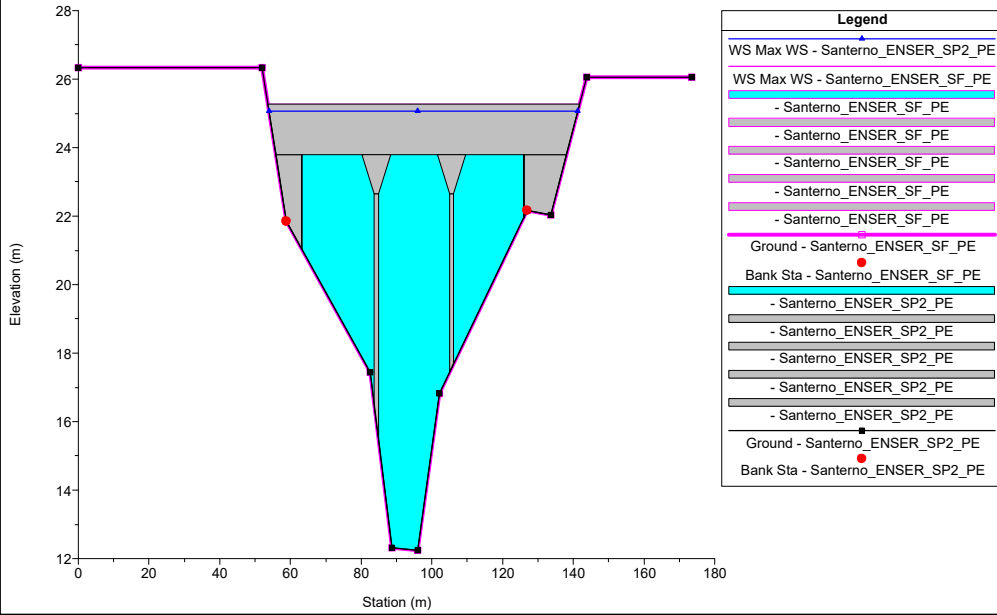
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 580 Sez. 52 - ADB Reno traslata a monte 12 m Mod. x Vario



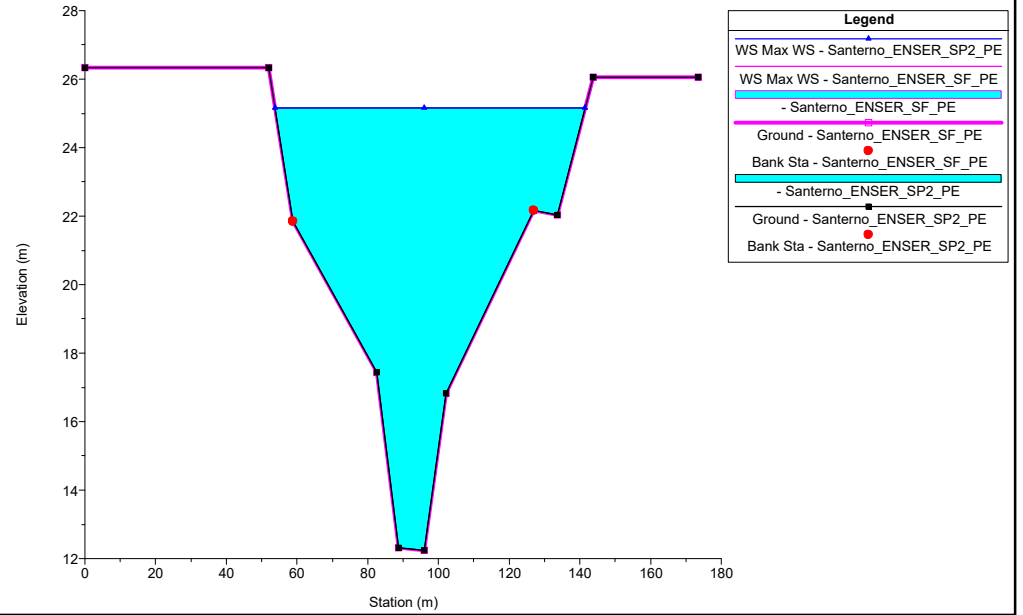
ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 575 BR Ponte di Mordano



ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 575 BR Ponte di Mordano

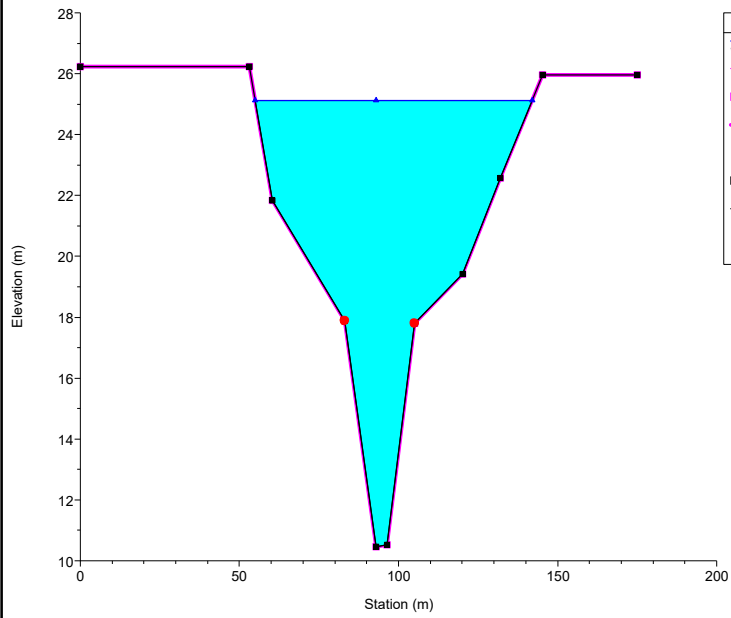


ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 570 Sez. 52 - ADB Reno Mod. x Vario



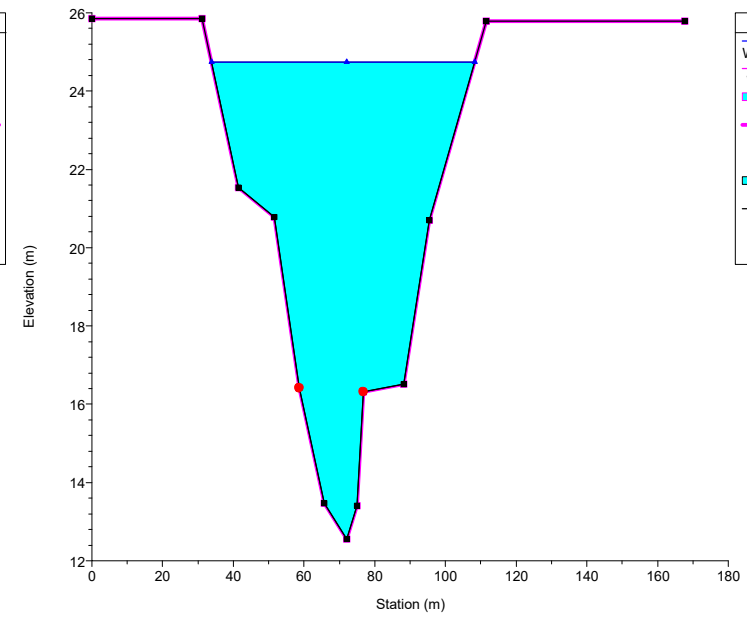


ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 560 Sez. 52 b - ADB Reno Mod. x Vario



Legend	
WS Max WS - Santerno_ENSER_SP2_PE	▲
WS Max WS - Santerno_ENSER_SF_PE	▲
- Santerno_ENSER_SF_PE	■
Ground - Santerno_ENSER_SF_PE	■
Bank Sta - Santerno_ENSER_SF_PE	●
- Santerno_ENSER_SP2_PE	■
Ground - Santerno_ENSER_SP2_PE	■
Bank Sta - Santerno_ENSER_SP2_PE	●

ENSER\_FiumeSanterno Plan: 1) Santerno\_ENSER\_SP2\_PE 2) Santerno\_ENSER\_SF\_PE  
RS = 550 Sez. 53 - ADB Reno Mod. x Vario



Legend	
WS Max WS - Santerno_ENSER_SP2_PE	▲
WS Max WS - Santerno_ENSER_SF_PE	▲
- Santerno_ENSER_SF_PE	■
Ground - Santerno_ENSER_SF_PE	■
Bank Sta - Santerno_ENSER_SF_PE	●
- Santerno_ENSER_SP2_PE	■
Ground - Santerno_ENSER_SP2_PE	■
Bank Sta - Santerno_ENSER_SP2_PE	●

## APPENDICE 12

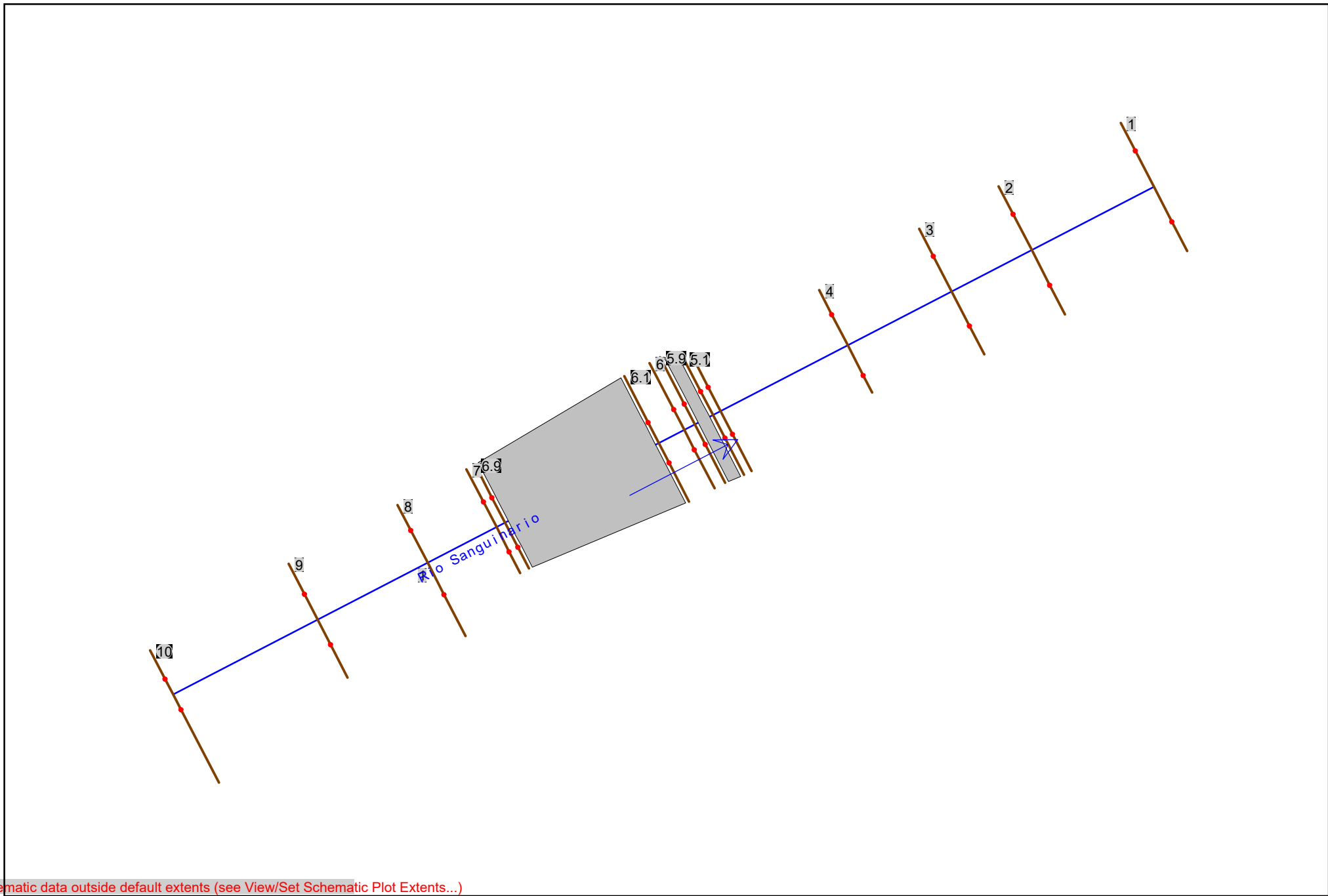
### Rio Sanguinario: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: Sang\_SF2\_R1bis River: Rio Sanguinario Reach: 1 Profile: Q200

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
1	10	Q200	61.00	21.37	25.95		26.04	0.001238	1.45	50.76	28.70	0.26
1	9	Q200	61.00	20.41	25.95		25.99	0.000423	0.99	66.75	28.87	0.16
1	8	Q200	61.00	20.21	25.92		25.98	0.000602	1.02	61.18	27.95	0.19
1	7	Q200	61.00	20.37	25.90		25.96	0.000566	1.07	63.28	28.54	0.18
1	6.9	Q200	61.00	20.37	25.90	22.97	25.96	0.000569	1.07	63.15	28.51	0.18
1	6.5		Bridge									
1	6.1	Q200	61.00	19.49	25.89		25.93	0.000382	0.99	71.58	28.47	0.15
1	6	Q200	61.00	19.49	25.89		25.93	0.000383	1.00	71.49	28.45	0.15
1	5.9	Q200	61.00	19.49	25.88	22.49	25.93	0.000384	1.00	71.46	28.44	0.15
1	5.5		Bridge									
1	5.1	Q200	61.00	19.32	25.89		25.93	0.000366	0.94	71.86	26.09	0.15
1	5	Q200	61.00	19.32	25.88		25.93	0.000366	0.94	71.83	26.09	0.15
1	4	Q200	61.00	19.07	25.86		25.91	0.000473	0.95	65.57	25.88	0.16
1	3	Q200	61.00	19.05	25.86		25.89	0.000301	0.80	76.89	28.92	0.13
1	2	Q200	61.00	19.23	25.86		25.89	0.000275	0.78	79.09	27.06	0.13
1	1	Q200	61.00	18.93	25.85	21.73	25.88	0.000208	0.71	88.60	39.13	0.11

HEC-RAS Plan: Sanguinario\_ River: Rio Sanguinario Reach: 1 Profile: Q200

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
1	10	Q200	61.00	21.37	25.98		26.06	0.001375	1.38	51.62	28.75	0.25
1	9	Q200	61.00	20.41	25.97		26.01	0.000507	0.98	67.36	28.91	0.16
1	8	Q200	61.00	20.21	25.94		25.99	0.000727	1.01	61.67	28.67	0.19
1	7	Q200	61.00	20.37	25.93		25.98	0.000672	1.05	63.87	28.69	0.18
1	6.9	Q200	61.00	20.37	25.92	22.97	25.98	0.000673	1.05	63.81	28.68	0.18
1	6.5		Bridge									
1	6.1	Q200	61.00	19.49	25.90		25.95	0.000453	0.98	71.95	28.58	0.15
1	6	Q200	61.00	19.49	25.90		25.94	0.000455	0.98	71.84	28.55	0.15
1	5.9	Q200	61.00	19.49	25.90	22.49	25.94	0.000456	0.98	71.80	28.54	0.15
1	5.5		Bridge									
1	5.1	Q200	61.00	19.32	25.90		25.94	0.000437	0.93	72.15	26.16	0.15
1	5	Q200	61.00	19.32	25.90		25.94	0.000438	0.93	72.12	26.16	0.15
1	4	Q200	61.00	19.07	25.87		25.92	0.000579	0.95	65.74	25.89	0.16
1	3	Q200	61.00	19.05	25.86		25.90	0.000371	0.80	77.00	29.05	0.13
1	2	Q200	61.00	19.23	25.86		25.89	0.000338	0.78	79.15	27.14	0.13
1	1	Q200	61.00	18.93	25.85	21.73	25.88	0.000256	0.71	88.60	39.13	0.11

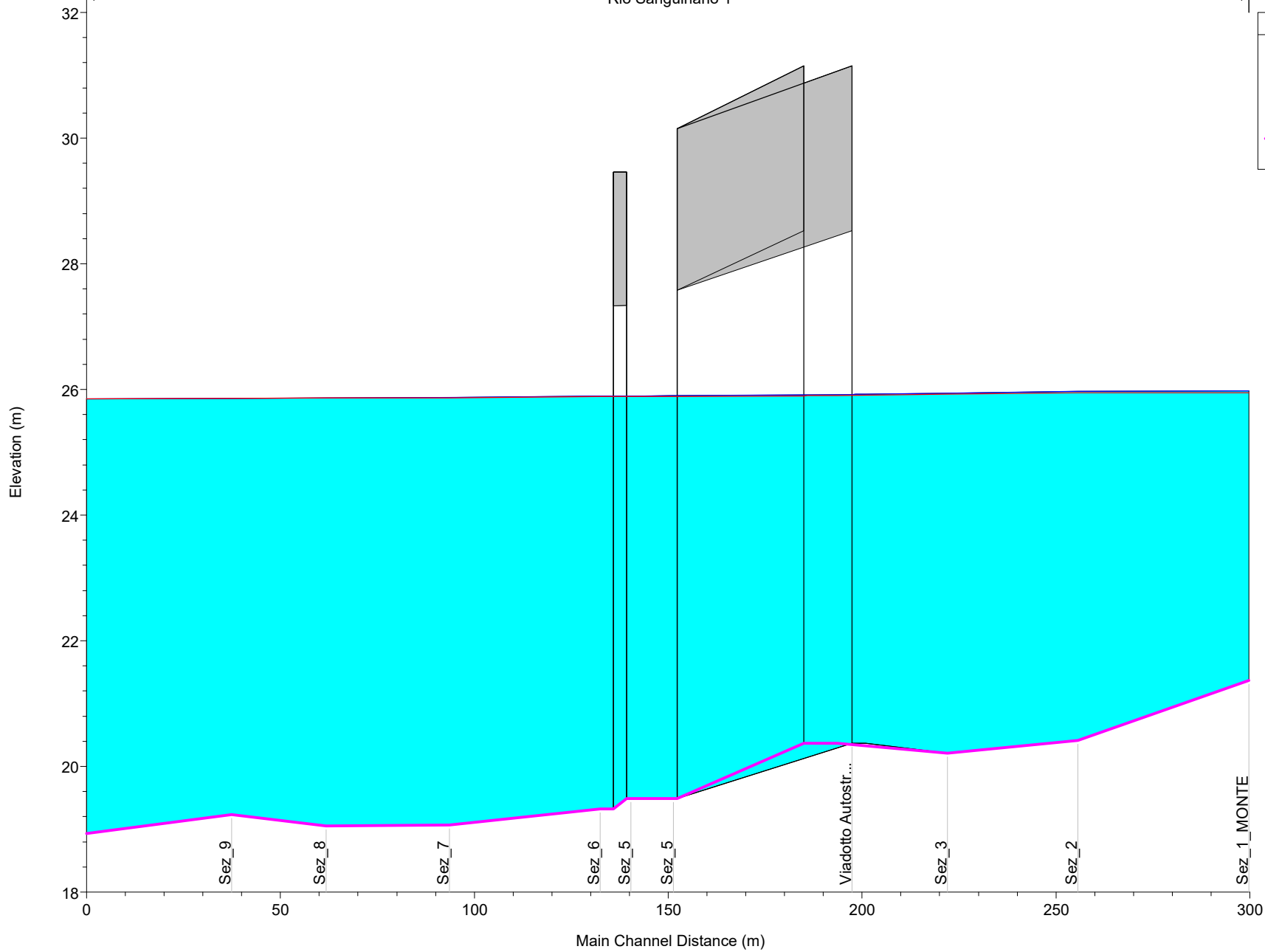


Some schematic data outside default extents (see View/Set Schematic Plot Extents...)

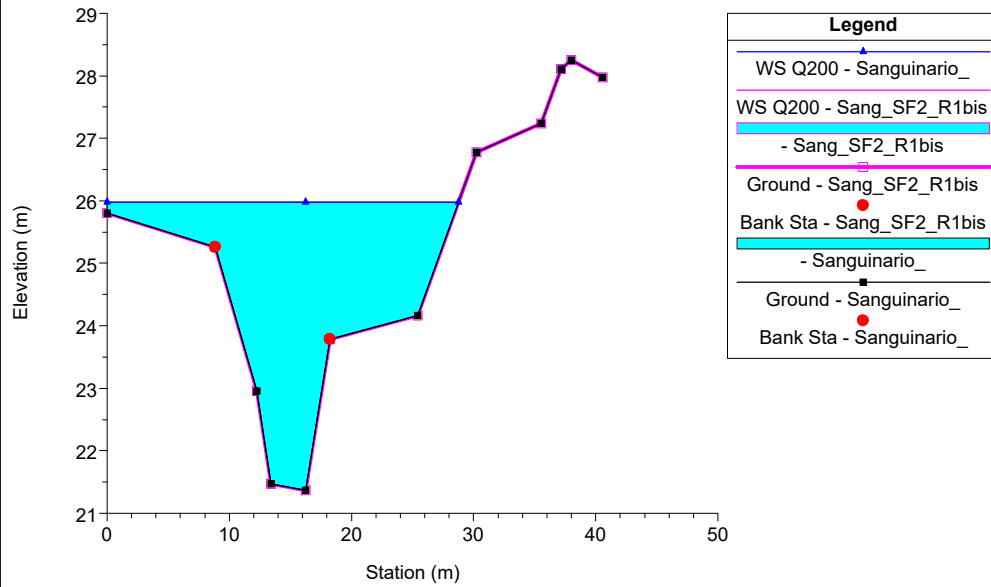
Rio Sanguinario 1

**Legend**

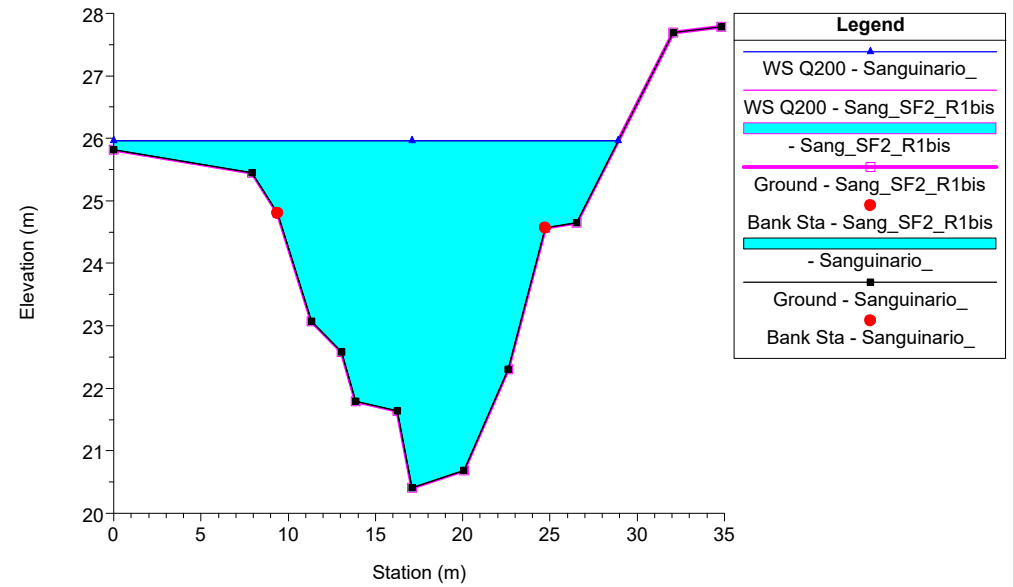
- WS Q200 - Sanguinario\_
- WS Q200 - Sang\_SF2\_R1bis
- Ground
- Ground



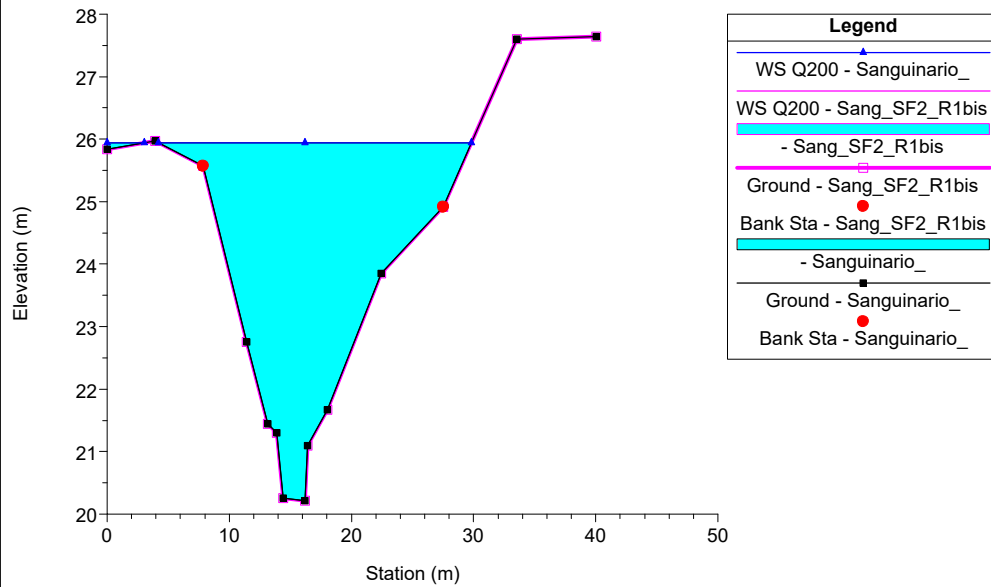
RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 10 Sez\_1\_MONTE



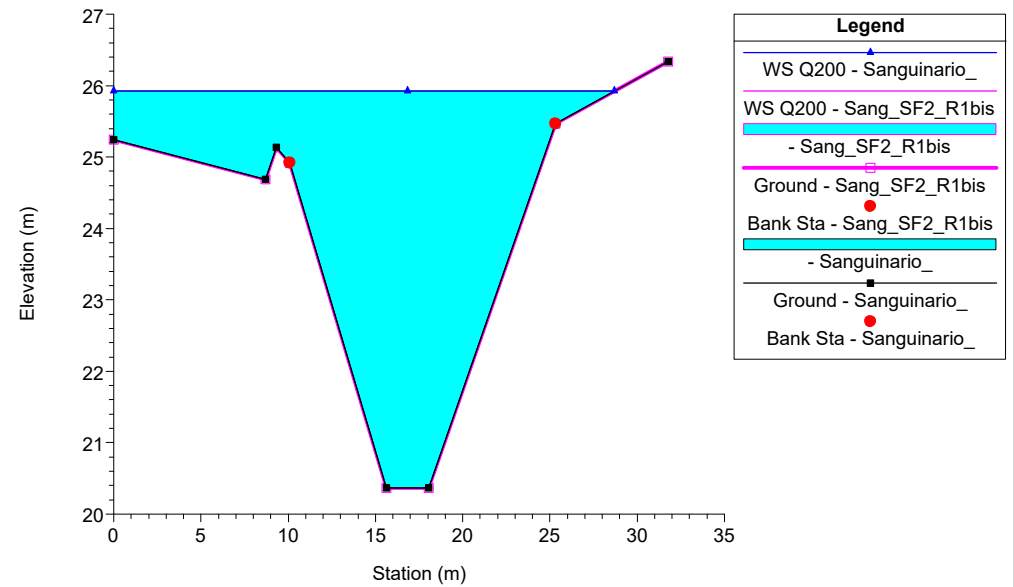
RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 9 Sez\_2



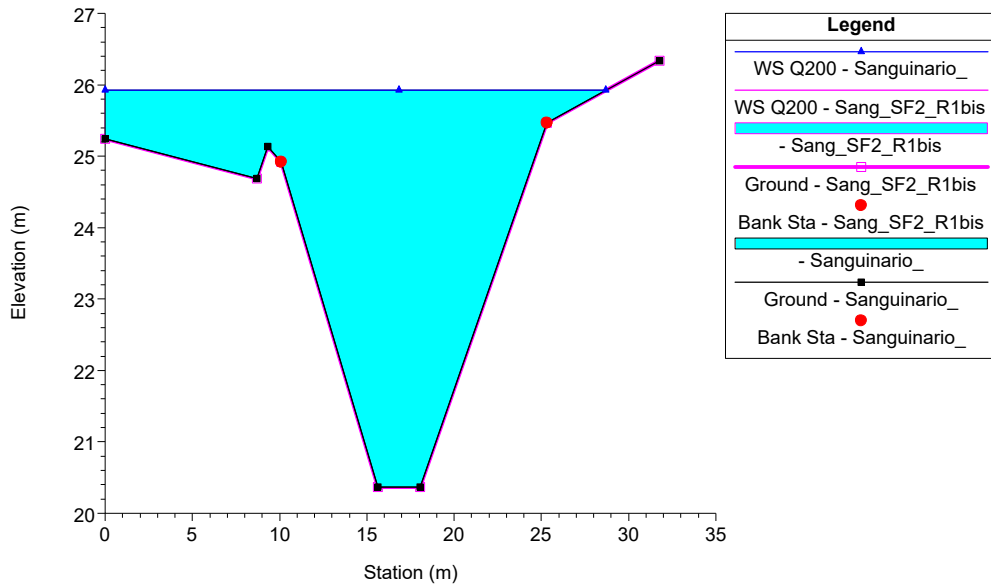
RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 8 Sez\_3



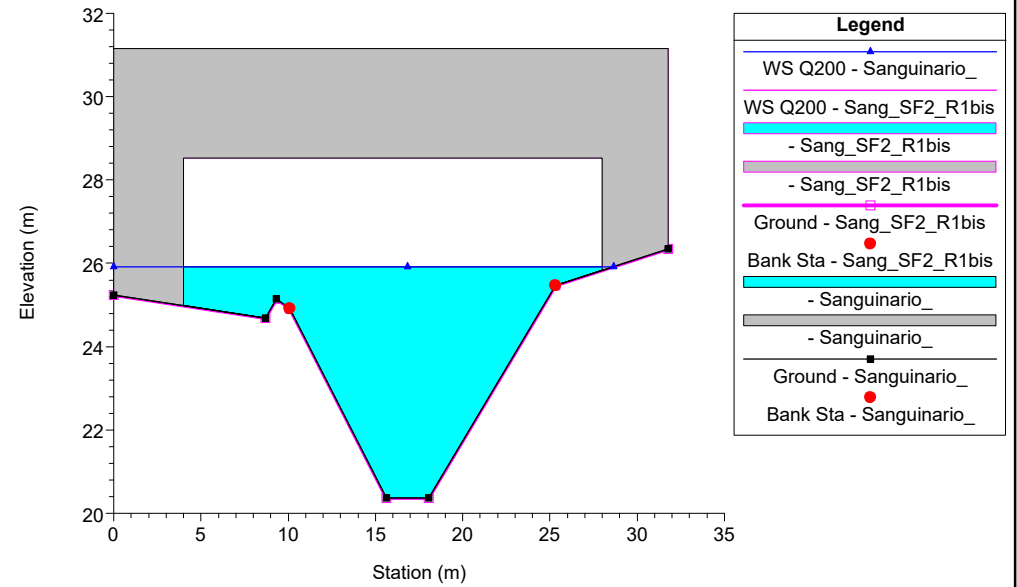
RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 7 Sez\_4



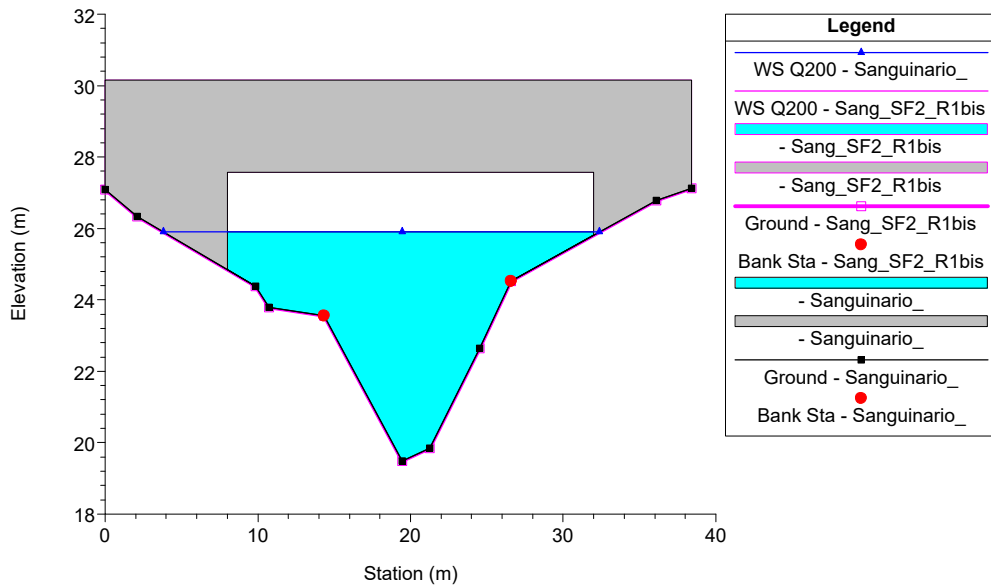
RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 6.9 Sez\_4



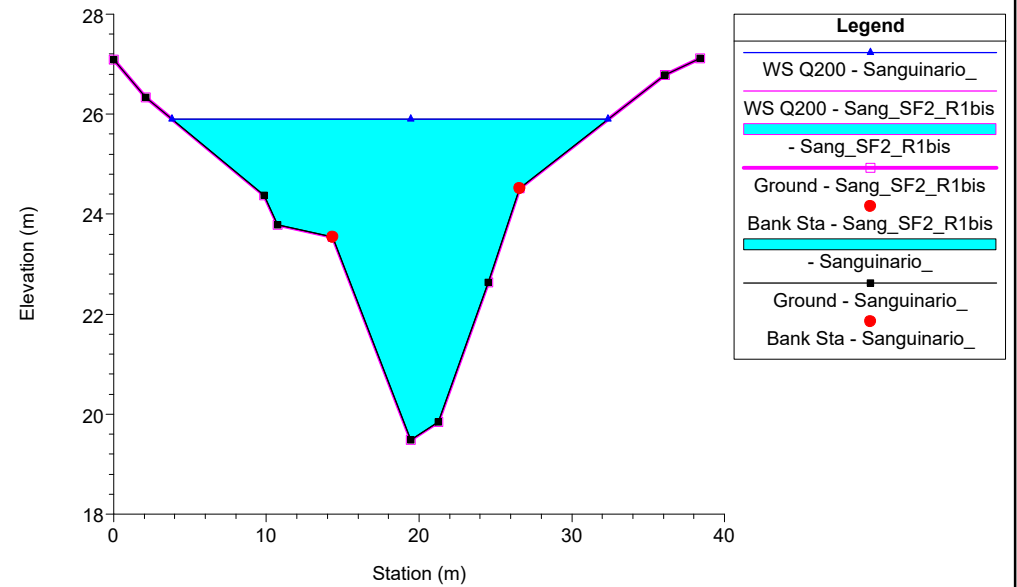
RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 6.5 BR Viadotto Autostrada A14



RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 6.5 BR Viadotto Autostrada A14

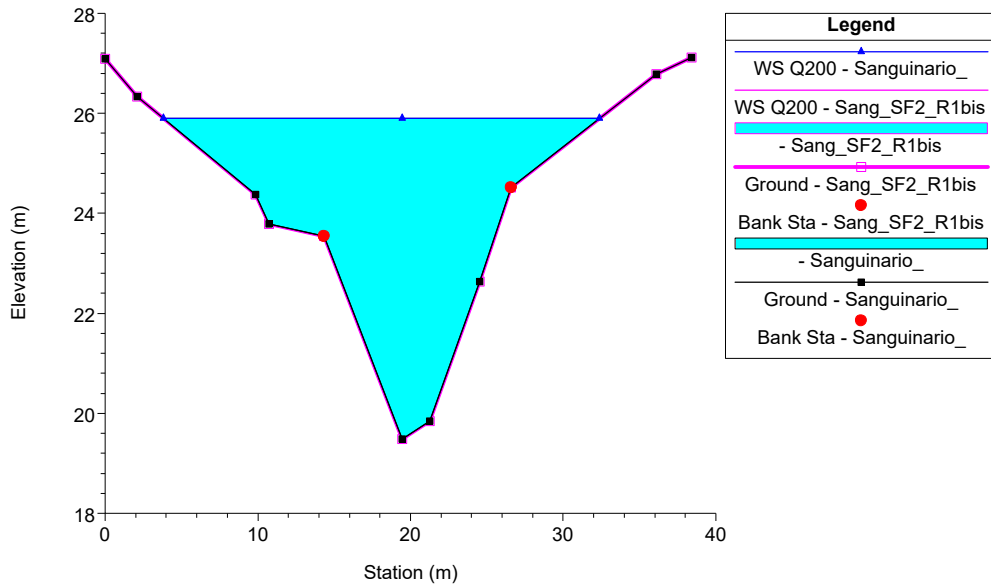


RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 6.1 Sez\_5

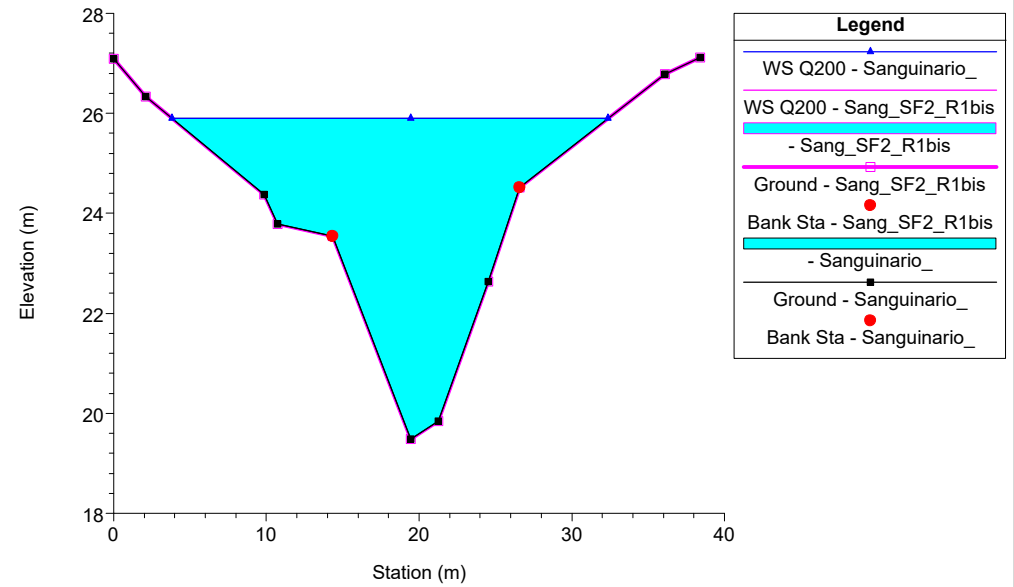




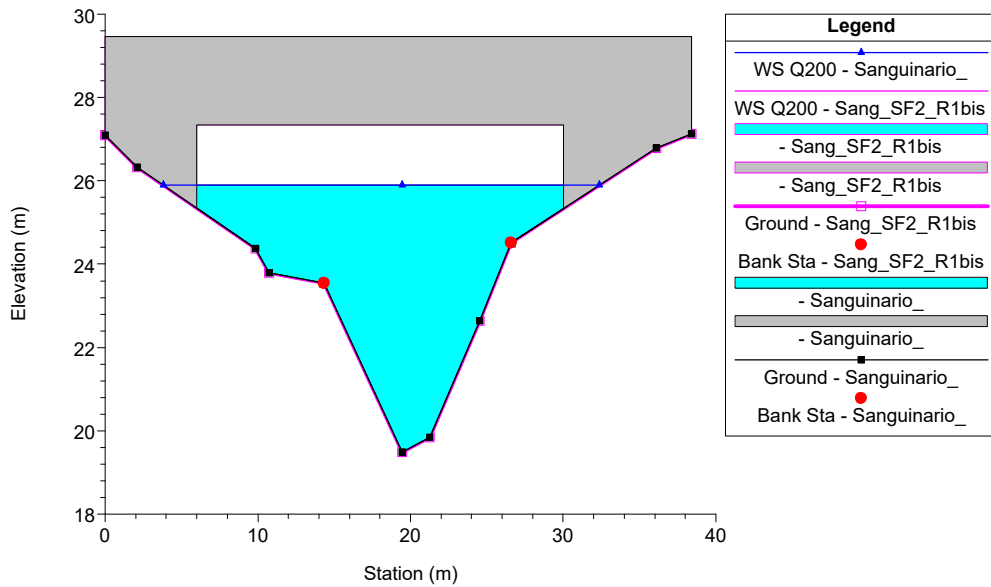
RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 6 Sez\_5



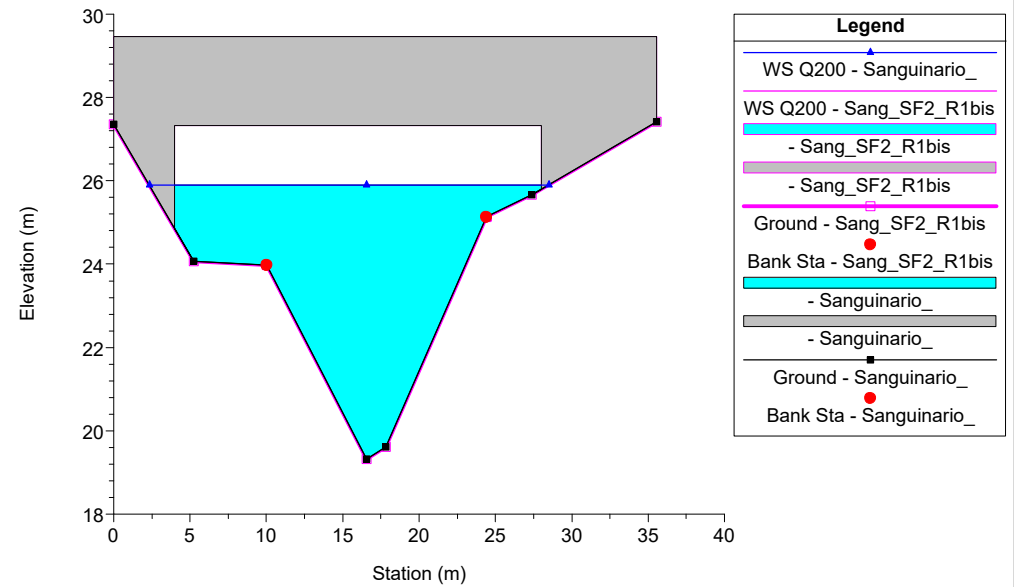
RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 5.9 Sez\_5



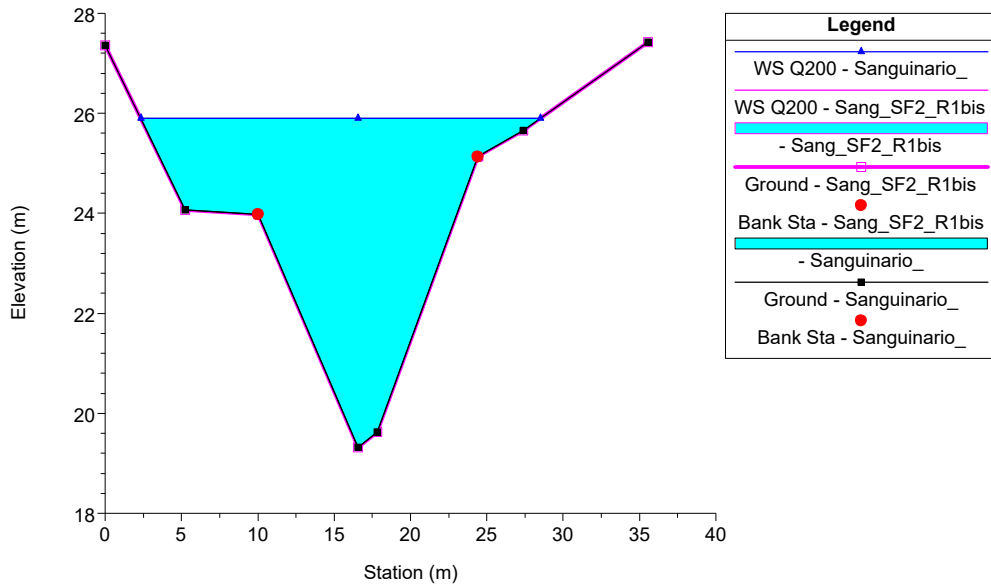
RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 5.5 BR



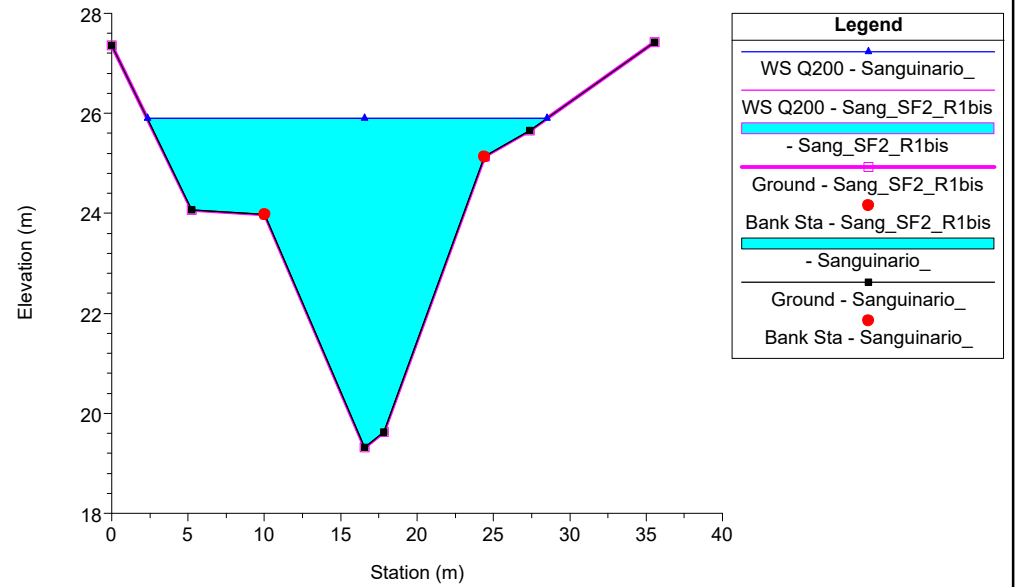
RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 5.5 BR



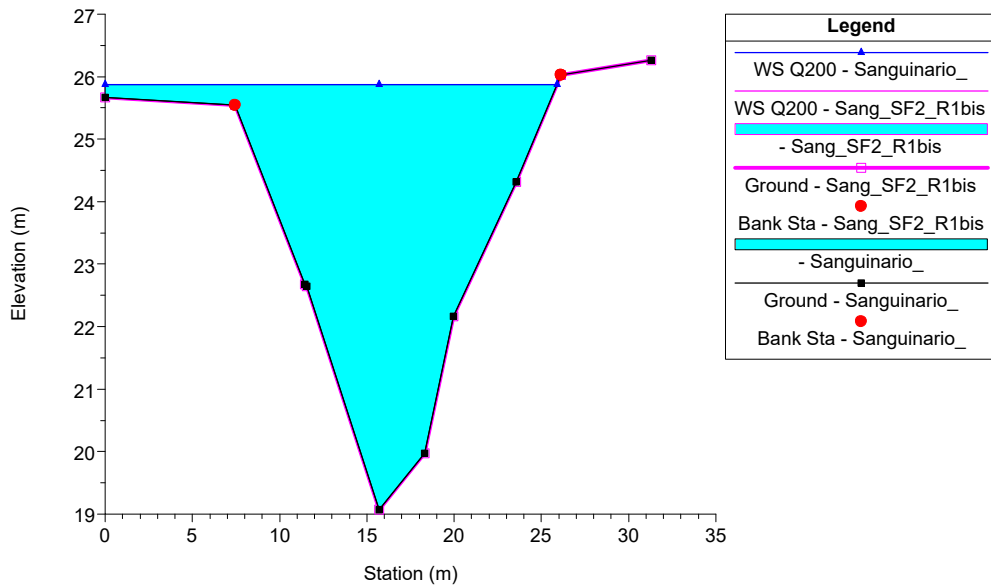
RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 5.1 Sez\_6



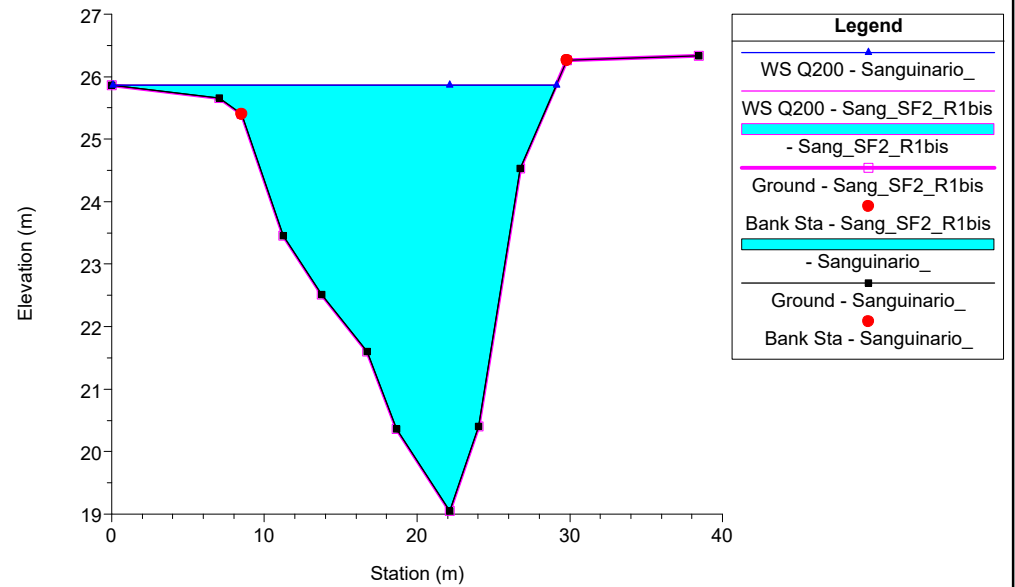
RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 5 Sez\_6



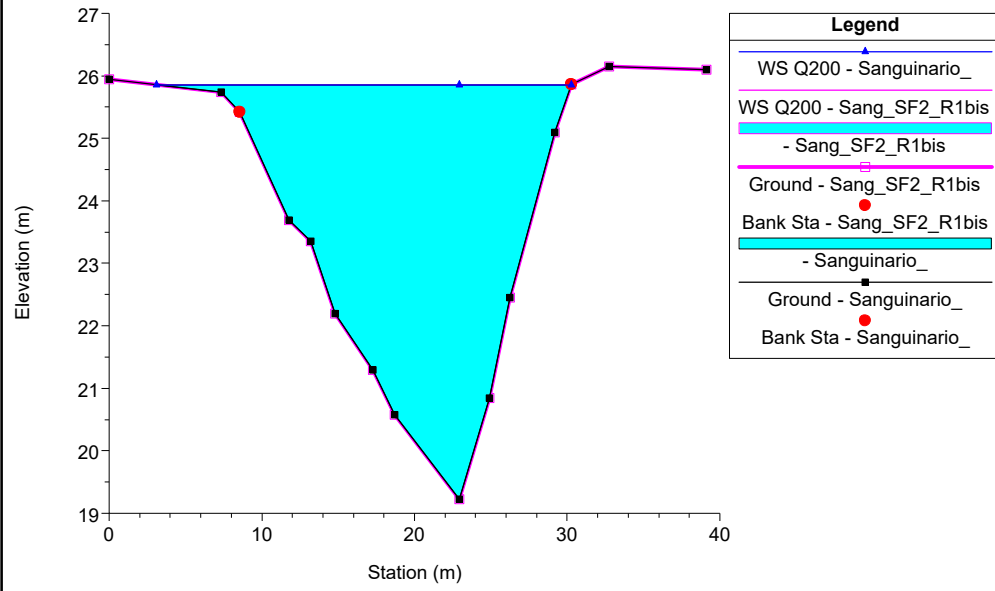
RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 4 Sez\_7



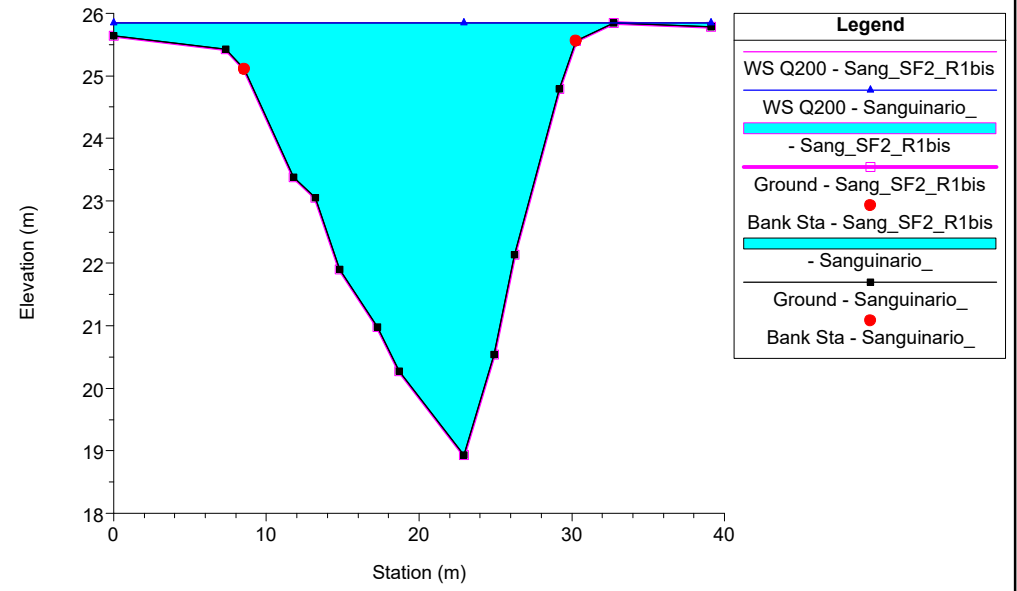
RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 3 Sez\_8



RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 2 Sez\_9



RioSanguinario Plan: 1) Sanguinario\_ 2) Sang\_SF2\_R1bis  
RS = 1 Sez\_10\_VALLE



## APPENDICE 13

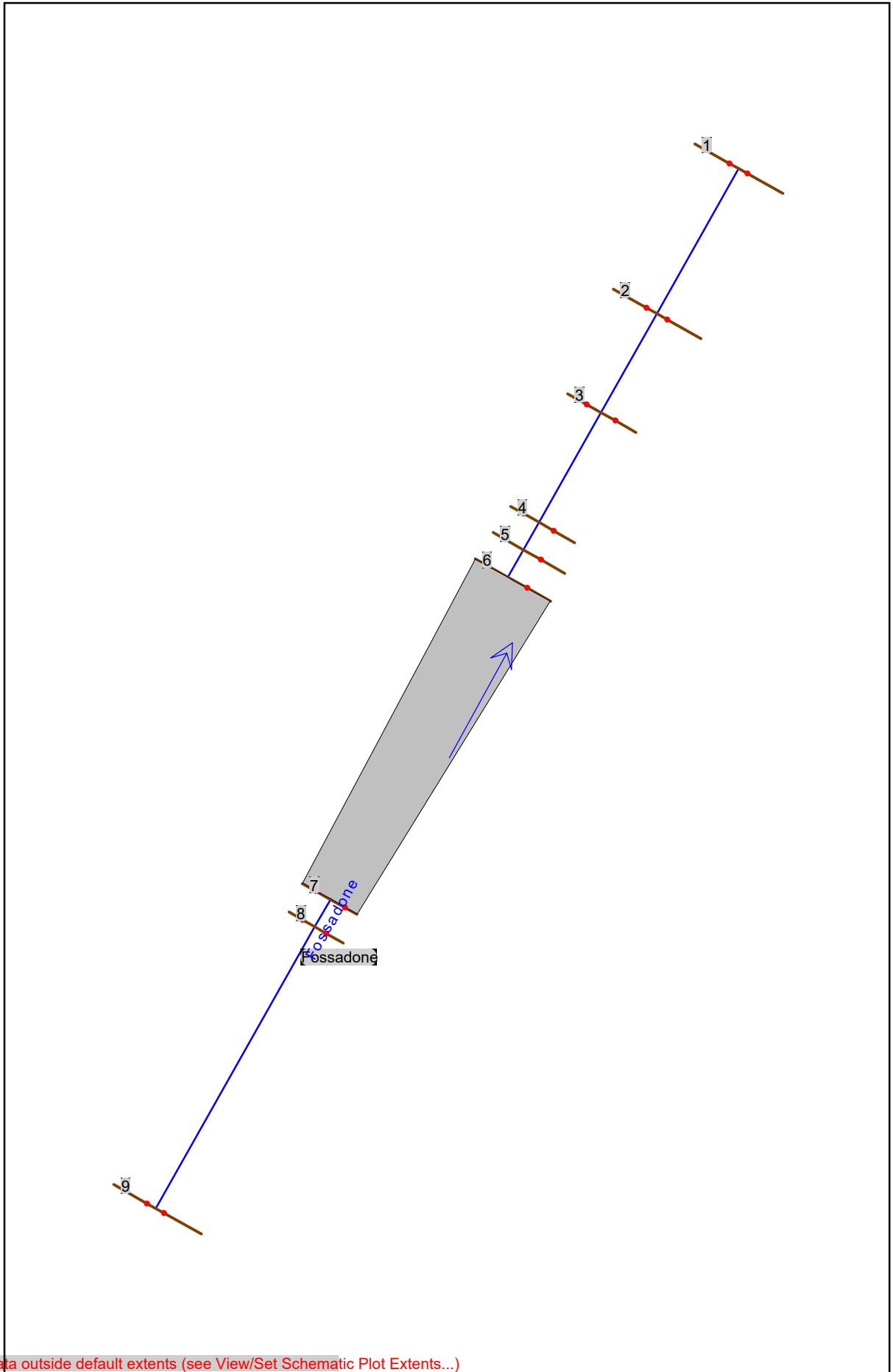
### Scolo Fossadone: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: Sdf River: Fossadone Reach: Fossadone Profile: Qms

Reach	River Sta	Profile	Q Total (cfs)	Min Ch El (ft)	W.S. Elev (ft)	Crit W.S. (ft)	E.G. Elev (ft)	E.G. Slope (ft/ft)	Vel Chnl (ft/s)	Flow Area (sq ft)	Top Width (ft)	Froude # Chl
Fossadone	9	Qms	3.50	42.51	43.40		43.46	0.012799	2.05	1.71	3.40	0.47
Fossadone	8	Qms	3.50	41.84	43.20		43.22	0.002298	1.04	3.43	5.95	0.22
Fossadone	7	Qms	3.50	41.81	43.19	42.50	43.21	0.001967	0.99	3.61	6.02	0.20
Fossadone	6.5		Bridge									
Fossadone	6	Qms	3.50	41.75	42.70		42.72	0.003712	1.21	2.89	4.80	0.28
Fossadone	5	Qms	3.50	41.69	42.68		42.70	0.004373	1.31	2.66	4.33	0.30
Fossadone	4	Qms	3.50	41.62	42.65		42.68	0.005628	1.45	2.41	3.98	0.33
Fossadone	3	Qms	3.50	41.41	42.48		42.53	0.010034	1.84	1.90	3.22	0.42
Fossadone	2	Qms	3.50	41.26	42.37		42.40	0.004911	1.42	2.47	3.64	0.30
Fossadone	1	Qms	3.50	41.19	42.20	41.77	42.24	0.007213	1.66	2.11	3.15	0.36

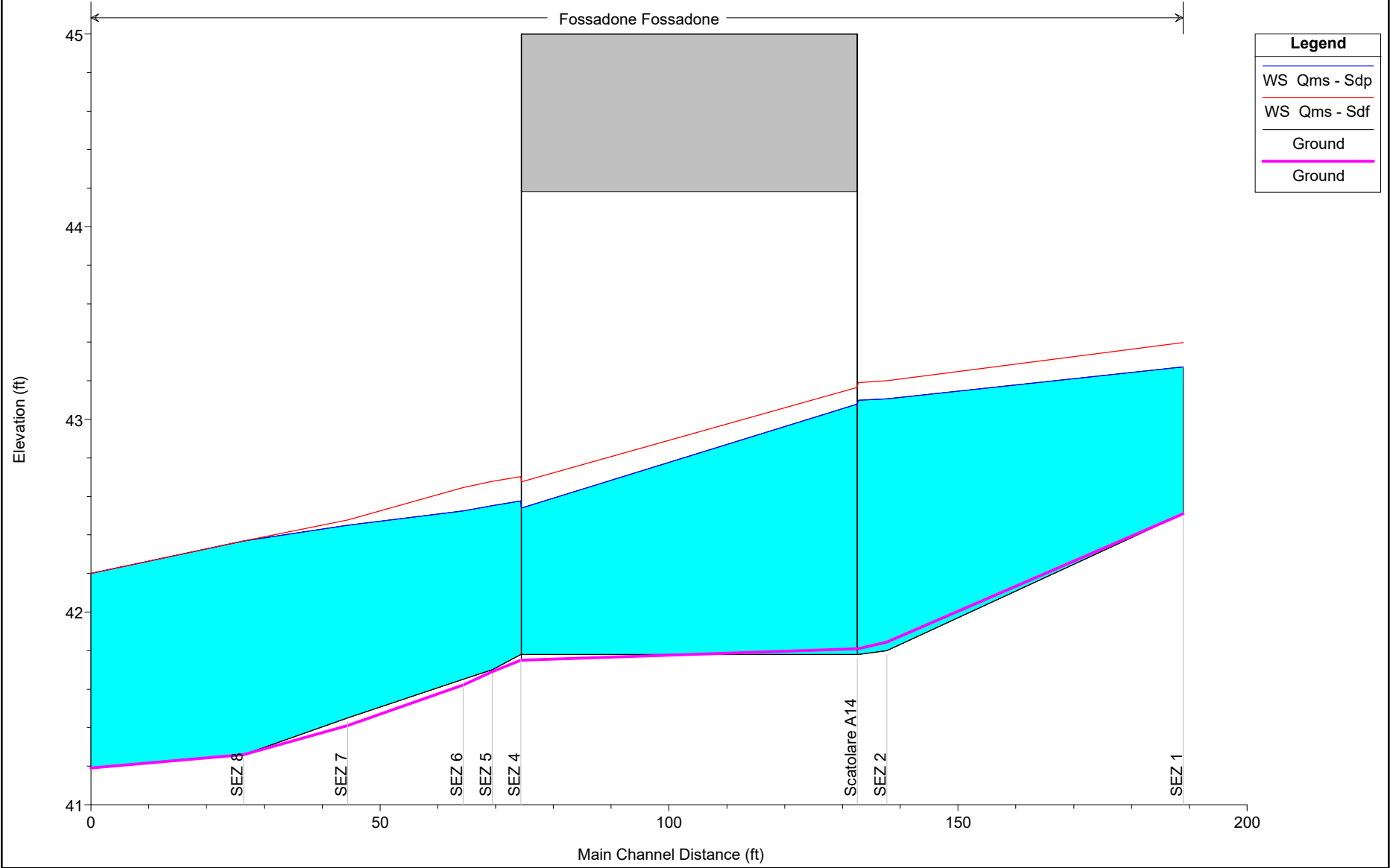
HEC-RAS Plan: Sdp River: Fossadone Reach: Fossadone Profile: Qms

Reach	River Sta	Profile	Q Total (cfs)	Min Ch El (ft)	W.S. Elev (ft)	Crit W.S. (ft)	E.G. Elev (ft)	E.G. Slope (ft/ft)	Vel Chnl (ft/s)	Flow Area (sq ft)	Top Width (ft)	Froude # Chl
Fossadone	9	Qms	3.50	42.51	43.27		43.38	0.023682	2.58	1.36	2.60	0.63
Fossadone	8	Qms	3.50	41.80	43.11		43.12	0.001805	0.99	3.55	4.63	0.19
Fossadone	7	Qms	3.50	41.78	43.10	42.27	43.11	0.001581	0.94	3.73	4.76	0.18
Fossadone	6.5		Bridge									
Fossadone	6	Qms	3.50	41.78	42.58		42.61	0.005229	1.36	2.58	4.71	0.32
Fossadone	5	Qms	3.50	41.70	42.55		42.58	0.004790	1.36	2.58	4.31	0.31
Fossadone	4	Qms	3.50	41.65	42.52		42.56	0.005384	1.42	2.46	4.12	0.33
Fossadone	3	Qms	3.50	41.45	42.45		42.47	0.003125	1.17	3.00	4.50	0.25
Fossadone	2	Qms	3.50	41.26	42.37		42.40	0.004911	1.42	2.47	3.64	0.30
Fossadone	1	Qms	3.50	41.19	42.20	41.77	42.24	0.007213	1.66	2.11	3.15	0.36



Some schematic data outside default extents (see View/Set Schematic Plot Extents...)

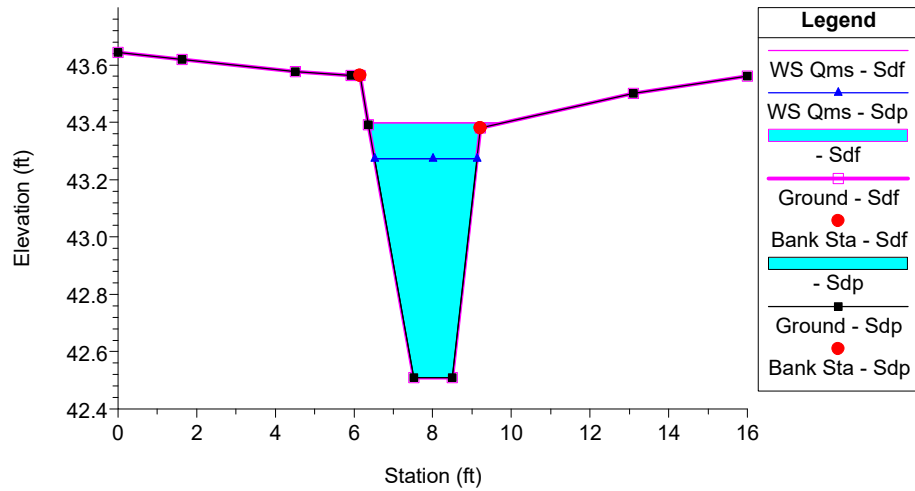
Fossadone Plan: 1) Sdp 26/01/2018 2) Sdf 26/01/2018



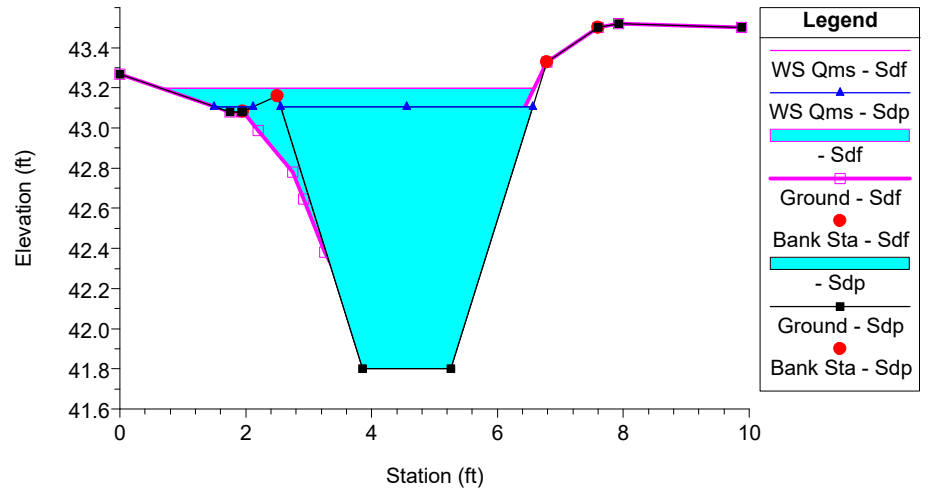
Legend	
—	WS Qms - Sdp
—	WS Qms - Sdf
—	Ground
—	Ground



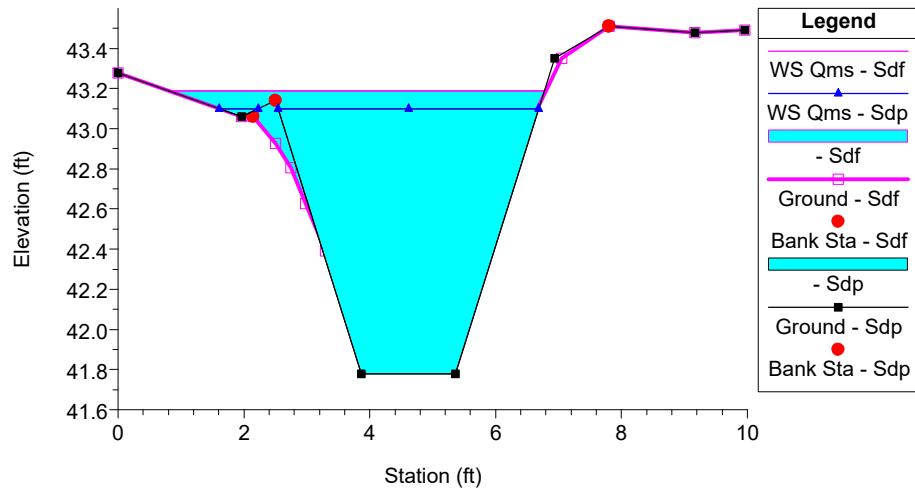
Fossadone Plan: 1) Sdp 2) Sdf  
RS = 9 SEZ 1



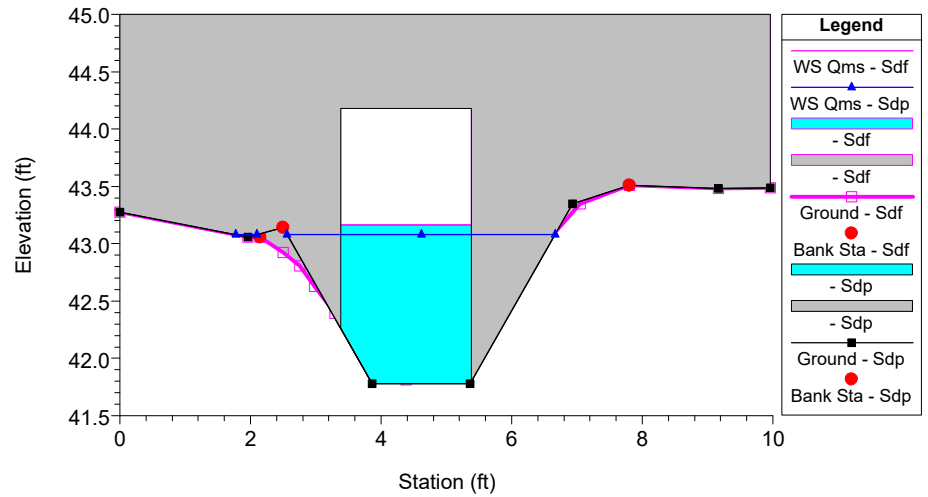
Fossadone Plan: 1) Sdp 2) Sdf  
RS = 8 SEZ 2



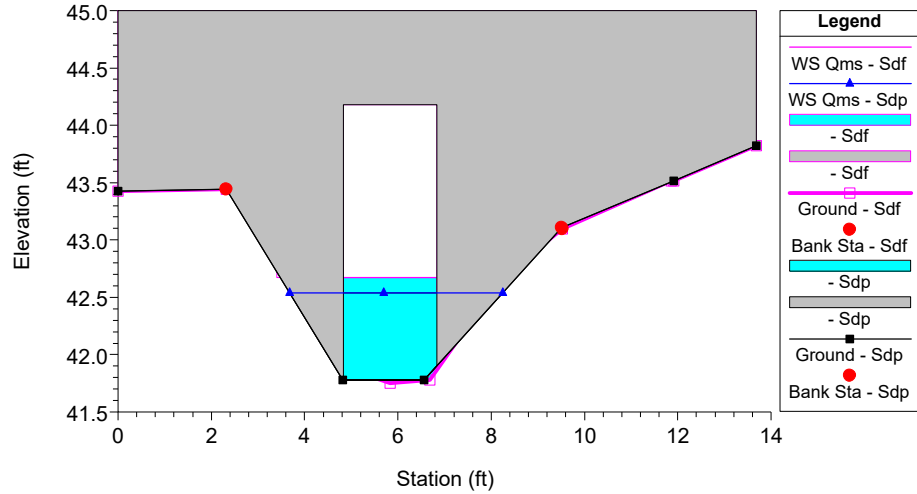
Fossadone Plan: 1) Sdp 2) Sdf  
RS = 7 SEZ 3



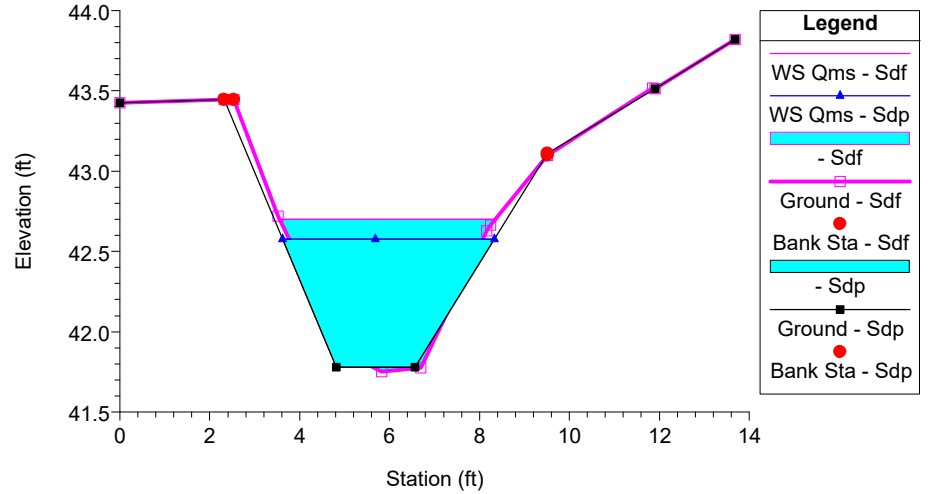
Fossadone Plan: 1) Sdp 2) Sdf  
RS = 6.5 BR Scatolare A14



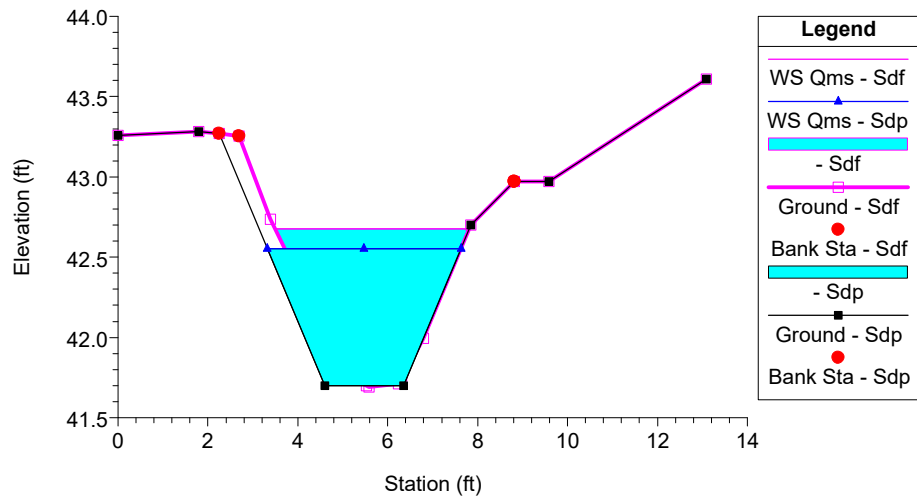
Fossadone Plan: 1) Sdp 2) Sdf  
RS = 6.5 BR Scatolare A14



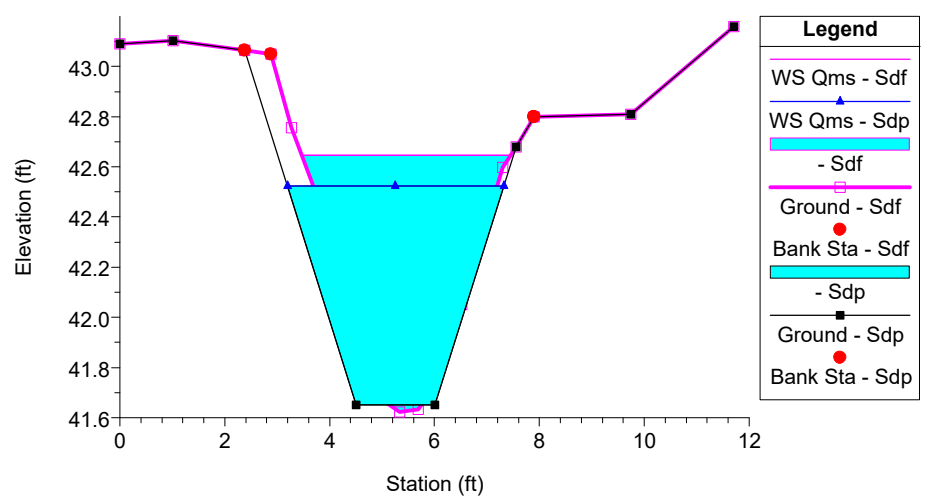
Fossadone Plan: 1) Sdp 2) Sdf  
RS = 6 SEZ 4



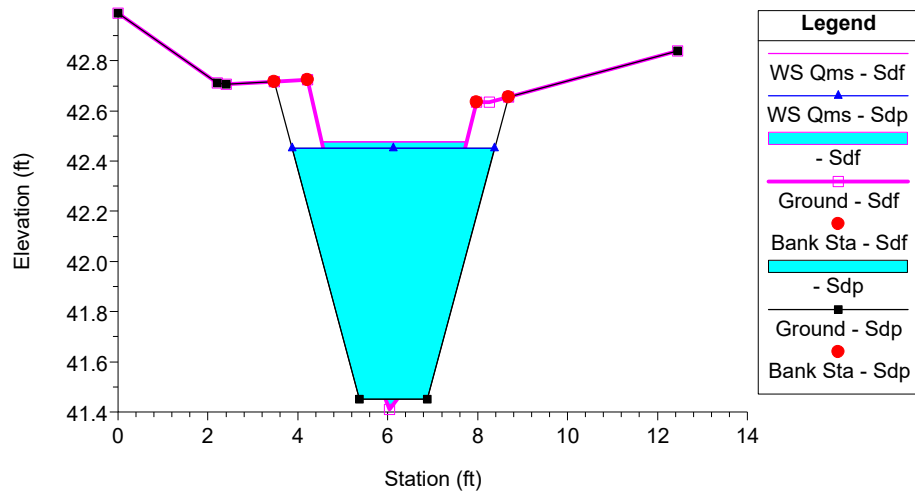
Fossadone Plan: 1) Sdp 2) Sdf  
RS = 5 SEZ 5



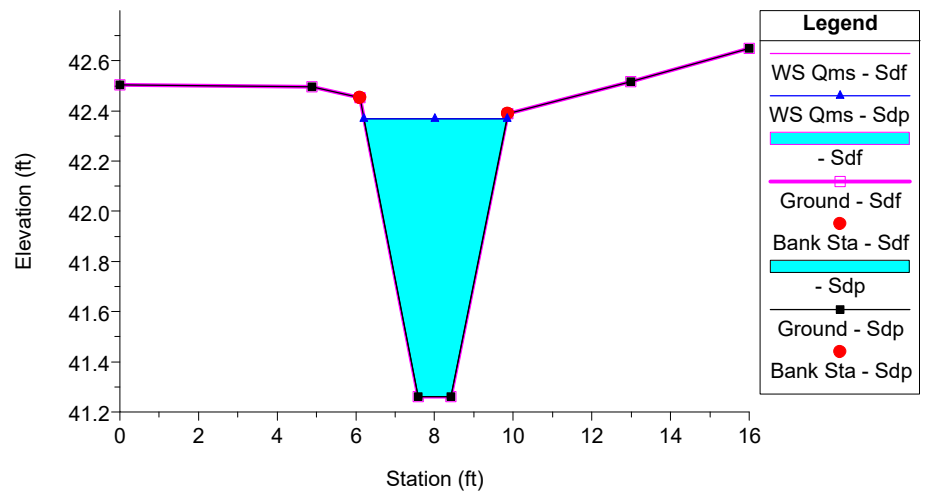
Fossadone Plan: 1) Sdp 2) Sdf  
RS = 4 SEZ 6



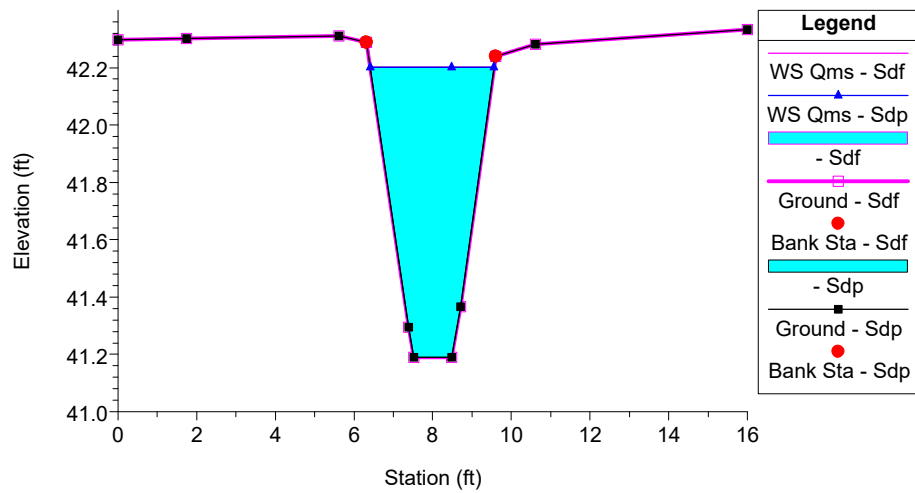
Fossadone Plan: 1) Sdp 2) Sdf  
RS = 3 SEZ 7



Fossadone Plan: 1) Sdp 2) Sdf  
RS = 2 SEZ 8



Fossadone Plan: 1) Sdp 2) Sdf  
RS = 1 SEZ 9



## APPENDICE 14

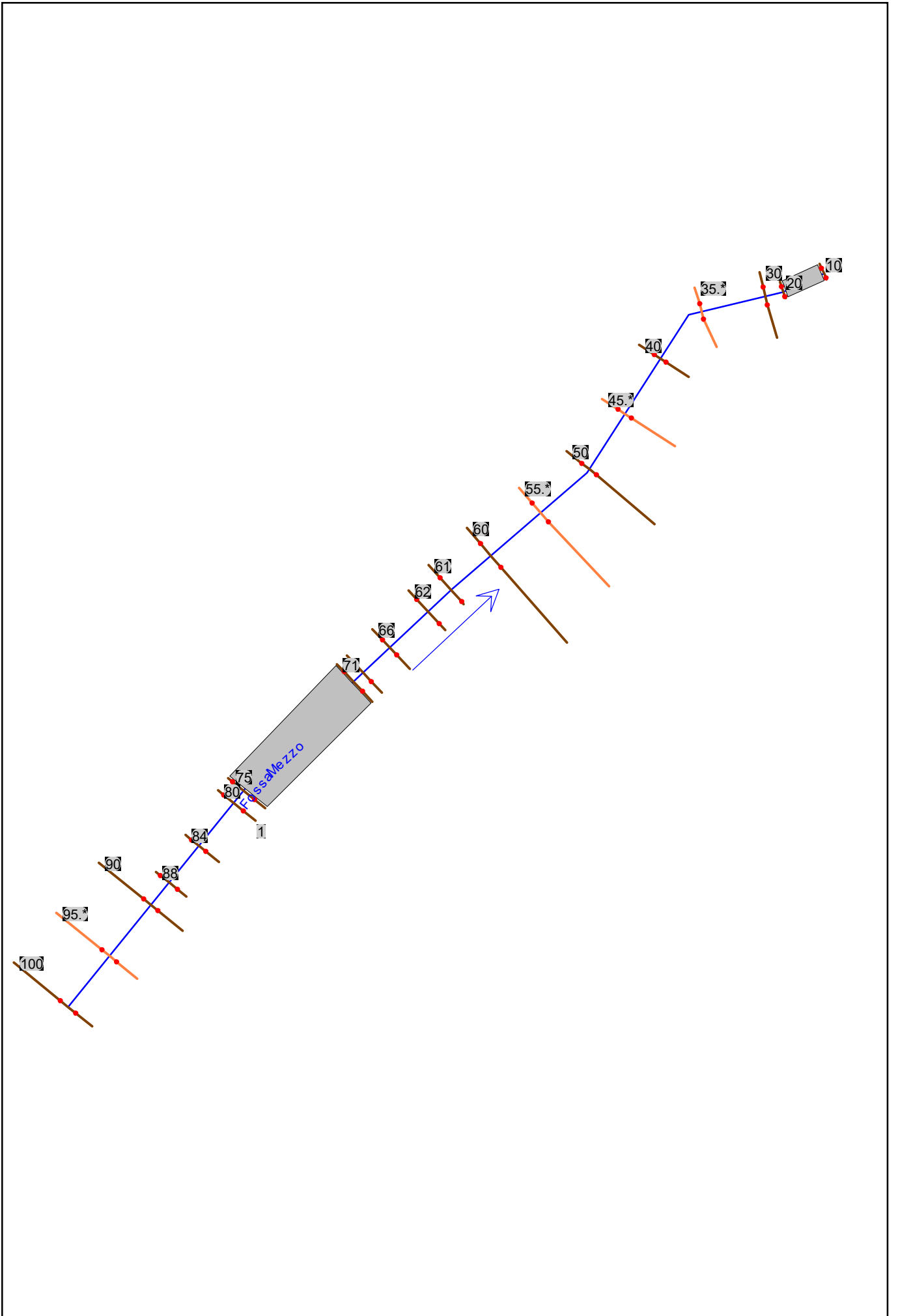
### Fossa di Mezzo: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: FossaMezzo Reach: 1 Profile: Qms=6.5m³/s

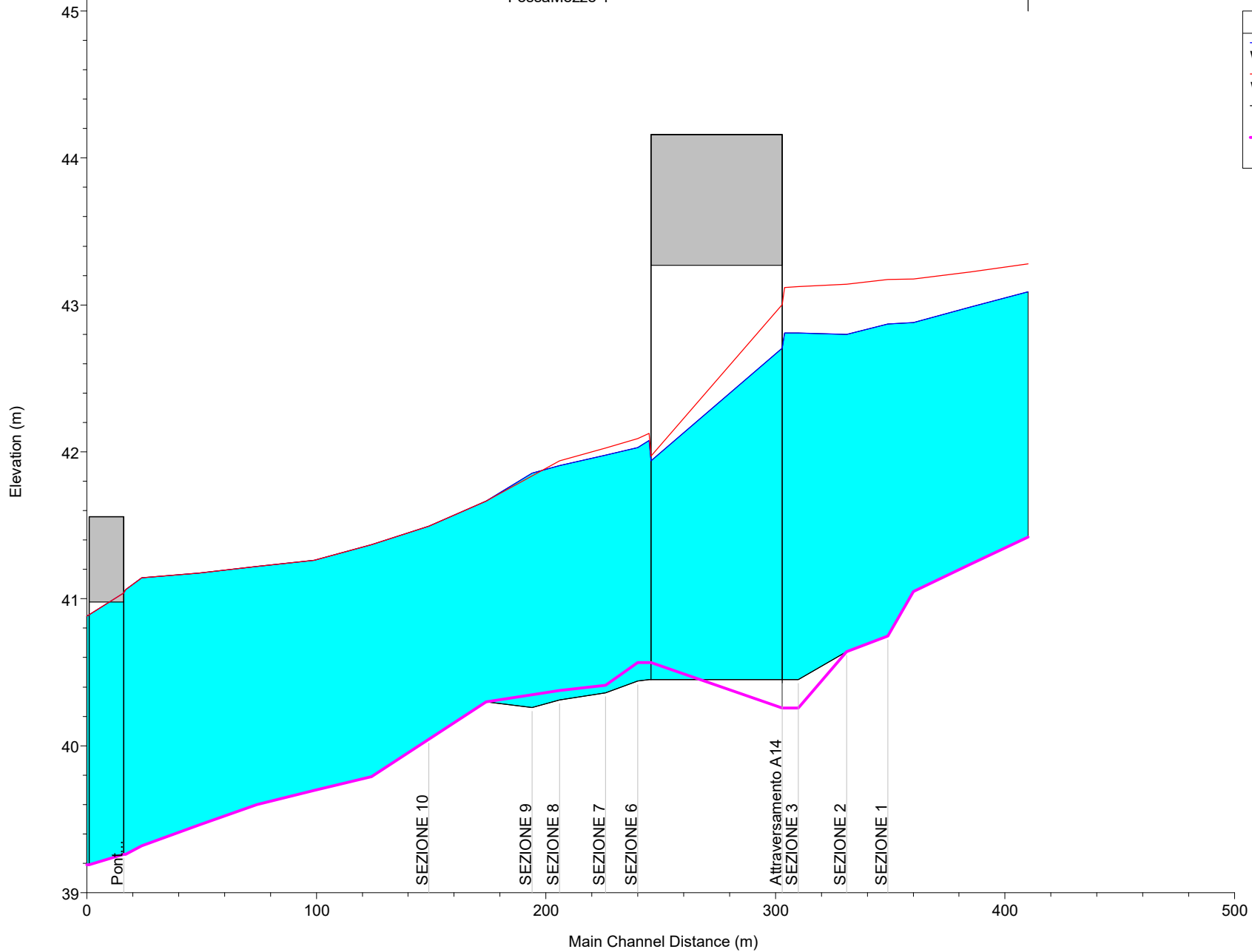
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	100	Qms=6.5m³/s	6.50	41.42	43.28		43.33	0.002420	0.98	6.63	6.77	0.32
1	90	Qms=6.5m³/s	6.50	41.05	43.18		43.22	0.001897	0.91	7.19	8.52	0.28
1	88	Qms=6.5m³/s	6.50	40.75	43.17		43.20	0.001041	0.71	9.14	7.38	0.20
1	84	Qms=6.5m³/s	6.50	40.64	43.14		43.18	0.001552	0.83	7.81	6.26	0.24
1	80	Qms=6.5m³/s	6.50	40.26	43.12		43.15	0.000944	0.69	9.78	11.11	0.19
1	79	Qms=6.5m³/s	6.50	40.26	43.12	41.98	43.14	0.000961	0.69	9.72	10.20	0.19
1	75	Bridge										
1	71	Qms=6.5m³/s	6.50	40.57	42.13		42.22	0.005323	1.37	4.74	5.05	0.45
1	69	Qms=6.5m³/s	6.50	40.57	42.09		42.19	0.005921	1.43	4.55	4.96	0.48
1	66	Qms=6.5m³/s	6.50	40.41	42.03		42.11	0.004953	1.29	5.05	5.91	0.44
1	62	Qms=6.5m³/s	6.50	40.38	41.94		42.00	0.005291	1.11	5.85	9.45	0.45
1	60	Qms=6.5m³/s	6.50	40.30	41.66		41.79	0.008227	1.56	4.17	5.32	0.56
1	50	Qms=6.5m³/s	6.50	39.79	41.37		41.46	0.004648	1.30	4.99	5.17	0.42
1	40	Qms=6.5m³/s	6.50	39.60	41.22		41.26	0.001898	0.94	7.74	9.54	0.28
1	30	Qms=6.5m³/s	6.50	39.32	41.14		41.18	0.001257	0.80	8.42	11.81	0.24
1	20	Qms=6.5m³/s	6.50	39.26	41.06	40.37	41.16	0.004560	1.35	4.91	4.90	0.40
1	15	Bridge										
1	10	Qms=6.5m³/s	6.50	39.19	40.88	40.30	41.01	0.007007	1.55	4.23	4.27	0.47

HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: FossaMezzo Reach: 1 Profile: Qms=6.5m³/s

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
1	100	Qms=6.5m³/s	6.50	41.42	43.09		43.16	0.004184	1.20	5.39	6.10	0.41
1	90	Qms=6.5m³/s	6.50	41.05	42.88		42.95	0.004202	1.22	5.32	5.61	0.40
1	88	Qms=6.5m³/s	6.50	40.75	42.87		42.91	0.002109	0.92	7.03	6.47	0.28
1	84	Qms=6.5m³/s	6.50	40.64	42.80		42.86	0.003346	1.11	5.84	5.32	0.34
1	80	Qms=6.5m³/s	6.50	40.45	42.81		42.83	0.000563	0.57	11.31	8.58	0.16
1	79	Qms=6.5m³/s	6.50	40.45	42.81	41.26	42.82	0.000337	0.47	13.73	9.63	0.13
1	75	Bridge										
1	71	Qms=6.5m³/s	6.50	40.45	42.08		42.12	0.001836	0.90	7.22	6.88	0.28
1	69	Qms=6.5m³/s	6.50	40.44	42.03		42.10	0.003996	1.21	5.38	5.77	0.40
1	66	Qms=6.5m³/s	6.50	40.36	41.98		42.05	0.003705	1.18	5.53	5.84	0.39
1	62	Qms=6.5m³/s	6.50	40.31	41.91		41.96	0.004294	1.04	6.25	9.42	0.41
1	61	Qms=6.5m³/s	6.50	40.26	41.86		41.91	0.004350	1.04	6.26	9.62	0.41
1	60	Qms=6.5m³/s	6.50	40.30	41.66		41.79	0.008227	1.56	4.17	5.32	0.56
1	50	Qms=6.5m³/s	6.50	39.79	41.37		41.46	0.004648	1.30	4.99	5.17	0.42
1	40	Qms=6.5m³/s	6.50	39.60	41.22		41.26	0.001898	0.94	7.74	9.54	0.28
1	30	Qms=6.5m³/s	6.50	39.32	41.14		41.18	0.001257	0.80	8.42	11.81	0.24
1	20	Qms=6.5m³/s	6.50	39.26	41.06	40.37	41.16	0.004560	1.35	4.91	4.90	0.40
1	15	Bridge										
1	10	Qms=6.5m³/s	6.50	39.19	40.88	40.30	41.01	0.007007	1.55	4.23	4.27	0.47



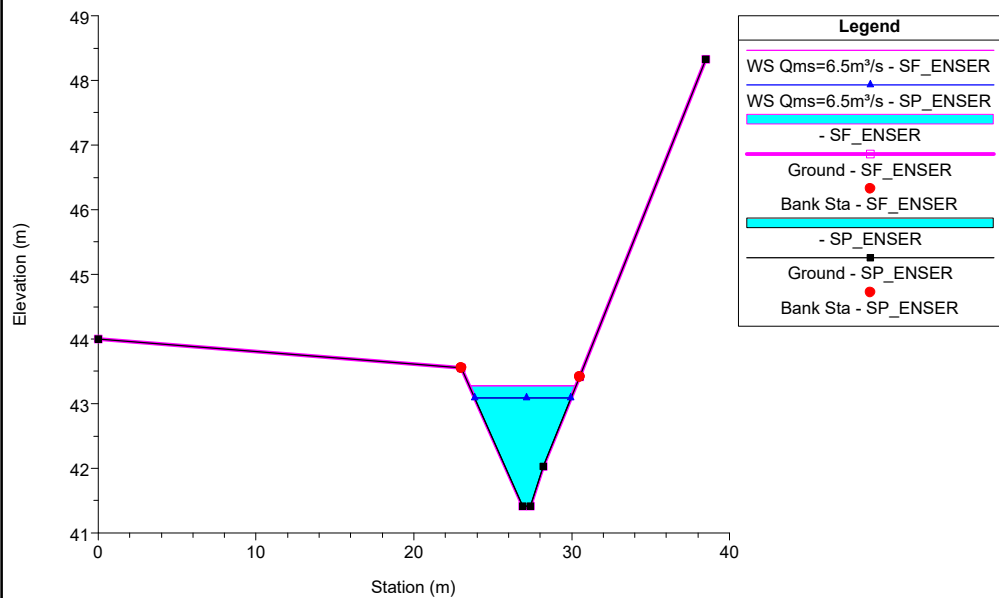
FossaMezzo 1



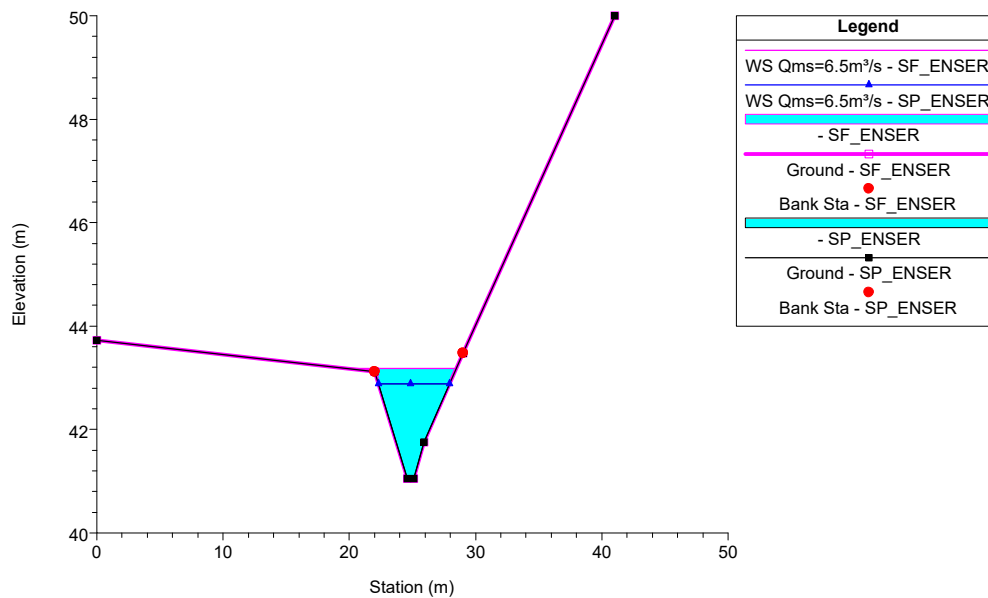
Legend	
Blue line	WS Qms=6.5m³/s - SP_ENSER
Red line	WS Qms=6.5m³/s - SF_ENSER
Magenta line	Ground
Double magenta line	Ground



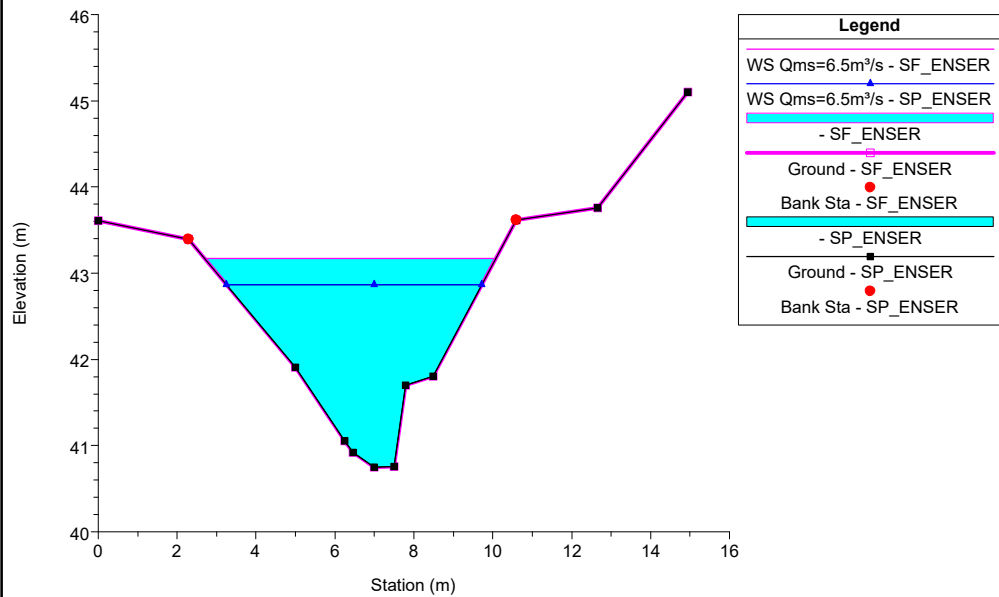
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 100



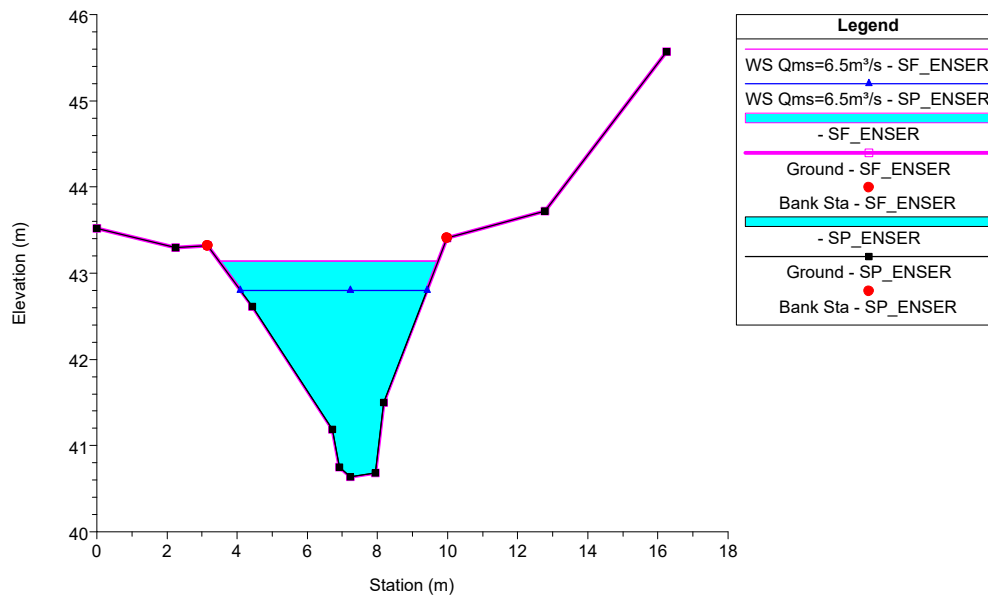
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 90



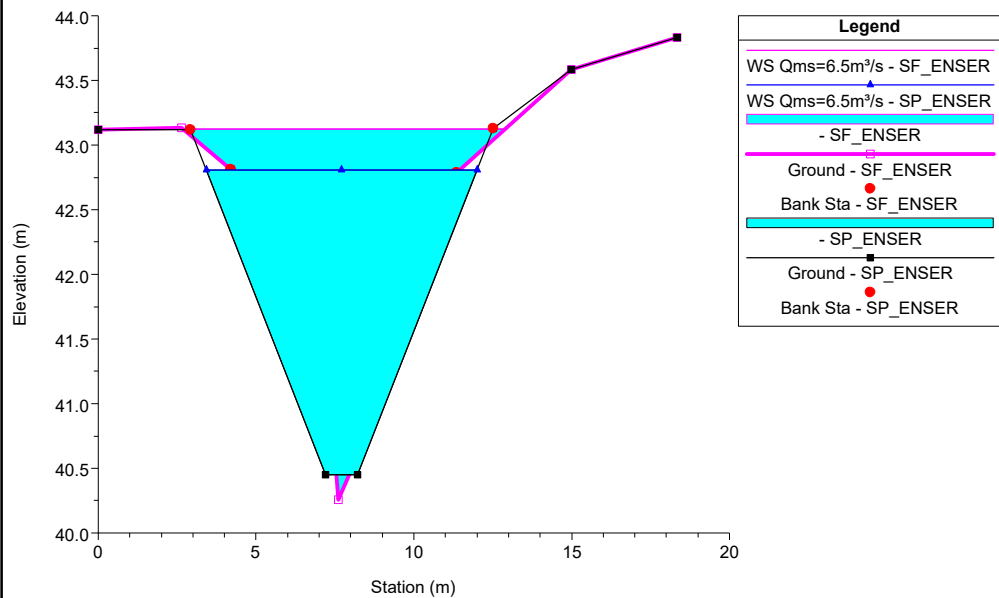
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 88 SEZIONE 1



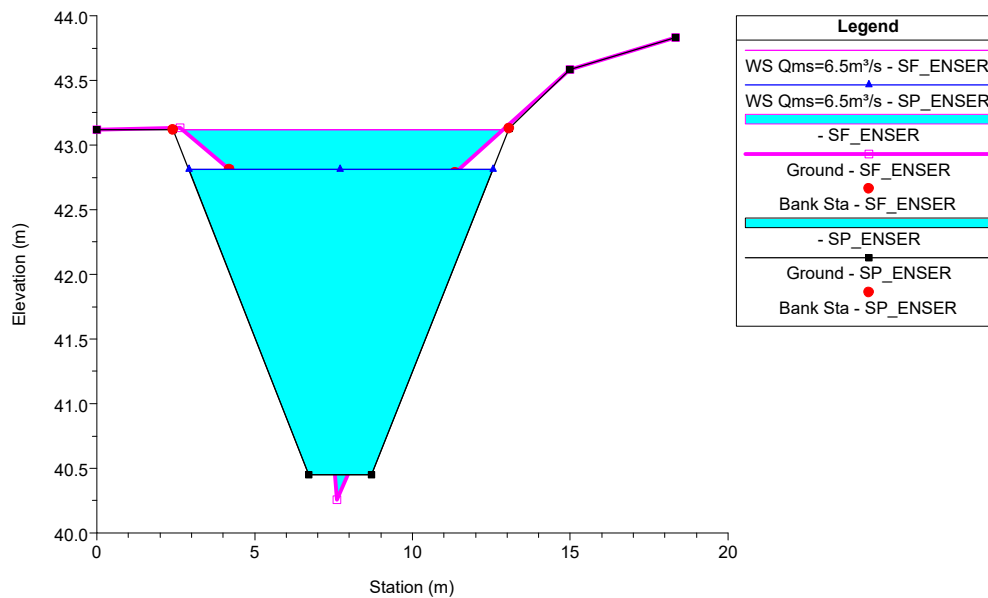
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 84 SEZIONE 2



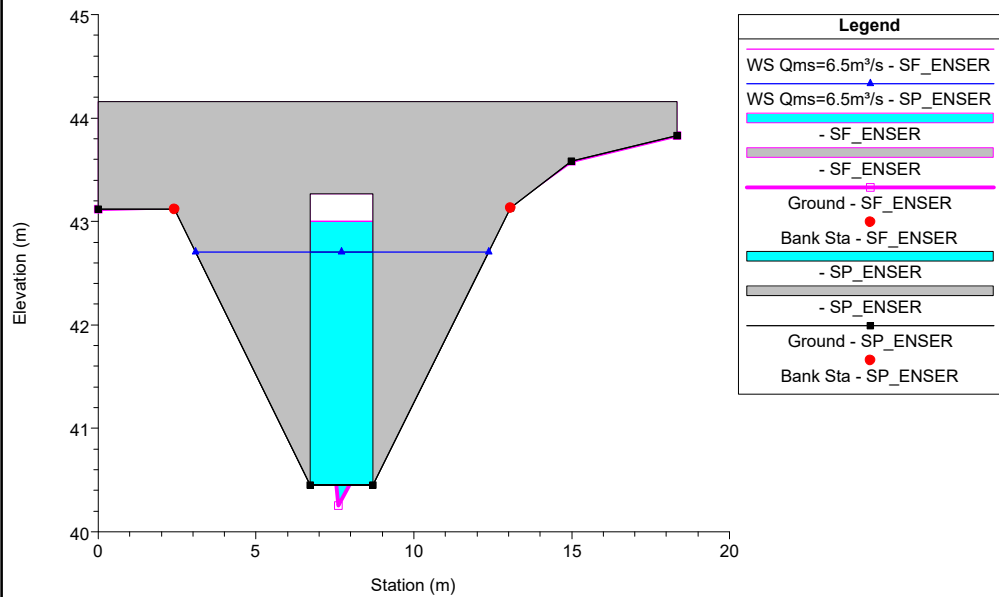
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 80 SEZIONE 3



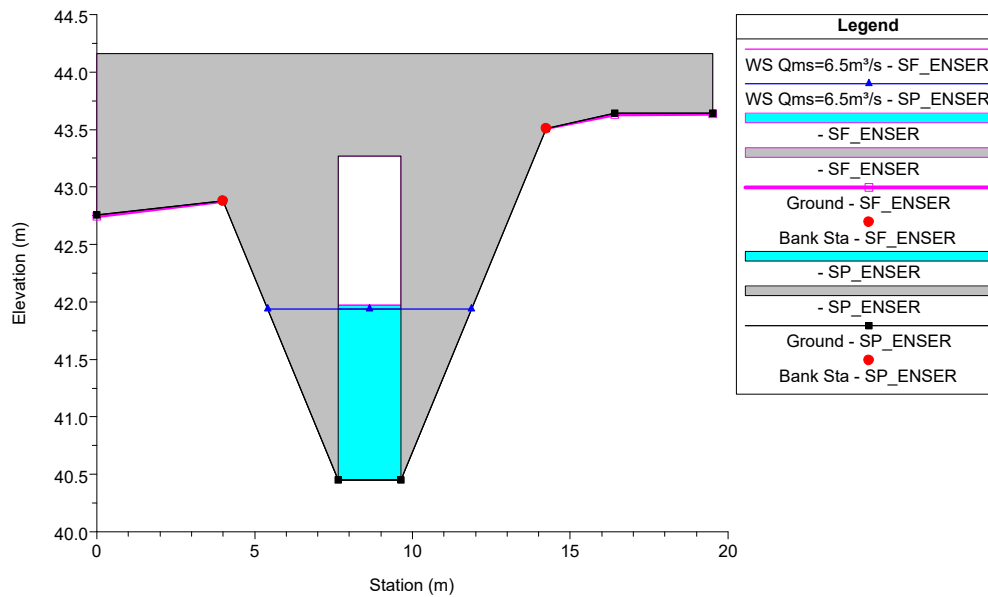
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 79 SEZIONE 4



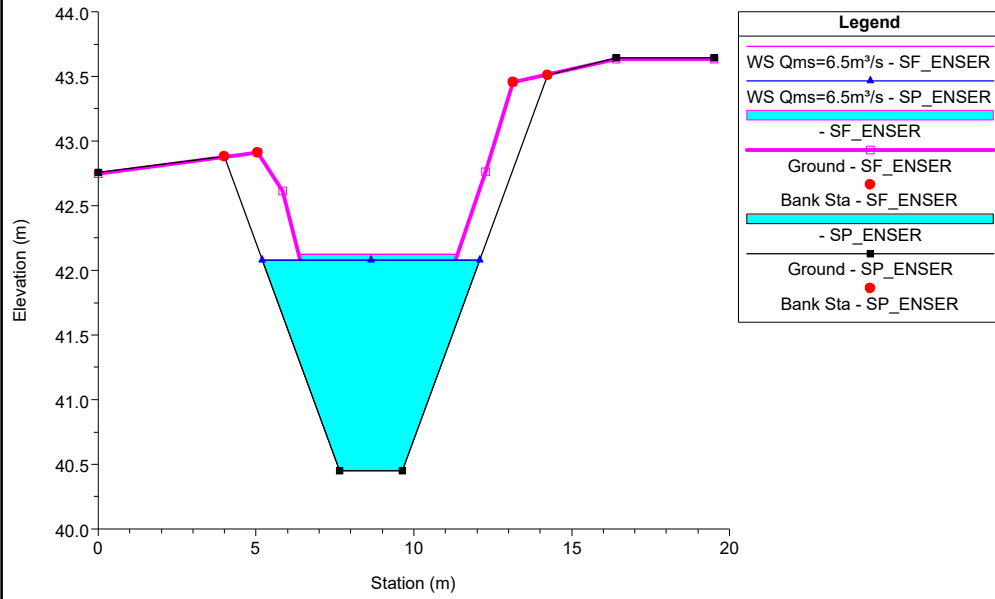
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 75 BR Attraversamento A14



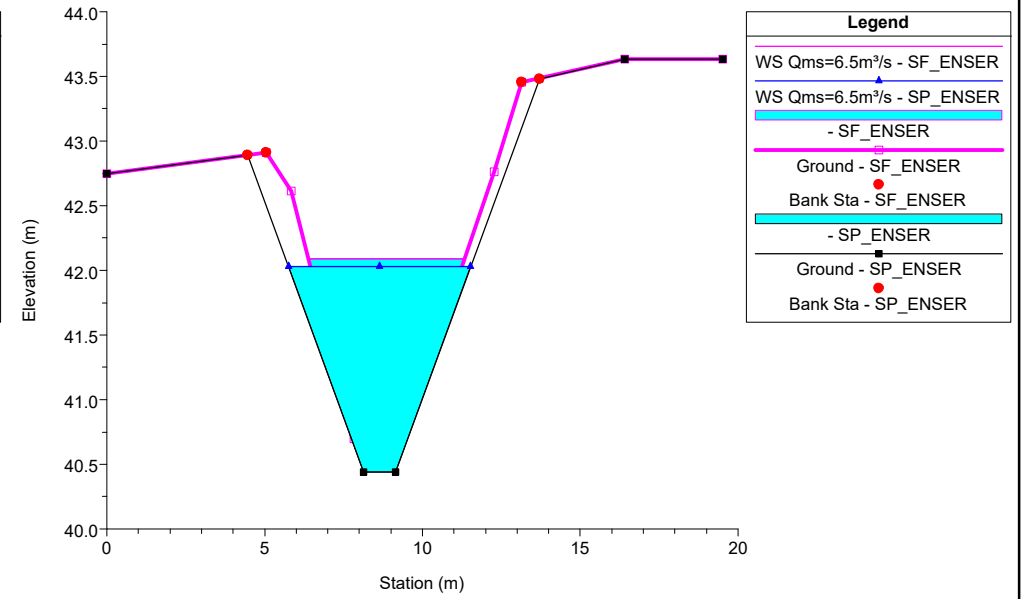
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 75 BR Attraversamento A14



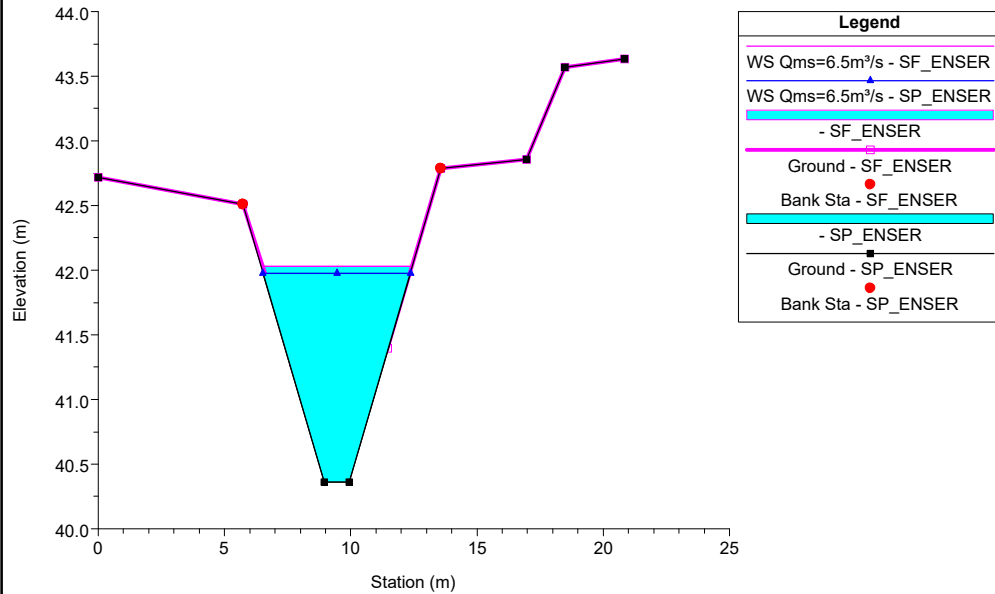
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 71 SEZIONE 5



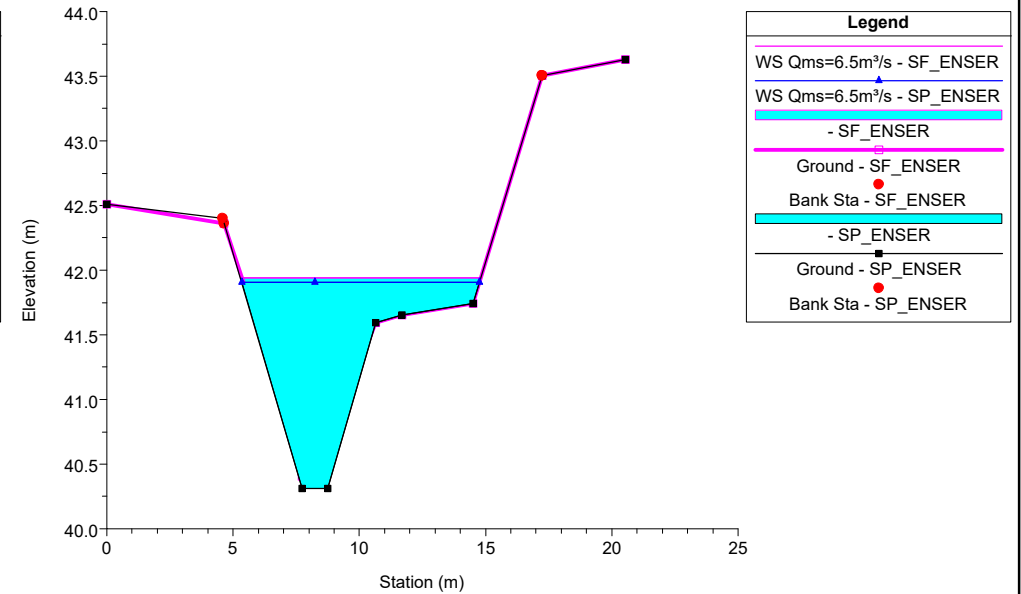
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 69 SEZIONE 6



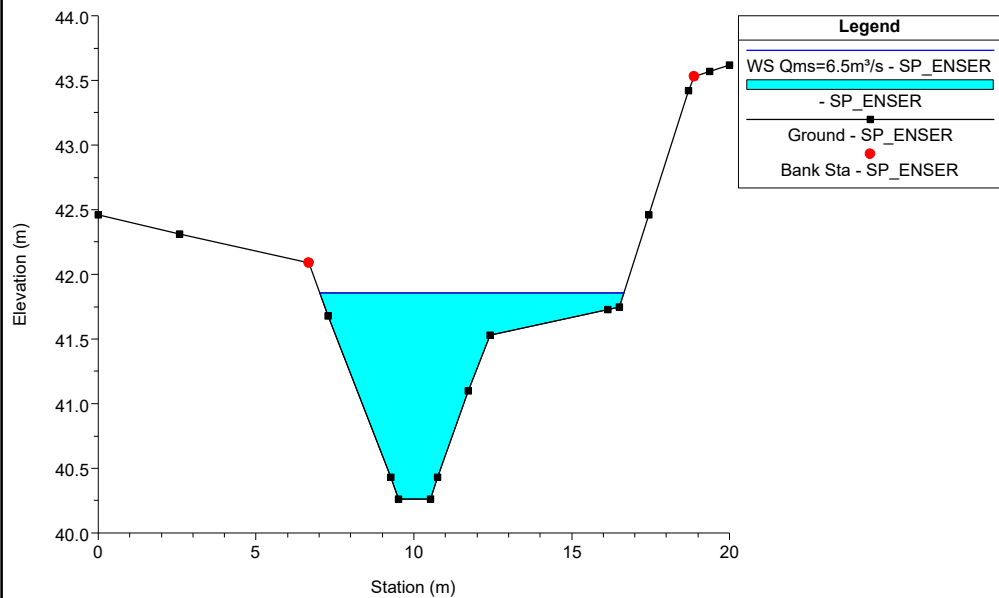
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 66 SEZIONE 7



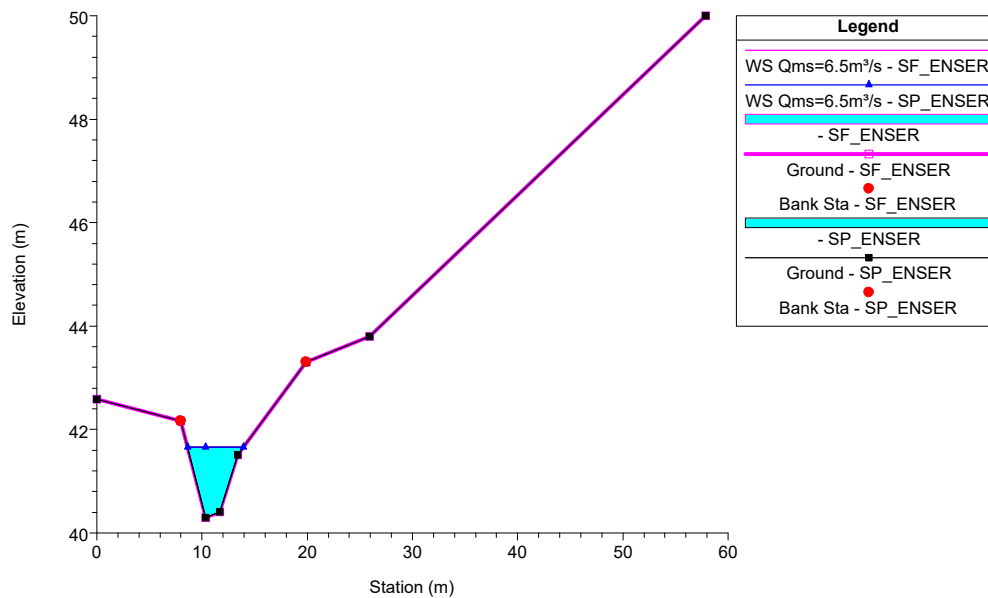
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 62 SEZIONE 8



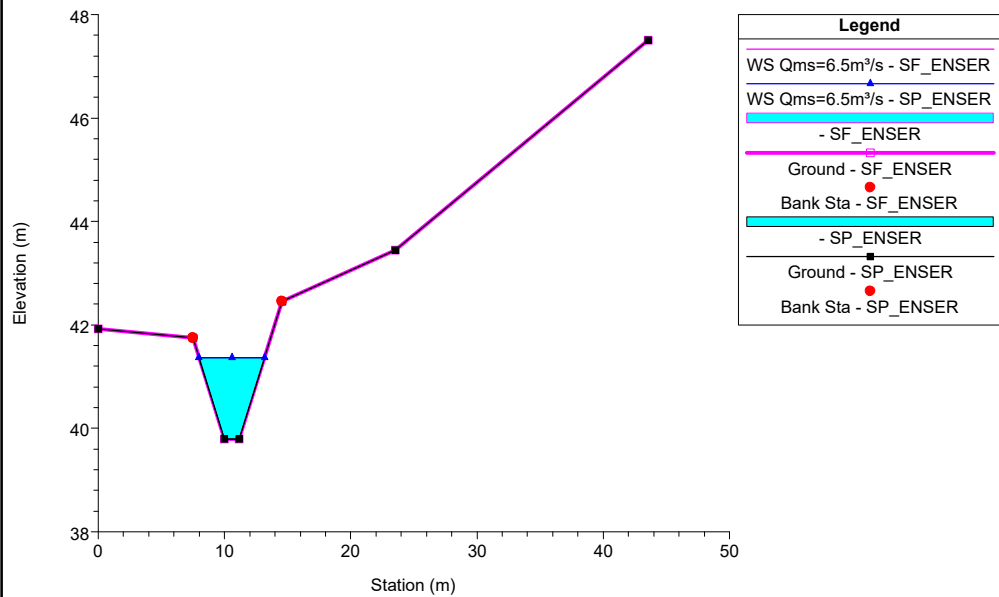
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 61 SEZIONE 9



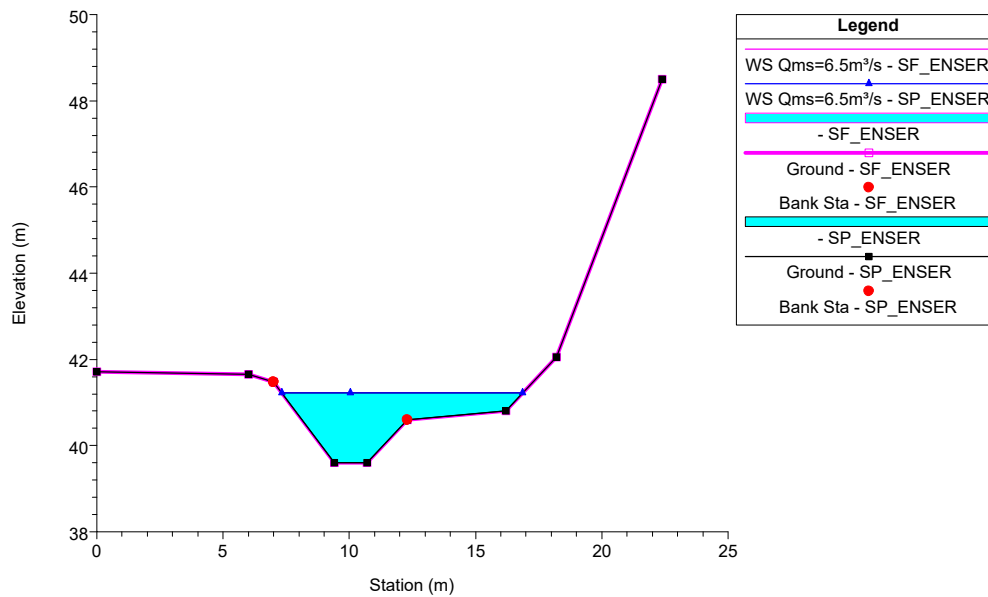
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 60



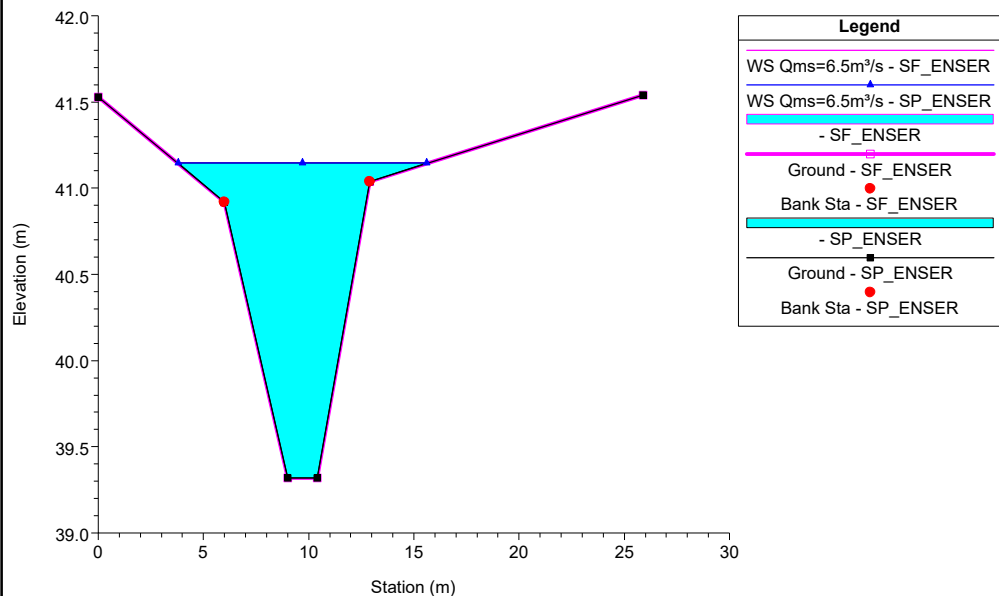
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 50



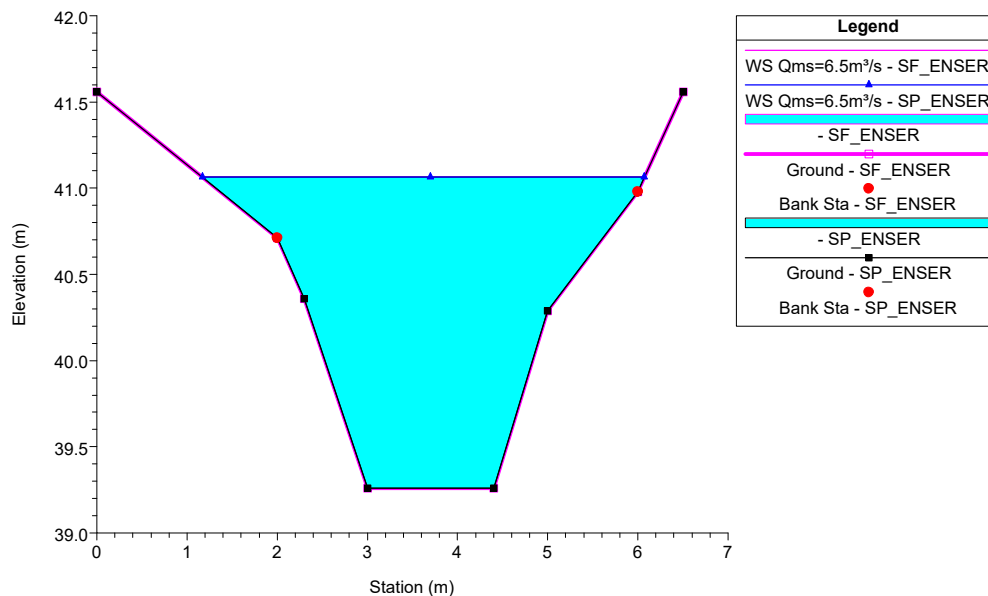
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 40



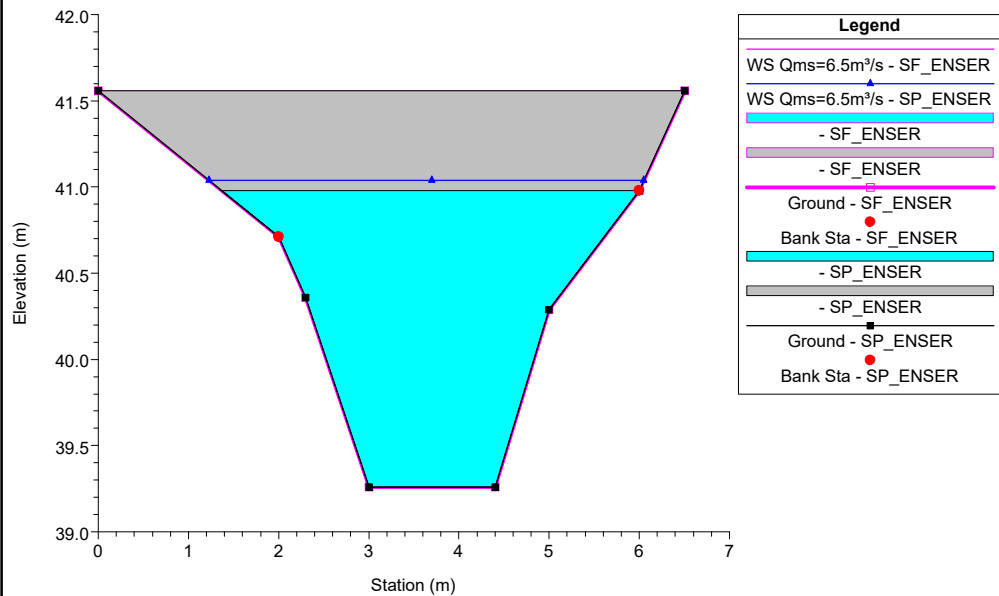
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 30



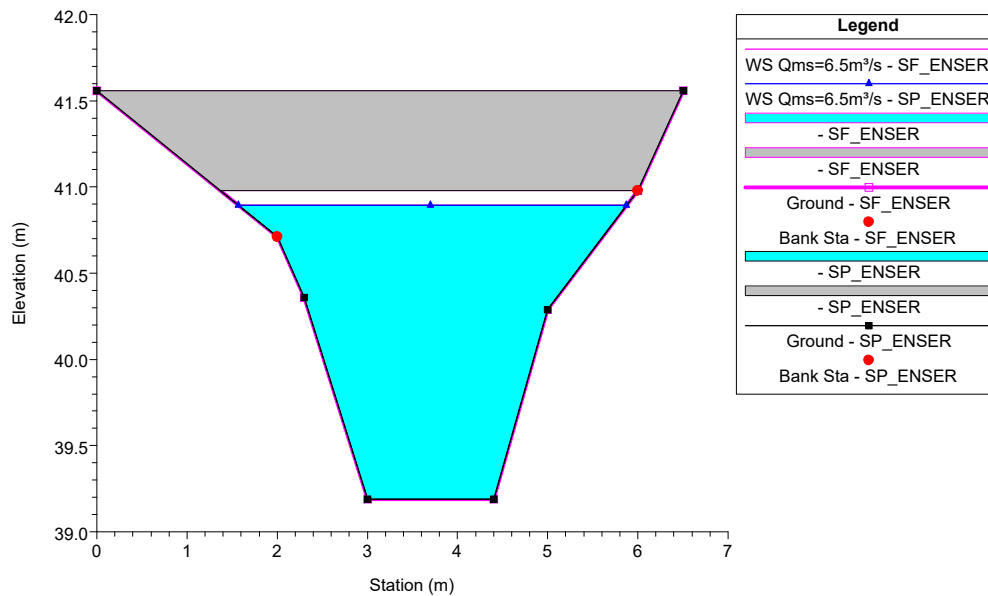
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 20 Inizio Attraversamento



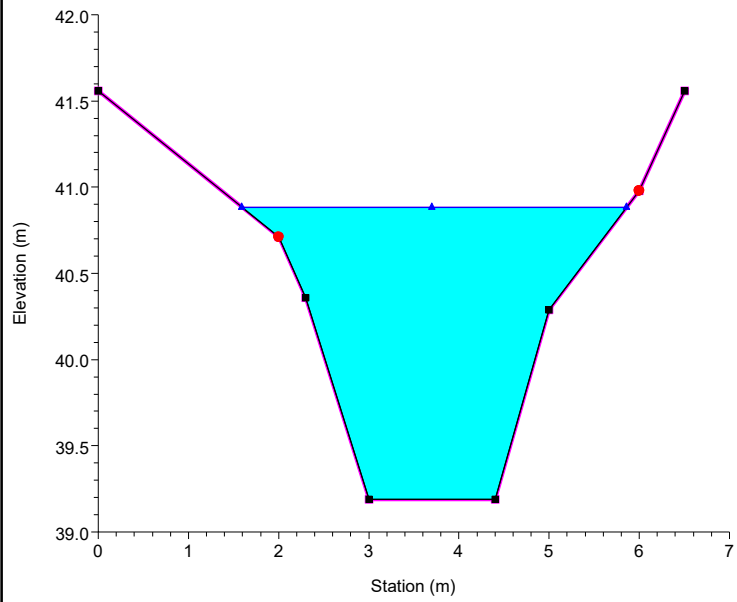
FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 15 BR Ponticello Valle Autostrada



FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 15 BR Ponticello Valle Autostrada



FossaMezzo\_ENSER Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 10 Fine Attraversamento



Legend	
WS Qms=6.5m³/s - SF_ENSER	▲
WS Qms=6.5m³/s - SP_ENSER	▲
- SF_ENSER	■
Ground - SF_ENSER	●
Bank Sta - SF_ENSER	●
- SP_ENSER	■
Ground - SP_ENSER	■
Bank Sta - SP_ENSER	■

## APPENDICE 15

### Fosso 12: risultati delle simulazioni

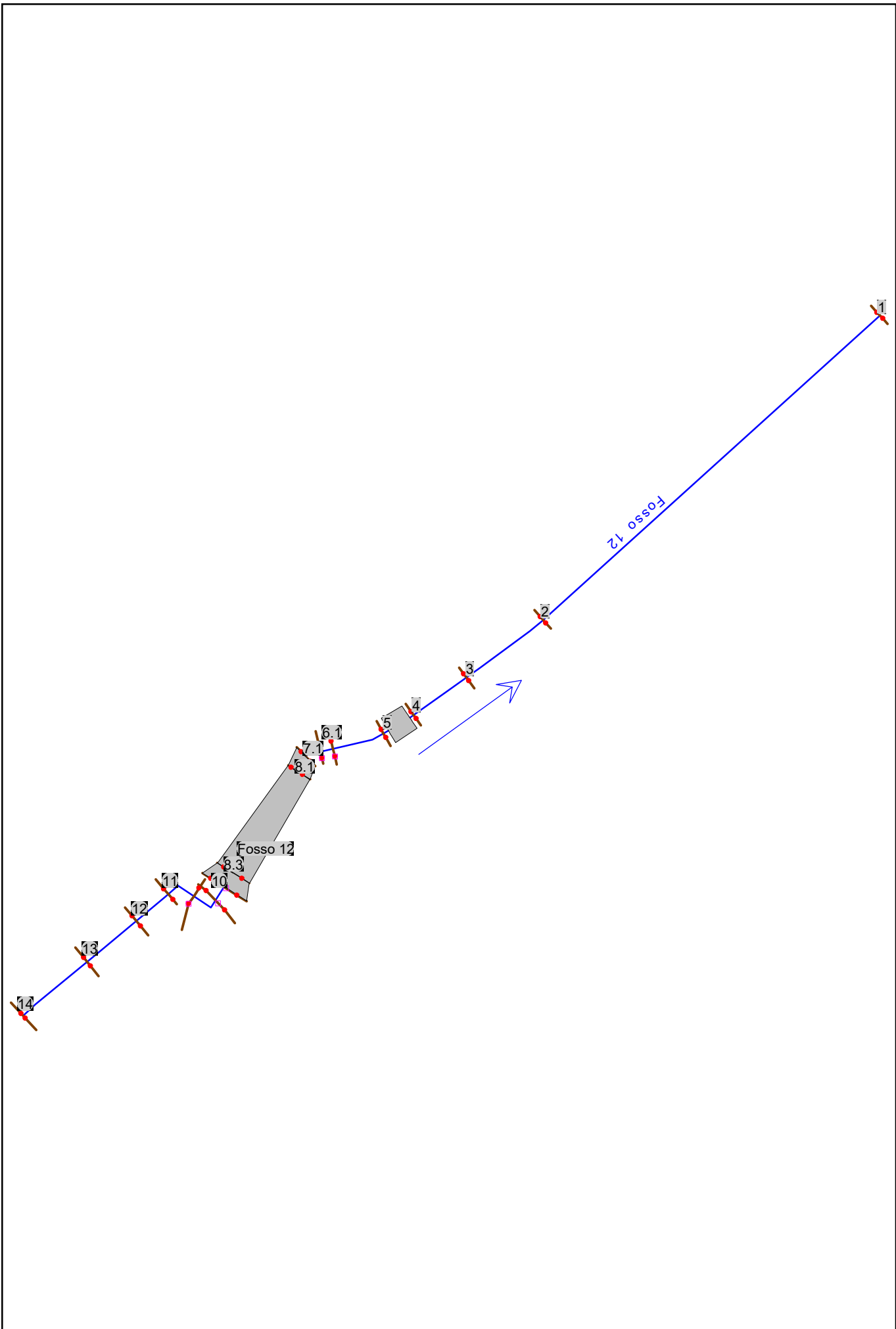
HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Fosso 12 Reach: Fosso 12 Profile: Qms = 1 m3/s

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
Fosso 12	14	Qms = 1 m3/s	1.00	41.45	42.25		42.29	0.005281	0.90	1.26	4.25	0.38
Fosso 12	13	Qms = 1 m3/s	1.00	41.22	42.09		42.13	0.006784	0.91	1.09	2.44	0.44
Fosso 12	12	Qms = 1 m3/s	1.00	41.13	41.90		41.97	0.010302	1.11	0.90	1.96	0.53
Fosso 12	11	Qms = 1 m3/s	1.00	41.06	41.73		41.80	0.015300	1.18	0.85	2.60	0.66
Fosso 12	10	Qms = 1 m3/s	1.00	40.92	41.68		41.71	0.005454	0.73	1.37	3.64	0.38
Fosso 12	9	Qms = 1 m3/s	1.00	40.81	41.59		41.61	0.002413	0.59	1.70	3.96	0.29
Fosso 12	8.2		Bridge									
Fosso 12	8.1	Qms = 1 m3/s	1.00	40.73	41.51		41.52	0.001394	0.51	1.97	3.96	0.22
Fosso 12	8	Qms = 1 m3/s	1.00	40.73	41.51		41.52	0.001418	0.51	1.96	3.94	0.22
Fosso 12	7	Qms = 1 m3/s	1.00	40.77	41.46		41.50	0.005117	0.81	1.23	3.00	0.40
Fosso 12	6	Qms = 1 m3/s	1.00	40.50	41.45		41.47	0.003203	0.66	1.52	3.42	0.32
Fosso 12	5	Qms = 1 m3/s	1.00	40.37	41.40	40.97	41.42	0.003022	0.68	1.46	2.72	0.30
Fosso 12	4.1		Culvert									
Fosso 12	4	Qms = 1 m3/s	1.00	40.25	41.27		41.31	0.007303	0.94	1.06	2.14	0.43
Fosso 12	3	Qms = 1 m3/s	1.00	40.17	41.15		41.18	0.005738	0.86	1.16	2.42	0.40
Fosso 12	2	Qms = 1 m3/s	1.00	40.31	40.85		40.92	0.014311	1.22	0.82	2.27	0.65
Fosso 12	1	Qms = 1 m3/s	1.00	39.46	40.28	39.89	40.30	0.002002	0.63	1.69	4.39	0.26



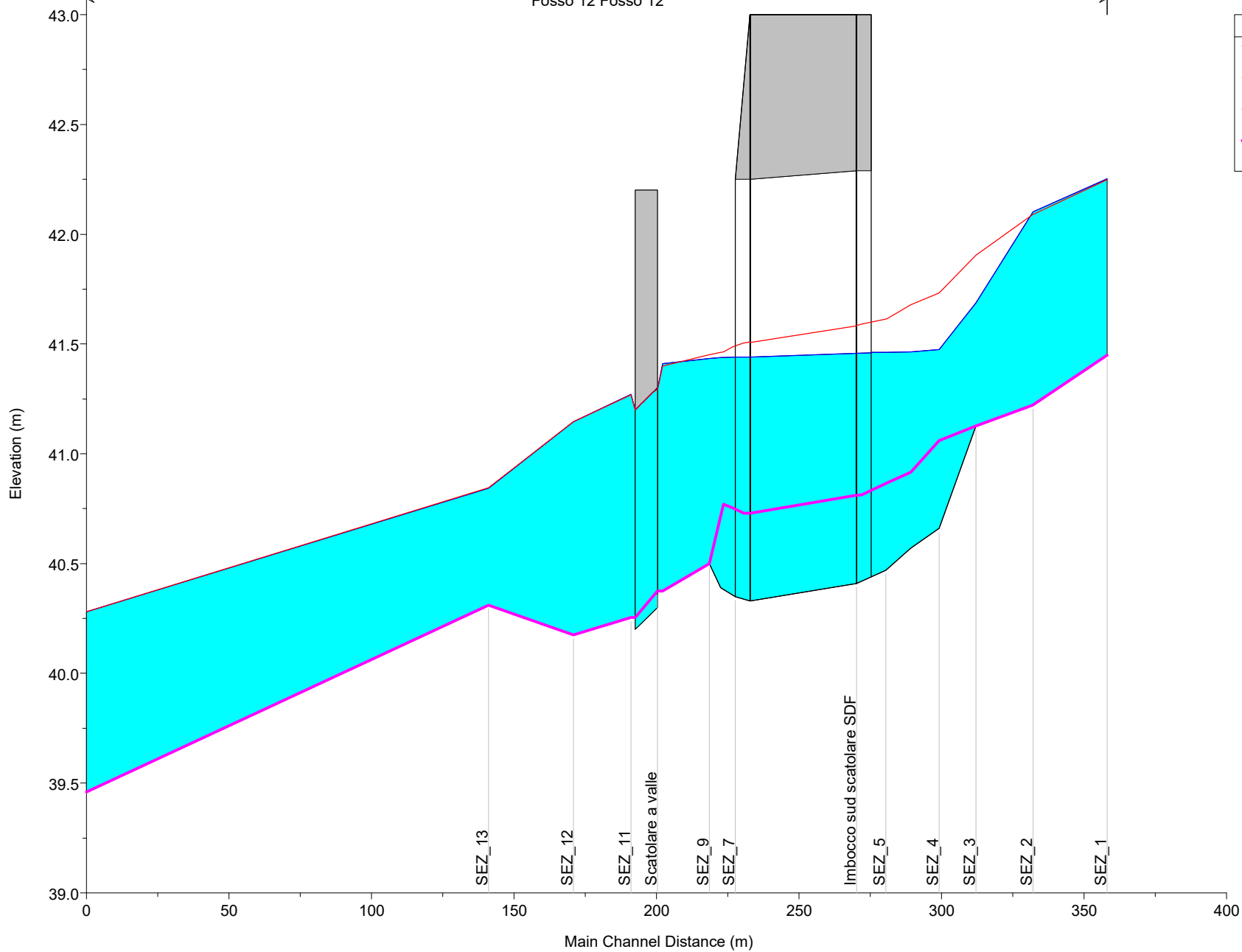
HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Fosso 12 Reach: Fosso 12 Profile: Qms = 1 m3/s

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
Fosso 12	14	Qms = 1 m3/s	1.00	41.45	42.25		42.29	0.005102	0.88	1.29	4.31	0.37
Fosso 12	13	Qms = 1 m3/s	1.00	41.22	42.10	41.80	42.14	0.006339	0.89	1.12	2.56	0.42
Fosso 12	12	Qms = 1 m3/s	1.00	41.13	41.69	41.69	41.87	0.040574	1.89	0.53	1.48	1.01
Fosso 12	11	Qms = 1 m3/s	1.00	40.66	41.48		41.50	0.002348	0.65	1.55	2.29	0.25
Fosso 12	10	Qms = 1 m3/s	1.00	40.57	41.46	40.90	41.48	0.001233	0.50	1.99	2.99	0.20
Fosso 12	9.3	Qms = 1 m3/s	1.00	40.47	41.46	40.73	41.47	0.000537	0.37	2.72	3.20	0.13
Fosso 12	9.1	Qms = 1 m3/s	1.00	40.44	41.46	40.67	41.47	0.000327	0.30	3.29	3.67	0.10
Fosso 12	8.4		Bridge									
Fosso 12	8.3	Qms = 1 m3/s	1.00	40.41	41.46	40.67	41.46	0.000441	0.34	2.98	3.55	0.12
Fosso 12	8.2		Bridge									
Fosso 12	8.1	Qms = 1 m3/s	1.00	40.33	41.44	40.58	41.45	0.000339	0.31	3.25	3.52	0.10
Fosso 12	7.2		Bridge									
Fosso 12	7.1	Qms = 1 m3/s	1.00	40.35	41.44		41.44	0.000254	0.27	3.66	3.81	0.09
Fosso 12	6.1	Qms = 1 m3/s	1.00	40.39	41.44	40.61	41.44	0.000262	0.28	3.59	3.85	0.09
Fosso 12	6	Qms = 1 m3/s	1.00	40.50	41.43	40.82	41.44	0.000624	0.37	2.67	4.22	0.15
Fosso 12	5	Qms = 1 m3/s	1.00	40.37	41.41	40.79	41.43	0.001444	0.53	1.88	2.77	0.21
Fosso 12	4.1		Culvert									
Fosso 12	4	Qms = 1 m3/s	1.00	40.25	41.27		41.32	0.007234	0.94	1.07	2.14	0.42
Fosso 12	3	Qms = 1 m3/s	1.00	40.17	41.15		41.18	0.005722	0.86	1.17	2.42	0.40
Fosso 12	2	Qms = 1 m3/s	1.00	40.31	40.84		40.92	0.014695	1.23	0.81	2.26	0.66
Fosso 12	1	Qms = 1 m3/s	1.00	39.46	40.28	39.89	40.30	0.002002	0.63	1.69	4.39	0.26



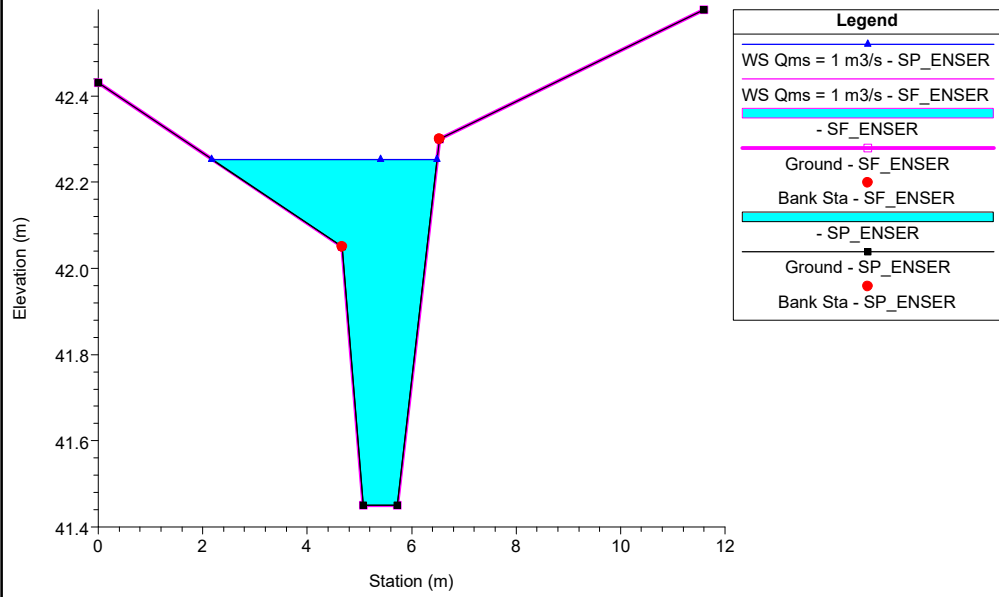
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 26/01/2018 2) SF\_ENSER 26/01/2018

Fosso 12 Fosso 12

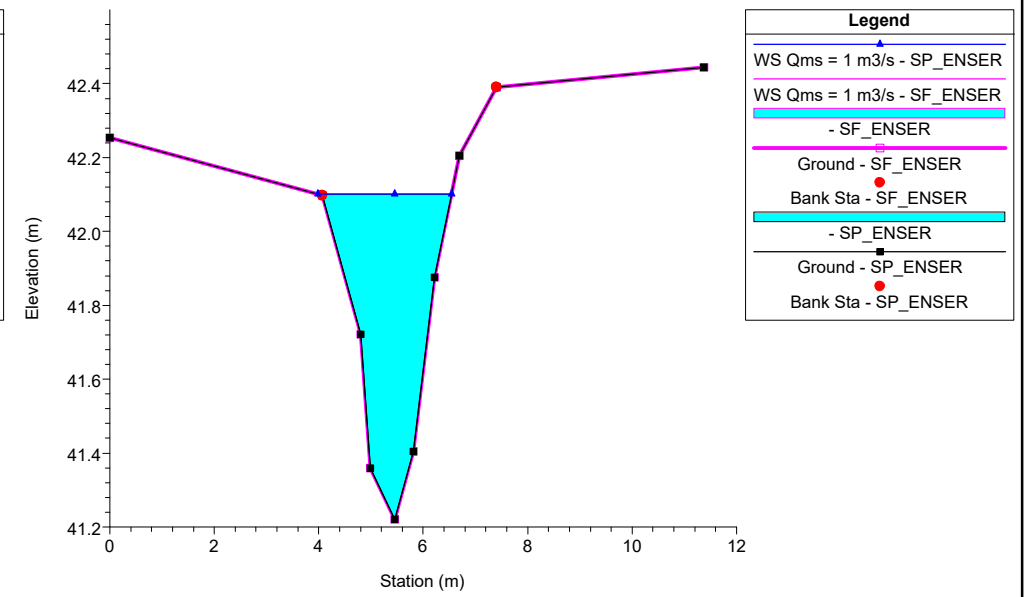


Legend	
WS Qms = 1 m3/s - SP_ENSER	
WS Qms = 1 m3/s - SF_ENSER	
Ground	
Ground	

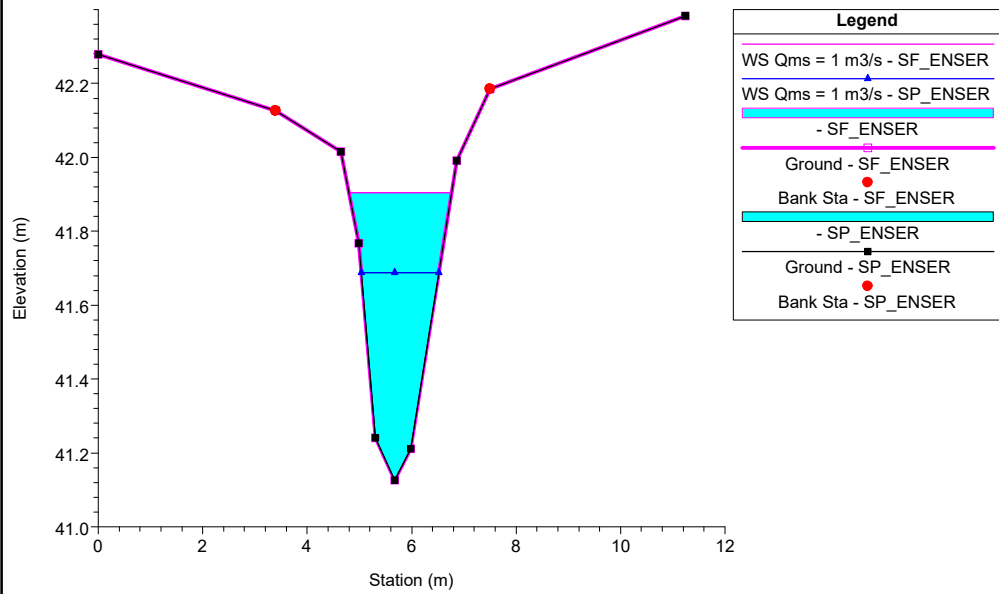
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 14 SEZ\_1



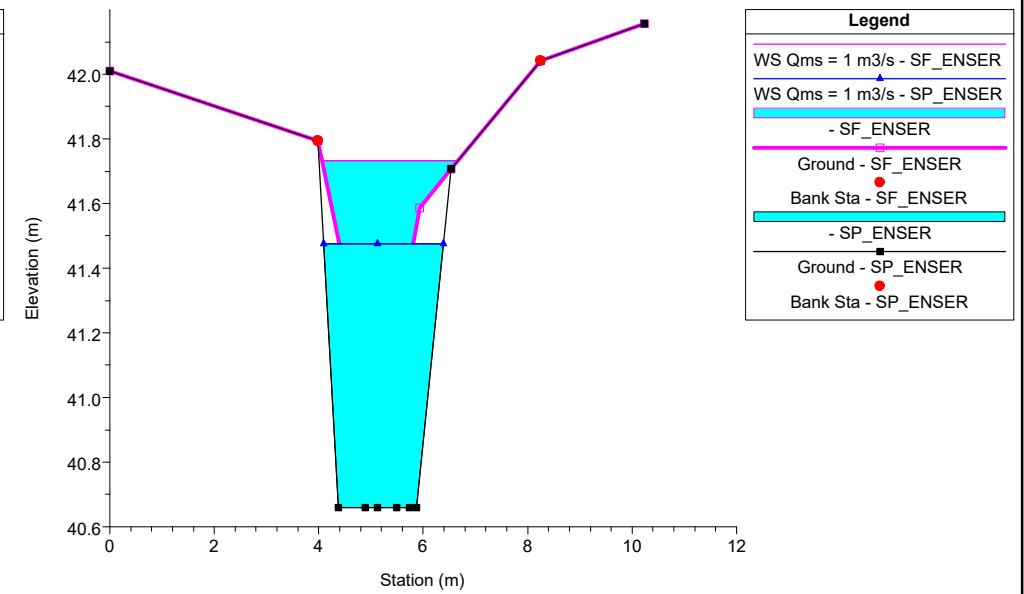
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 13 SEZ\_2



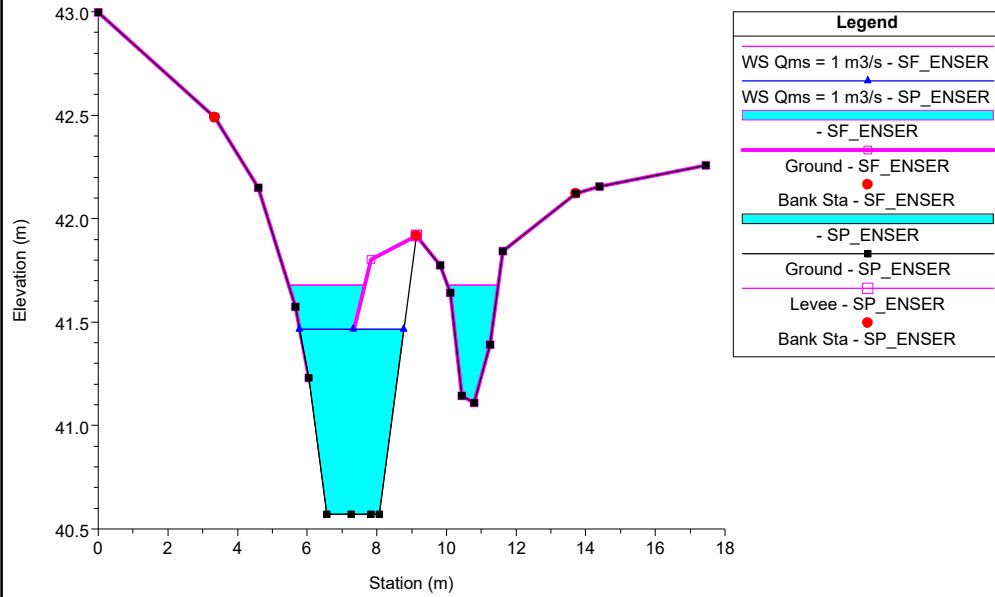
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 12 SEZ\_3



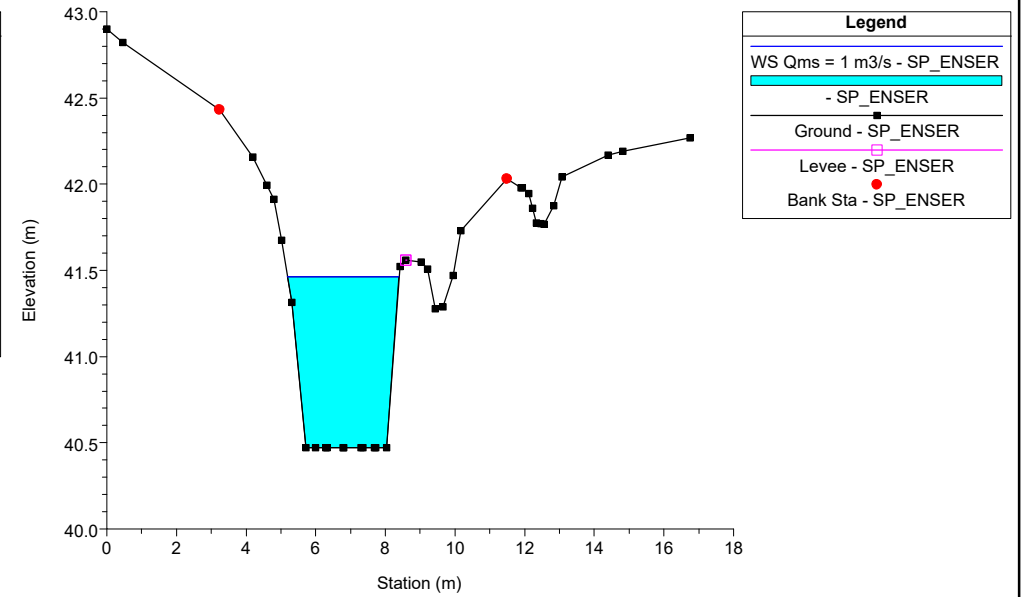
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 11 SEZ\_4



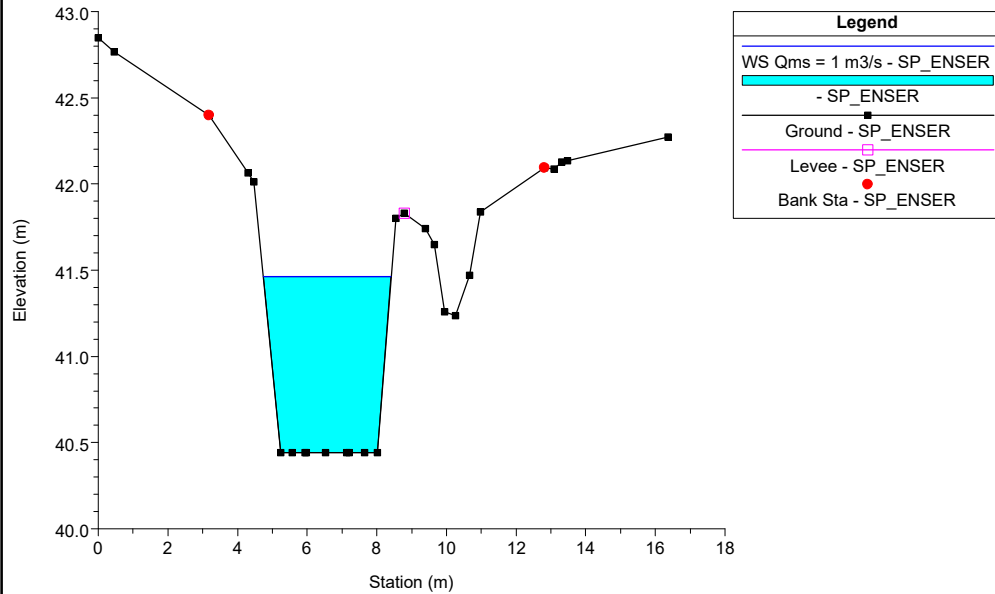
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 10



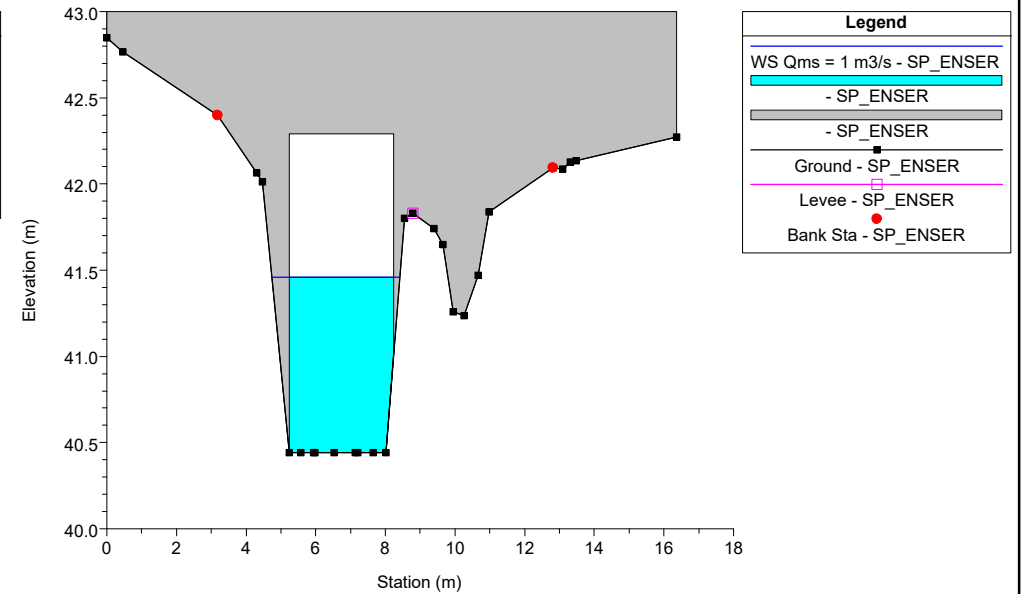
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9.3 SEZ\_5



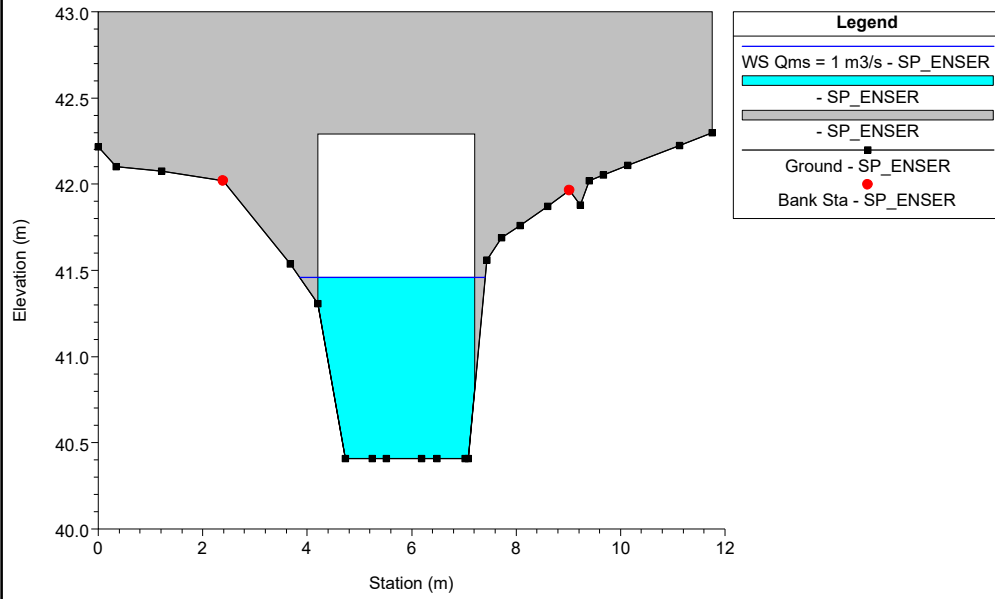
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9.1 SEZ\_6



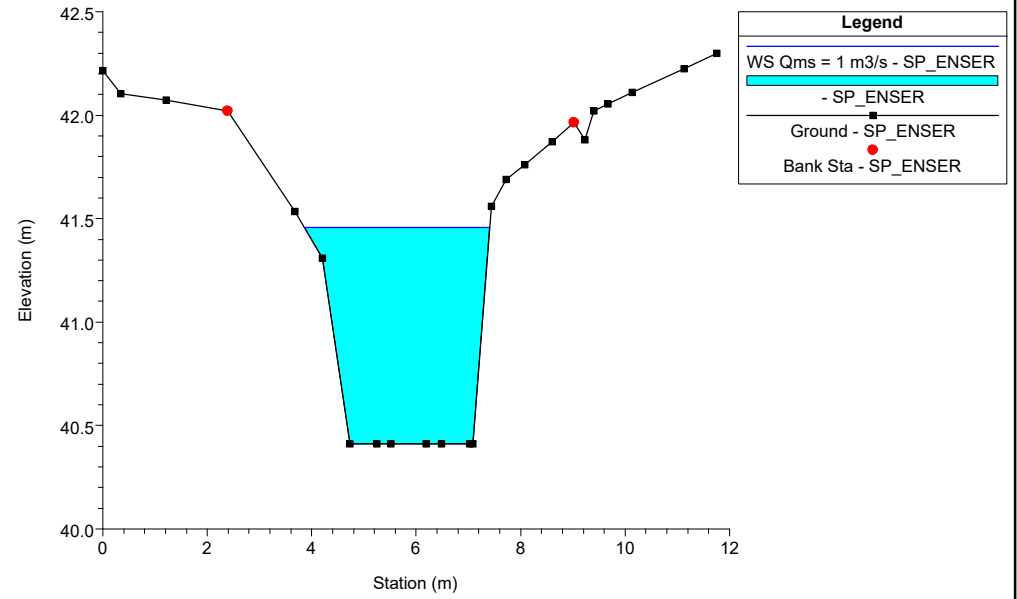
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8.4 BR



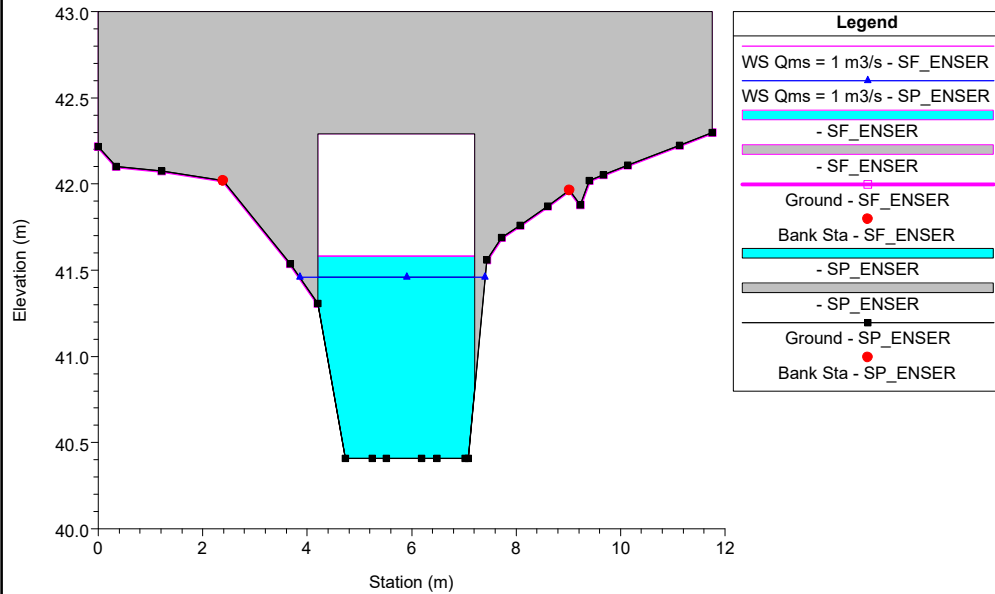
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8.4 BR



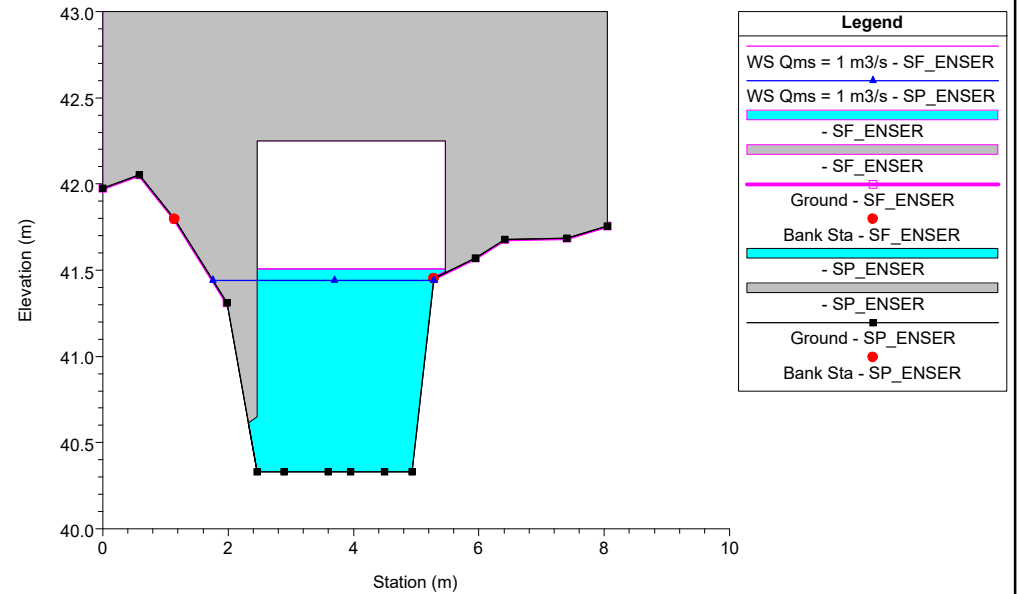
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8.3 Imbocco sud scolare SDF



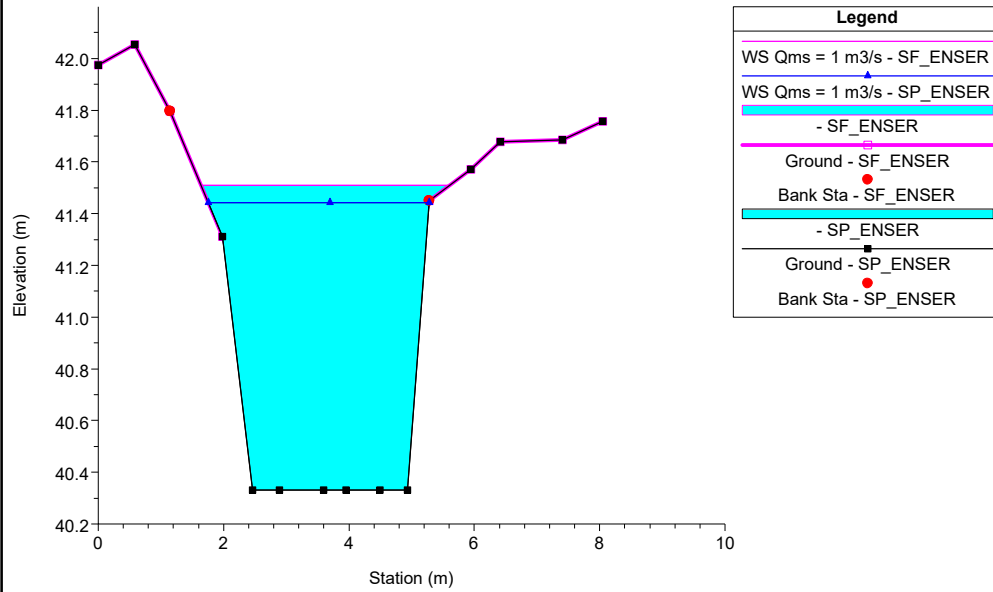
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8.2 BR



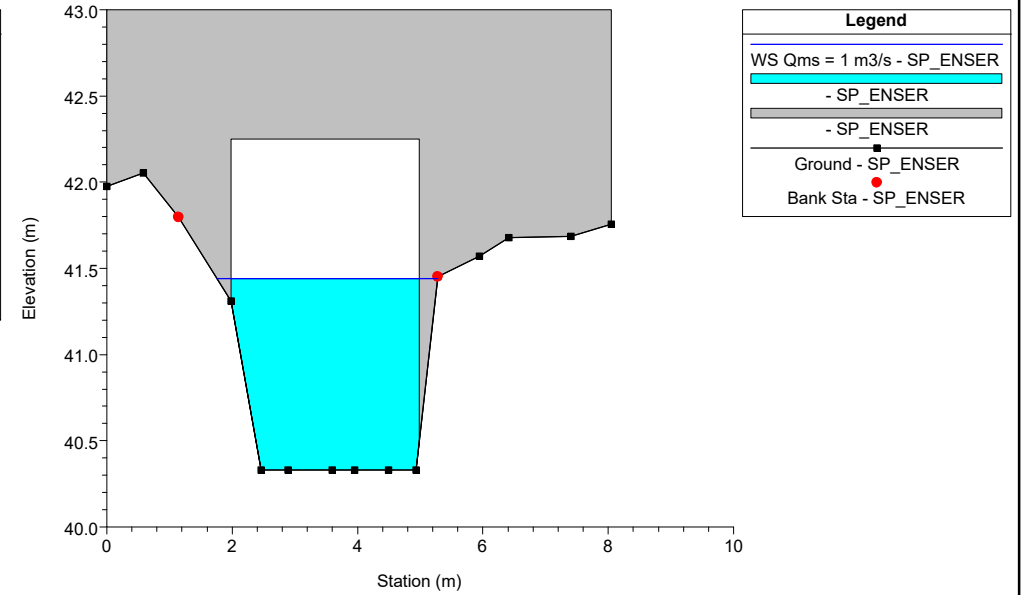
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8.2 BR



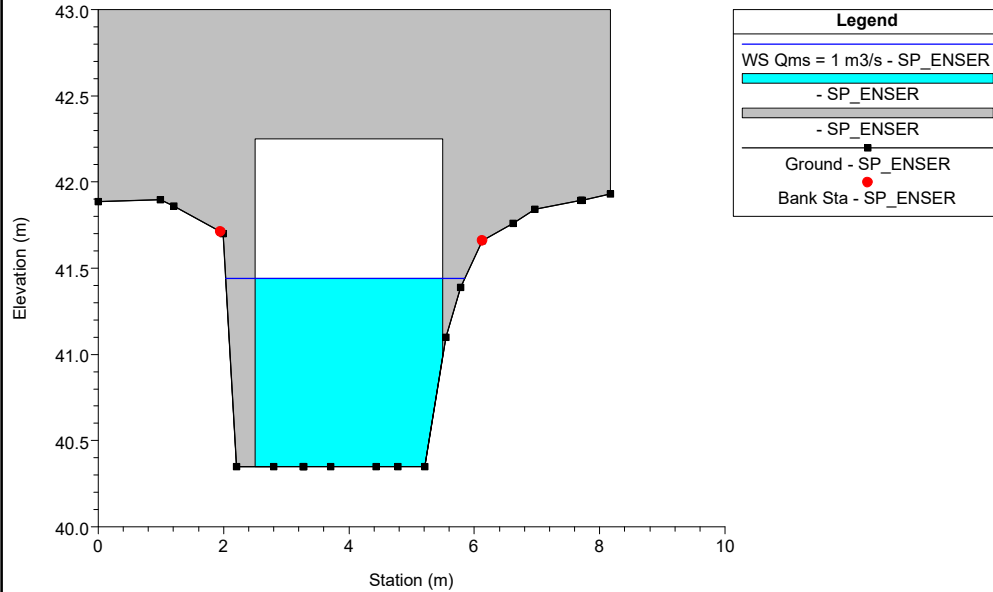
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8.1 Imbocco Nord scatolare SDF



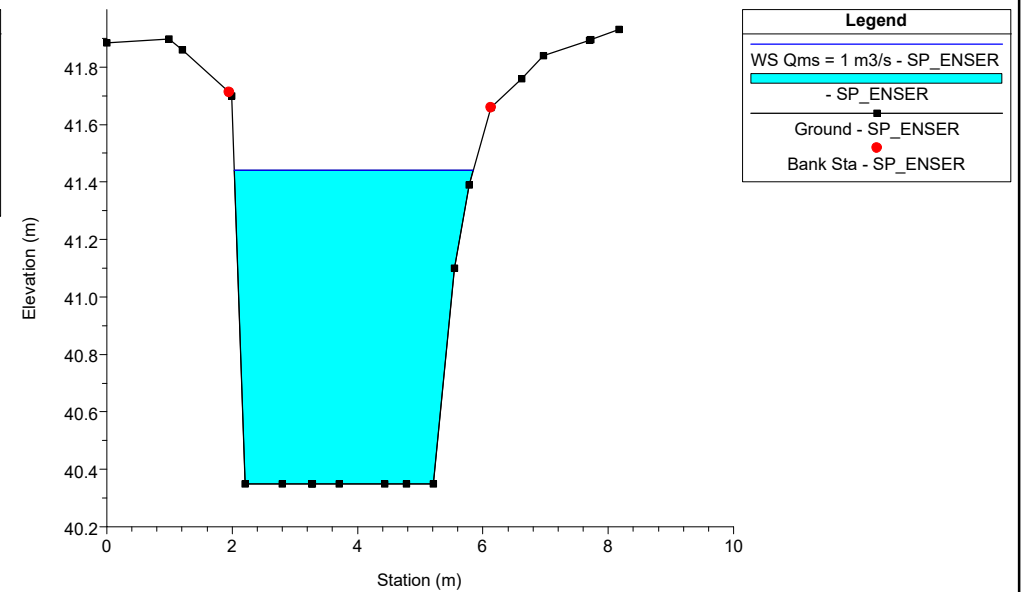
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7.2 BR



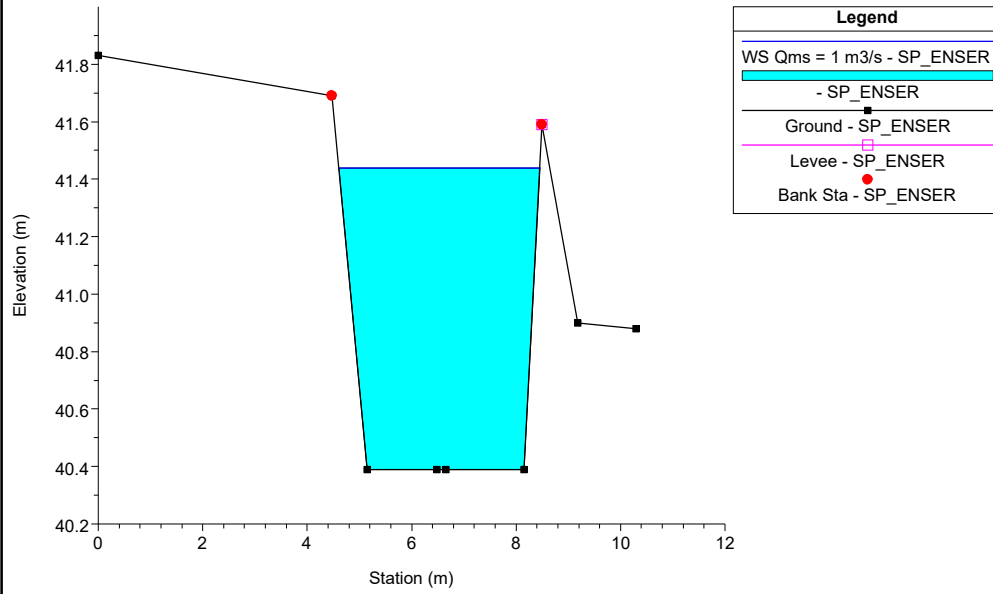
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7.2 BR



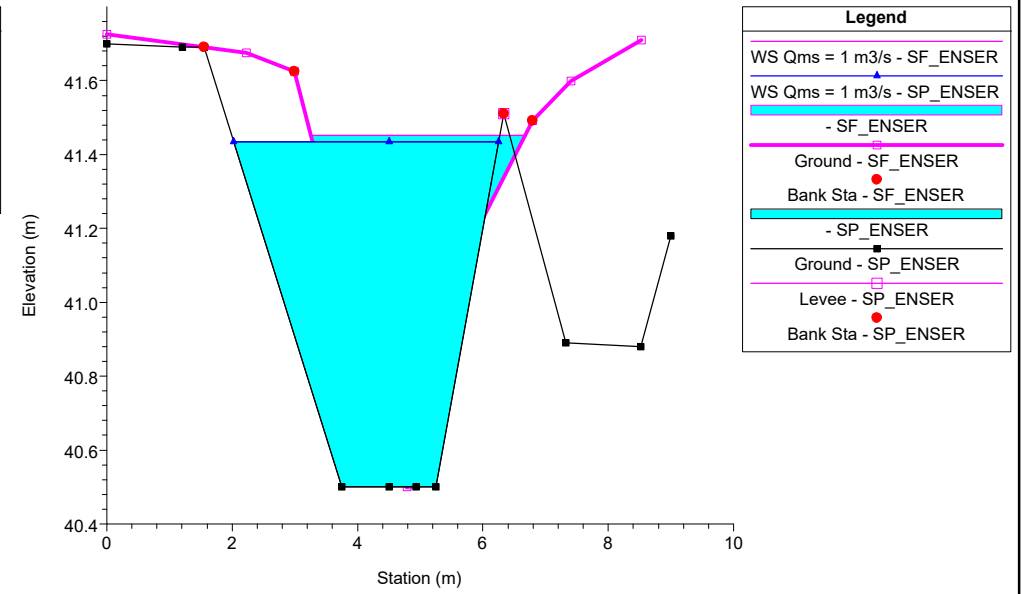
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7.1 SEZ\_7



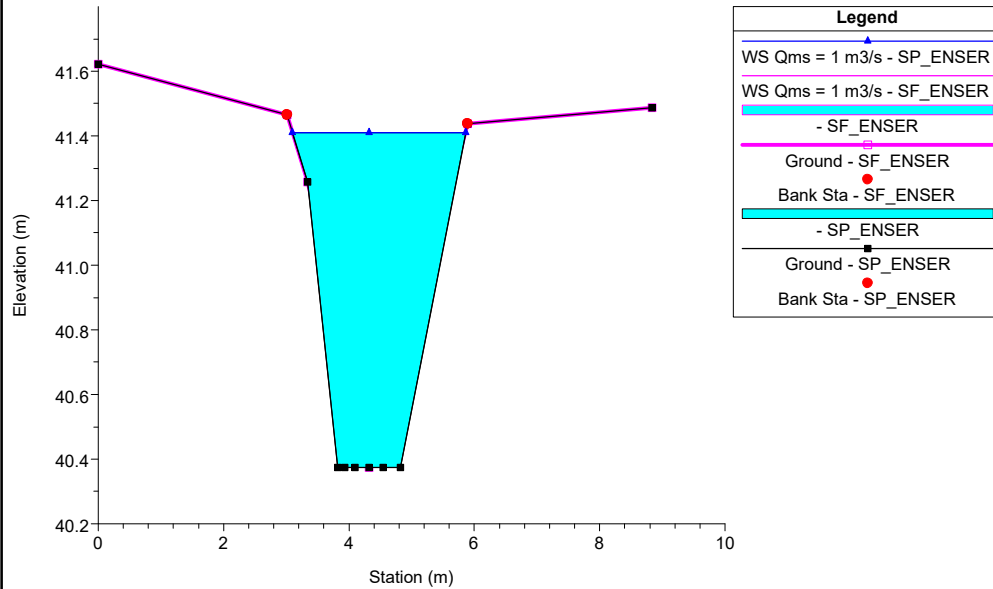
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6.1 SEZ\_8



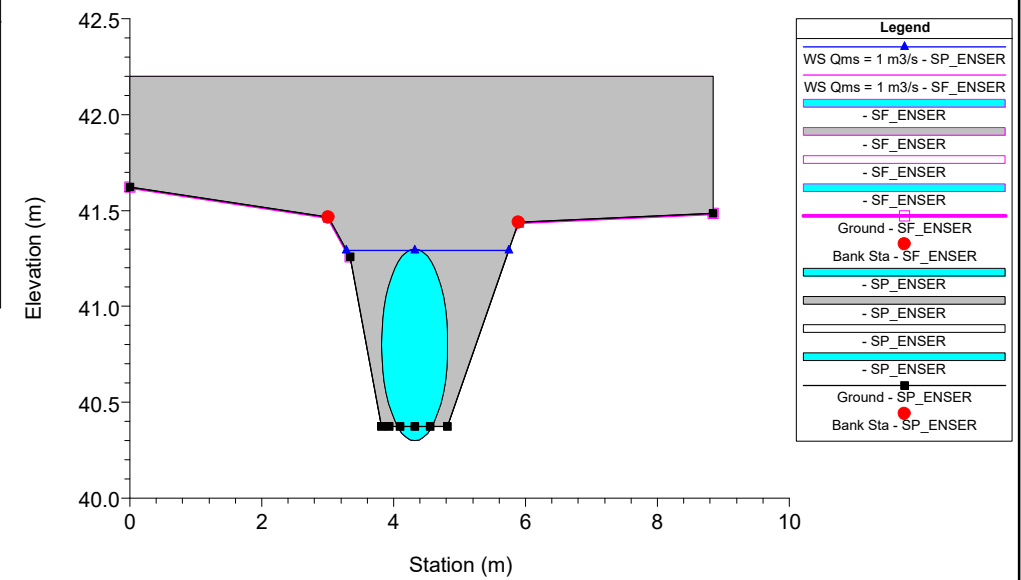
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6 SEZ\_9



Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5 SEZ\_10

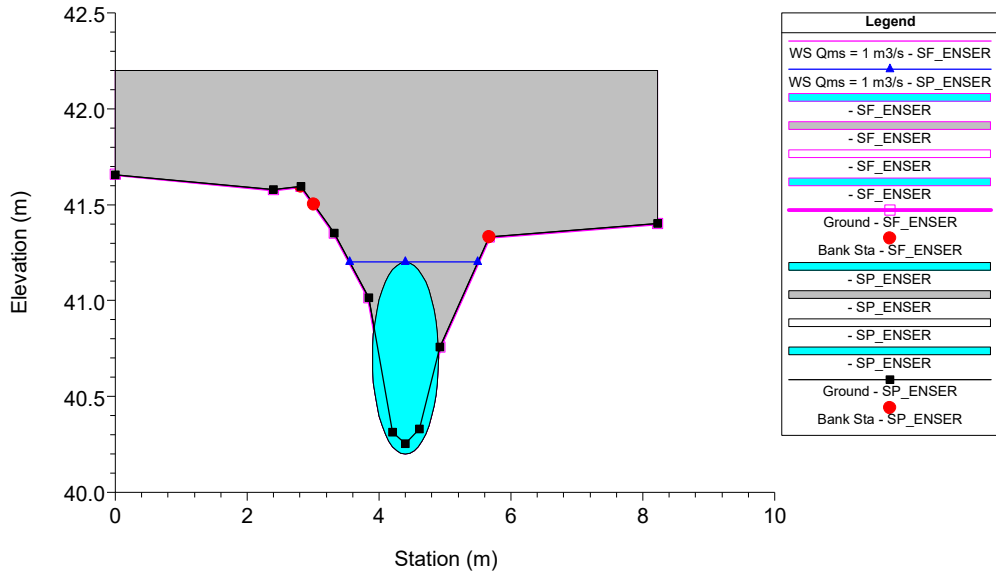


Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4.1 Culv. Scatolare a valle

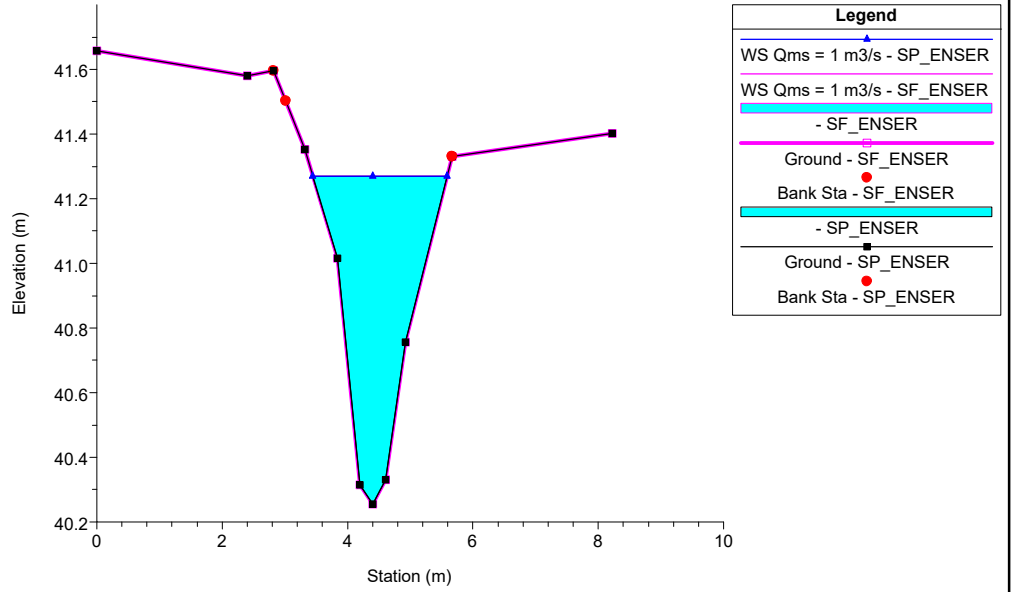




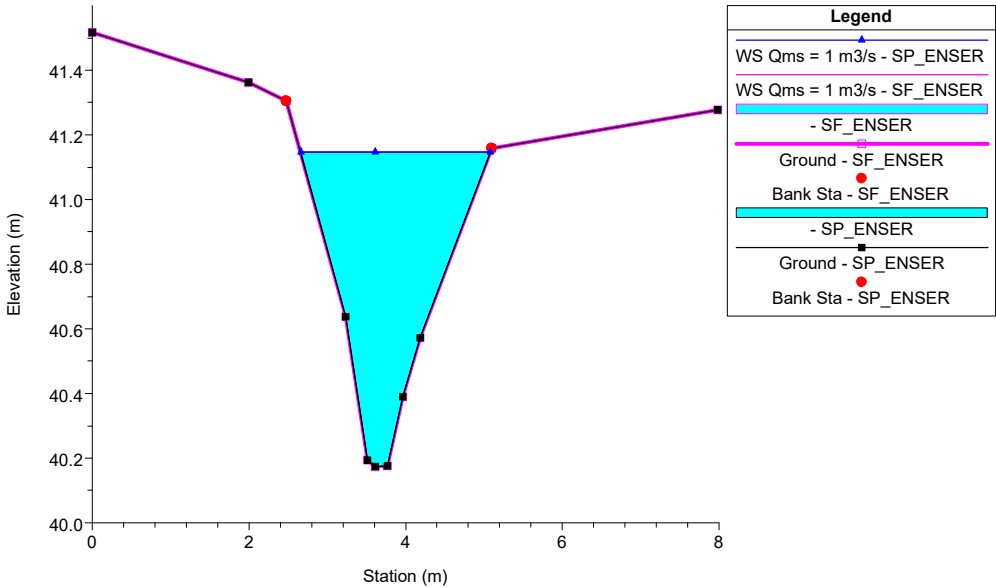
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4.1 Culv. Scatolare a valle



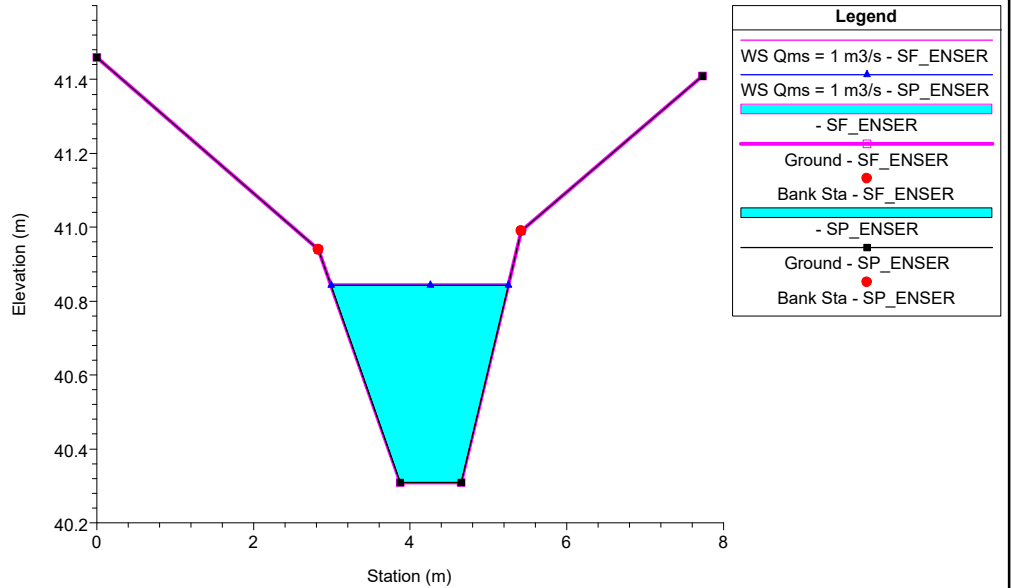
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4 SEZ\_11



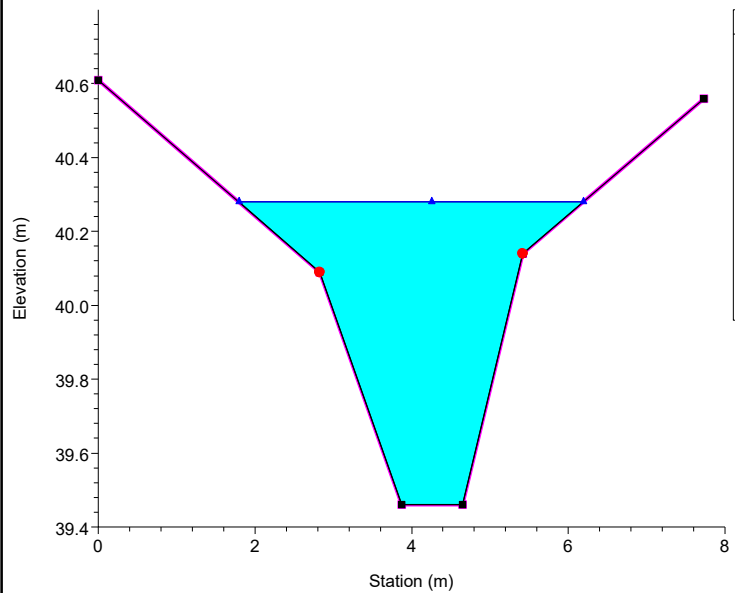
Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3 SEZ\_12



Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2 SEZ\_13



Fosso 12\_SR Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1 Sez\_11\_vecchio rilievo\_SEZ VALLE



Legend	
WS Qms = 1 m3/s - SF_ENSER	▲
WS Qms = 1 m3/s - SP_ENSER	▲
- SF_ENSER	■
Ground - SF_ENSER	●
Bank Sta - SF_ENSER	■
- SP_ENSER	■
Ground - SP_ENSER	■
Bank Sta - SP_ENSER	●

## APPENDICE 16

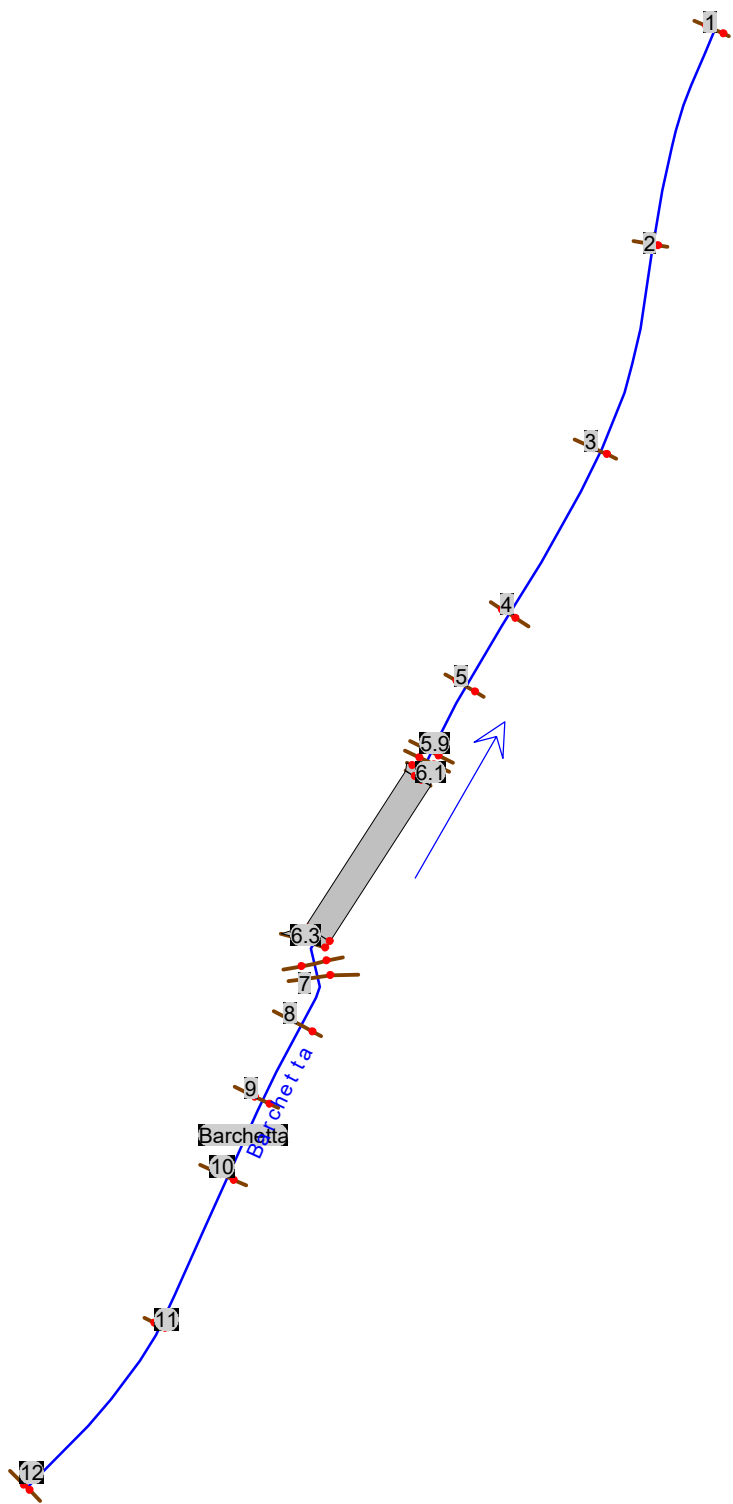
### Scolo Fossa Barchetta: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SDF\_ENSER River: Barchetta Reach: Barchetta Profile: PF 1

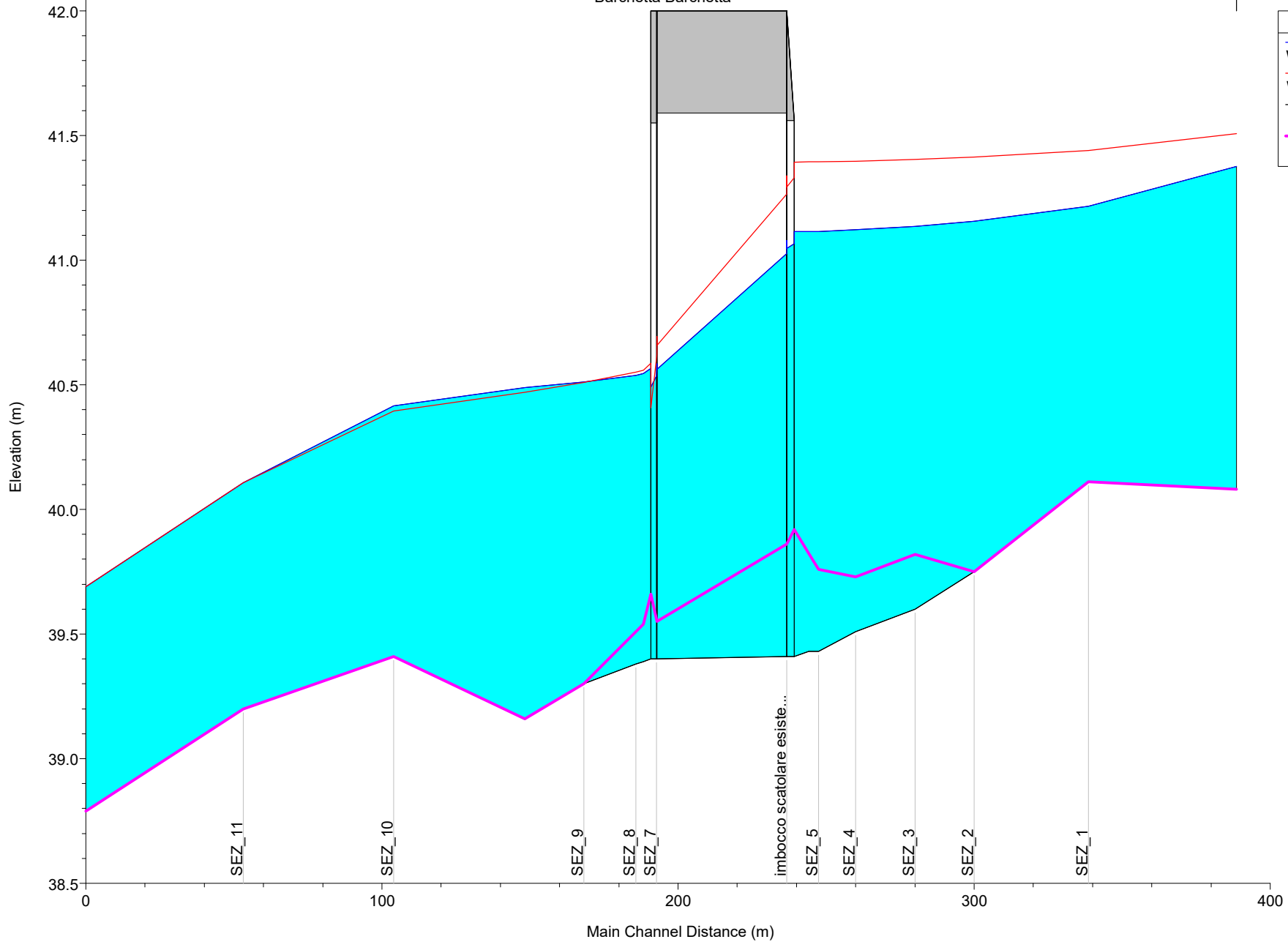
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Barchetta	12	PF 1	2.50	40.08	41.51		41.52	0.001015	0.61	5.55	9.97	0.18
Barchetta	11	PF 1	2.50	40.11	41.44		41.46	0.001421	0.69	4.24	6.26	0.21
Barchetta	10	PF 1	2.50	39.75	41.41		41.42	0.000570	0.48	6.60	11.26	0.14
Barchetta	9	PF 1	2.50	39.82	41.40		41.41	0.000532	0.46	6.81	11.42	0.14
Barchetta	8	PF 1	2.50	39.73	41.40		41.40	0.000385	0.37	7.52	10.96	0.12
Barchetta	7	PF 1	2.50	39.76	41.40		41.40	0.000182	0.27	10.53	14.16	0.08
Barchetta	6.3	PF 1	2.50	39.92	41.39	40.31	41.40	0.000212	0.30	9.53	11.11	0.08
Barchetta	6.25		Bridge									
Barchetta	6.2	PF 1	2.50	39.86	41.34	40.33	41.34	0.000332	0.35	7.23	6.86	0.10
Barchetta	6.11		Bridge									
Barchetta	6.1	PF 1	2.50	39.55	40.69	40.21	40.77	0.006552	1.22	2.17	2.97	0.38
Barchetta	6.06		Bridge									
Barchetta	6.05	PF 1	2.50	39.66	40.59		40.61	0.001772	0.61	4.08	5.51	0.23
Barchetta	6	PF 1	2.50	39.54	40.56		40.60	0.003752	0.89	3.15	10.07	0.34
Barchetta	5	PF 1	2.50	39.30	40.51		40.53	0.002541	0.70	3.99	10.46	0.28
Barchetta	4	PF 1	2.50	39.16	40.47		40.49	0.001766	0.66	4.61	10.69	0.24
Barchetta	3	PF 1	2.50	39.41	40.39		40.41	0.001678	0.67	4.67	10.30	0.24
Barchetta	2	PF 1	2.50	39.20	40.11		40.22	0.013397	1.47	1.75	4.03	0.57
Barchetta	1	PF 1	2.50	38.79	39.69	39.35	39.74	0.006008	1.02	2.45	4.00	0.42

HEC-RAS Plan: SDP\_ENSER River: Barchetta Reach: Barchetta Profile: PF 1

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
Barchetta	12	PF 1	2.50	40.08	41.38		41.40	0.001937	0.78	4.28	8.92	0.24
Barchetta	11	PF 1	2.50	40.11	41.22		41.26	0.003962	0.98	2.86	5.88	0.34
Barchetta	10	PF 1	2.50	39.75	41.16		41.18	0.001211	0.63	4.41	9.10	0.19
Barchetta	9	PF 1	2.50	39.60	41.14		41.15	0.001053	0.58	4.76	9.05	0.18
Barchetta	8	PF 1	2.50	39.51	41.12		41.13	0.000778	0.46	5.54	8.60	0.16
Barchetta	7	PF 1	2.50	39.43	41.12		41.12	0.000536	0.41	6.35	8.21	0.13
Barchetta	6.4	PF 1	2.50	39.43	41.12		41.12	0.000391	0.37	7.28	9.01	0.12
Barchetta	6.3	PF 1	2.50	39.41	41.11	40.03	41.12	0.000283	0.32	8.32	11.11	0.09
Barchetta	6.25		Bridge									
Barchetta	6.2	PF 1	2.50	39.41	41.08	39.91	41.09	0.000311	0.35	7.25	5.92	0.10
Barchetta	6.11		Bridge									
Barchetta	6.1	PF 1	2.50	39.40	40.58	40.03	40.65	0.006722	1.18	2.19	2.67	0.36
Barchetta	6.06		Bridge									
Barchetta	6.05	PF 1	2.50	39.40	40.57		40.58	0.001510	0.57	4.37	5.44	0.20
Barchetta	6	PF 1	2.50	39.39	40.54		40.58	0.002680	0.79	3.47	9.23	0.28
Barchetta	5.9	PF 1	2.50	39.38	40.54		40.57	0.002762	0.78	3.51	10.00	0.28
Barchetta	5	PF 1	2.50	39.30	40.51		40.53	0.001509	0.60	4.43	10.49	0.22
Barchetta	4	PF 1	2.50	39.16	40.49		40.50	0.001052	0.58	5.07	10.69	0.18
Barchetta	3	PF 1	2.50	39.41	40.42		40.44	0.002032	0.75	4.08	9.53	0.26
Barchetta	2	PF 1	2.50	39.20	40.11		40.22	0.013397	1.47	1.75	4.03	0.57
Barchetta	1	PF 1	2.50	38.79	39.69	39.35	39.74	0.006008	1.02	2.45	4.00	0.42

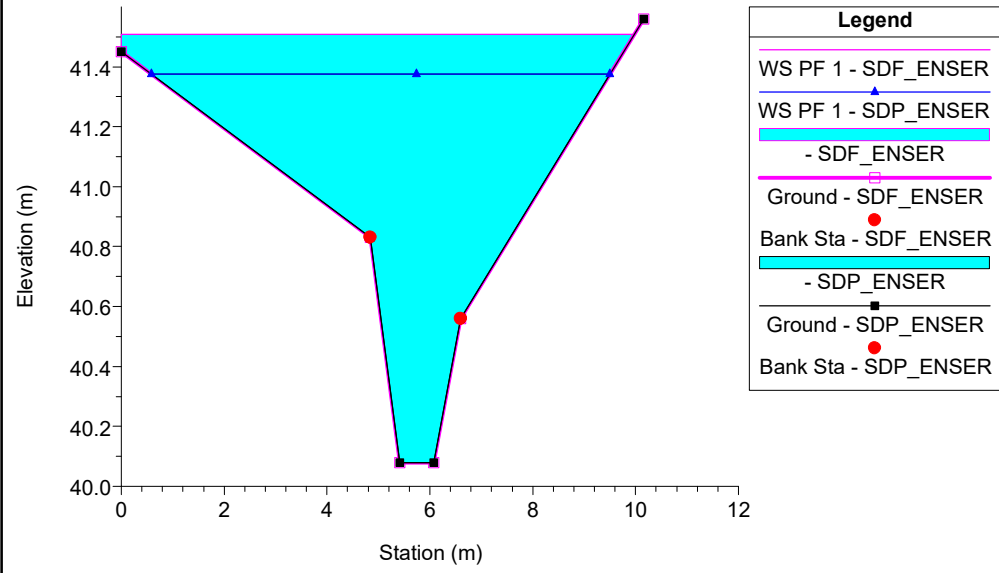


Barchetta Barchetta

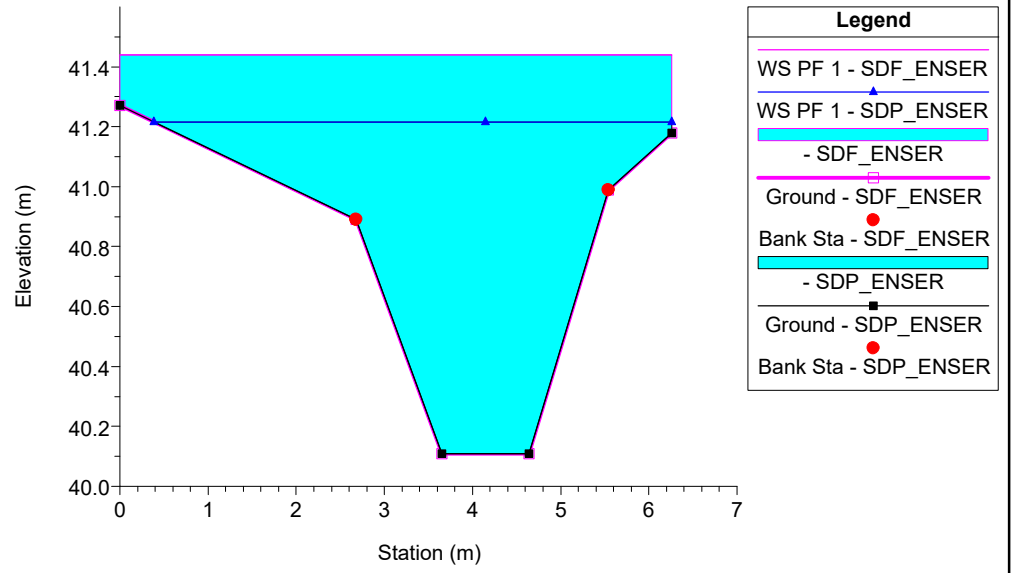


Legend	
WS PF 1 - SDP_ENSER	(Blue line)
WS PF 1 - SDF_ENSER	(Red line)
Ground	(Magenta line)
Ground	(Cyan area)

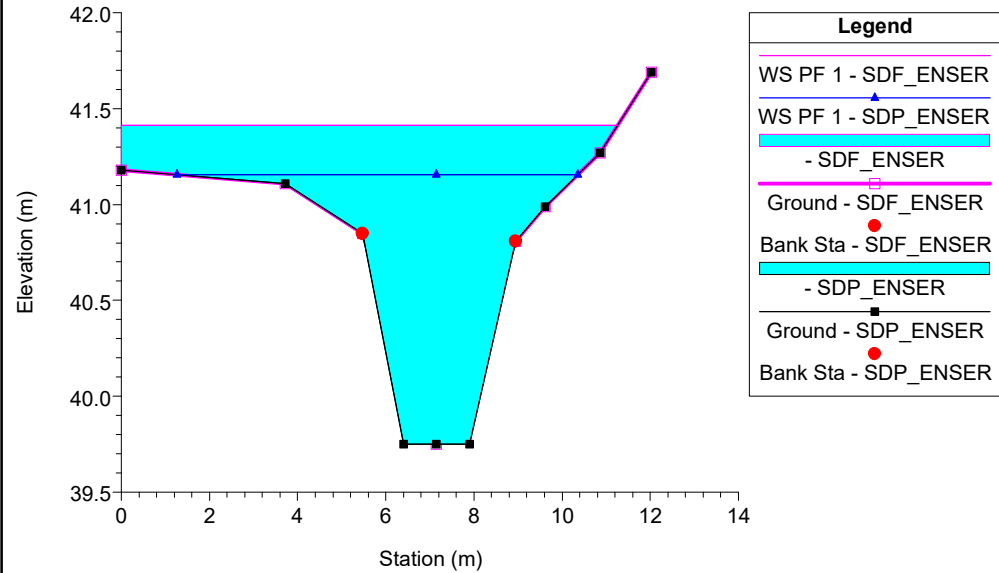
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 12



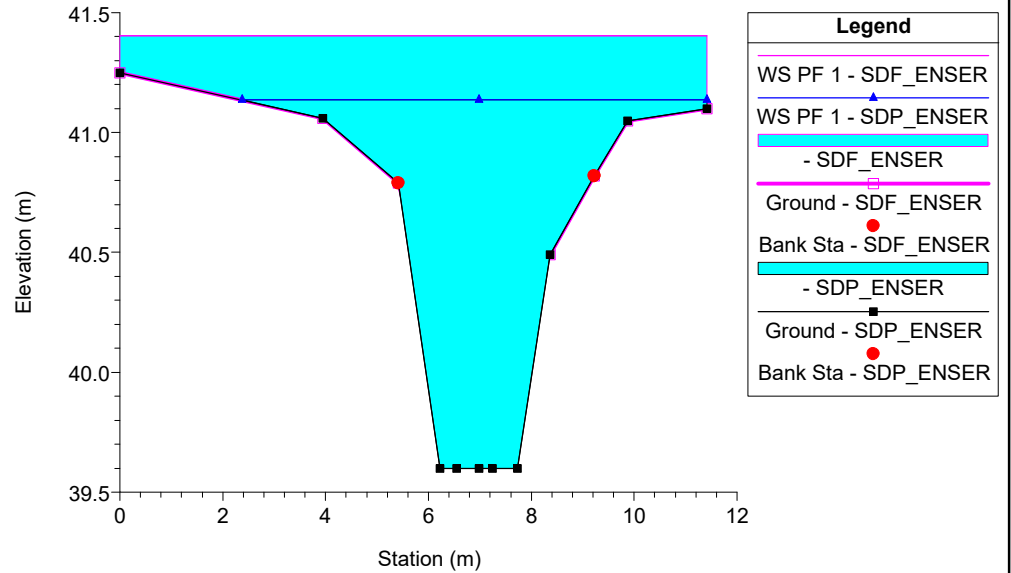
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 11 SEZ\_1



Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 10 SEZ\_2

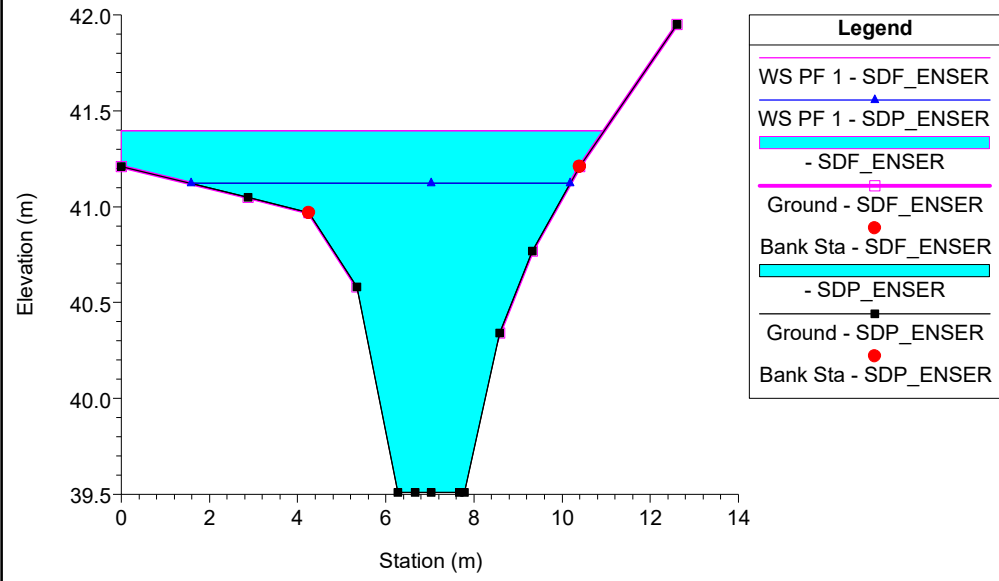


Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 9 SEZ\_3

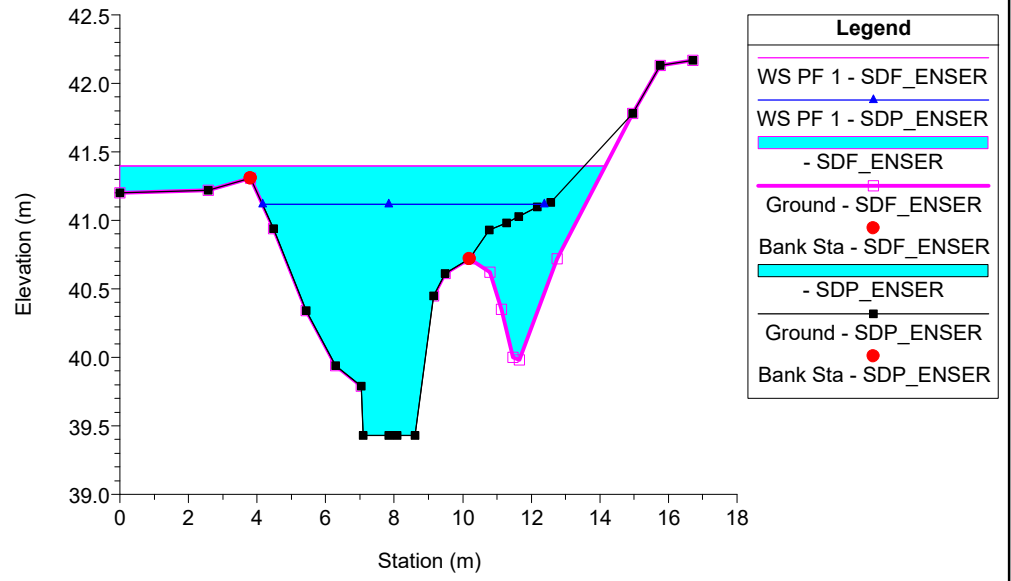




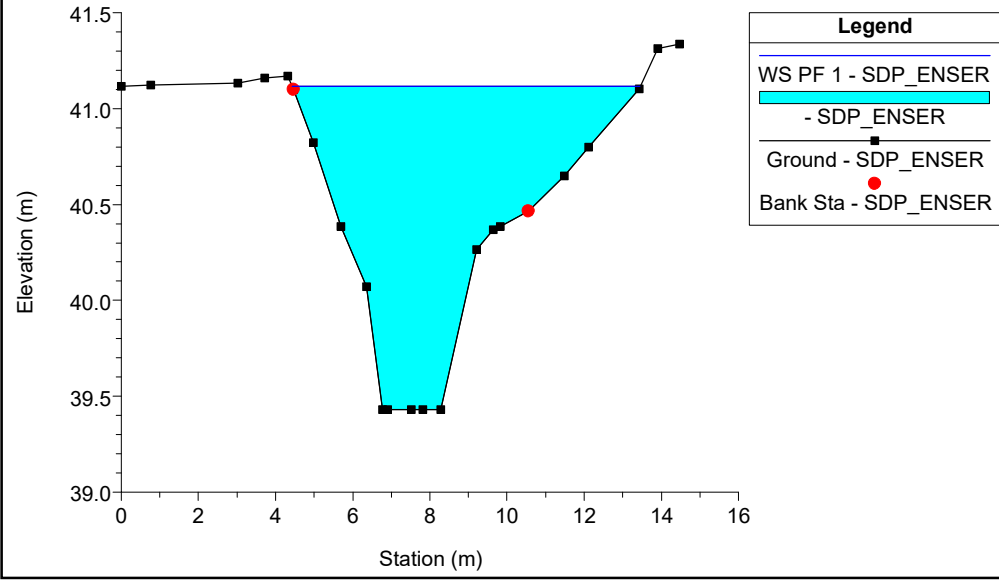
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 8 SEZ\_4



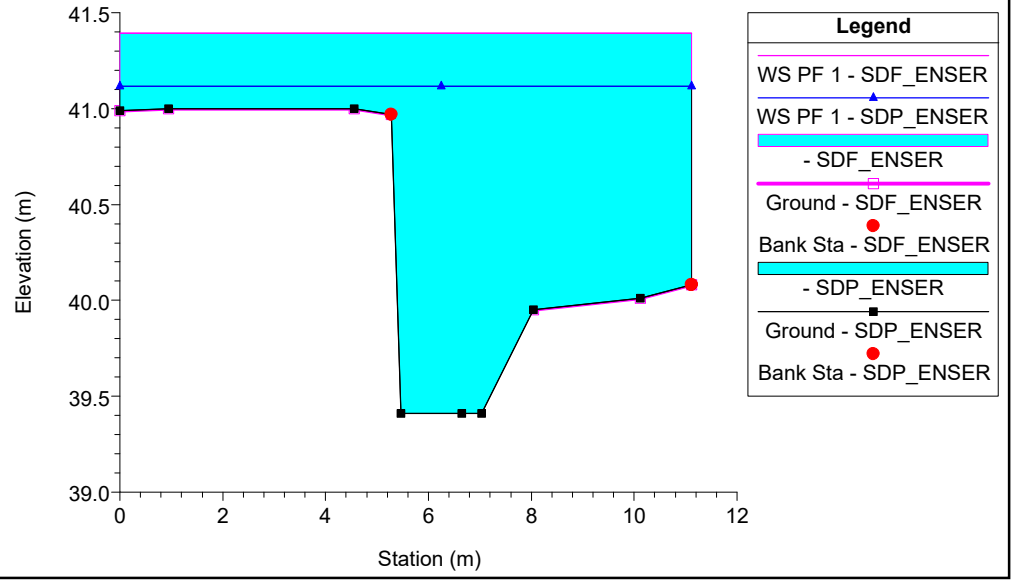
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 7 SEZ\_5



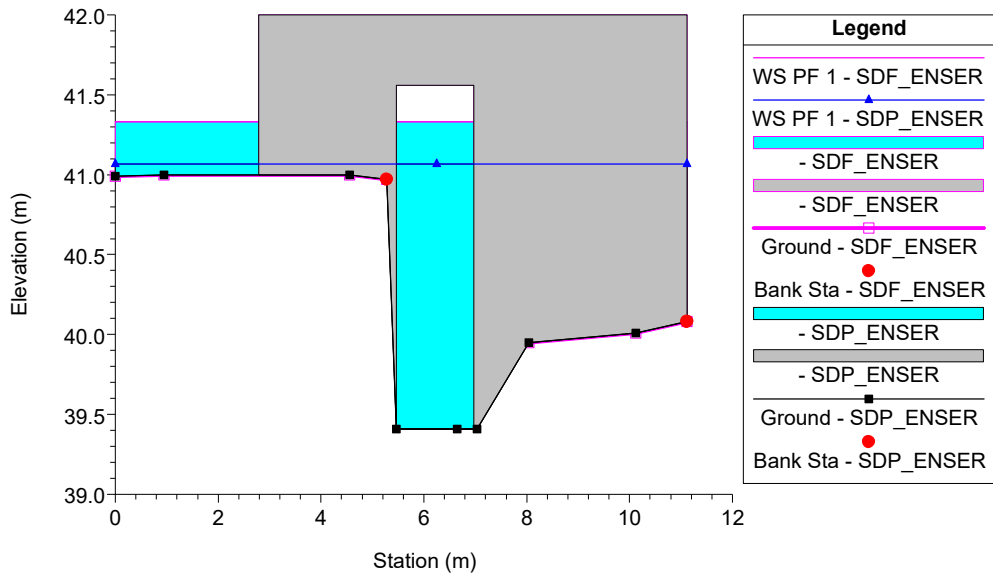
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 6.4



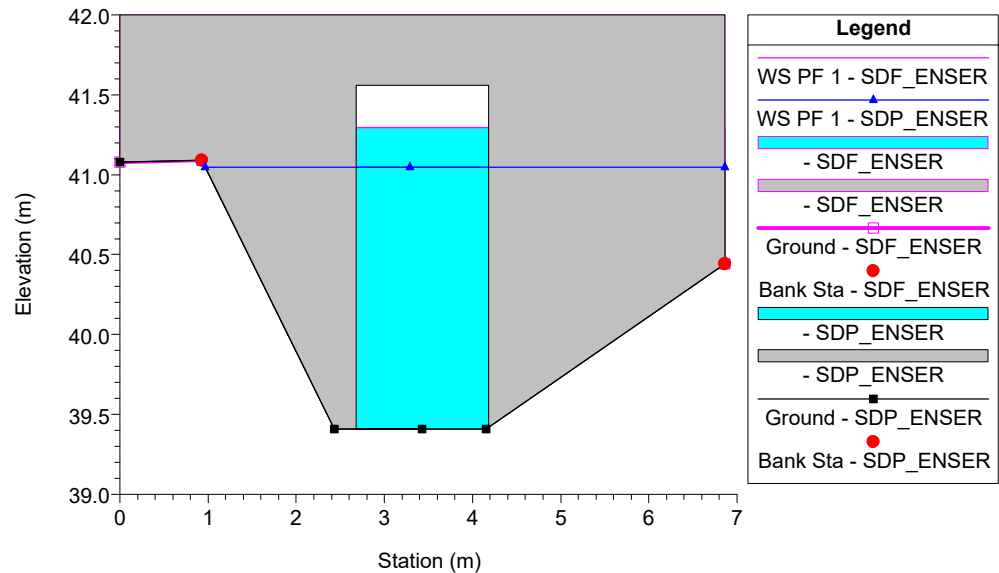
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 6.3 SEZ\_6



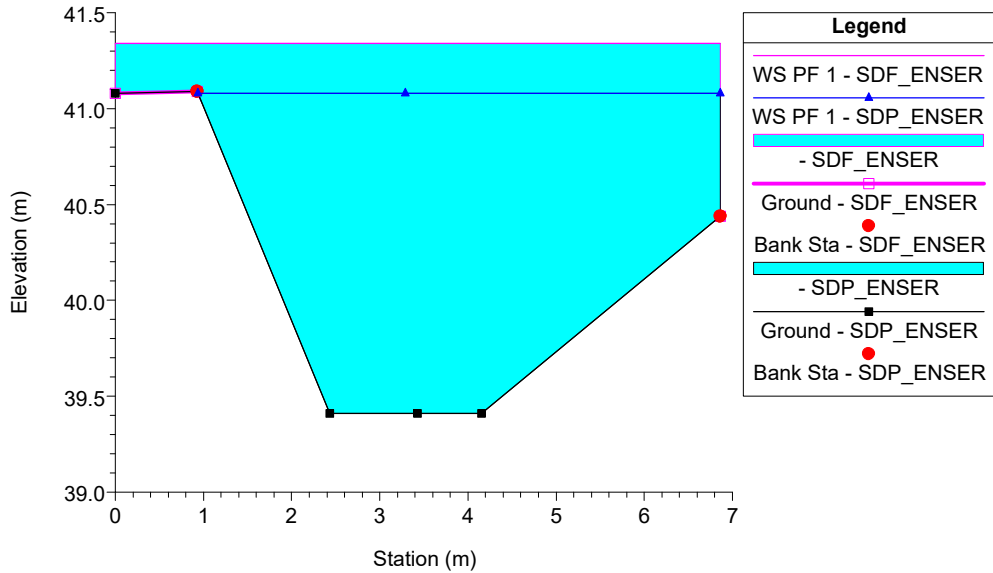
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 6.25 BR SEZ\_6



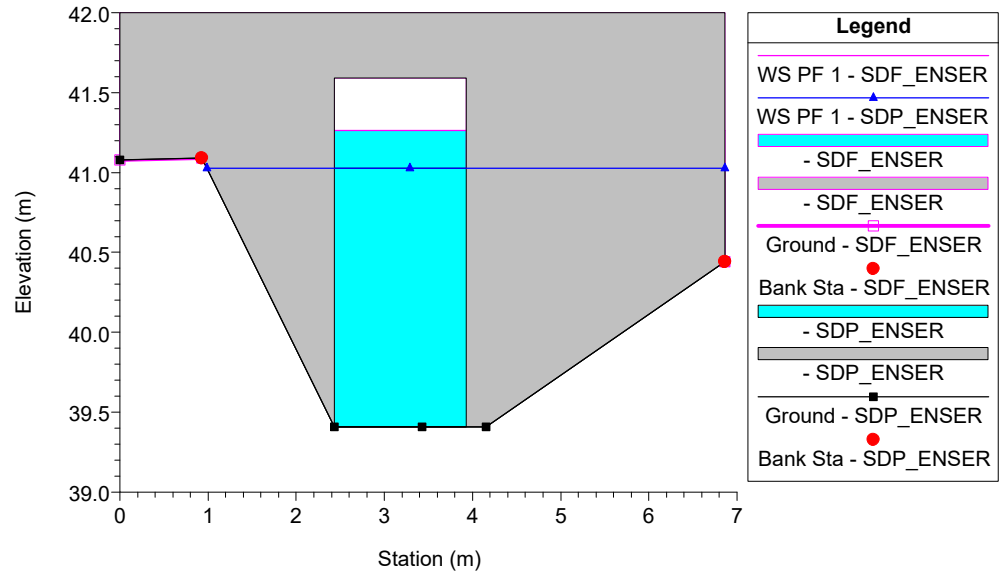
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 6.25 BR SEZ\_6



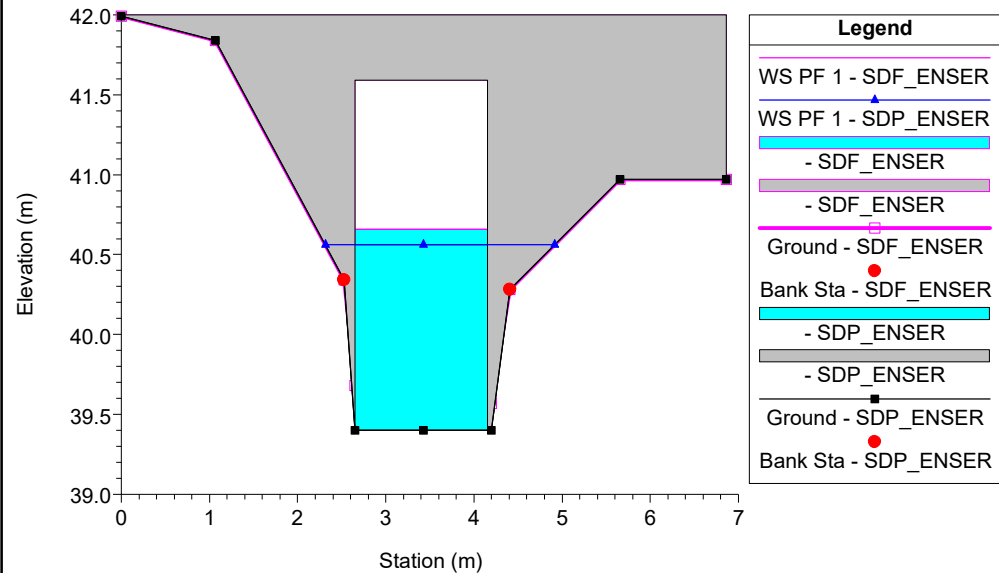
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 6.2 imbocco scatolare esistente sud



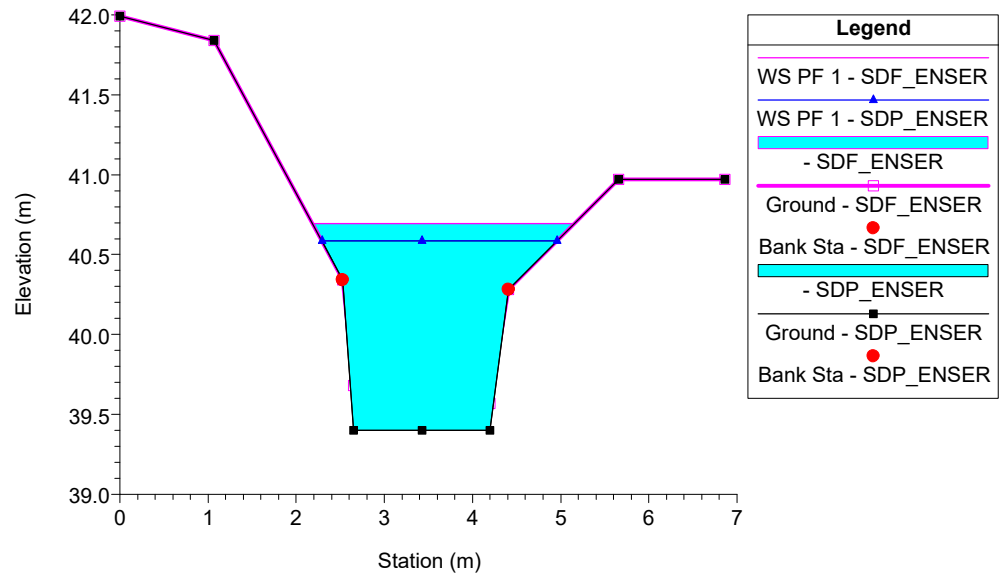
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 6.11 BR



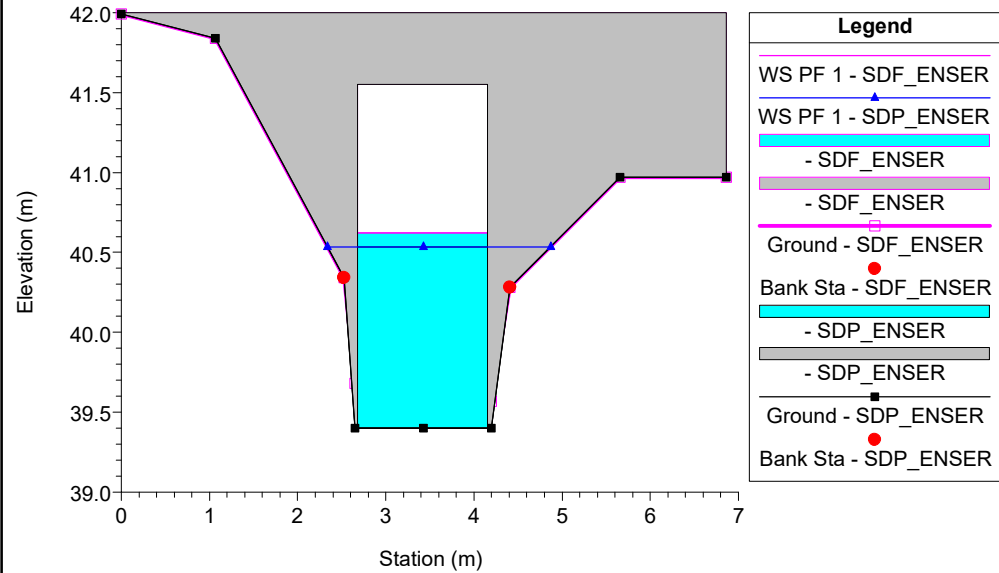
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 6.11 BR



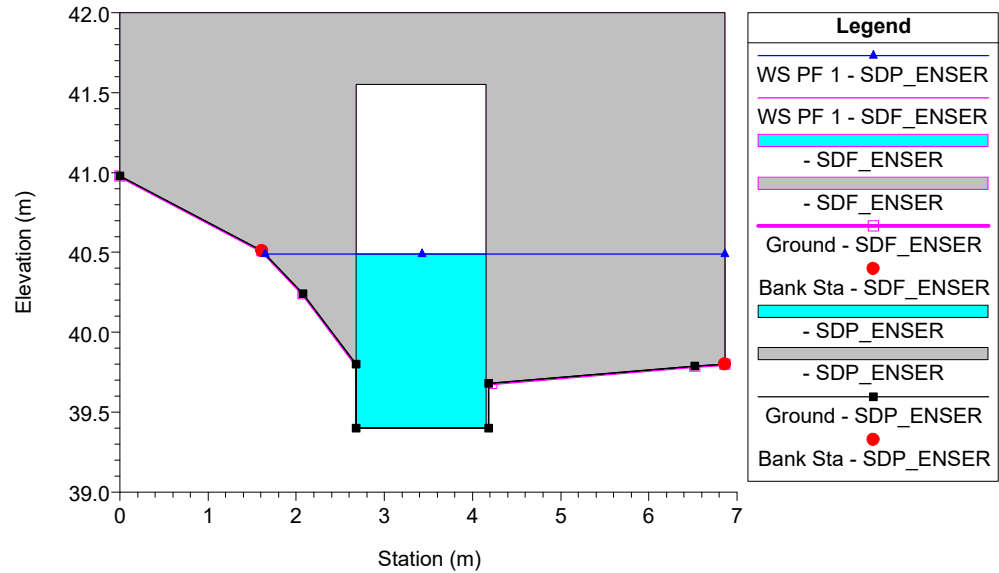
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 6.1 imbocco nord scolare esistente



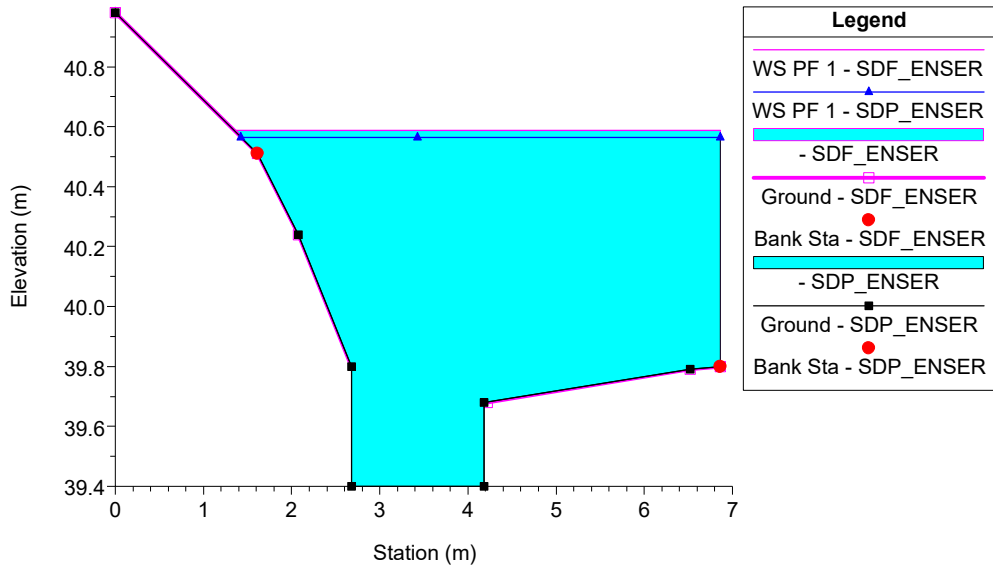
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 6.06 BR SEZ\_7



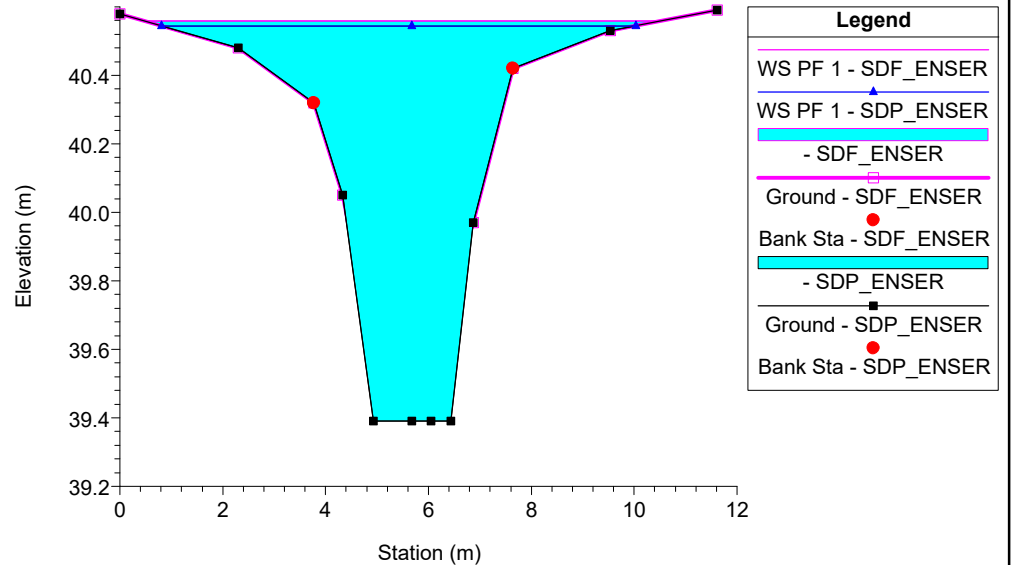
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 6.06 BR SEZ\_7



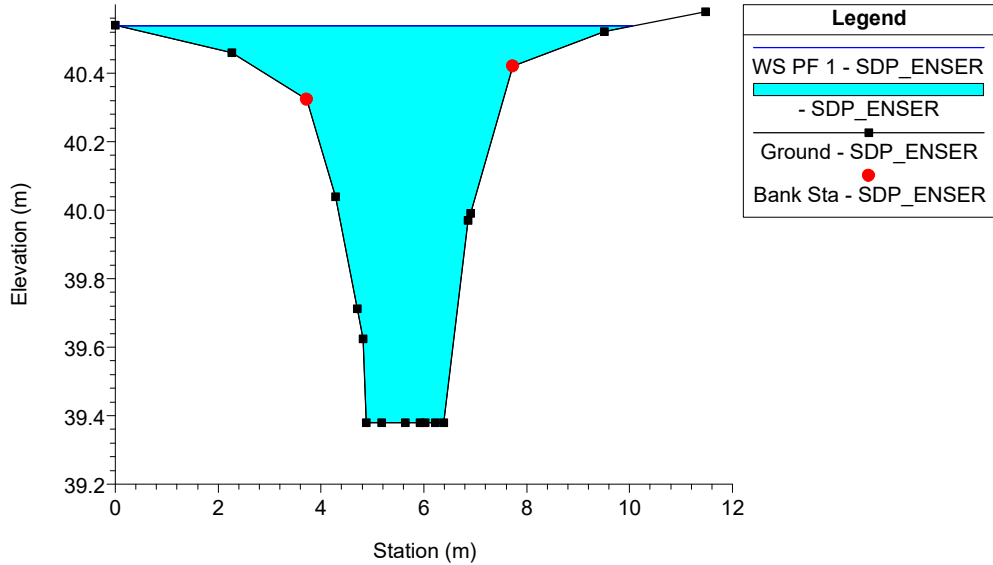
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 6.05



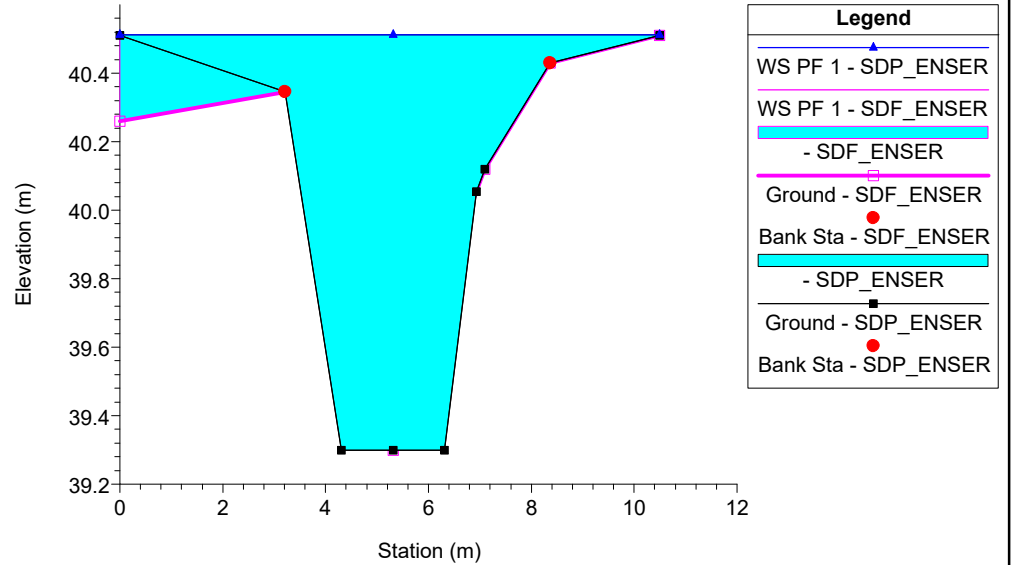
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 6



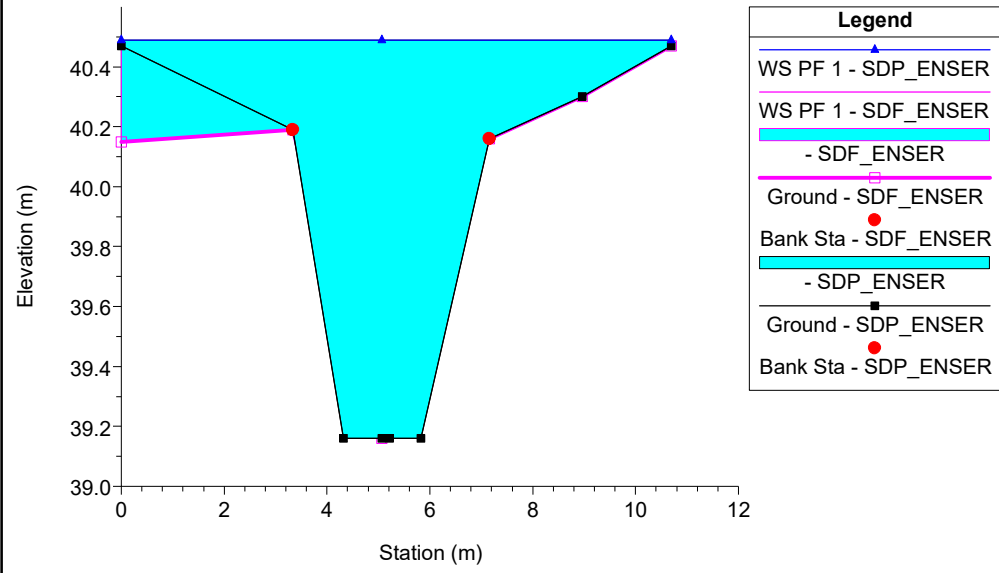
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 5.9 SEZ\_8



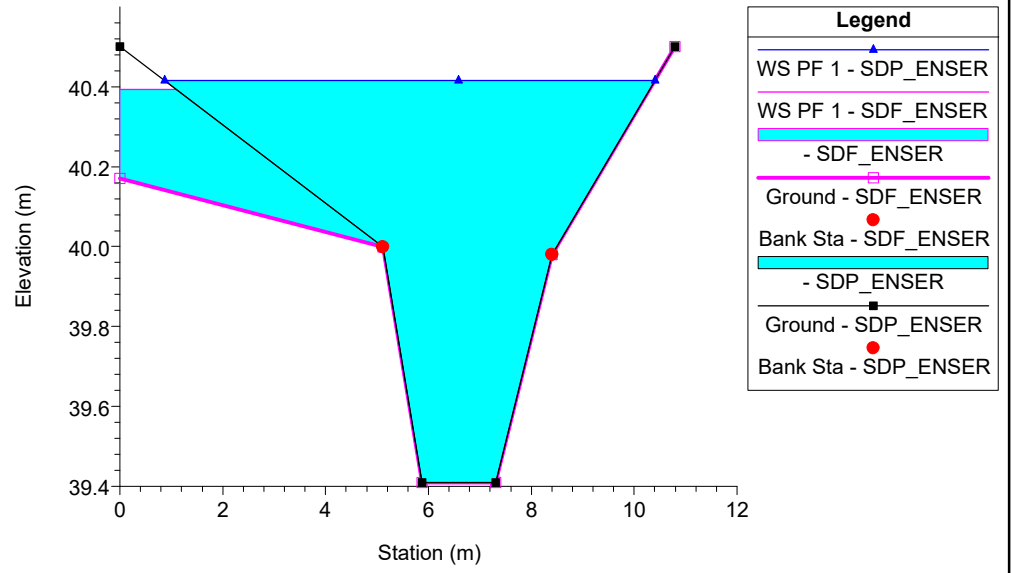
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 5 SEZ\_9



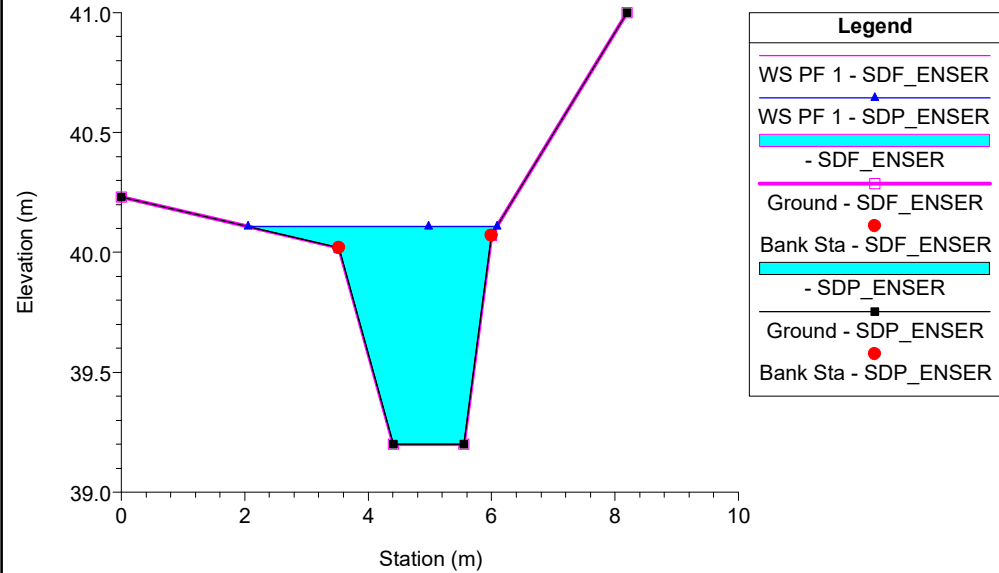
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 4



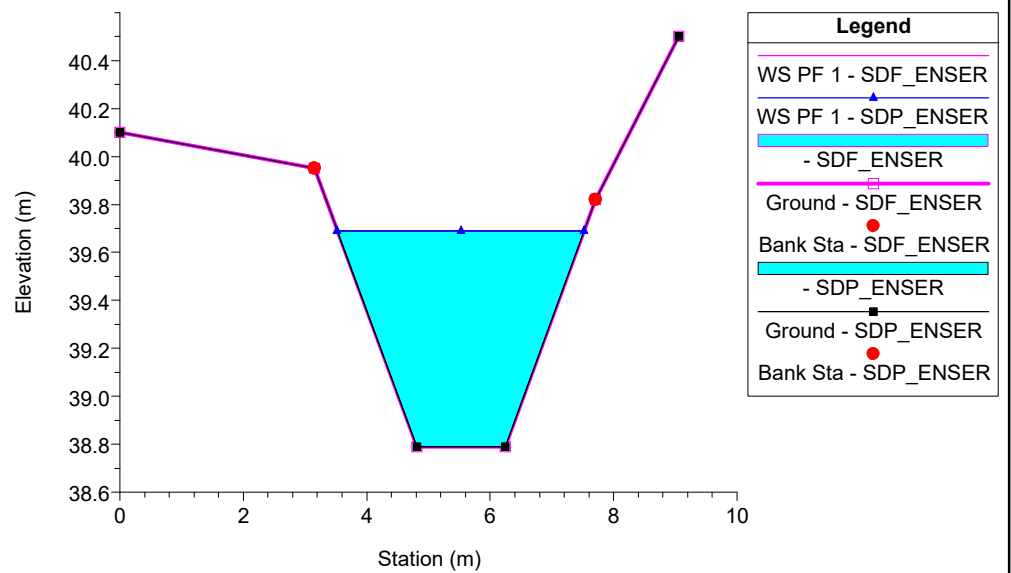
Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 3 SEZ\_10



Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 2 SEZ\_11



Fossa Barchetta\_SR Plan: 1) SDP\_ENSER 2) SDF\_ENSER  
RS = 1



## APPENDICE 17

### Fossa Grande: risultati delle simulazioni

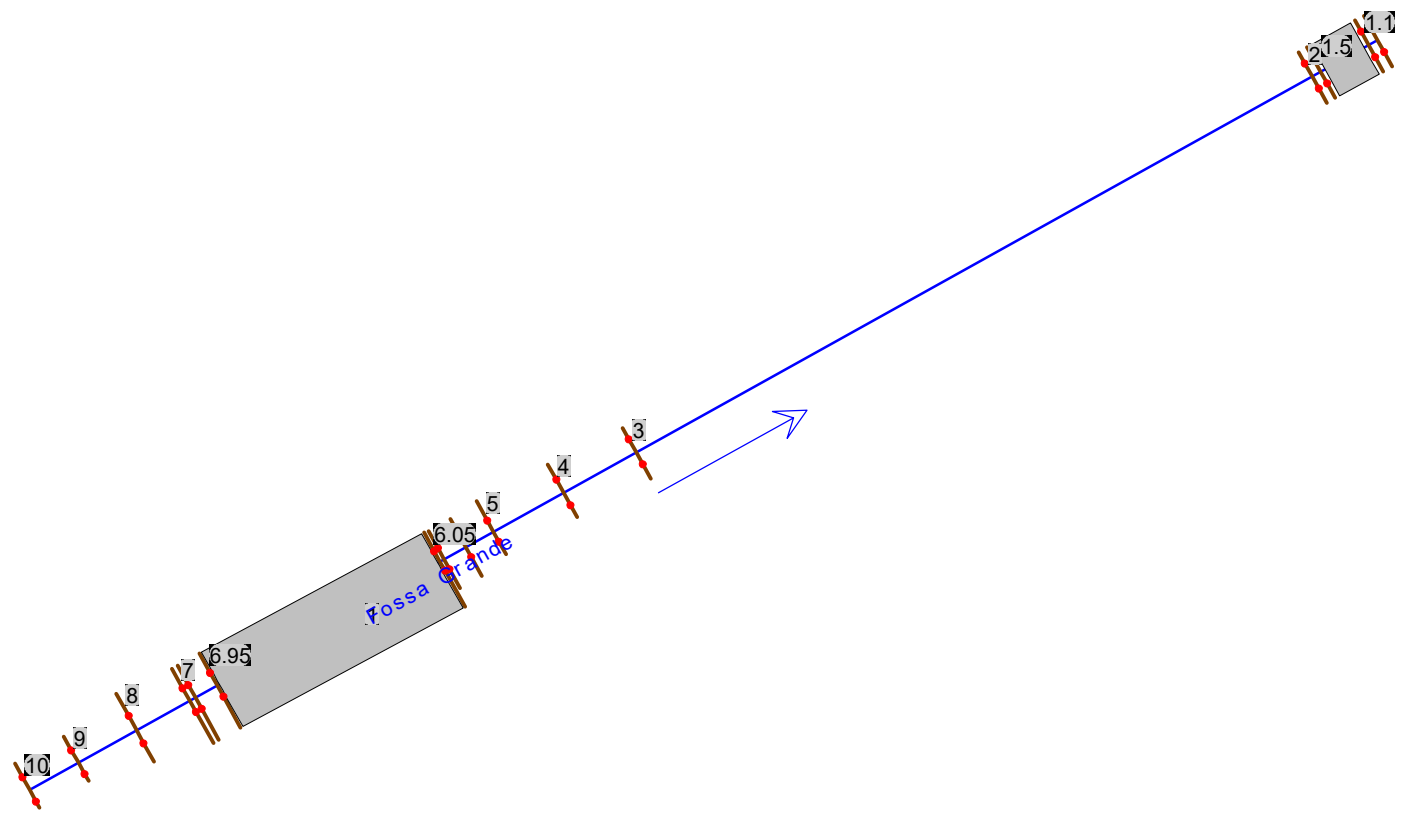
HEC-RAS Plan: SF\_OK River: Fossa Grande Reach: 1 Profile: QMS

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
1	10	QMS	3.60	38.98	40.40		40.43	0.002636	0.84	4.29	4.81	0.28
1	9	QMS	3.60	38.96	40.37		40.40	0.002583	0.83	4.33	4.89	0.28
1	8	QMS	3.60	38.66	40.34		40.37	0.002617	0.80	4.51	5.26	0.28
1	7	QMS	3.60	38.70	40.30		40.34	0.002652	0.81	4.44	5.22	0.28
1	6.96	QMS	3.60	38.70	40.30		40.33	0.002695	0.82	4.41	5.20	0.28
1	6.95	QMS	3.60	38.70	40.28		40.32	0.002811	0.83	4.34	5.16	0.29
1	6.9	QMS	3.60	38.74	40.29	39.35	40.31	0.001240	0.64	5.63	5.28	0.20
1	6.5		Culvert									
1	6.1	QMS	3.60	38.78	40.13		40.16	0.001778	0.75	5.33	10.90	0.24
1	6.05	QMS	3.60	38.61	40.10		40.14	0.003487	0.93	4.32	10.50	0.32
1	6	QMS	3.60	38.61	40.10		40.14	0.003558	0.93	4.28	10.40	0.33
1	5	QMS	3.60	38.55	40.06		40.10	0.003328	0.91	4.09	7.03	0.32
1	4	QMS	3.60	38.88	40.02		40.05	0.002648	0.81	4.43	5.64	0.29
1	3	QMS	3.60	38.85	39.97		40.01	0.002816	0.83	4.32	5.50	0.30
1	2	QMS	3.60	38.38	39.66		39.69	0.001534	0.68	5.56	8.99	0.23
1	1.9	QMS	3.60	38.38	39.66	38.95	39.68	0.001554	0.68	5.53	8.99	0.23
1	1.5		Culvert									
1	1.1	QMS	3.60	38.34	39.45		39.48	0.002935	0.85	4.25	5.47	0.31
1	1	QMS	3.60	38.34	39.44	38.91	39.48	0.003002	0.85	4.22	5.45	0.31

HEC-RAS Plan: SP\_OK River: Fossa Grande Reach: 1 Profile: QMS

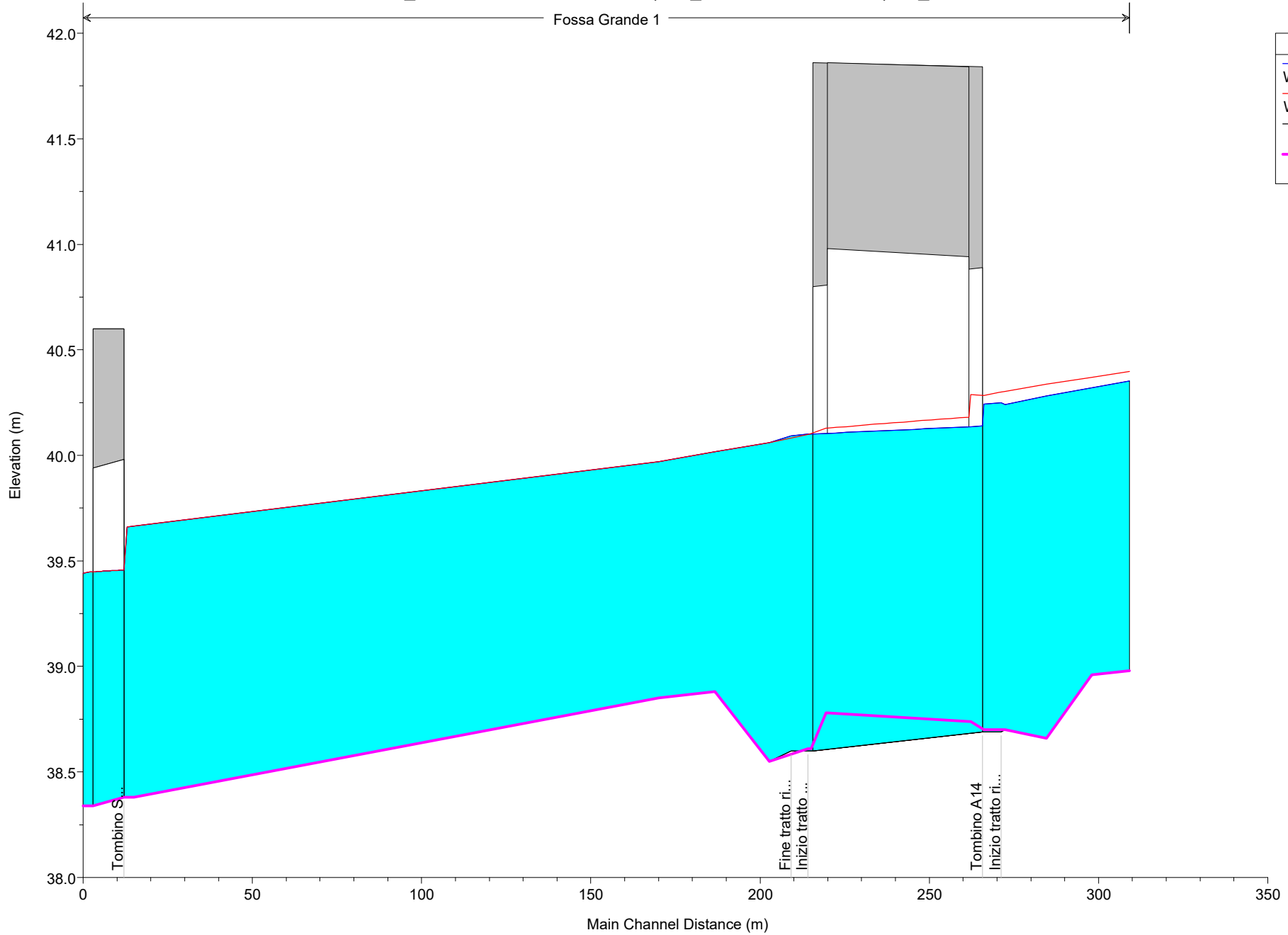
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	10	QMS	3.60	38.98	40.35		40.39	0.003018	0.88	4.08	4.69	0.30
1	9	QMS	3.60	38.96	40.32		40.36	0.003004	0.88	4.09	4.76	0.30
1	8	QMS	3.60	38.66	40.28		40.32	0.003115	0.85	4.22	5.07	0.30
1	7	QMS	3.60	38.70	40.24		40.28	0.003238	0.88	4.11	5.01	0.31
1	6.96	QMS	3.60	38.69	40.25		40.27	0.001286	0.65	5.54	5.15	0.20
1	6.95	QMS	3.60	38.69	40.24	39.31	40.26	0.001306	0.65	5.51	5.13	0.20
1	6.5		Culvert									
1	6.05	QMS	3.60	38.60	40.10		40.12	0.001255	0.68	5.53	6.80	0.20
1	6	QMS	3.60	38.60	40.10		40.12	0.001319	0.67	5.77	10.47	0.21
1	5.7	QMS	3.60	38.60	40.09		40.12	0.001354	0.68	5.69	10.23	0.21
1	5	QMS	3.60	38.55	40.06		40.10	0.003328	0.91	4.09	7.03	0.32
1	4	QMS	3.60	38.88	40.02		40.05	0.002648	0.81	4.43	5.64	0.29
1	3	QMS	3.60	38.85	39.97		40.01	0.002816	0.83	4.32	5.50	0.30
1	2	QMS	3.60	38.38	39.66		39.69	0.001534	0.68	5.56	8.99	0.23
1	1.9	QMS	3.60	38.38	39.66	38.95	39.68	0.001554	0.68	5.53	8.99	0.23
1	1.5		Culvert									
1	1.1	QMS	3.60	38.34	39.45		39.48	0.002935	0.85	4.25	5.47	0.31
1	1	QMS	3.60	38.34	39.44	38.91	39.48	0.003002	0.85	4.22	5.45	0.31





Some schematic data outside default extents (see View/Set Schematic Plot Extents...)  
 None of the XS's are Geo-Referenced (Geo-Ref user entered XS) (Geo-Ref interpolated XS) (Non Geo-Ref user entered XS) (Non Geo-Ref interpolated XS)

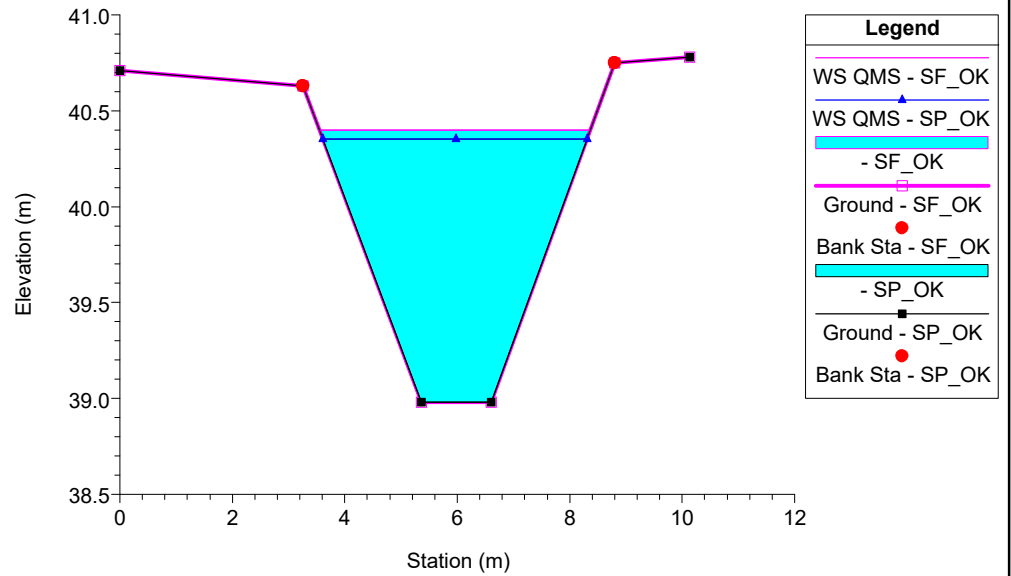
Fossa Grande 1



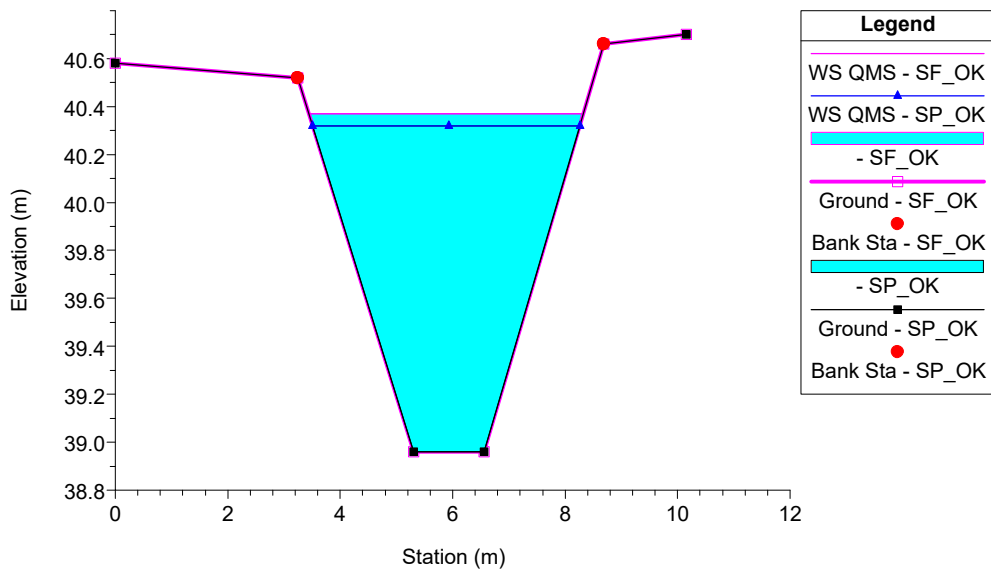
Legend	
—	WS QMS - SP_OK
—	WS QMS - SF_OK
—	Ground
—	Ground

No Data for Plot

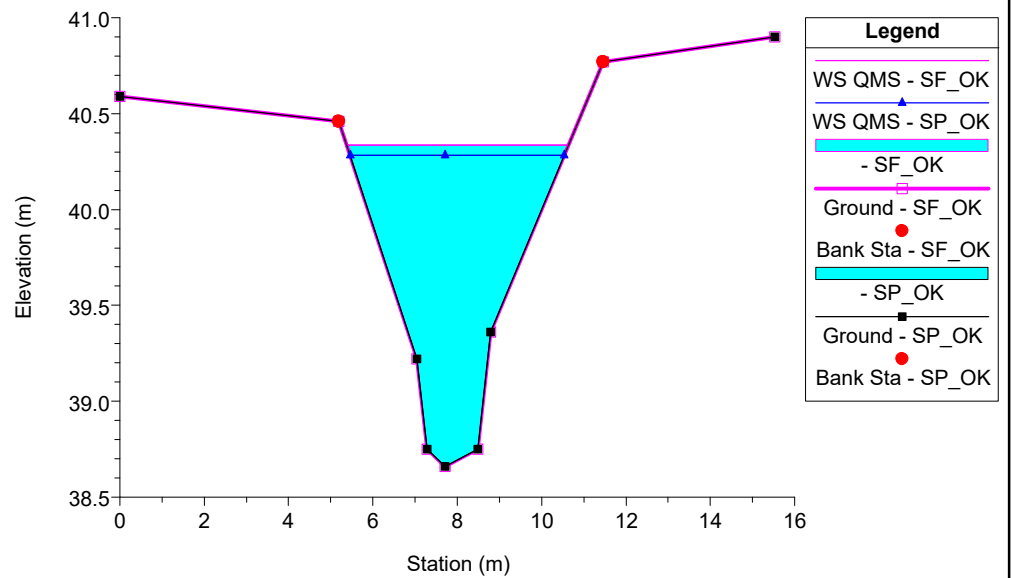
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 10



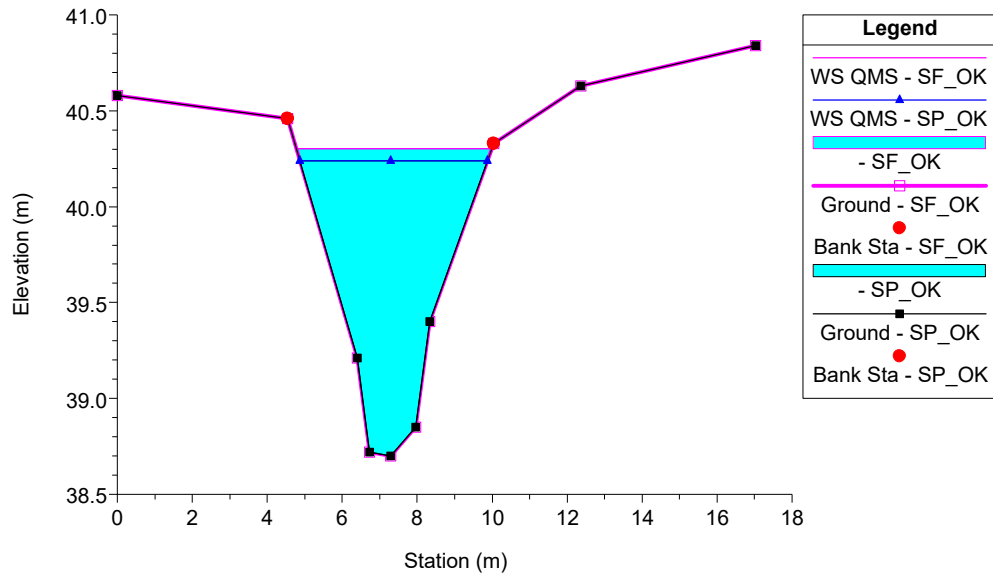
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 9



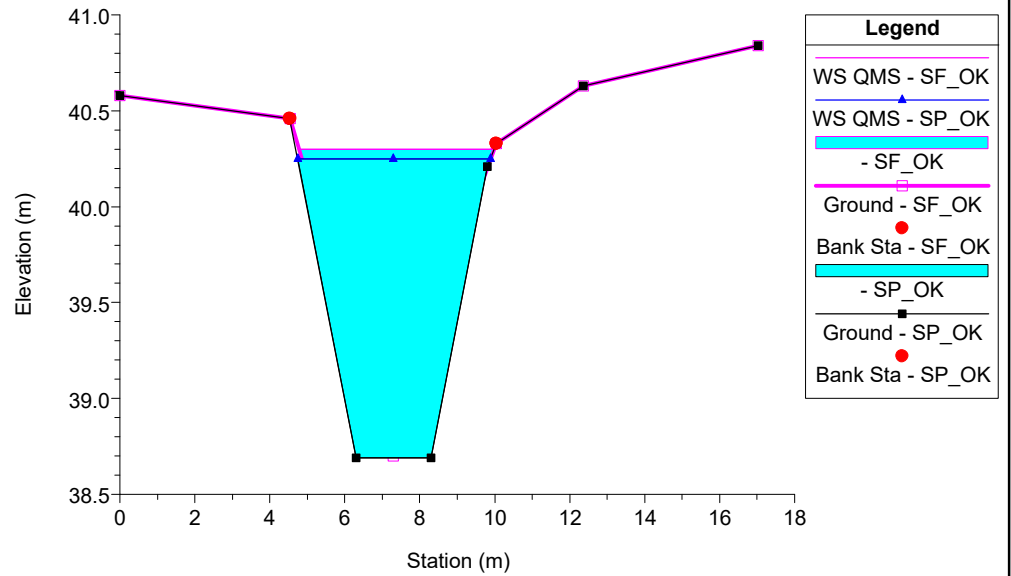
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 8



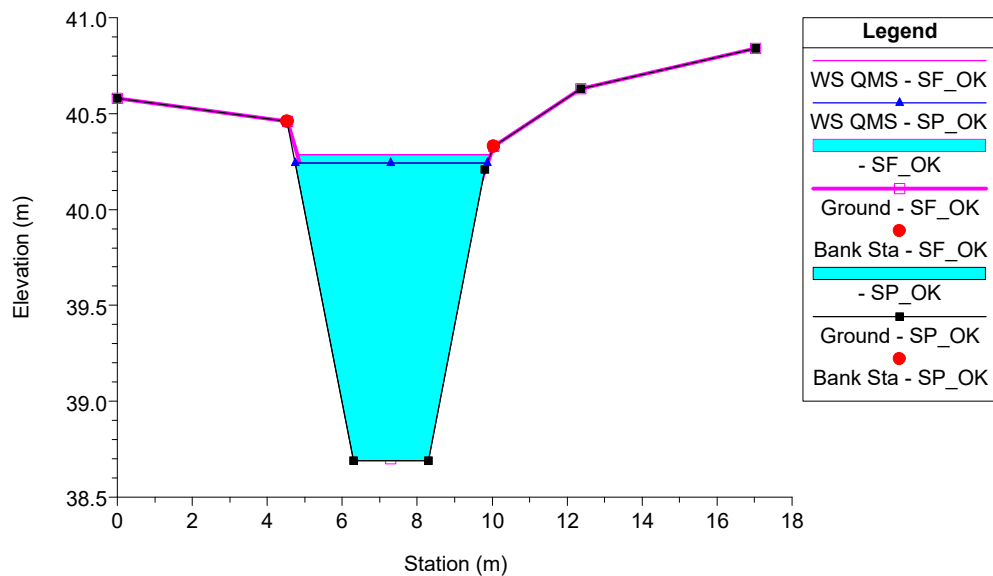
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 7



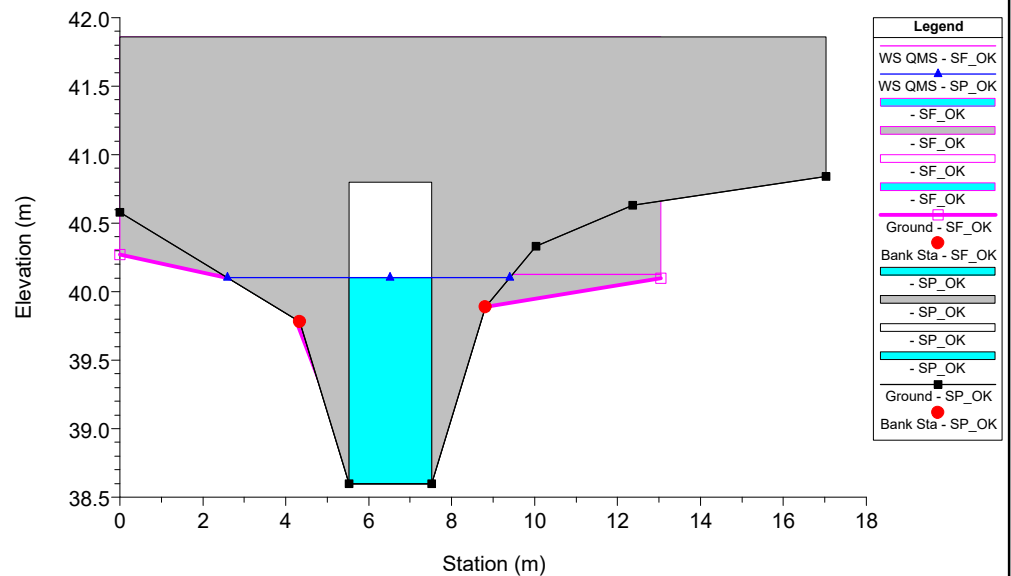
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 6.96 Inizio tratto rivestito di monte



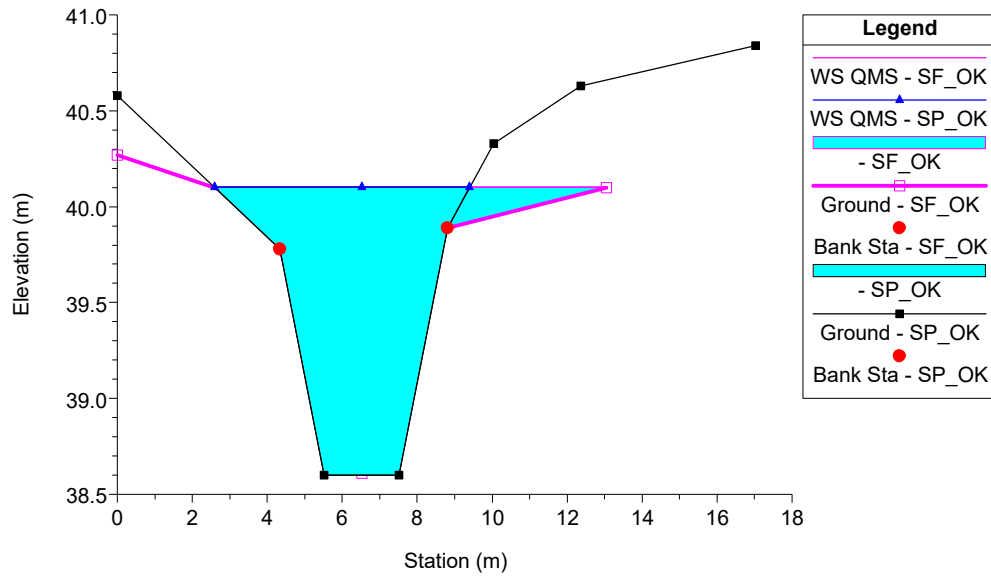
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 6.95 Fine tratto rivestito di monte



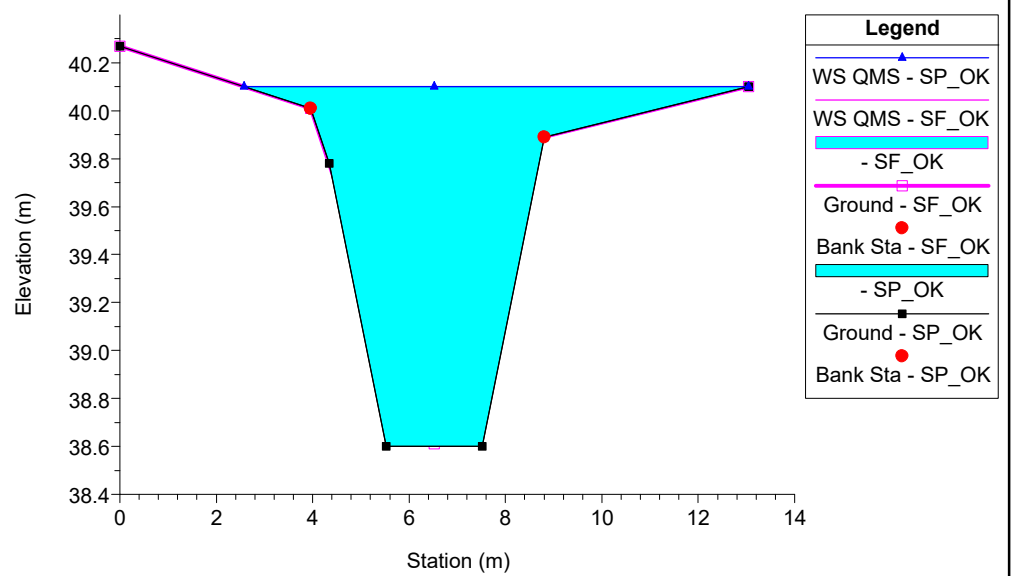
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 6.5 Culv. Tombino A14



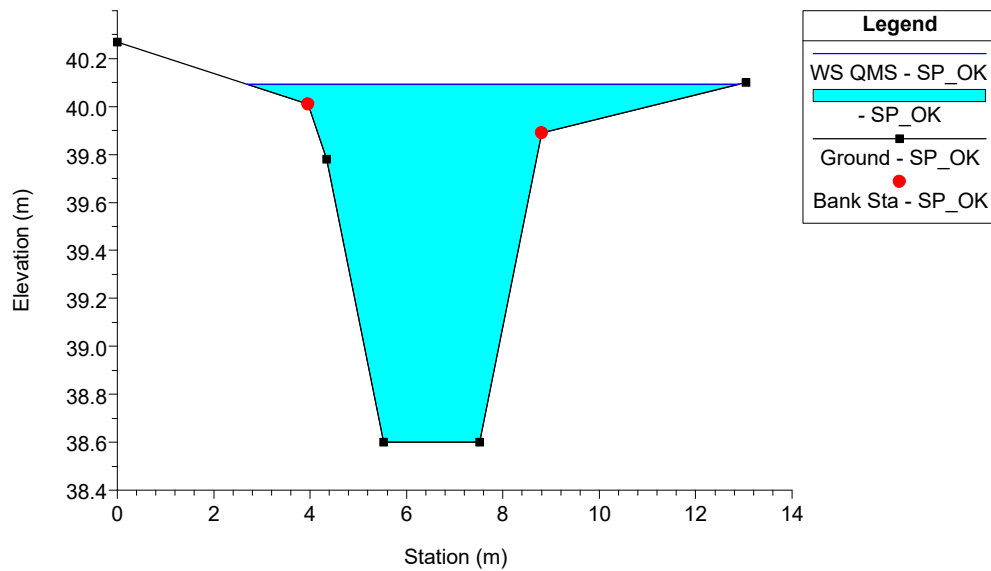
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 6.05 Sez\_C\_Poly3



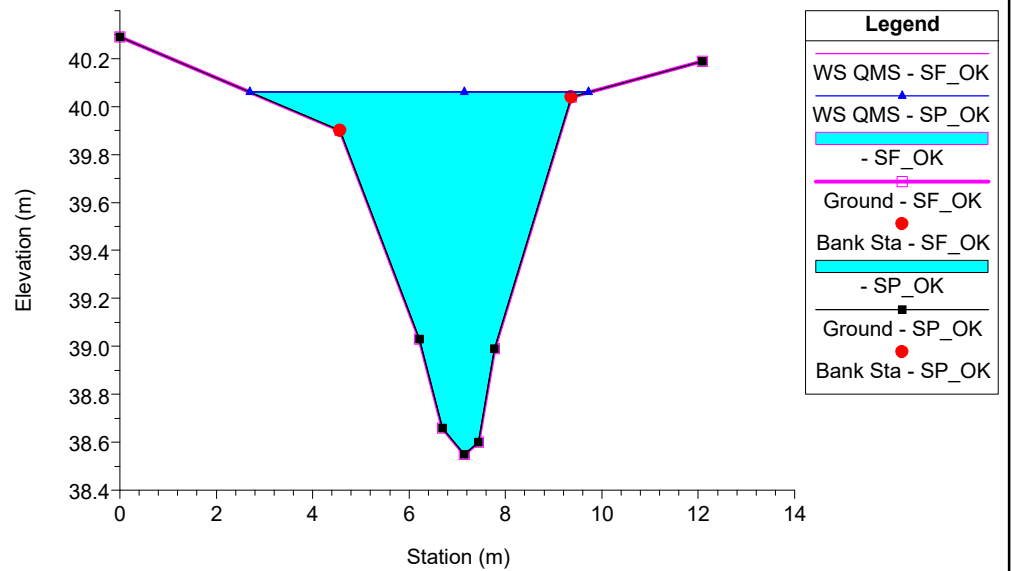
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 6 Inizio tratto rivestito di valle



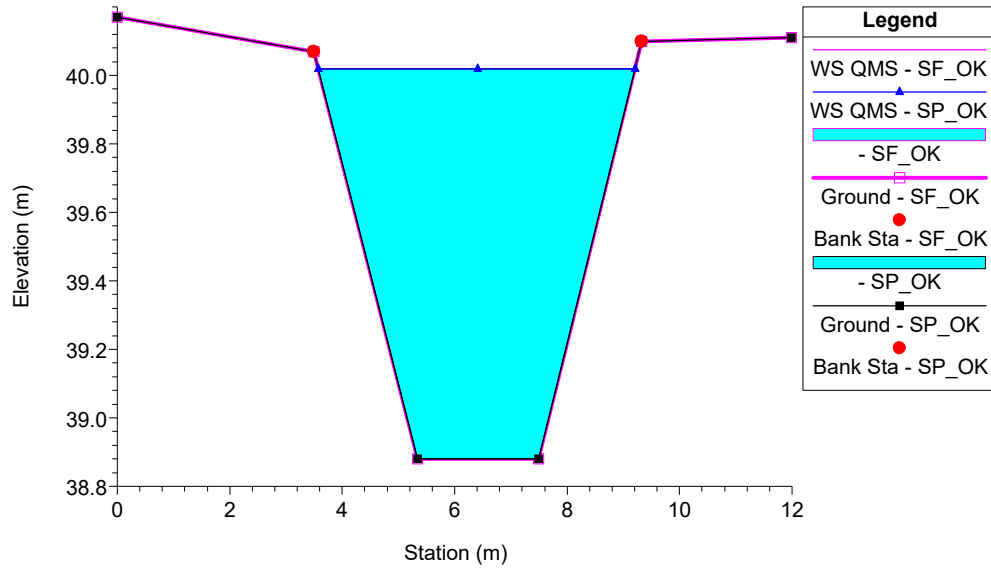
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 5.7 Fine tratto rivestito di valle



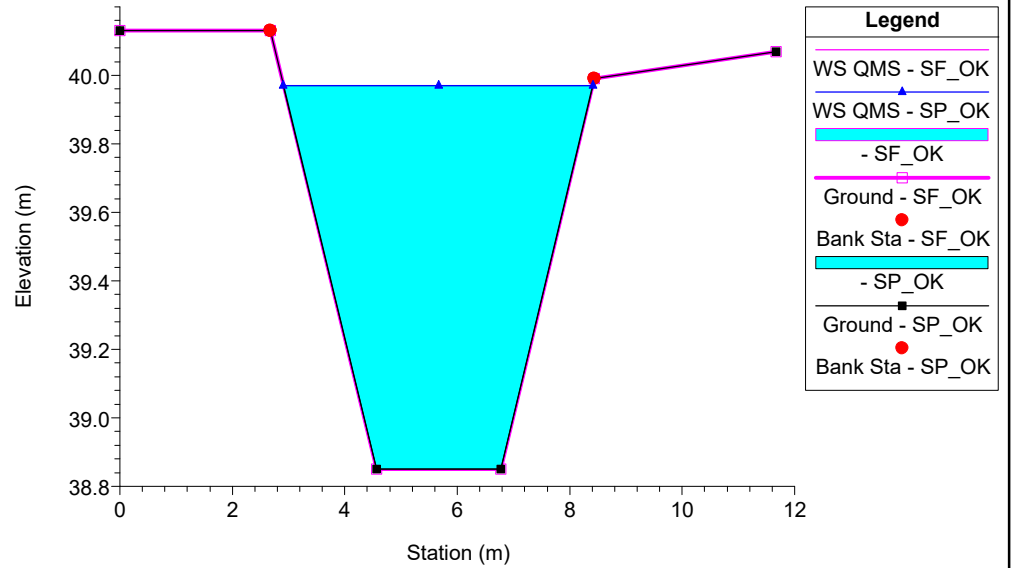
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 5



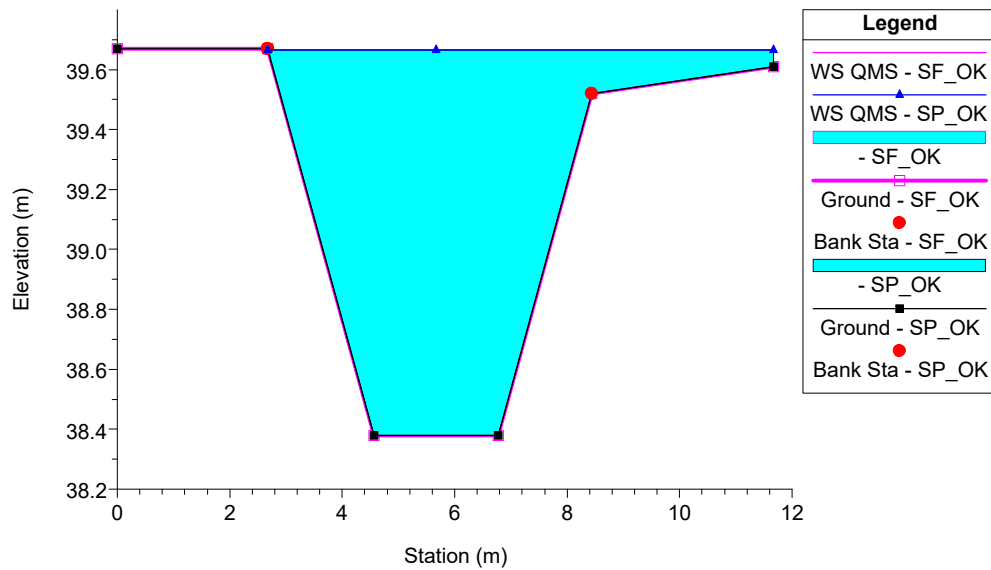
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 4



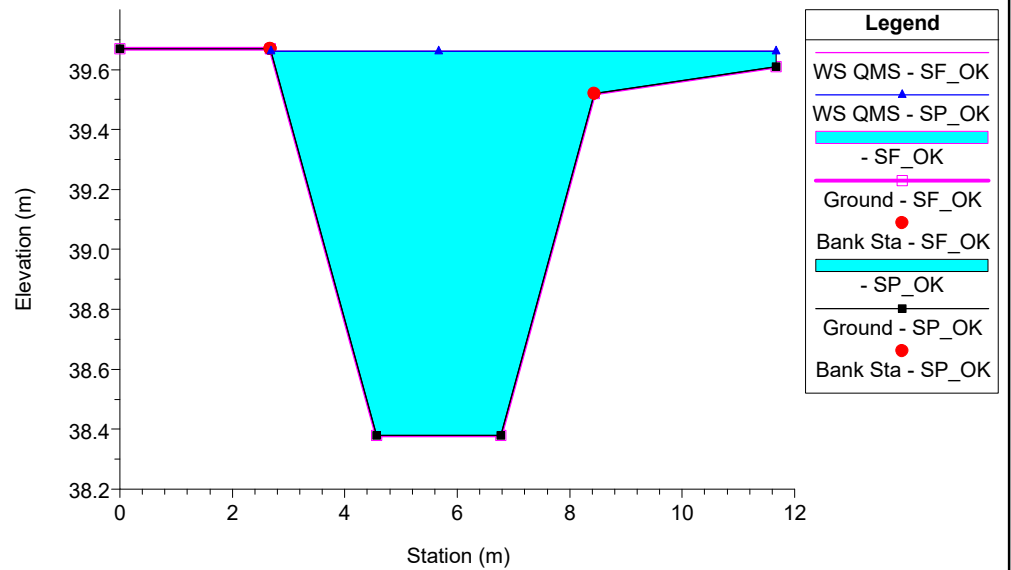
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 3



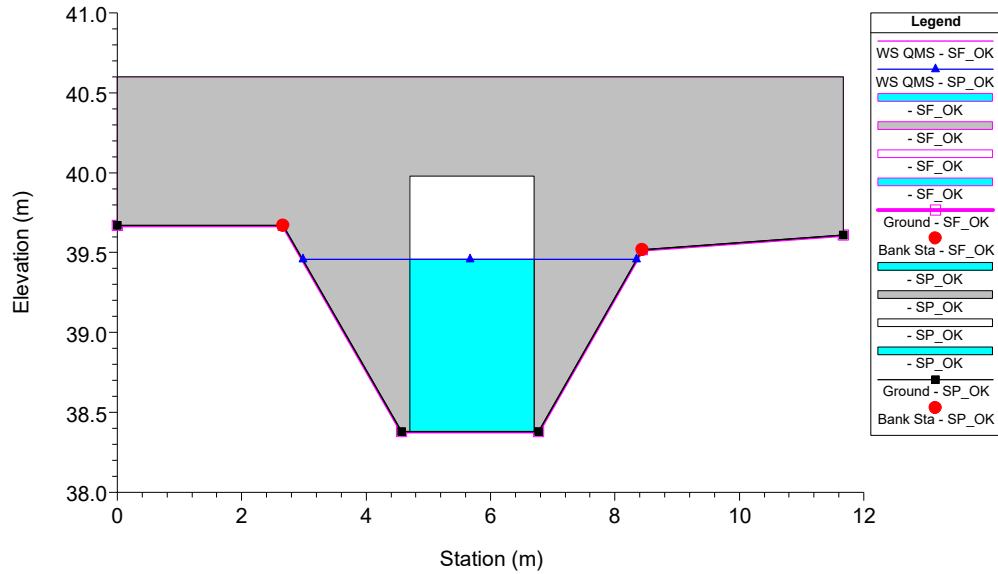
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 2



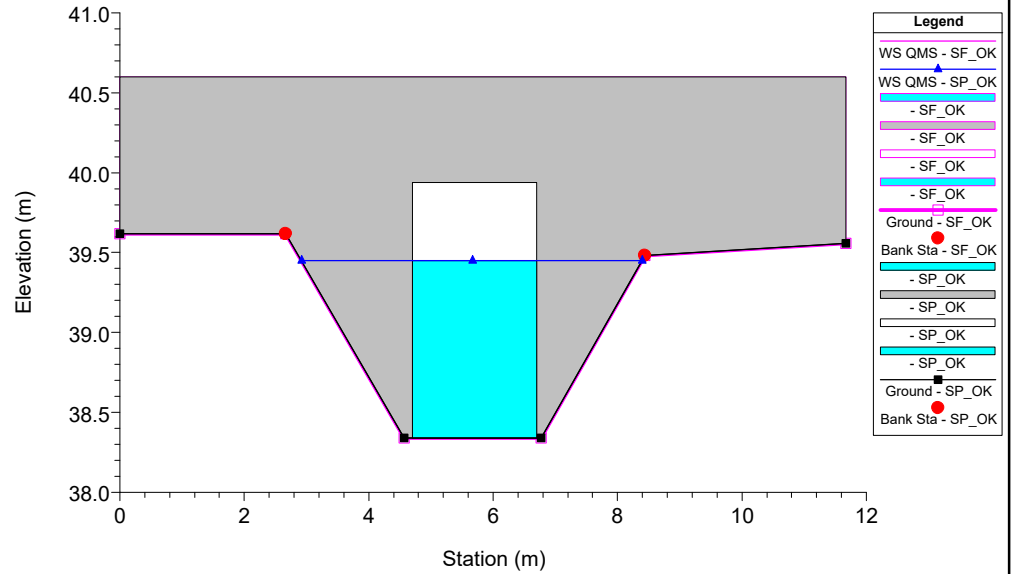
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 1.9



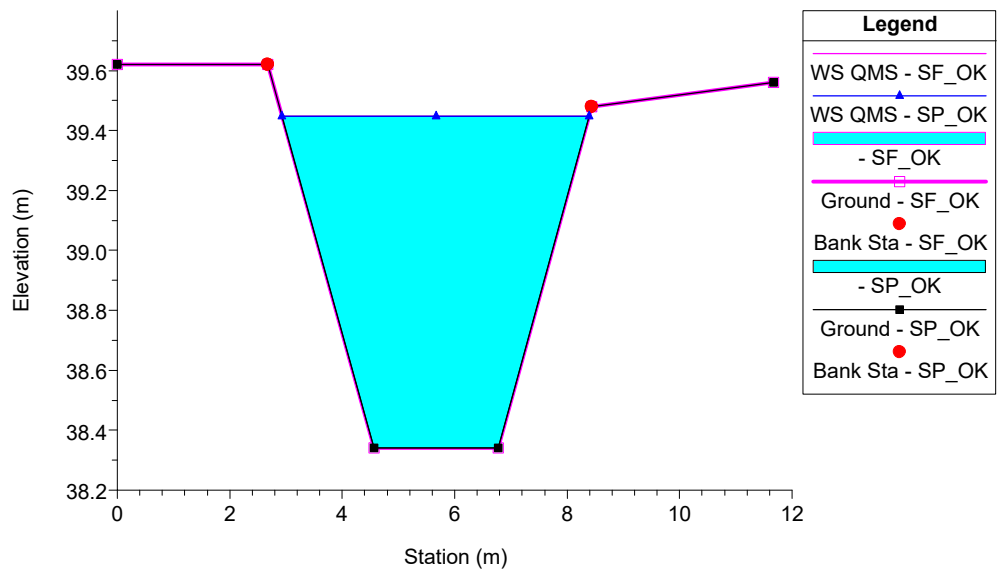
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 1.5 Culv. Tombino Scatolare Nord



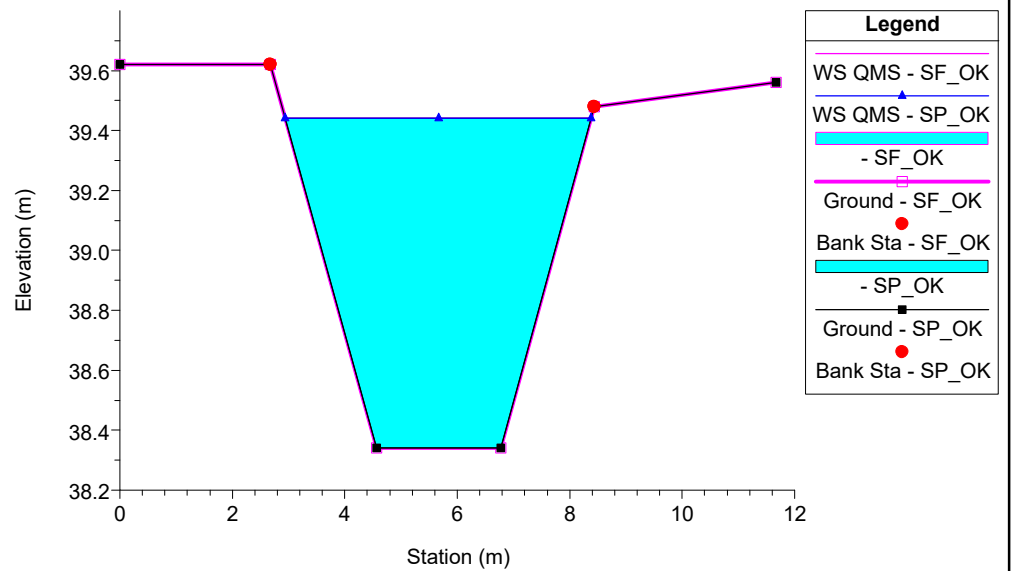
53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 1.5 Culv. Tombino Scatolare Nord



53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 1.1



53.T.A\_Fossa Grande Plan: 1) SP\_OK 2) SF\_OK  
RS = 1



## APPENDICE 18

### Fosso Galisano: risultati delle simulazioni

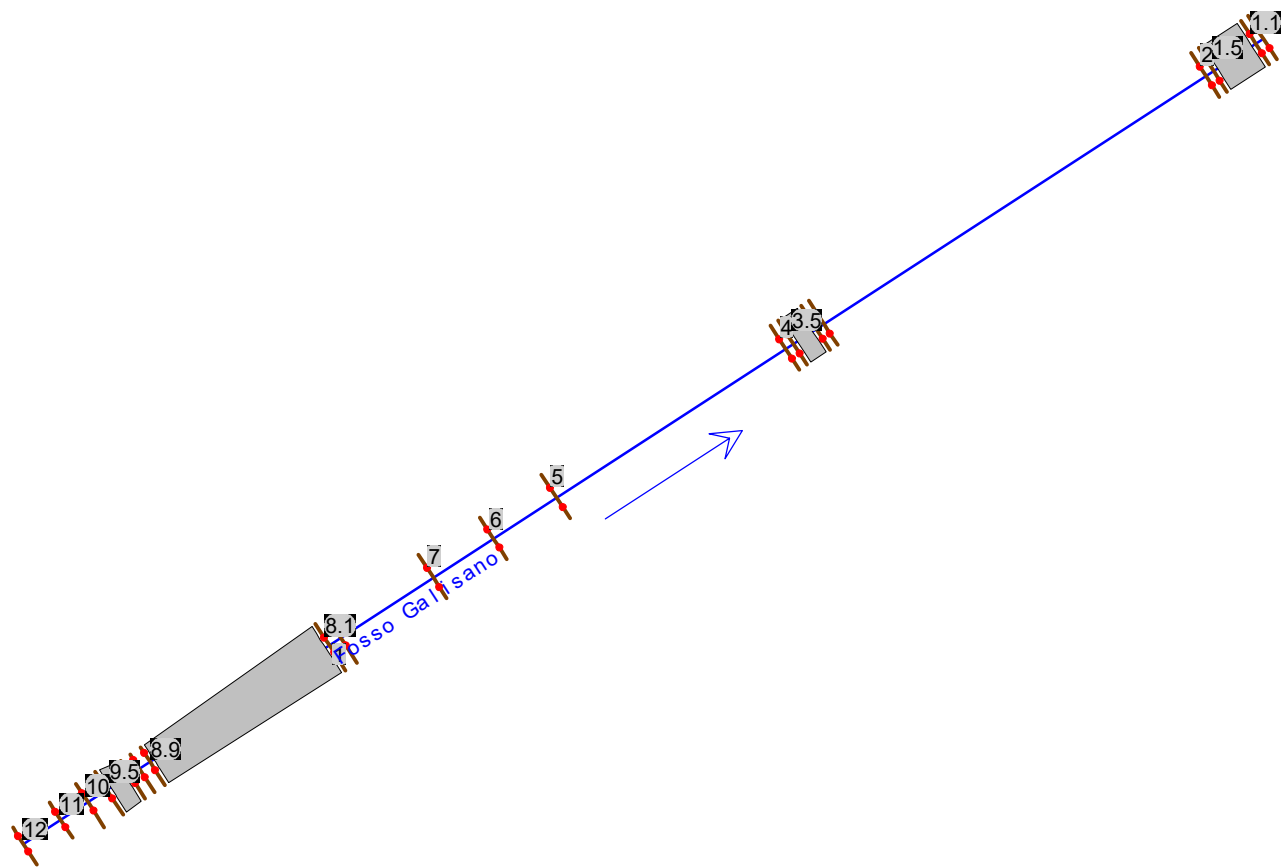


HEC-RAS Plan: SF\_ENSER\_OK River: Fosso Galisano Reach: 1 Profile: QMS

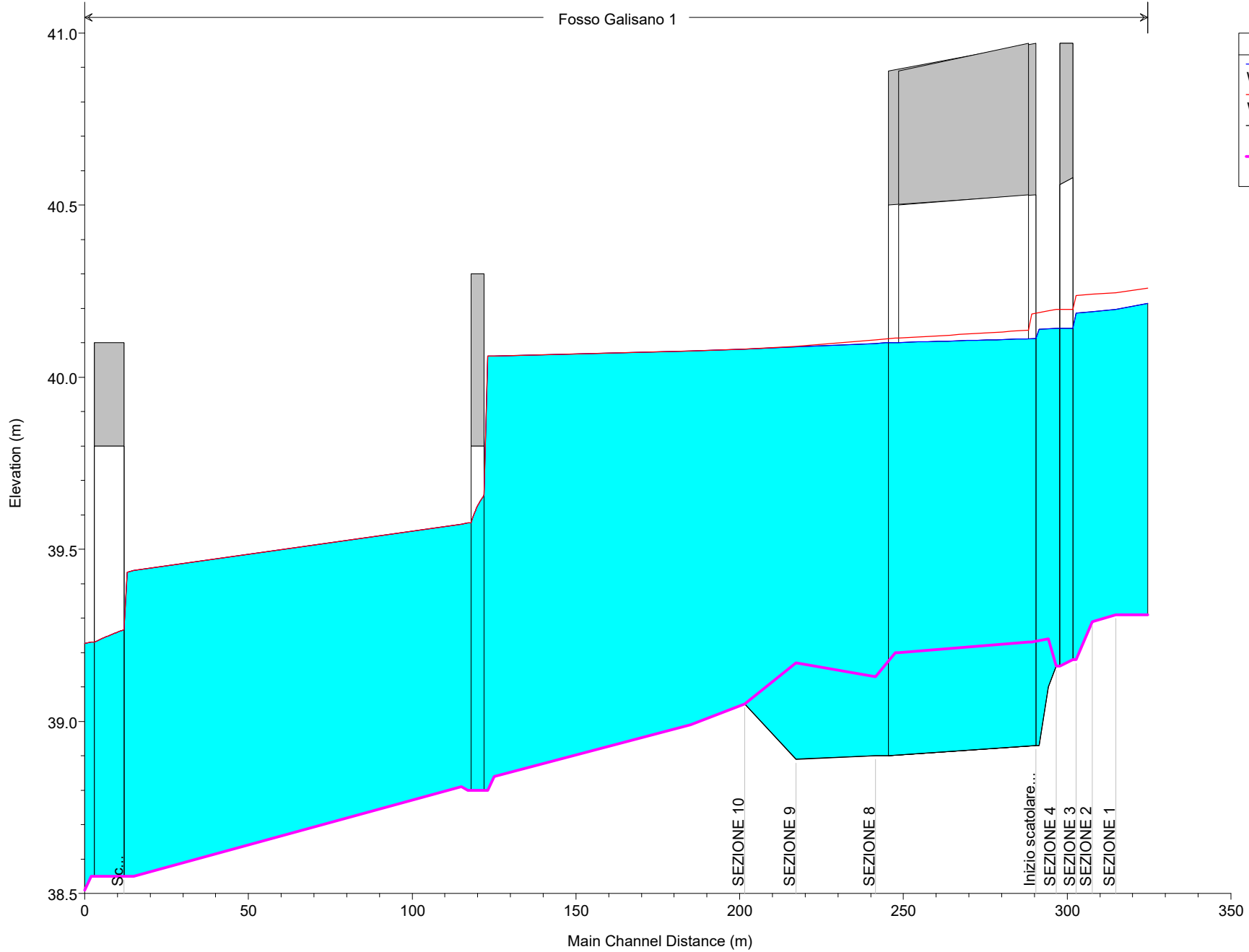
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	12	QMS	1.60	39.31	40.26		40.27	0.001402	0.55	3.08	7.22	0.21
1	11	QMS	1.60	39.31	40.25		40.26	0.001375	0.54	3.15	6.54	0.20
1	10	QMS	1.60	39.29	40.24		40.25	0.000896	0.46	3.72	7.04	0.17
1	9.9	QMS	1.60	39.18	40.24	39.54	40.25	0.000710	0.42	4.00	7.04	0.15
1	9.5		Culvert									
1	9.1	QMS	1.60	39.16	40.20		40.21	0.001001	0.50	3.33	4.85	0.17
1	9	QMS	1.60	39.24	40.19		40.21	0.001088	0.51	3.25	4.84	0.18
1	8.9	QMS	1.60	39.23	40.18	39.61	40.20	0.001421	0.56	2.92	4.61	0.21
1	8.5		Culvert									
1	8.1	QMS	1.60	39.20	40.11		40.12	0.000996	0.48	4.03	12.12	0.18
1	8	QMS	1.60	39.13	40.11		40.12	0.000869	0.46	4.16	12.08	0.17
1	7	QMS	1.60	39.17	40.09		40.10	0.000770	0.42	4.23	11.33	0.16
1	6	QMS	1.60	39.05	40.08		40.09	0.000473	0.36	5.07	10.95	0.13
1	5	QMS	1.60	38.99	40.08		40.08	0.000369	0.33	5.64	11.46	0.11
1	4	QMS	1.60	38.84	40.06		40.06	0.000191	0.26	7.23	11.46	0.08
1	3.9	QMS	1.60	38.80	40.06	39.13	40.06	0.000179	0.26	7.37	11.46	0.08
1	3.5		Culvert									
1	3.1	QMS	1.60	38.80	39.58		39.59	0.001828	0.57	2.84	5.57	0.24
1	3	QMS	1.60	38.81	39.57		39.59	0.001947	0.58	2.78	5.52	0.24
1	2	QMS	1.60	38.55	39.44		39.45	0.001030	0.47	3.56	6.98	0.18
1	1.9	QMS	1.60	38.55	39.43	38.95	39.45	0.001502	0.53	3.16	6.88	0.22
1	1.5		Culvert									
1	1.1	QMS	1.60	38.55	39.23		39.25	0.002802	0.66	2.44	5.01	0.29
1	1	QMS	1.60	38.51	39.23	38.84	39.25	0.002502	0.63	2.53	4.98	0.27

HEC-RAS Plan: SP\_ENSER\_OK River: Fosso Galisano Reach: 1 Profile: QMS

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
1	12	QMS	1.60	39.31	40.21		40.23	0.001774	0.59	2.78	5.79	0.23
1	11	QMS	1.60	39.31	40.20		40.21	0.001759	0.59	2.84	6.49	0.23
1	10	QMS	1.60	39.29	40.19		40.20	0.001134	0.49	3.38	6.57	0.19
1	9.9	QMS	1.60	39.18	40.19	39.54	40.20	0.000886	0.46	3.66	6.55	0.17
1	9.5		Culvert									
1	9.1	QMS	1.60	39.16	40.14		40.16	0.001246	0.53	3.07	4.62	0.19
1	9	QMS	1.60	39.10	40.14		40.15	0.000885	0.47	3.46	4.67	0.16
1	8.9	QMS	1.60	38.93	40.14	39.31	40.15	0.000750	0.45	3.64	4.54	0.15
1	8.5		Culvert									
1	8.1	QMS	1.60	38.90	40.10		40.11	0.000528	0.39	4.77	11.91	0.13
1	8	QMS	1.60	38.90	40.10		40.11	0.000533	0.39	4.75	11.87	0.13
1	7	QMS	1.60	38.89	40.09		40.09	0.000372	0.34	5.25	11.33	0.11
1	6	QMS	1.60	39.05	40.08		40.09	0.000473	0.36	5.07	10.95	0.13
1	5	QMS	1.60	38.99	40.08		40.08	0.000369	0.33	5.64	11.46	0.11
1	4	QMS	1.60	38.84	40.06		40.06	0.000191	0.26	7.23	11.46	0.08
1	3.9	QMS	1.60	38.80	40.06	39.13	40.06	0.000179	0.26	7.37	11.46	0.08
1	3.5		Culvert									
1	3.1	QMS	1.60	38.80	39.58		39.59	0.001828	0.57	2.84	5.57	0.24
1	3	QMS	1.60	38.81	39.57		39.59	0.001947	0.58	2.78	5.52	0.24
1	2	QMS	1.60	38.55	39.44		39.45	0.001030	0.47	3.56	6.98	0.18
1	1.9	QMS	1.60	38.55	39.43	38.95	39.45	0.001502	0.53	3.16	6.88	0.22
1	1.5		Culvert									
1	1.1	QMS	1.60	38.55	39.23		39.25	0.002802	0.66	2.44	5.01	0.29
1	1	QMS	1.60	38.51	39.23	38.84	39.25	0.002502	0.63	2.53	4.98	0.27

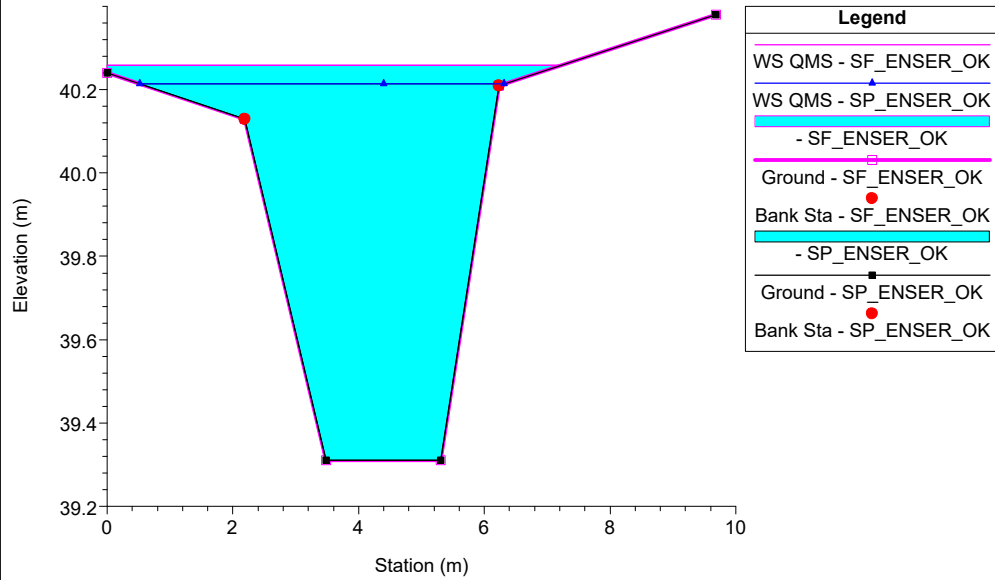


Fosso Galisano 1

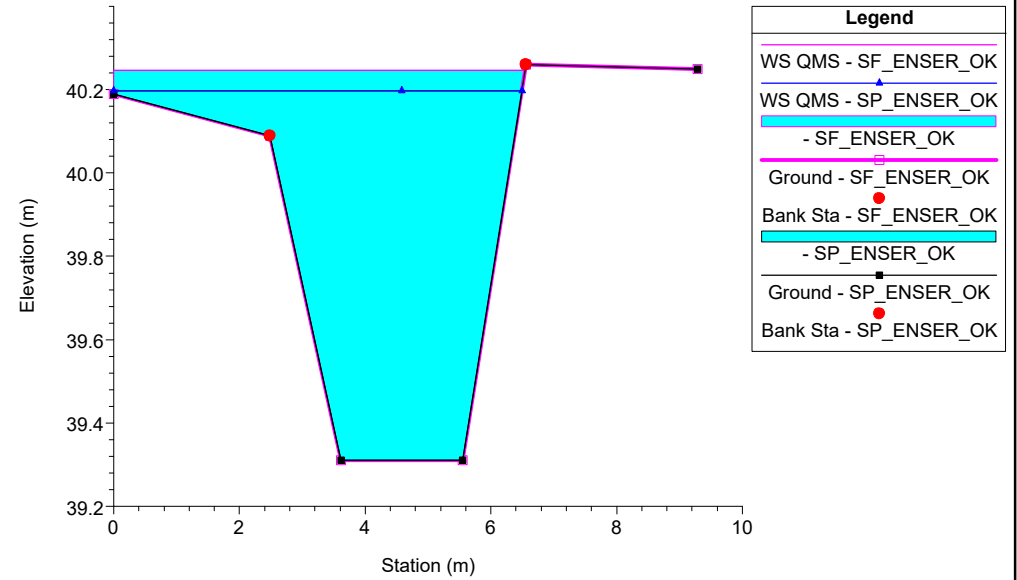


Legend	
	WS QMS - SP_ENSER_OK
	WS QMS - SF_ENSER_OK
	Ground
	Ground

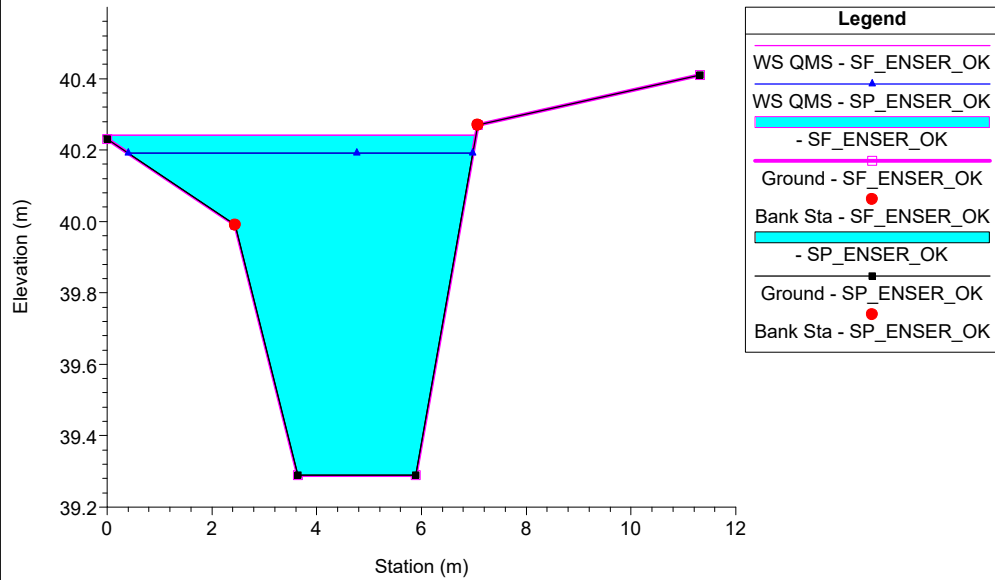
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 12



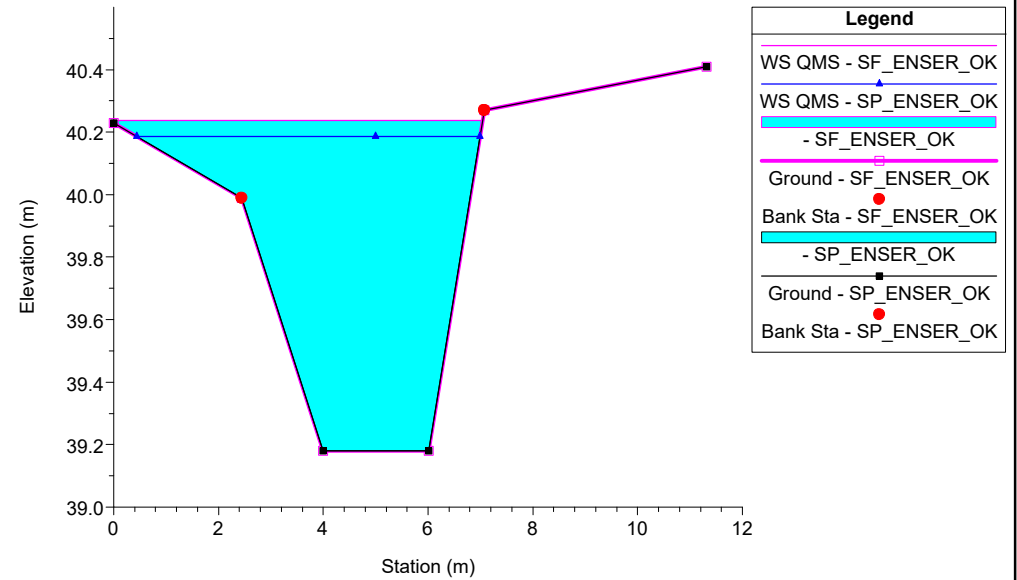
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 11 SEZIONE 1



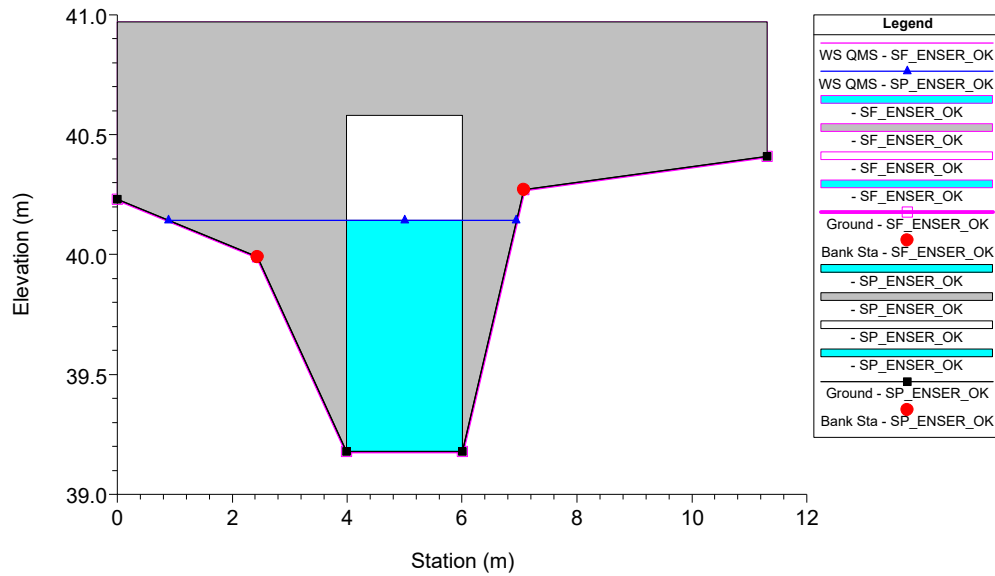
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 10 SEZIONE 2



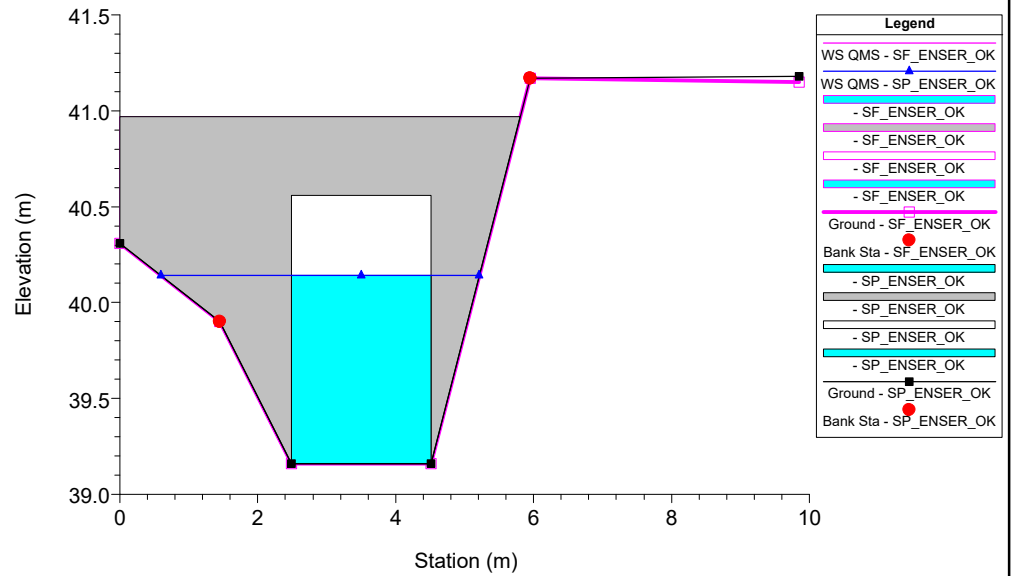
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 9.9 SEZIONE 3



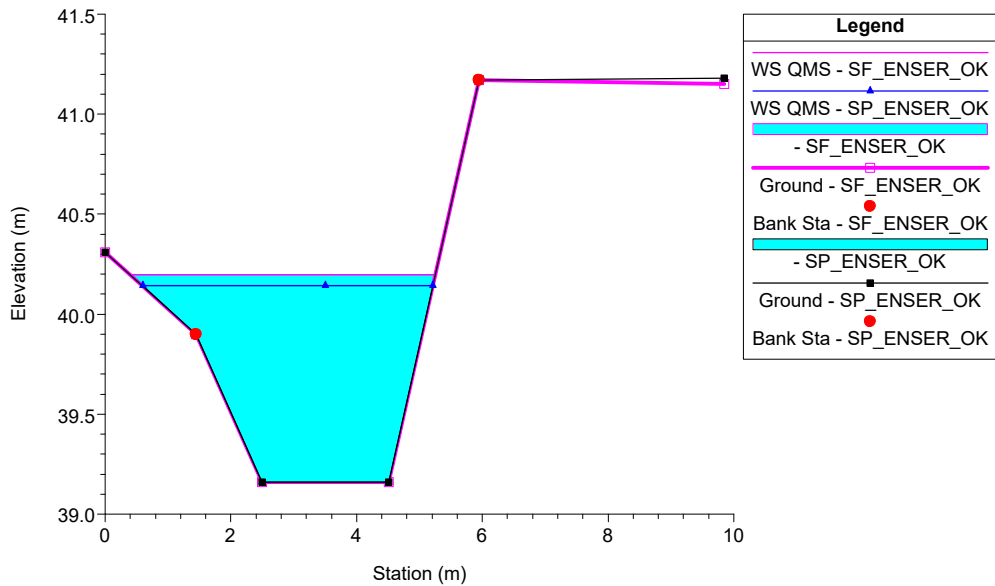
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 9.5 Culv



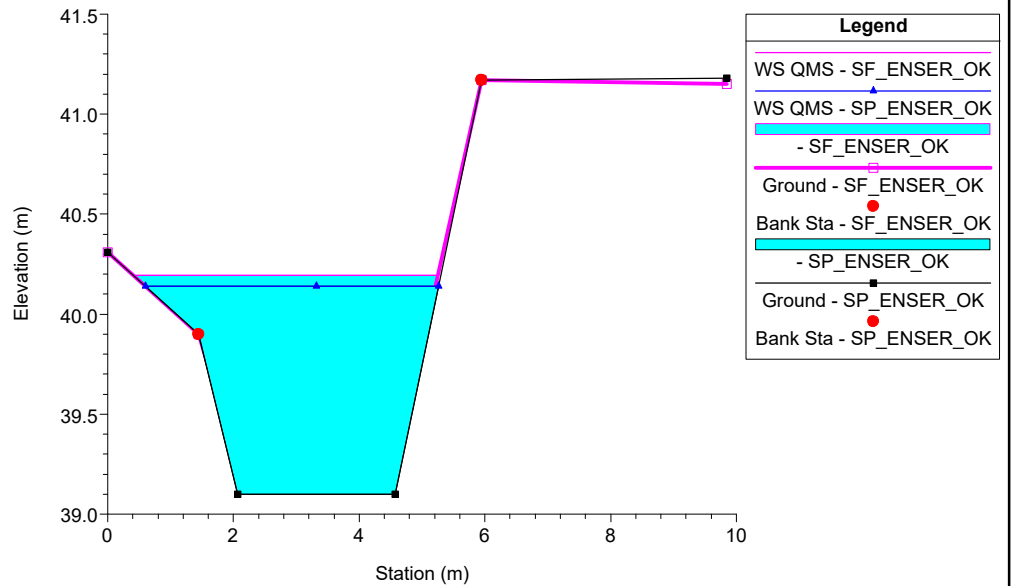
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 9.5 Culv



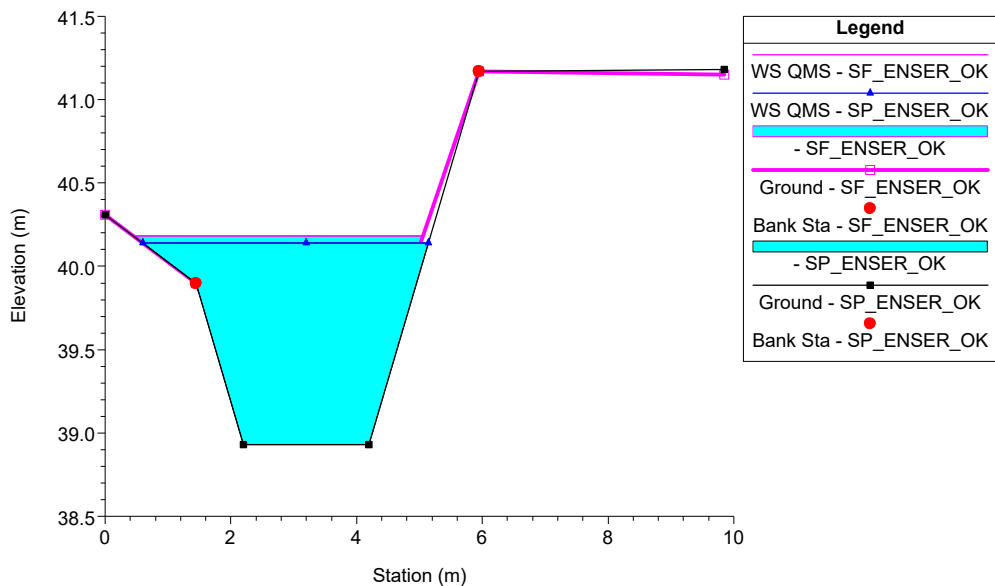
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 9.1 SEZIONE 4



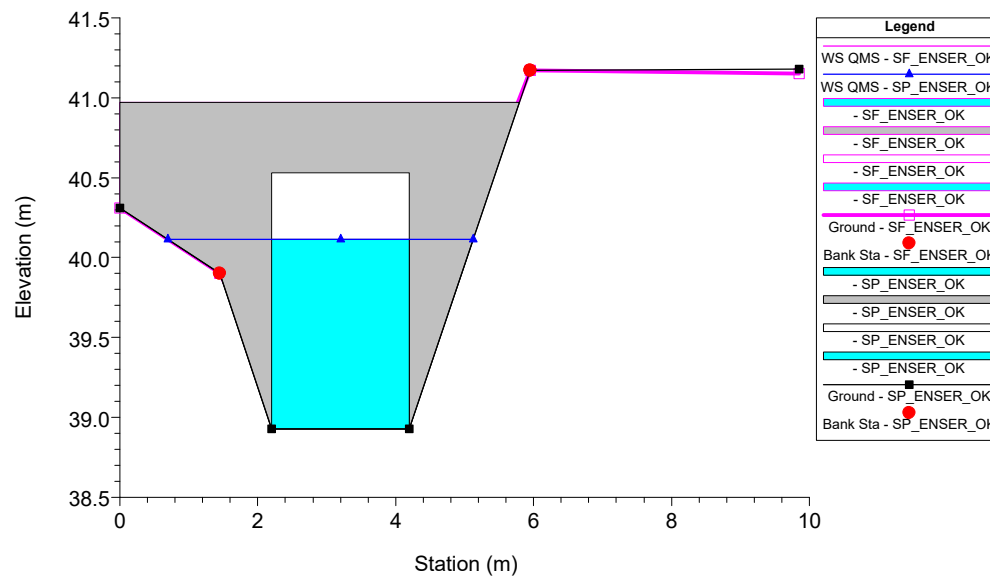
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 9 SEZIONE 5



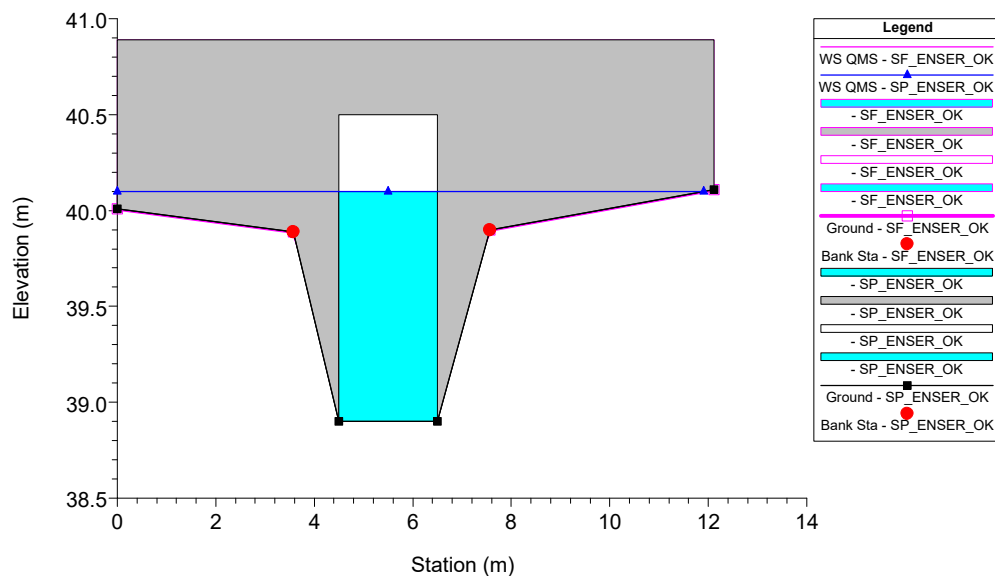
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 8.9 SEZIONE 6



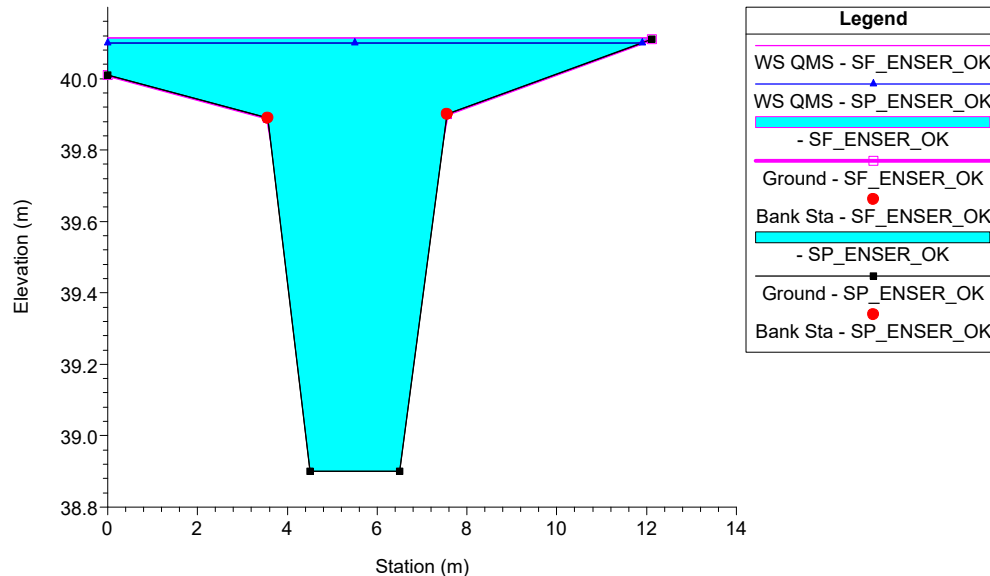
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 8.5 Culv. Inizio scatolare A14



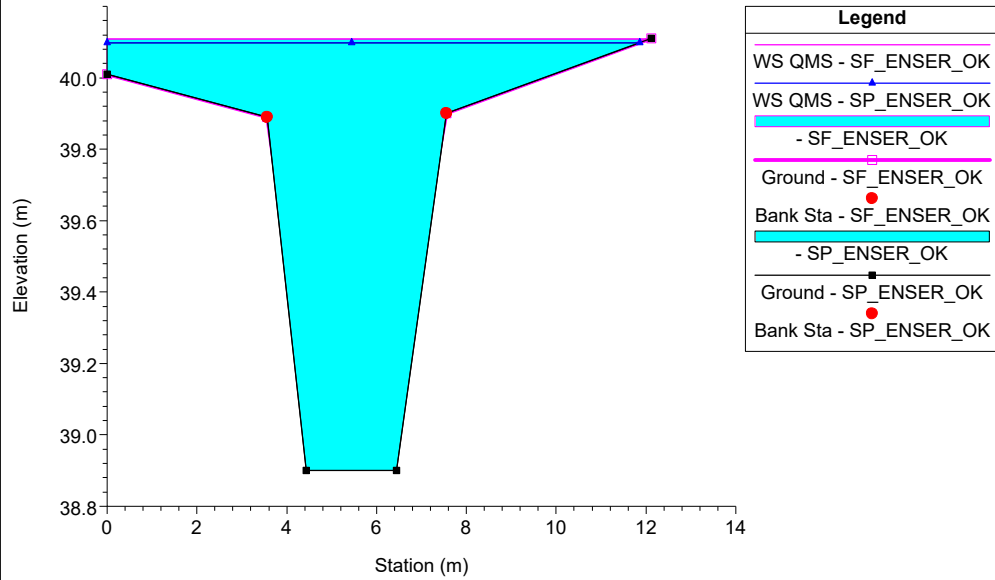
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 8.5 Culv. Inizio scatolare A14



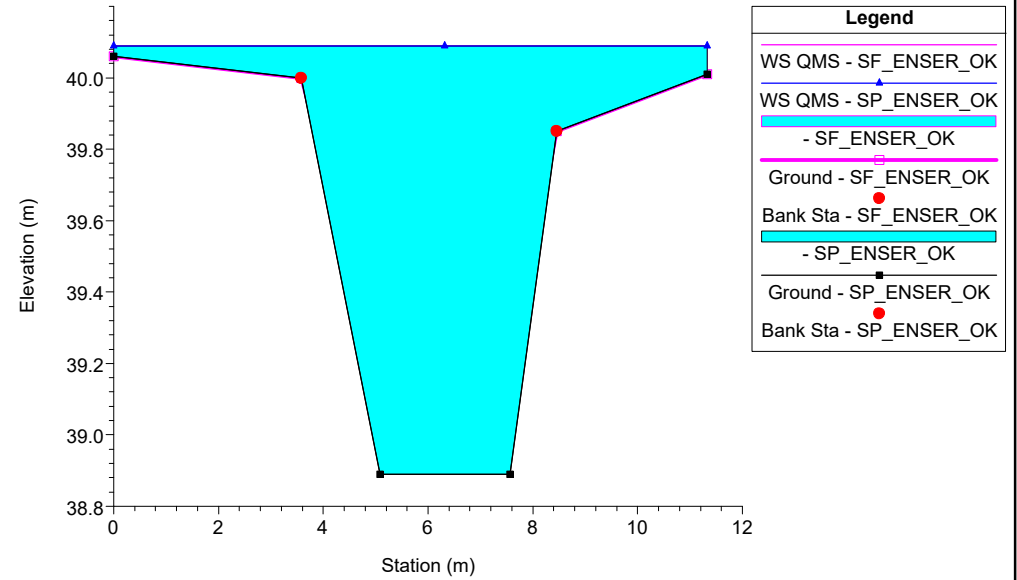
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 8.1 SEZIONE 7



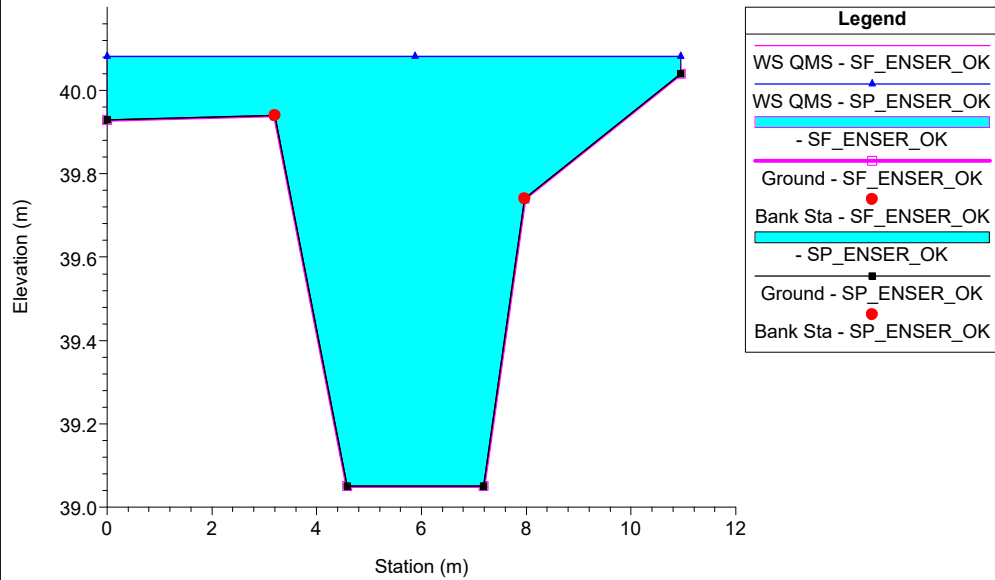
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 8 SEZIONE 8



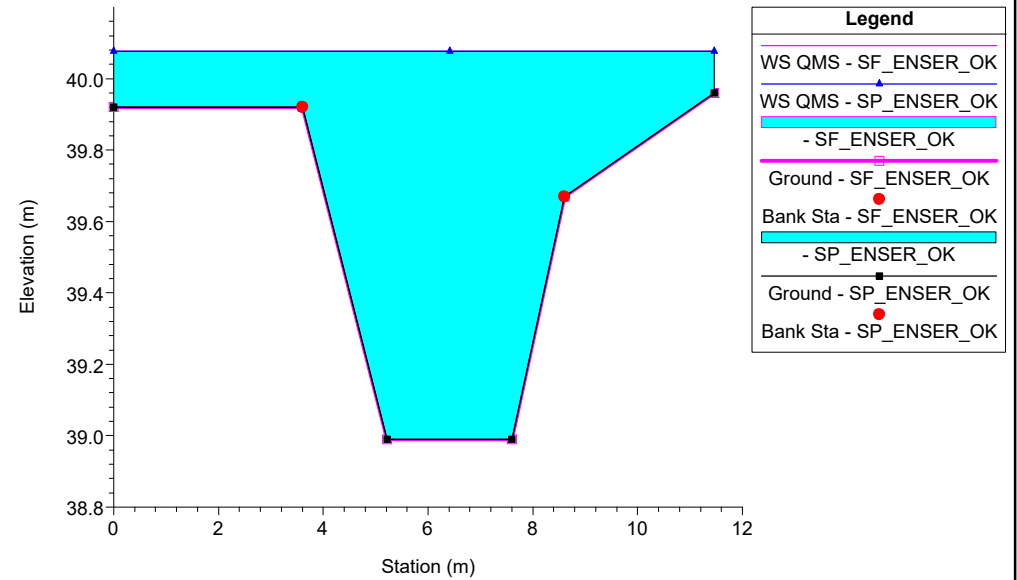
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 7 SEZIONE 9



54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 6 SEZIONE 10

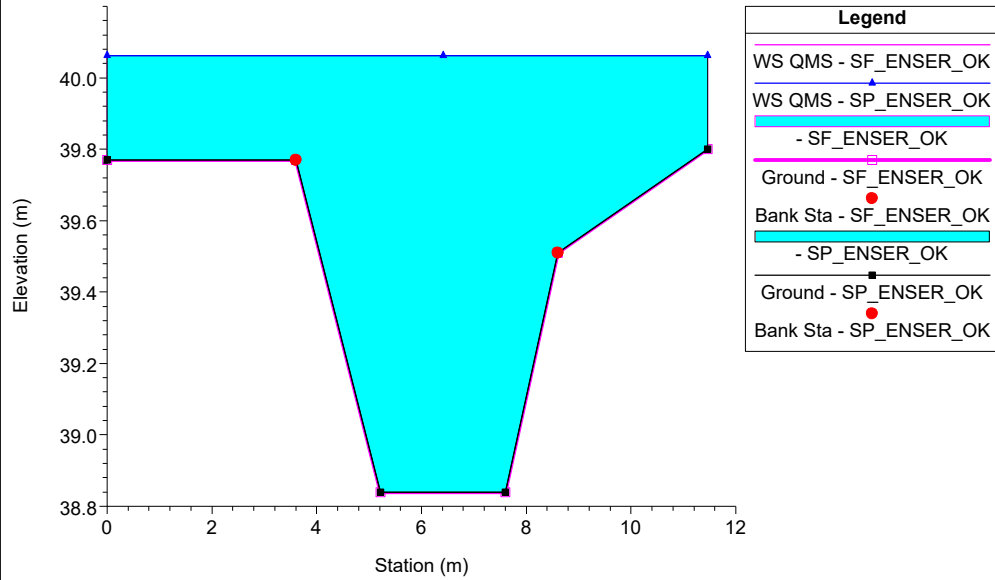


54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 5

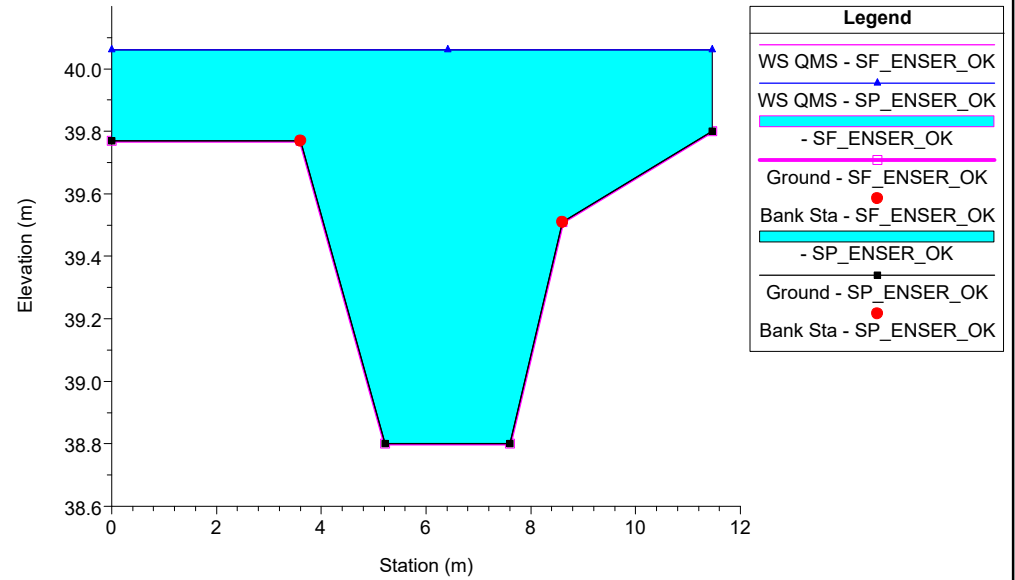




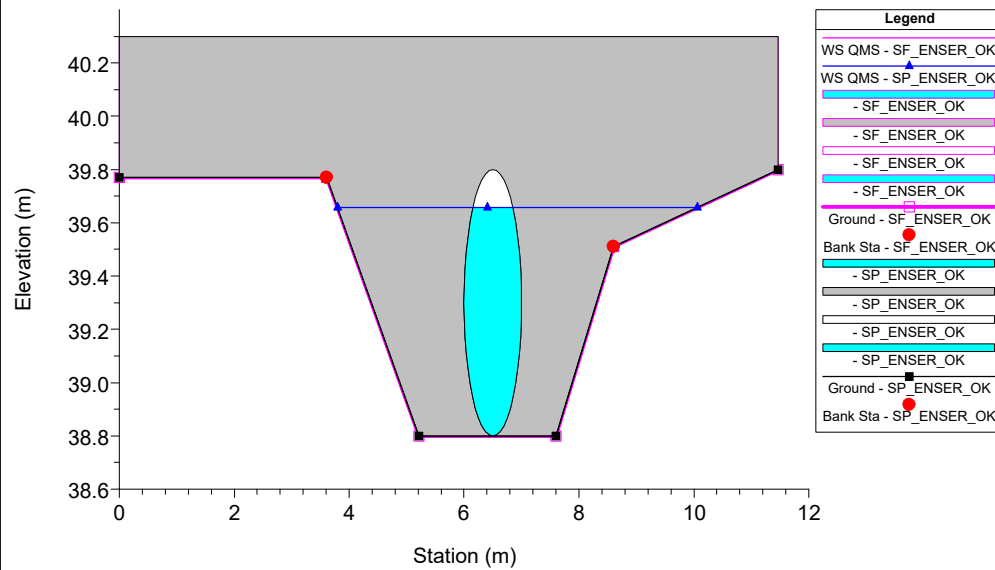
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 4



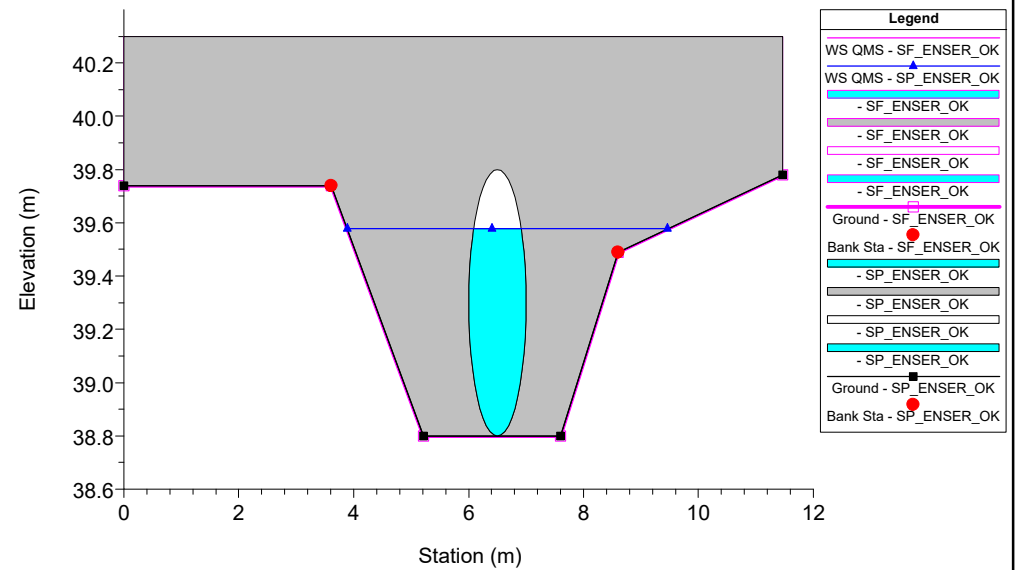
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 3.9



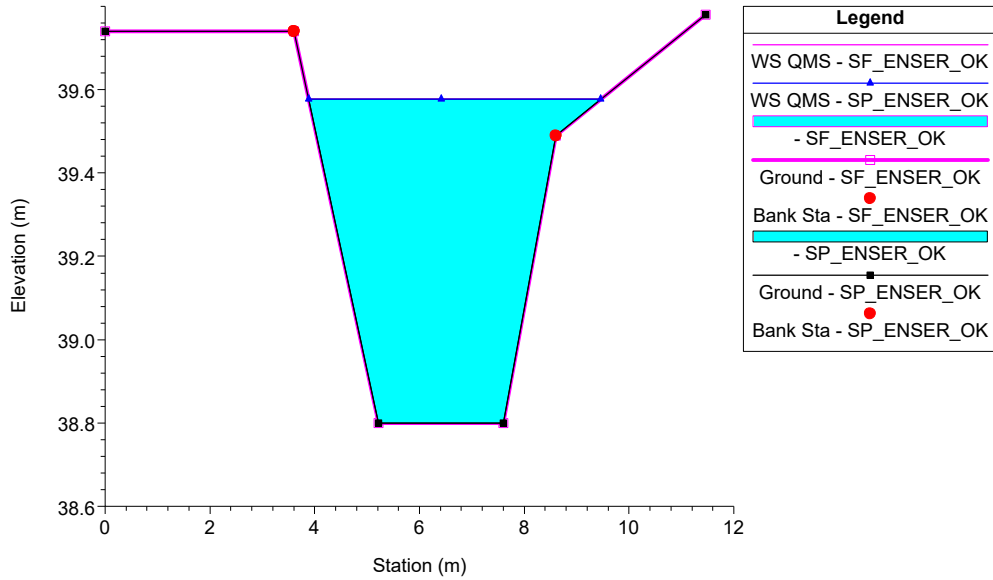
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 3.5 Culv



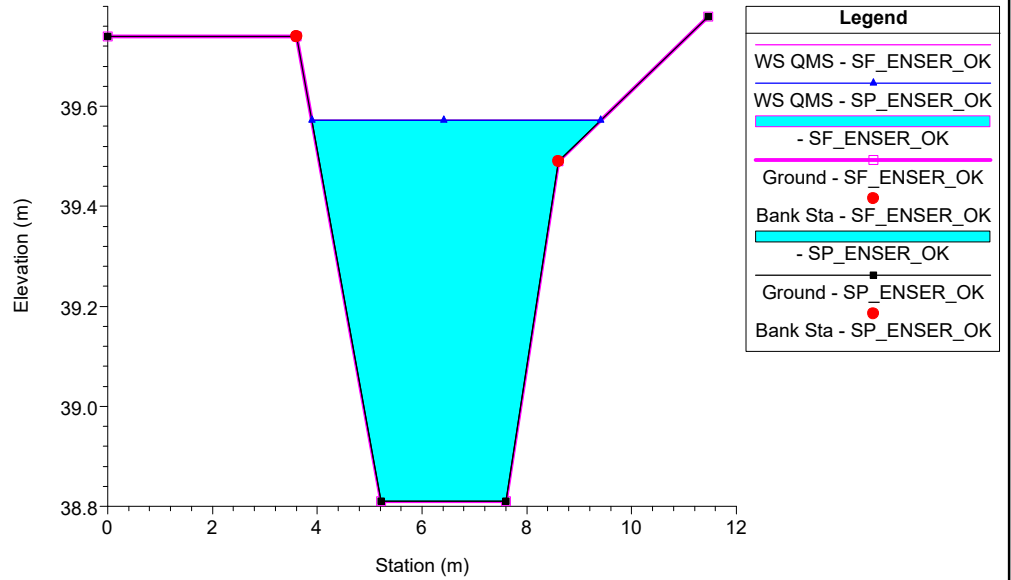
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 3.5 Culv



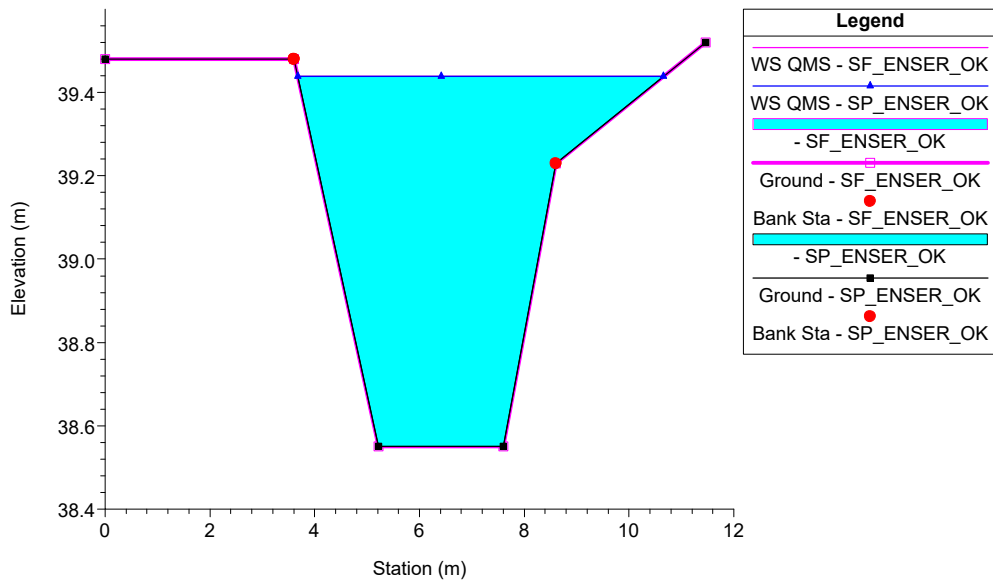
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 3.1



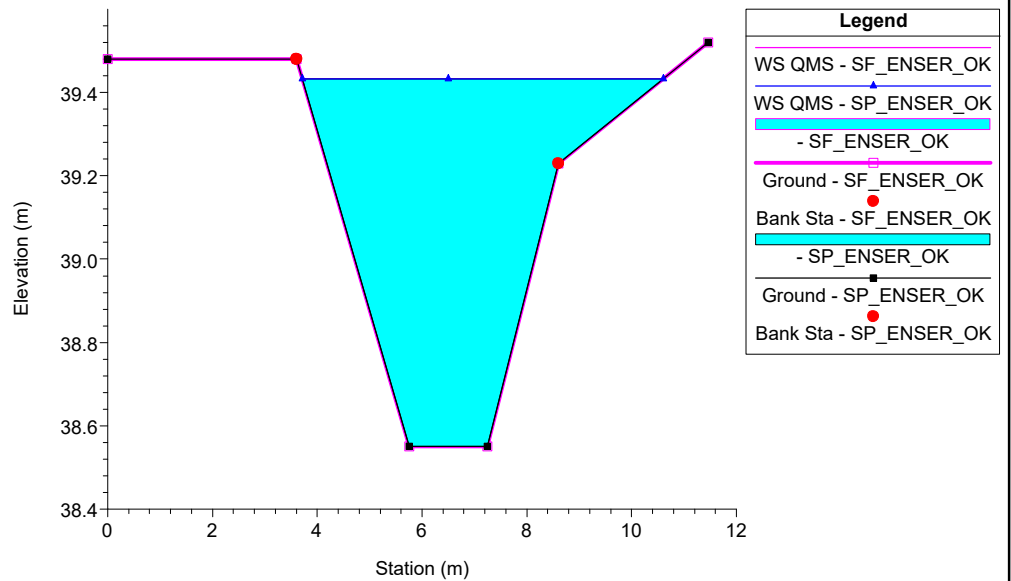
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 3



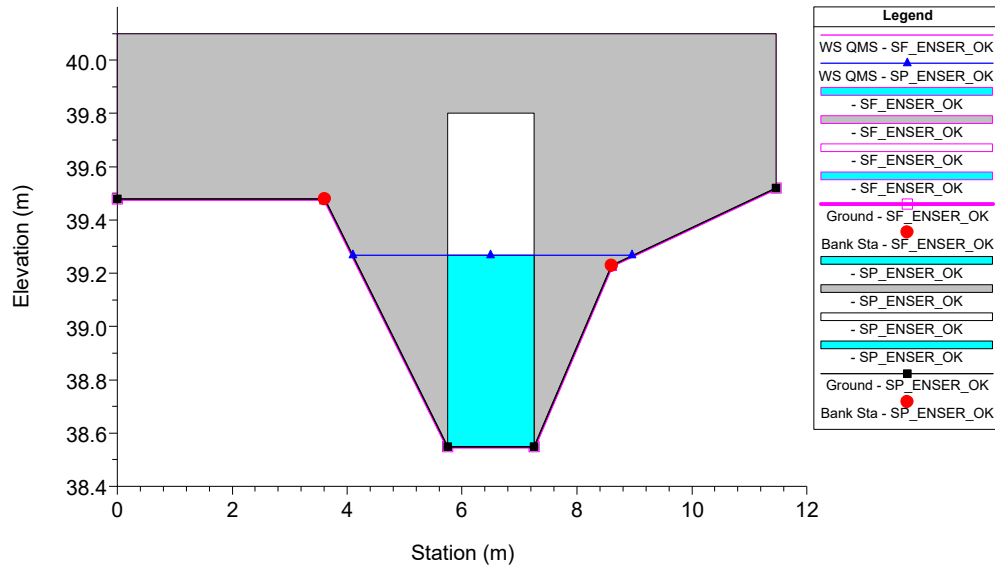
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 2



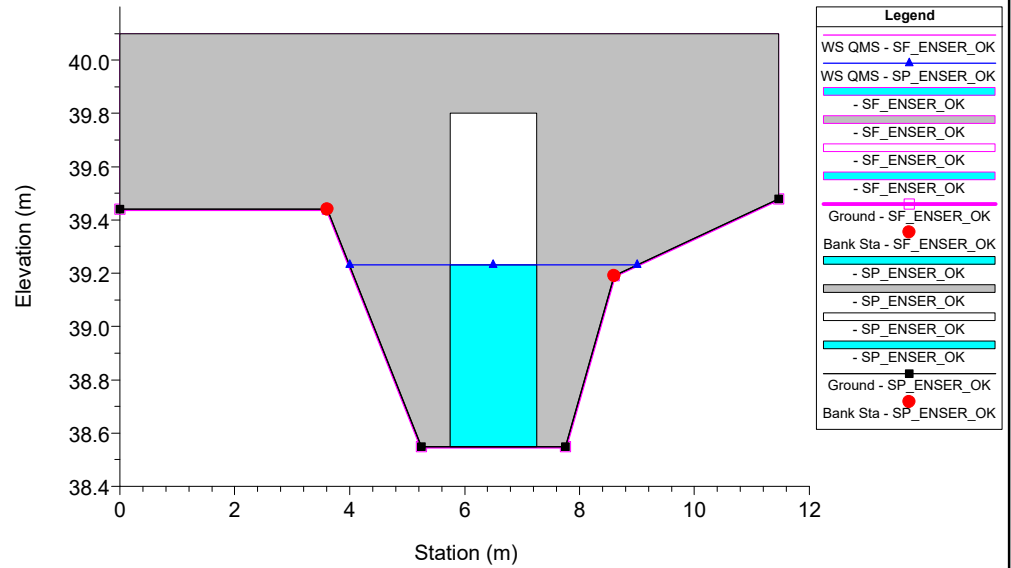
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 1.9



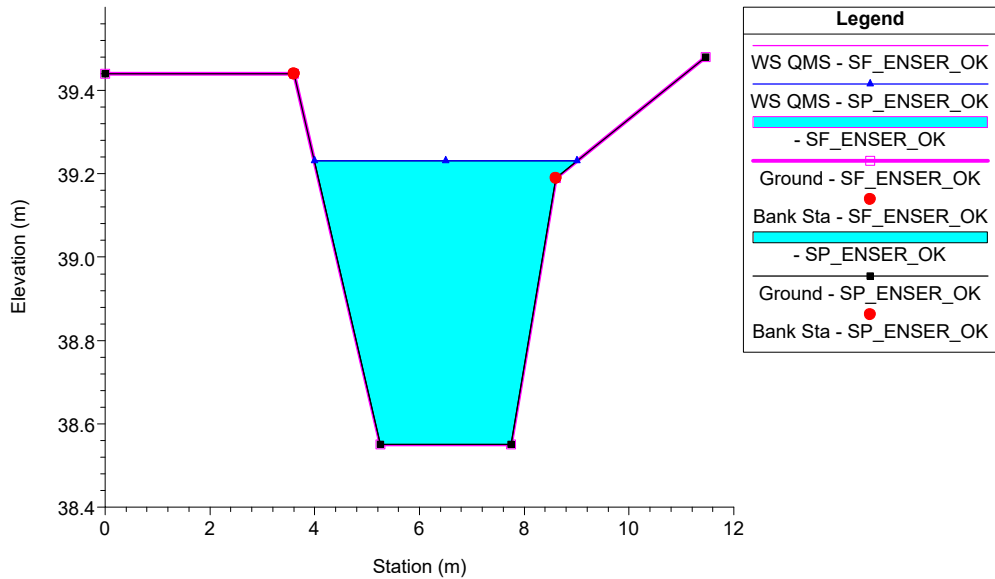
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 1.5 Culv Scatolare Valle 2



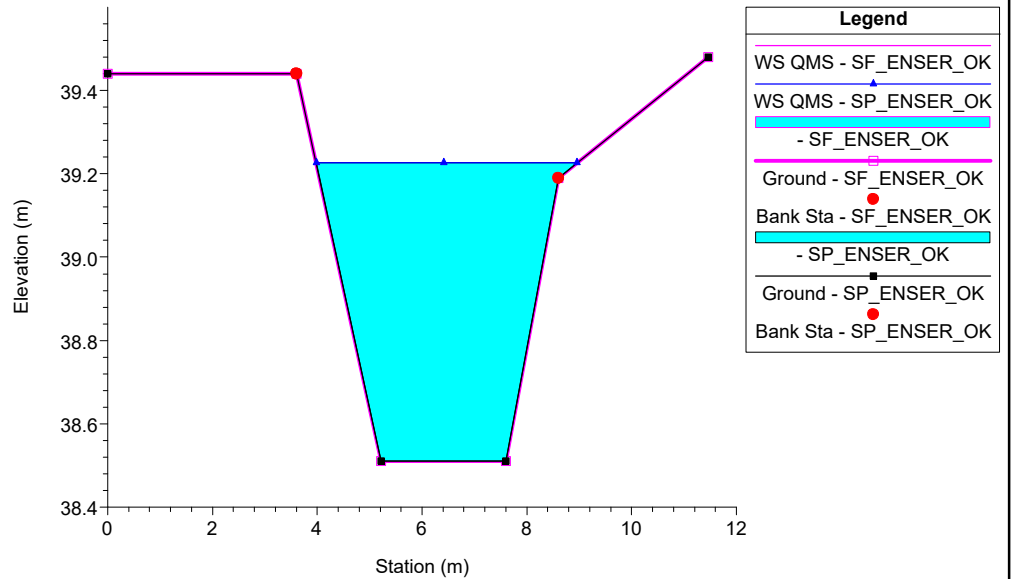
54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 1.5 Culv Scatolare Valle 2



54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 1.1



54.T.A\_Fosso Galisano\_rev Plan: 1) SP\_ENSER\_OK 2) SF\_ENSER\_OK  
RS = 1



## APPENDICE 19

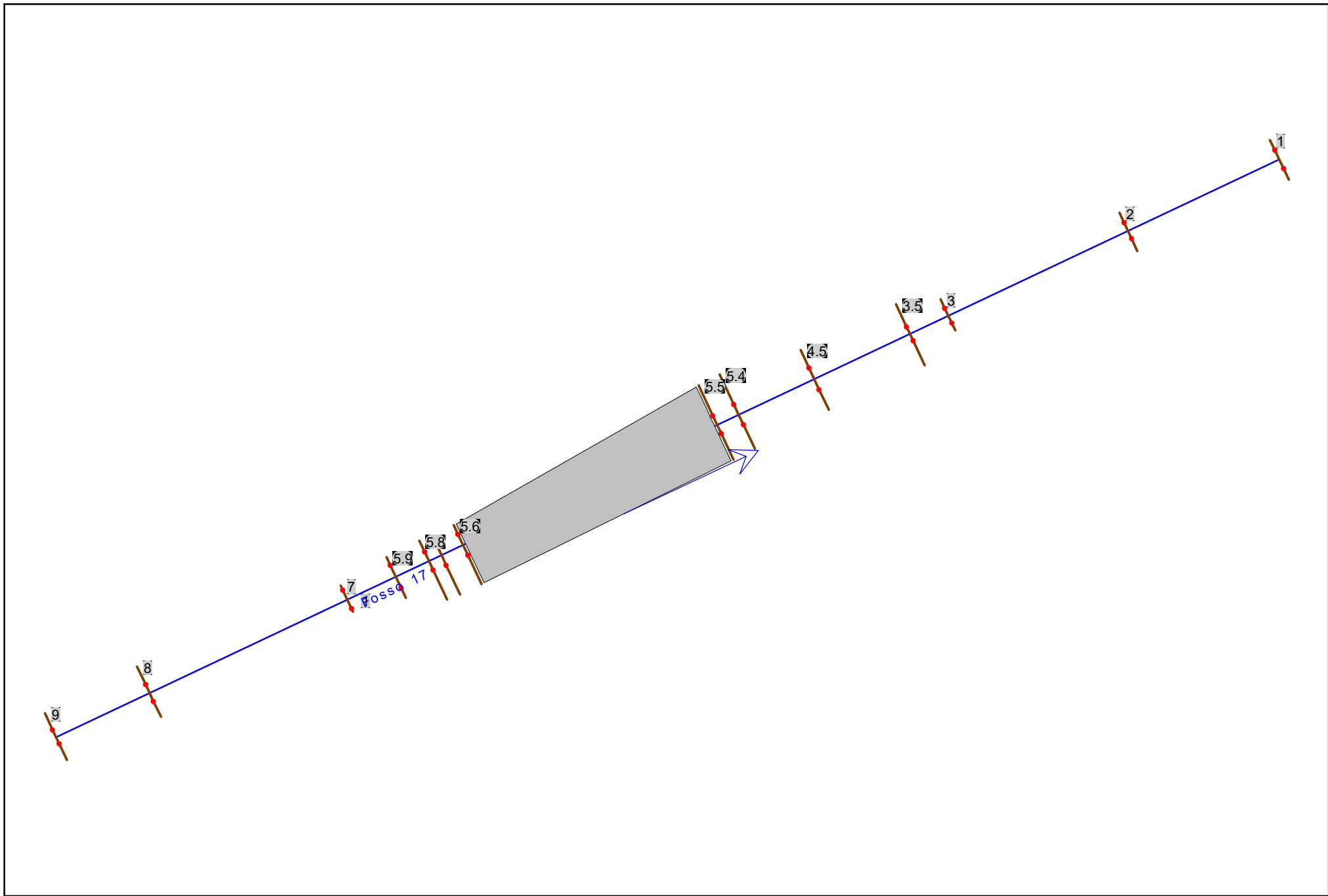
### Fosso 17: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Fosso 17 Reach: 1 Profile: QMS

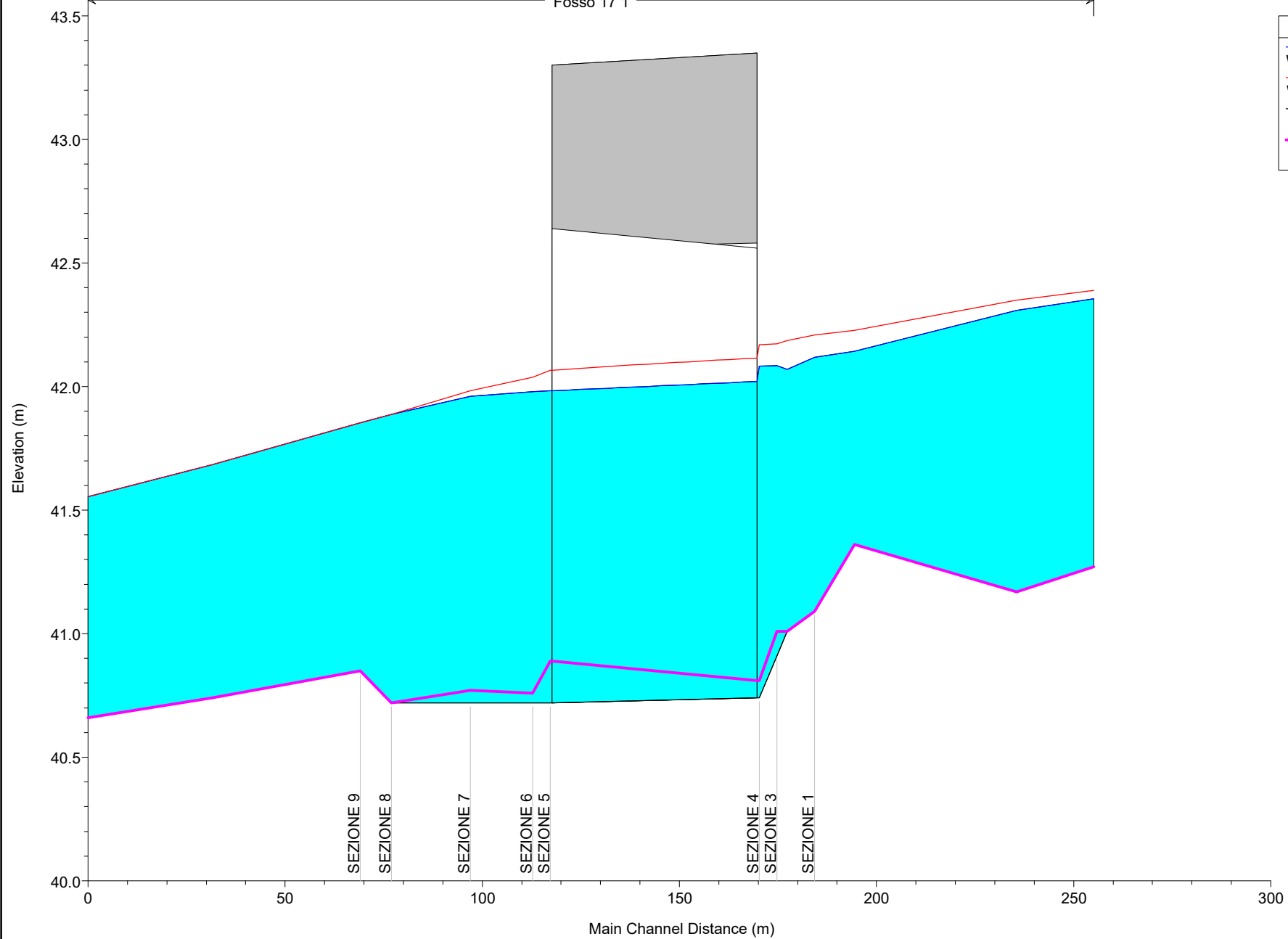
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	9	QMS	1.80	41.27	42.39		42.41	0.002487	0.73	2.90	7.59	0.27
1	8	QMS	1.80	41.17	42.35		42.37	0.001839	0.64	3.14	9.19	0.23
1	7	QMS	1.80	41.36	42.23		42.26	0.003901	0.82	2.18	3.28	0.32
1	5.9	QMS	1.80	41.09	42.21		42.23	0.001947	0.64	2.82	3.67	0.23
1	5.8	QMS	1.80	41.01	42.19		42.21	0.004207	0.73	2.54	5.01	0.31
1	5.7	QMS	1.80	41.01	42.17		42.20	0.004533	0.75	2.48	4.97	0.32
1	5.6	QMS	1.80	40.81	42.17	41.32	42.18	0.001665	0.55	3.50	4.96	0.18
1	5.55		Culvert									
1	5.5	QMS	1.80	40.89	42.07		42.09	0.002467	0.68	2.66	3.86	0.25
1	5.4	QMS	1.80	40.76	42.04		42.07	0.004453	0.84	2.15	3.49	0.34
1	4.5	QMS	1.80	40.77	41.98		42.01	0.003413	0.74	2.44	4.07	0.30
1	3.5	QMS	1.80	40.72	41.89		41.93	0.004675	0.91	2.05	4.47	0.35
1	3	QMS	1.80	40.85	41.85		41.89	0.004293	0.87	2.09	4.21	0.34
1	2	QMS	1.80	40.74	41.68		41.72	0.004669	0.89	2.02	3.05	0.35
1	1	QMS	1.80	40.66	41.55	41.14	41.59	0.003903	0.81	2.22	3.57	0.33

HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Fosso 17 Reach: 1 Profile: QMS

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
1	9	QMS	1.80	41.27	42.36		42.38	0.003060	0.79	2.65	7.52	0.29
1	8	QMS	1.80	41.17	42.31		42.33	0.002298	0.69	2.78	7.40	0.25
1	7	QMS	1.80	41.36	42.14		42.19	0.005597	0.94	1.92	3.13	0.38
1	5.9	QMS	1.80	41.09	42.12		42.14	0.002715	0.72	2.49	3.48	0.27
1	5.8	QMS	1.80	41.01	42.07		42.11	0.008681	0.93	1.99	4.64	0.44
1	5.7	QMS	1.80	40.91	42.08		42.10	0.001066	0.50	3.85	5.55	0.18
1	5.6	QMS	1.80	40.74	42.08	41.21	42.09	0.000658	0.43	4.46	5.60	0.14
1	5.55		Culvert									
1	5.5	QMS	1.80	40.72	41.98		42.00	0.001355	0.56	3.20	3.54	0.19
1	5.4	QMS	1.80	40.72	41.98		41.99	0.001108	0.52	3.47	4.02	0.18
1	4.5	QMS	1.80	40.72	41.96		41.97	0.001207	0.53	3.40	4.11	0.19
1	3.5	QMS	1.80	40.72	41.89		41.93	0.004675	0.91	2.05	4.47	0.35
1	3	QMS	1.80	40.85	41.85		41.89	0.004293	0.87	2.09	4.21	0.34
1	2	QMS	1.80	40.74	41.68		41.72	0.004669	0.89	2.02	3.05	0.35
1	1	QMS	1.80	40.66	41.55	41.14	41.59	0.003903	0.81	2.22	3.57	0.33



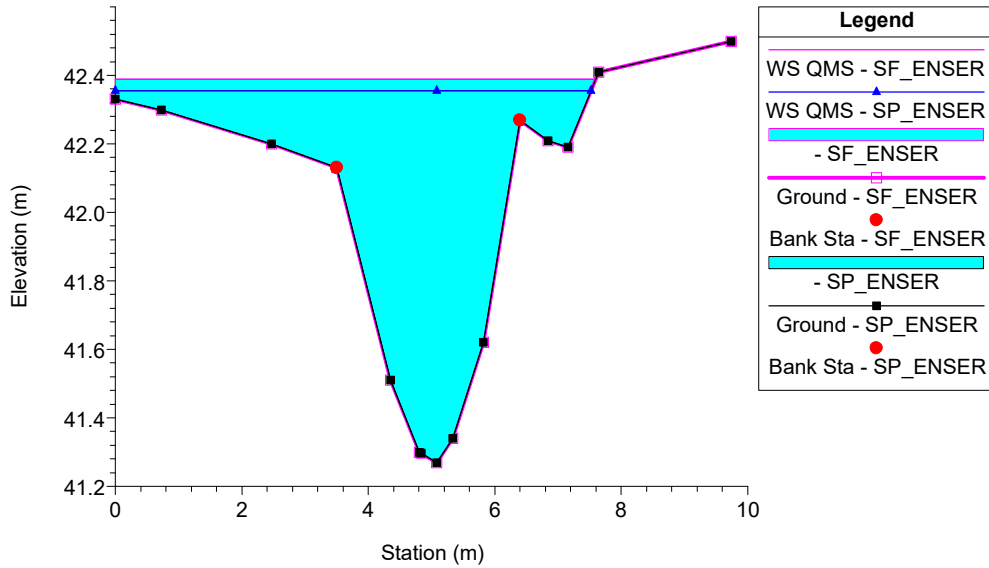
Fosso 17 1



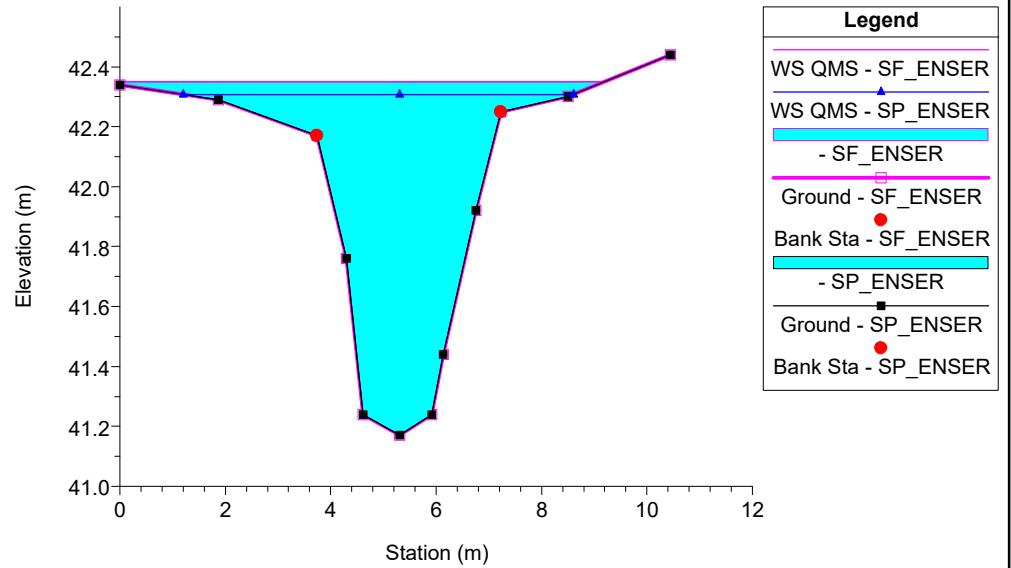
Legend	
—	WS QMS - SP_ENSER
—	WS QMS - SF_ENSER
—	Ground
—	Ground



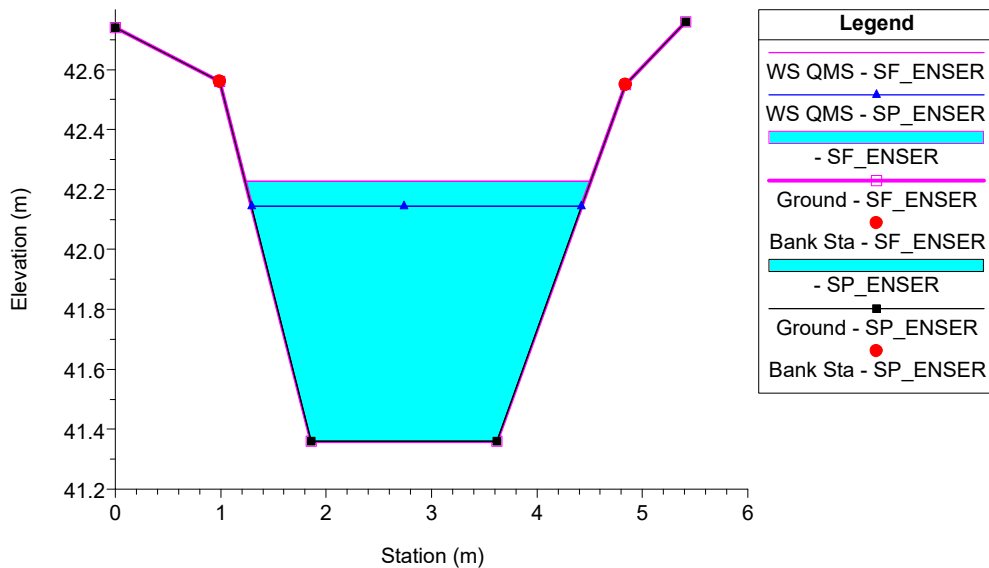
67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9



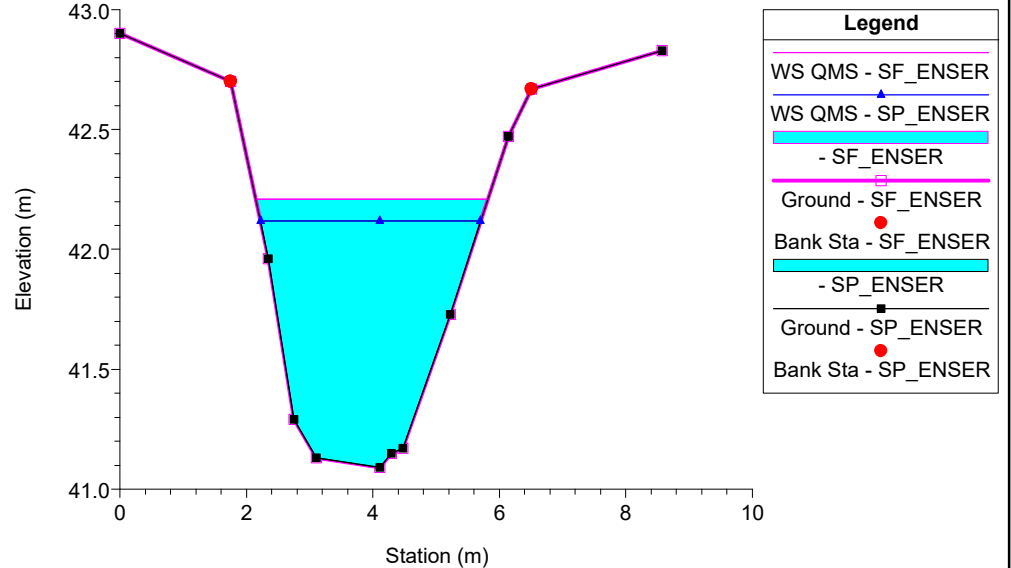
67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8



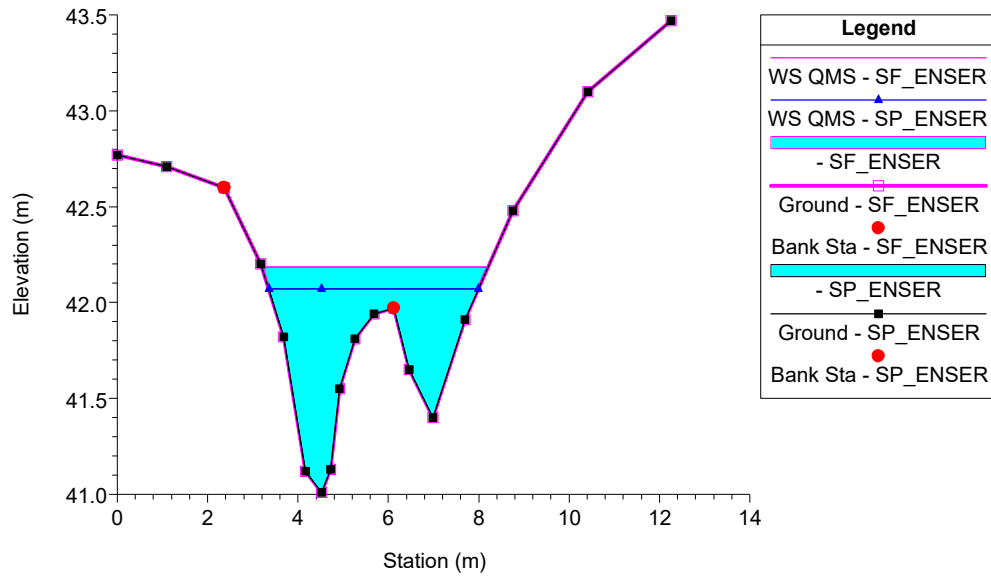
67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7



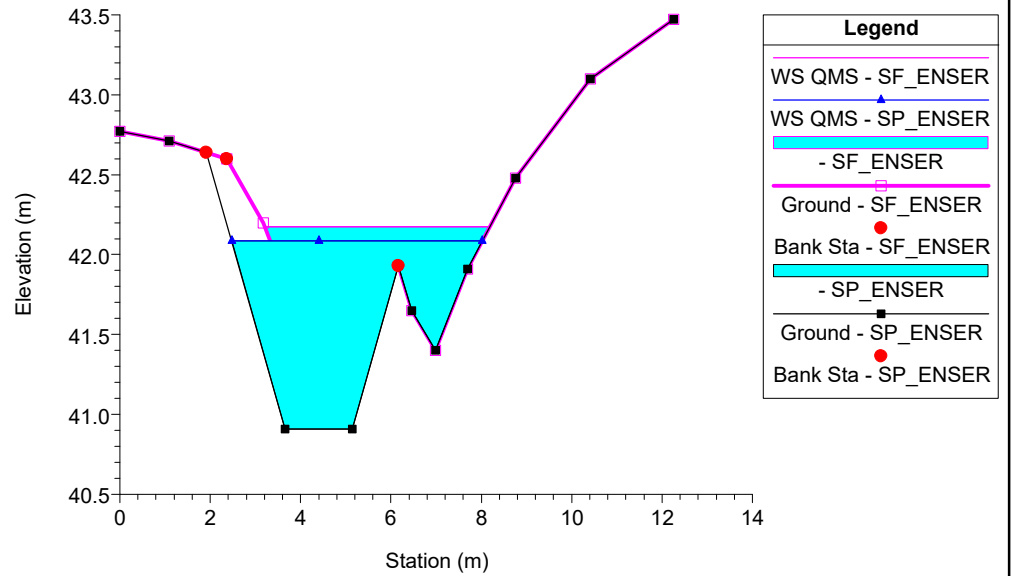
67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.9 SEZIONE 1



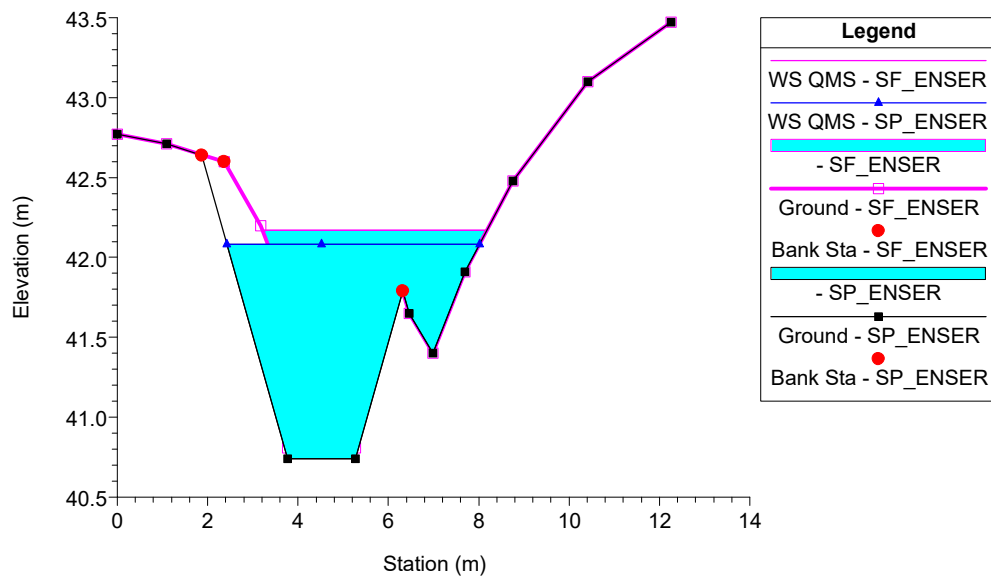
67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.8 SEZIONE 2



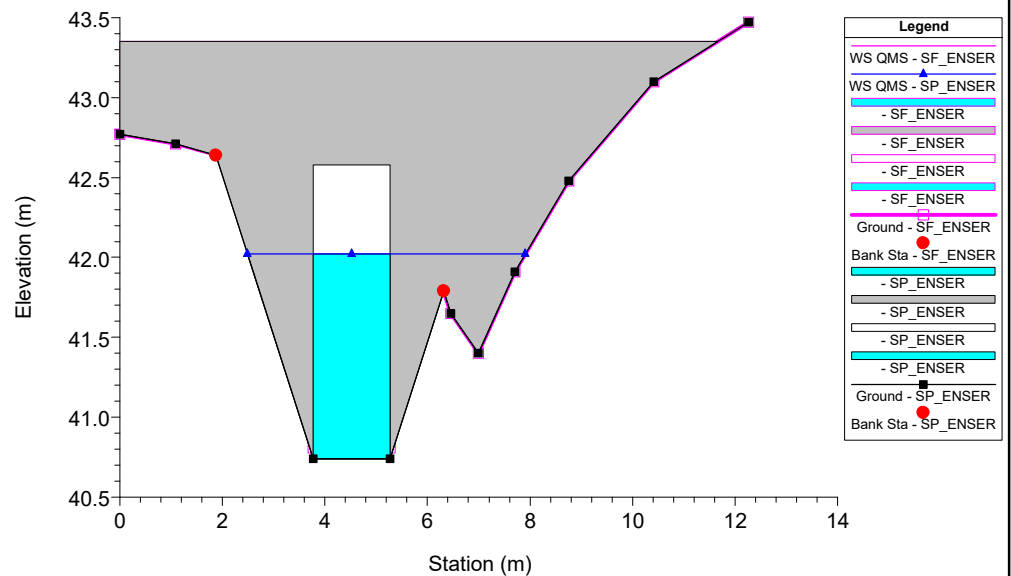
67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.7 SEZIONE 3



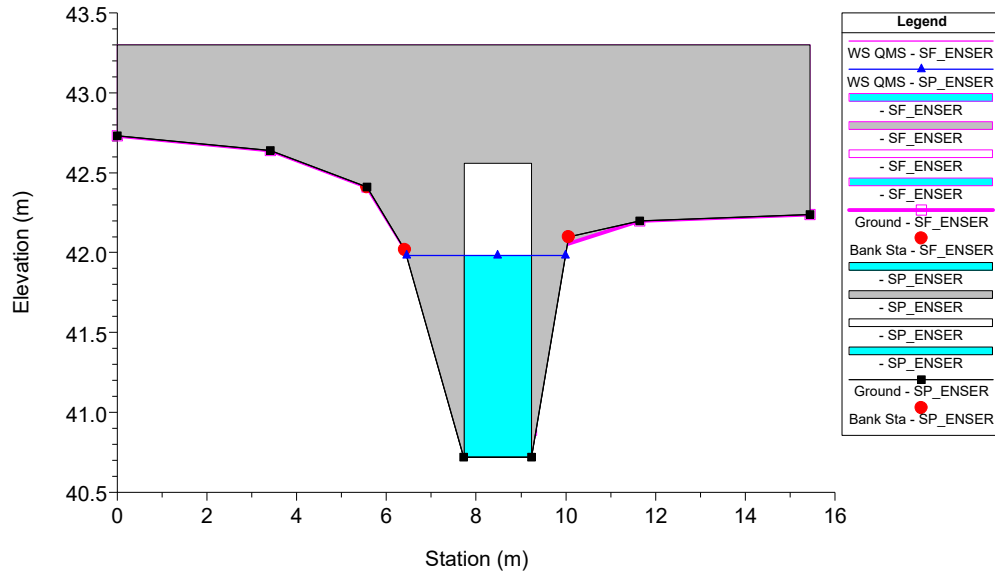
67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.6 SEZIONE 4



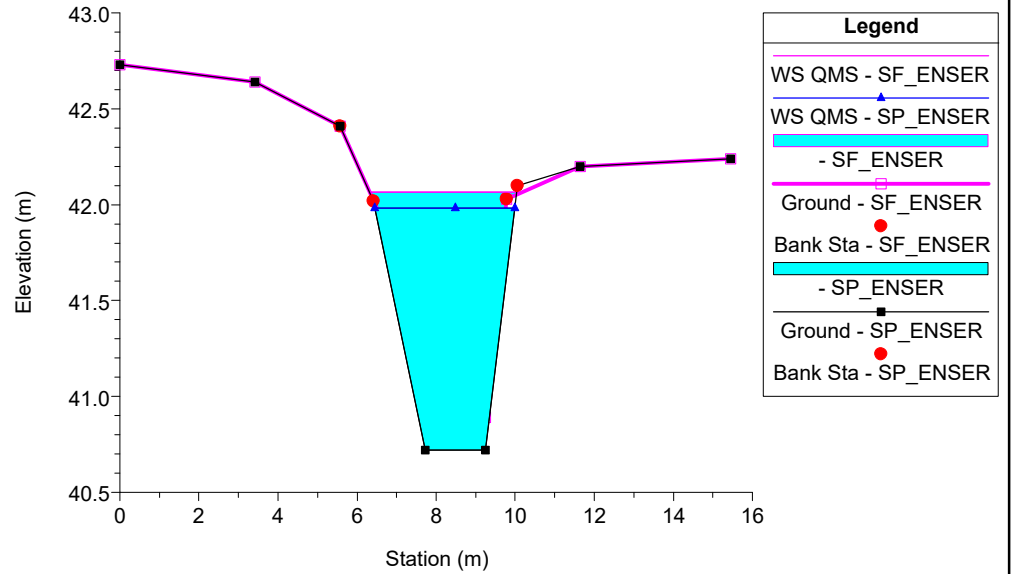
67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.55 Culv



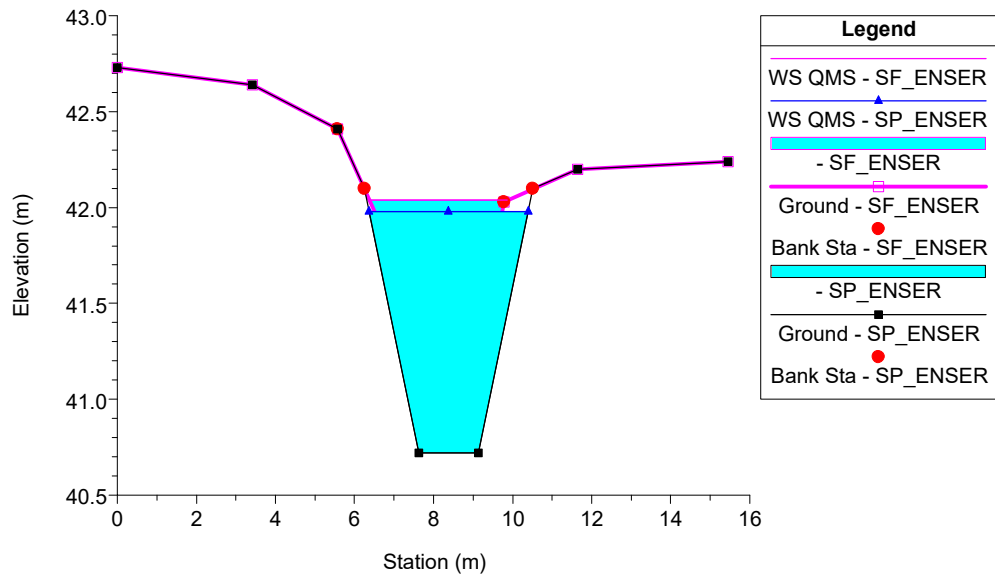
67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.55 Culv



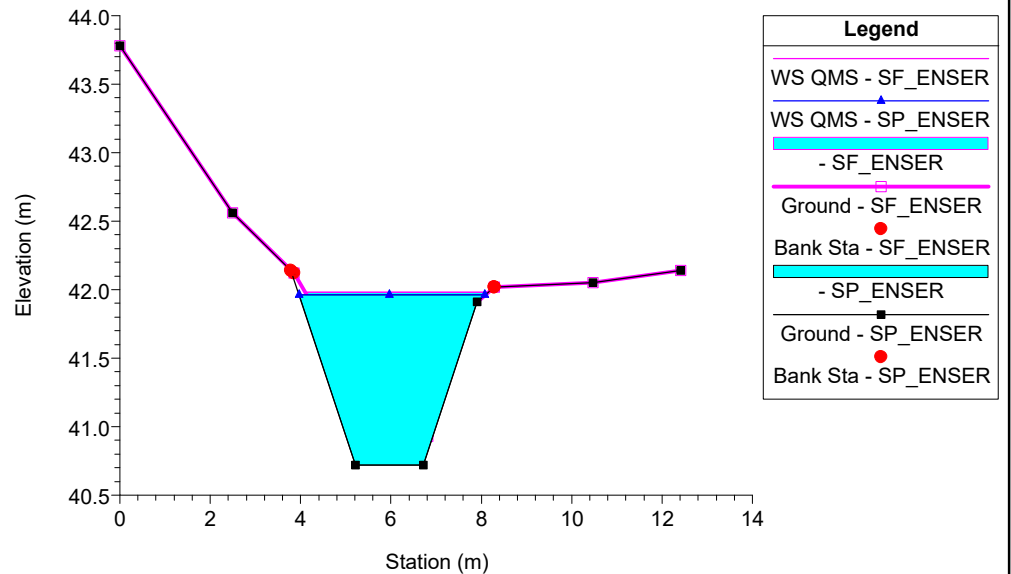
67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.5 SEZIONE 5



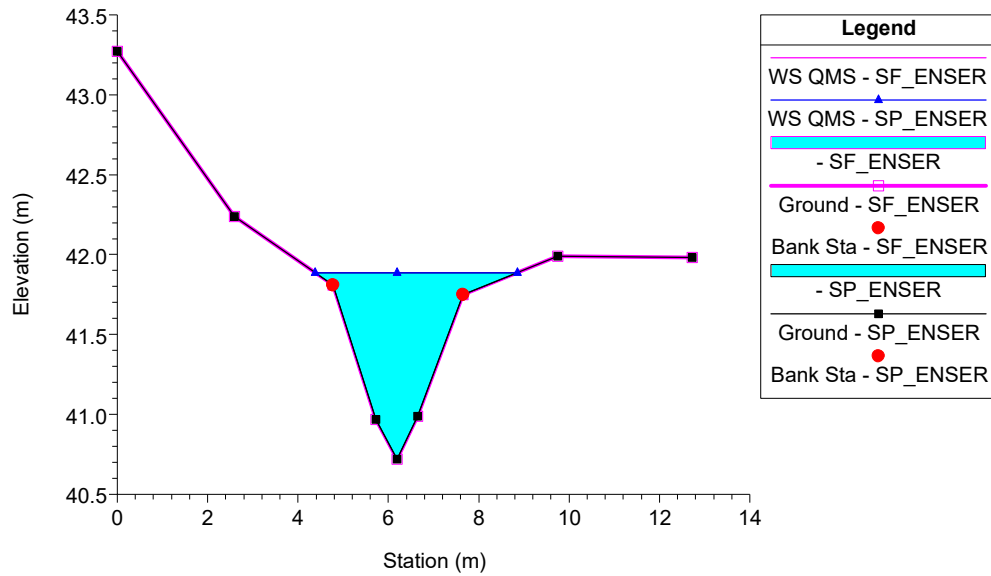
67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.4 SEZIONE 6



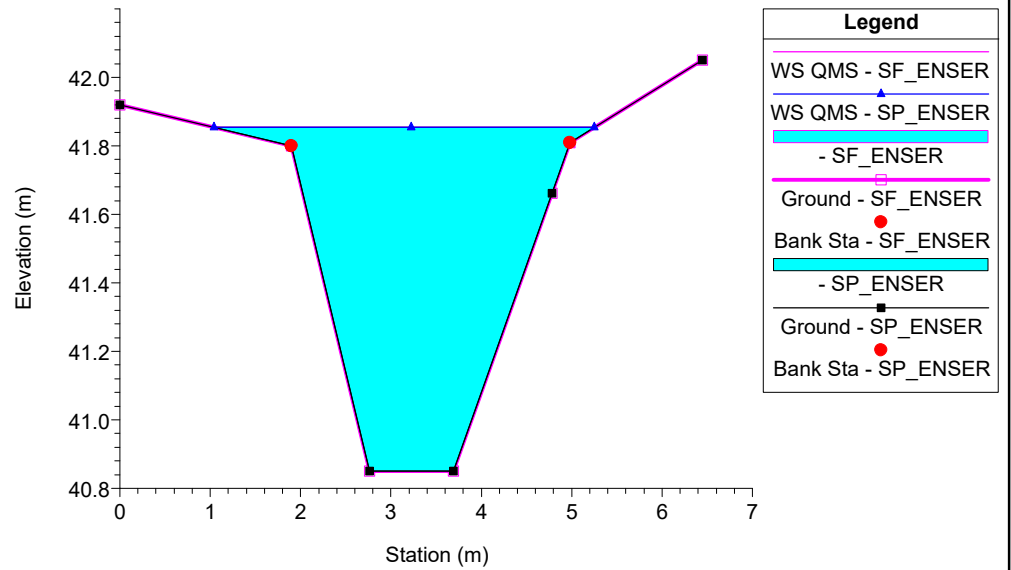
67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4.5 SEZIONE 7



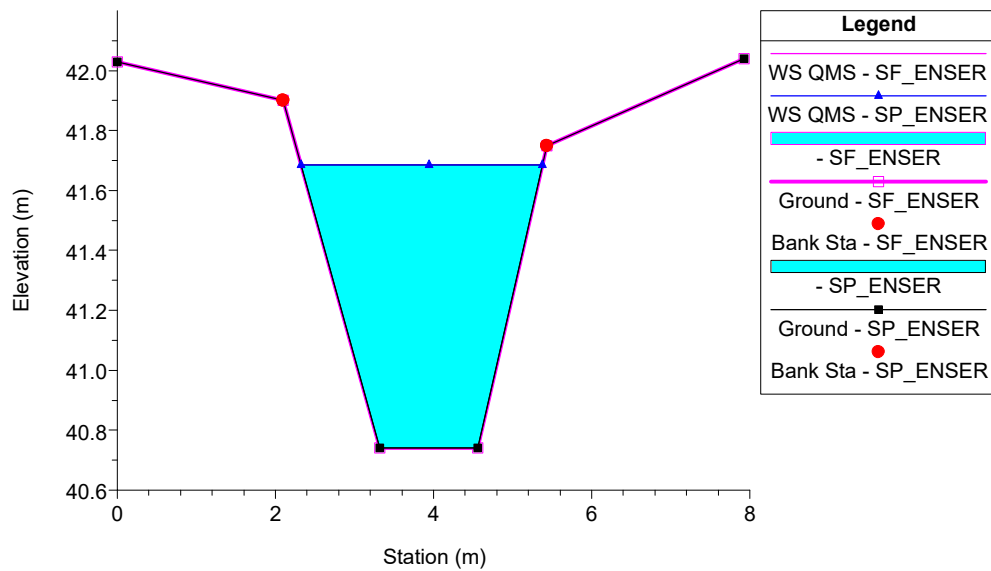
67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3.5 SEZIONE 8



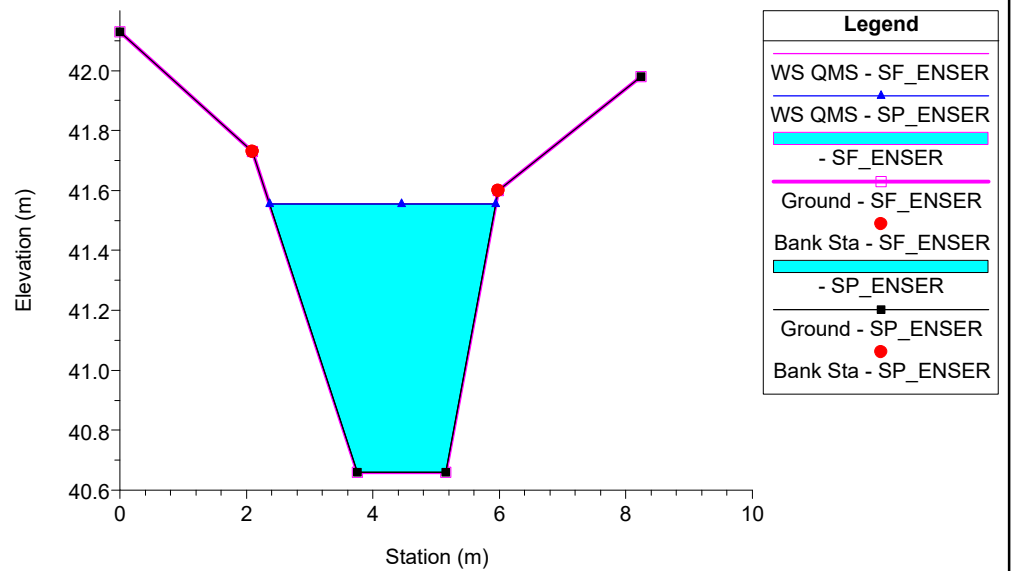
67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3 SEZIONE 9



67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2



67.T.A\_Fosso 17 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1



## APPENDICE 20

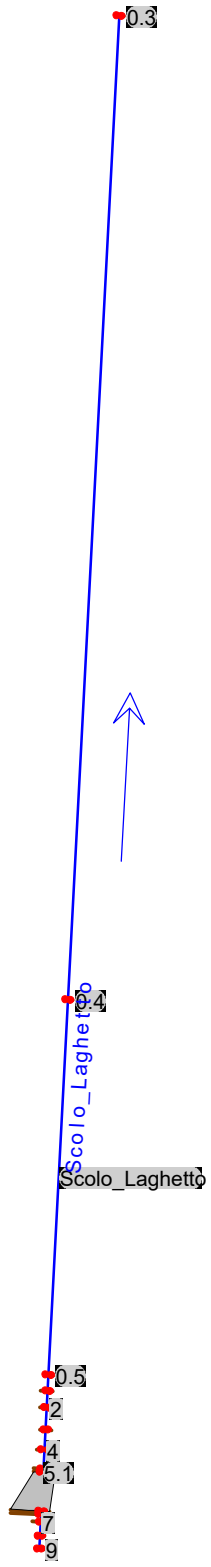
### Scolo Laghetto: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Scolo\_Laghetto Reach: Scolo\_Laghetto Profile: Qms

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
Scolo_Laghetto	9	Qms	10.00	43.40	45.00		45.08	0.003564	1.23	8.45	9.60	0.36
Scolo_Laghetto	8	Qms	10.00	43.39	44.91		45.00	0.004439	1.34	7.70	9.88	0.39
Scolo_Laghetto	7	Qms	10.00	42.93	44.79		44.89	0.005479	1.47	7.12	8.98	0.43
Scolo_Laghetto	6.2	Qms	10.00	42.92	44.74		44.83	0.004958	1.38	8.67	24.67	0.41
Scolo_Laghetto	6.1	Qms	10.00	42.92	44.73		44.80	0.004214	1.26	9.85	20.34	0.38
Scolo_Laghetto	5.2	Qms	10.00	43.20	44.74	43.97	44.78	0.002056	0.95	12.95	24.41	0.27
Scolo_Laghetto	5.15		Culvert									
Scolo_Laghetto	5.1	Qms	10.00	42.85	44.42		44.49	0.003255	1.17	8.55	6.78	0.33
Scolo_Laghetto	4.1	Qms	10.00	42.78	44.31		44.46	0.008945	1.69	5.92	6.08	0.55
Scolo_Laghetto	4	Qms	10.00	42.27	44.18		44.27	0.004402	1.31	7.62	6.52	0.39
Scolo_Laghetto	3	Qms	10.00	42.19	44.05		44.14	0.004354	1.32	7.58	6.18	0.38
Scolo_Laghetto	2	Qms	10.00	42.22	43.92		44.00	0.003982	1.26	7.91	6.63	0.37
Scolo_Laghetto	1	Qms	10.00	42.22	43.79		43.89	0.004960	1.36	7.35	6.62	0.41
Scolo_Laghetto	0.5	Qms	10.00	42.20	43.68		43.77	0.004722	1.29	7.72	7.60	0.41
Scolo_Laghetto	0.4	Qms	10.00	40.00	41.80		41.86	0.002566	1.06	9.46	7.69	0.30
Scolo_Laghetto	0.3	Qms	10.00	36.00	37.73	36.93	37.80	0.003001	1.12	8.93	7.50	0.33

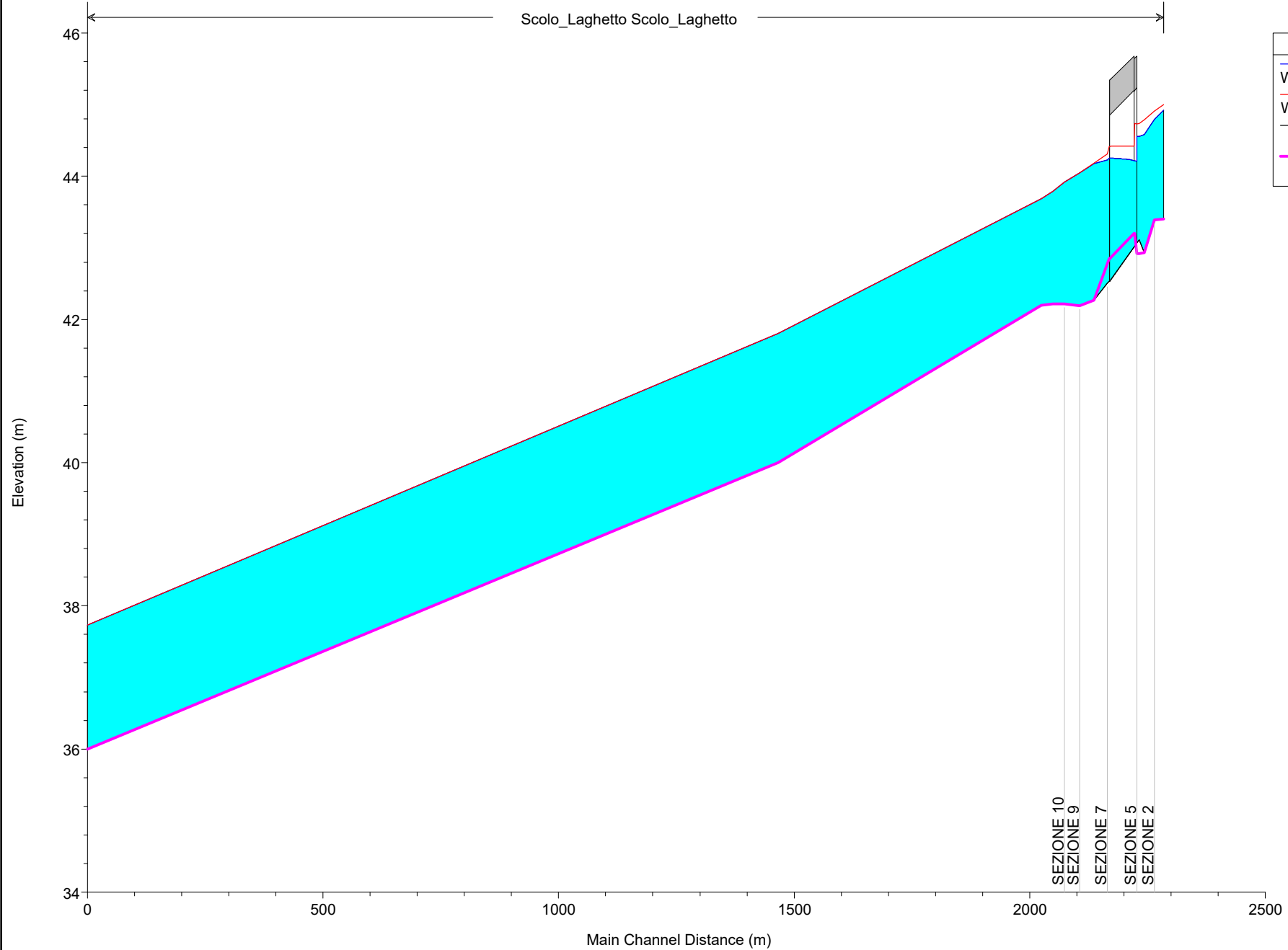
HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Scolo\_Laghetto Reach: Scolo\_Laghetto Profile: Qms

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
Scolo_Laghetto	9	Qms	10.00	43.40	44.92		45.01	0.004410	1.32	7.73	8.93	0.39
Scolo_Laghetto	8	Qms	10.00	43.39	44.80		44.91	0.006138	1.49	6.77	7.39	0.45
Scolo_Laghetto	7	Qms	10.00	42.93	44.58		44.74	0.009942	1.79	5.60	5.99	0.56
Scolo_Laghetto	6.2	Qms	10.00	43.11	44.55		44.64	0.005059	1.34	7.49	8.24	0.42
Scolo_Laghetto	6.1	Qms	10.00	43.07	44.56	43.85	44.62	0.003065	1.10	9.45	19.70	0.33
Scolo_Laghetto	5.15		Culvert									
Scolo_Laghetto	5.1	Qms	10.00	42.53	44.25		44.29	0.001674	0.88	11.38	9.18	0.25
Scolo_Laghetto	4.1	Qms	10.00	42.51	44.23		44.28	0.002589	1.05	9.57	8.15	0.31
Scolo_Laghetto	4	Qms	10.00	42.27	44.18		44.22	0.001696	0.89	11.18	8.72	0.25
Scolo_Laghetto	3	Qms	10.00	42.19	44.05		44.14	0.004354	1.32	7.58	6.18	0.38
Scolo_Laghetto	2	Qms	10.00	42.22	43.92		44.00	0.003982	1.26	7.91	6.63	0.37
Scolo_Laghetto	1	Qms	10.00	42.22	43.79		43.89	0.004960	1.36	7.35	6.62	0.41
Scolo_Laghetto	0.5	Qms	10.00	42.20	43.68		43.77	0.004722	1.29	7.72	7.60	0.41
Scolo_Laghetto	0.4	Qms	10.00	40.00	41.80		41.86	0.002566	1.06	9.46	7.69	0.30
Scolo_Laghetto	0.3	Qms	10.00	36.00	37.73	36.93	37.80	0.003001	1.12	8.93	7.50	0.33



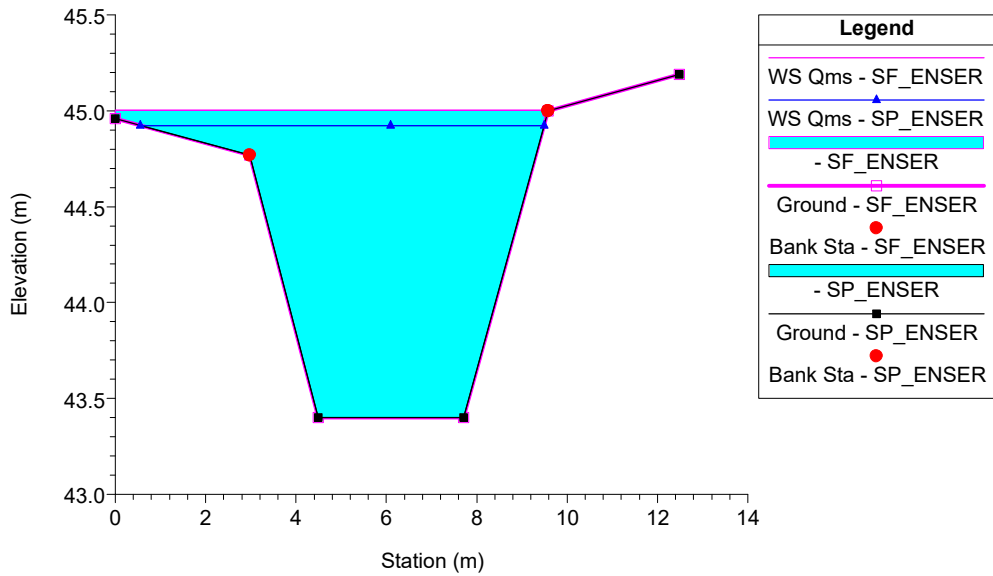


Scolo\_Laghetto Scolo\_Laghetto

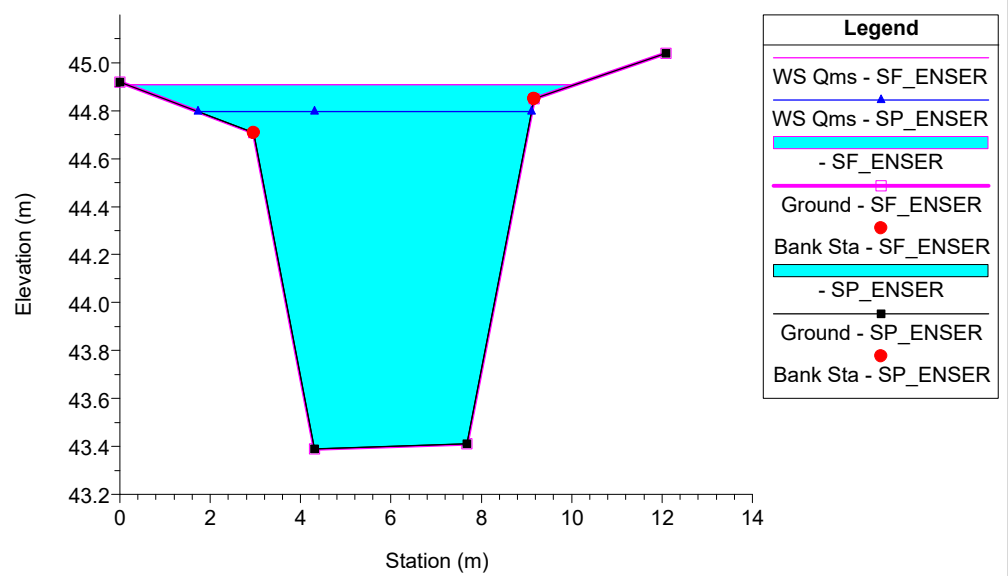


Legend	
	WS Qms - SP_ENSER
	WS Qms - SF_ENSER
	Ground
	Ground

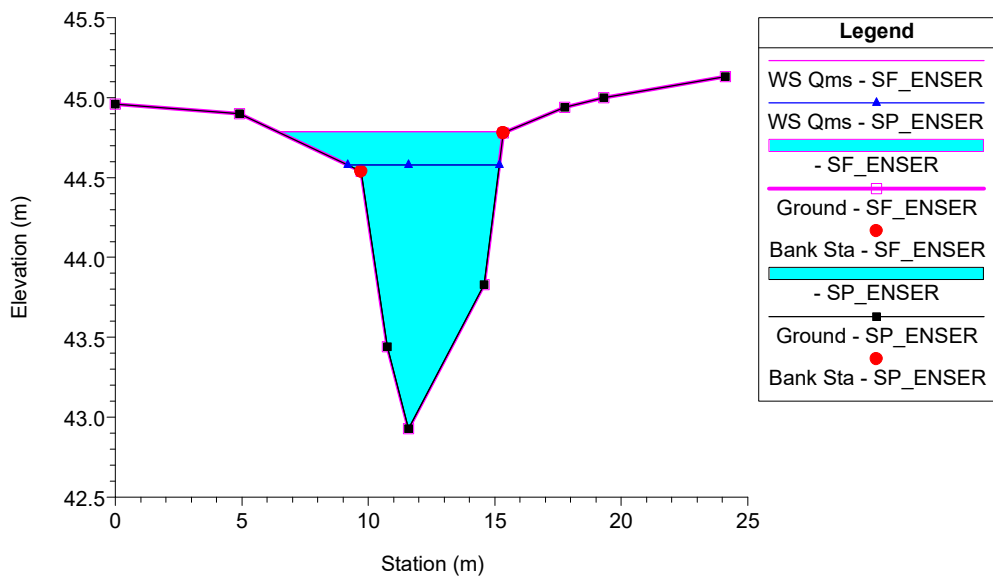
73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9 SEZIONE 1



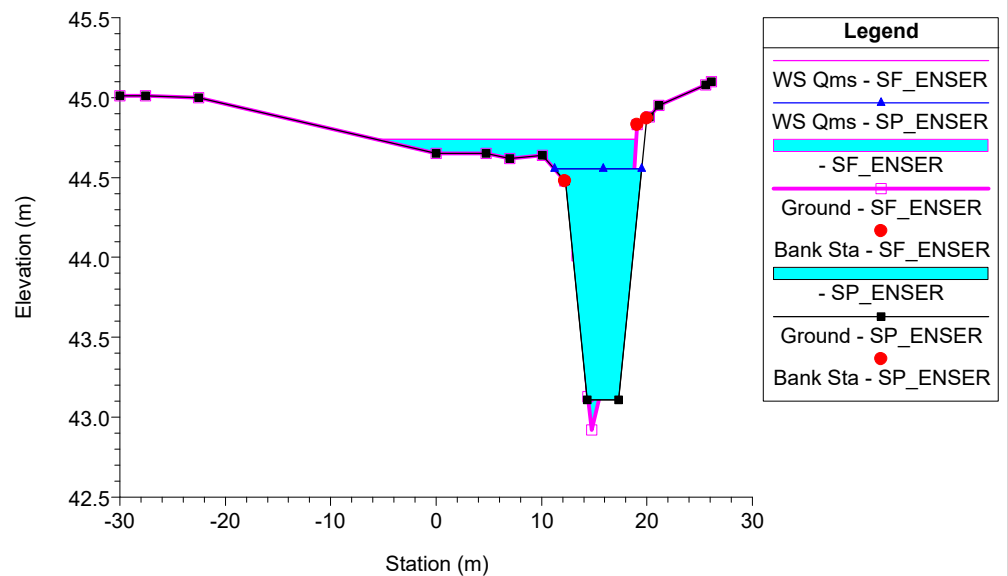
73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8 SEZIONE 2



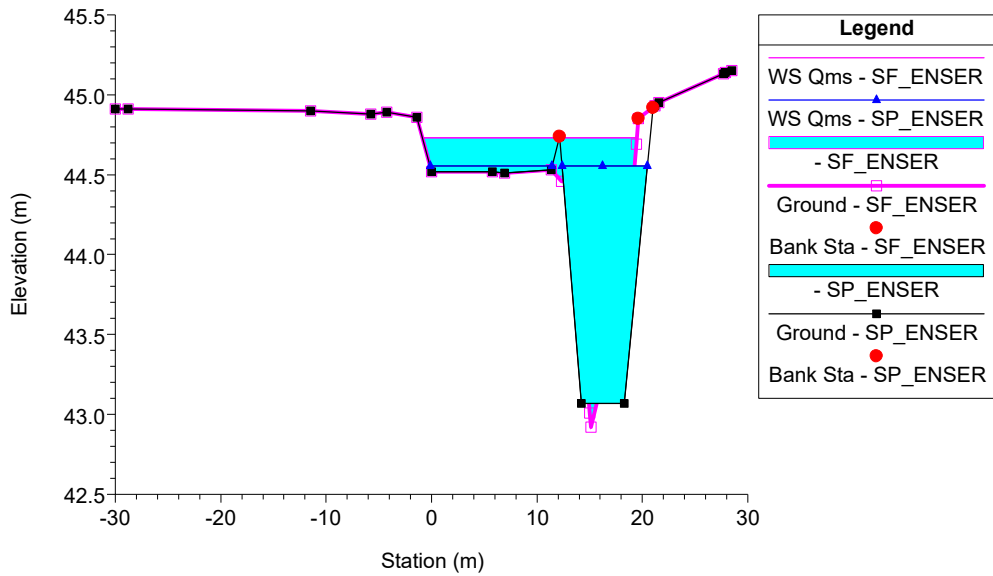
73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7 SEZIONE 3



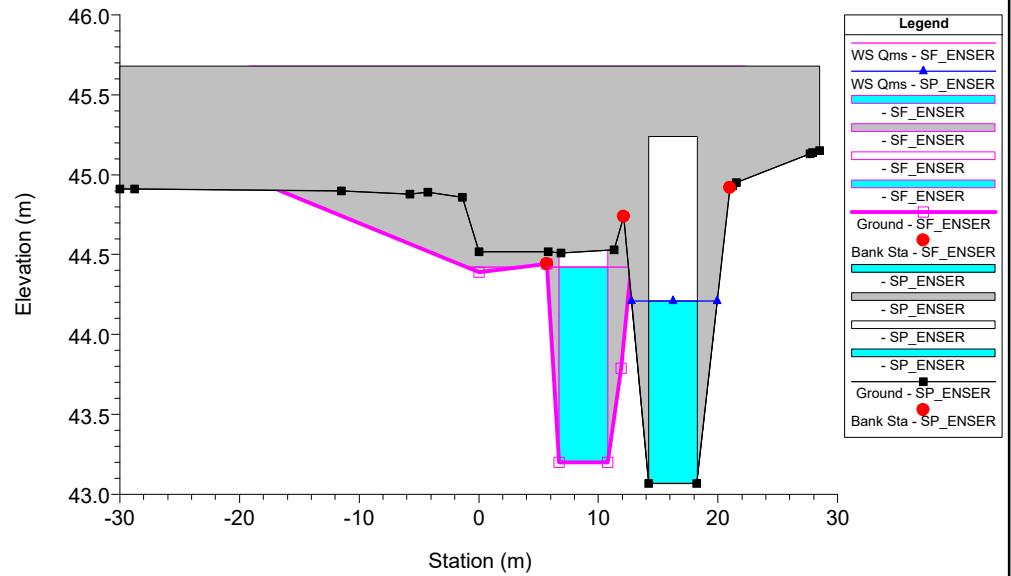
73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6.2 SEZIONE 4



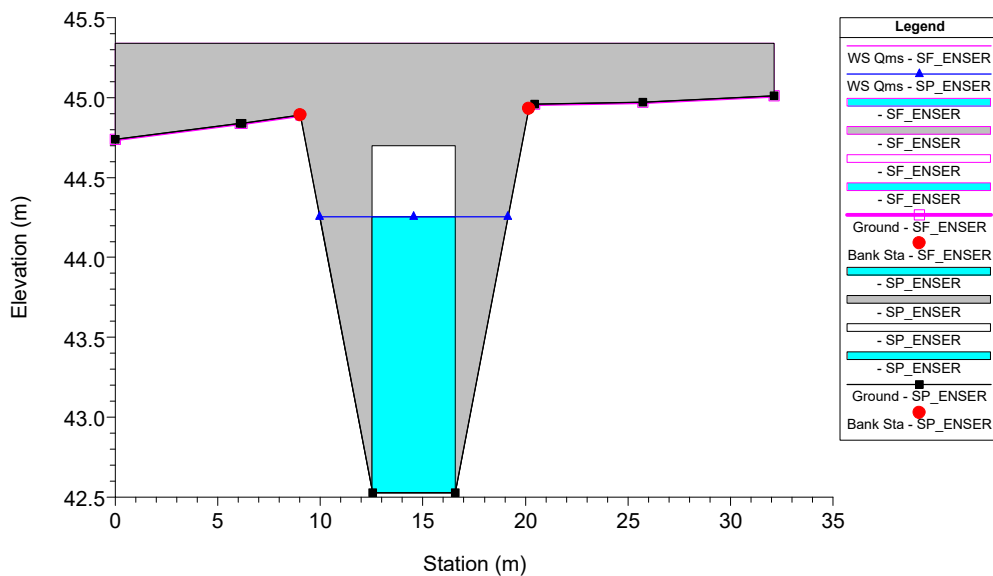
73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6.1 SEZIONE 5



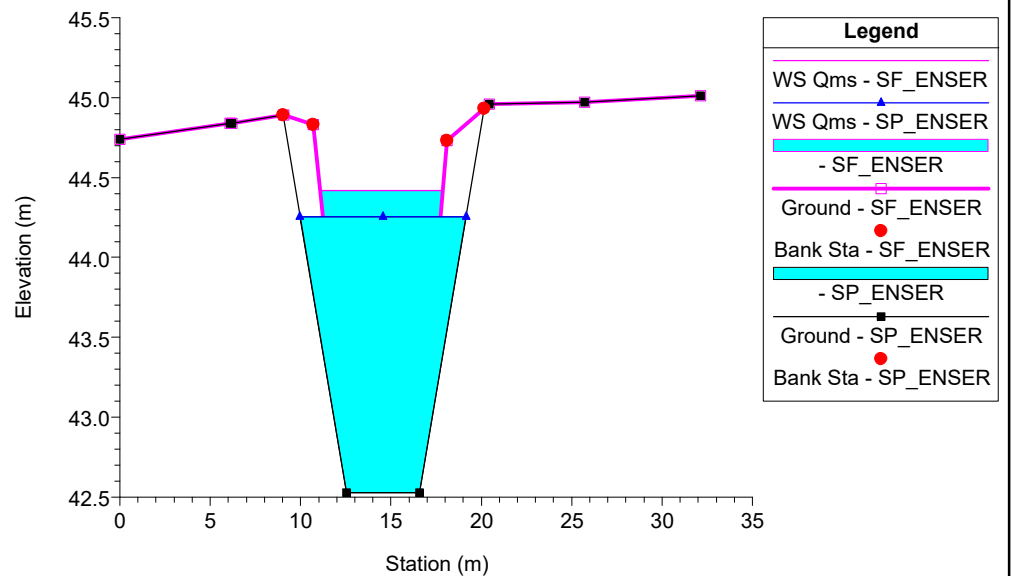
73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.15 Culv



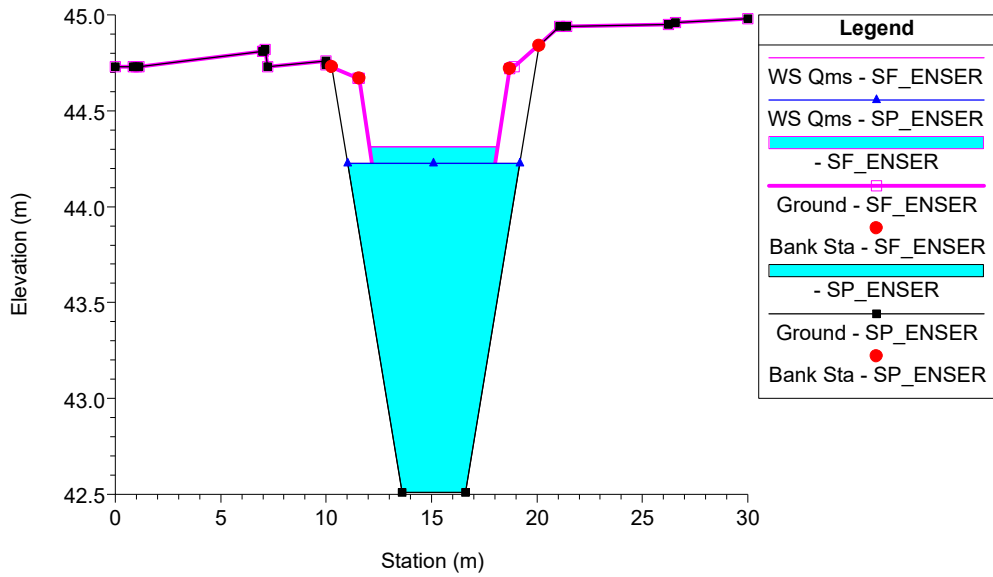
73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.15 Culv



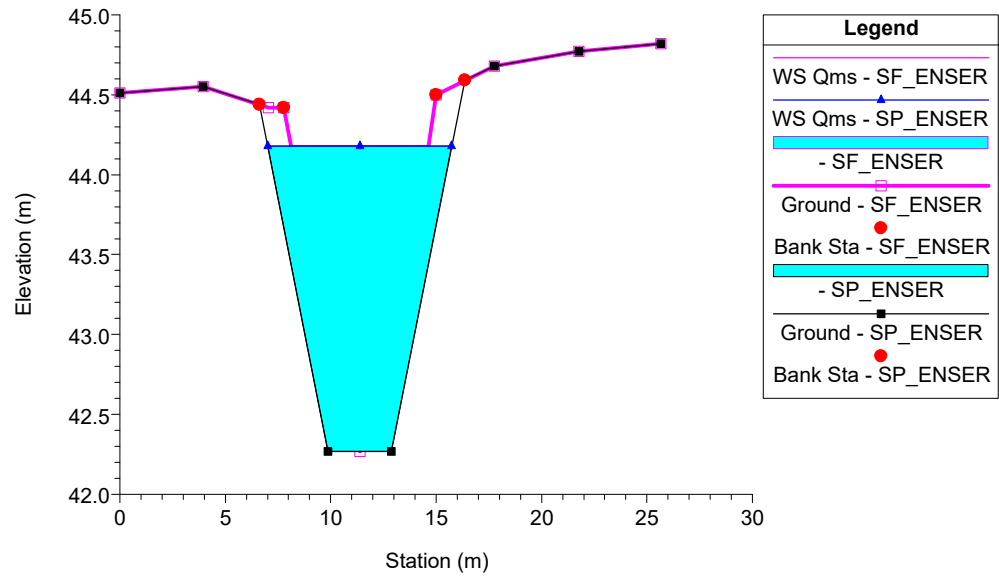
73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.1 SEZIONE 6



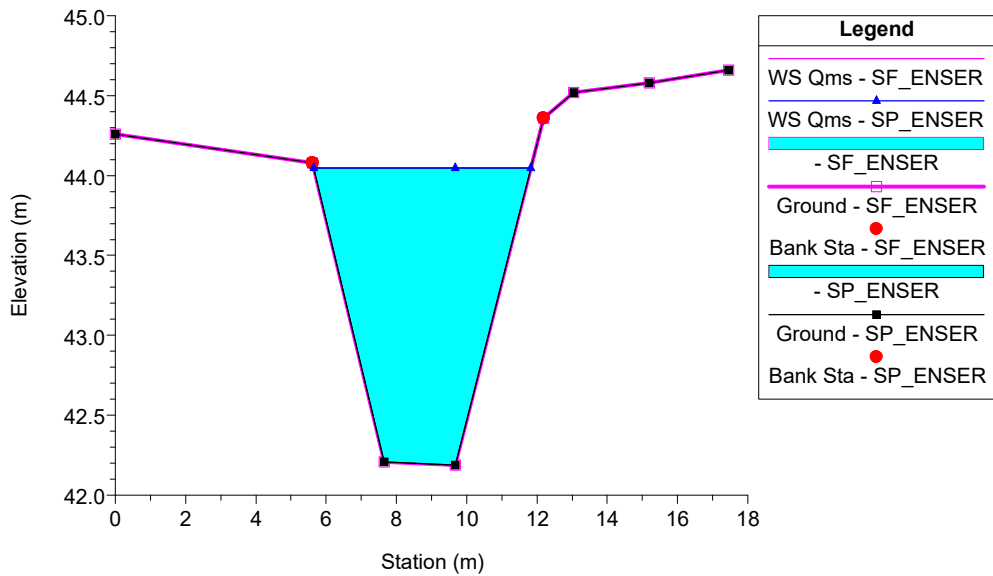
73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4.1 SEZIONE 7



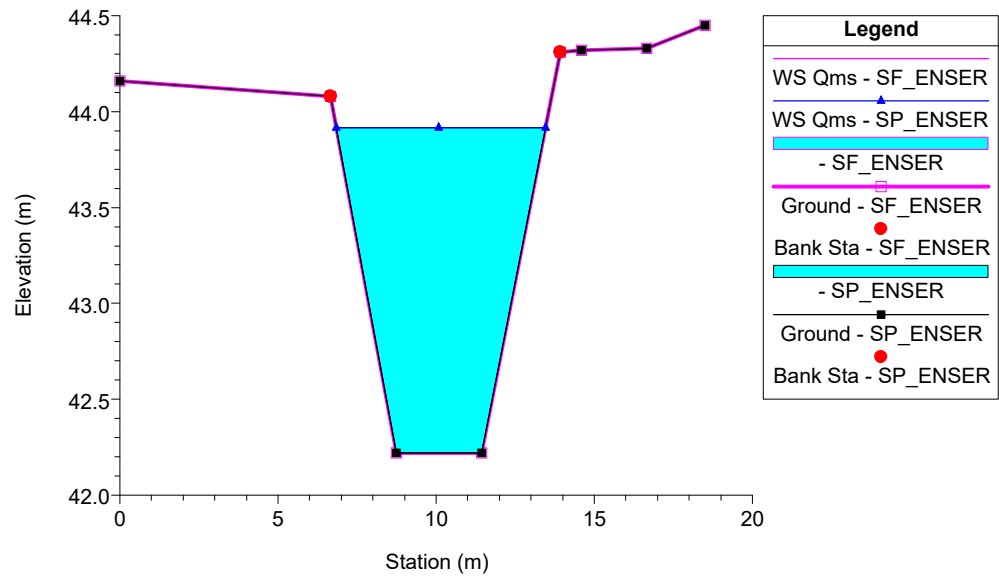
73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4 SEZIONE 8



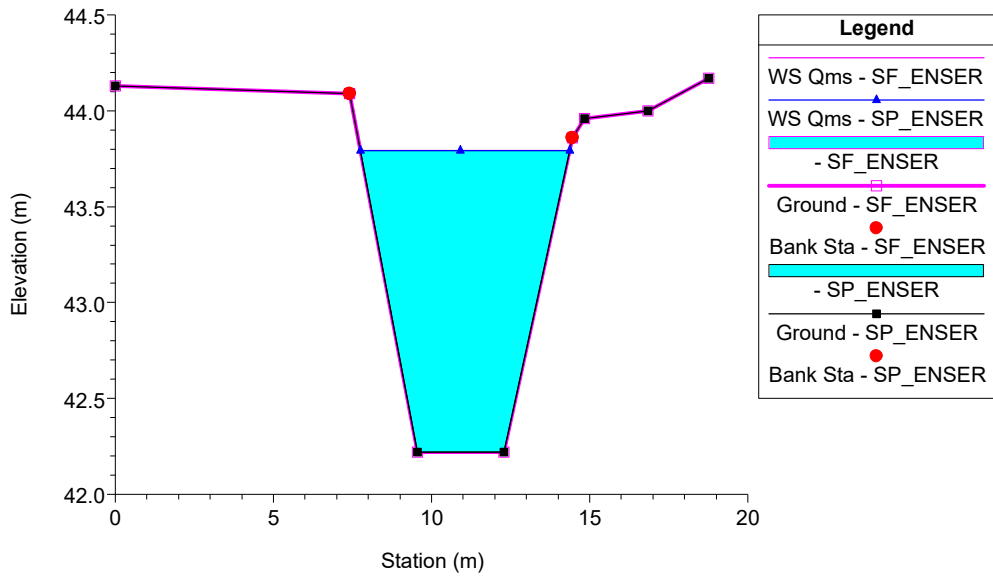
73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3 SEZIONE 9



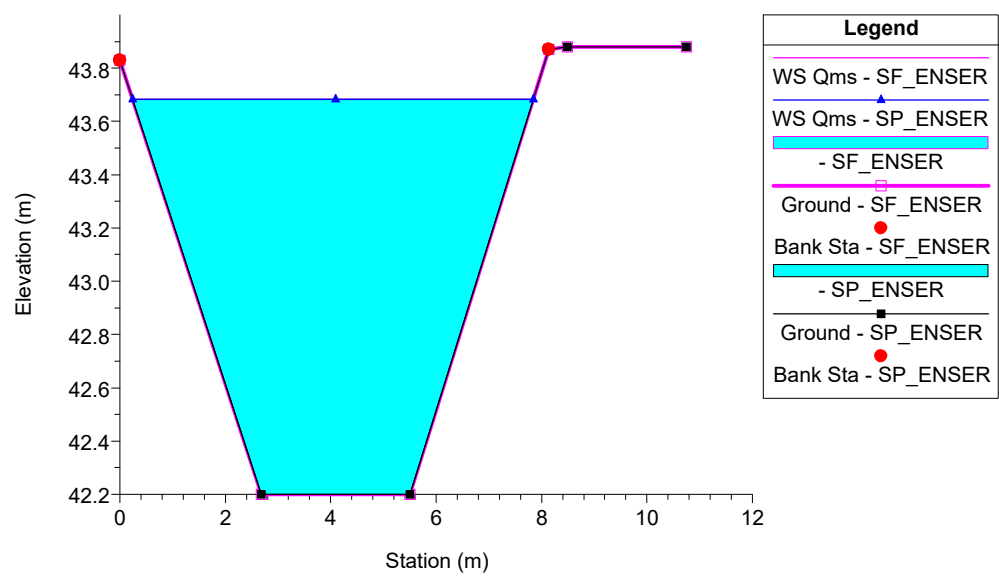
73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2 SEZIONE 10



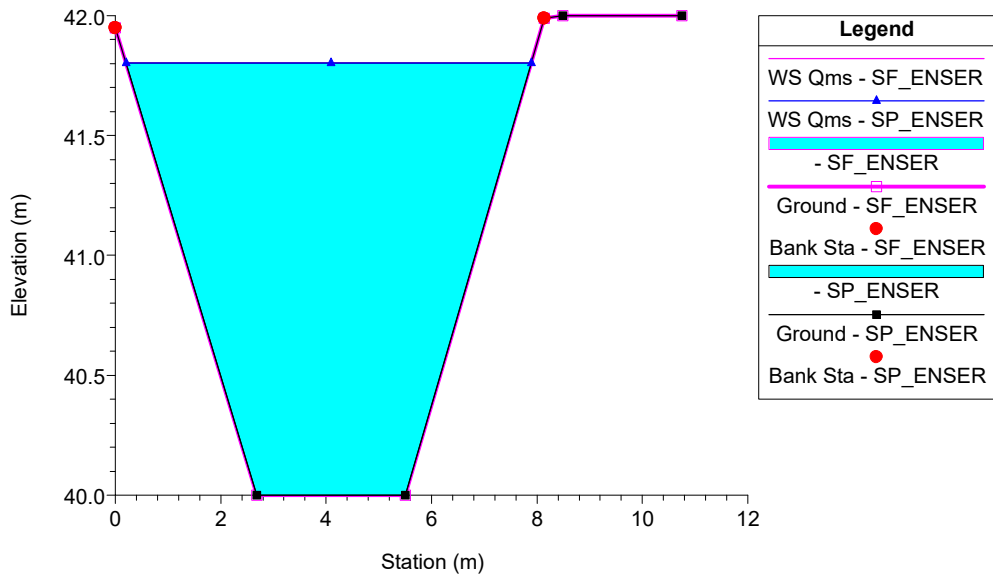
73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1



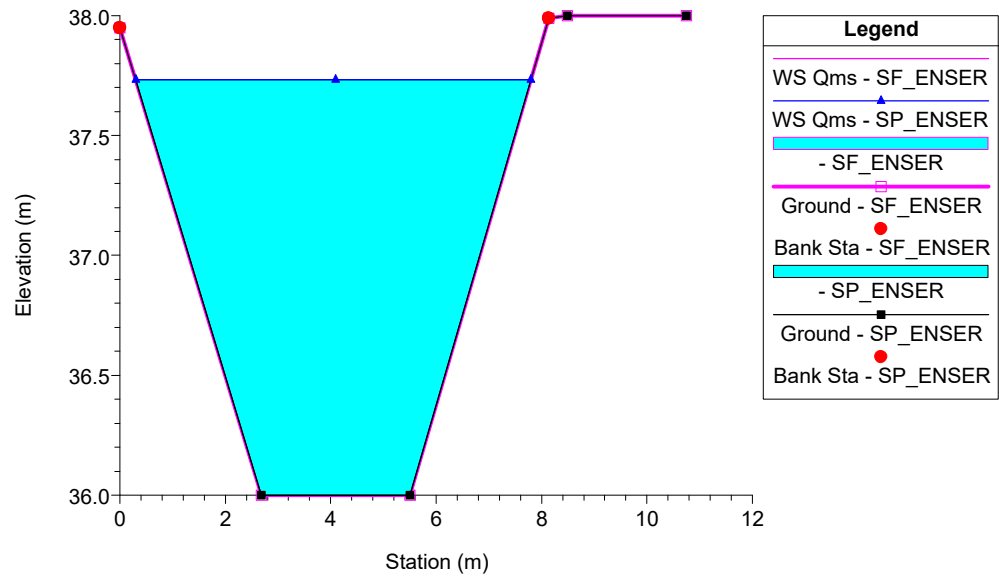
73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 0.5



73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 0.4



73.T.A\_Scolo Laghetto Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 0.3



## APPENDICE 21

### Canale di Medicina: risultati delle simulazioni

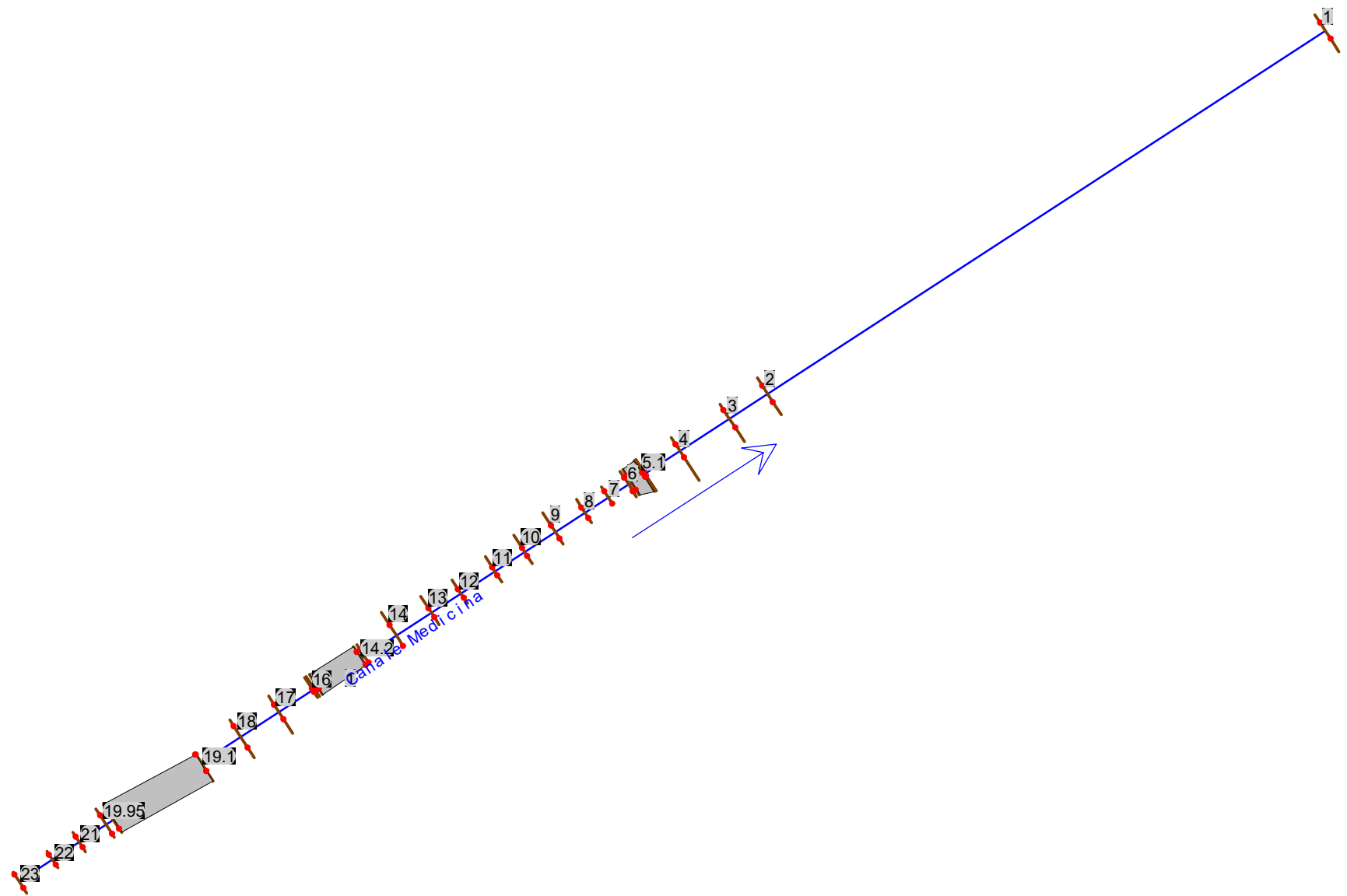
HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Canale Medicina Reach: 1 Profile: Qms

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
1	23	Qms	4.50	47.71	48.68		48.70	0.002056	0.72	6.21	8.15	0.27
1	22	Qms	4.50	47.70	48.49		48.55	0.005398	1.06	4.26	6.50	0.42
1	21	Qms	4.50	47.14	48.39		48.42	0.002134	0.79	5.70	6.45	0.27
1	19.95	Qms	4.50	47.17	48.02	48.02	48.19	0.039368	1.84	2.45	7.19	1.00
1	19.9	Qms	4.50	46.72	47.70	47.11	47.72	0.001785	0.68	6.61	8.35	0.24
1	19.5		Culvert									
1	19.1	Qms	4.50	46.61	47.64		47.65	0.001264	0.58	7.77	10.09	0.21
1	19	Qms	4.50	46.31	47.63		47.65	0.001254	0.58	7.76	10.09	0.21
1	18	Qms	4.50	46.21	47.57		47.58	0.001180	0.50	9.06	14.43	0.20
1	17	Qms	4.50	46.10	47.51		47.52	0.001049	0.49	9.26	13.78	0.19
1	16	Qms	4.50	46.08	47.40		47.44	0.002695	0.90	5.02	4.38	0.27
1	15.95	Qms	4.50	46.08	47.39		47.43	0.002743	0.90	4.99	4.38	0.27
1	15.8	Qms	4.50	46.37	47.37	46.83	47.42	0.003655	0.97	4.66	4.81	0.31
1	15.5		Culvert									
1	15.2	Qms	4.50	46.40	47.29		47.31	0.002039	0.66	6.84	10.55	0.26
1	14.2	Qms	4.50	46.19	47.24		47.28	0.005541	0.93	4.84	9.34	0.41
1	14.1	Qms	4.50	46.13	47.20		47.25	0.007311	1.02	4.42	9.16	0.47
1	14	Qms	4.50	45.59	47.04		47.07	0.002258	0.80	5.65	6.68	0.28
1	13	Qms	4.50	45.84	46.88		46.92	0.003930	0.94	4.81	6.99	0.36
1	12	Qms	4.50	45.58	46.77		46.80	0.002123	0.76	5.88	7.19	0.27
1	11	Qms	4.50	45.58	46.60		46.65	0.004420	1.02	4.41	5.96	0.38
1	10	Qms	4.50	45.54	46.30		46.38	0.009578	1.31	3.43	5.80	0.54
1	9	Qms	4.50	45.21	45.92		45.98	0.008370	1.14	3.95	7.79	0.51
1	8	Qms	4.50	44.55	45.77		45.80	0.002300	0.77	5.85	7.66	0.28
1	7	Qms	4.50	44.44	45.35	45.35	45.59	0.036630	2.14	2.10	4.61	1.01
1	6	Qms	4.50	44.15	45.44		45.44	0.000447	0.41	11.03	10.94	0.13
1	5.9	Qms	4.50	43.94	45.43	44.37	45.44	0.000402	0.41	11.10	10.16	0.12
1	5.5		Culvert									
1	5.1	Qms	4.50	43.94	45.41		45.42	0.000763	0.54	8.33	5.69	0.14
1	5	Qms	4.50	44.05	45.40		45.42	0.000965	0.59	7.68	5.69	0.16
1	4	Qms	4.50	44.50	45.23	45.03	45.30	0.009268	1.17	3.84	7.86	0.54
1	3	Qms	4.50	43.55	43.96	43.96	44.06	0.043927	1.43	3.14	15.60	1.02
1	2	Qms	4.50	42.43	43.51		43.54	0.002495	0.75	6.04	9.00	0.29
1	1	Qms	4.50	40.43	41.51	41.02	41.54	0.002503	0.75	6.03	9.00	0.29

HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Canale Medicina Reach: 1 Profile: Qms

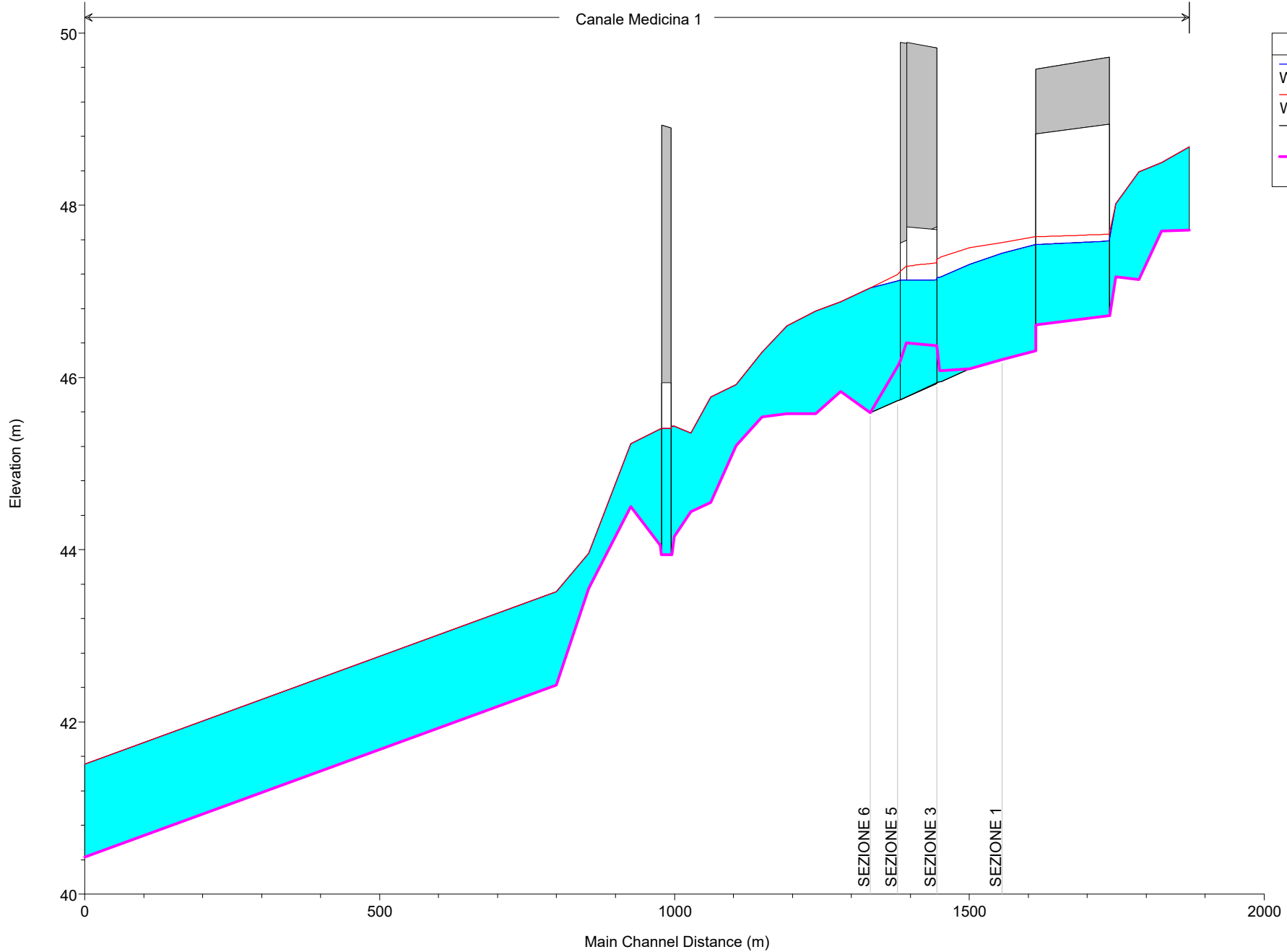
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	23	Qms	4.50	47.71	48.68		48.70	0.002055	0.72	6.21	8.15	0.27
1	22	Qms	4.50	47.70	48.49		48.55	0.005387	1.05	4.27	6.50	0.42
1	21	Qms	4.50	47.14	48.39		48.42	0.002129	0.79	5.71	6.46	0.27
1	19.95	Qms	4.50	47.17	48.02	48.02	48.19	0.039368	1.84	2.45	7.19	1.00
1	19.9	Qms	4.50	46.72	47.62	47.11	47.65	0.002294	0.75	6.01	7.94	0.27
1	19.5		Culvert									
1	19.1	Qms	4.50	46.61	47.55		47.57	0.001750	0.65	6.90	9.55	0.25
1	19	Qms	4.50	46.31	47.55		47.57	0.001738	0.65	6.88	9.55	0.25
1	18	Qms	4.50	46.21	47.44		47.46	0.001991	0.61	7.34	12.61	0.26
1	17	Qms	4.50	46.10	47.31		47.34	0.002596	0.67	6.73	12.27	0.29
1	16	Qms	4.50	45.95	47.17		47.21	0.002588	0.87	5.18	4.37	0.25
1	15.95	Qms	4.50	45.95	47.16		47.20	0.002630	0.87	5.15	4.37	0.26
1	15.8	Qms	4.50	45.94	47.16	46.41	47.19	0.002065	0.79	5.67	4.82	0.23
1	15.5		Culvert									
1	14.2	Qms	4.50	45.74	47.13		47.14	0.000778	0.46	9.68	11.85	0.16
1	14.1	Qms	4.50	45.73	47.12		47.14	0.000917	0.51	8.79	10.53	0.18
1	14	Qms	4.50	45.59	47.04		47.07	0.002258	0.80	5.65	6.68	0.28
1	13	Qms	4.50	45.84	46.88		46.92	0.003930	0.94	4.81	6.99	0.36
1	12	Qms	4.50	45.58	46.77		46.80	0.002123	0.76	5.88	7.19	0.27
1	11	Qms	4.50	45.58	46.60		46.65	0.004420	1.02	4.41	5.96	0.38
1	10	Qms	4.50	45.54	46.30		46.38	0.009578	1.31	3.43	5.80	0.54
1	9	Qms	4.50	45.21	45.92		45.98	0.008370	1.14	3.95	7.79	0.51
1	8	Qms	4.50	44.55	45.77		45.80	0.002300	0.77	5.85	7.66	0.28
1	7	Qms	4.50	44.44	45.35	45.35	45.59	0.036630	2.14	2.10	4.61	1.01
1	6	Qms	4.50	44.15	45.44		45.44	0.000447	0.41	11.03	10.94	0.13
1	5.9	Qms	4.50	43.94	45.43	44.37	45.44	0.000402	0.41	11.10	10.16	0.12
1	5.5		Culvert									
1	5.1	Qms	4.50	43.94	45.41		45.42	0.000763	0.54	8.33	5.69	0.14
1	5	Qms	4.50	44.05	45.40		45.42	0.000965	0.59	7.68	5.69	0.16
1	4	Qms	4.50	44.50	45.23	45.03	45.30	0.009268	1.17	3.84	7.86	0.54
1	3	Qms	4.50	43.55	43.96	43.96	44.06	0.043927	1.43	3.14	15.60	1.02
1	2	Qms	4.50	42.43	43.51		43.54	0.002495	0.75	6.04	9.00	0.29
1	1	Qms	4.50	40.43	41.51	41.02	41.54	0.002503	0.75	6.03	9.00	0.29





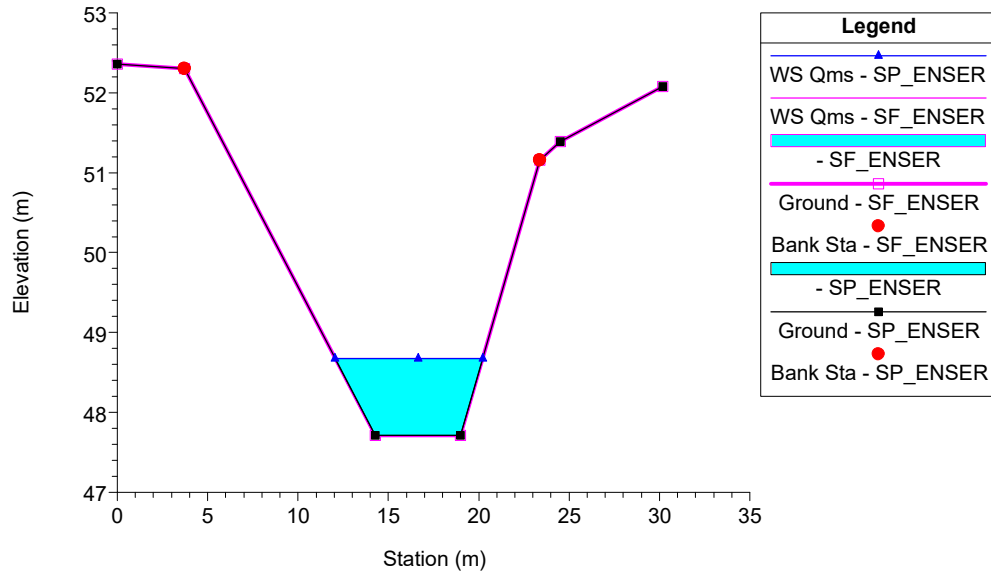
Some schematic data outside default extents (see View/Set Schematic Plot Extents...)

Canale Medicina 1

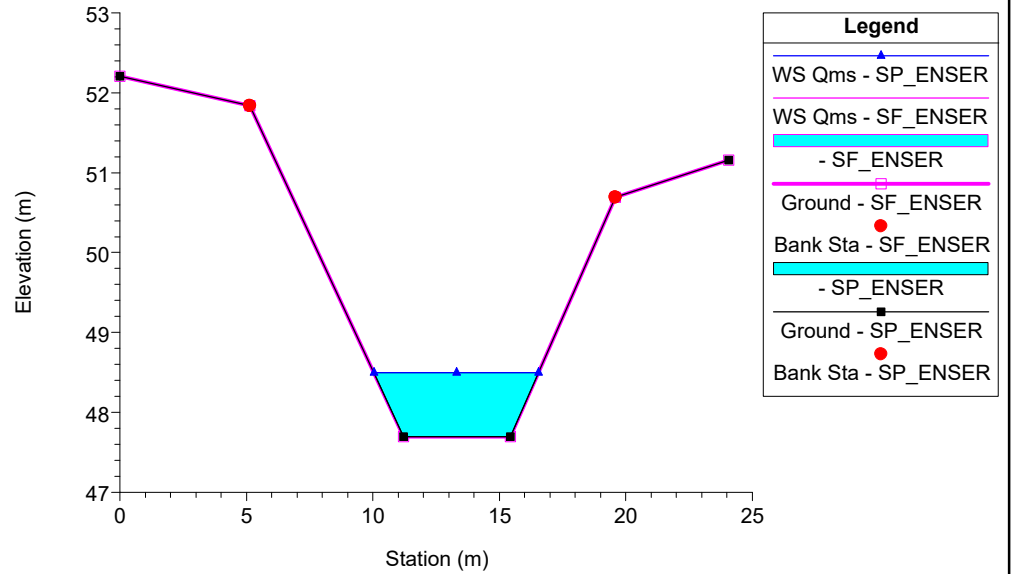


Legend	
	WS Qms - SP_ENSER
	WS Qms - SF_ENSER
	Ground
	Ground

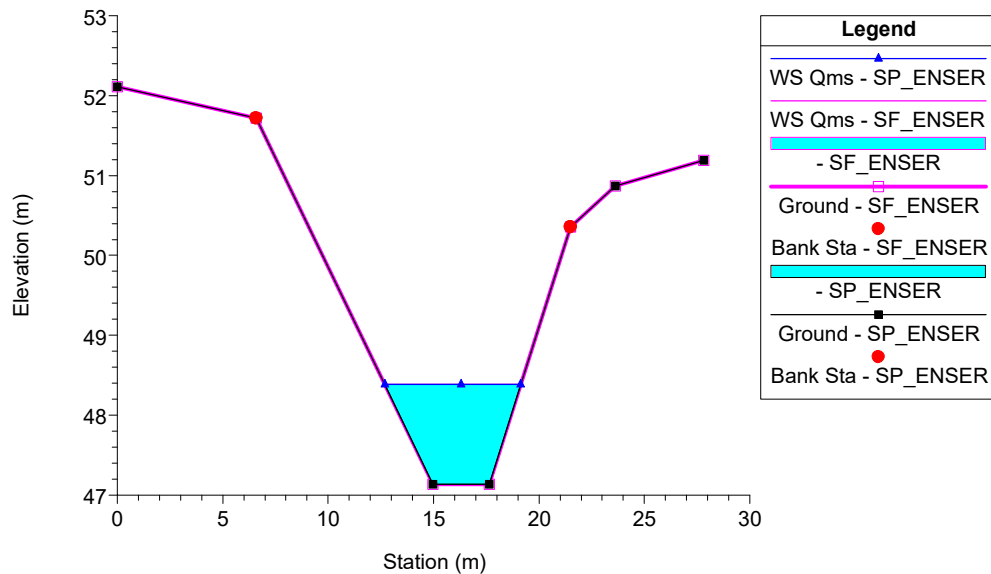
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 23



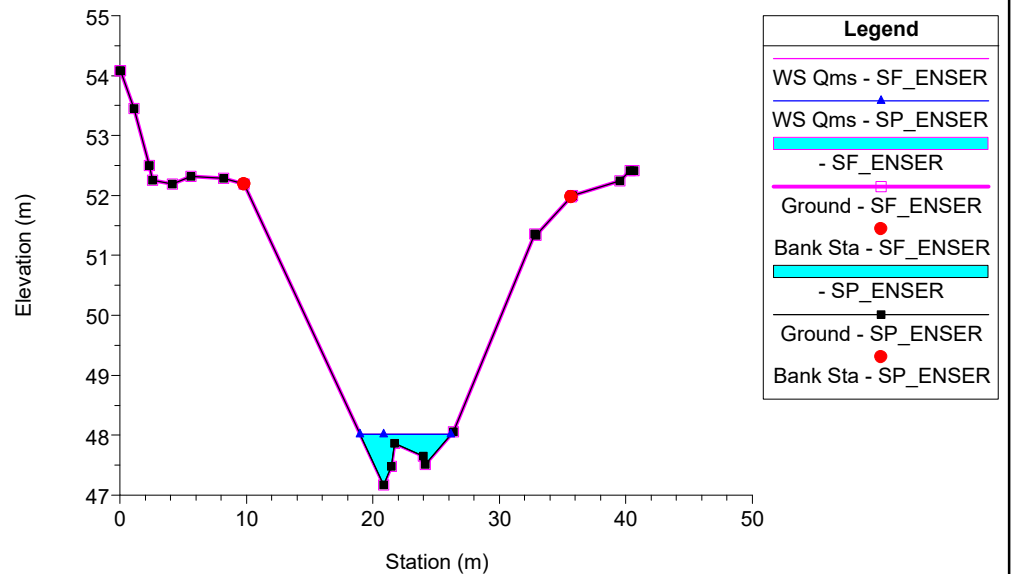
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 22



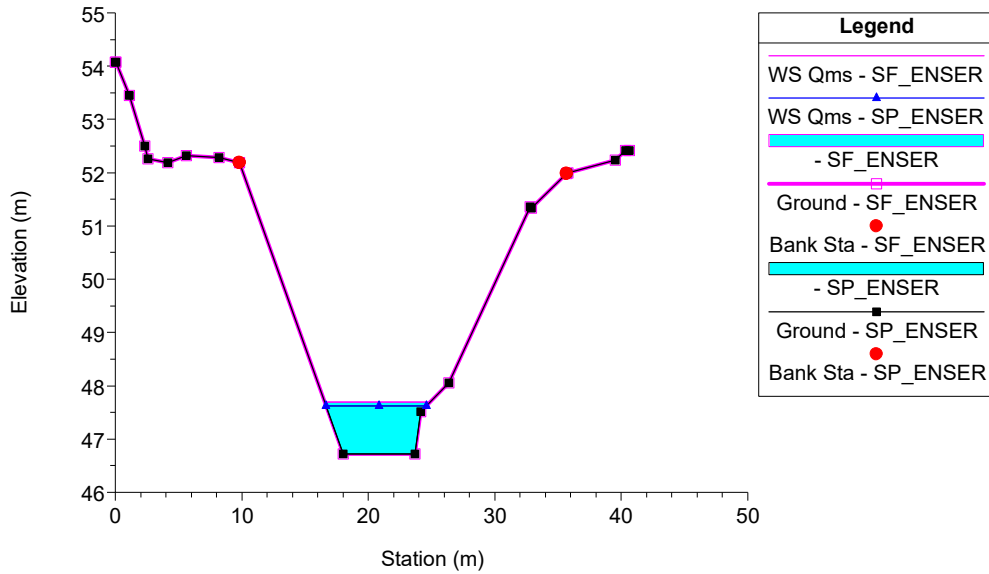
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 21



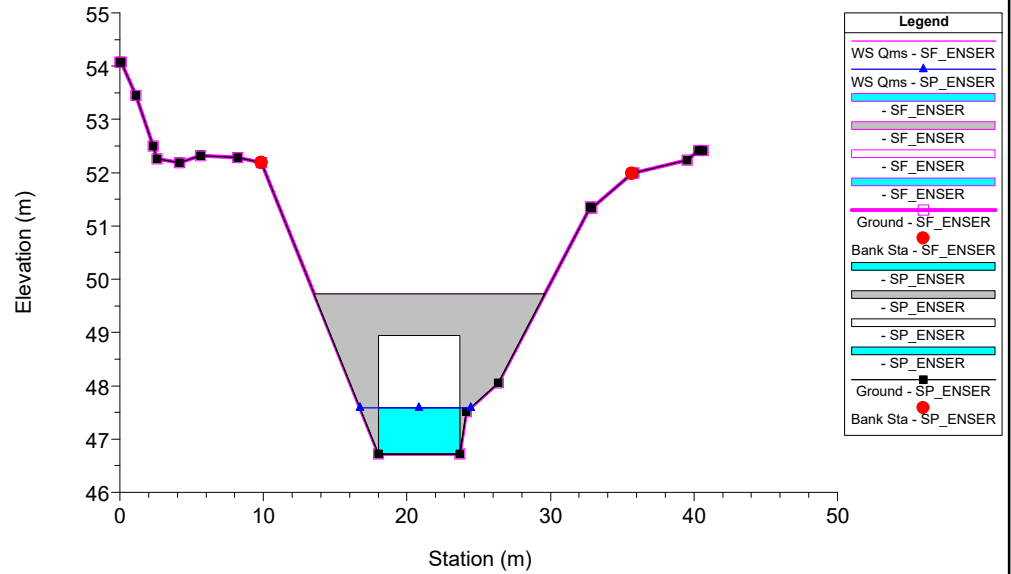
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 19.95



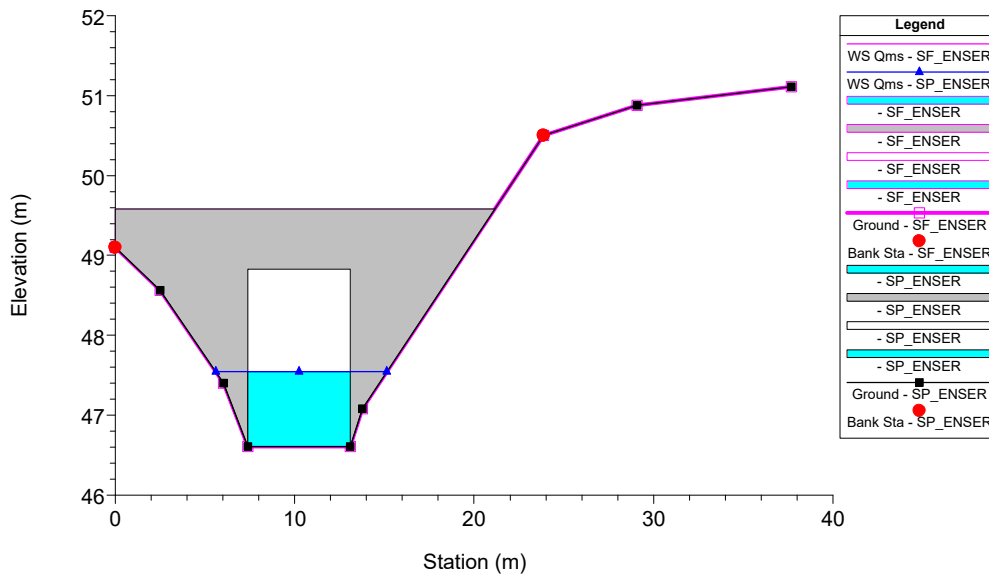
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 19.9



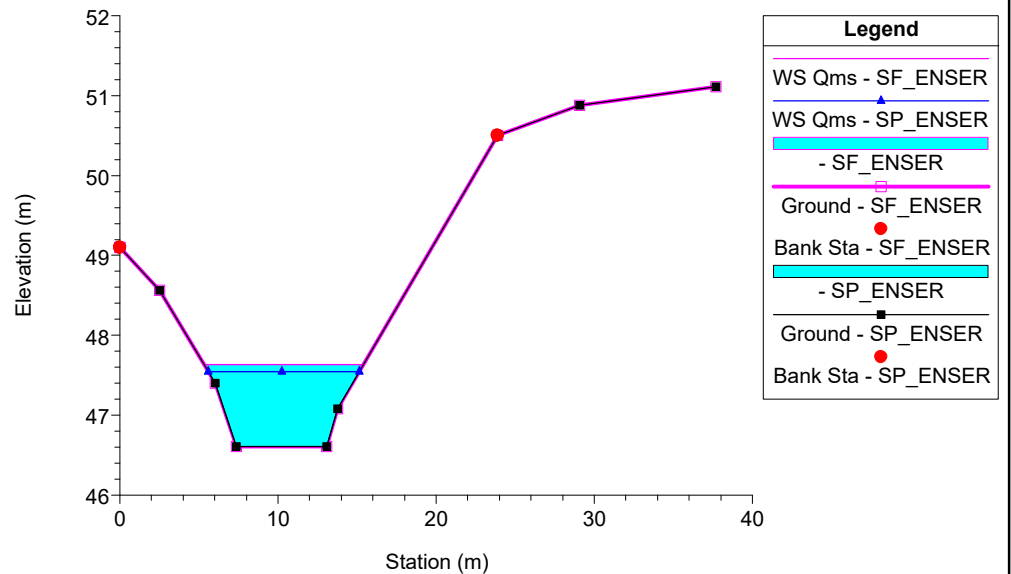
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 19.5 Culv



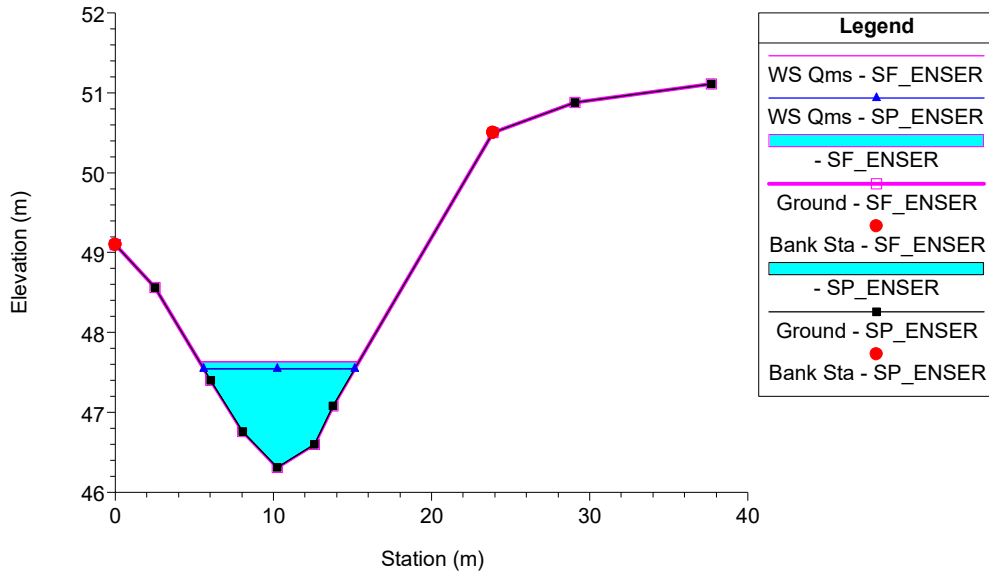
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 19.5 Culv



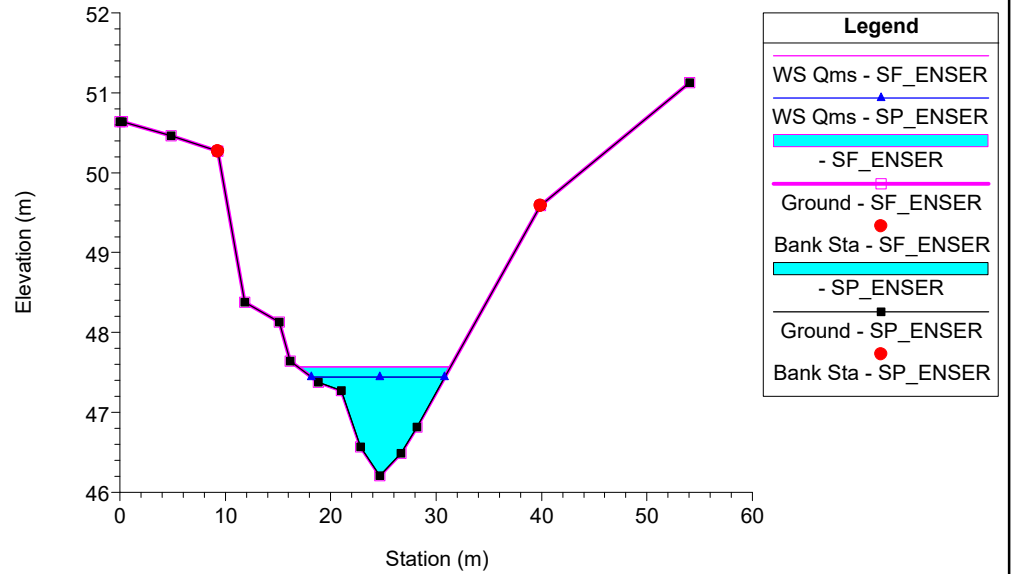
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 19.1



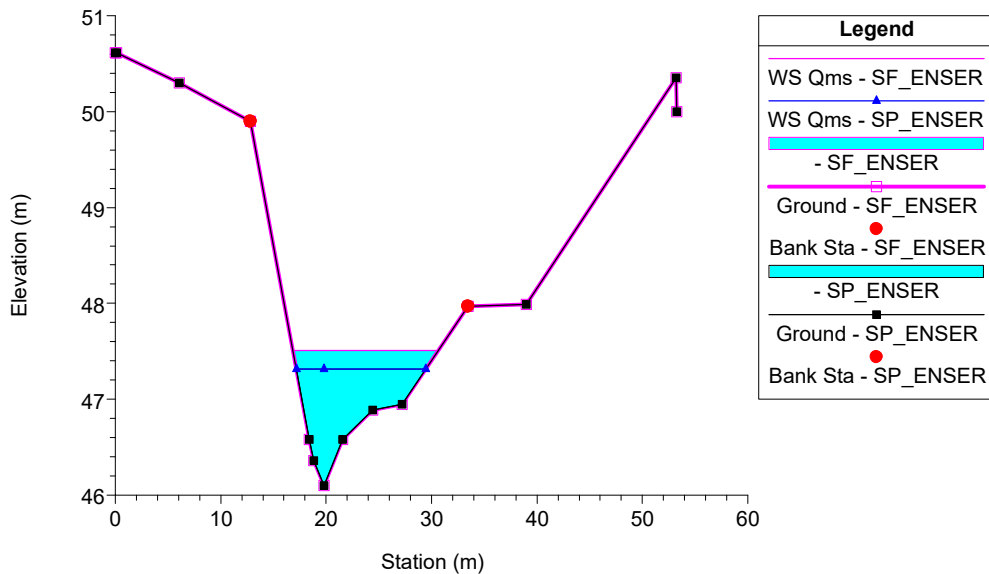
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 19



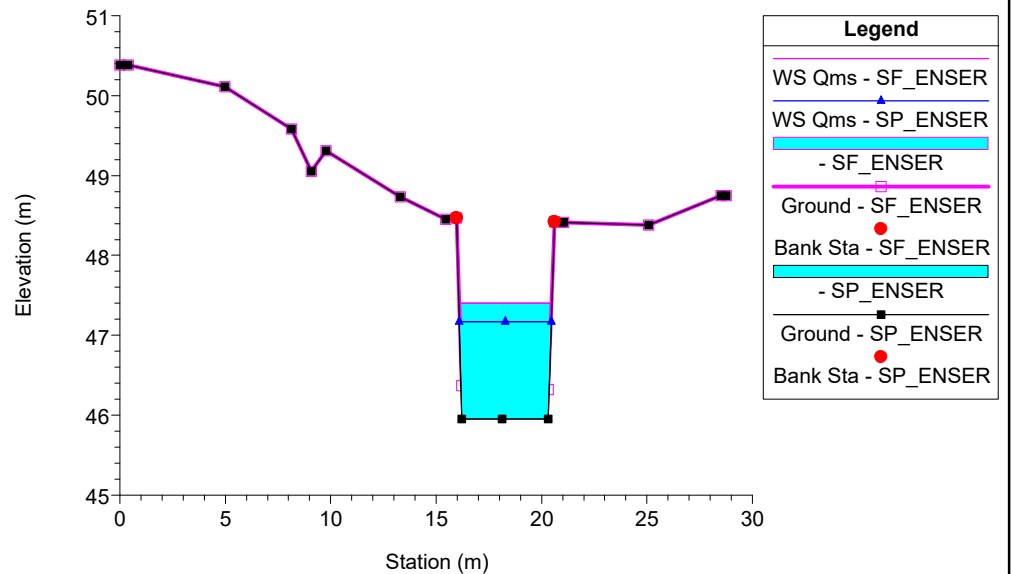
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 18 SEZIONE 1



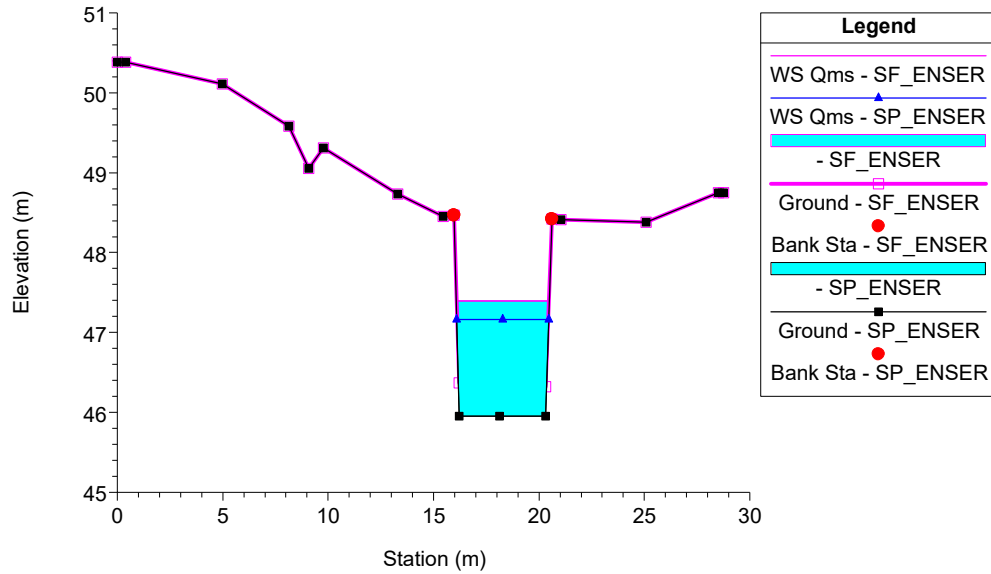
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 17



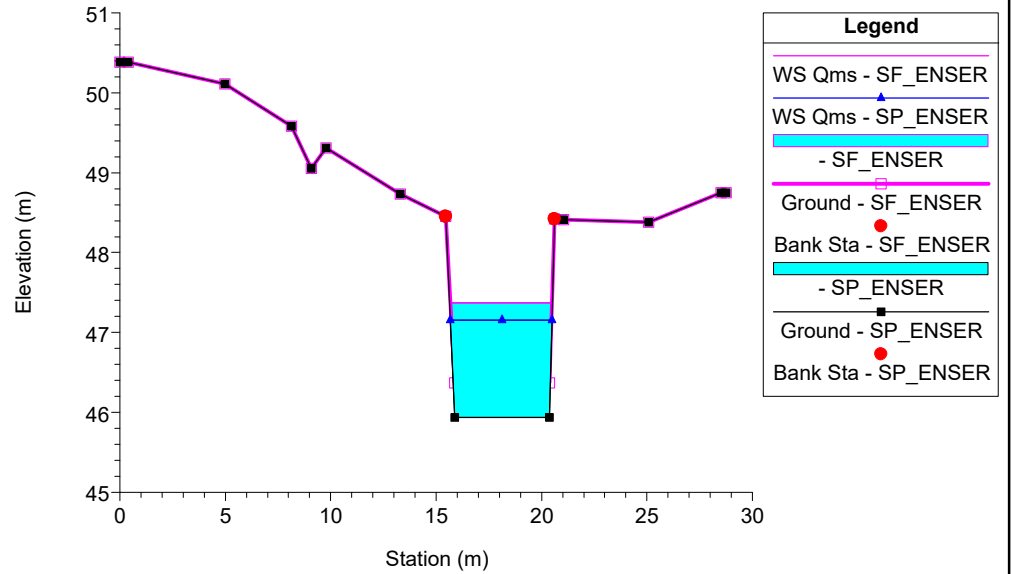
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 16



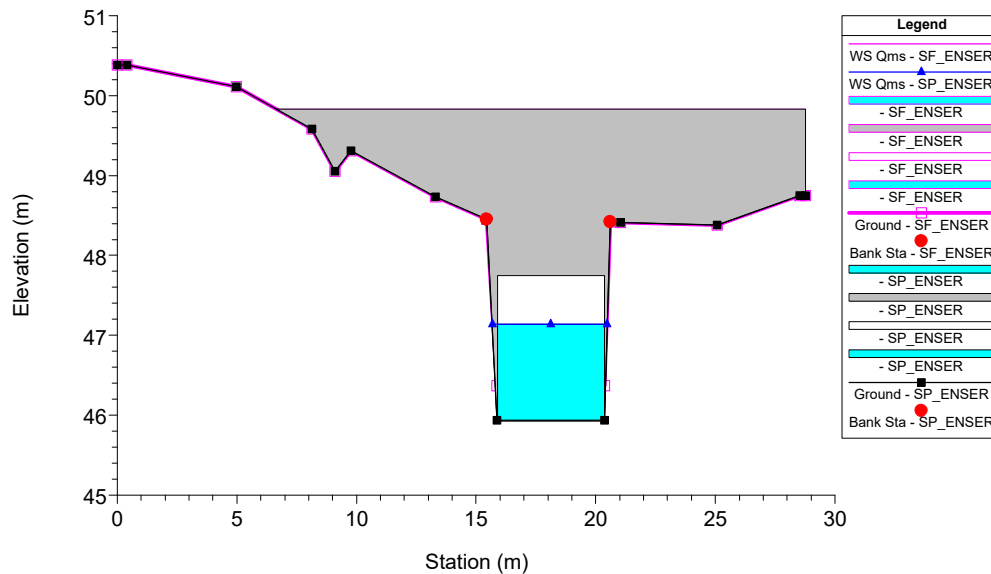
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 15.95 SEZIONE 2



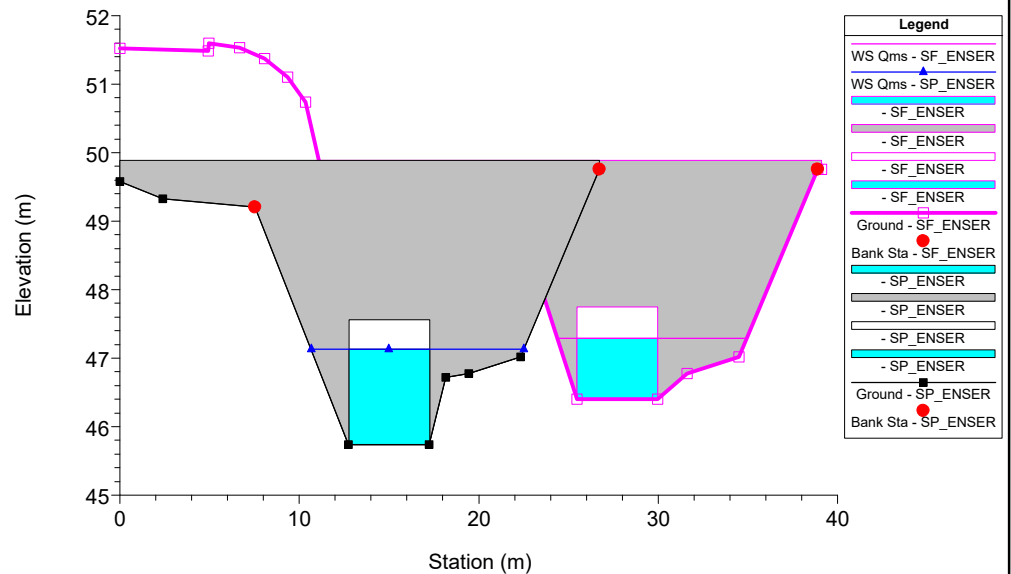
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 15.8 SEZIONE 3



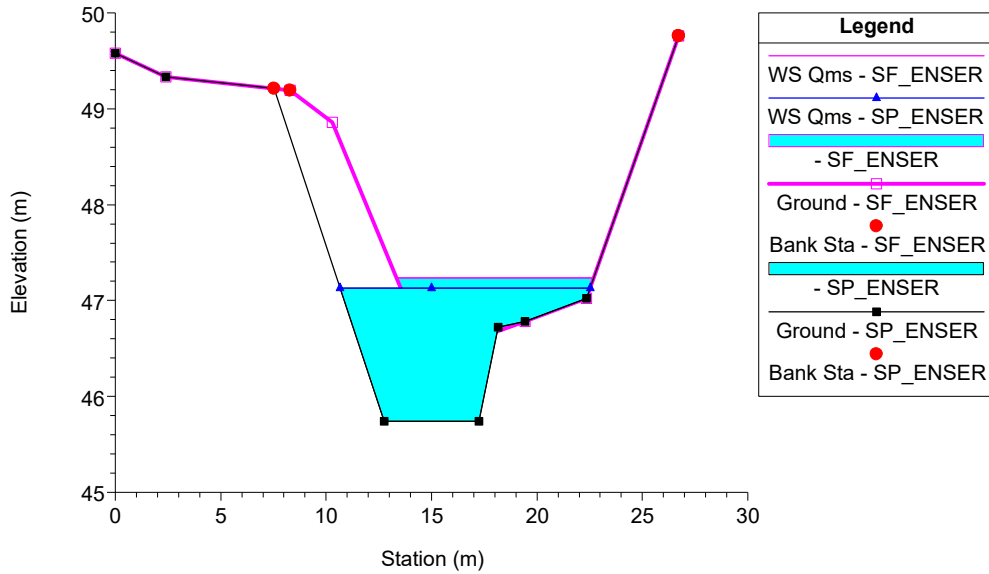
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 15.5 Culv



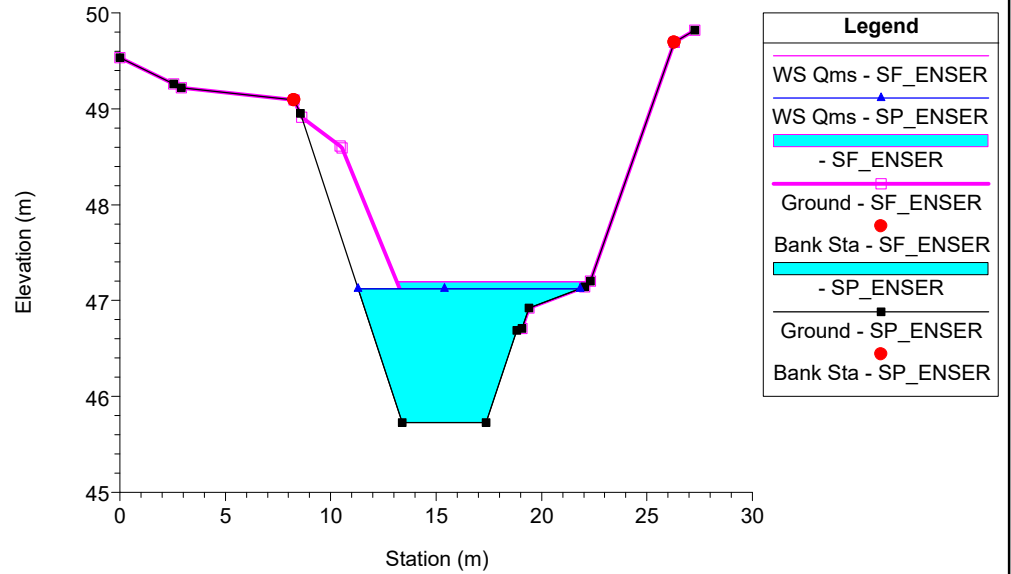
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 15.5 Culv



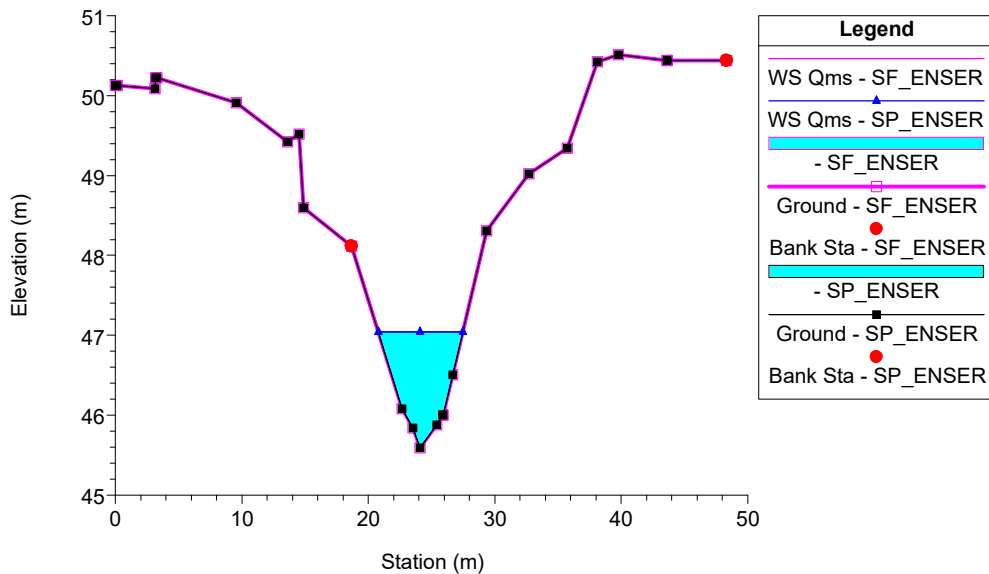
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 14.2 SEZIONE 4



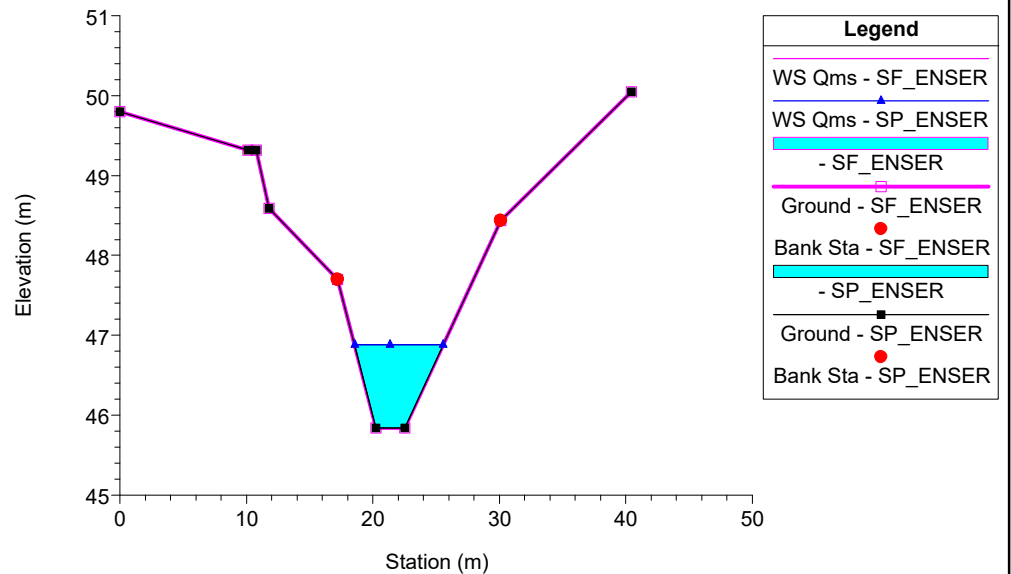
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 14.1 SEZIONE 5



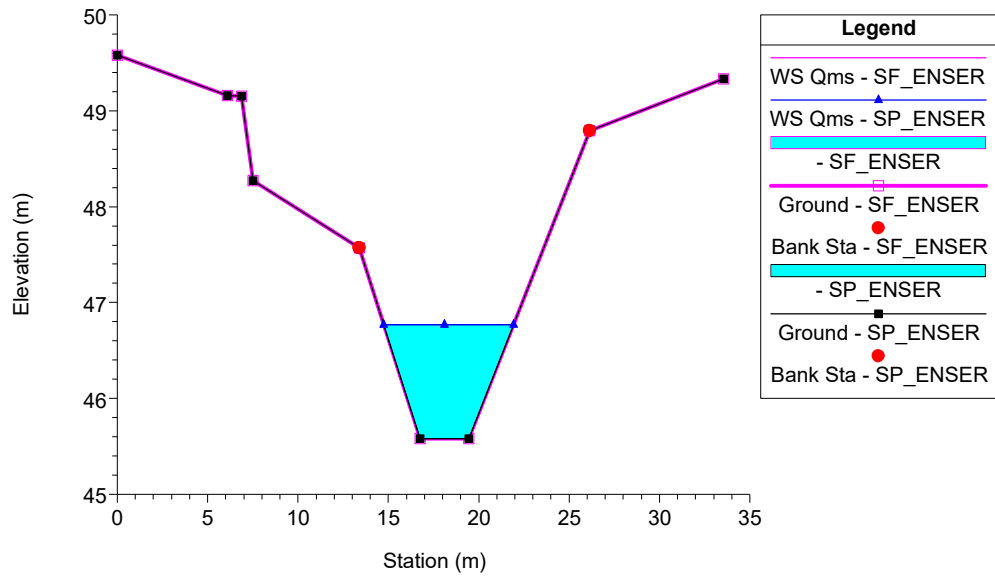
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 14 SEZIONE 6



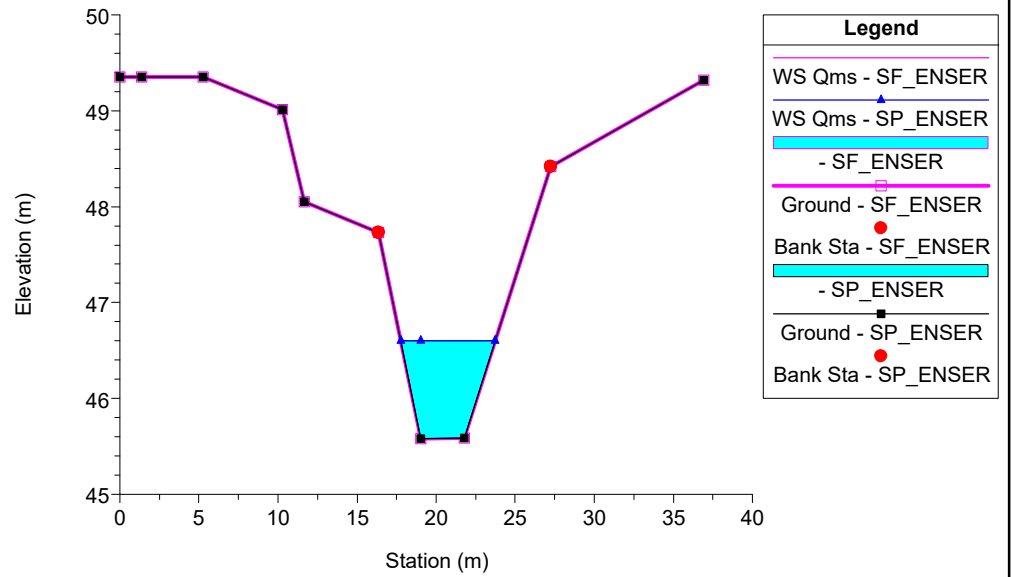
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 13



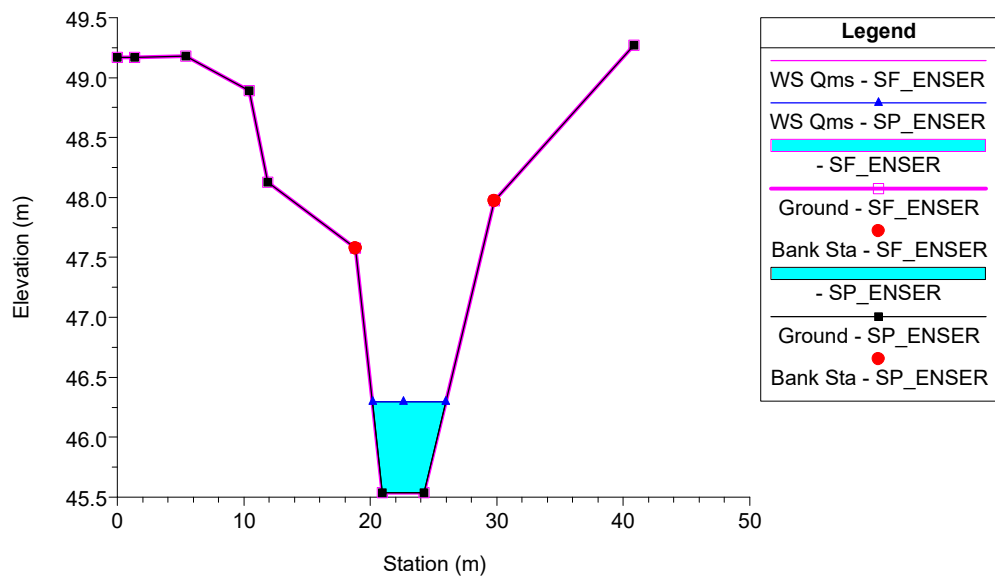
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 12



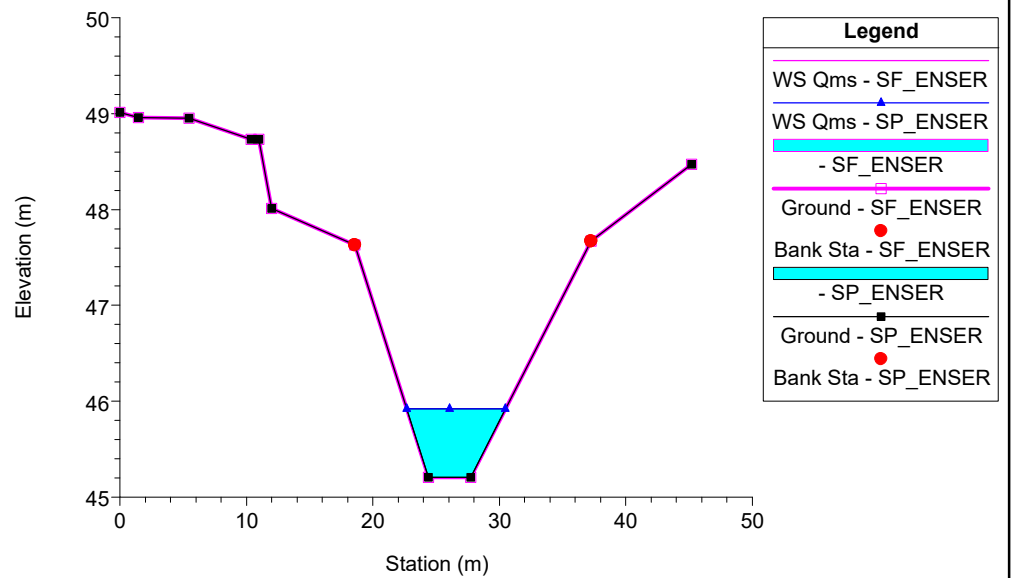
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 11



81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 10

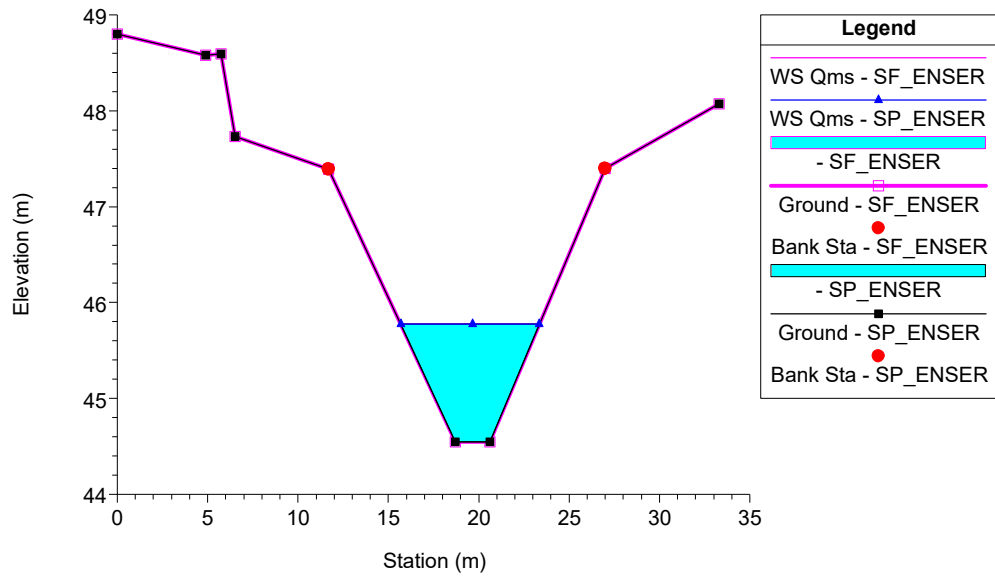


81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9

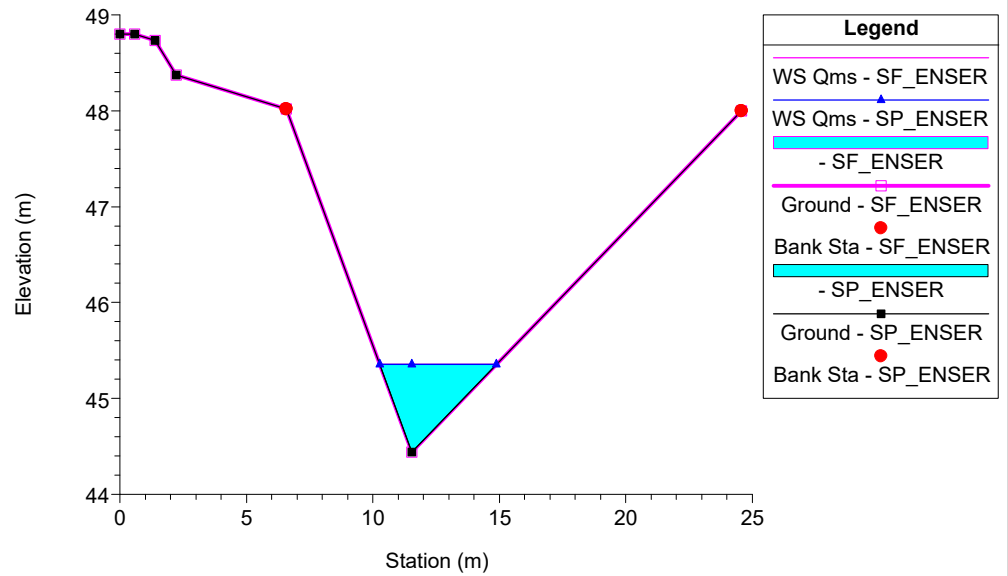




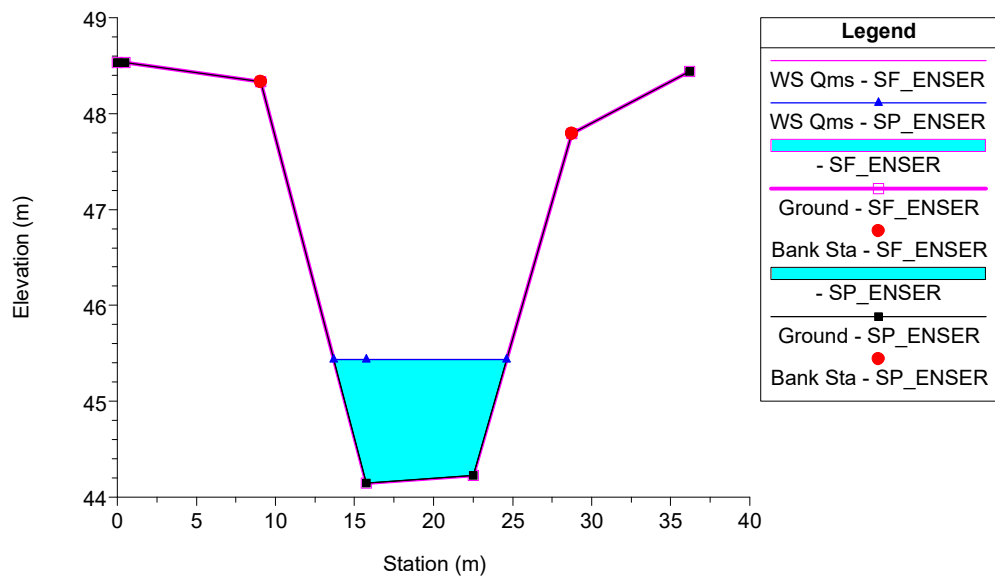
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8



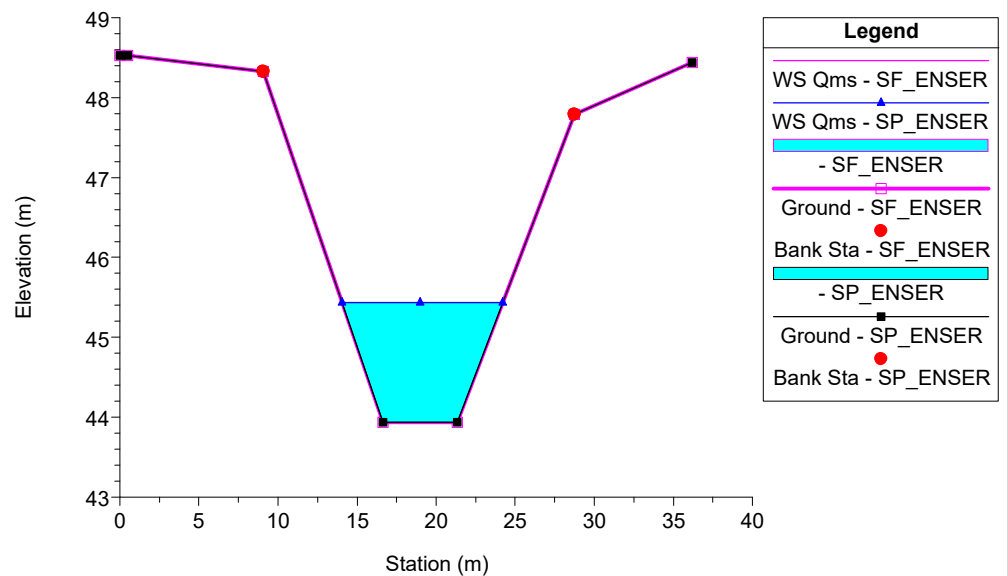
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7



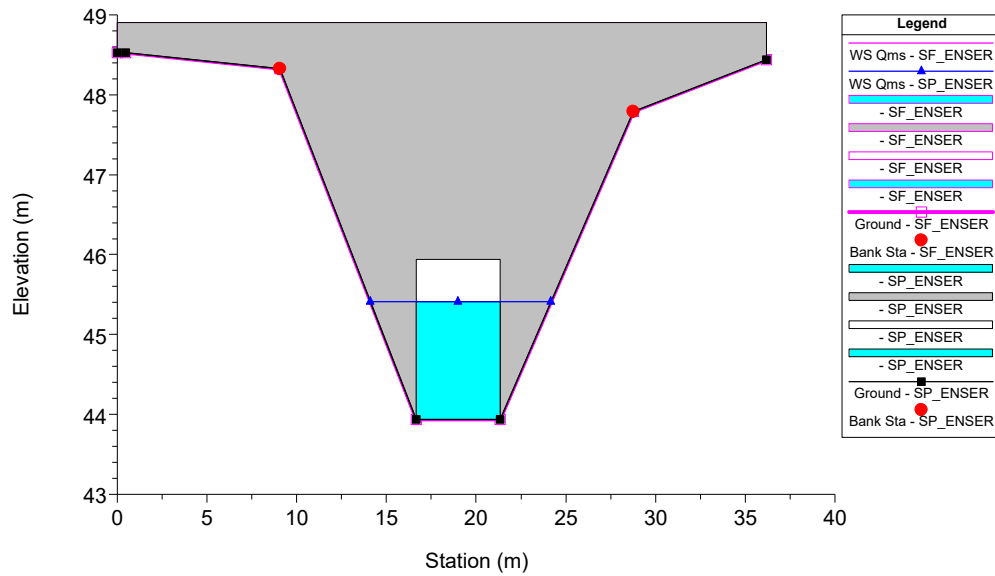
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6



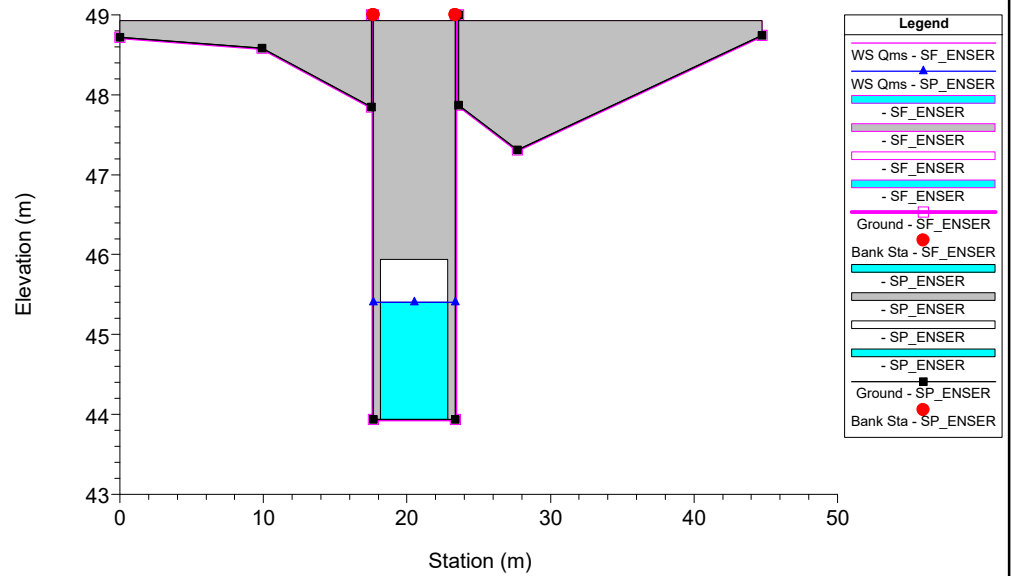
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.9



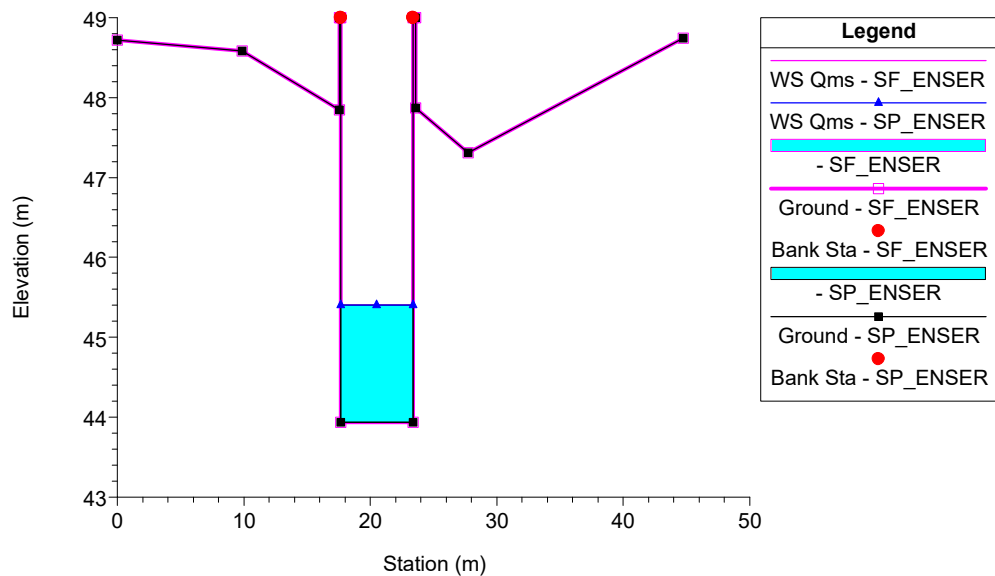
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.5 Culv



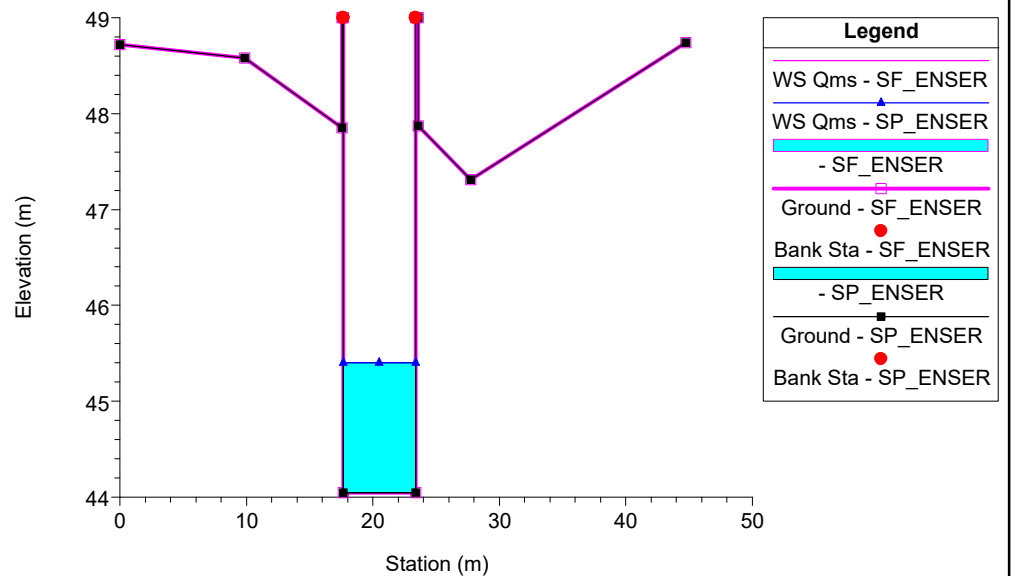
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.5 Culv



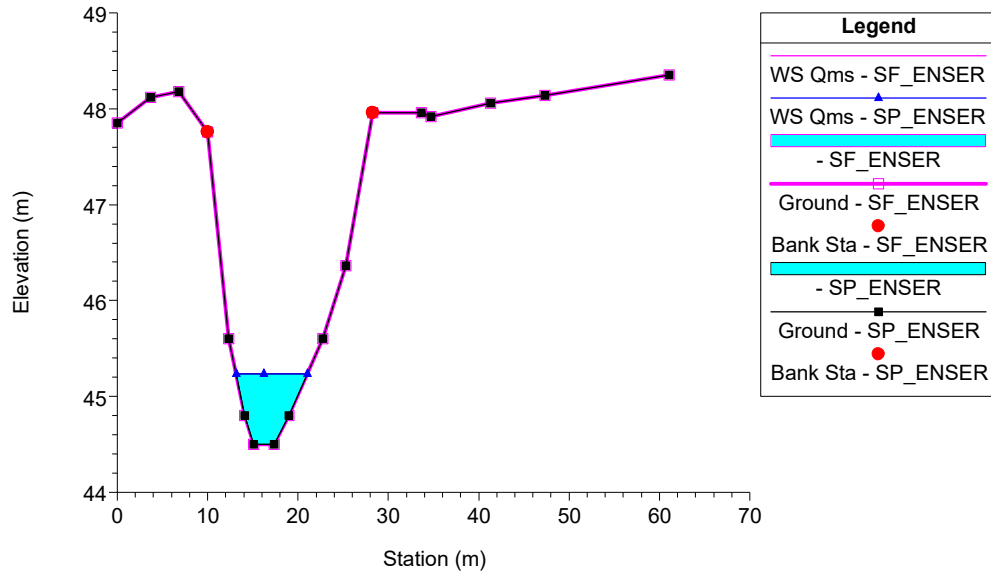
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.1



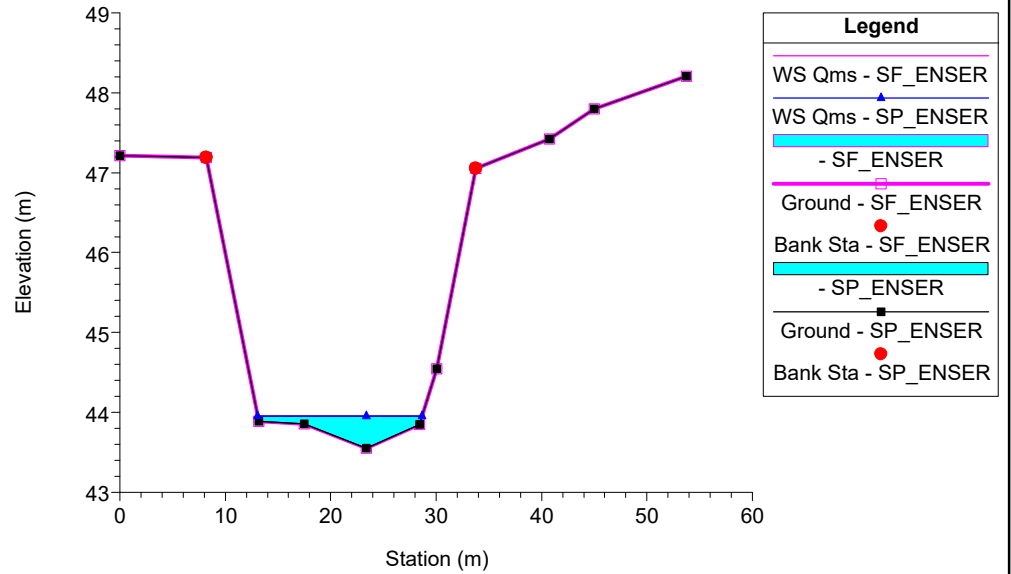
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5



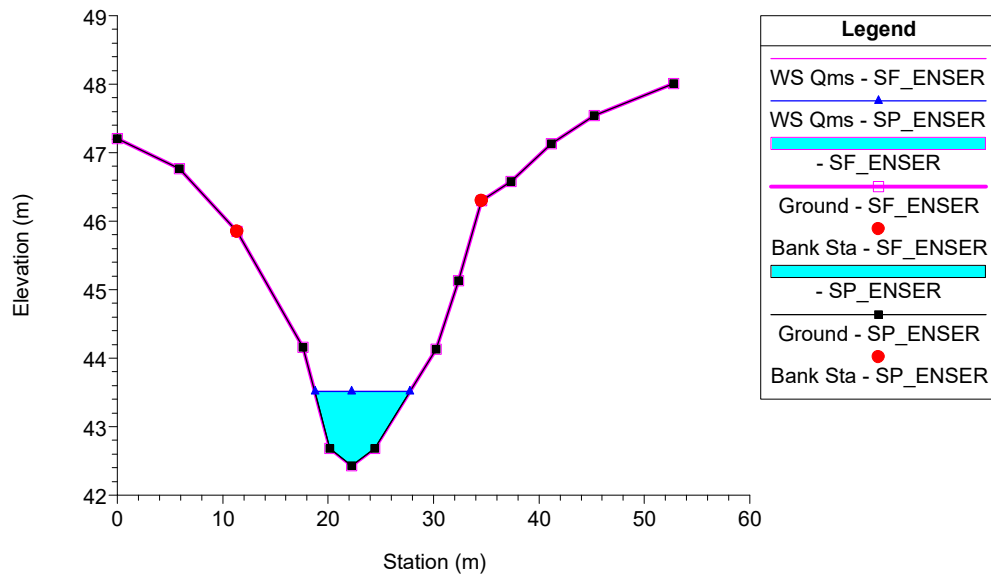
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4



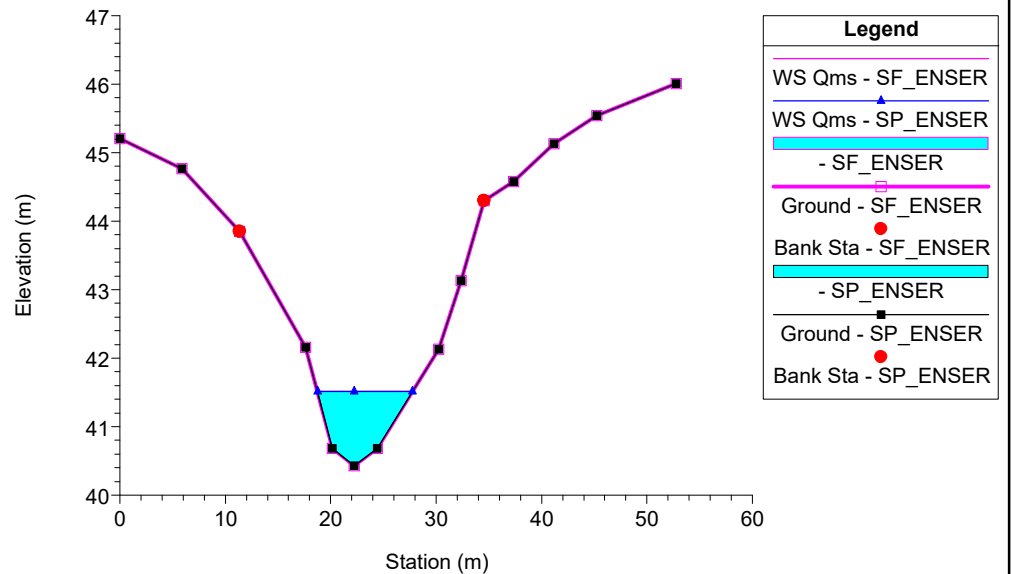
81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3



81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2



81.T.A\_Canale Medicina Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1



## APPENDICE 22

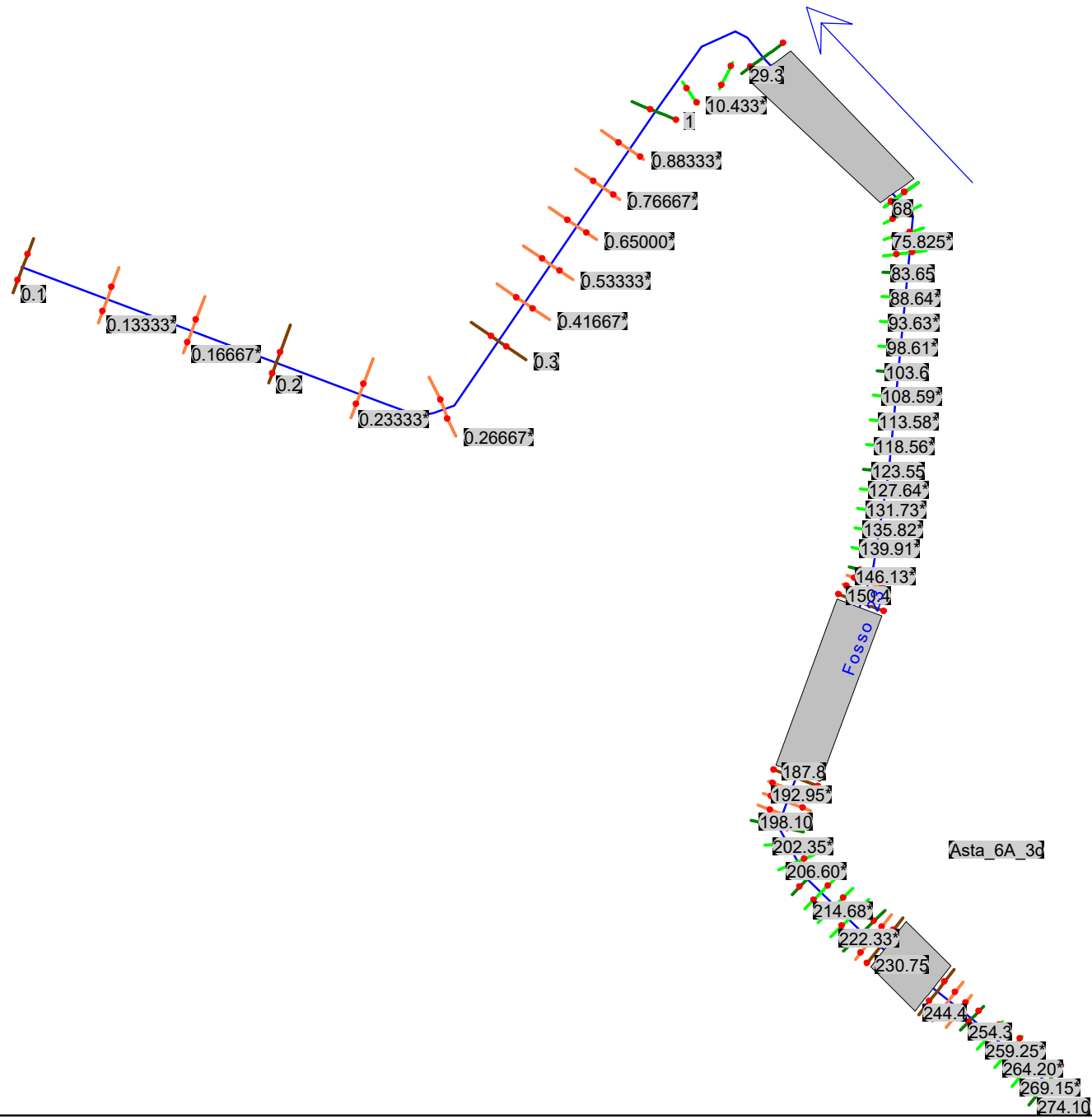
### Fosso 23: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SDF\_ENSER River: Fosso 23 Reach: Asta\_6A\_3d Profile: QMS

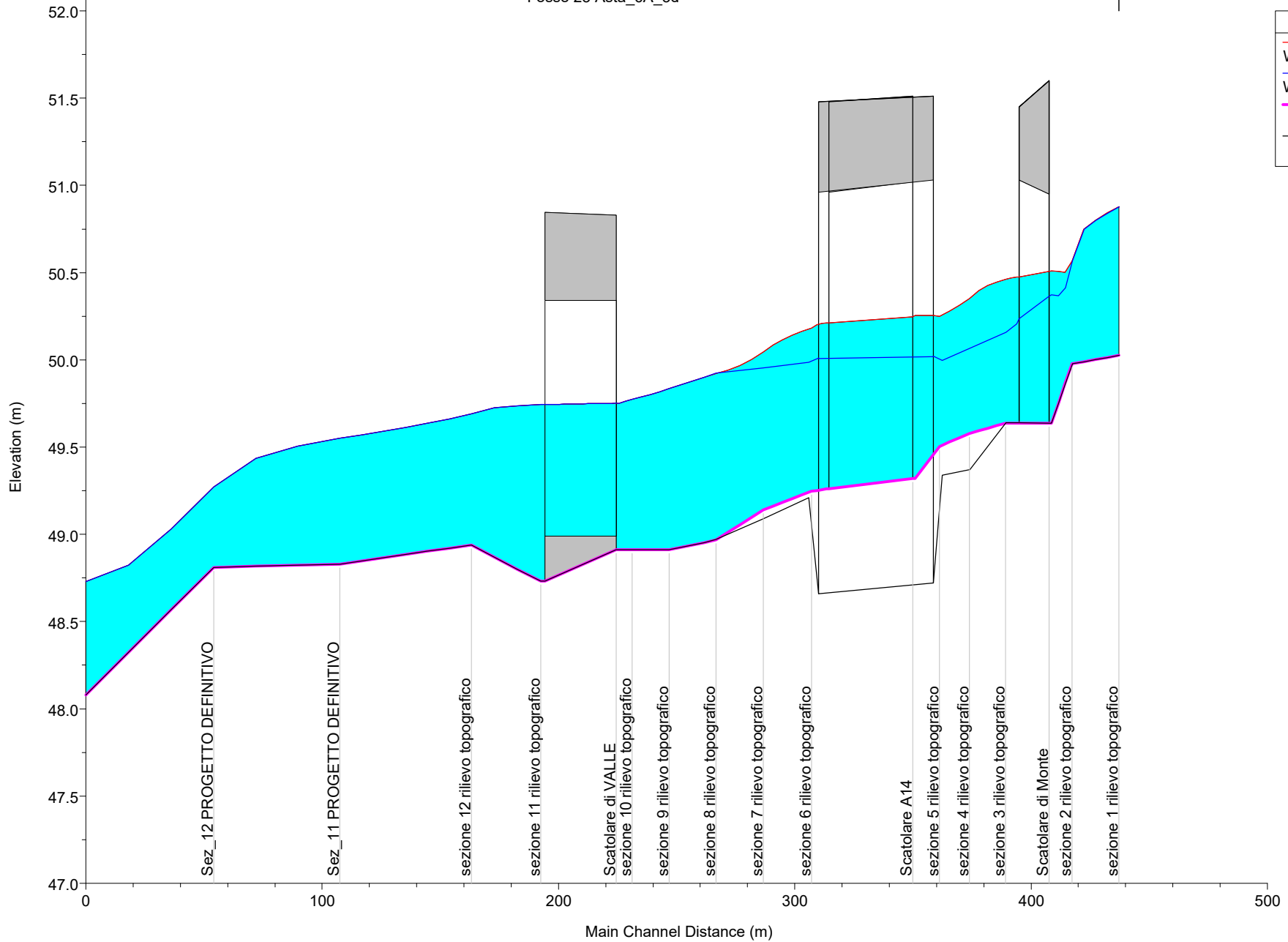
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Asta_6A_3d	274.10	QMS	0.80	50.02	50.88		50.90	0.006324	0.71	1.13	3.68	0.41
Asta_6A_3d	254.3	QMS	0.80	49.98	50.57	50.57	50.69	0.041817	1.57	0.51	2.12	1.02
Asta_6A_3d	245.4	QMS	0.80	49.64	50.51	50.12	50.52	0.001985	0.54	1.48	3.18	0.25
Asta_6A_3d	244.4		Bridge									
Asta_6A_3d	230.75	QMS	0.80	49.64	50.47		50.49	0.002449	0.58	1.37	3.06	0.28
Asta_6A_3d	226.15	QMS	0.80	49.64	50.46		50.48	0.002654	0.60	1.33	3.02	0.29
Asta_6A_3d	210.85	QMS	0.80	49.58	50.35		50.40	0.009612	1.00	0.80	1.96	0.50
Asta_6A_3d	198.10	QMS	0.80	49.50	50.25		50.29	0.007196	0.92	0.87	1.99	0.44
Asta_6A_3d	187.8	QMS	0.80	49.32	50.26	49.56	50.26	0.000220	0.23	3.48	5.20	0.09
Asta_6A_3d	186.8		Bridge									
Asta_6A_3d	150.4	QMS	0.80	49.26	50.21		50.22	0.000399	0.30	2.70	4.02	0.12
Asta_6A_3d	144	QMS	0.80	49.25	50.18		50.21	0.004102	0.70	1.14	2.55	0.34
Asta_6A_3d	123.55	QMS	0.80	49.14	50.04		50.08	0.009628	0.88	0.90	2.74	0.49
Asta_6A_3d	103.6	QMS	0.80	48.97	49.92		49.94	0.003988	0.64	1.30	6.93	0.33
Asta_6A_3d	83.65	QMS	0.80	48.91	49.83		49.86	0.004614	0.67	1.30	5.82	0.35
Asta_6A_3d	68	QMS	0.80	48.91	49.77		49.79	0.003393	0.62	1.29	3.83	0.31
Asta_6A_3d	62.4	QMS	0.80	48.91	49.75	49.40	49.77	0.004074	0.66	1.21	3.20	0.34
Asta_6A_3d	61.4		Culvert									
Asta_6A_3d	29.3	QMS	0.80	48.73	49.74		49.75	0.000356	0.28	2.89	4.37	0.11
Asta_6A_3d	1	QMS	0.80	48.94	49.69		49.71	0.003226	0.65	1.23	2.86	0.32
Asta_6A_3d	0.3	QMS	0.80	48.83	49.55		49.57	0.002081	0.57	1.40	2.66	0.25
Asta_6A_3d	0.2	QMS	0.80	48.81	49.27		49.34	0.013307	1.13	0.71	1.97	0.60
Asta_6A_3d	0.1	QMS	0.80	48.08	48.73	48.43	48.76	0.004208	0.75	1.07	2.26	0.35

HEC-RAS Plan: SDP\_ENSER River: Fosso 23 Reach: Asta\_6A\_3d Profile: QMS

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
Asta_6A_3d	274.10	QMS	0.80	50.02	50.88		50.90	0.006326	0.71	1.13	3.68	0.41
Asta_6A_3d	254.3	QMS	0.80	49.98	50.57	50.57	50.69	0.041632	1.56	0.51	2.12	1.02
Asta_6A_3d	245.4	QMS	0.80	49.64	50.37	50.12	50.40	0.004720	0.74	1.07	2.73	0.38
Asta_6A_3d	244.4		Bridge									
Asta_6A_3d	230.75	QMS	0.80	49.64	50.21		50.28	0.016985	1.20	0.67	2.18	0.69
Asta_6A_3d	226.15	QMS	0.80	49.64	50.16		50.21	0.010902	1.03	0.77	2.23	0.56
Asta_6A_3d	210.85	QMS	0.80	49.37	50.07		50.10	0.004824	0.79	1.01	2.16	0.37
Asta_6A_3d	199.10	QMS	0.80	49.34	50.00		50.03	0.006201	0.87	0.92	2.06	0.41
Asta_6A_3d	195.5	QMS	0.80	48.72	50.02	48.97	50.02	0.000075	0.21	3.76	3.79	0.07
Asta_6A_3d	186.8		Bridge									
Asta_6A_3d	146.85	QMS	0.80	48.66	50.01		50.01	0.000066	0.20	3.93	3.83	0.06
Asta_6A_3d	142.85	QMS	0.80	49.21	49.99		50.01	0.001681	0.68	1.18	2.30	0.30
Asta_6A_3d	123.55	QMS	0.80	49.09	49.95		49.97	0.001988	0.57	1.41	2.46	0.24
Asta_6A_3d	103.6	QMS	0.80	48.97	49.92		49.94	0.001526	0.48	1.73	7.09	0.21
Asta_6A_3d	83.65	QMS	0.80	48.91	49.83		49.86	0.004614	0.67	1.30	5.82	0.35
Asta_6A_3d	68	QMS	0.80	48.91	49.77		49.79	0.003393	0.62	1.29	3.83	0.31
Asta_6A_3d	62.4	QMS	0.80	48.91	49.75	49.40	49.77	0.004074	0.66	1.21	3.20	0.34
Asta_6A_3d	61.4		Culvert									
Asta_6A_3d	29.3	QMS	0.80	48.73	49.74		49.75	0.000356	0.28	2.89	4.37	0.11
Asta_6A_3d	1	QMS	0.80	48.94	49.69		49.71	0.003226	0.65	1.23	2.86	0.32
Asta_6A_3d	0.3	QMS	0.80	48.83	49.55		49.57	0.002081	0.57	1.40	2.66	0.25
Asta_6A_3d	0.2	QMS	0.80	48.81	49.27		49.34	0.013307	1.13	0.71	1.97	0.60
Asta_6A_3d	0.1	QMS	0.80	48.08	48.73	48.43	48.76	0.004208	0.75	1.07	2.26	0.35



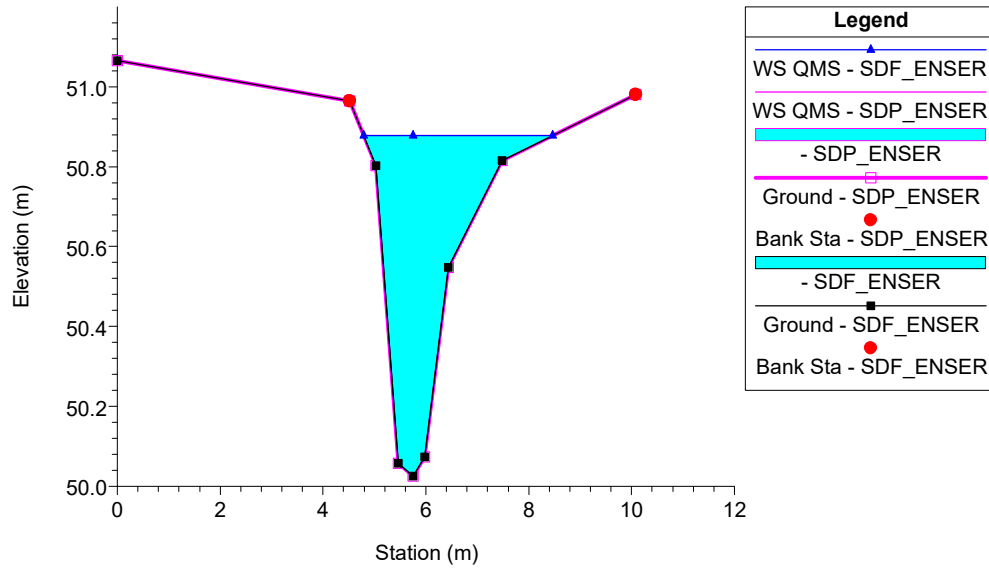
Fosso 23 Asta\_6A\_3d



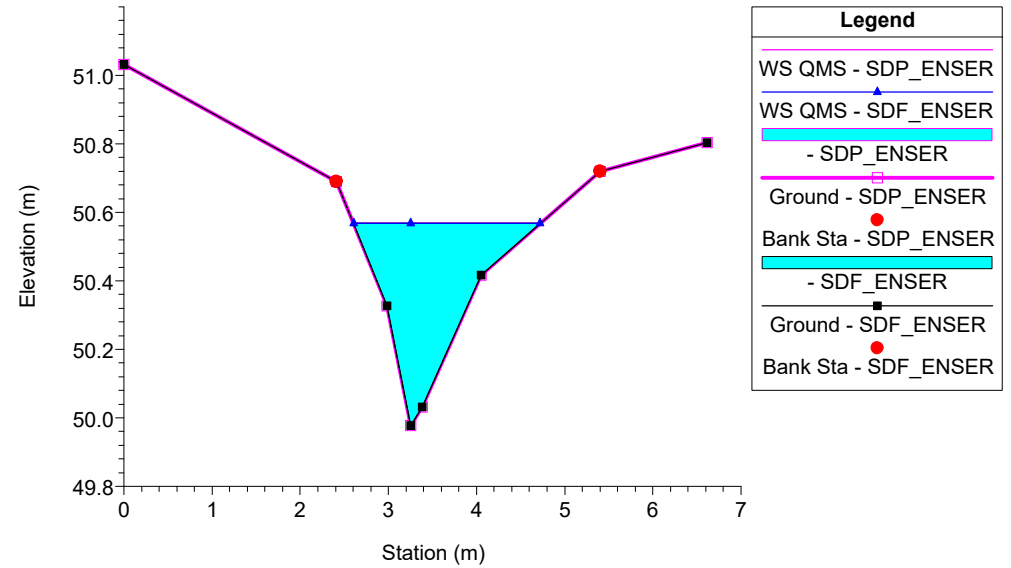
Legend	
WS QMS - SDF_ENSER	(Red line)
WS QMS - SDP_ENSER	(Blue line)
Ground	(Cyan area)
Ground	(Black line)



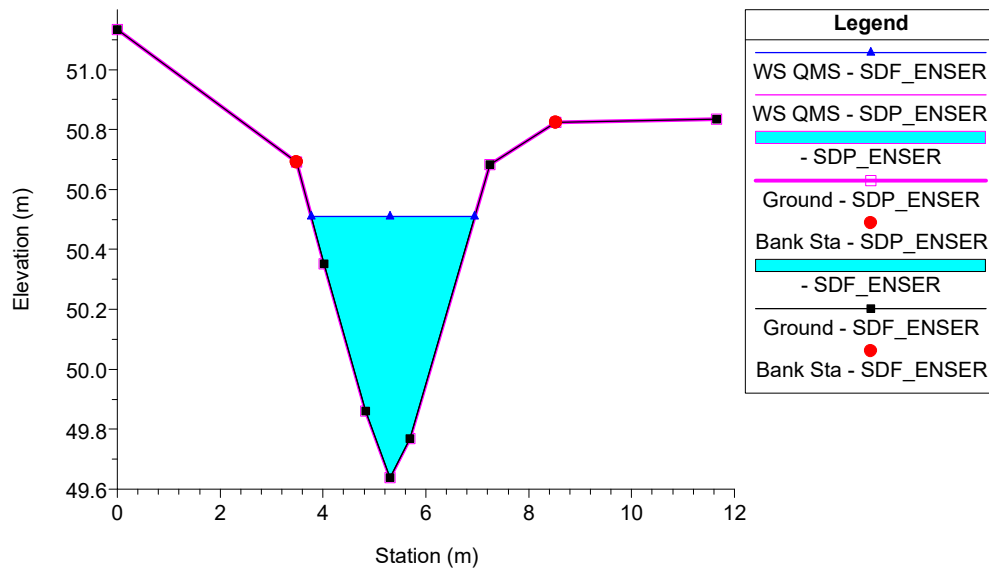
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 274.10 sezione 1 rilievo topografico



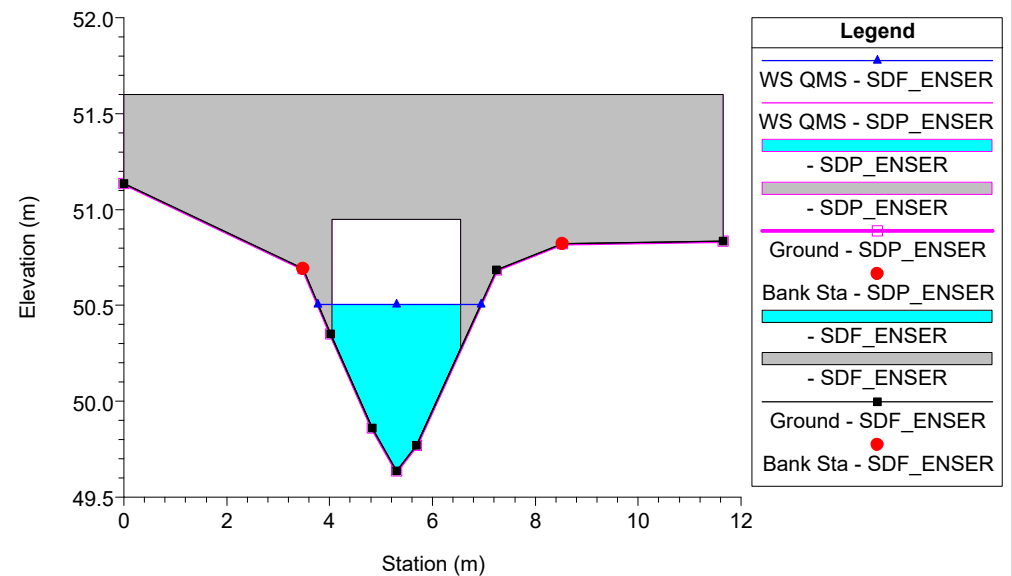
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 254.3 sezione 2 rilievo topografico



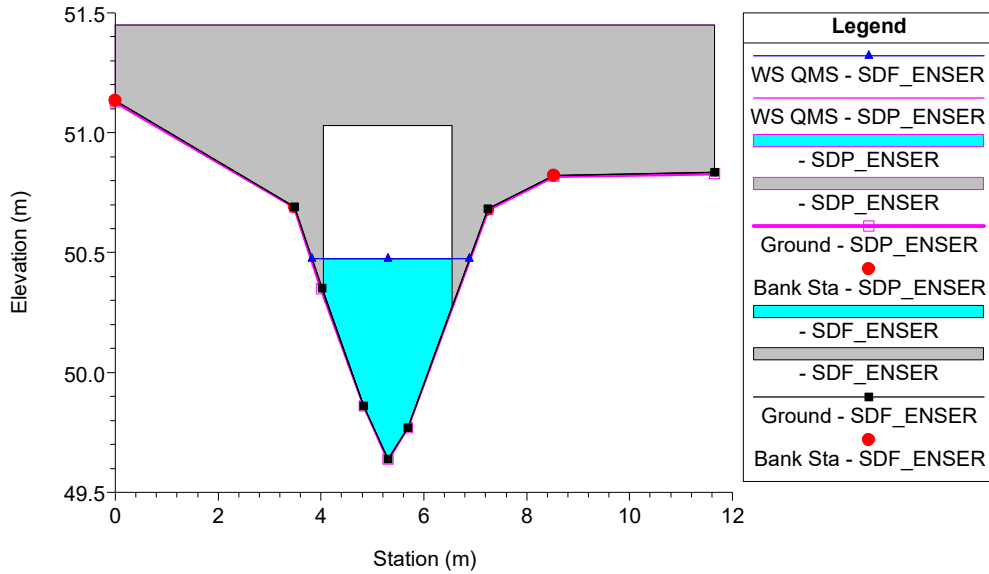
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 245.4 Sez\_3 - sezione 3 rilievo topografico



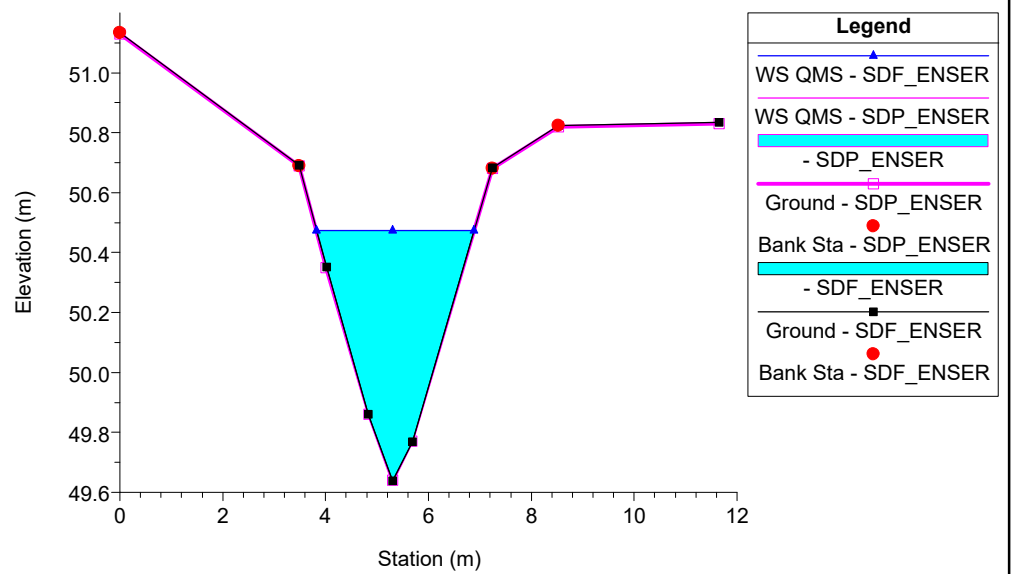
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 244.4 BR Scatolare di Monte



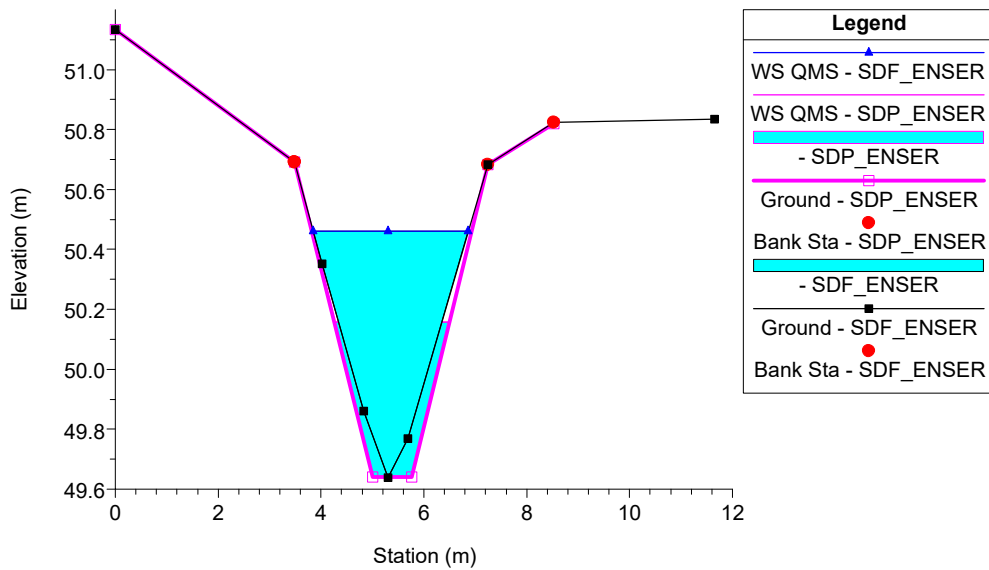
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 244.4 BR Scatolare di Monte



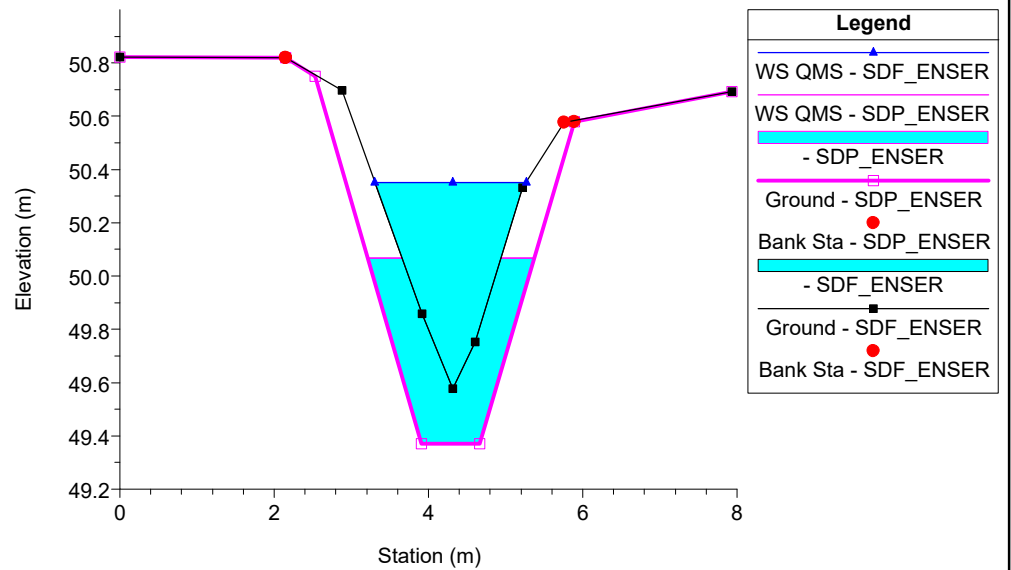
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 230.75 sezione 3 rilievo topografico VALLE SCATOLARE



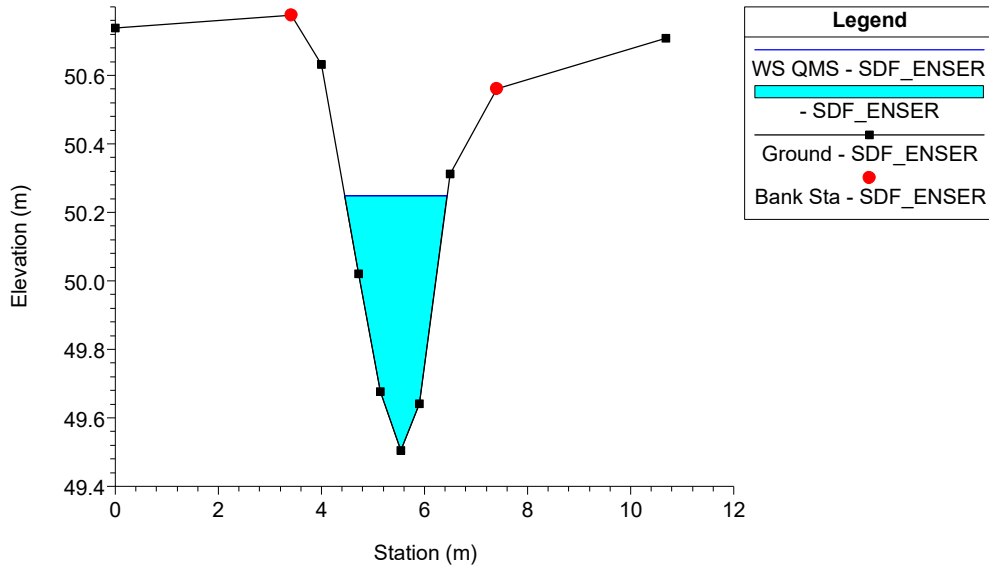
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 226.15 sezione 3 rilievo topografico



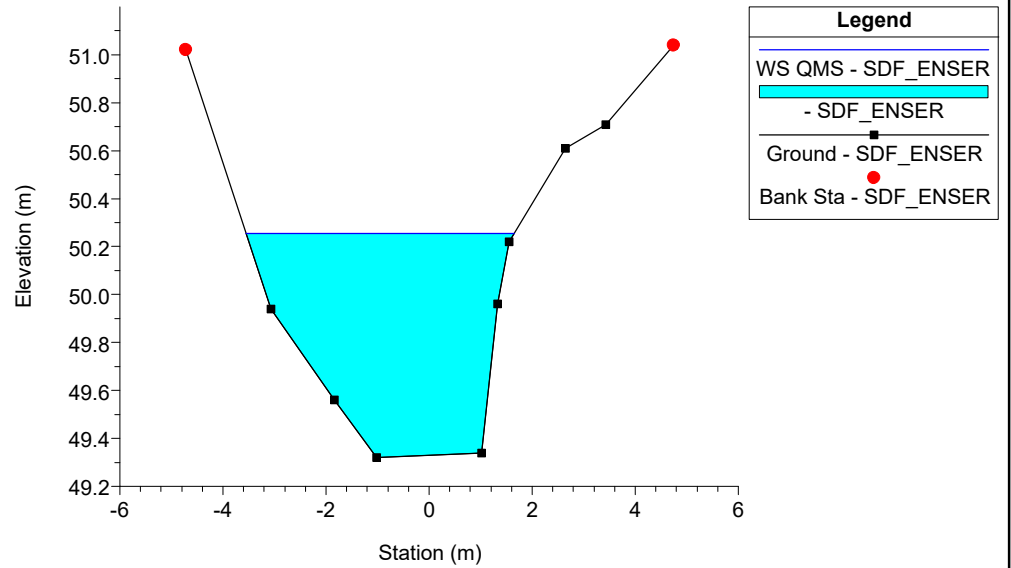
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 210.85 sezione 4 rilievo topografico



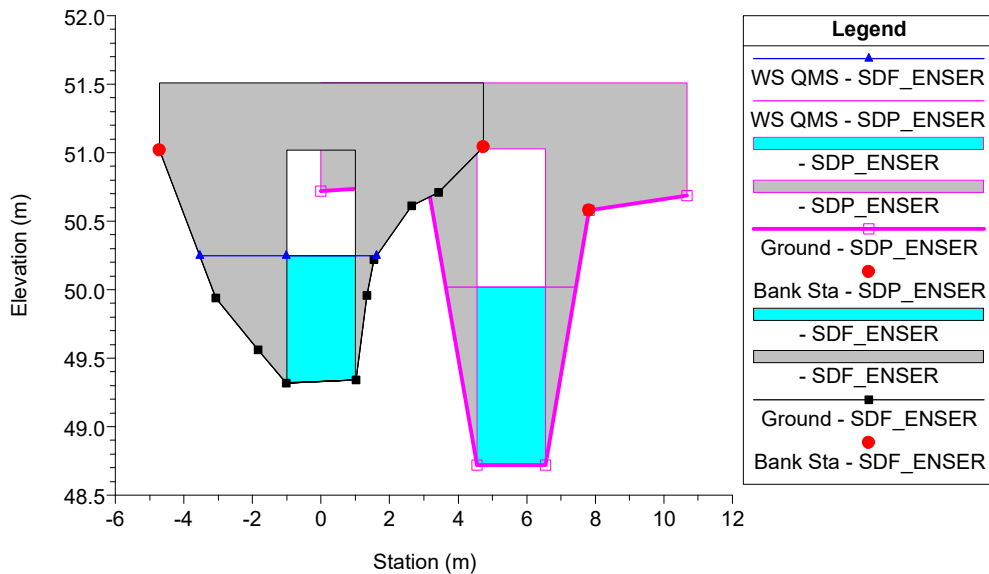
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 198.10 sezione 5 rilievo topografico



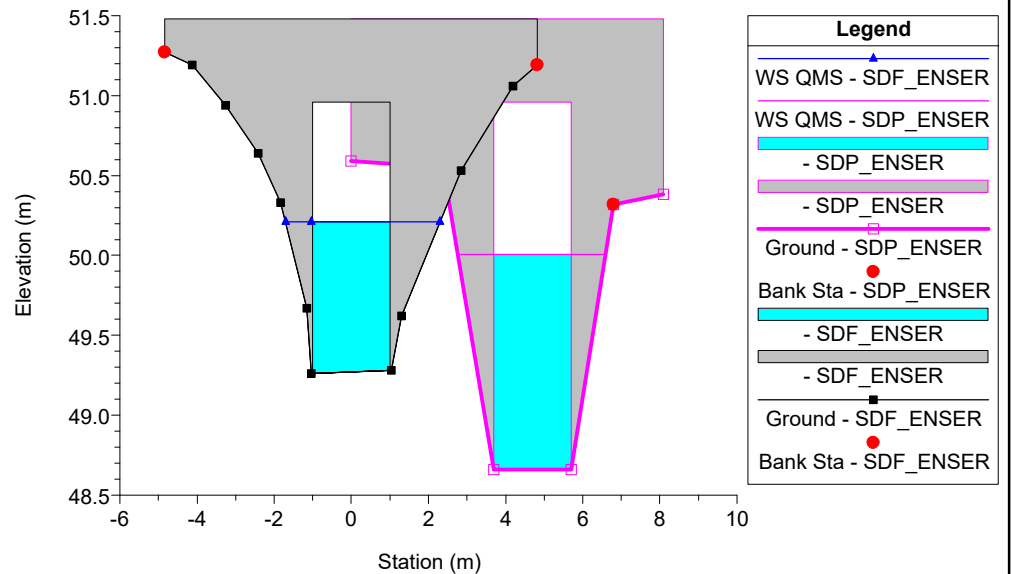
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 187.8 SEZIONE MONTE SCATOLARE



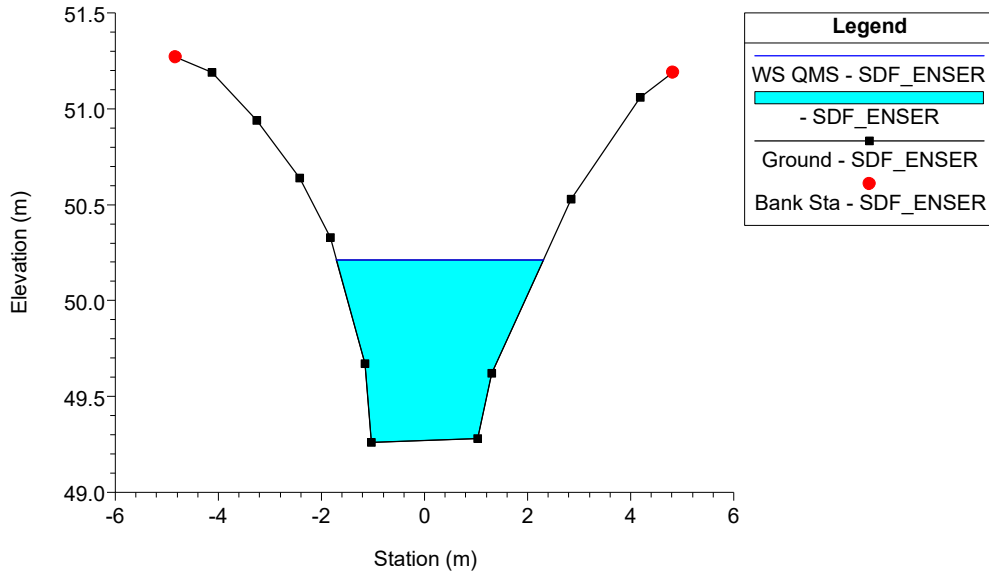
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 186.8 BR Scatolare A14



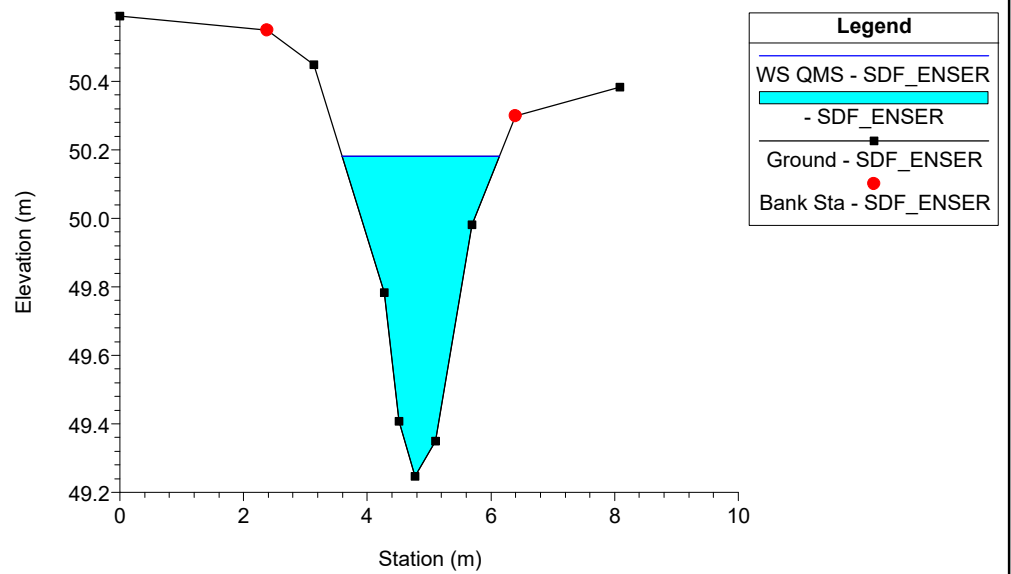
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 186.8 BR Scatolare A14



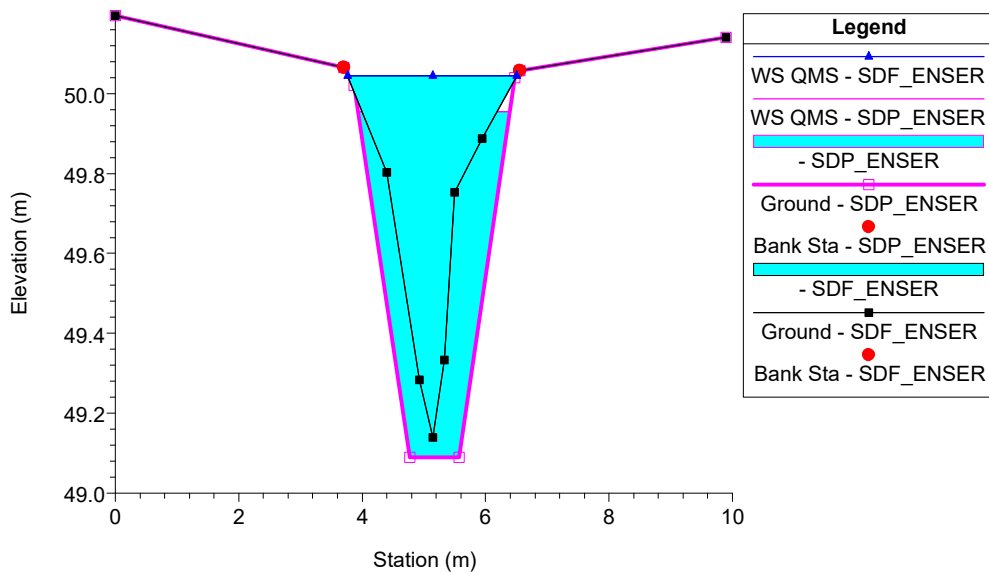
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 150.4 SEZIONE VALLE SCATOLARE



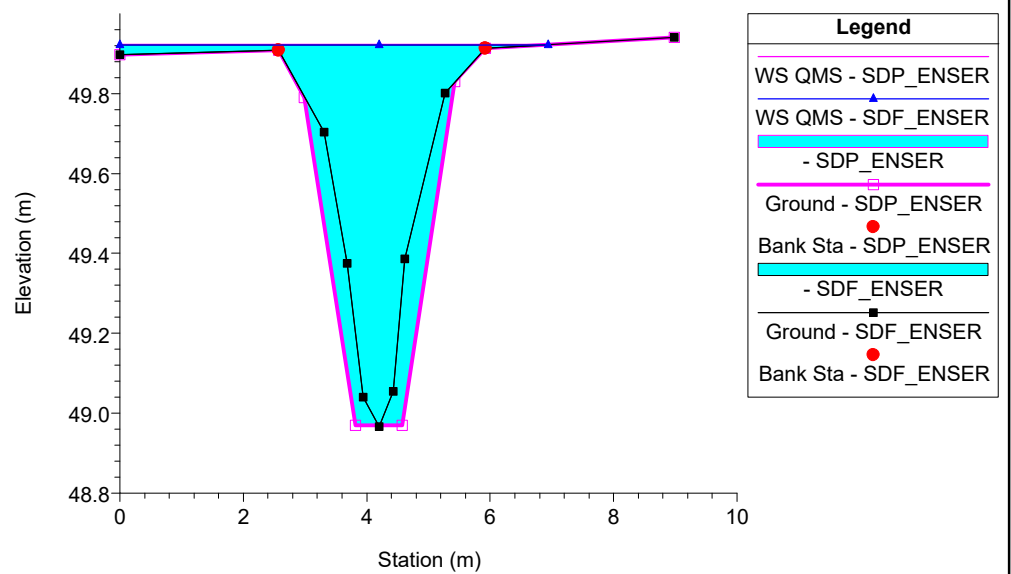
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 144 sezione 6 rilievo topografico



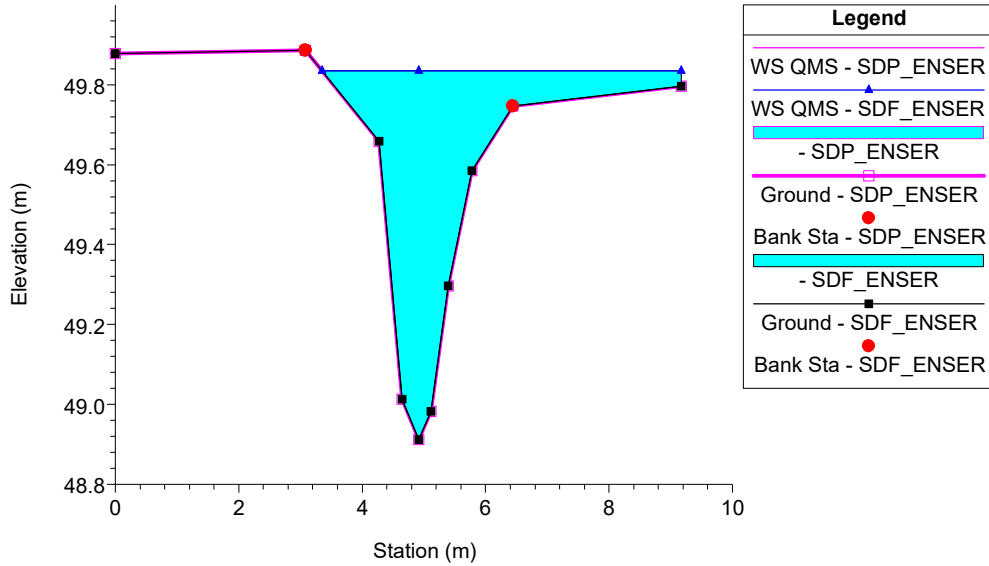
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 123.55 sezione 7 rilievo topografico



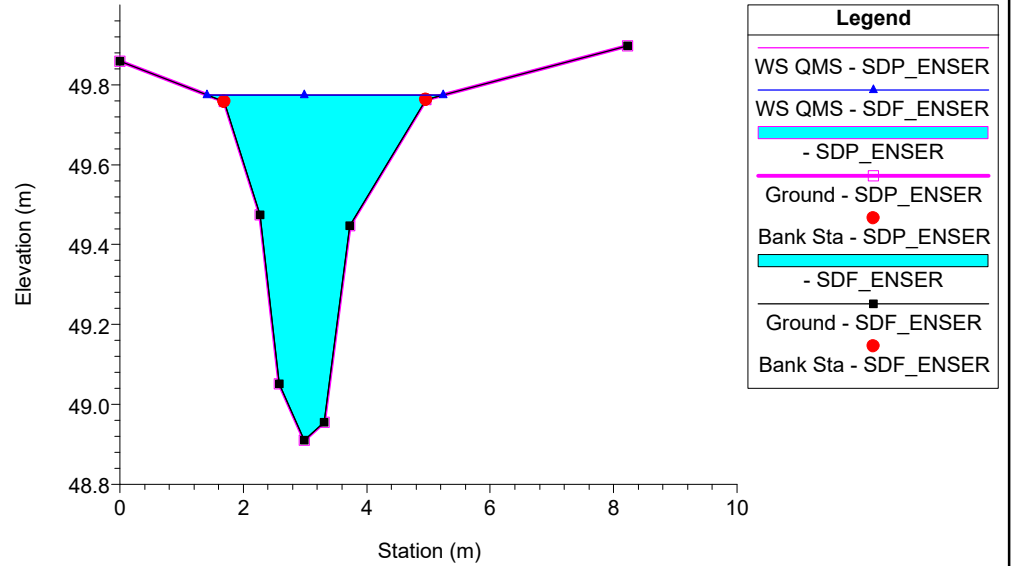
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 103.6 sezione 8 rilievo topografico



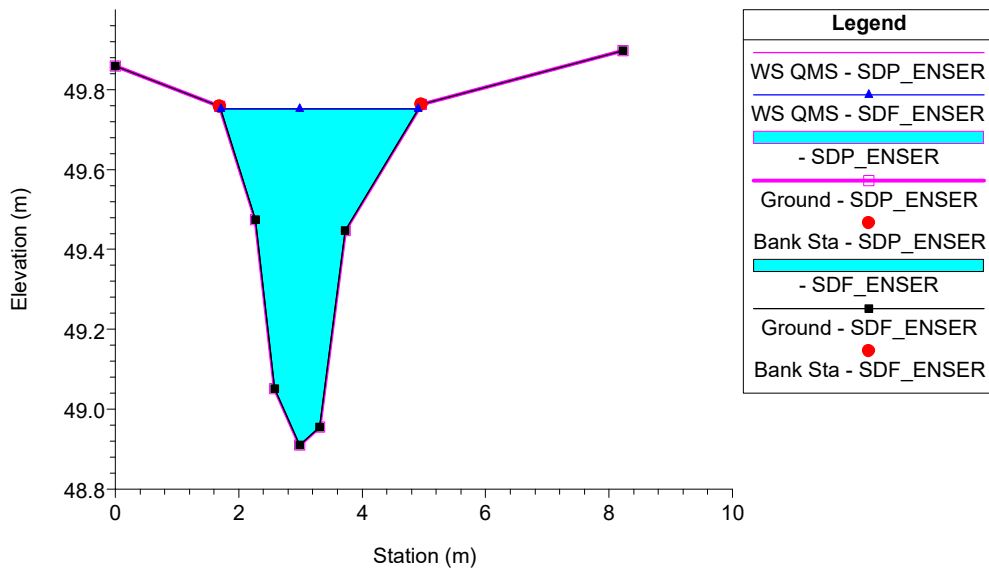
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 83.65 sezione 9 rilievo topografico



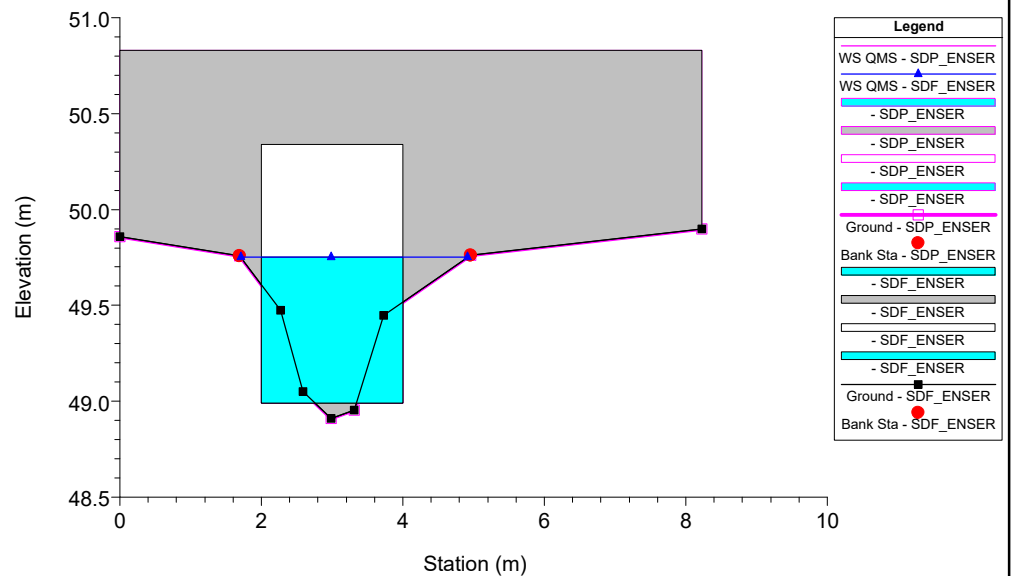
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 68 sezione 10 rilievo topografico



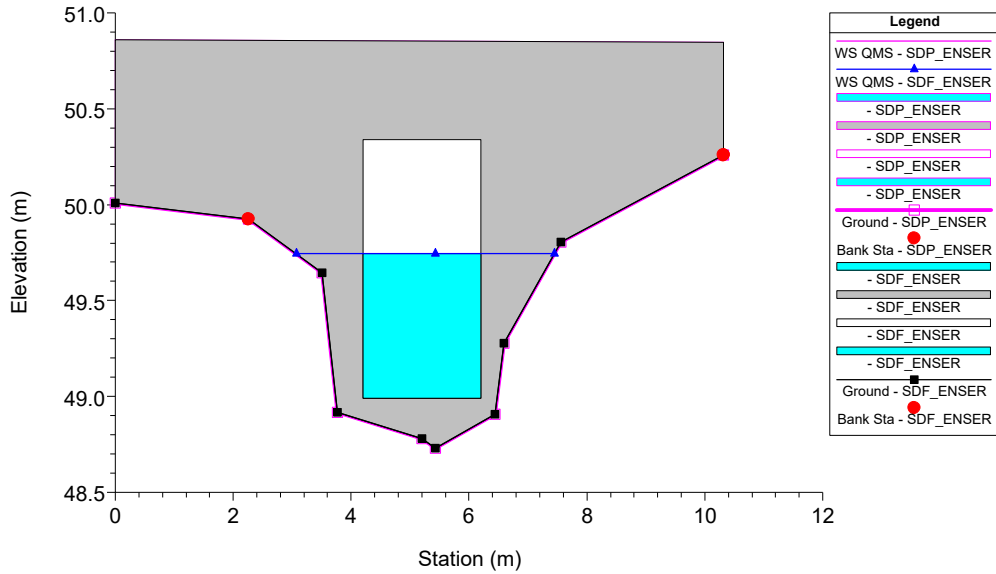
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 62.4 sezione 10 rilievo topografico



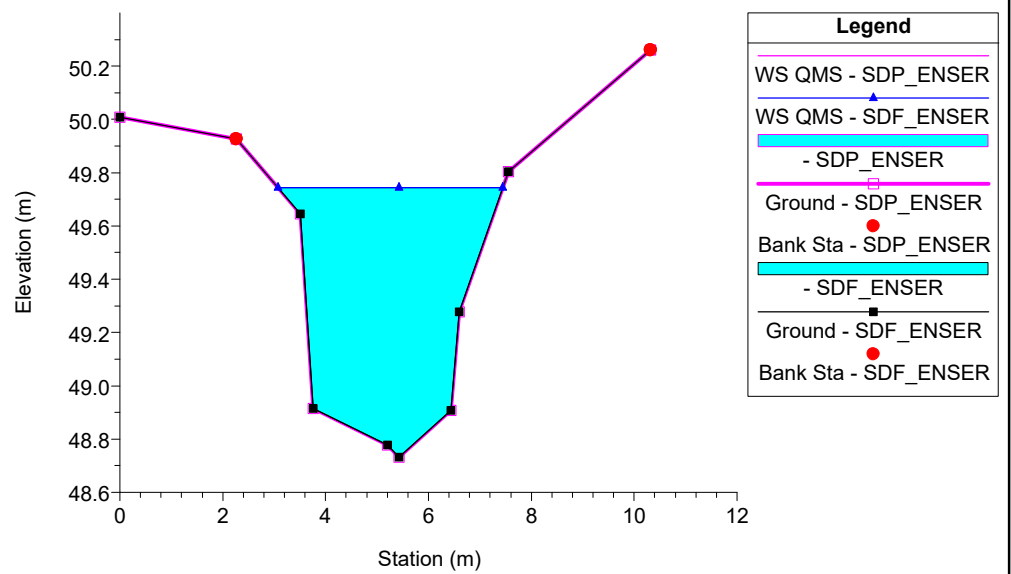
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 61.4 Culv. Scatolare di VALLE



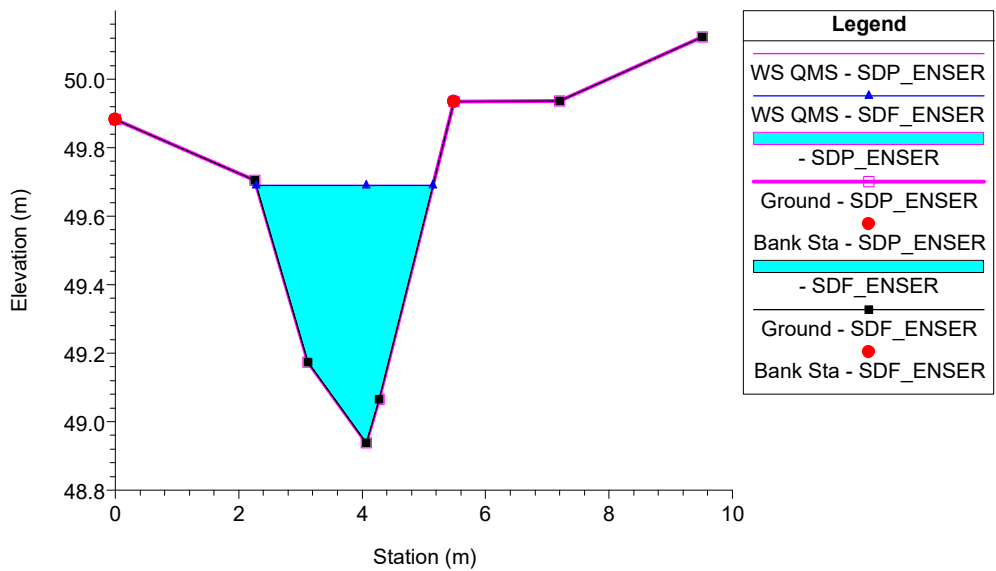
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 61.4 Culiv Scatolare di VALLE



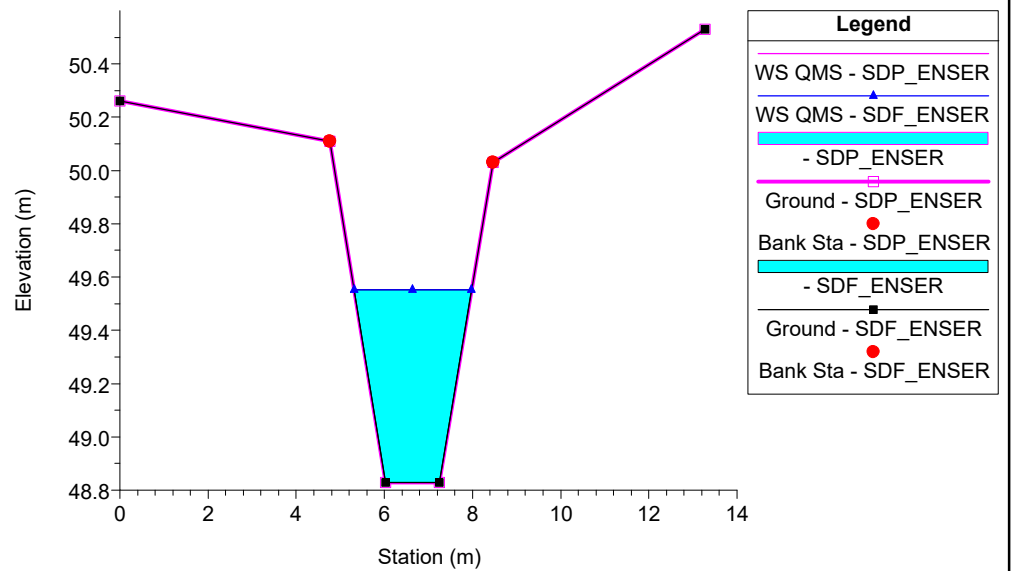
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 29.3 sezione 11 rilievo topografico



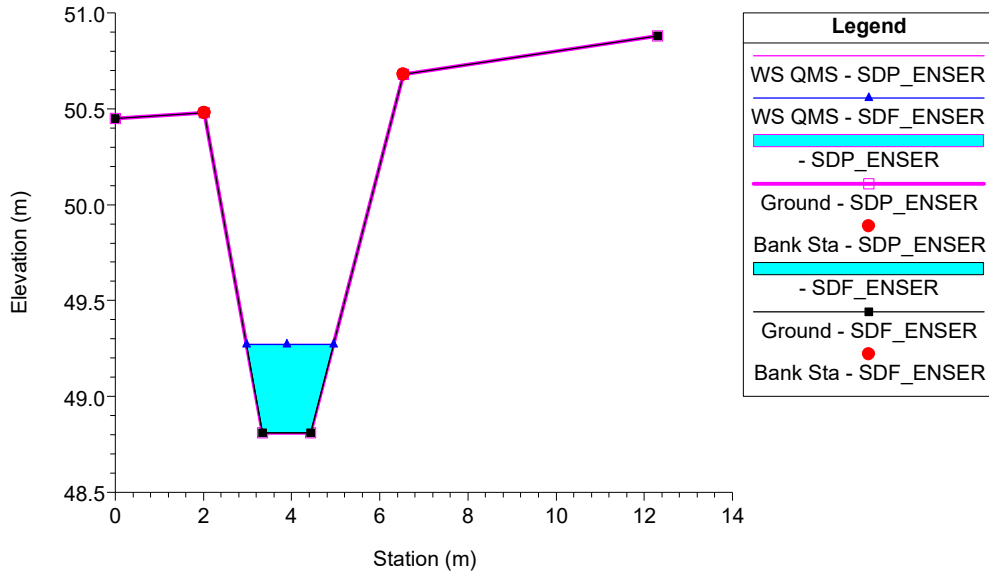
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 1 sezione 12 rilievo topografico



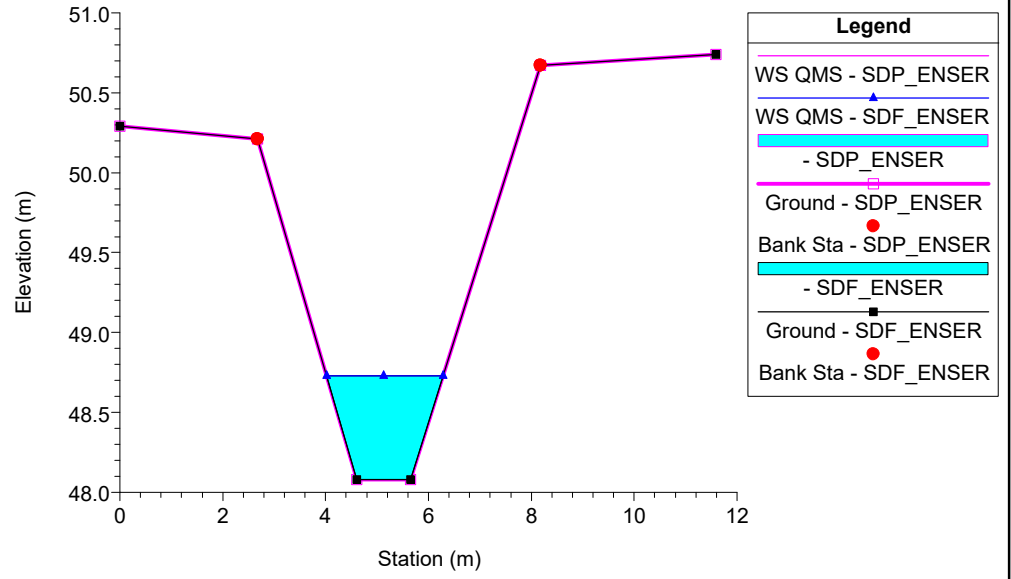
Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 0.3 Sez\_11 PROGETTO DEFINITIVO



Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 0.2 Sez\_12 PROGETTO DEFINITIVO



Fosso\_23\_ENSER Plan: 1) SDF\_ENSER 2) SDP\_ENSER  
RS = 0.1 Sez\_13\_VALLE PROGETTO DEFINITIVO



## APPENDICE 23

### Fosso 27: risultati delle simulazioni

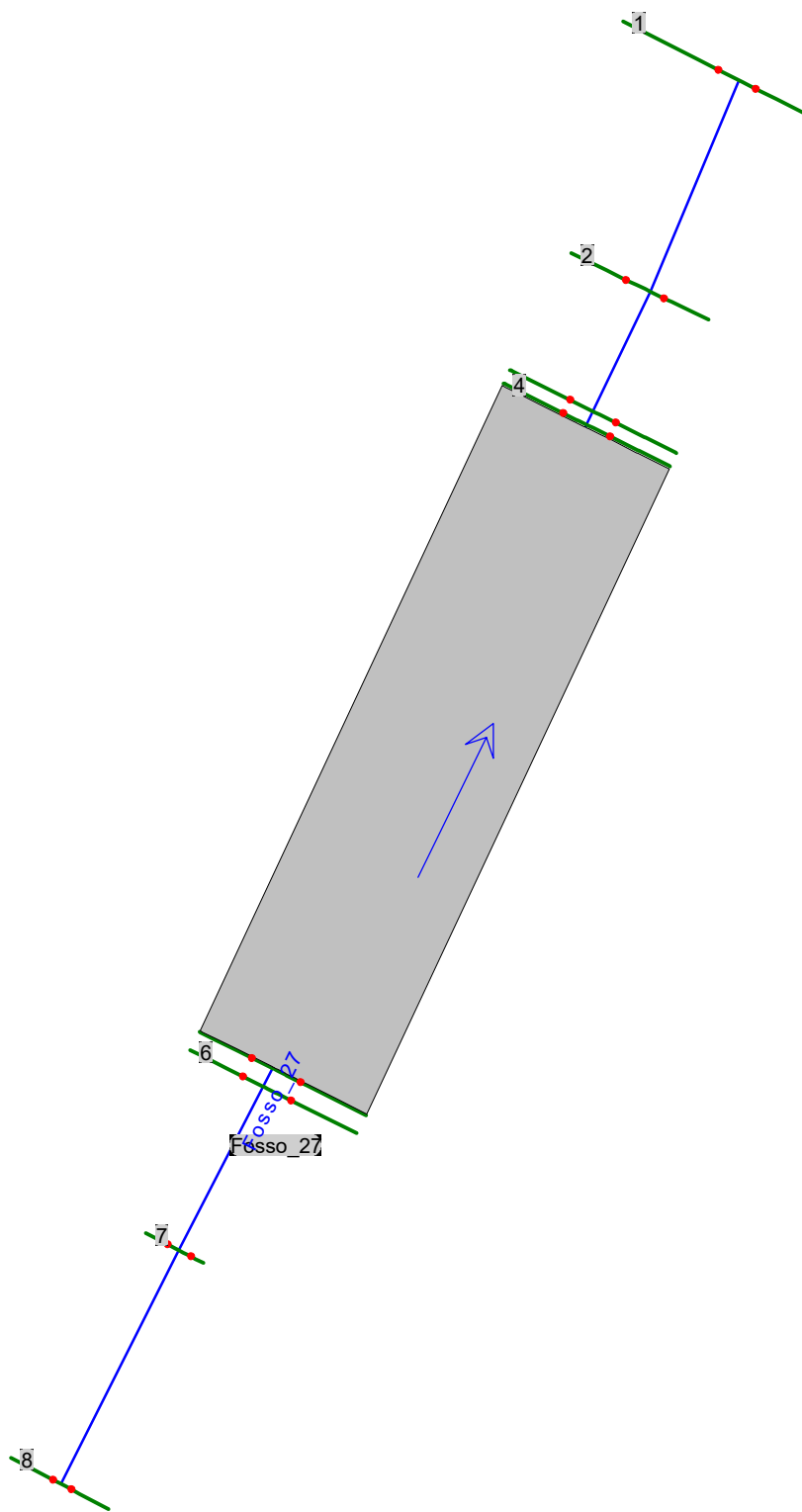


HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Fosso\_27 Reach: Fosso\_27 Profile: PF 1

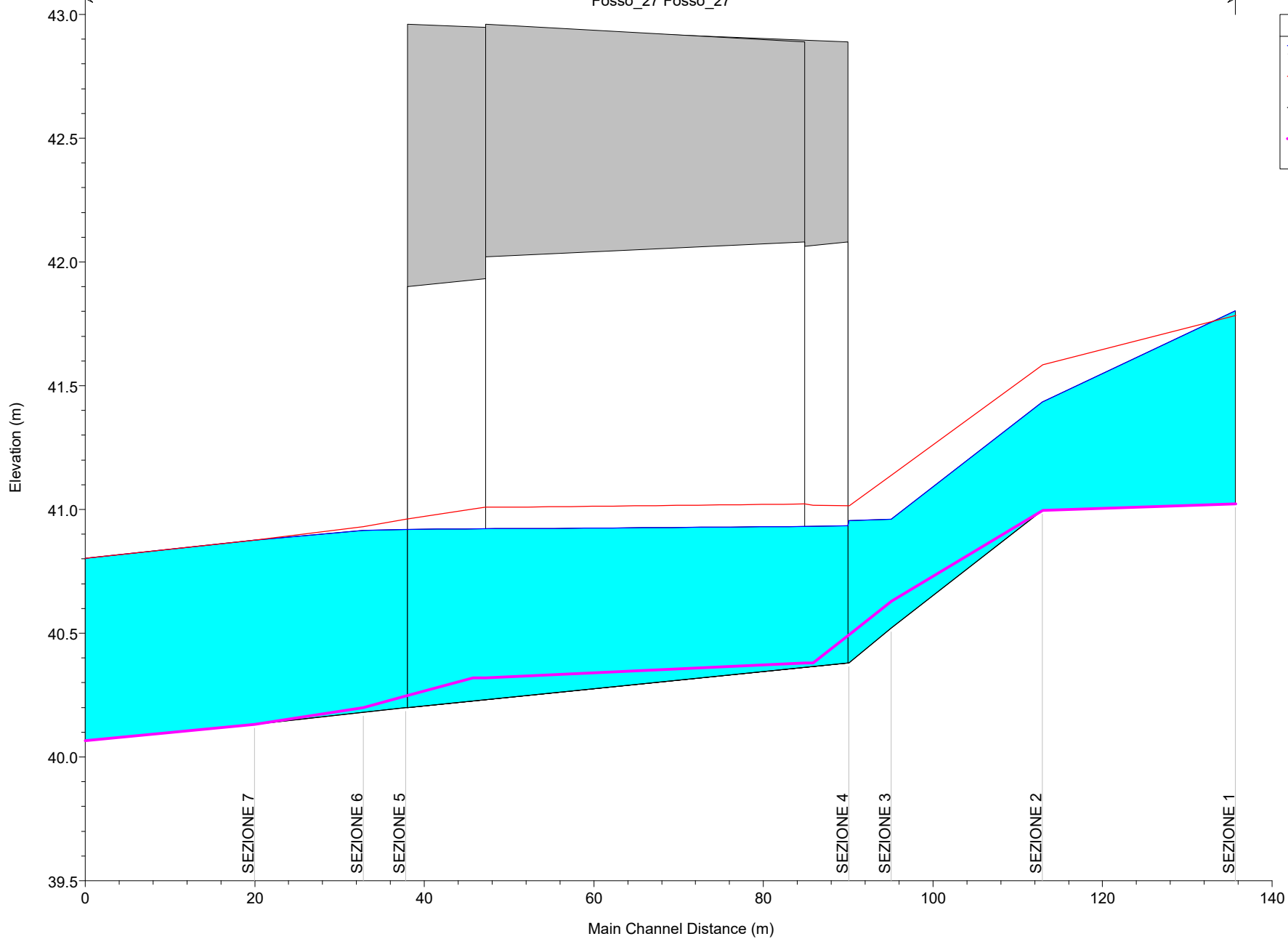
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Fosso_27	8	PF 1	0.90	41.02	41.78	41.51	41.83	0.005788	0.93	1.01	2.78	0.40
Fosso_27	7	PF 1	0.90	41.00	41.58		41.65	0.011124	1.10	0.82	2.12	0.57
Fosso_27	6	PF 1	0.90	40.63	41.14	41.14	41.30	0.039207	1.78	0.51	1.59	1.01
Fosso_27	5	PF 1	0.90	40.50	41.02	40.92	41.10	0.016602	1.27	0.71	2.05	0.69
Fosso_27	4.9	PF 1	0.90	40.38	41.02	40.76	41.05	0.004687	0.78	1.15	2.70	0.38
Fosso_27	4.5		Culvert									
Fosso_27	4.1	PF 1	0.90	40.32	41.00		41.03	0.004236	0.74	1.23	3.39	0.38
Fosso_27	4	PF 1	0.90	40.25	40.96		40.99	0.004933	0.81	1.13	3.17	0.40
Fosso_27	3	PF 1	0.90	40.20	40.93		40.97	0.005422	0.87	1.14	5.78	0.41
Fosso_27	2	PF 1	0.90	40.13	40.88		40.90	0.004351	0.73	1.24	3.18	0.37
Fosso_27	1	PF 1	0.90	40.07	40.80	40.51	40.83	0.003257	0.66	1.36	3.24	0.33

HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Fosso\_27 Reach: Fosso\_27 Profile: PF 1

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
Fosso_27	8	PF 1	0.90	41.02	41.80	41.51	41.84	0.005055	0.89	1.07	3.09	0.38
Fosso_27	7	PF 1	0.90	41.00	41.43	41.43	41.59	0.037067	1.72	0.52	1.76	1.01
Fosso_27	6	PF 1	0.90	40.52	40.96	40.78	40.99	0.005320	0.77	1.17	3.32	0.41
Fosso_27	5	PF 1	0.90	40.38	40.96	40.64	40.97	0.002024	0.55	1.65	3.73	0.26
Fosso_27	4.5		Culvert									
Fosso_27	4	PF 1	0.90	40.20	40.92		40.93	0.000881	0.41	2.22	4.16	0.18
Fosso_27	3	PF 1	0.90	40.18	40.92		40.92	0.000811	0.39	2.29	4.21	0.17
Fosso_27	2	PF 1	0.90	40.13	40.88		40.90	0.004351	0.73	1.24	3.18	0.37
Fosso_27	1	PF 1	0.90	40.07	40.80	40.51	40.83	0.003257	0.66	1.36	3.24	0.33

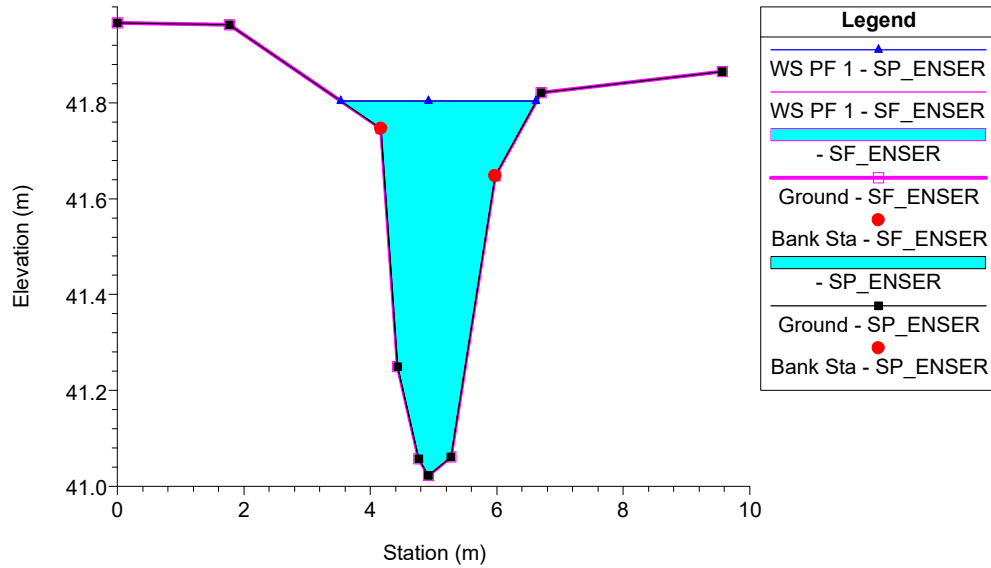


Fosso\_27 Fosso\_27

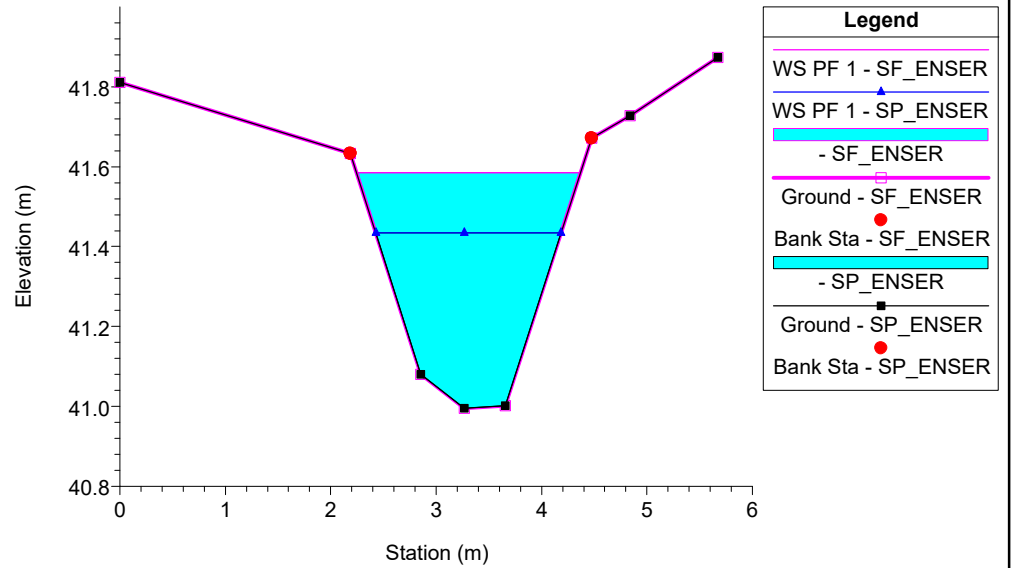


Legend	
	WS PF 1 - SP_ENSER
	WS PF 1 - SF_ENSER
	Ground
	Ground

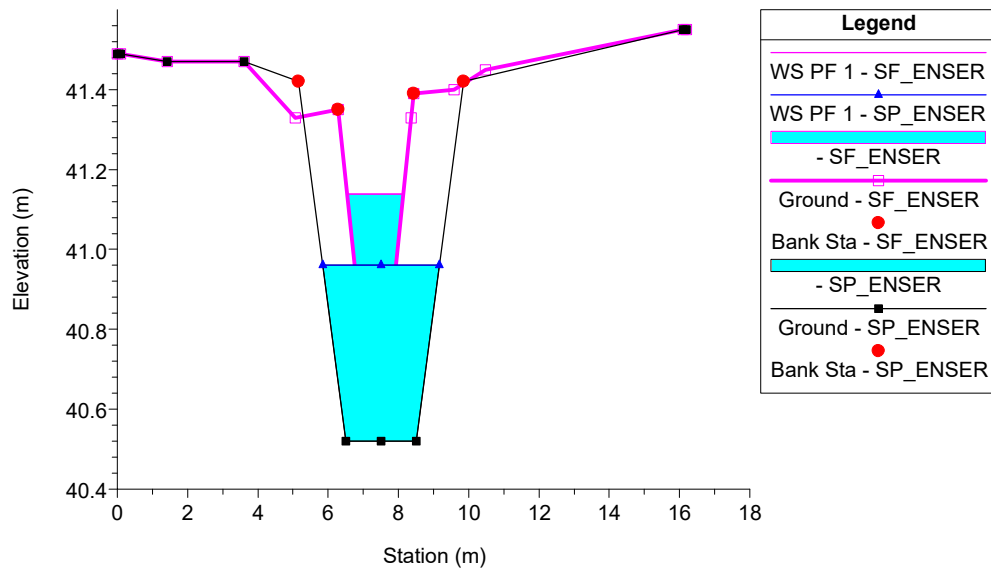
Fosso\_27 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8 SEZIONE 1



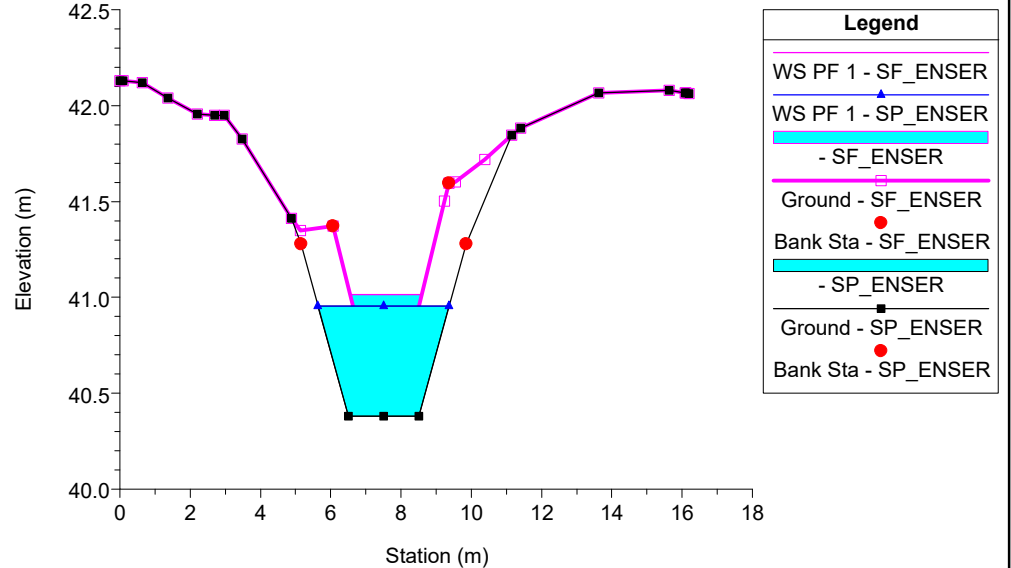
Fosso\_27 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7 SEZIONE 2



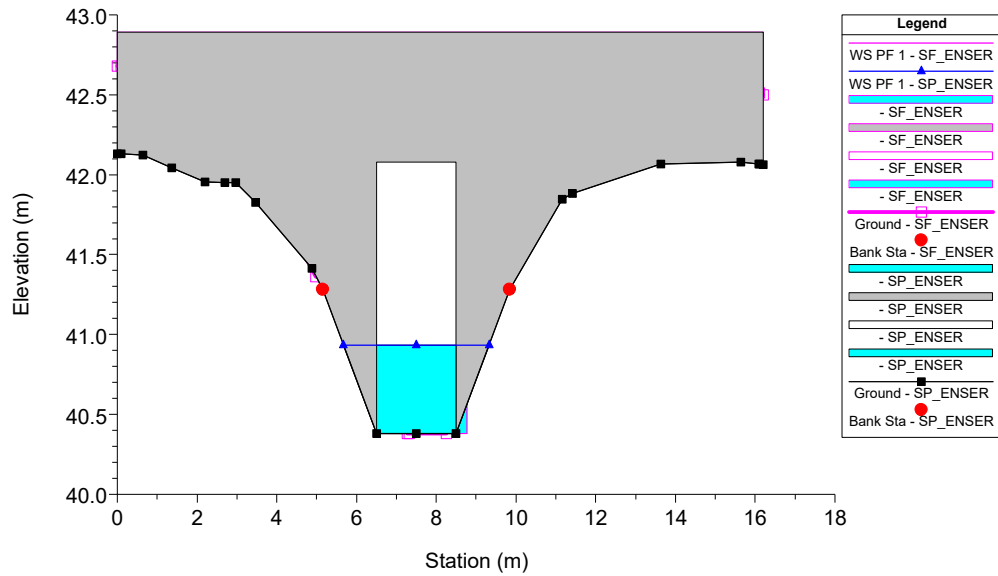
Fosso\_27 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6 SEZIONE 3



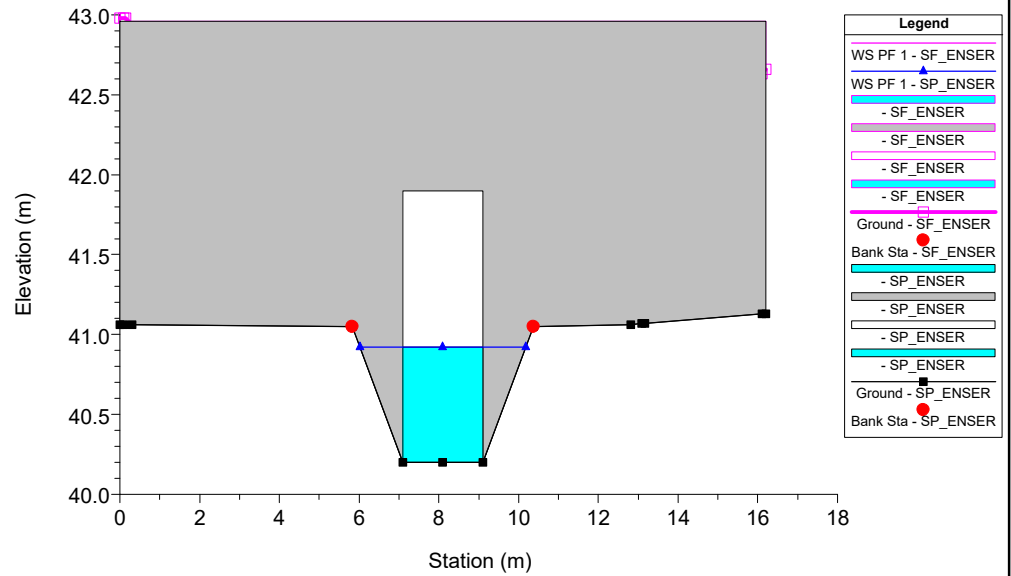
Fosso\_27 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5 SEZIONE 4



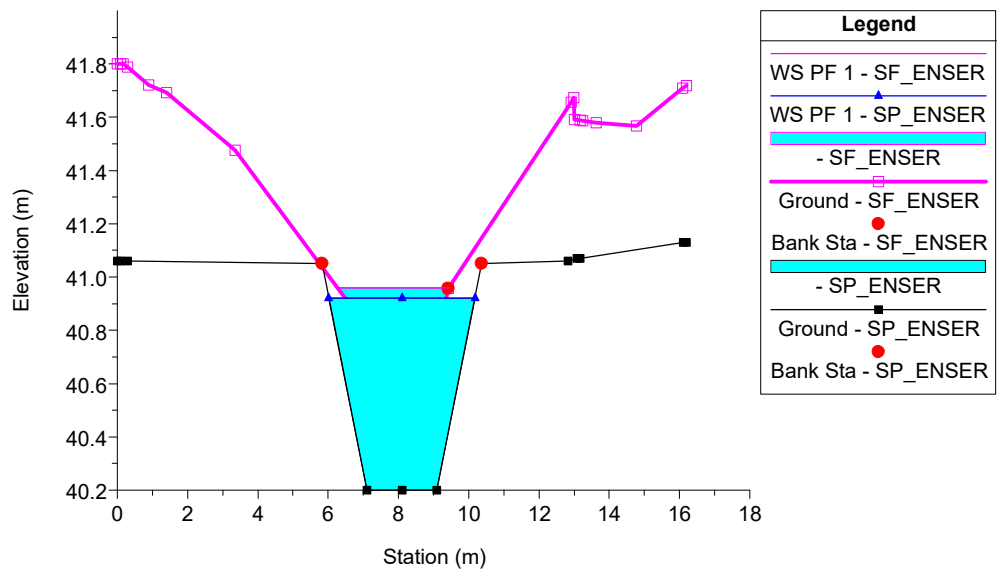
Fosso\_27 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4.5 Culv



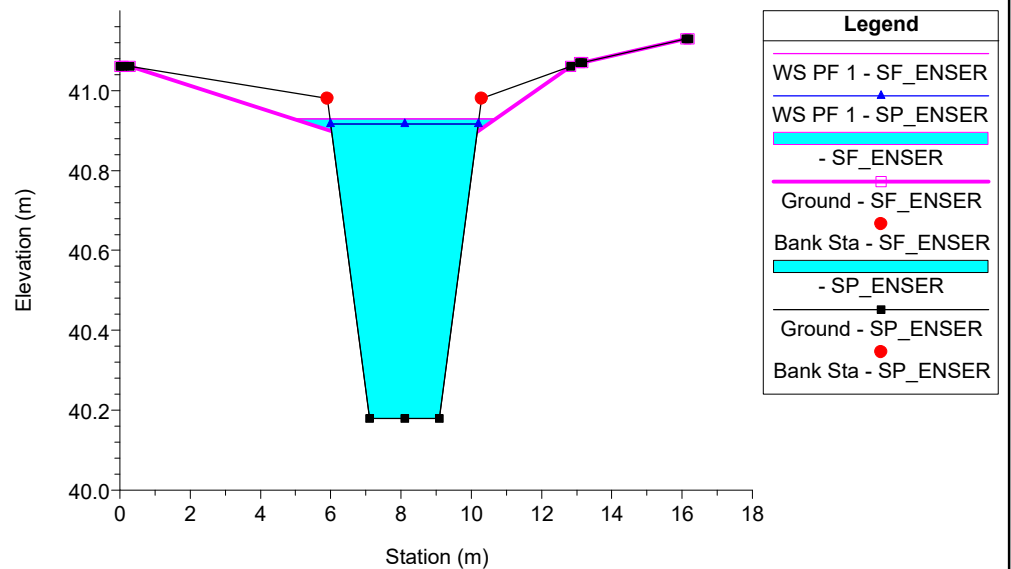
Fosso\_27 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4.5 Culv



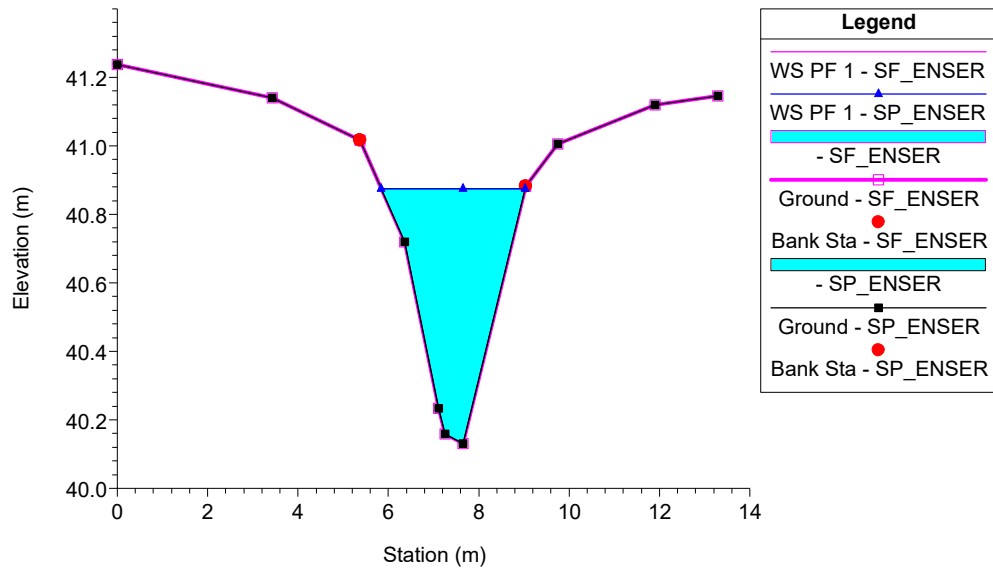
Fosso\_27 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4 SEZIONE 5



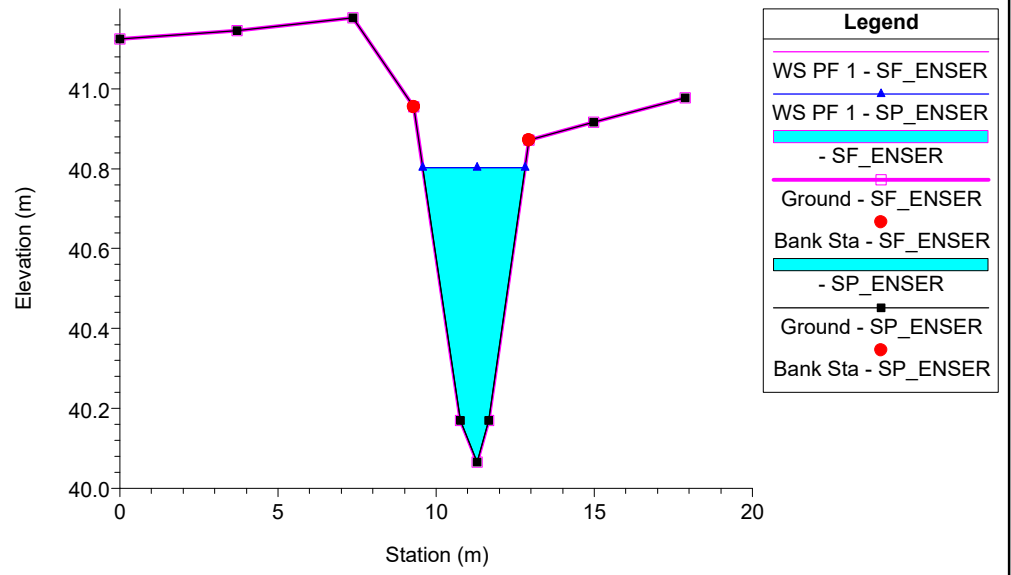
Fosso\_27 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3 SEZIONE 6



Fosso\_27 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2 SEZIONE 7



Fosso\_27 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1 SEZIONE 8



## APPENDICE 24

### Fosso 28: risultati delle simulazioni

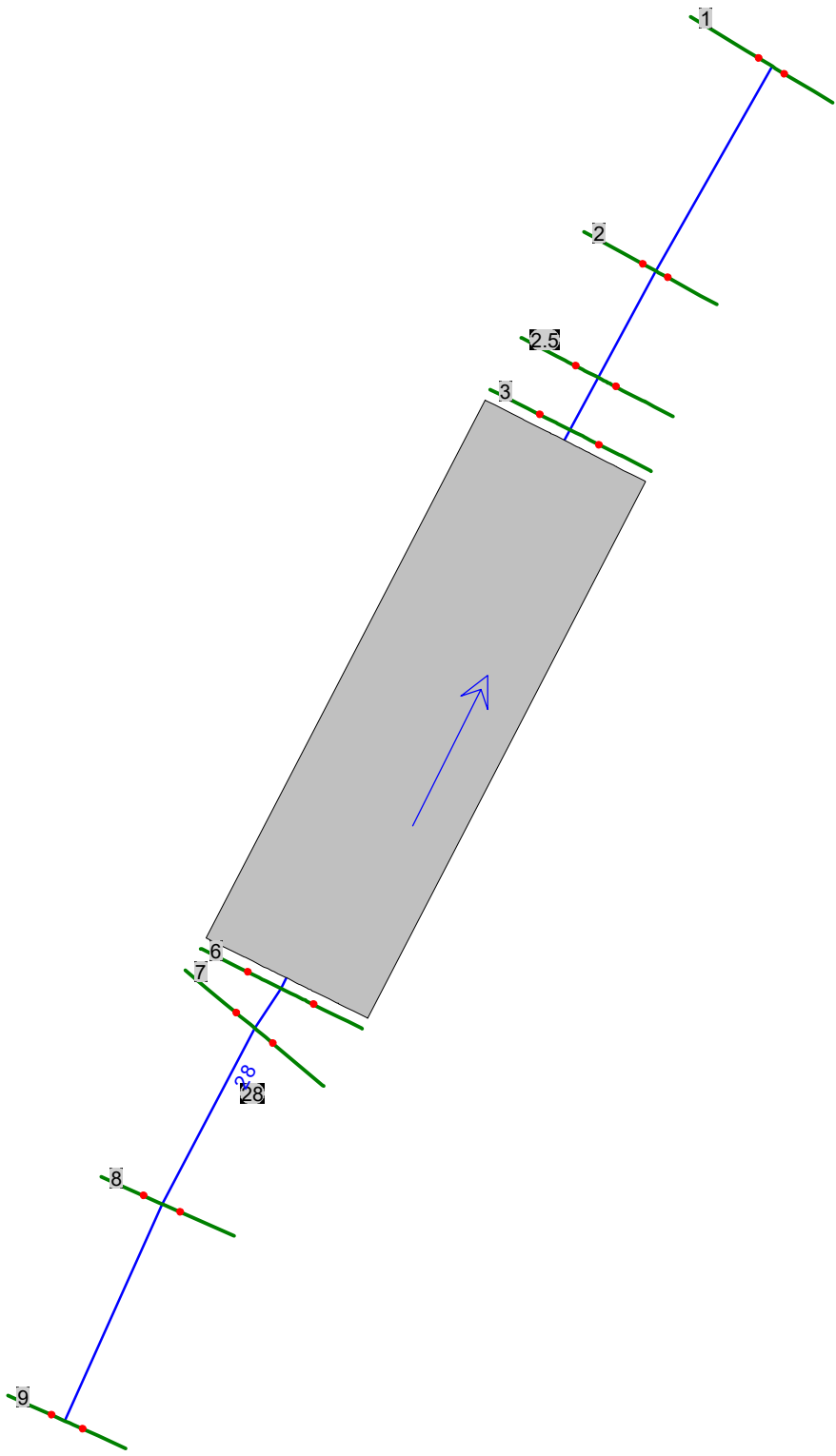


HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: 28 Reach: 28 Profile: PF 1

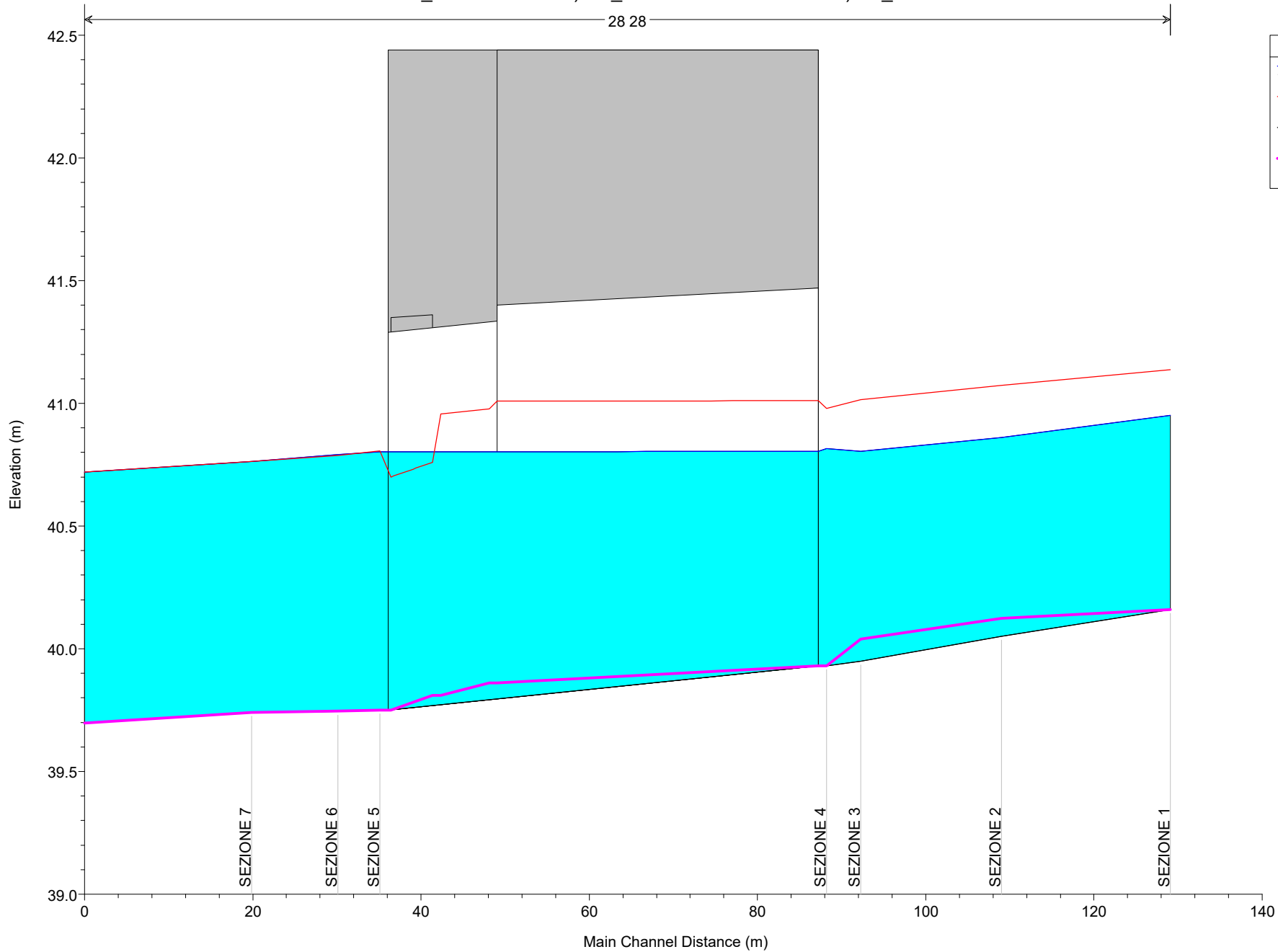
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
28	9	PF 1	1.00	40.16	41.14	40.67	41.16	0.002415	0.66	1.57	3.97	0.27
28	8	PF 1	1.00	40.12	41.07		41.10	0.003472	0.76	1.37	3.37	0.32
28	7	PF 1	1.00	40.04	41.02	40.67	41.04	0.003725	0.69	1.45	3.46	0.34
28	6	PF 1	1.00	39.93	40.98	40.62	41.02	0.005752	0.90	1.11	1.84	0.37
28	5.5		Culvert									
28	5	PF 1	1.00	39.86	40.98	40.54	41.01	0.005065	0.86	1.16	1.79	0.34
28	4.6	PF 1	1.00	39.81	40.96	40.50	40.99	0.003856	0.77	1.30	2.08	0.31
28	4.1		Culvert									
28	3	PF 1	1.00	39.75	40.81	40.45	40.84	0.004605	0.81	1.24	2.35	0.35
28	2.5	PF 1	1.00	39.75	40.79		40.82	0.003893	0.76	1.32	3.47	0.33
28	2	PF 1	1.00	39.74	40.76		40.78	0.002362	0.66	1.66	6.34	0.27
28	1	PF 1	1.00	39.70	40.72	40.27	40.74	0.002134	0.63	1.77	6.10	0.26

HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: 28 Reach: 28 Profile: PF 1

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
28	9	PF 1	1.00	40.16	40.95	40.67	41.00	0.006317	0.93	1.08	2.17	0.42
28	8	PF 1	1.00	40.05	40.86		40.89	0.004062	0.76	1.31	2.83	0.36
28	7	PF 1	1.00	39.95	40.80		40.83	0.003184	0.70	1.44	2.96	0.32
28	6	PF 1	1.00	39.93	40.82	40.16	40.82	0.000329	0.29	3.48	5.26	0.11
28	5.5		Culvert									
28	3	PF 1	1.00	39.75	40.80		40.81	0.000166	0.23	4.42	6.56	0.08
28	2.5	PF 1	1.00	39.75	40.79		40.80	0.001188	0.49	2.09	4.66	0.20
28	2	PF 1	1.00	39.74	40.76		40.78	0.002362	0.66	1.66	6.34	0.27
28	1	PF 1	1.00	39.70	40.72	40.27	40.74	0.002134	0.63	1.77	6.10	0.26

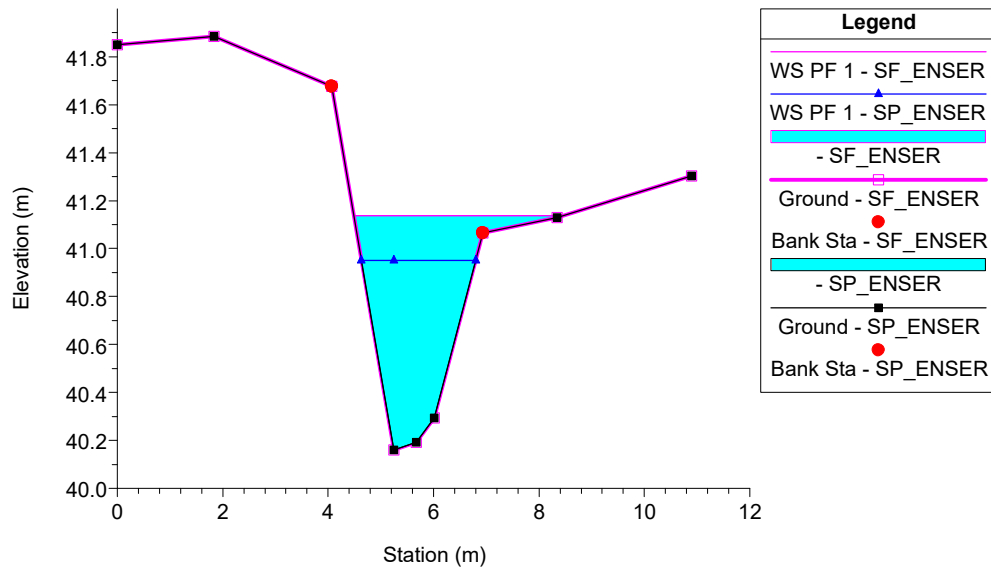


28 28

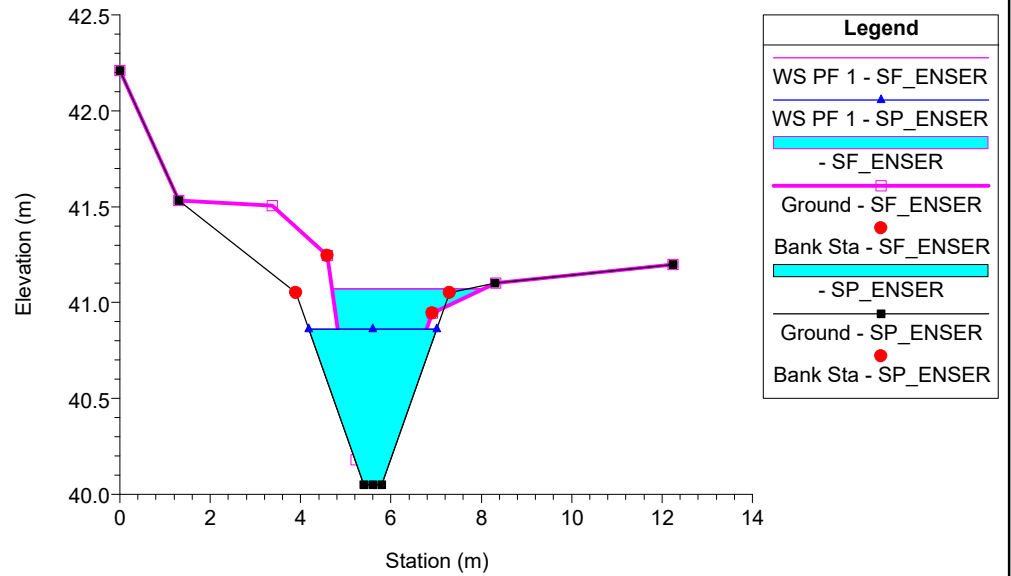


Legend	
	WS PF 1 - SP_ENSER
	WS PF 1 - SF_ENSER
	Ground
	Ground

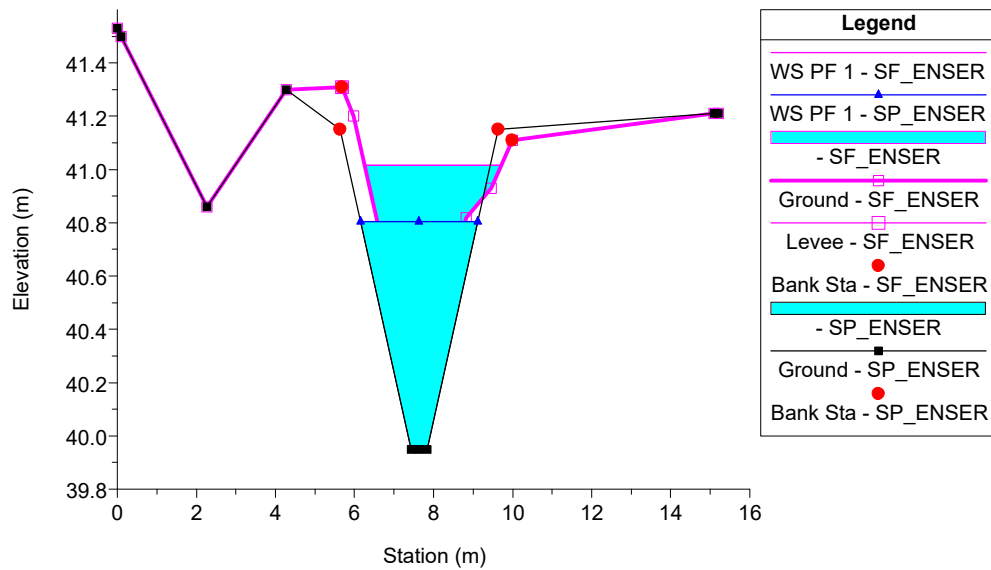
Fosso\_28 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9 SEZIONE 1



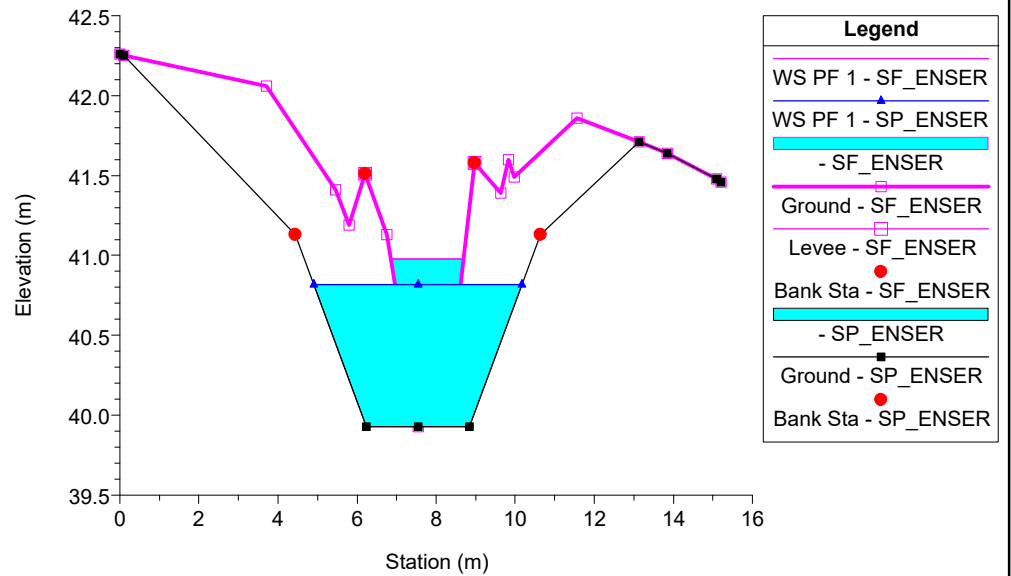
Fosso\_28 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8 SEZIONE 2



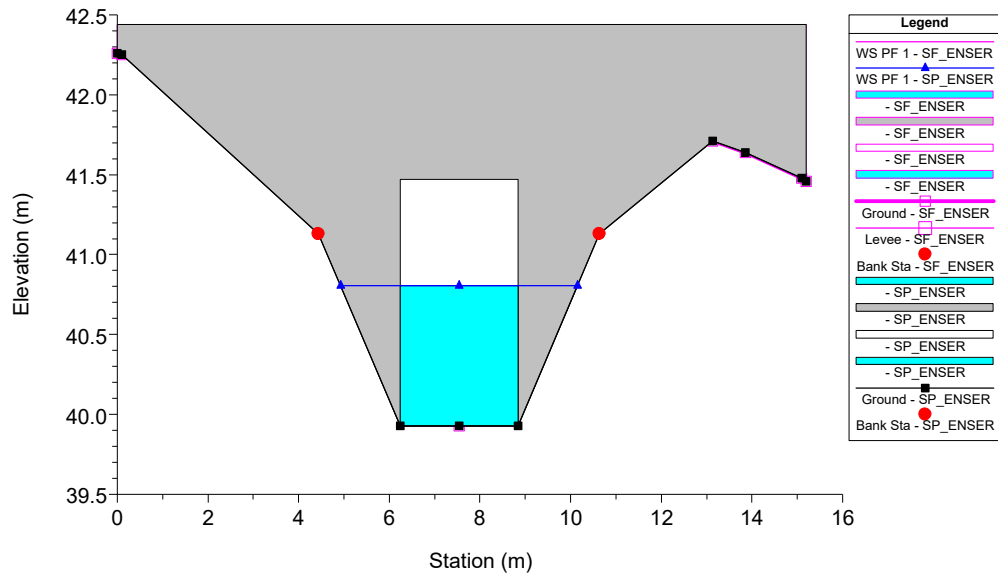
Fosso\_28 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7 SEZIONE 3



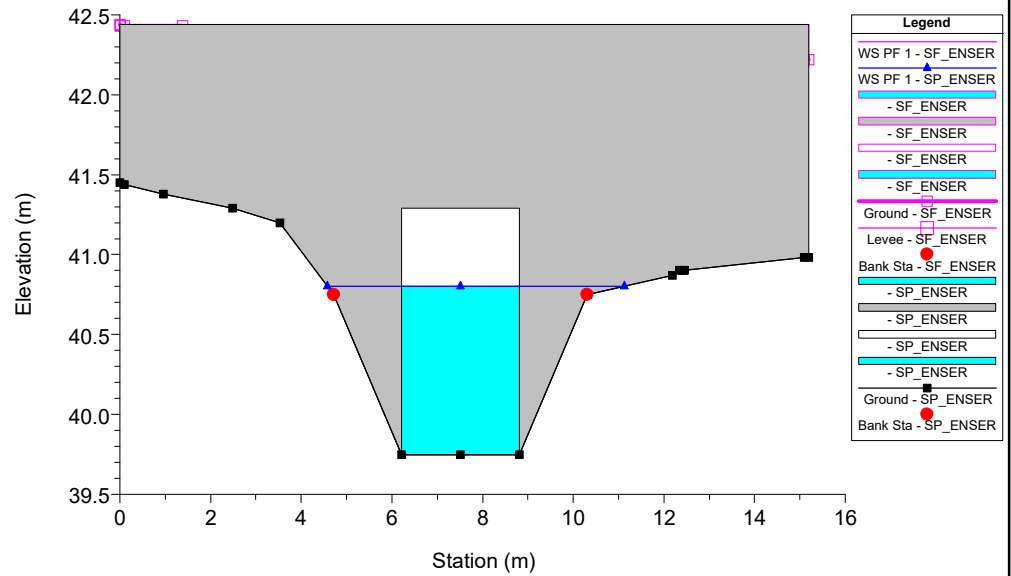
Fosso\_28 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6 SEZIONE 4



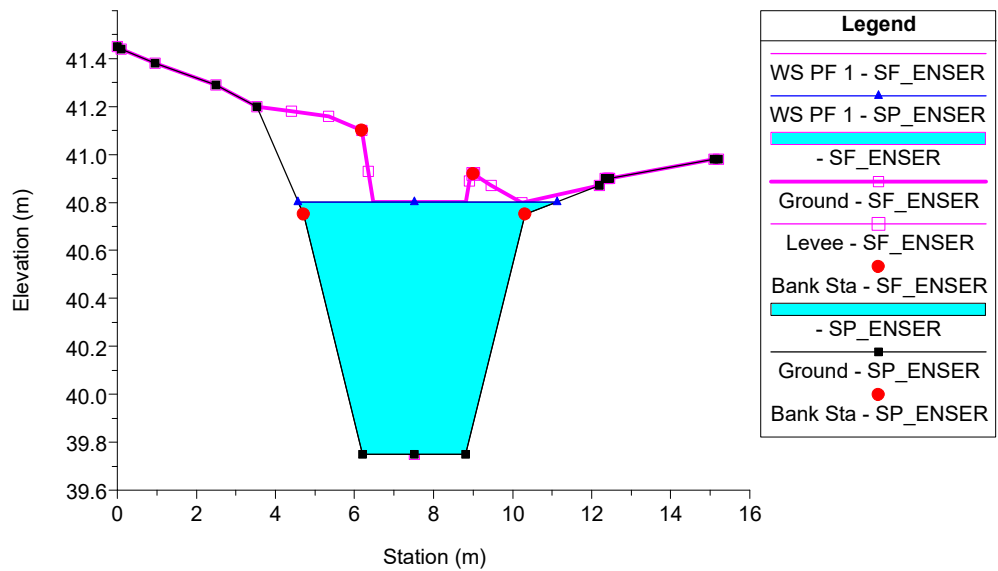
Fosso\_28 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.5 Culv



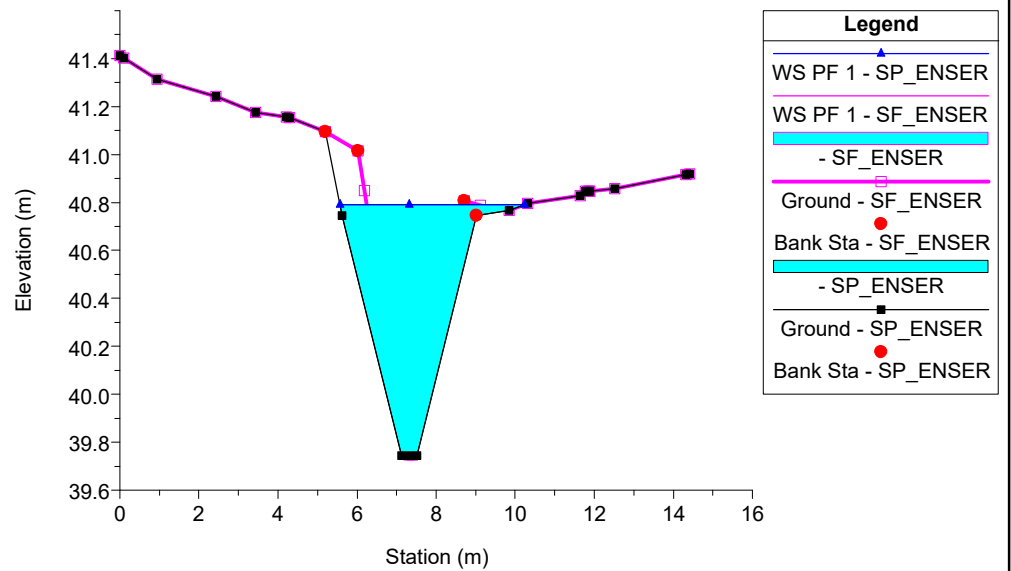
Fosso\_28 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.5 Culv



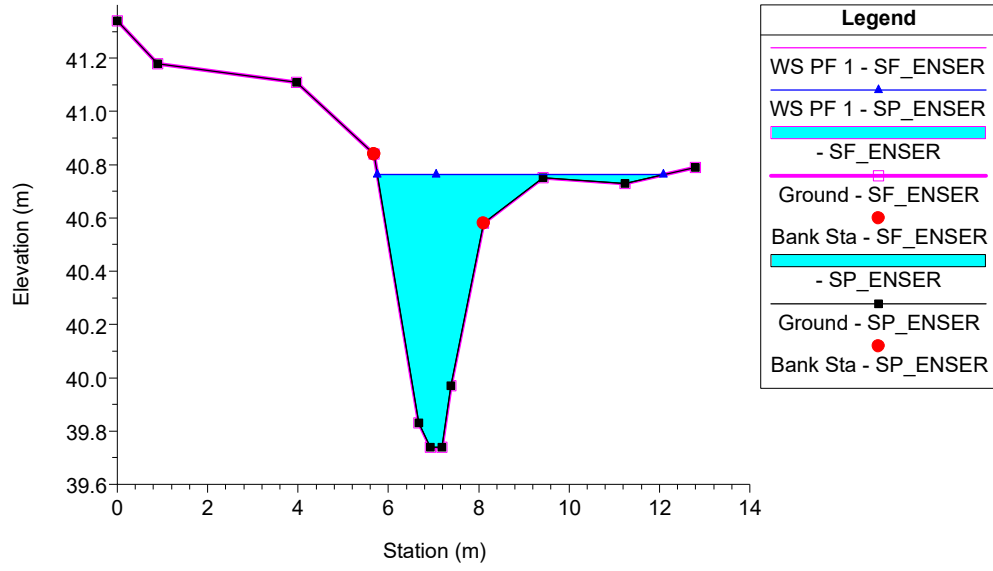
Fosso\_28 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3 SEZIONE 5



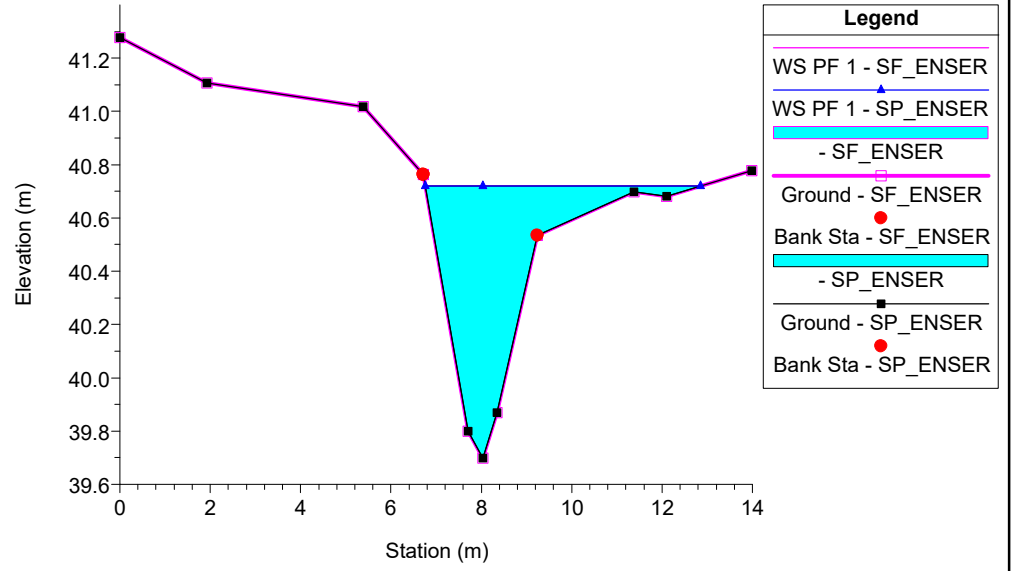
Fosso\_28 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2.5 SEZIONE 6



Fosso\_28 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2 SEZIONE 7



Fosso\_28 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1 SEZIONE 8



## APPENDICE 25

### Scolo Consorziale Ladello: risultati delle simulazioni

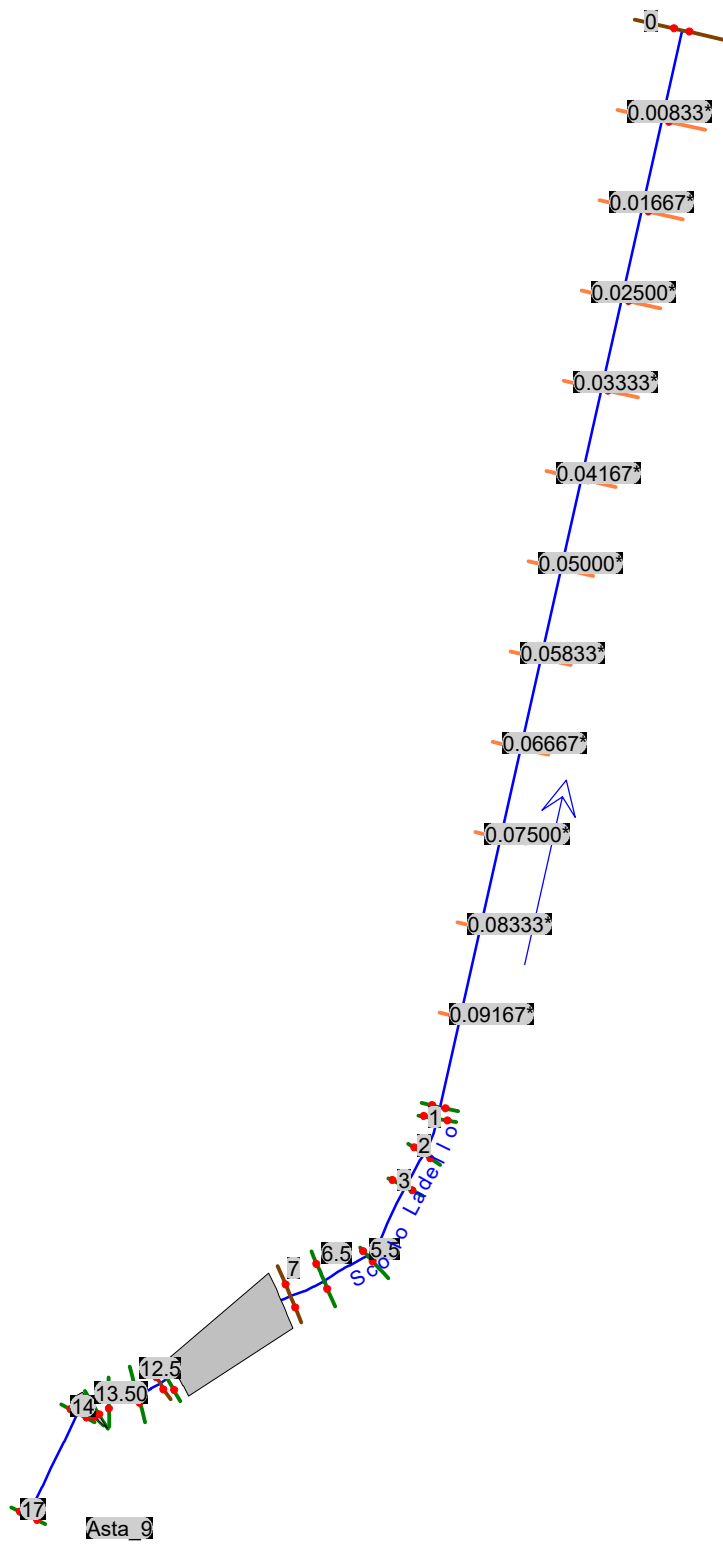


HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Scolo Ladello Reach: Asta\_9 Profile: QMS

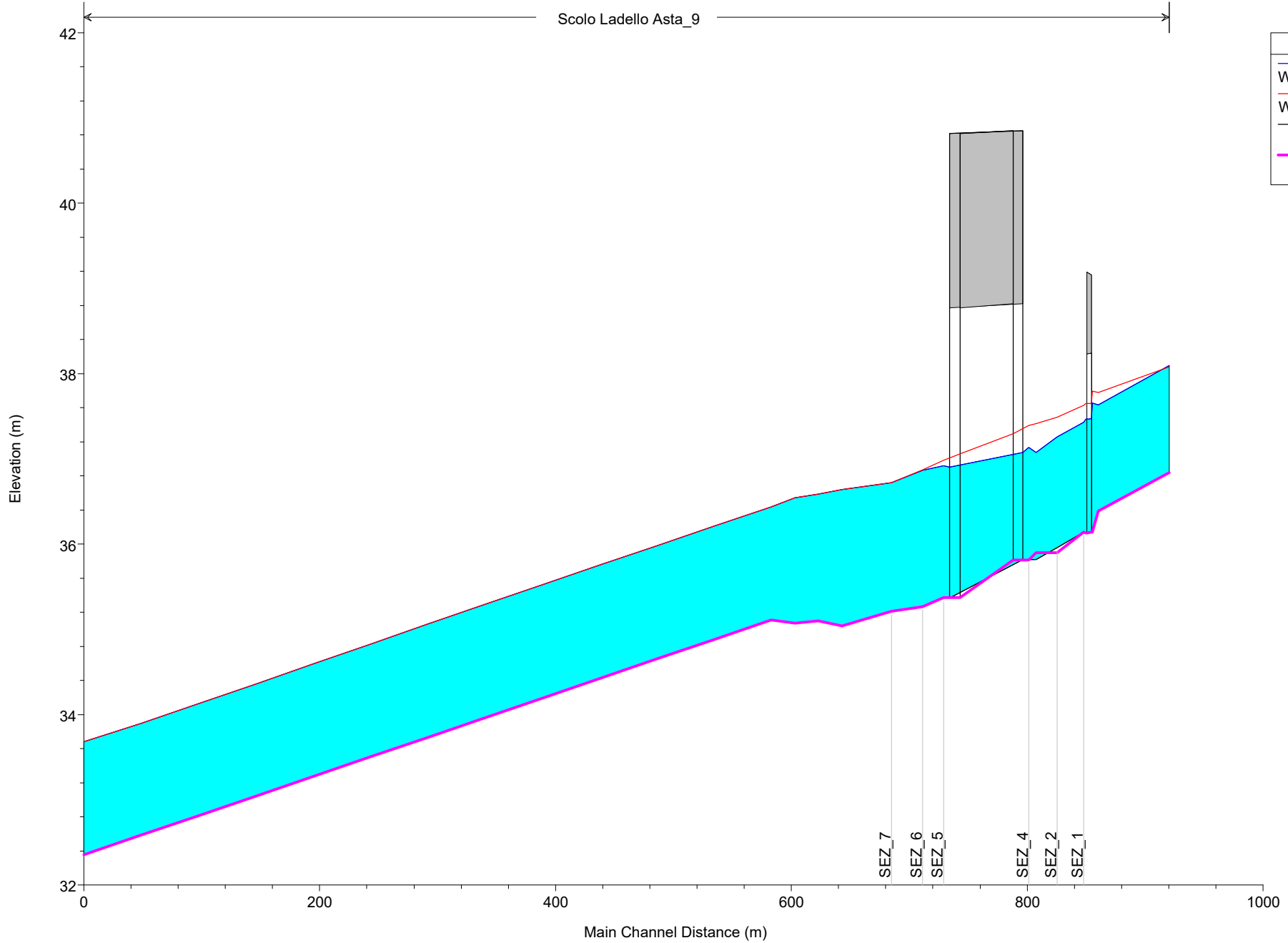
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Asta_9	17	QMS	14.00	36.84	38.94		39.07	0.005873	1.61	8.68	8.35	0.51
Asta_9	14	QMS	14.00	36.39	38.84		38.89	0.001389	1.00	14.77	14.89	0.26
Asta_9	13.75	QMS	14.00	36.14	38.85	37.30	38.88	0.000774	0.81	18.32	16.48	0.19
Asta_9	13.749		Culvert									
Asta_9	13.50	QMS	14.00	36.13	38.39		38.44	0.001451	1.00	14.09	11.87	0.26
Asta_9	13	QMS	14.00	36.14	38.37		38.44	0.002175	1.15	12.25	11.17	0.32
Asta_9	12.5	QMS	14.00	35.90	38.26		38.36	0.004282	1.44	9.75	8.44	0.43
Asta_9	11.30	QMS	14.00	35.90	38.21		38.30	0.002795	1.27	11.10	10.76	0.36
Asta_9	11.25	QMS	14.00	35.81	38.20	37.32	38.28	0.002497	1.23	11.67	11.59	0.34
Asta_9	7.6		Bridge									
Asta_9	7.5	QMS	14.00	35.37	37.58		37.72	0.005953	1.62	8.65	8.91	0.50
Asta_9	6.5	QMS	14.00	35.27	37.46		37.60	0.006650	1.67	8.39	8.79	0.52
Asta_9	5.5	QMS	14.00	35.21	37.32		37.45	0.004953	1.62	9.13	9.69	0.47
Asta_9	3	QMS	14.00	35.04	37.25		37.30	0.001907	1.04	13.64	13.63	0.30
Asta_9	2	QMS	14.00	35.10	37.19		37.26	0.002446	1.18	12.23	13.58	0.34
Asta_9	1	QMS	14.00	35.07	37.16		37.21	0.001881	1.00	14.24	15.12	0.30
Asta_9	0.1	QMS	14.00	35.11	37.02		37.15	0.004756	1.58	9.40	13.16	0.46
Asta_9	0	QMS	14.00	32.35	34.25	33.67	34.36	0.004402	1.51	10.07	16.49	0.45

HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Scolo Ladello Reach: Asta\_9 Profile: Q6

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
Asta_9	17	Q6	6.00	36.84	38.10		38.29	0.016690	1.93	3.11	5.03	0.78
Asta_9	14	Q6	6.00	36.39	37.63		37.72	0.005538	1.32	4.55	5.74	0.47
Asta_9	13.75	Q6	6.00	36.14	37.65	36.85	37.69	0.001714	0.86	6.97	6.64	0.27
Asta_9	13.749		Culvert									
Asta_9	13.50	Q6	6.00	36.13	37.47		37.51	0.002264	0.94	6.39	6.81	0.31
Asta_9	13	Q6	6.00	36.14	37.43		37.50	0.004655	1.22	4.91	6.09	0.44
Asta_9	12.5	Q6	6.00	35.96	37.26		37.37	0.007400	1.48	4.07	5.27	0.54
Asta_9	11.30	Q6	6.00	35.82	37.08		37.21	0.009971	1.65	3.64	4.93	0.61
Asta_9	11.25	Q6	6.00	35.82	37.13	36.39	37.16	0.001365	0.76	7.85	7.96	0.25
Asta_9	8		Bridge									
Asta_9	7	Q6	6.00	35.37	36.92		36.94	0.000739	0.61	9.79	8.64	0.18
Asta_9	6.5	Q6	6.00	35.27	36.86		36.91	0.002573	0.98	6.11	6.67	0.33
Asta_9	5.5	Q6	6.00	35.21	36.72		36.81	0.005619	1.32	4.55	5.64	0.47
Asta_9	3	Q6	6.00	35.04	36.64		36.67	0.001789	0.81	7.38	8.46	0.28
Asta_9	2	Q6	6.00	35.10	36.59		36.63	0.002453	0.93	6.47	7.64	0.32
Asta_9	1	Q6	6.00	35.07	36.55		36.58	0.002169	0.84	7.13	9.12	0.30
Asta_9	0.1	Q6	6.00	35.11	36.44		36.52	0.004681	1.24	4.83	5.75	0.43
Asta_9	0	Q6	6.00	32.35	33.68	33.21	33.75	0.004400	1.20	5.01	6.12	0.42

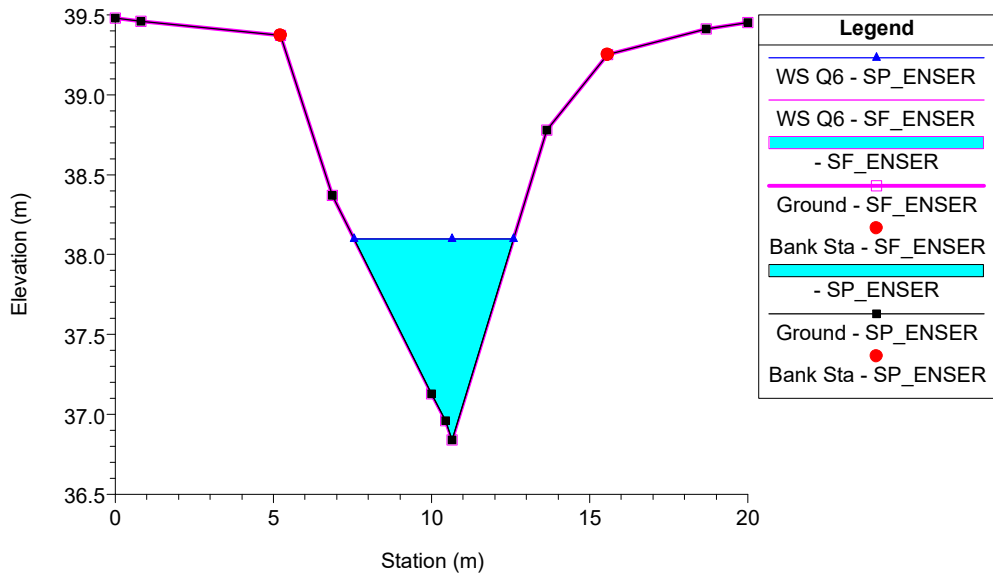


Scolo Ladello Asta\_9

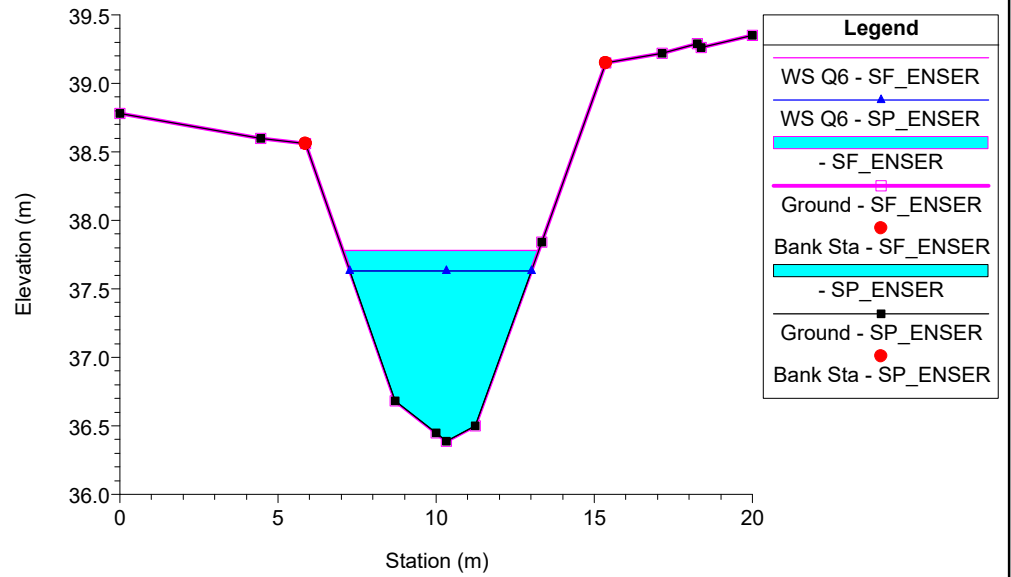


Legend	
WS Q6 - SP_ENSER	(Blue line)
WS Q6 - SF_ENSER	(Red line)
Ground	(Cyan shaded area)
Ground	(Magenta line)

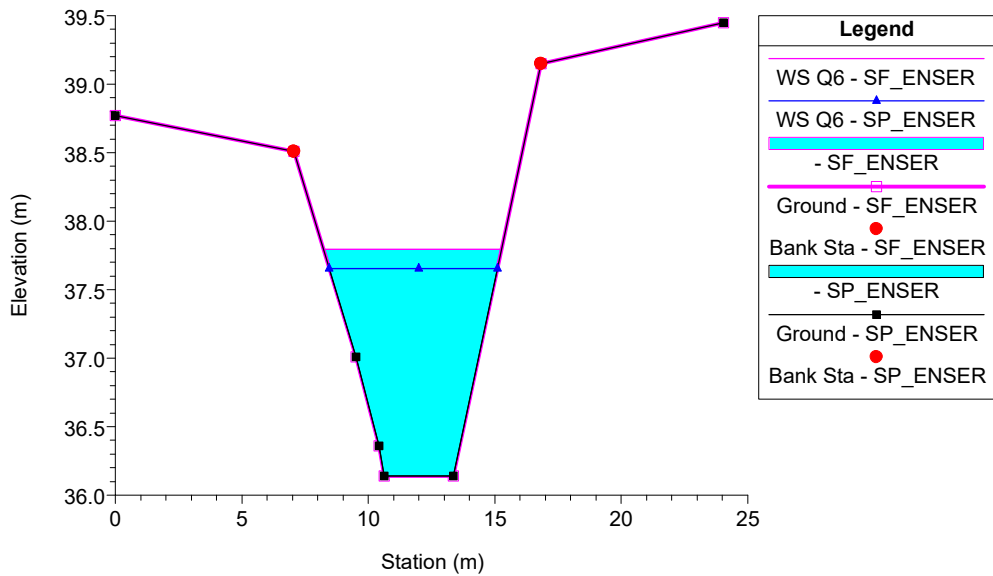
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 17



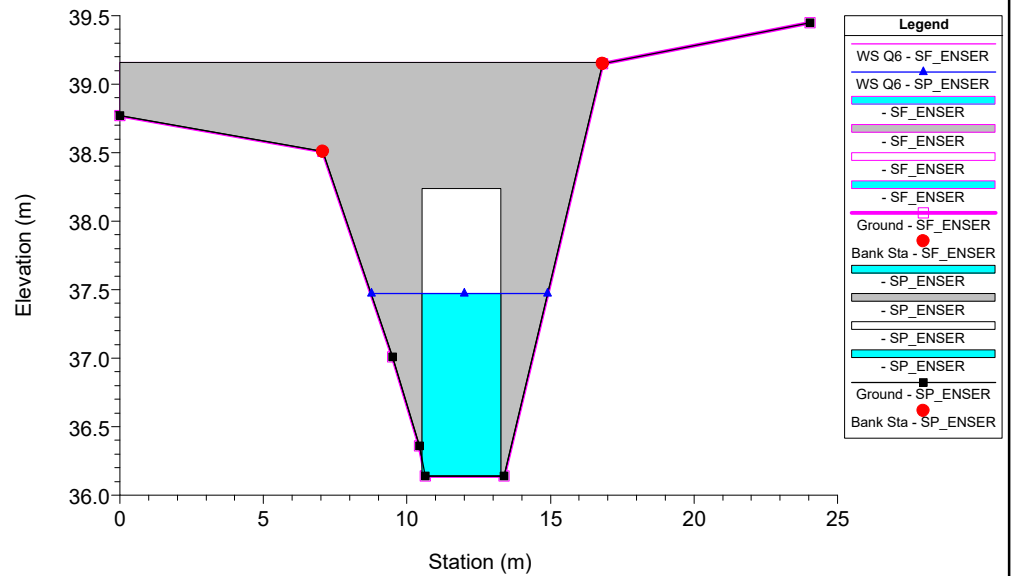
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 14



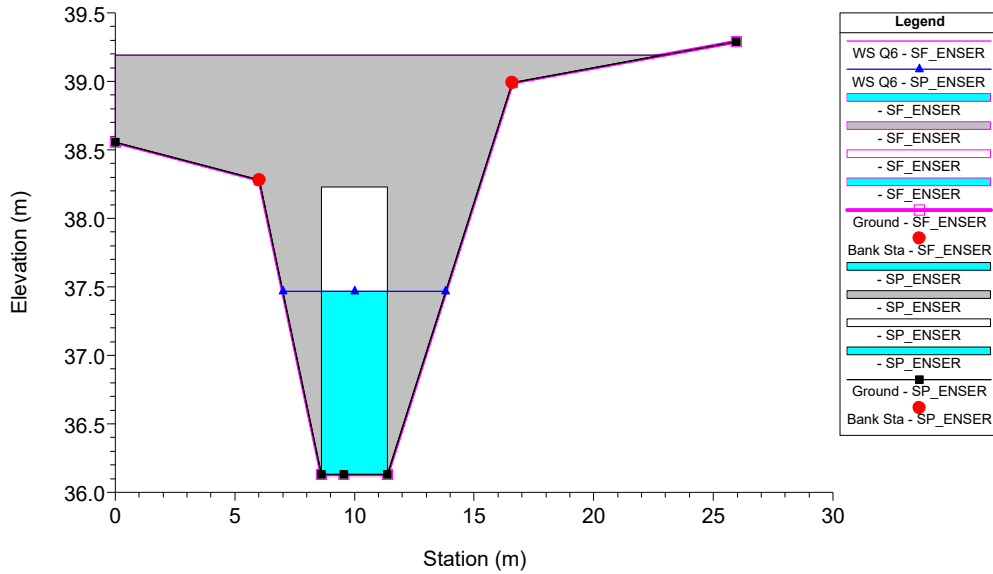
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 13.75



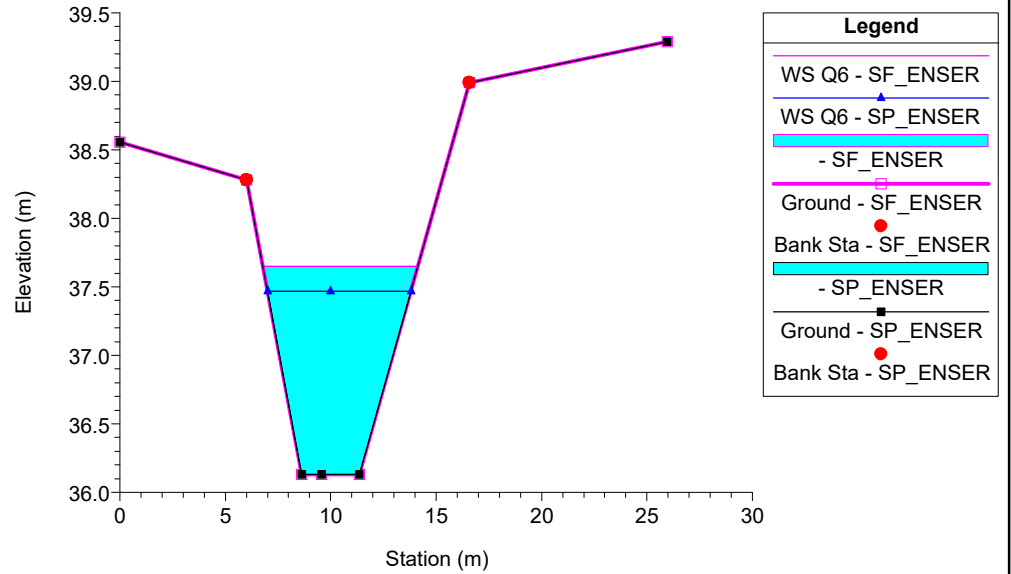
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 13.749 Culv Ponticello Monte



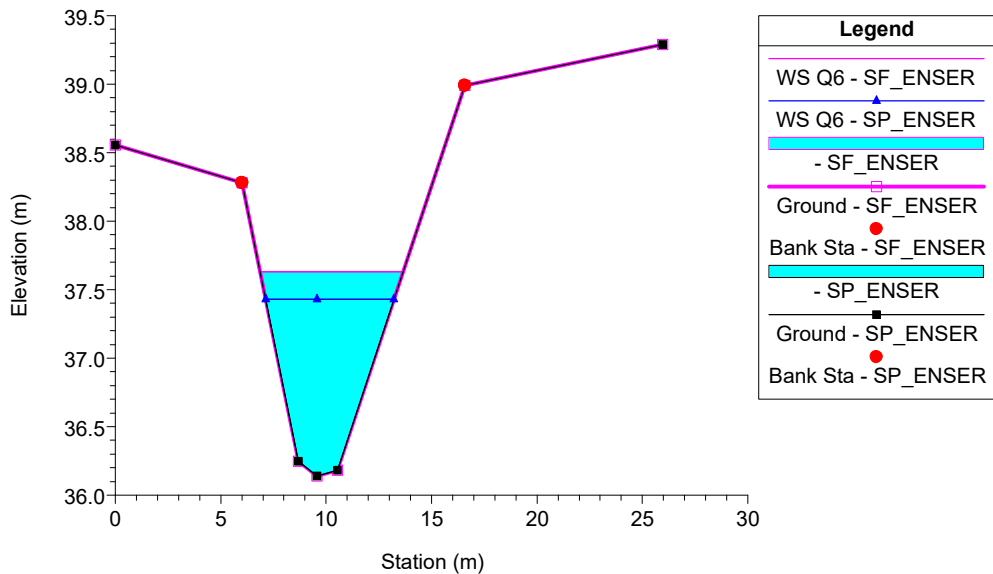
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 13.749 Culv Ponticello Monte



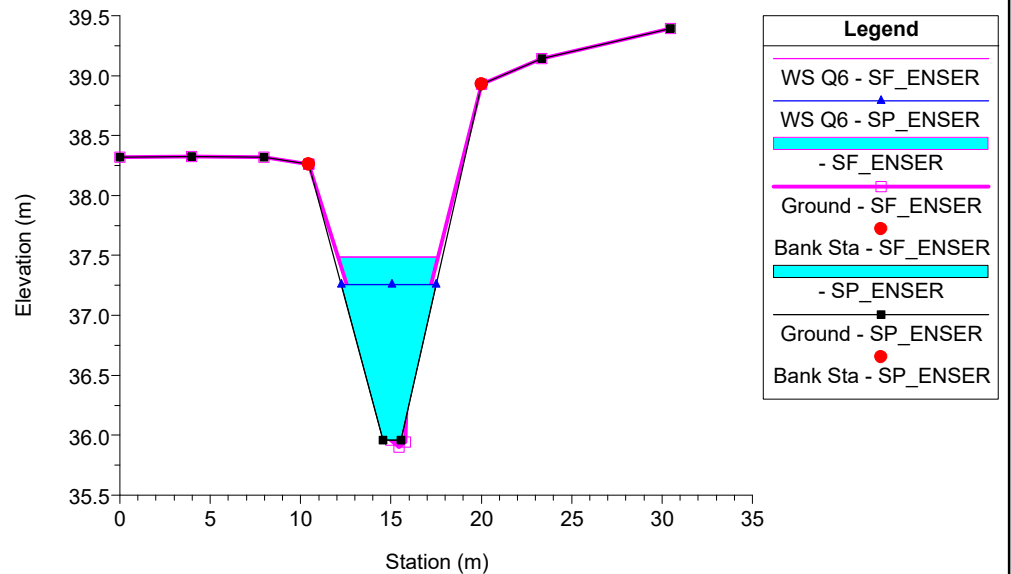
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 13.50



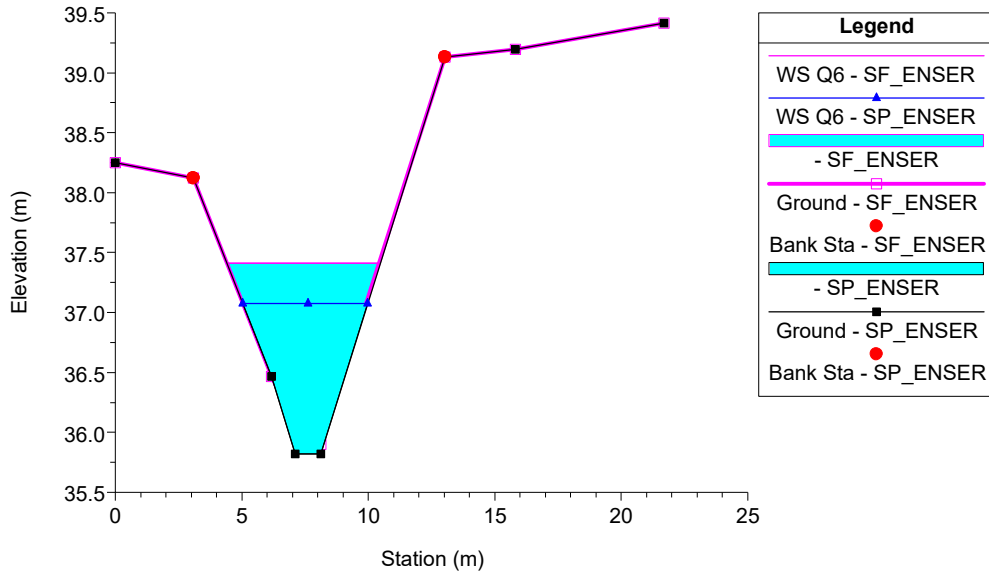
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 13 SEZ\_1



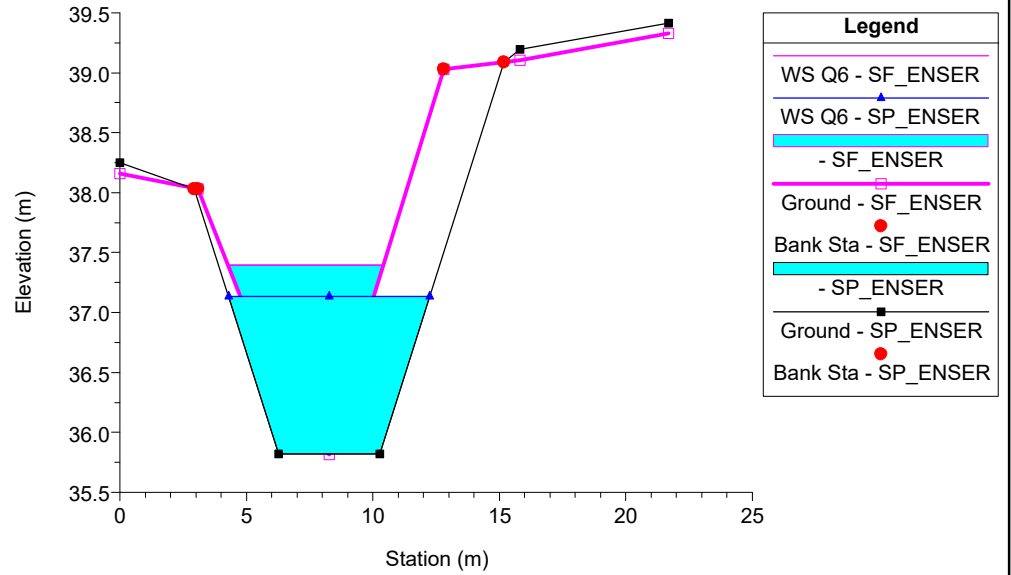
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 12.5 SEZ\_2



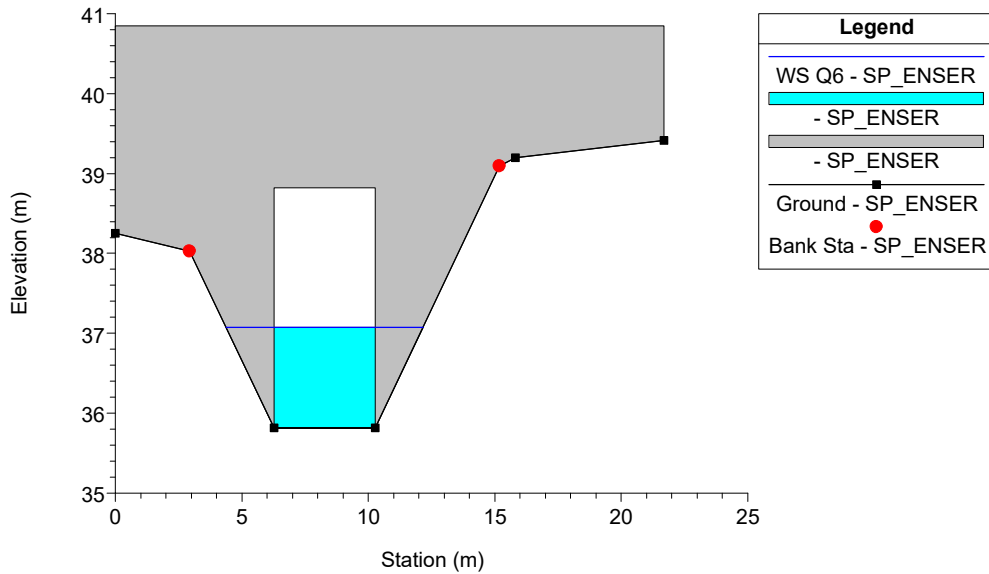
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 11.30 SEZ\_3



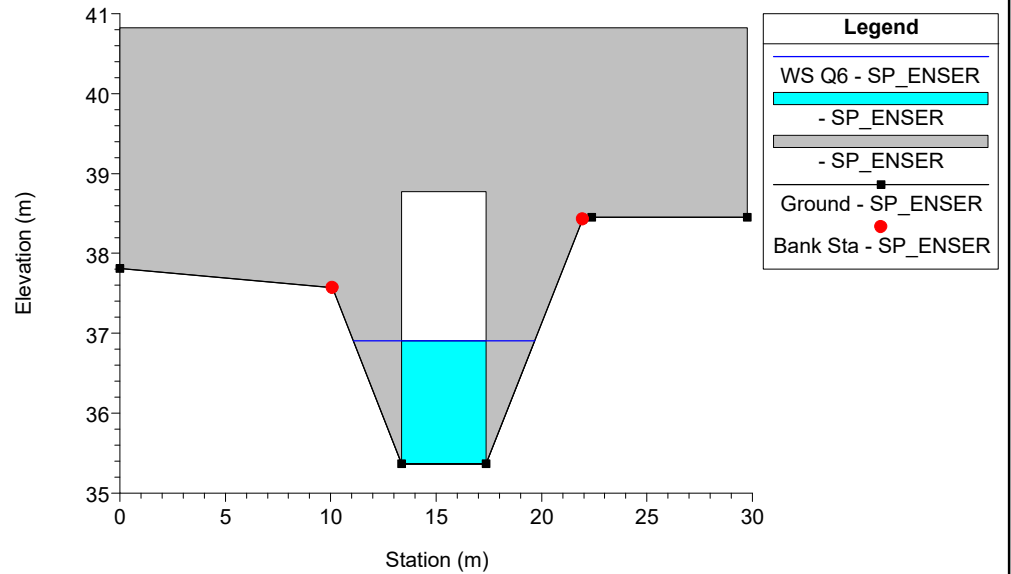
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 11.25 SEZ\_4



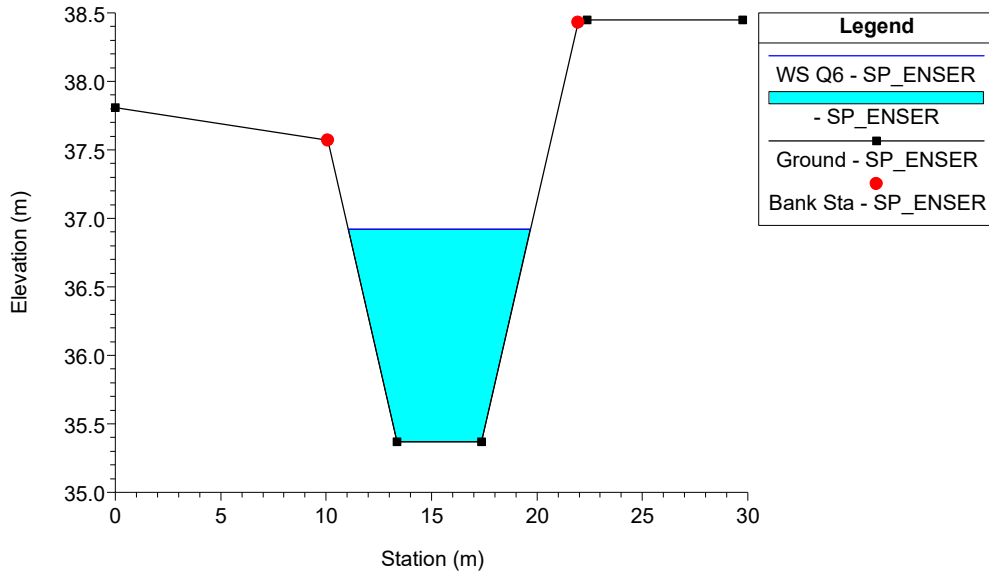
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8 BR



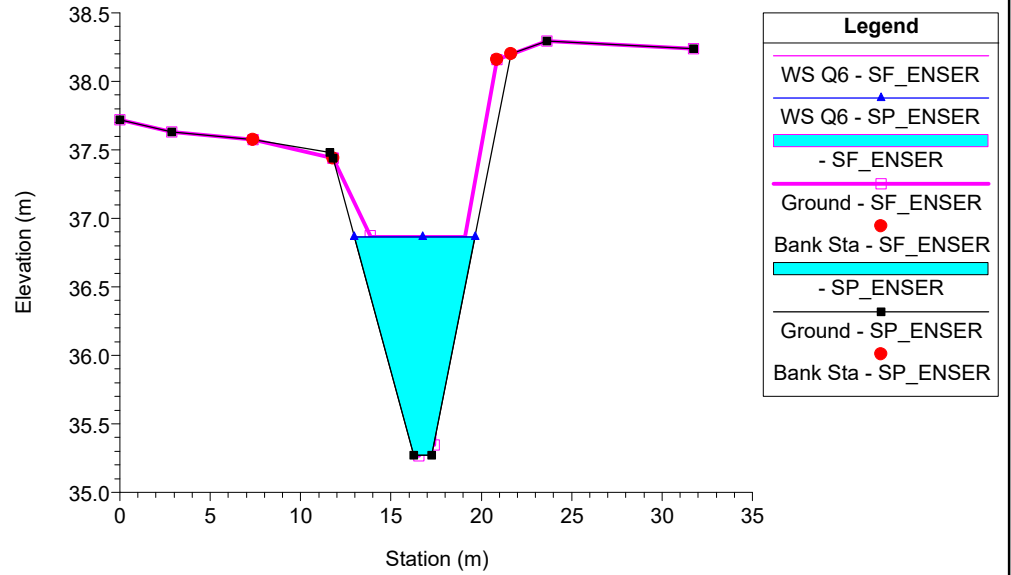
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8 BR



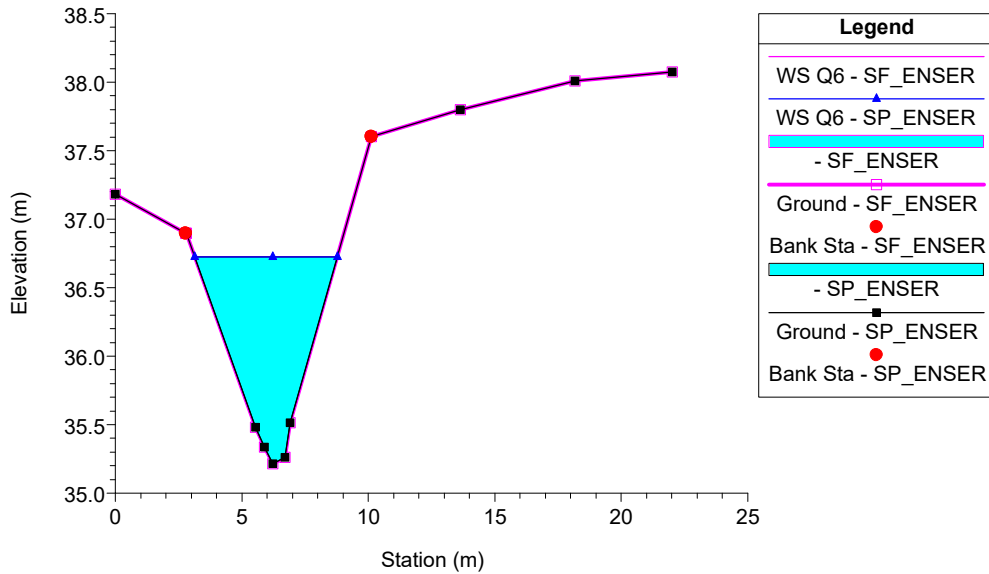
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7 SEZ\_5



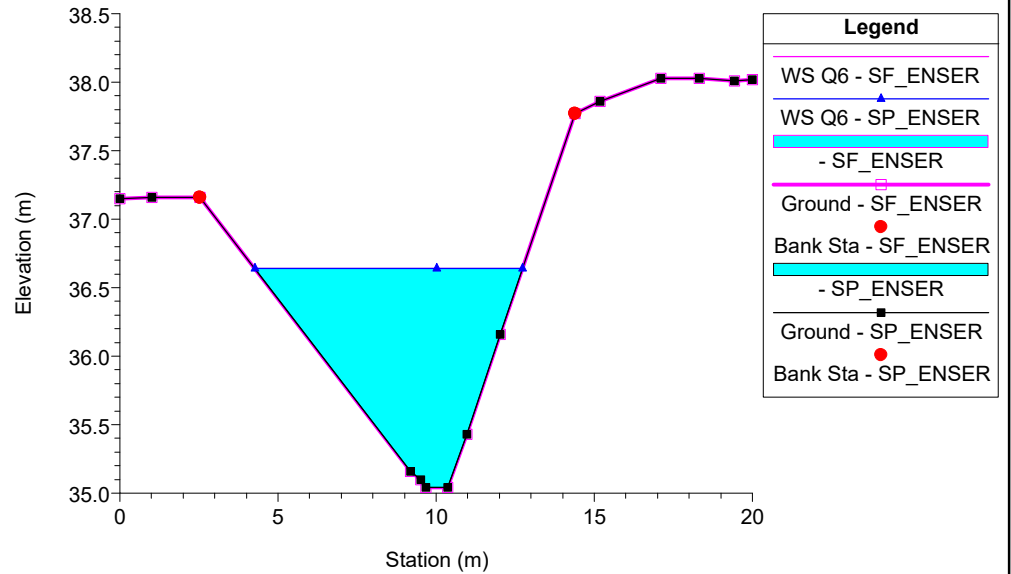
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6.5 SEZ\_6



135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.5 SEZ\_7

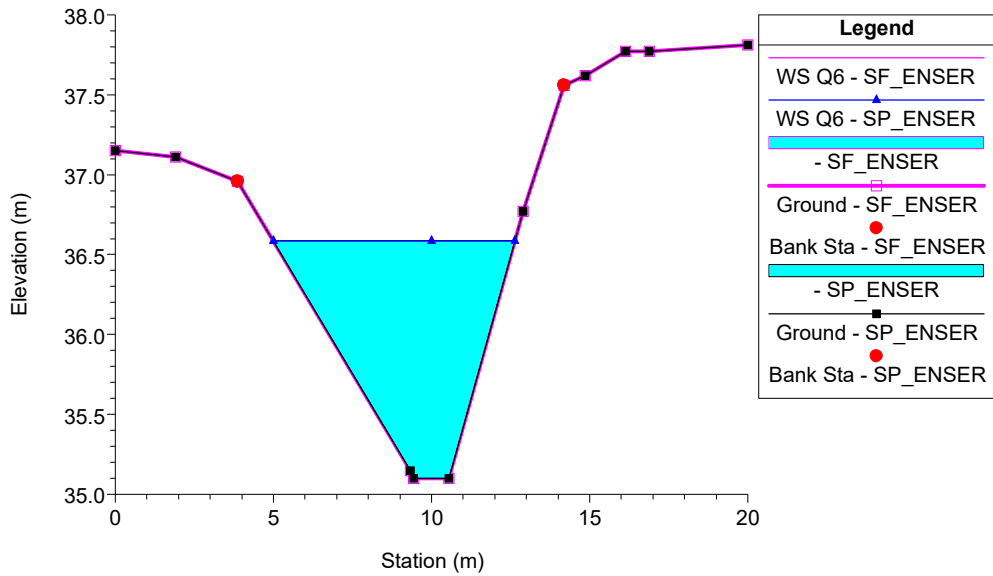


135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3

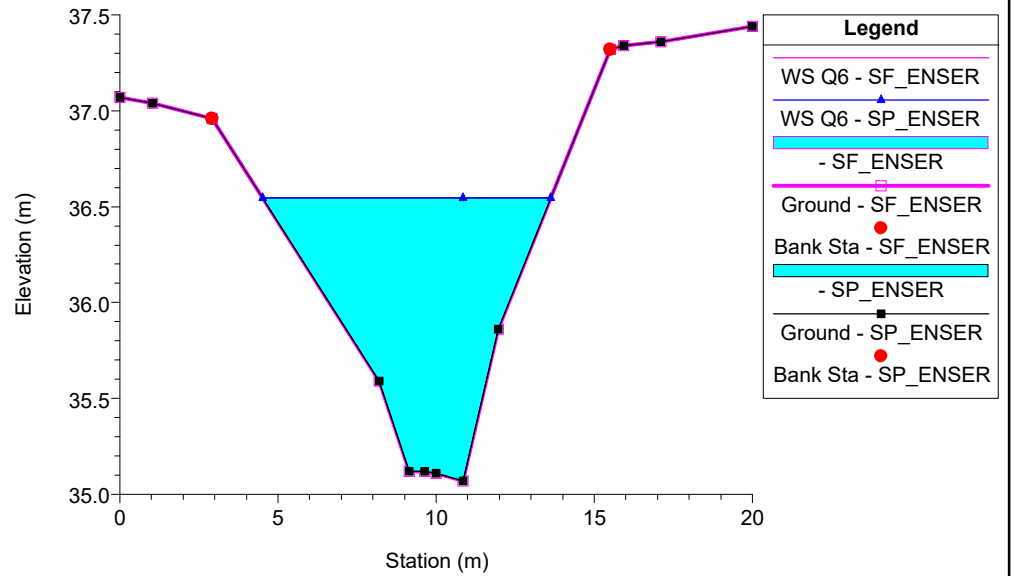




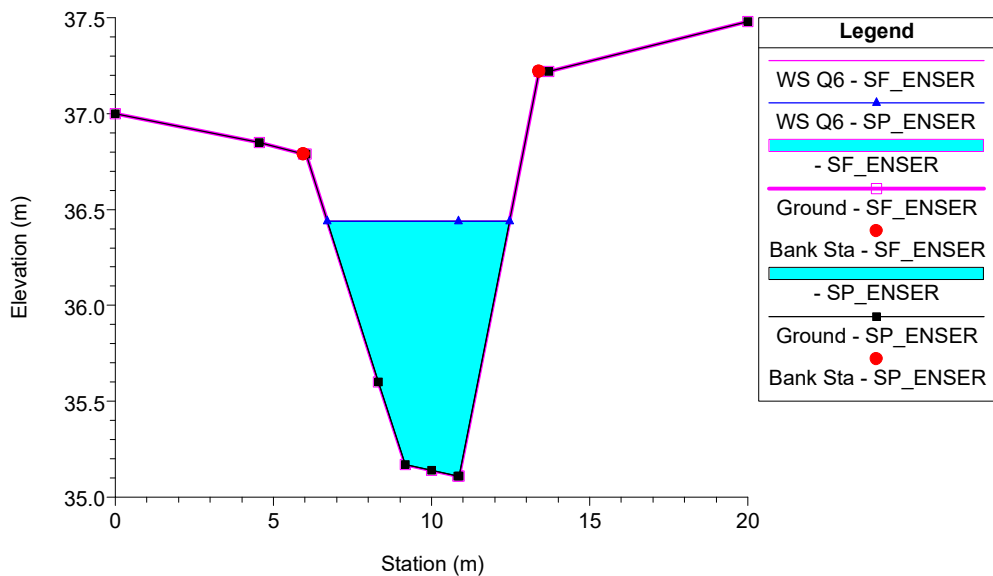
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2



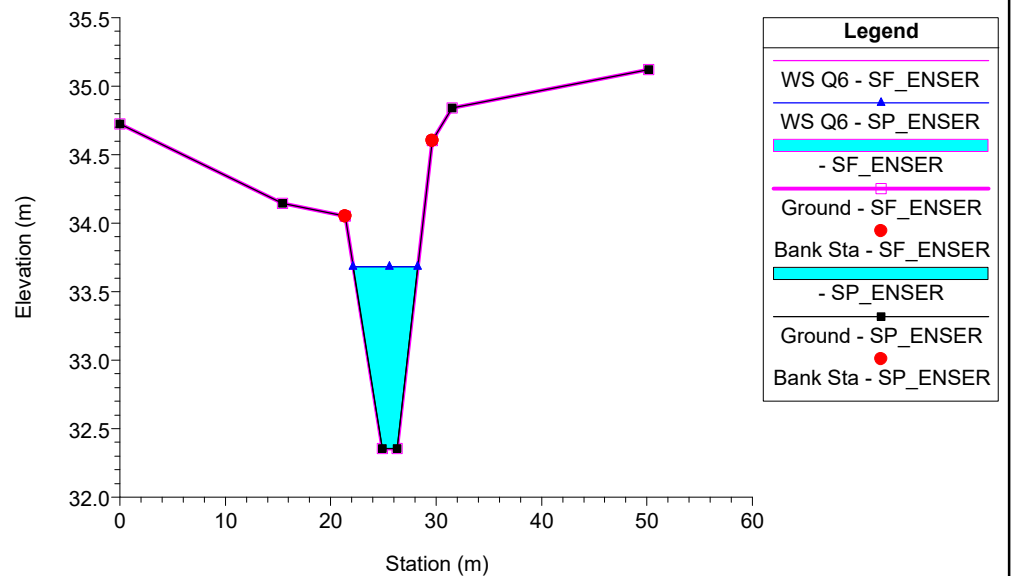
135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1



135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 0.1



135.T.B\_Scolo Ladello Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 0 SEZ\_M13\_VALLE PROGETTO DEFINITIVO



## APPENDICE 26

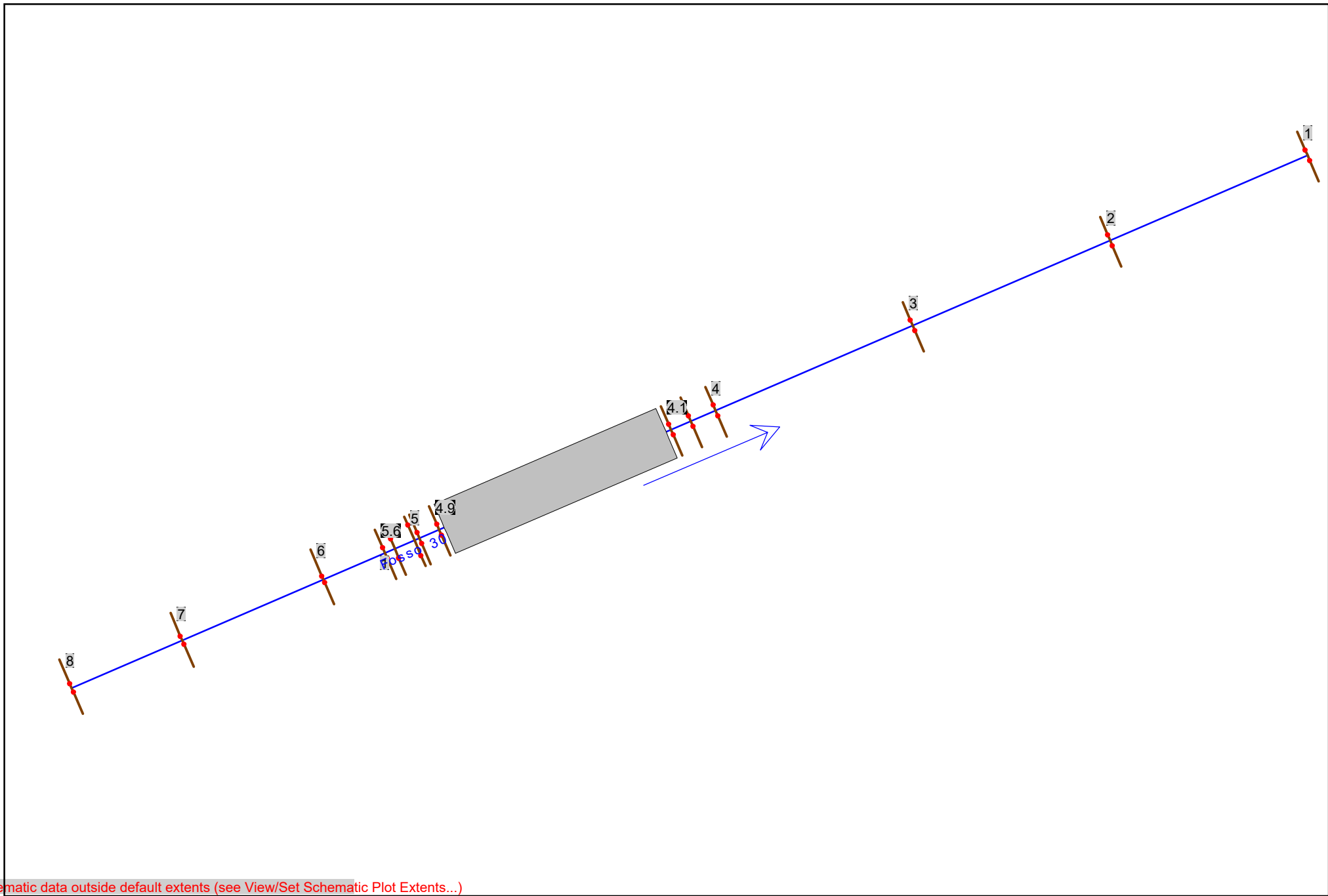
### Fosso 30: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Fosso 30 Reach: 1 Profile: QMS

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
1	8	QMS	0.80	38.82	39.56		39.57	0.001400	0.48	2.31	8.85	0.20
1	7	QMS	0.80	38.80	39.52		39.53	0.002551	0.61	1.76	7.26	0.27
1	6	QMS	0.80	38.68	39.25	39.25	39.35	0.030354	1.48	0.64	3.62	0.80
1	5	QMS	0.80	37.93	38.38	38.38	38.50	0.044176	1.56	0.51	2.21	1.00
1	4.9	QMS	0.80	37.90	38.40	38.15	38.43	0.005892	0.77	1.05	2.40	0.35
1	4.5		Culvert									
1	4.1	QMS	0.80	37.90	38.31		38.36	0.011043	0.94	0.85	2.14	0.48
1	4	QMS	0.80	37.61	38.25		38.28	0.005674	0.81	1.10	3.98	0.39
1	3	QMS	0.80	37.38	38.02		38.05	0.005828	0.81	1.09	3.95	0.40
1	2	QMS	0.80	37.15	37.79		37.82	0.005685	0.81	1.10	3.97	0.39
1	1	QMS	0.80	36.92	37.56	37.37	37.59	0.005801	0.81	1.09	3.96	0.40

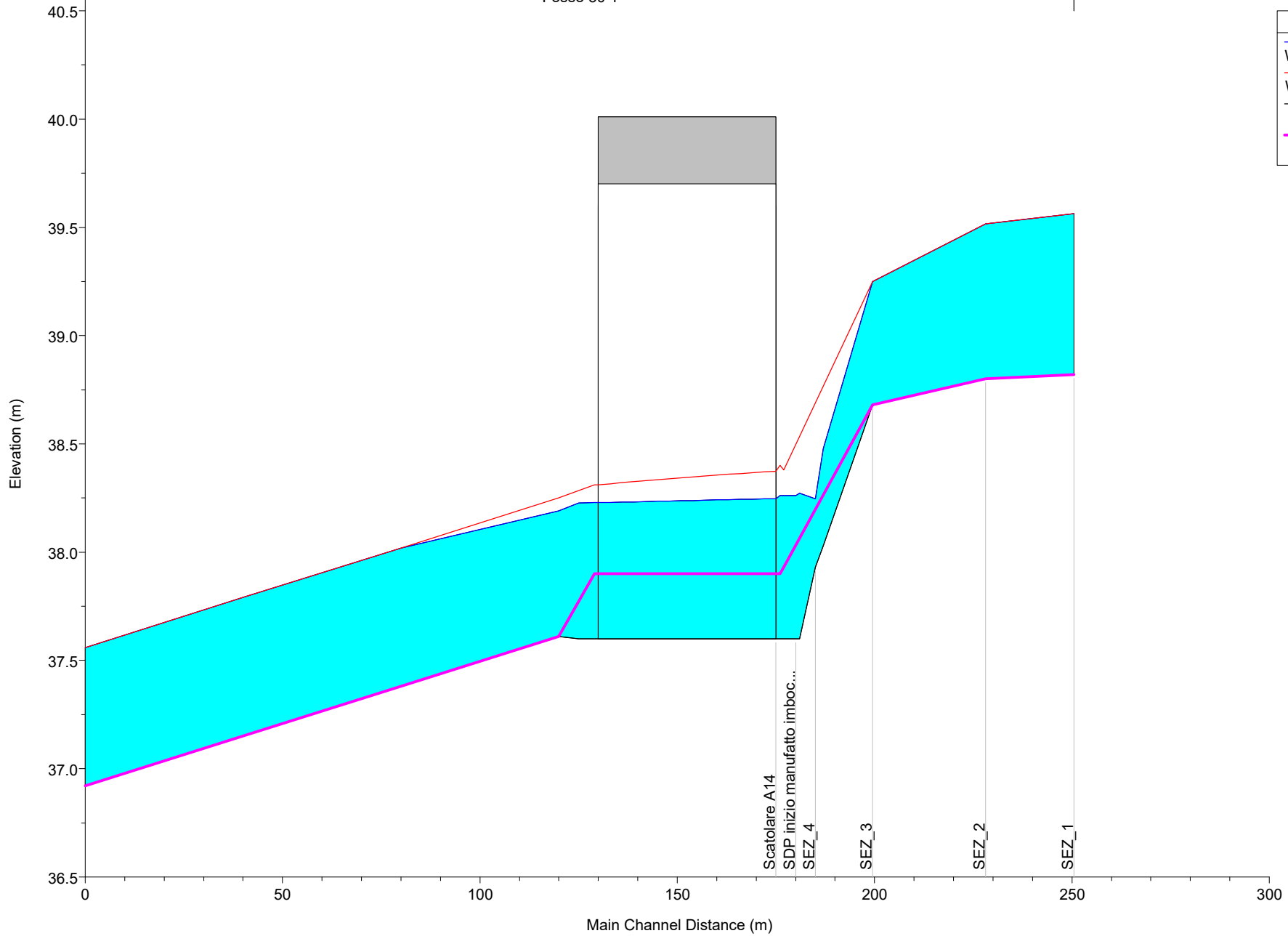
HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Fosso 30 Reach: 1 Profile: QMS

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
1	8	QMS	0.80	38.82	39.56		39.57	0.001400	0.48	2.31	8.85	0.20
1	7	QMS	0.80	38.80	39.52		39.53	0.002551	0.61	1.76	7.26	0.27
1	6	QMS	0.80	38.68	39.25	39.25	39.35	0.030354	1.48	0.64	3.62	0.80
1	5.6	QMS	0.80	38.03	38.48	38.48	38.60	0.044179	1.56	0.51	2.21	1.00
1	5.5	QMS	0.80	37.93	38.25		38.30	0.005991	1.02	0.78	2.95	0.63
1	5	QMS	0.80	37.60	38.27		38.28	0.000398	0.39	2.03	4.02	0.18
1	4.95	QMS	0.80	37.60	38.26		38.28	0.000329	0.59	1.36	2.11	0.23
1	4.9	QMS	0.80	37.60	38.26	37.85	38.28	0.000323	0.58	1.37	2.14	0.23
1	4.5		Culvert									
1	4.1	QMS	0.80	37.60	38.23		38.25	0.000375	0.62	1.30	2.13	0.25
1	4.05	QMS	0.80	37.60	38.23		38.25	0.000377	0.62	1.30	2.14	0.25
1	4	QMS	0.80	37.61	38.19		38.24	0.003754	0.99	0.87	3.38	0.52
1	3	QMS	0.80	37.38	38.02		38.05	0.005828	0.81	1.09	3.95	0.40
1	2	QMS	0.80	37.15	37.79		37.82	0.005685	0.81	1.10	3.97	0.39
1	1	QMS	0.80	36.92	37.56	37.37	37.59	0.005801	0.81	1.09	3.96	0.40



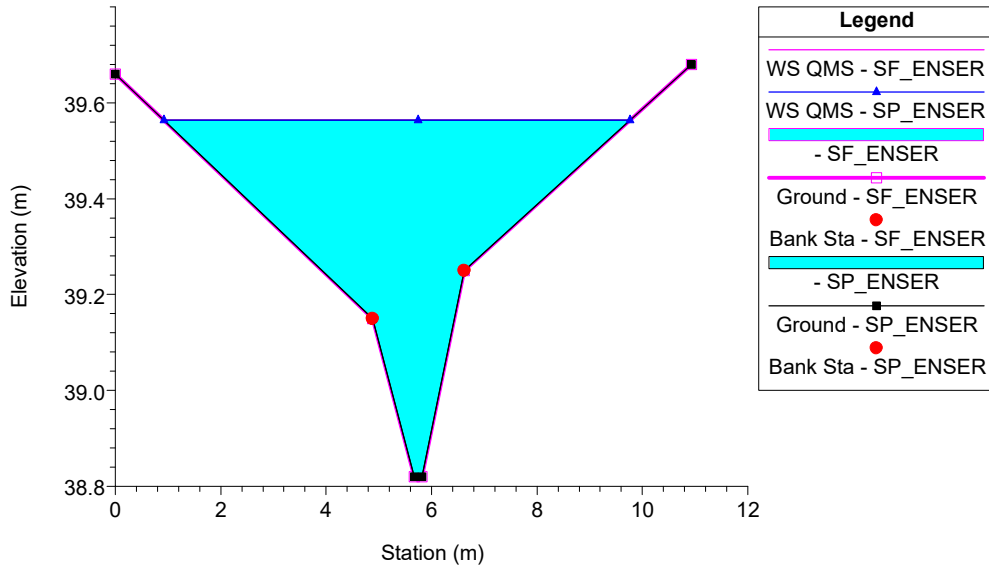
Some schematic data outside default extents (see View/Set Schematic Plot Extents...)

Fosso 30 1

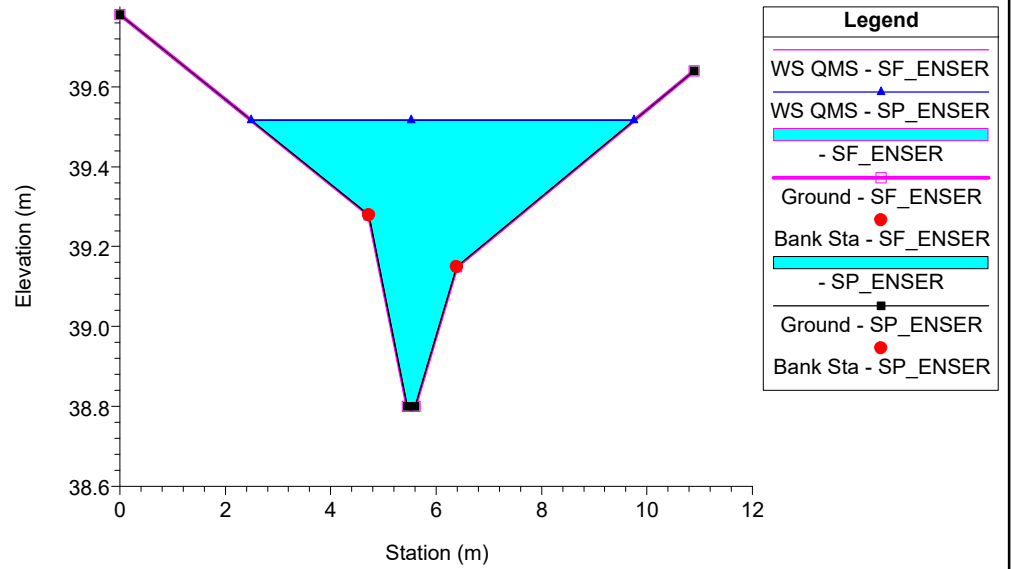


Legend	
	WS QMS - SP_ENSER
	WS QMS - SF_ENSER
	Ground
	Ground

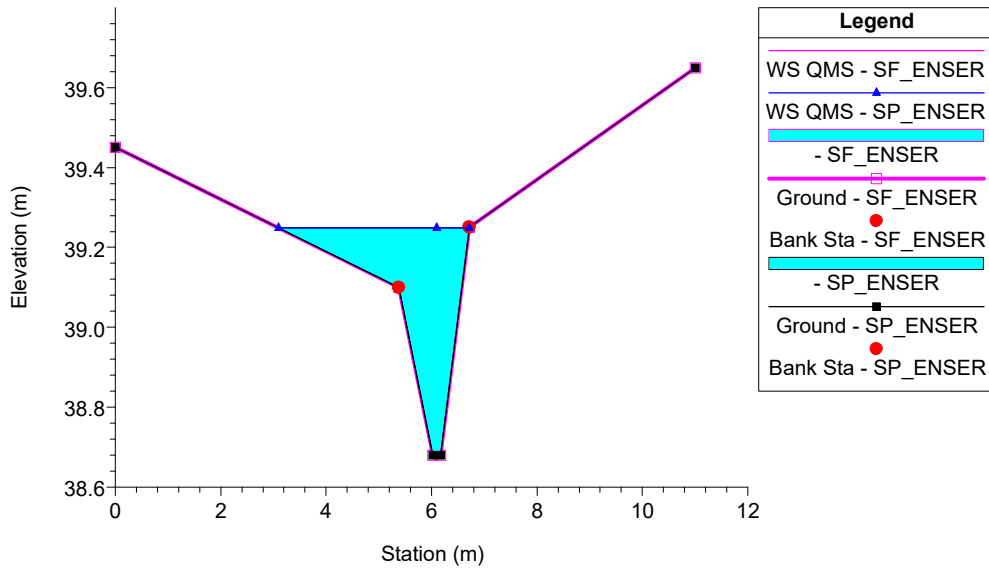
138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8 SEZ\_1



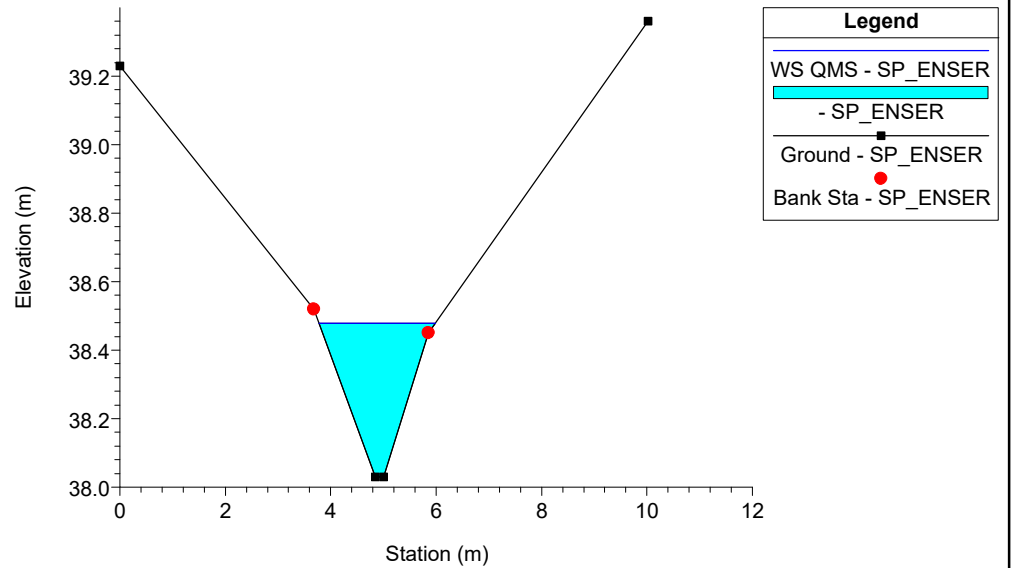
138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7 SEZ\_2



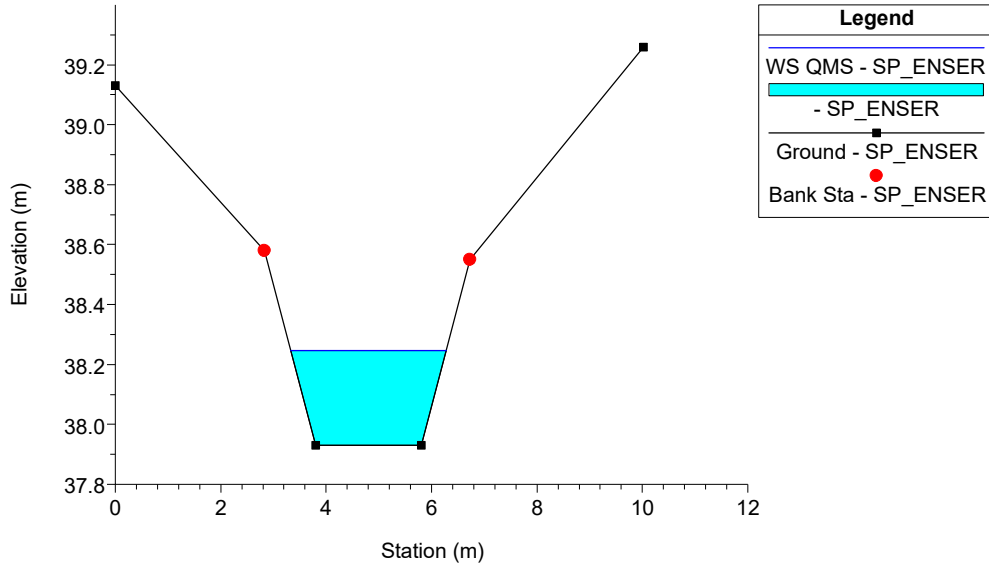
138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6 SEZ\_3



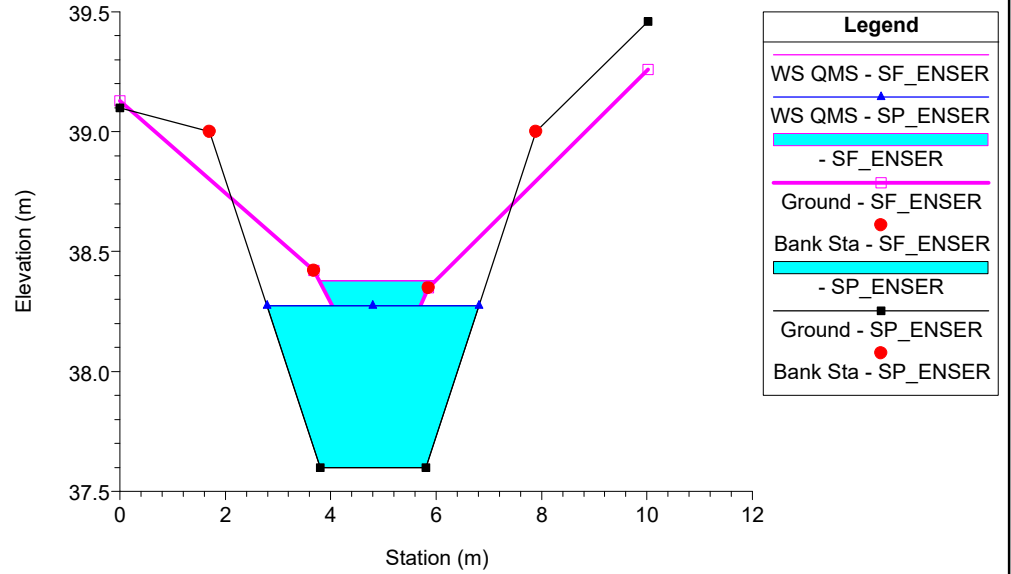
138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.6



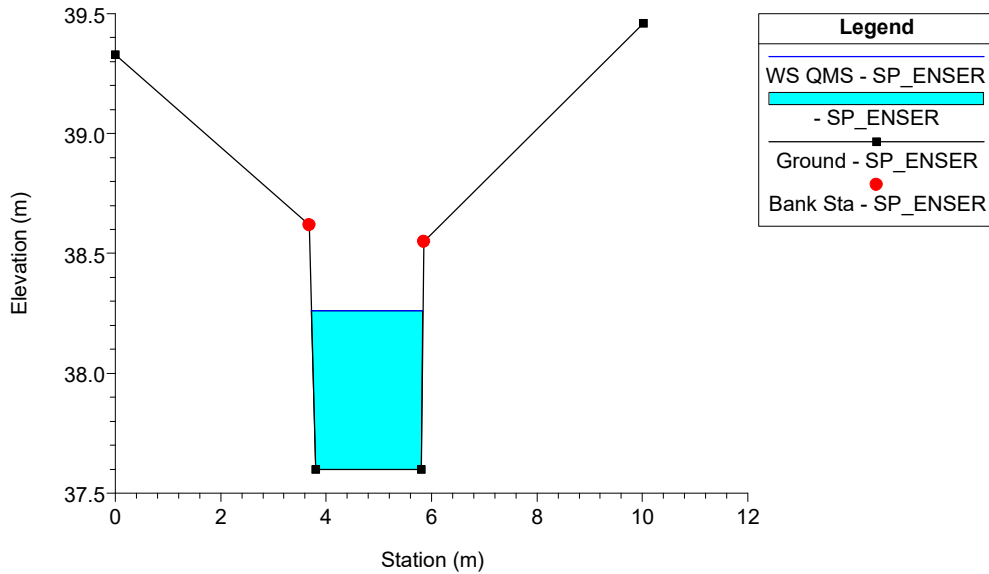
138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.5 SEZ\_4



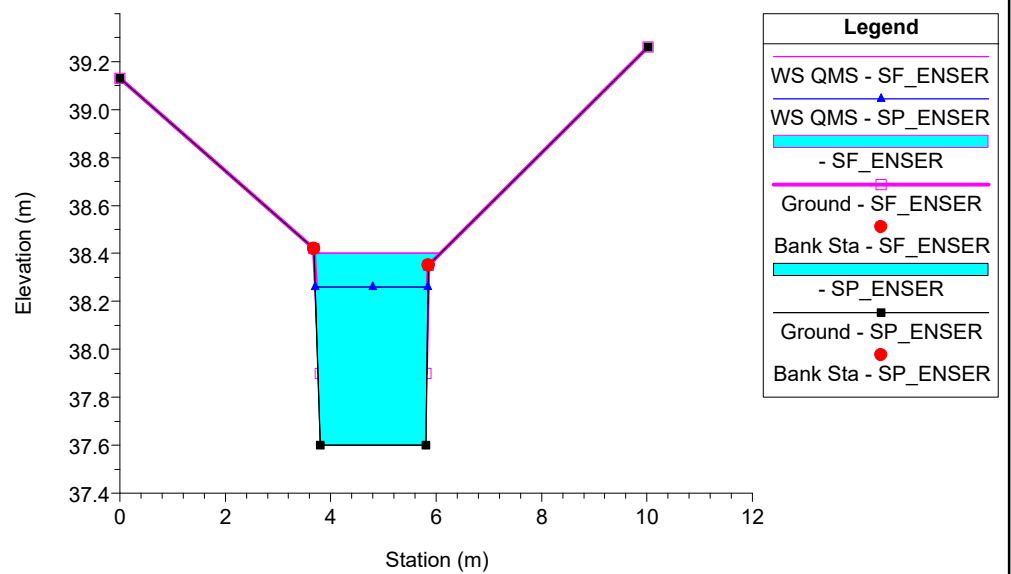
138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5 SEZ\_4



138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4.95 SDP inizio manufatto imbocco in cls

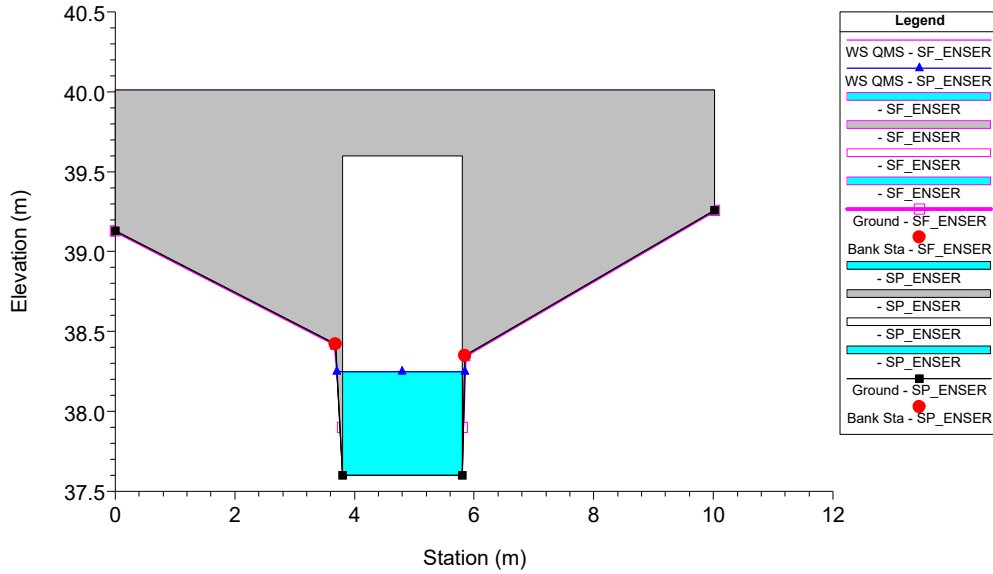


138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4.9 SDP fine manufatto imbocco in cls

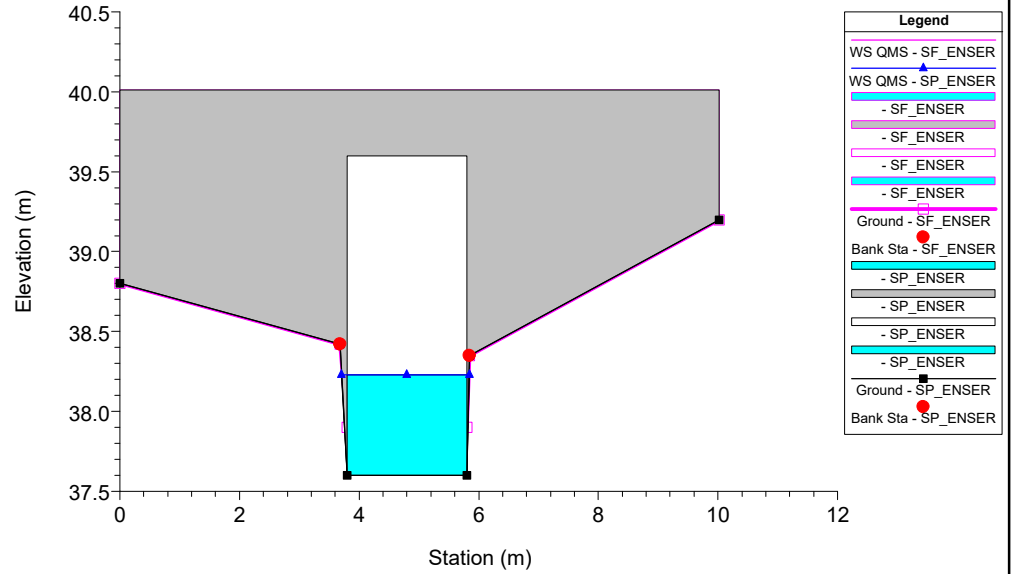




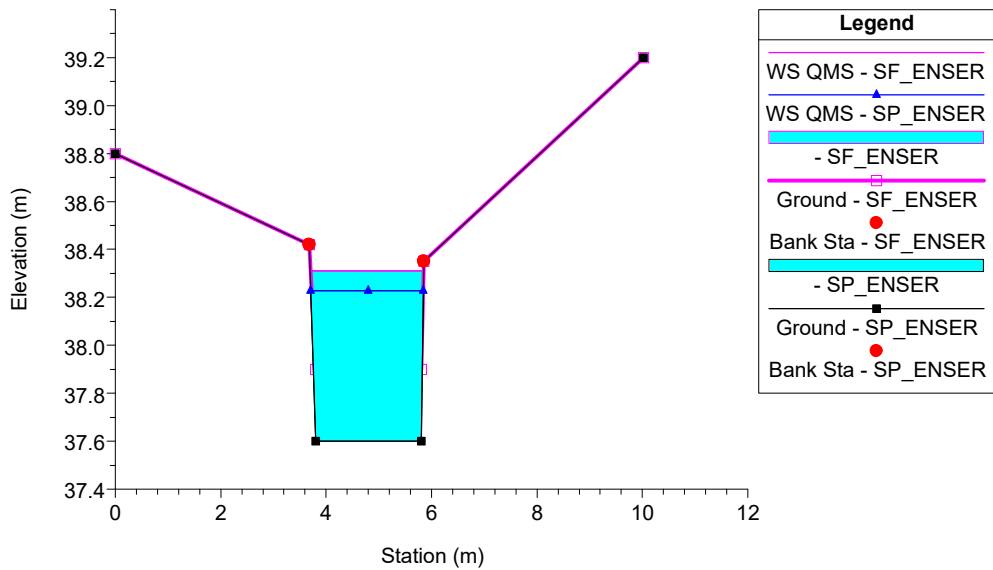
138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4.5 Culv Scatolare A14



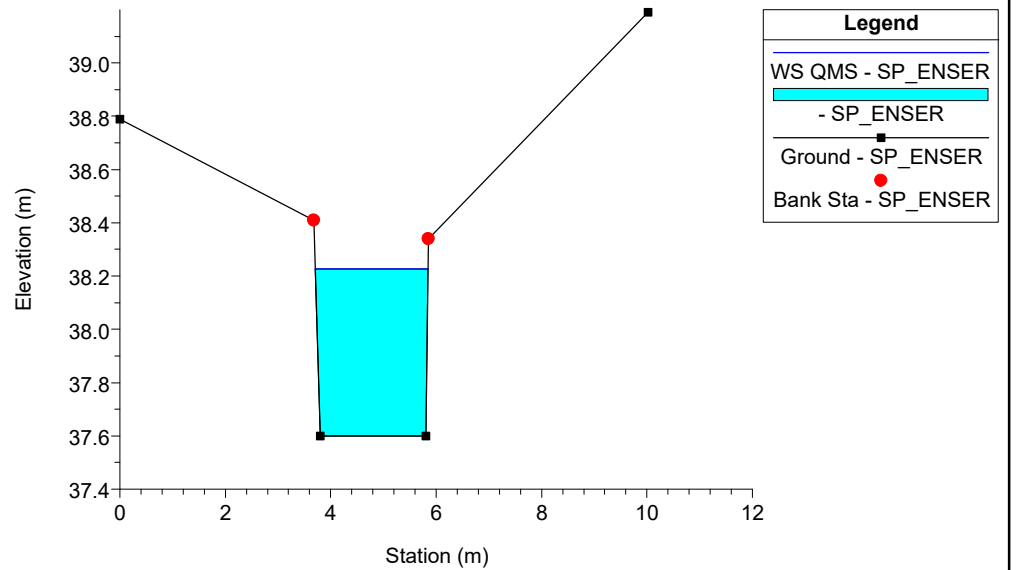
138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4.5 Culv Scatolare A14



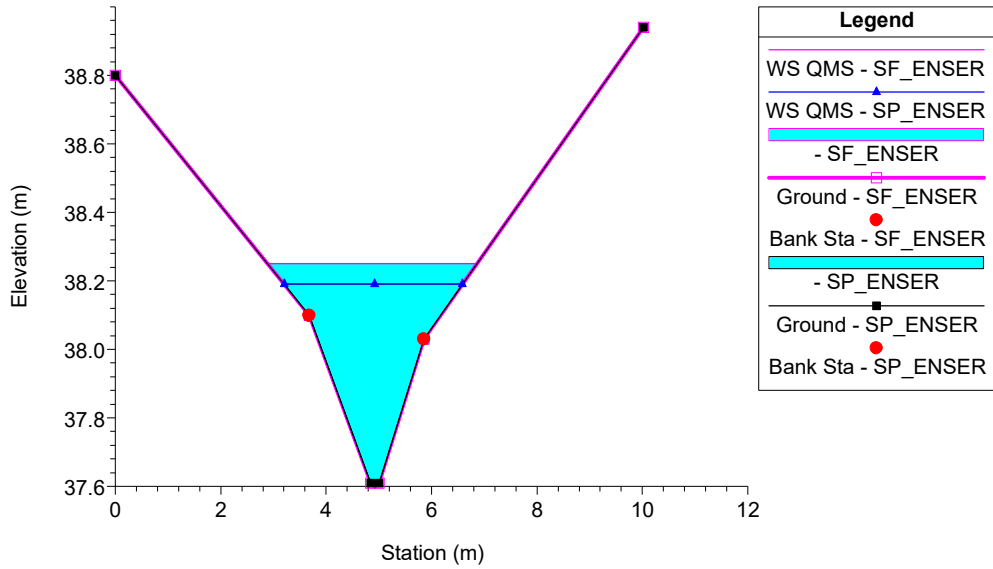
138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4.1



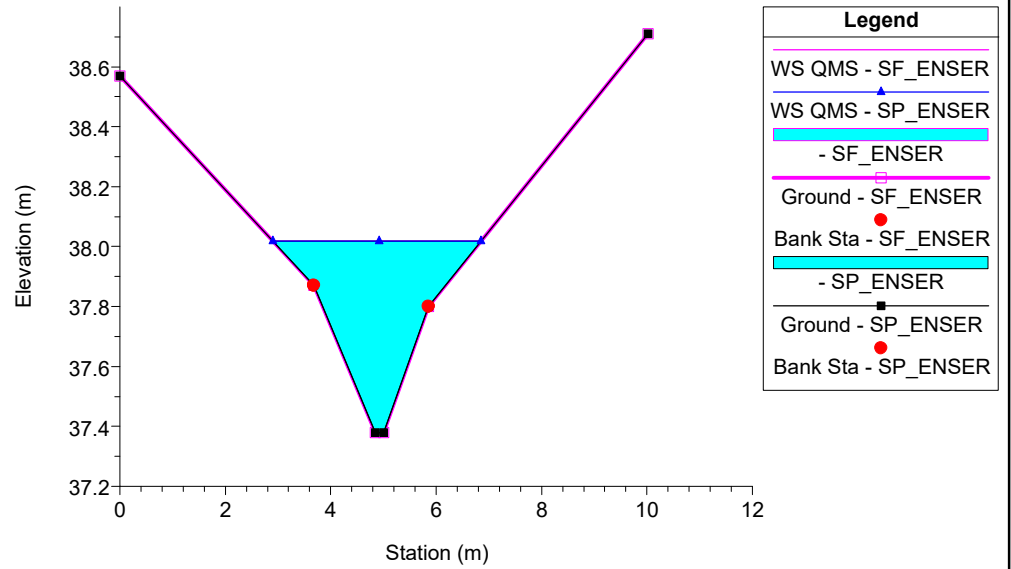
138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4.05



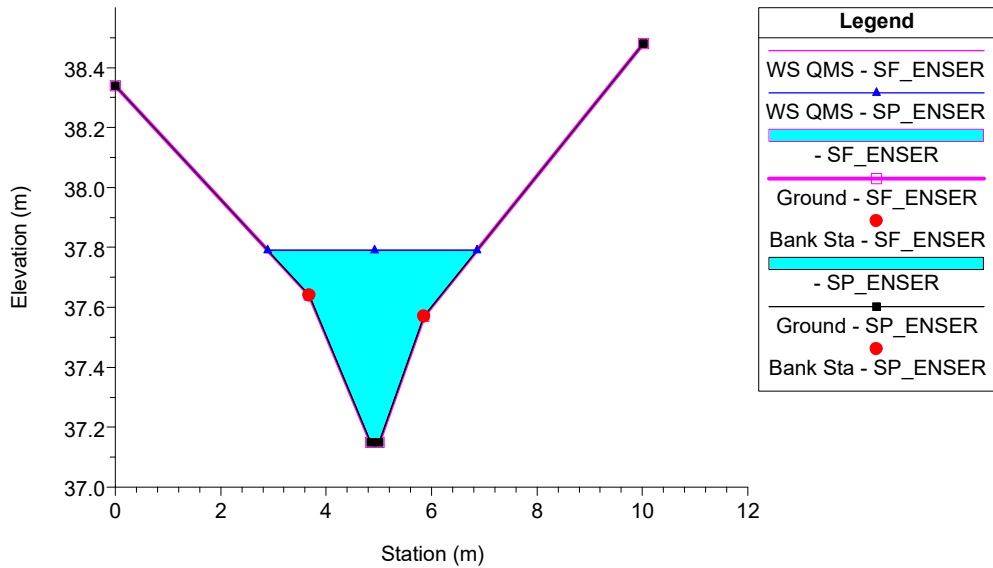
138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4



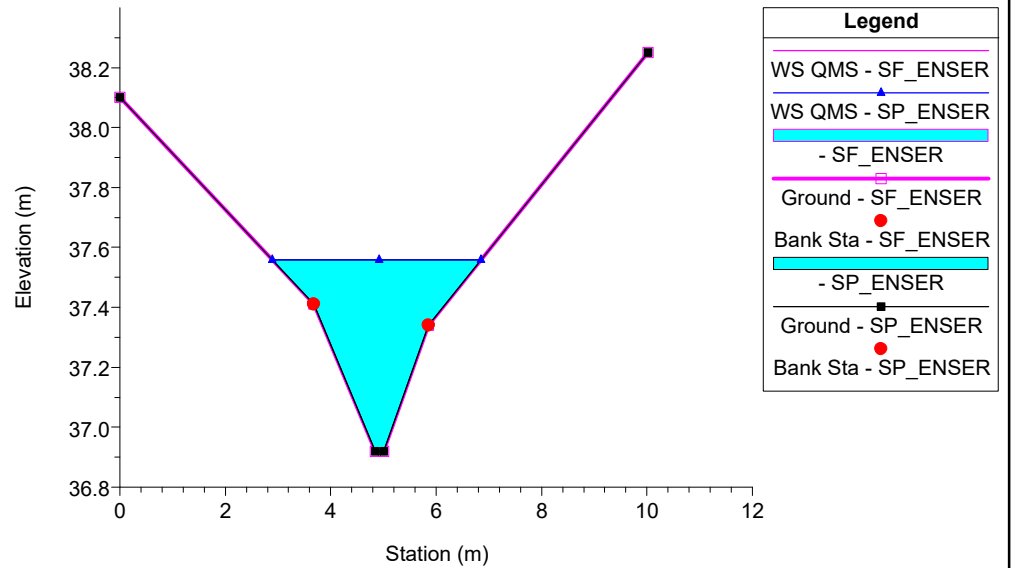
138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3



138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2



138.T.B\_Fosso30 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1 Sez\_08\_VALLE



## APPENDICE 27

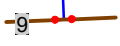
### Fossa delle Brunelle: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Fossa delle Brun Reach: F. Brunelle Profile: PF 1

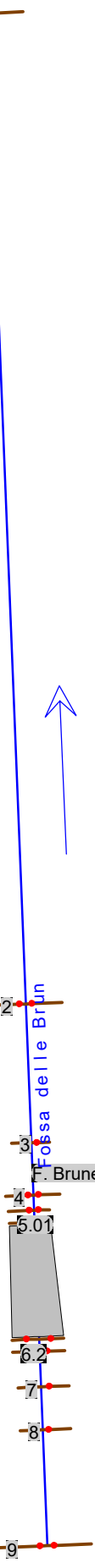
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
F. Brunelle	9	PF 1	5.50	36.91	37.94	37.94	38.23	0.000349	2.36	2.33	4.11	1.00
F. Brunelle	8	PF 1	5.50	36.42	37.53	37.53	37.84	0.000376	2.48	2.22	3.61	1.01
F. Brunelle	7	PF 1	5.50	36.13	37.20		37.37	0.000170	1.80	3.05	4.79	0.72
F. Brunelle	6.2	PF 1	5.50	35.88	37.25		37.34	0.000069	1.33	4.12	4.78	0.46
F. Brunelle	6.1	PF 1	5.50	35.79	37.26		37.34	0.000054	1.23	4.48	4.85	0.41
F. Brunelle	6	PF 1	5.50	35.75	37.26		37.34	0.000050	1.19	4.62	4.88	0.39
F. Brunelle	5.9	PF 1	5.50	35.75	37.29	36.43	37.33	0.000022	0.89	6.19	5.23	0.26
F. Brunelle	5.5		Culvert									
F. Brunelle	5.1	PF 1	5.50	35.70	37.15		37.19	0.000021	0.89	7.01	13.78	0.26
F. Brunelle	5.01	PF 1	5.50	35.73	37.01	36.94	37.17	0.000202	1.84	3.21	8.25	0.77
F. Brunelle	5	PF 1	5.50	35.74	37.00	36.94	37.17	0.000204	1.84	3.20	8.22	0.77
F. Brunelle	4.5	PF 1	5.50	35.77	36.94	36.94	37.17	0.000296	2.11	2.71	6.99	0.92
F. Brunelle	4	PF 1	5.50	35.82	36.87	36.87	37.13	0.000306	2.26	2.50	5.63	0.95
F. Brunelle	3	PF 1	5.50	35.65	36.65	36.65	36.95	0.000359	2.40	2.29	4.03	1.01
F. Brunelle	2	PF 1	5.50	35.42	36.39	36.39	36.64	0.000315	2.23	2.50	5.88	0.97
F. Brunelle	1	PF 1	5.50	33.85	34.85	34.85	35.07	0.000278	2.13	2.70	7.17	0.91

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Fossa delle Brun Reach: F. Brunelle Profile: PF 1

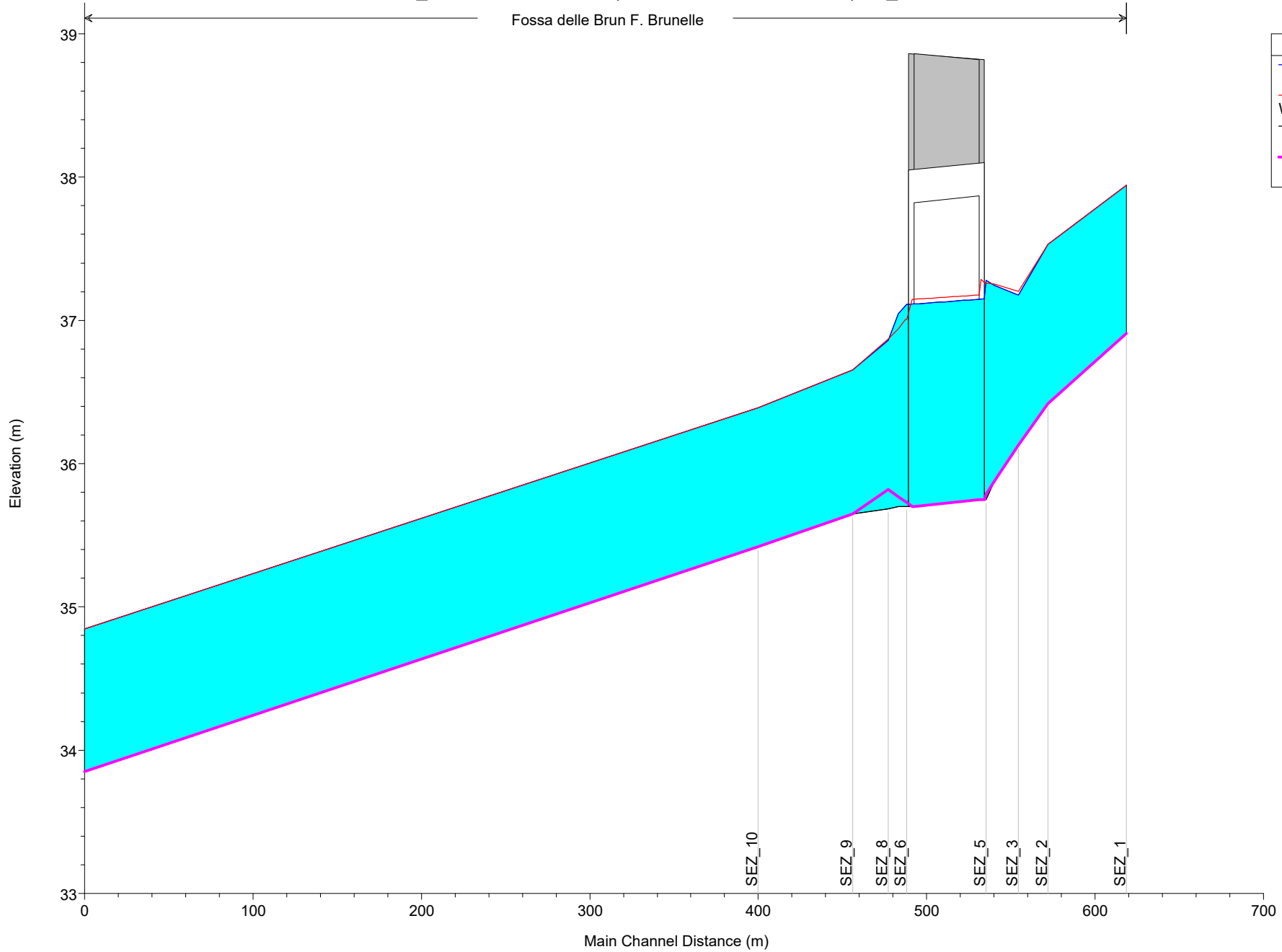
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
F. Brunelle	9	PF 1	5.50	36.91	37.94	37.94	38.23	0.000349	2.36	2.33	4.11	1.00
F. Brunelle	8	PF 1	5.50	36.42	37.53	37.53	37.84	0.000374	2.47	2.22	3.62	1.01
F. Brunelle	7	PF 1	5.50	36.13	37.17		37.36	0.000191	1.88	2.93	4.71	0.76
F. Brunelle	6.2	PF 1	5.50	35.88	37.25		37.32	0.000058	1.23	4.48	5.34	0.43
F. Brunelle	6.1	PF 1	5.50	35.75	37.28	36.40	37.31	0.000014	0.71	7.72	7.29	0.22
F. Brunelle	6		Culvert									
F. Brunelle	5.01	PF 1	5.50	35.70	37.11		37.14	0.000015	0.78	7.83	13.07	0.23
F. Brunelle	4.5	PF 1	5.50	35.70	37.05		37.14	0.000062	1.38	4.65	9.79	0.45
F. Brunelle	4	PF 1	5.50	35.68	36.86	36.86	37.12	0.000317	2.26	2.49	5.50	0.94
F. Brunelle	3	PF 1	5.50	35.65	36.65	36.65	36.95	0.000359	2.40	2.29	4.03	1.01
F. Brunelle	2	PF 1	5.50	35.42	36.39	36.39	36.64	0.000315	2.23	2.50	5.88	0.97
F. Brunelle	1	PF 1	5.50	33.85	34.85	34.85	35.07	0.000278	2.13	2.70	7.17	0.91



Fossa delle Brunelle  
F. Brunelle

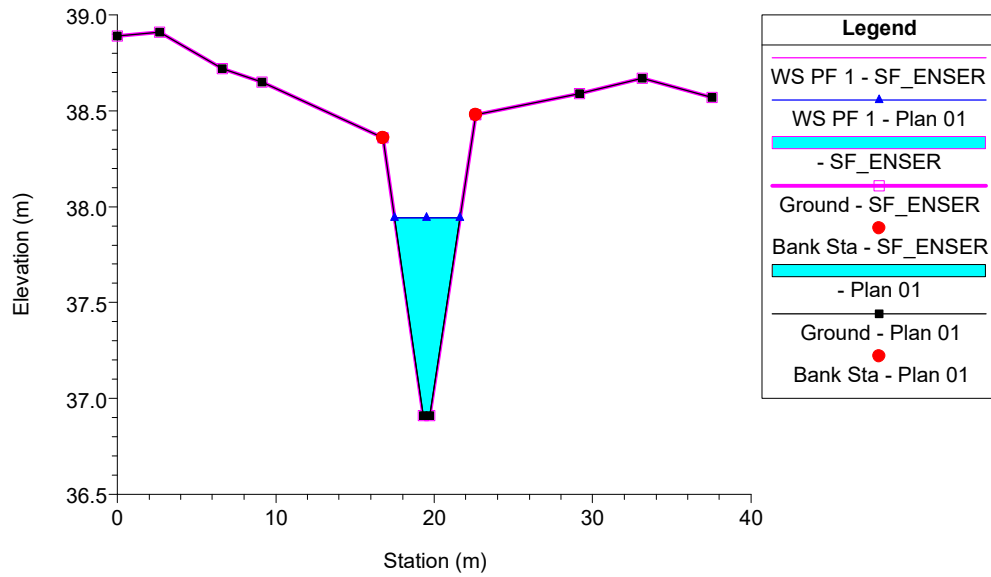


Fossa delle Brun F. Brunelle

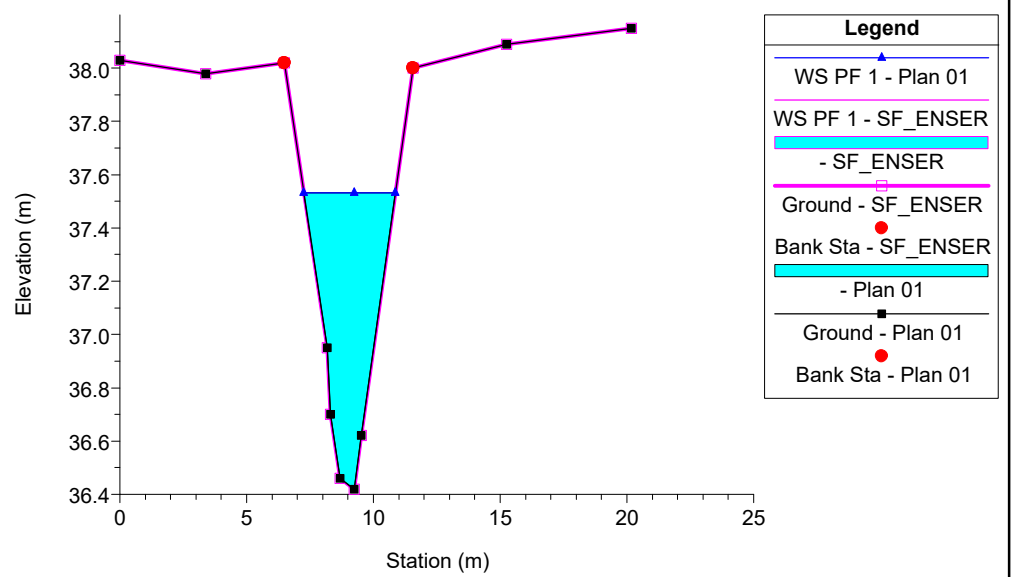


Legend	
	WS PF 1 - Plan 01
	WS PF 1 - SF_ENSER
	Ground
	Ground

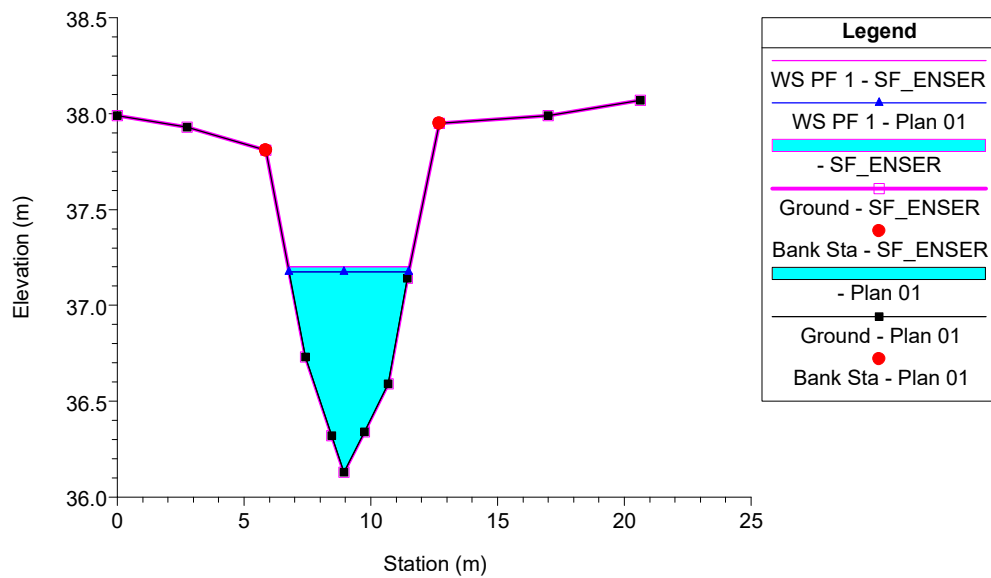
Fossa\_brunelle Plan: 1) Plan 01 2) SF\_ENSER  
RS = 9 SEZ\_1



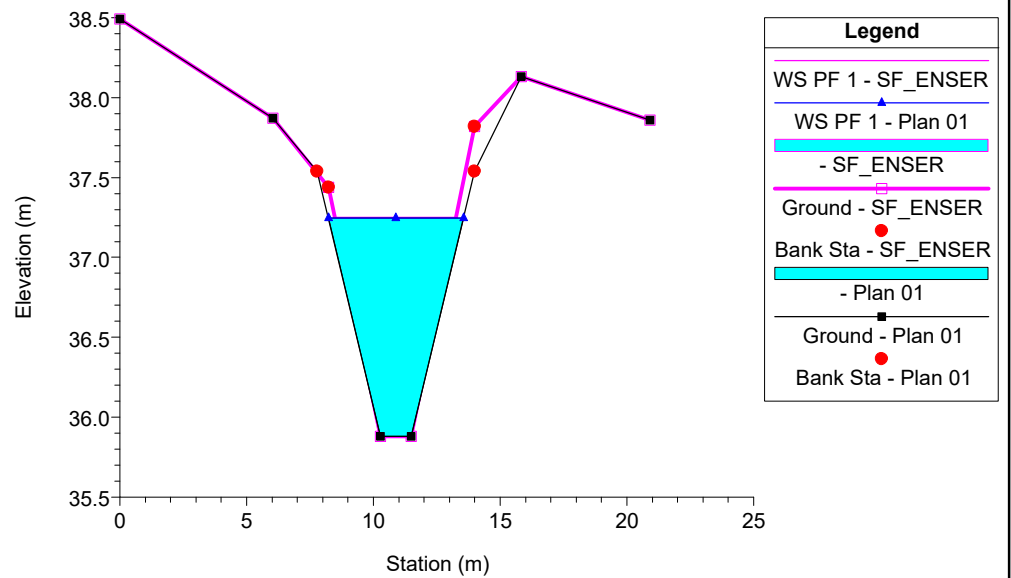
Fossa\_brunelle Plan: 1) Plan 01 2) SF\_ENSER  
RS = 8 SEZ\_2



Fossa\_brunelle Plan: 1) Plan 01 2) SF\_ENSER  
RS = 7 SEZ\_3

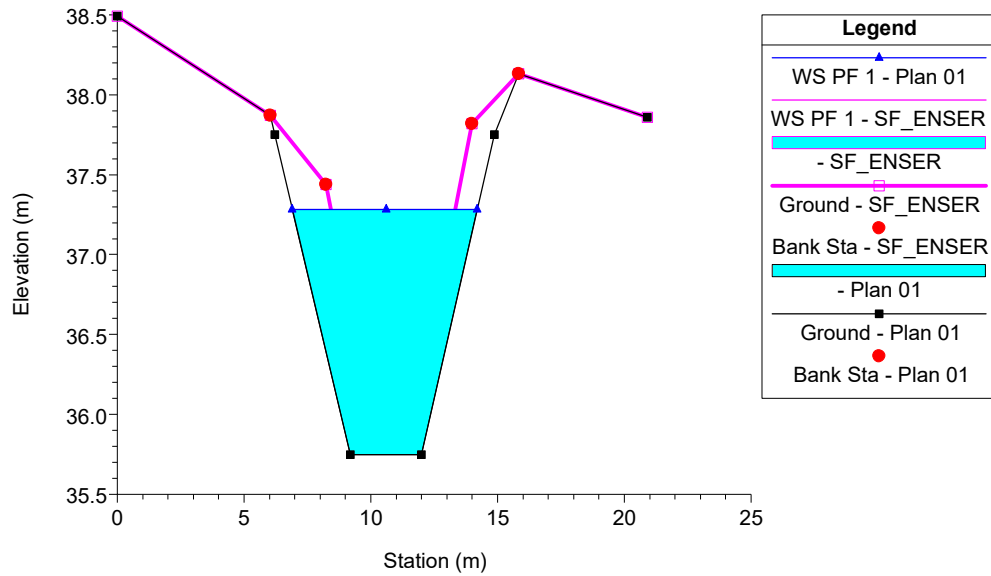


Fossa\_brunelle Plan: 1) Plan 01 2) SF\_ENSER  
RS = 6.2 SEZ\_4

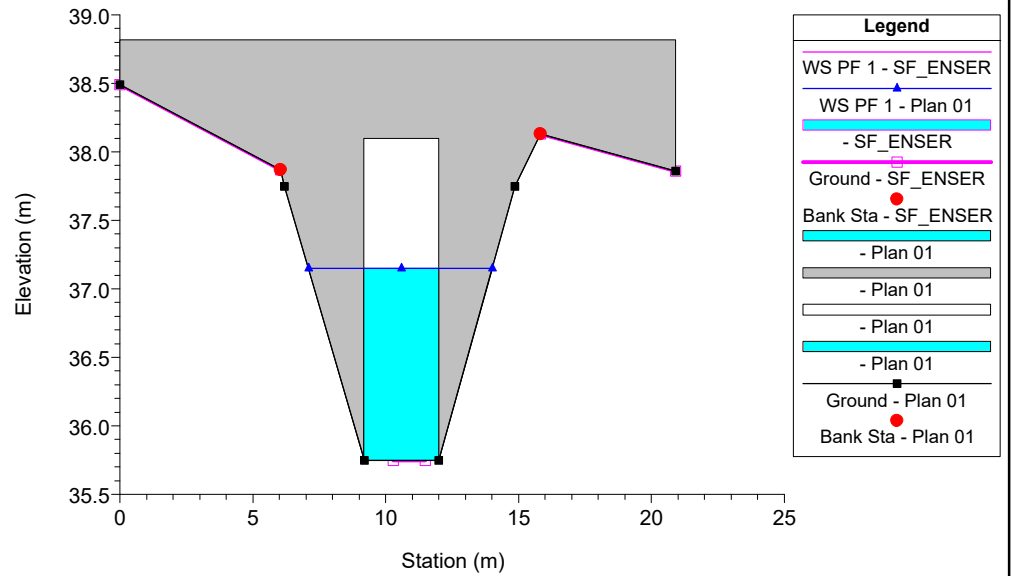




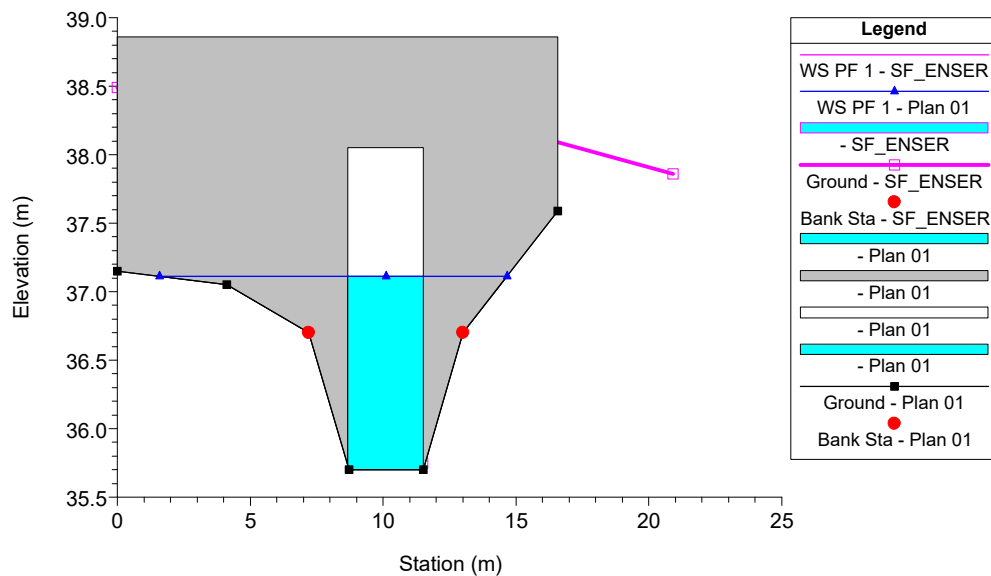
Fossa\_brunelle Plan: 1) Plan 01 2) SF\_ENSER  
RS = 6.1 SEZ\_5



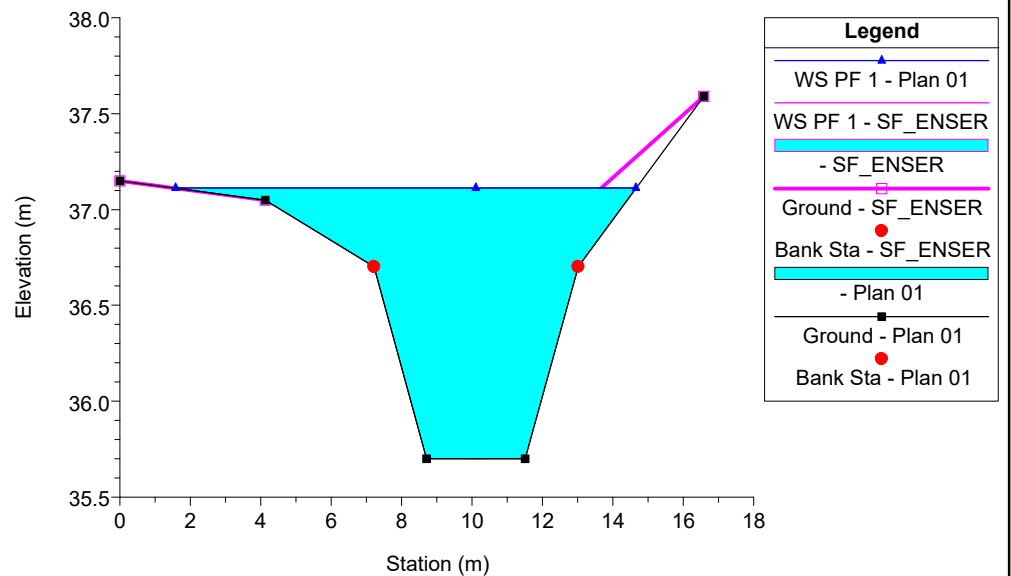
Fossa\_brunelle Plan: 1) Plan 01 2) SF\_ENSER  
RS = 6 Culv



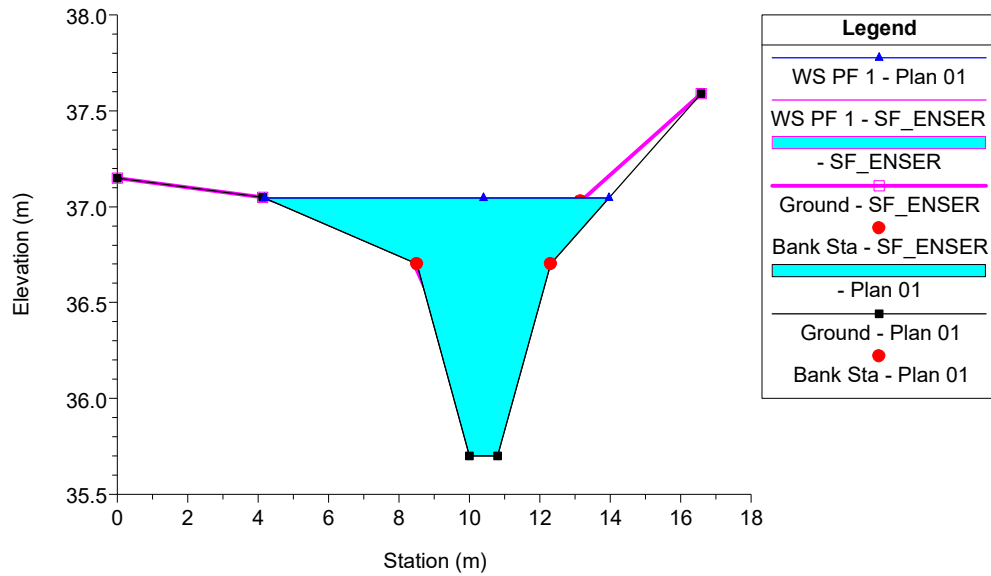
Fossa\_brunelle Plan: 1) Plan 01 2) SF\_ENSER  
RS = 6 Culv



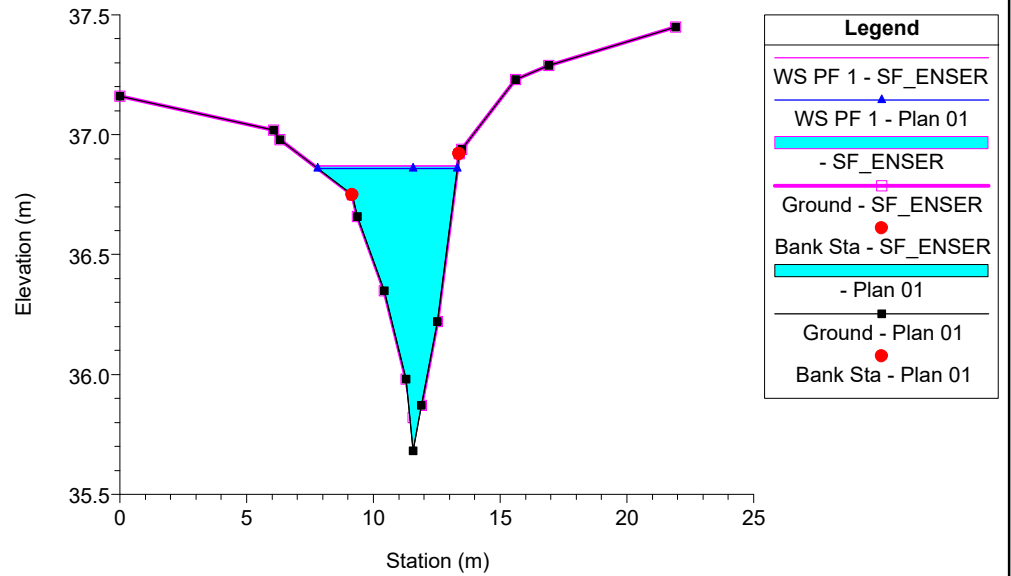
Fossa\_brunelle Plan: 1) Plan 01 2) SF\_ENSER  
RS = 5.01 SEZ\_6



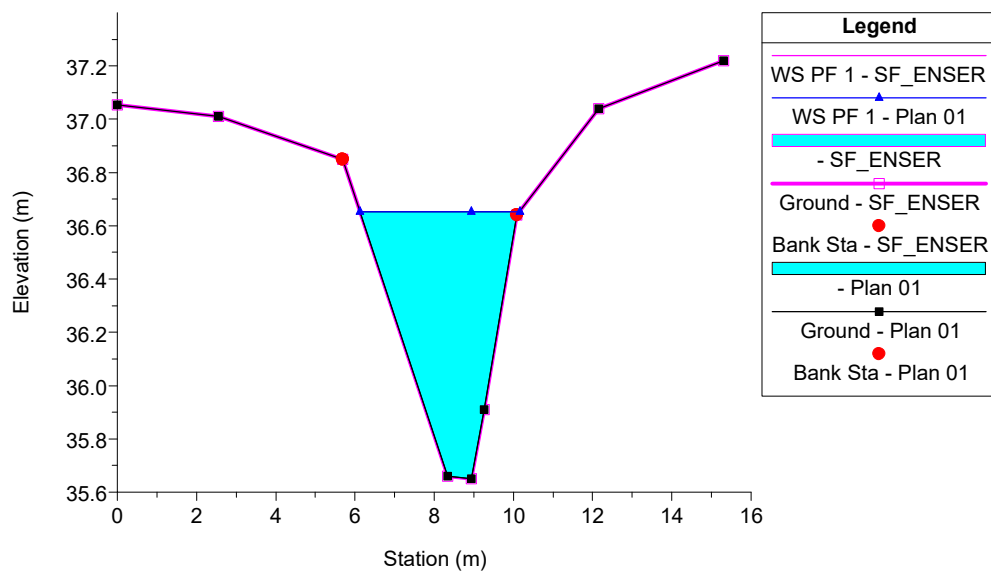
Fossa\_brunelle Plan: 1) Plan 01 2) SF\_ENSER  
RS = 4.5 SEZ\_7



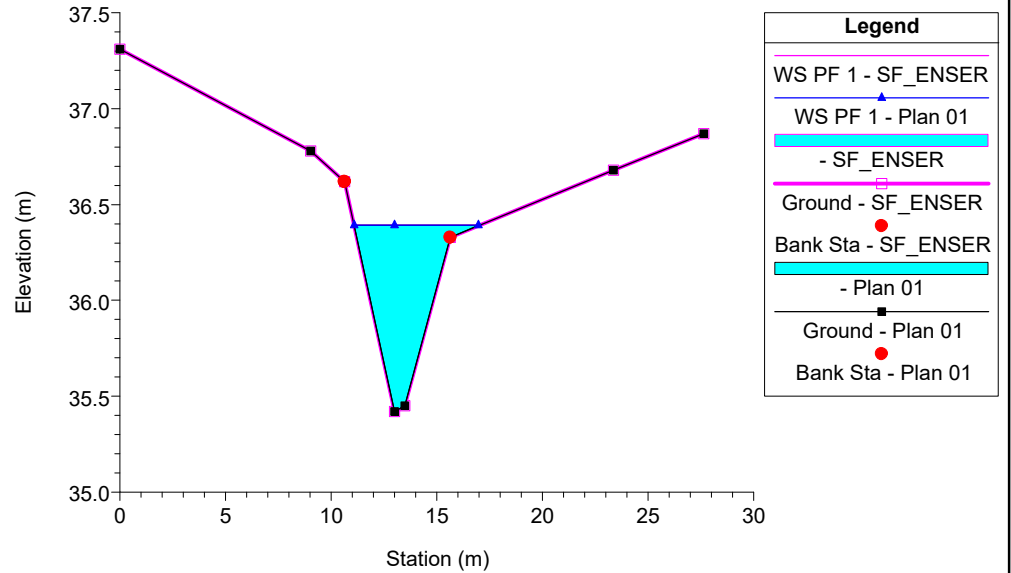
Fossa\_brunelle Plan: 1) Plan 01 2) SF\_ENSER  
RS = 4 SEZ\_8



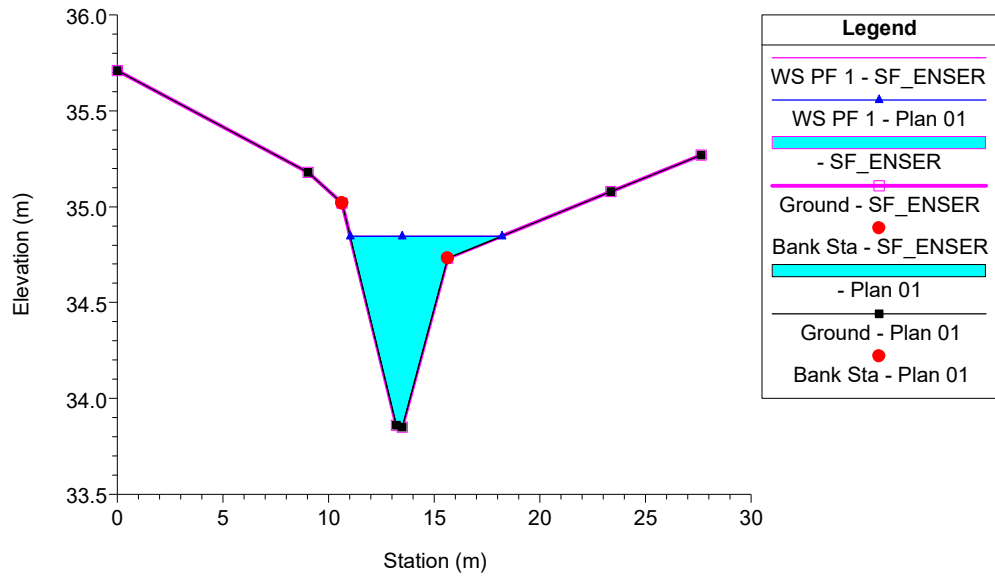
Fossa\_brunelle Plan: 1) Plan 01 2) SF\_ENSER  
RS = 3 SEZ\_9



Fossa\_brunelle Plan: 1) Plan 01 2) SF\_ENSER  
RS = 2 SEZ\_10



Fossa\_brunelle Plan: 1) Plan 01 2) SF\_ENSER  
RS = 1 SEZ\_11



## APPENDICE 28

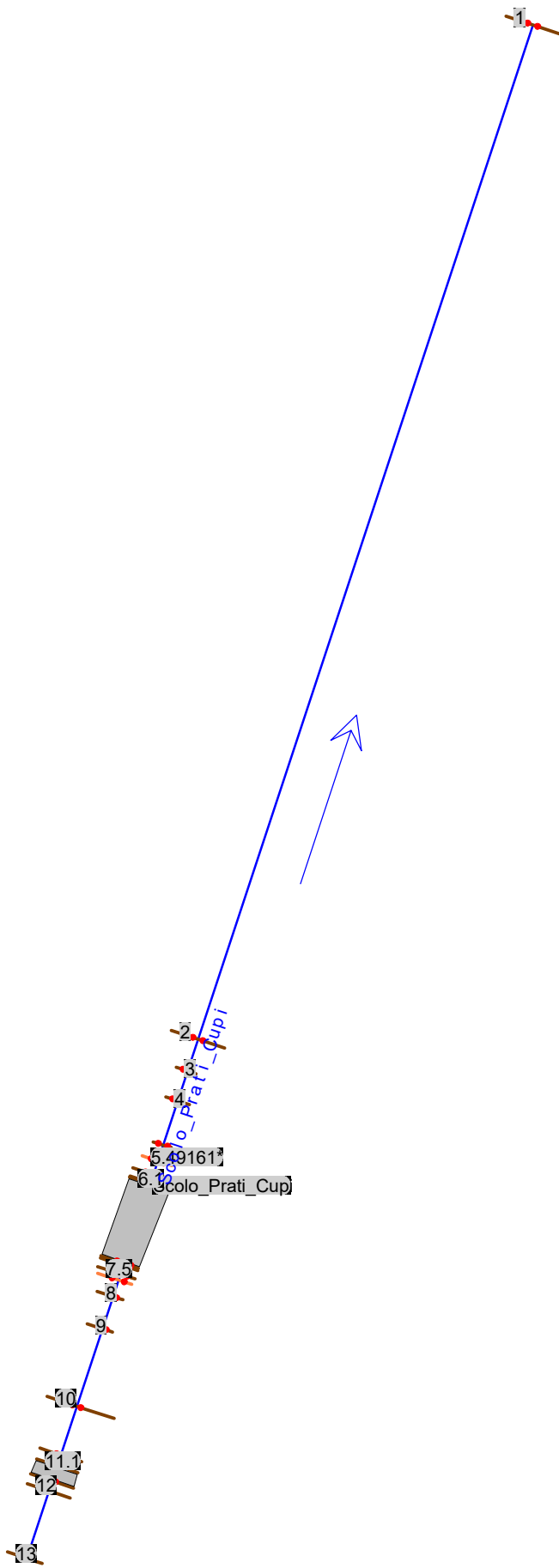
### Scolo Consorziale Prati Cupi: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Scolo\_Prati\_Cupi Reach: Scolo\_Prati\_Cupi Profile: Qms

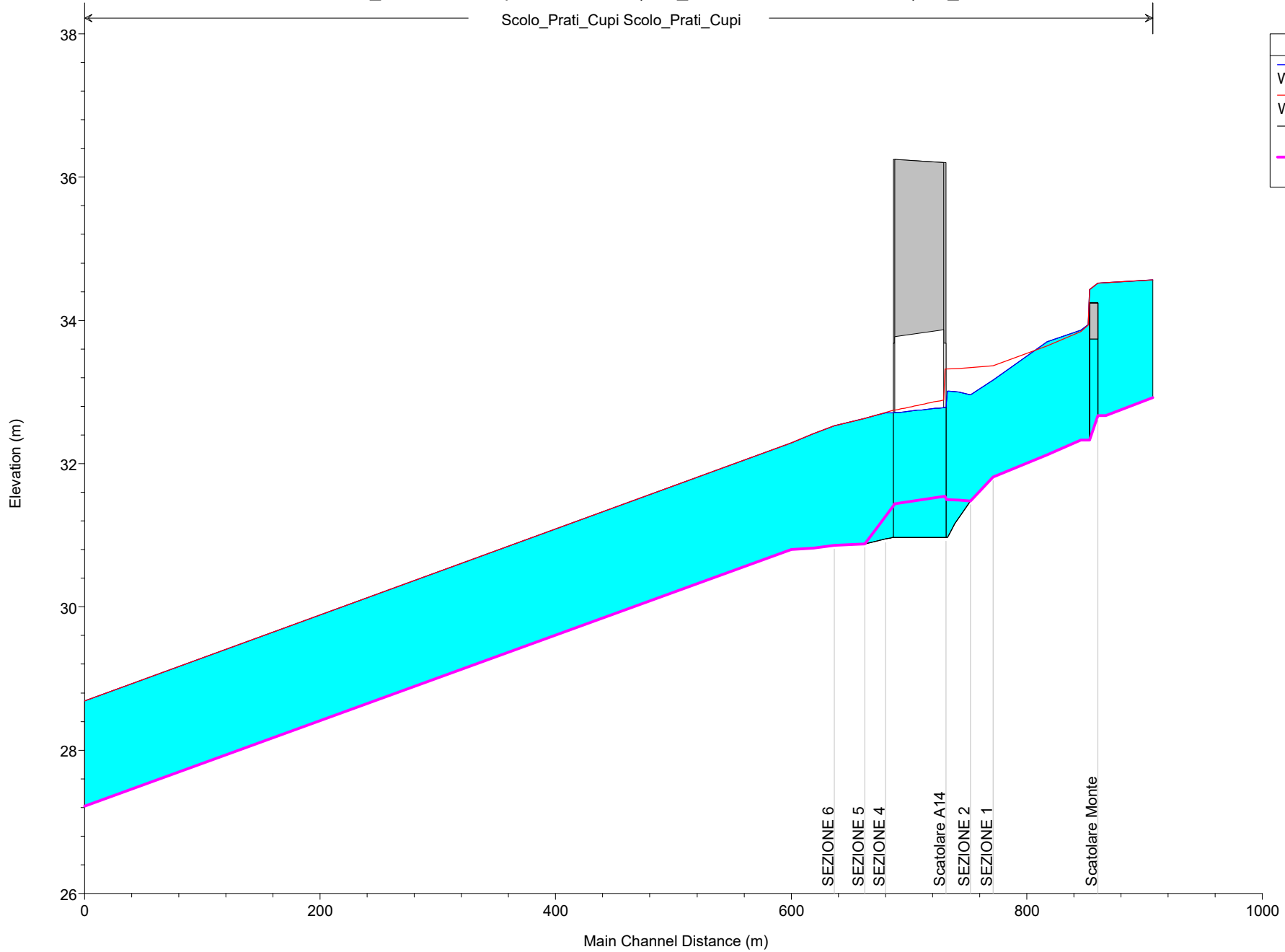
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Scolo_Prati_Cupi	13	Qms	8.00	32.92	34.57		34.59	0.001863	0.90	12.14	20.14	0.26
Scolo_Prati_Cupi	12	Qms	8.00	32.67	34.53		34.54	0.000863	0.65	17.03	25.50	0.18
Scolo_Prati_Cupi	11.9	Qms	8.00	32.67	34.52	34.00	34.54	0.000884	0.66	16.89	25.50	0.18
Scolo_Prati_Cupi	11.5		Bridge									
Scolo_Prati_Cupi	11.1	Qms	8.00	32.33	33.93		34.01	0.005679	1.35	7.47	15.51	0.42
Scolo_Prati_Cupi	11	Qms	8.00	32.33	33.84		33.96	0.008989	1.62	6.19	14.44	0.52
Scolo_Prati_Cupi	10	Qms	8.00	32.12	33.64		33.73	0.006601	1.42	7.07	15.74	0.46
Scolo_Prati_Cupi	9	Qms	8.00	31.81	33.37		33.45	0.005661	1.40	7.27	14.74	0.44
Scolo_Prati_Cupi	8	Qms	8.00	31.48	33.34		33.38	0.002029	0.96	10.48	15.41	0.27
Scolo_Prati_Cupi	7	Qms	8.00	31.50	33.32		33.35	0.000808	0.66	13.66	16.91	0.18
Scolo_Prati_Cupi	6.9	Qms	8.00	31.54	33.32	32.29	33.34	0.000764	0.65	13.90	16.90	0.18
Scolo_Prati_Cupi	6.5		Culvert									
Scolo_Prati_Cupi	6.1	Qms	8.00	31.44	32.75		32.80	0.003857	1.08	7.40	8.76	0.37
Scolo_Prati_Cupi	6	Qms	8.00	31.42	32.75		32.80	0.003495	1.04	7.68	8.87	0.35
Scolo_Prati_Cupi	5	Qms	8.00	30.88	32.63		32.71	0.004173	1.24	7.04	8.72	0.38
Scolo_Prati_Cupi	4	Qms	8.00	30.86	32.53		32.60	0.003906	1.22	7.22	12.08	0.37
Scolo_Prati_Cupi	3	Qms	8.00	30.82	32.42		32.51	0.005665	1.40	6.52	11.12	0.43
Scolo_Prati_Cupi	2	Qms	8.00	30.80	32.29		32.40	0.006789	1.45	5.60	8.58	0.48
Scolo_Prati_Cupi	1	Qms	8.00	27.22	28.69	28.23	28.78	0.005403	1.35	6.76	16.94	0.43

HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Scolo\_Prati\_Cupi Reach: Scolo\_Prati\_Cupi Profile: Qms

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
Scolo_Prati_Cupi	13	Qms	8.00	32.92	34.57		34.59	0.001864	0.90	12.14	20.14	0.26
Scolo_Prati_Cupi	12	Qms	8.00	32.67	34.53		34.54	0.000863	0.65	17.03	25.50	0.18
Scolo_Prati_Cupi	11.9	Qms	8.00	32.67	34.52	34.00	34.54	0.000885	0.66	16.89	25.50	0.18
Scolo_Prati_Cupi	11.5		Bridge									
Scolo_Prati_Cupi	11.1	Qms	8.00	32.33	33.94		34.01	0.005445	1.33	7.60	15.67	0.41
Scolo_Prati_Cupi	11	Qms	8.00	32.33	33.86		33.97	0.008072	1.55	6.48	14.47	0.50
Scolo_Prati_Cupi	10	Qms	8.00	32.12	33.70		33.77	0.005276	1.30	8.08	19.91	0.41
Scolo_Prati_Cupi	9	Qms	8.00	31.81	33.17	33.13	33.37	0.016238	2.05	4.53	11.93	0.71
Scolo_Prati_Cupi	8	Qms	8.00	31.48	32.96		33.10	0.010563	1.74	5.25	11.04	0.58
Scolo_Prati_Cupi	7.5	Qms	8.00	31.16	33.01		33.04	0.000555	0.82	10.26	11.79	0.24
Scolo_Prati_Cupi	7	Qms	8.00	31.00	33.01		33.04	0.000440	0.75	11.14	11.81	0.21
Scolo_Prati_Cupi	6.9	Qms	8.00	30.97	33.01	31.88	33.04	0.000389	0.72	11.58	11.84	0.20
Scolo_Prati_Cupi	6.5		Culvert									
Scolo_Prati_Cupi	6.1	Qms	8.00	30.97	32.71		32.74	0.000585	0.82	9.77	8.73	0.25
Scolo_Prati_Cupi	6	Qms	8.00	30.96	32.71		32.74	0.000546	0.80	10.04	8.83	0.24
Scolo_Prati_Cupi	5.9	Qms	8.00	30.95	32.71		32.74	0.000540	0.79	10.08	8.83	0.24
Scolo_Prati_Cupi	5	Qms	8.00	30.88	32.63		32.70	0.004199	1.24	7.03	8.71	0.38
Scolo_Prati_Cupi	4	Qms	8.00	30.86	32.53		32.60	0.003906	1.22	7.22	12.08	0.37
Scolo_Prati_Cupi	3	Qms	8.00	30.82	32.42		32.51	0.005665	1.40	6.52	11.12	0.43
Scolo_Prati_Cupi	2	Qms	8.00	30.80	32.29		32.40	0.006789	1.45	5.60	8.58	0.48
Scolo_Prati_Cupi	1	Qms	8.00	27.22	28.69	28.23	28.78	0.005403	1.35	6.76	16.94	0.43



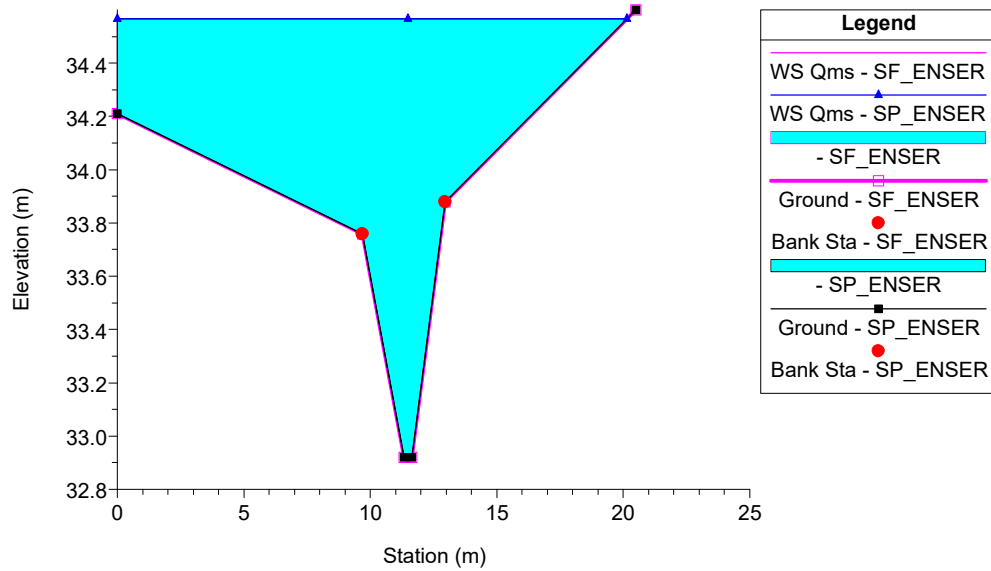
Scolo\_Prati\_Cupi Scolo\_Prati\_Cupi



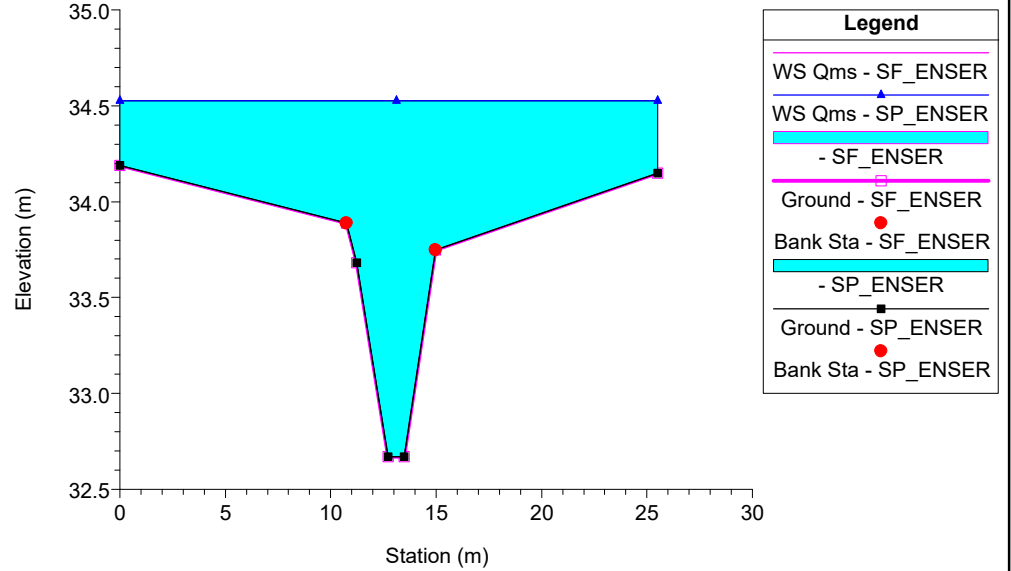
Legend	
	WS Qms - SP_ENSER
	WS Qms - SF_ENSER
	Ground
	Ground



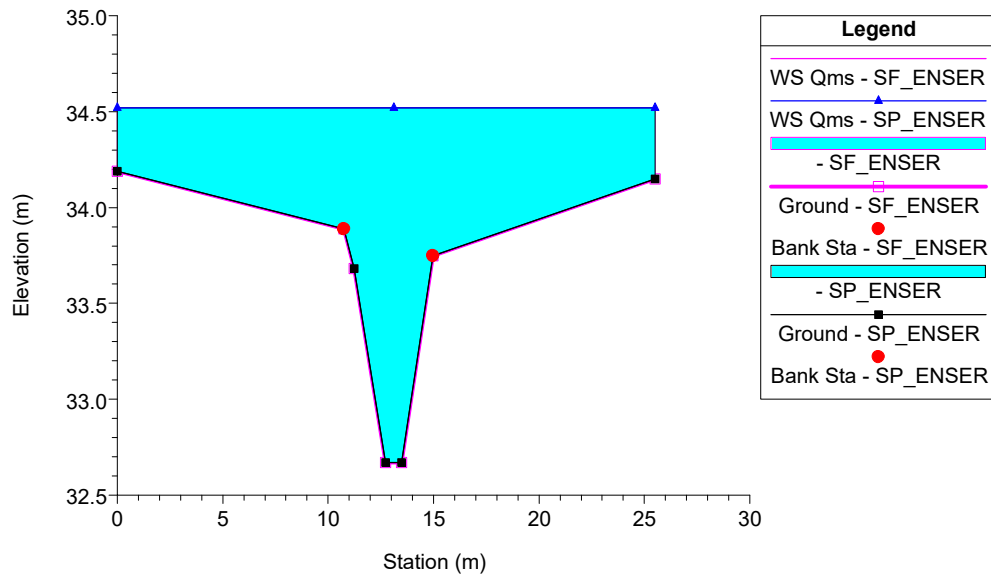
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 13



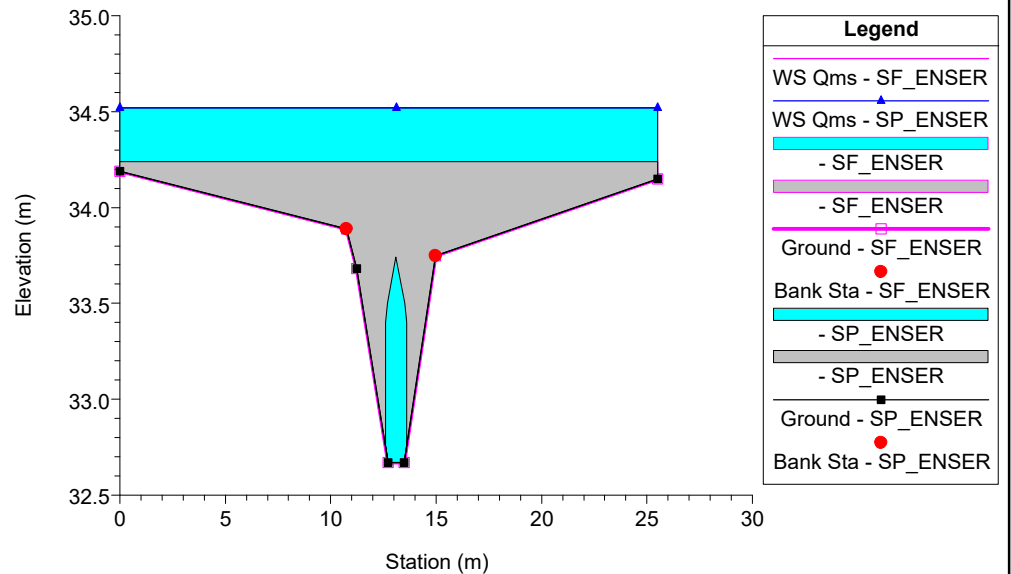
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 12



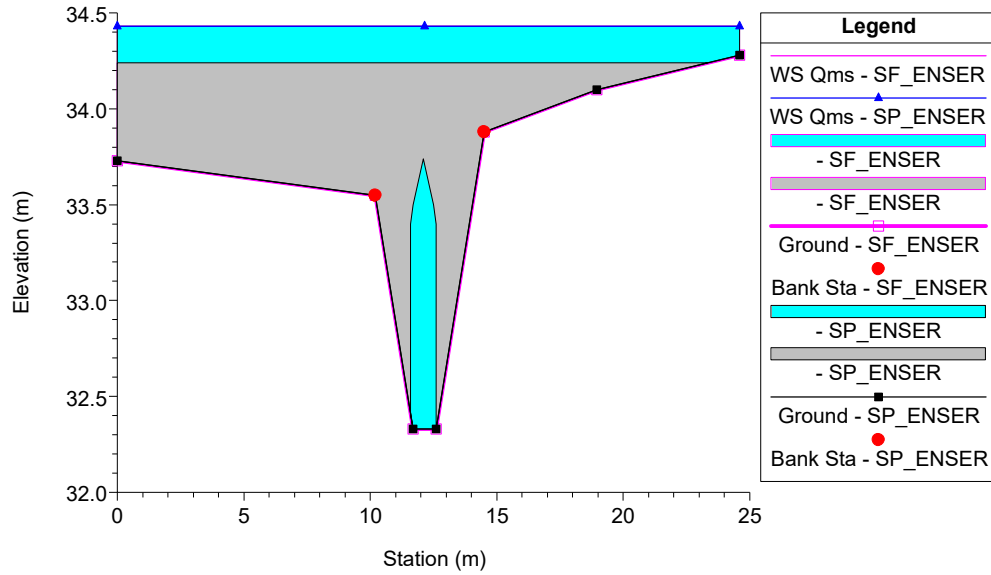
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 11.9



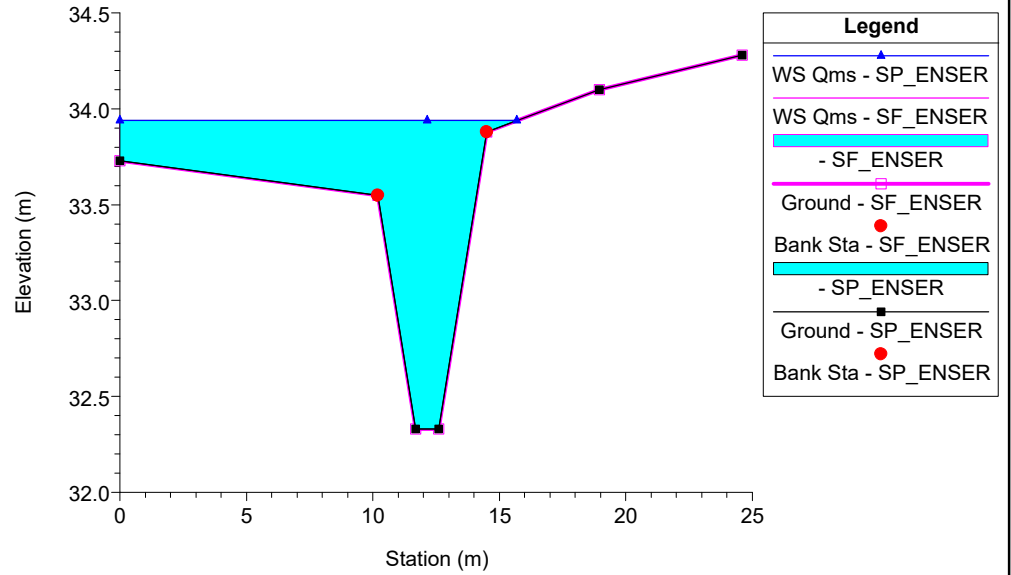
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 11.5 BR Scatolare Monte



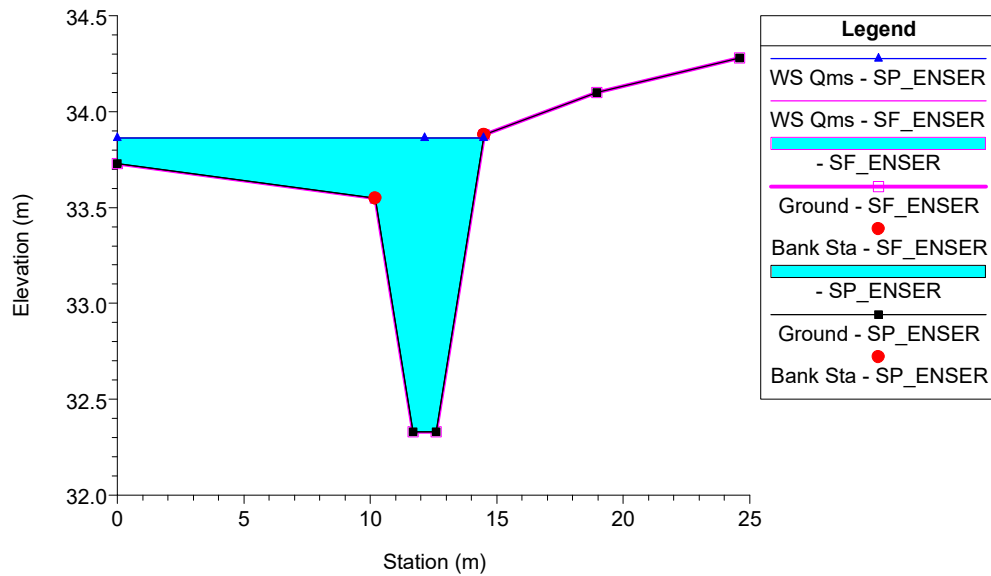
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 11.5 BR Scatolare Monte



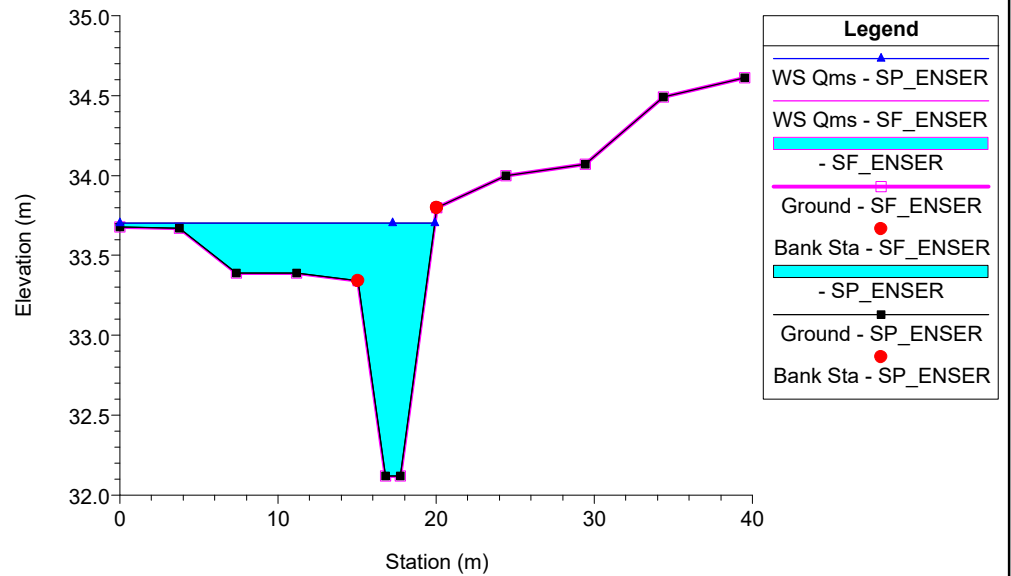
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 11.1



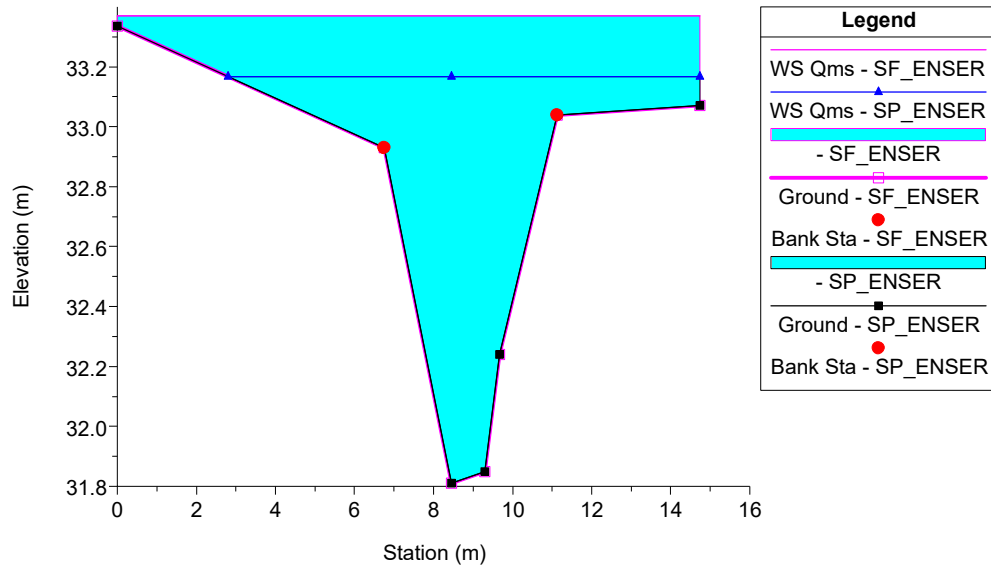
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 11



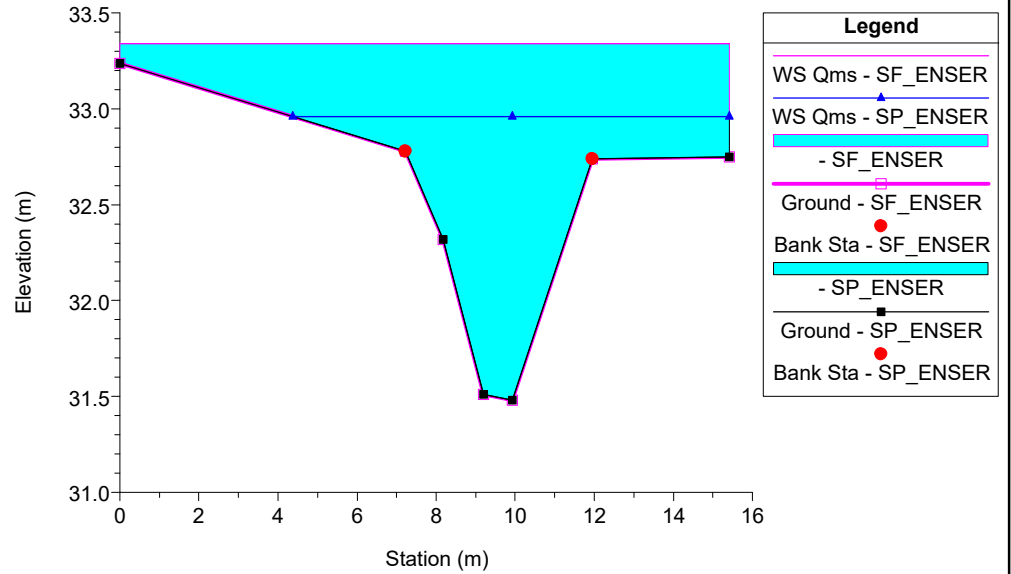
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 10



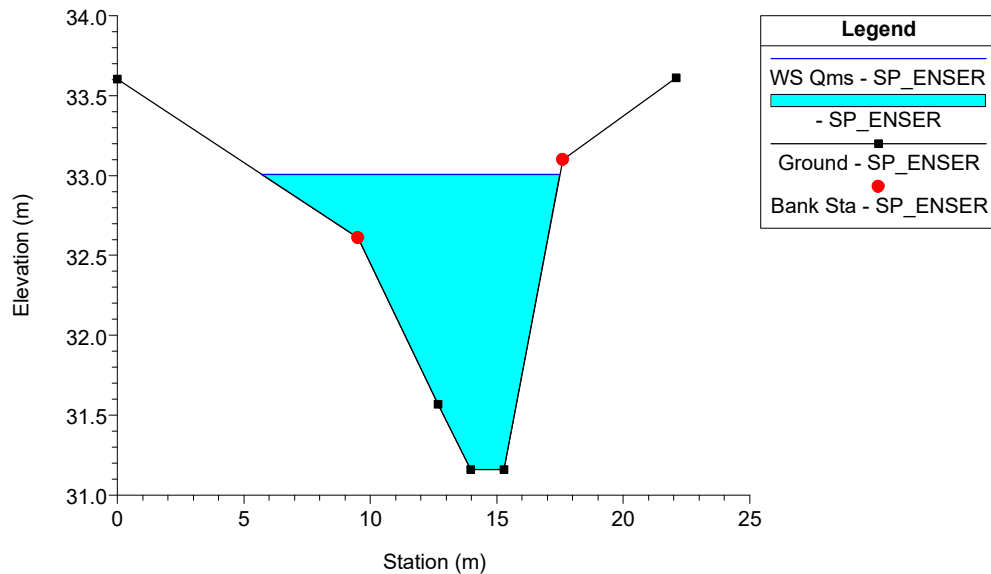
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9 SEZIONE 1



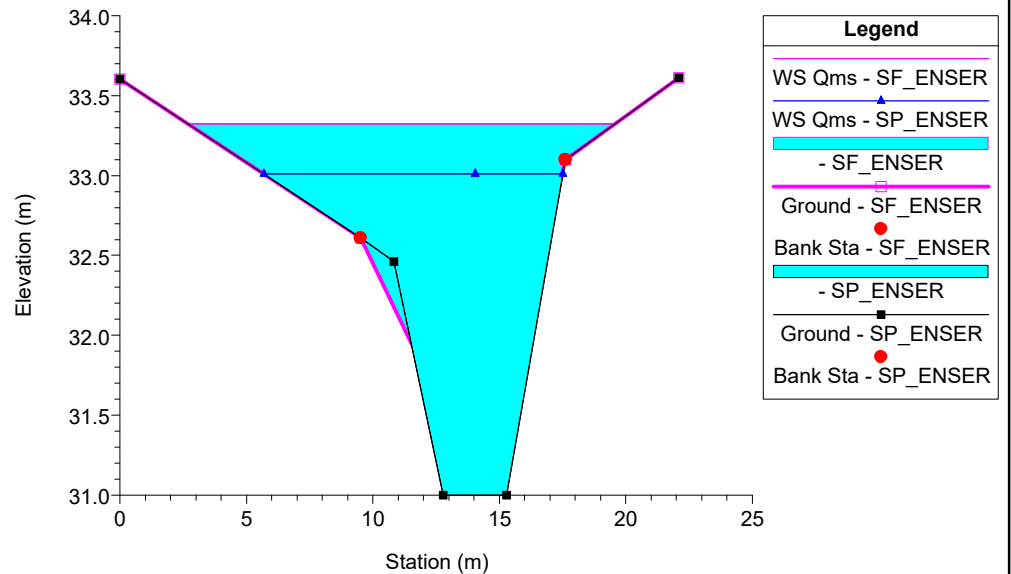
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8 SEZIONE 2



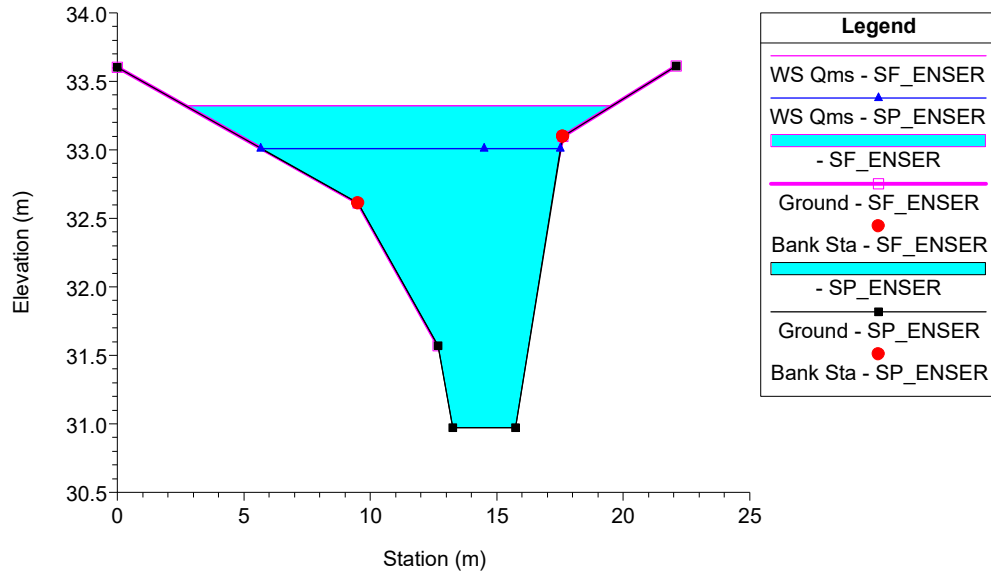
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7.5 SEZIONE 3



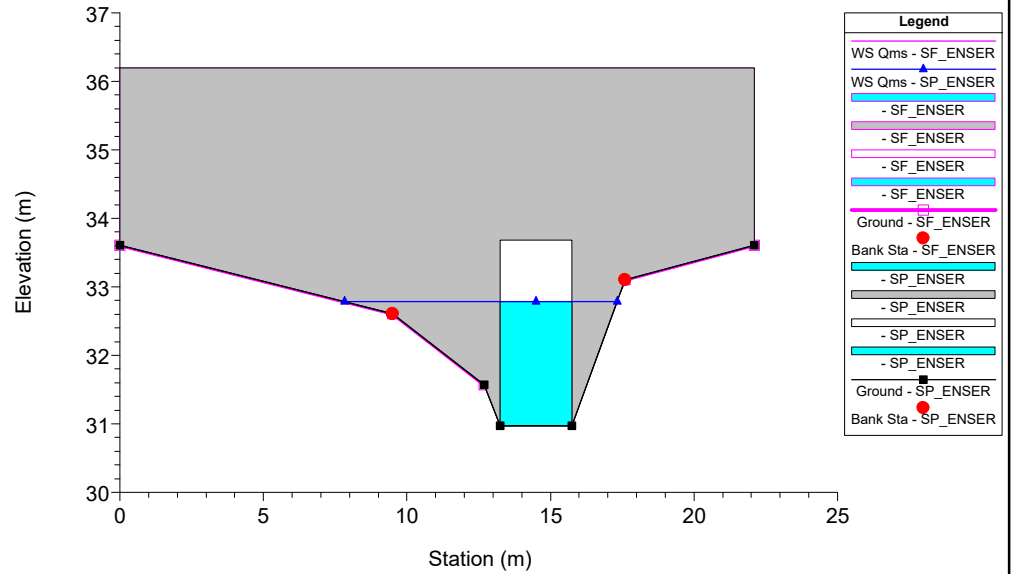
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7



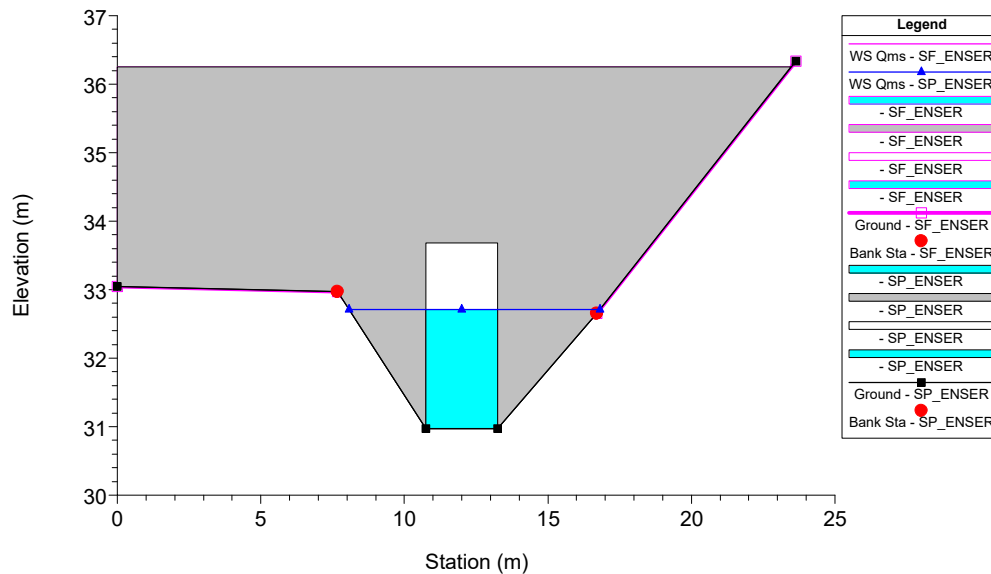
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6.9



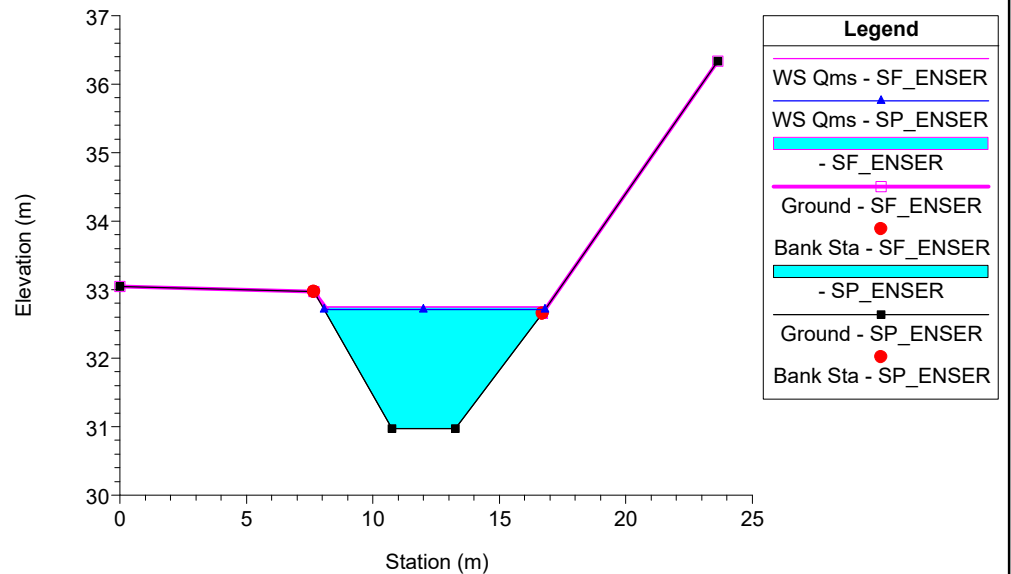
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6.5 Culv. Scatolare A14



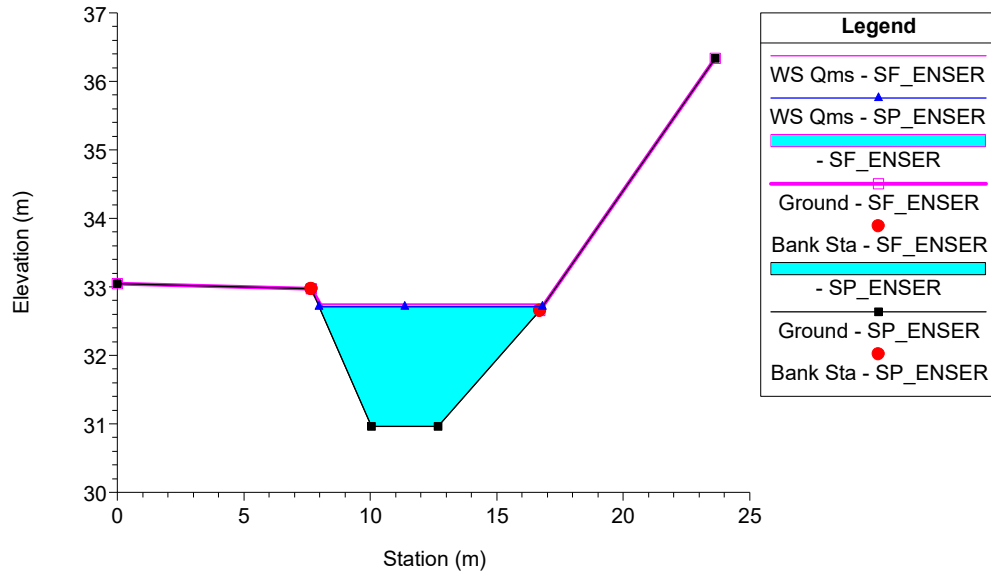
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6.5 Culv. Scatolare A14



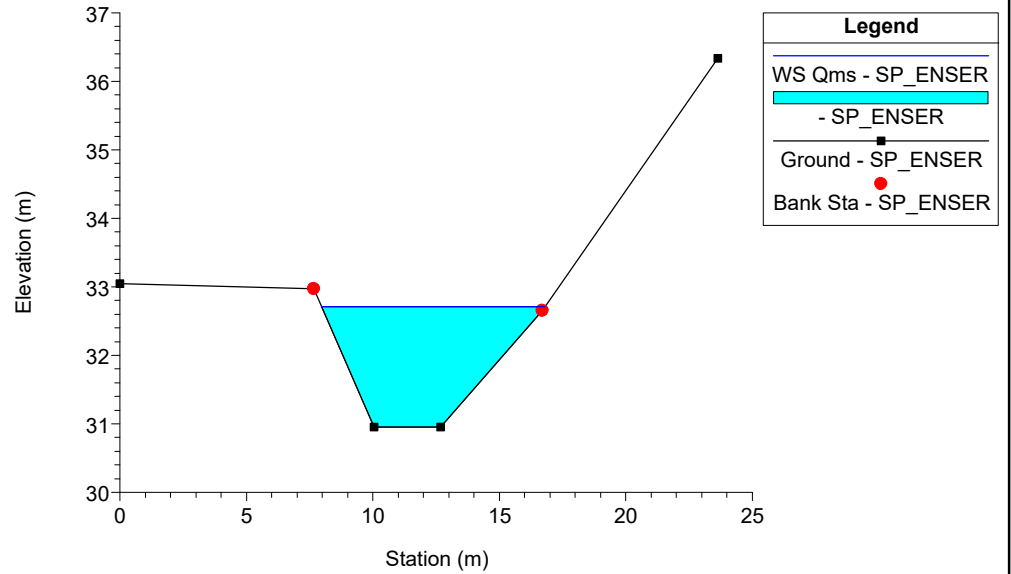
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6.1



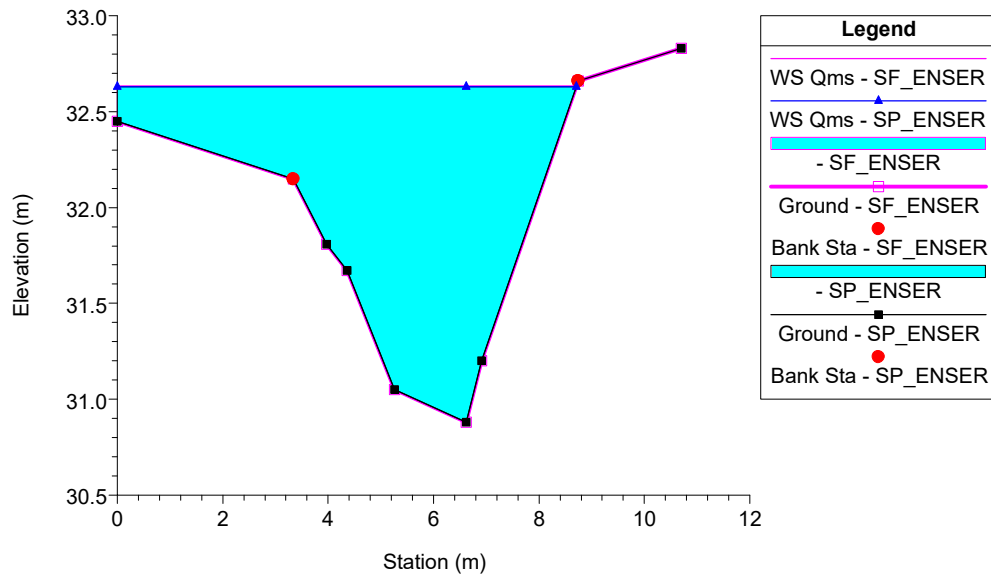
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6



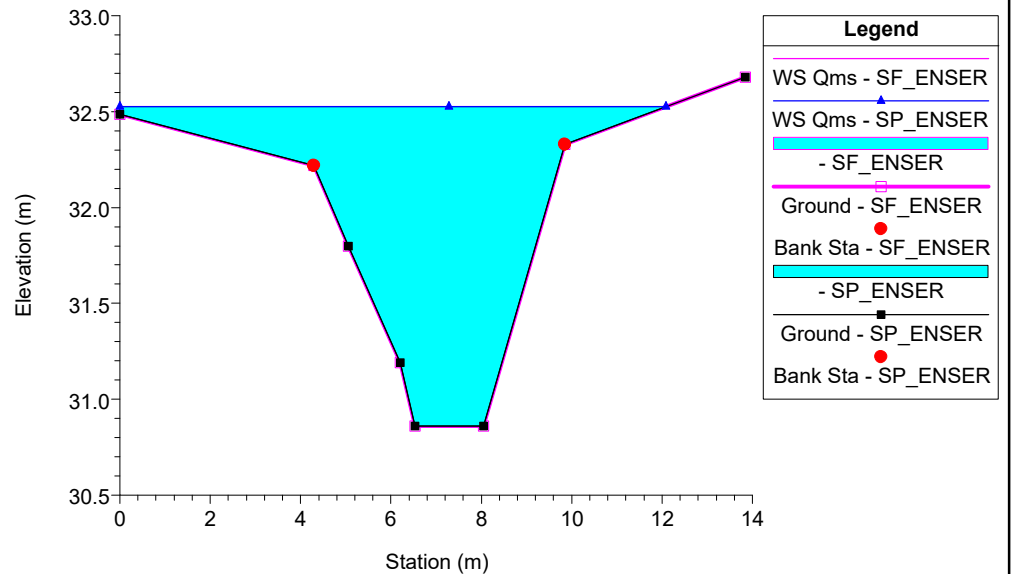
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5.9 SEZIONE 4



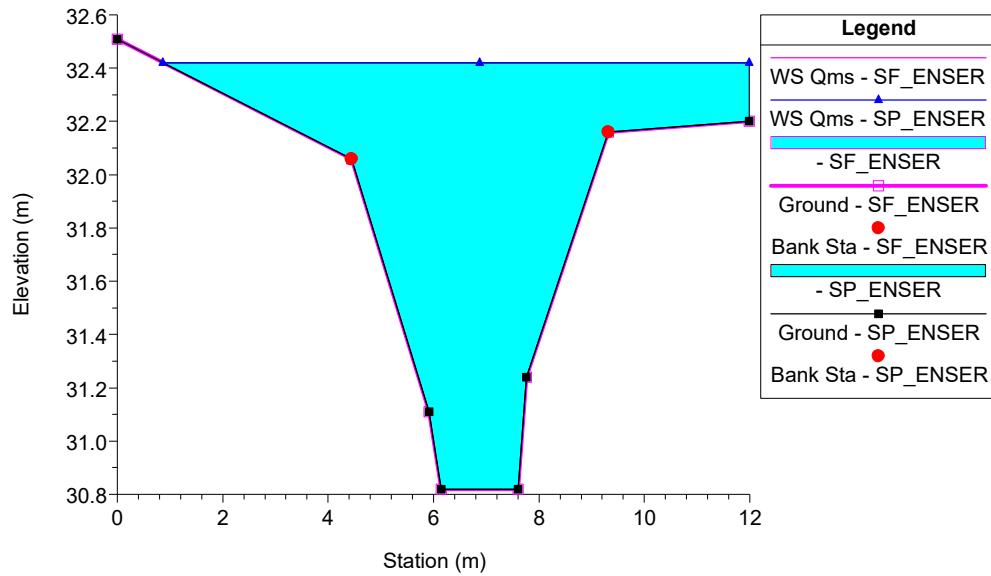
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5 SEZIONE 5



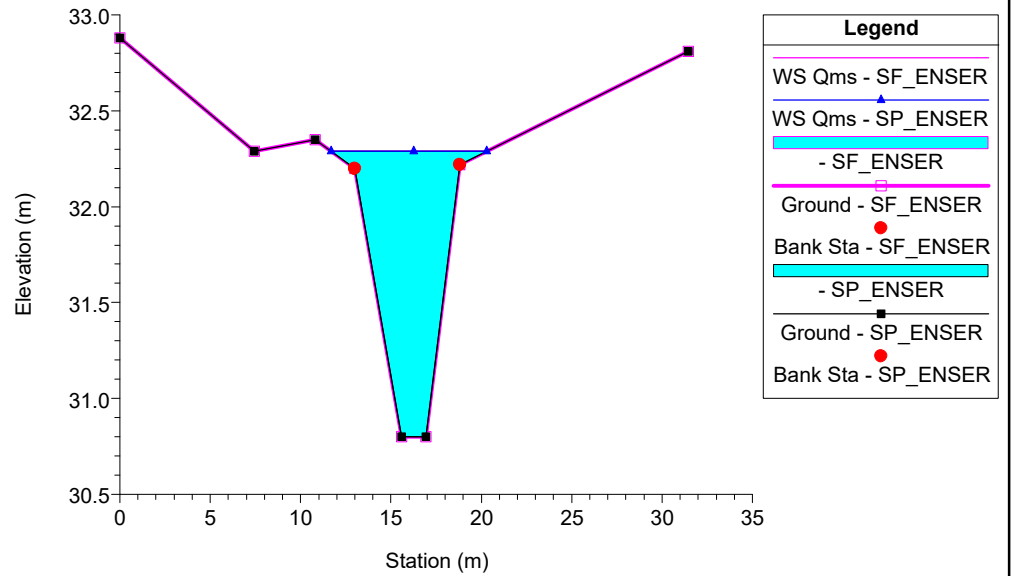
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4 SEZIONE 6



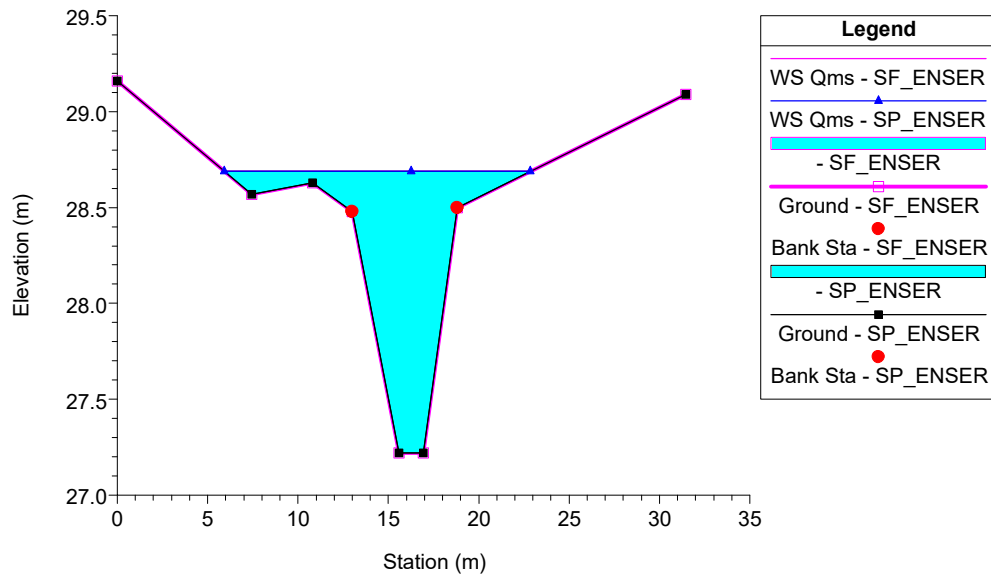
145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3



145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2



145.T.B\_Scolo Prati Cupi Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1



## APPENDICE 29

### Scolo Consorziale Correcchio: risultati delle simulazioni

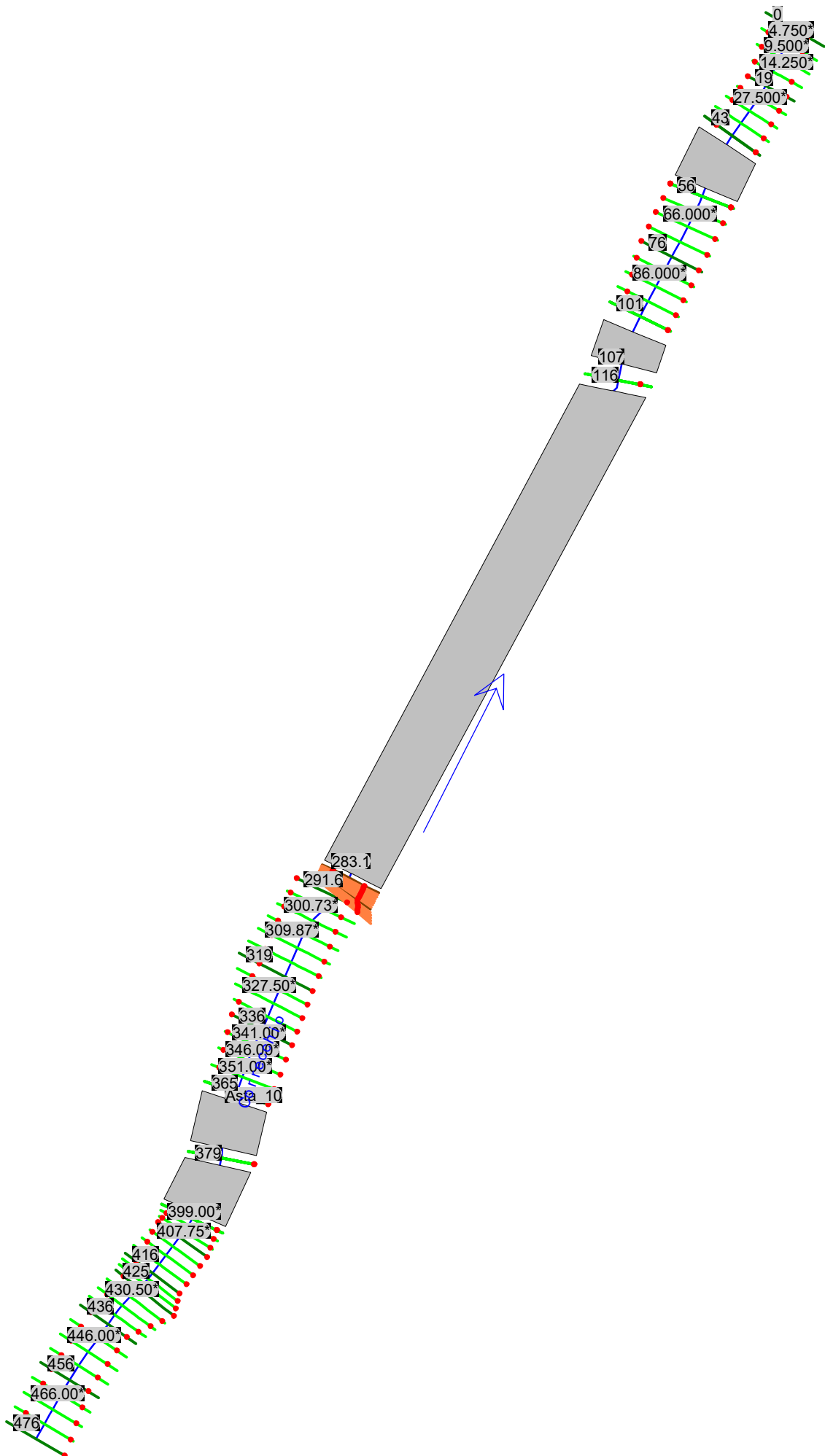
HEC-RAS Plan: sdf River: Correcchio Reach: Asta\_10 Profile: Qms

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
Asta_10	476	Qms	14.00	32.03	33.79		33.92	0.003617	1.63	8.61	11.02	0.59
Asta_10	456	Qms	14.00	31.99	33.71		33.86	0.002933	1.71	8.17	7.99	0.54
Asta_10	436	Qms	14.00	31.98	33.67		33.80	0.002576	1.62	8.63	8.35	0.51
Asta_10	425	Qms	14.00	31.65	33.59		33.76	0.003534	1.83	7.63	7.33	0.57
Asta_10	416	Qms	14.00	31.73	33.55		33.73	0.003646	1.87	7.49	7.44	0.59
Asta_10	405	Qms	14.00	31.52	33.49		33.68	0.004125	1.95	7.16	6.89	0.61
Asta_10	396	Qms	14.00	31.55	33.52		33.63	0.002109	1.53	9.15	8.04	0.46
Asta_10	392	Qms	14.00	31.55	33.50	32.91	33.63	0.002163	1.55	9.06	8.01	0.46
Asta_10	390.8		Bridge									
Asta_10	379	Qms	14.00	31.55	33.46		33.58	0.002216	1.56	8.99	7.93	0.47
Asta_10	376	Qms	14.00	31.55	33.45		33.58	0.002261	1.57	8.92	7.91	0.47
Asta_10	373	Qms	14.00	31.55	33.44	32.88	33.57	0.002311	1.58	8.85	7.88	0.48
Asta_10	371.8		Bridge									
Asta_10	365	Qms	14.00	31.51	33.26		33.41	0.002927	1.70	8.23	7.97	0.54
Asta_10	356	Qms	14.00	31.51	33.22		33.38	0.003246	1.77	7.93	7.86	0.56
Asta_10	336	Qms	14.00	31.35	33.18		33.32	0.002462	1.64	8.55	7.65	0.49
Asta_10	319	Qms	14.00	31.02	33.16		33.28	0.001953	1.50	9.32	7.78	0.44
Asta_10	291.6	Qms	14.00	31.27	33.06		33.21	0.002836	1.73	8.09	7.25	0.52
Asta_10	288.6	Qms	14.00	30.95	33.03		33.19	0.011228	1.75	8.00	7.67	0.55
Asta_10	284.6	Qms	14.00	30.95	33.06	32.15	33.14	0.003399	1.30	10.81	7.72	0.35
Asta_10	283.1		Culvert									
Asta_10	116	Qms	14.00	30.80	32.85		32.98	0.001791	1.56	8.96	6.32	0.42
Asta_10	109	Qms	14.00	30.80	32.84	32.12	32.97	0.001848	1.58	8.85	6.30	0.43
Asta_10	107		Culvert									
Asta_10	101	Qms	14.00	30.98	32.67		32.90	0.004783	2.13	6.57	7.22	0.71
Asta_10	96	Qms	14.00	30.98	32.61		32.88	0.005697	2.28	6.15	6.97	0.77
Asta_10	76	Qms	14.00	30.89	32.59		32.75	0.003239	1.78	7.87	8.86	0.60
Asta_10	56	Qms	14.00	30.79	32.51		32.68	0.003195	1.84	7.63	8.01	0.60
Asta_10	50	Qms	14.00	30.79	32.48	32.16	32.66	0.003489	1.90	7.38	7.88	0.63
Asta_10	49.1		Culvert									
Asta_10	43	Qms	14.00	30.51	32.47		32.60	0.001944	1.55	9.03	8.26	0.47
Asta_10	36	Qms	14.00	30.51	32.46		32.58	0.002030	1.58	8.89	8.20	0.48
Asta_10	19	Qms	14.00	30.50	32.34		32.53	0.004084	1.93	7.24	8.28	0.66
Asta_10	0	Qms	14.00	30.48	32.30	31.86	32.45	0.002603	1.72	8.16	8.03	0.54

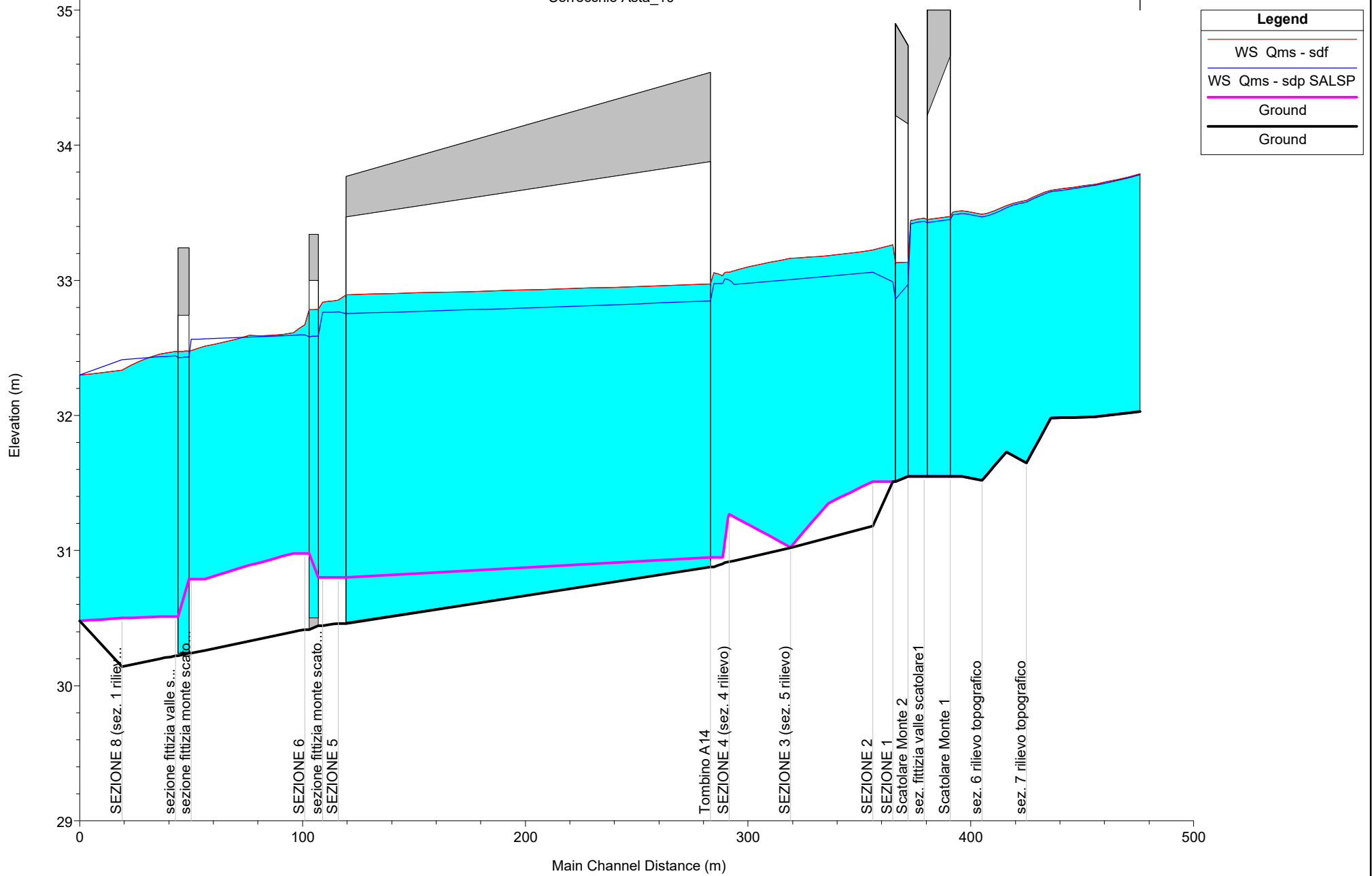


HEC-RAS Plan: sdp SALSP River: Correcchio Reach: Asta\_10 Profile: Qms

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
Asta_10	476	Qms	14.00	32.03	33.78		33.92	0.003709	1.64	8.52	10.96	0.59
Asta_10	456	Qms	14.00	31.99	33.70		33.86	0.003005	1.73	8.10	7.96	0.55
Asta_10	436	Qms	14.00	31.98	33.66		33.79	0.002649	1.64	8.54	8.31	0.52
Asta_10	425	Qms	14.00	31.65	33.58		33.75	0.003663	1.86	7.53	7.28	0.58
Asta_10	416	Qms	14.00	31.73	33.54		33.72	0.003805	1.90	7.37	7.38	0.61
Asta_10	405	Qms	14.00	31.52	33.47		33.67	0.004344	1.99	7.02	6.81	0.63
Asta_10	396	Qms	14.00	31.55	33.50		33.62	0.002208	1.56	8.99	7.98	0.47
Asta_10	392	Qms	14.00	31.55	33.48	32.91	33.61	0.002268	1.57	8.90	7.94	0.47
Asta_10	390.8		Bridge									
Asta_10	379	Qms	14.00	31.55	33.44		33.57	0.002336	1.59	8.82	7.87	0.48
Asta_10	376	Qms	14.00	31.55	33.43		33.56	0.002387	1.60	8.75	7.84	0.48
Asta_10	373	Qms	14.00	31.55	33.42	32.88	33.55	0.002446	1.62	8.67	7.81	0.49
Asta_10	371.8		Bridge									
Asta_10	365	Qms	14.00	31.51	32.99		33.25	0.006531	2.27	6.17	7.15	0.78
Asta_10	356	Qms	14.00	31.18	33.06		33.18	0.002022	1.54	9.11	7.63	0.45
Asta_10	319	Qms	14.00	31.02	33.00		33.11	0.001639	1.42	9.87	7.95	0.41
Asta_10	293.6	Qms	14.00	30.93	32.97		33.06	0.001442	1.35	10.34	8.11	0.38
Asta_10	289.6	Qms	14.00	30.91	33.01		33.04	0.000354	0.79	17.69	10.84	0.20
Asta_10	288.6	Qms	14.00	30.90	32.98		33.04	0.000383	1.12	12.47	6.01	0.25
Asta_10	284.6	Qms	14.00	30.88	32.97	31.70	33.04	0.000374	1.11	12.58	6.01	0.25
Asta_10	283.1		Culvert									
Asta_10	116	Qms	14.00	30.46	32.77		32.81	0.000448	0.89	15.69	9.11	0.22
Asta_10	109	Qms	14.00	30.44	32.76	31.37	32.80	0.000382	0.89	15.80	9.13	0.22
Asta_10	107		Culvert									
Asta_10	101	Qms	14.00	30.42	32.60		32.67	0.000945	1.22	11.51	8.55	0.33
Asta_10	96	Qms	14.00	30.40	32.59		32.67	0.000925	1.21	11.60	8.58	0.33
Asta_10	56	Qms	14.00	30.26	32.57		32.63	0.000770	1.13	12.38	8.74	0.30
Asta_10	50	Qms	14.00	30.24	32.56	31.50	32.63	0.000747	1.12	12.53	8.79	0.30
Asta_10	49.1		Culvert									
Asta_10	43	Qms	14.00	30.22	32.44		32.51	0.000850	1.17	12.01	8.82	0.32
Asta_10	36	Qms	14.00	30.20	32.43		32.50	0.000826	1.15	12.14	8.87	0.31
Asta_10	19	Qms	14.00	30.14	32.41		32.49	0.000965	1.20	11.62	8.82	0.33
Asta_10	0	Qms	14.00	30.48	32.30	31.86	32.45	0.002603	1.72	8.16	8.03	0.54

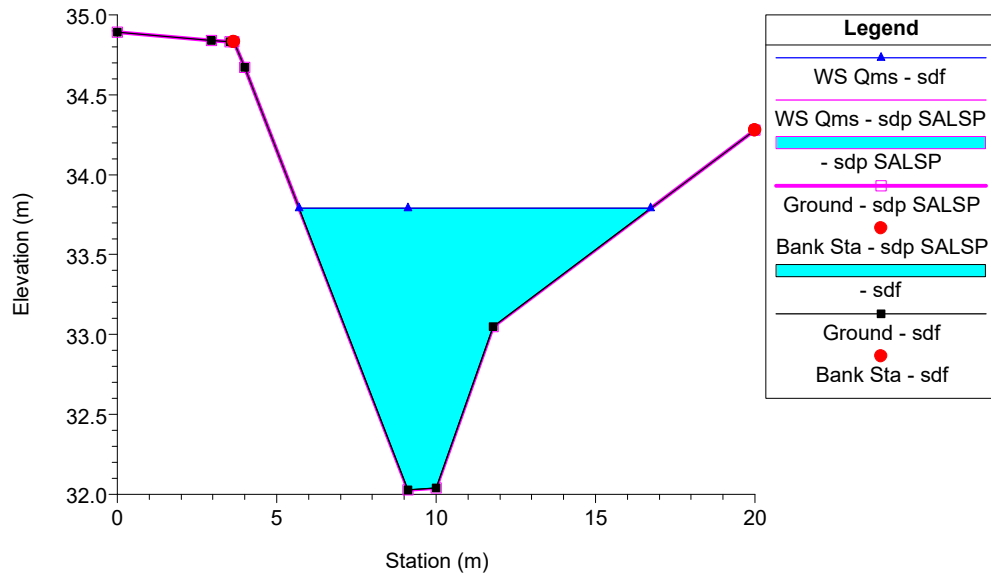


Correcchio Asta\_10

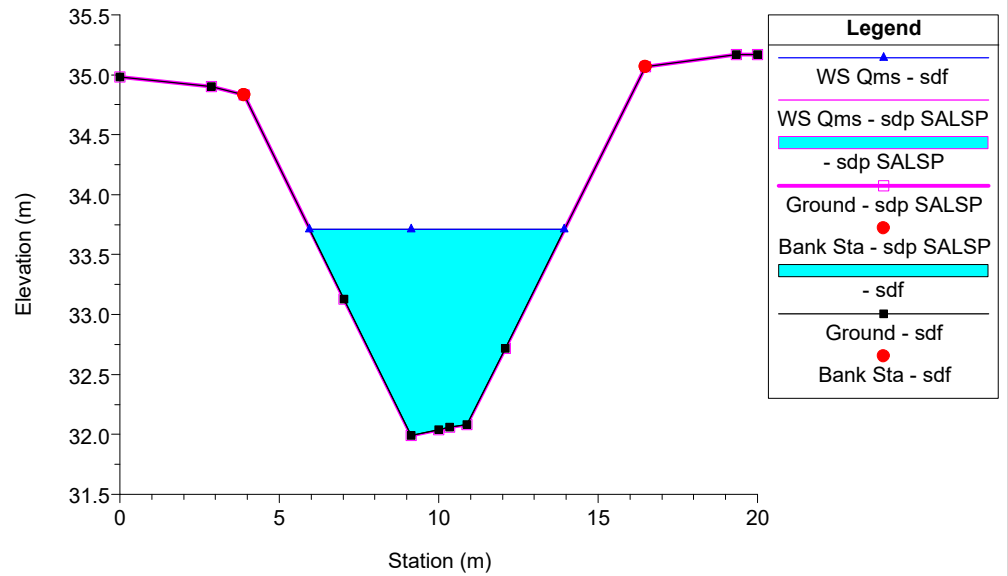


Legend	
	WS Qms - sdf
	WS Qms - sdp SALSP
	Ground
	Ground

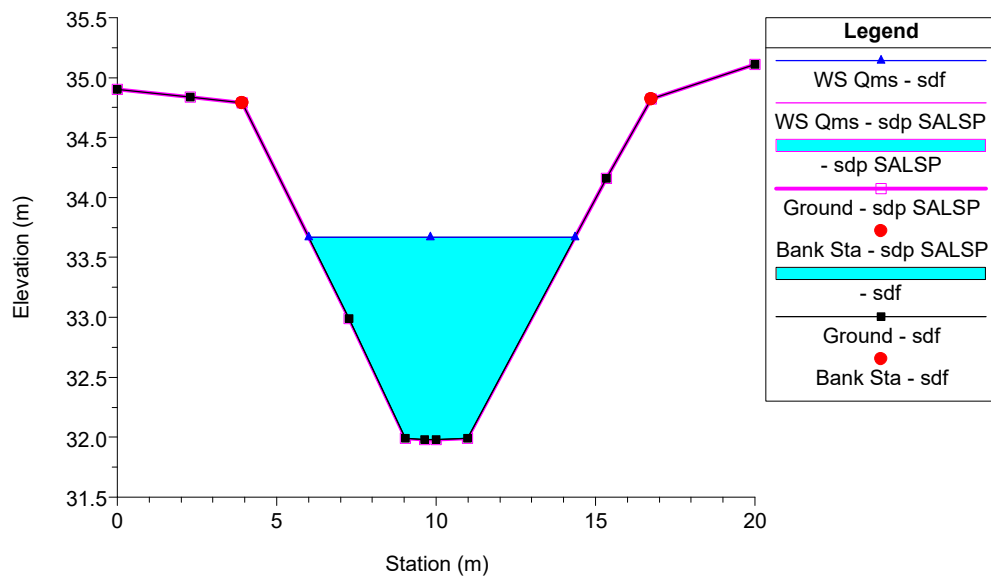
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 476



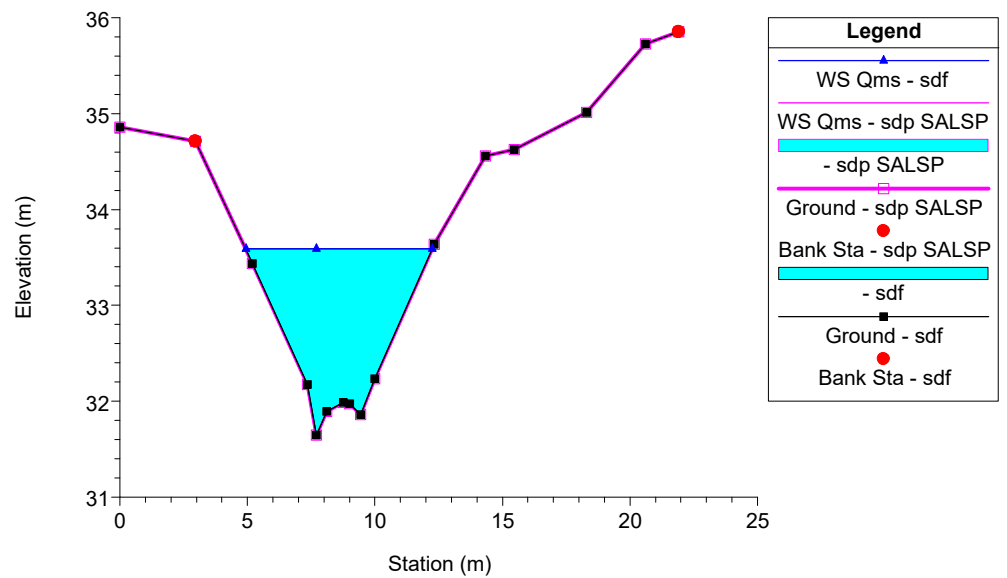
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 456



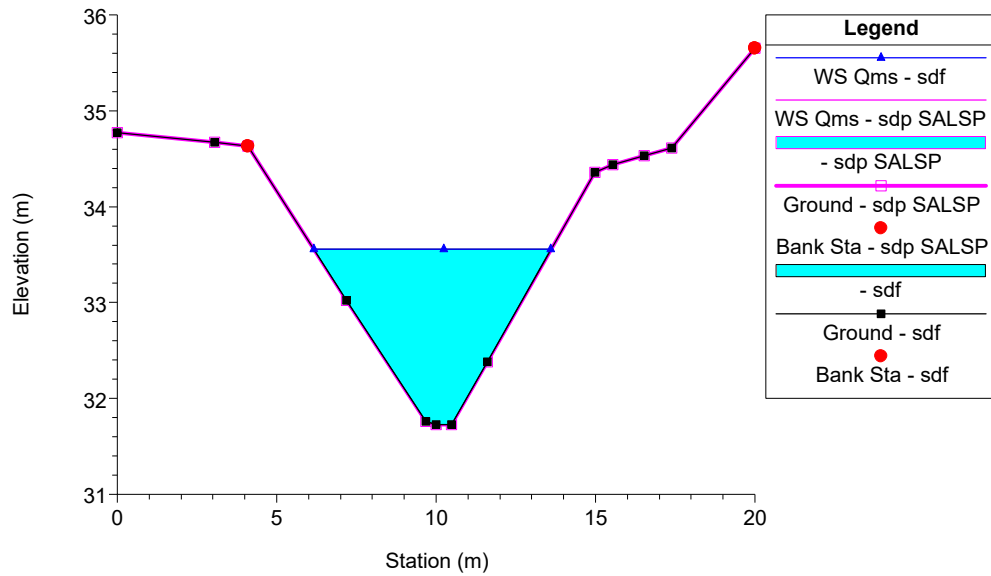
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 436



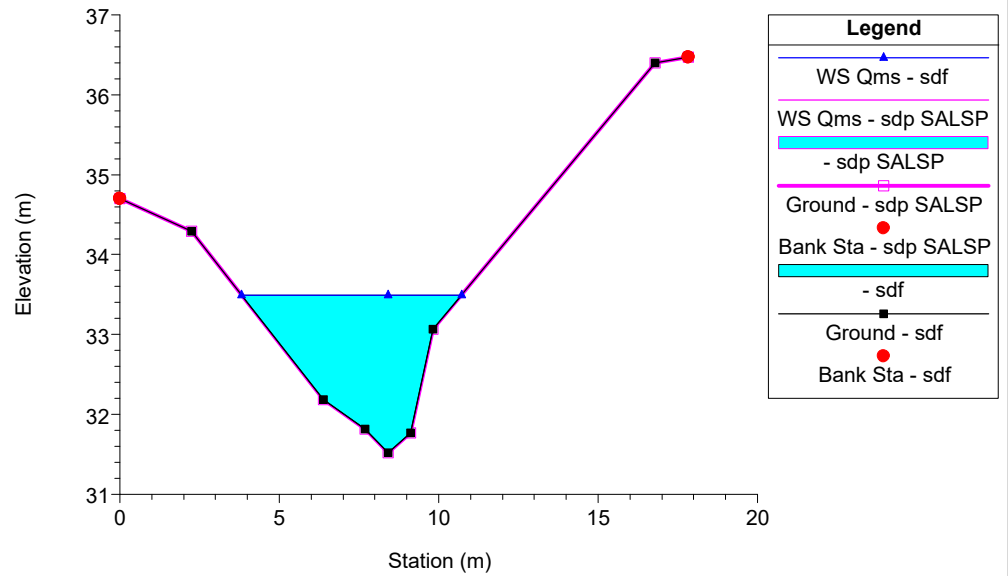
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 425 sez. 7 rilievo topografico



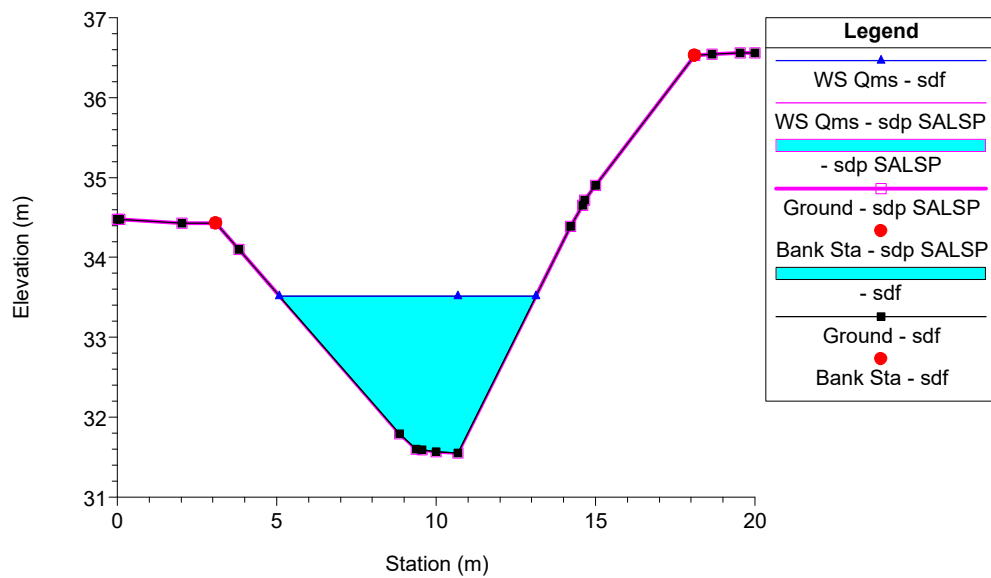
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 416



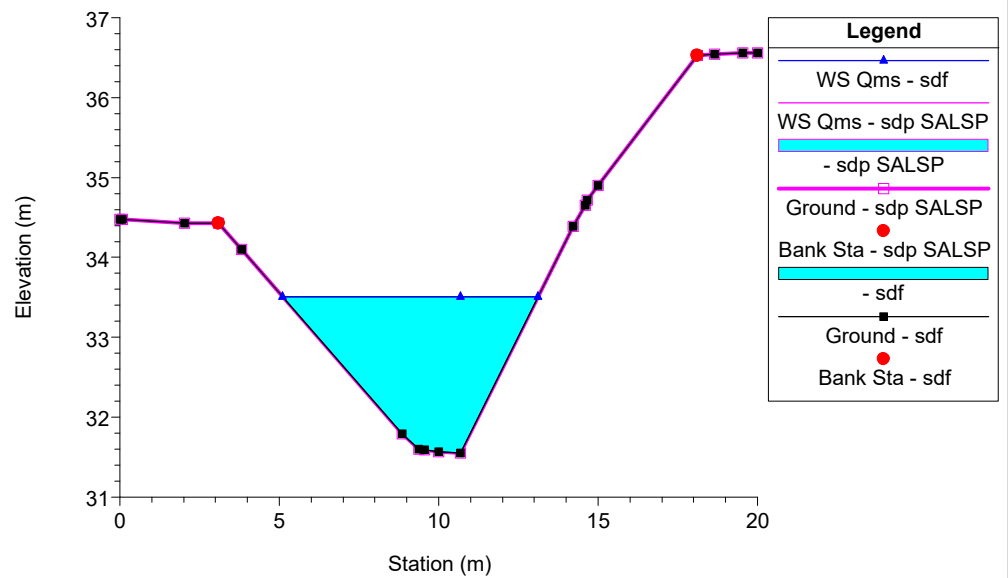
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 405 sez. 6 rilievo topografico



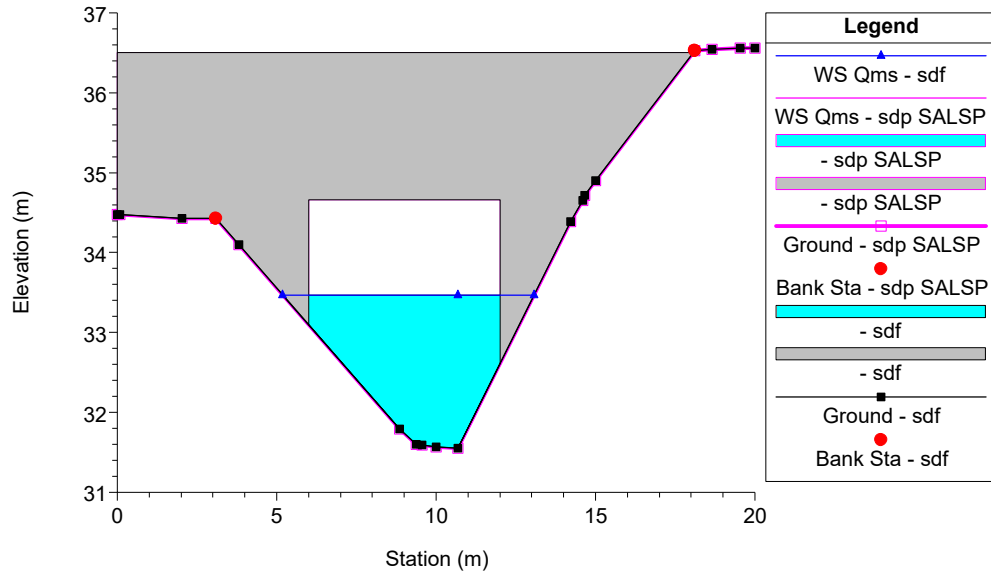
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 396



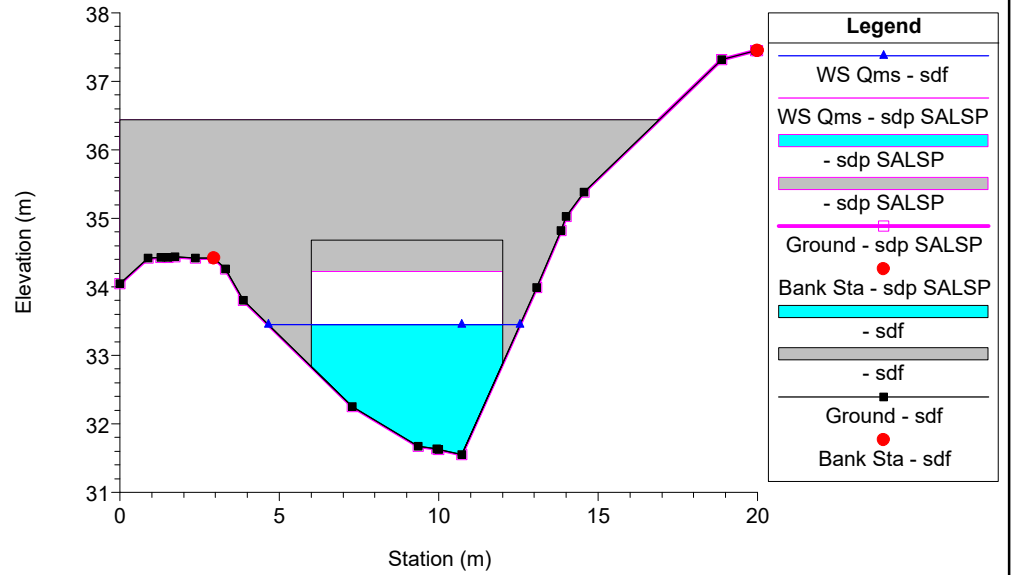
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 392 sez. fittizia monte scatolare1



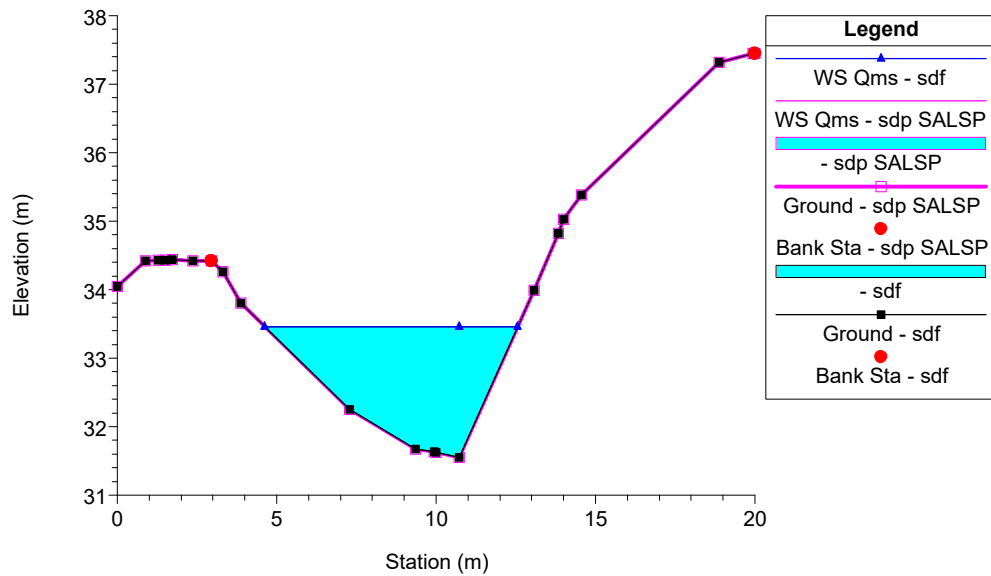
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 390.8 BR Scatolare Monte 1



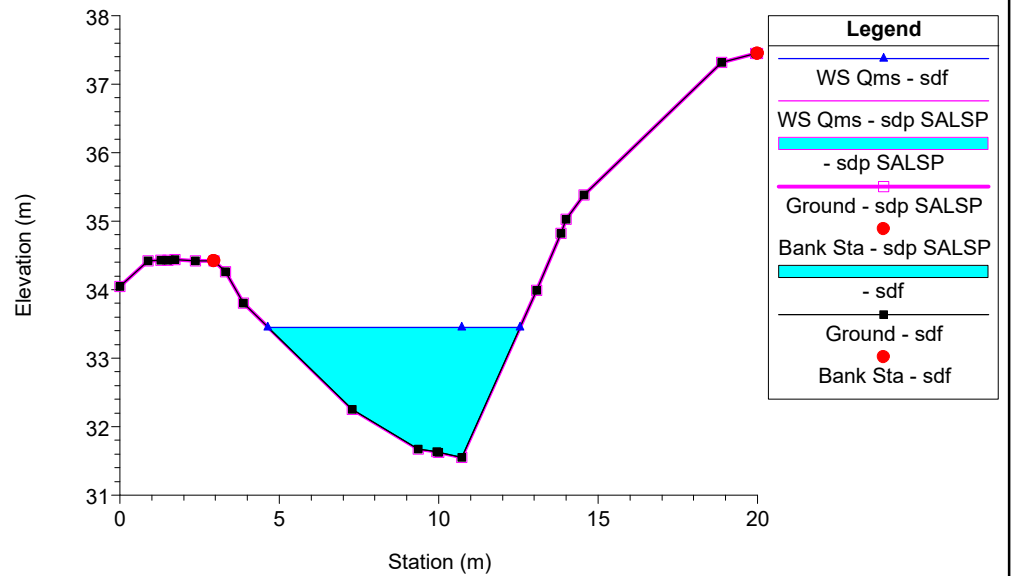
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 390.8 BR Scatolare Monte 1



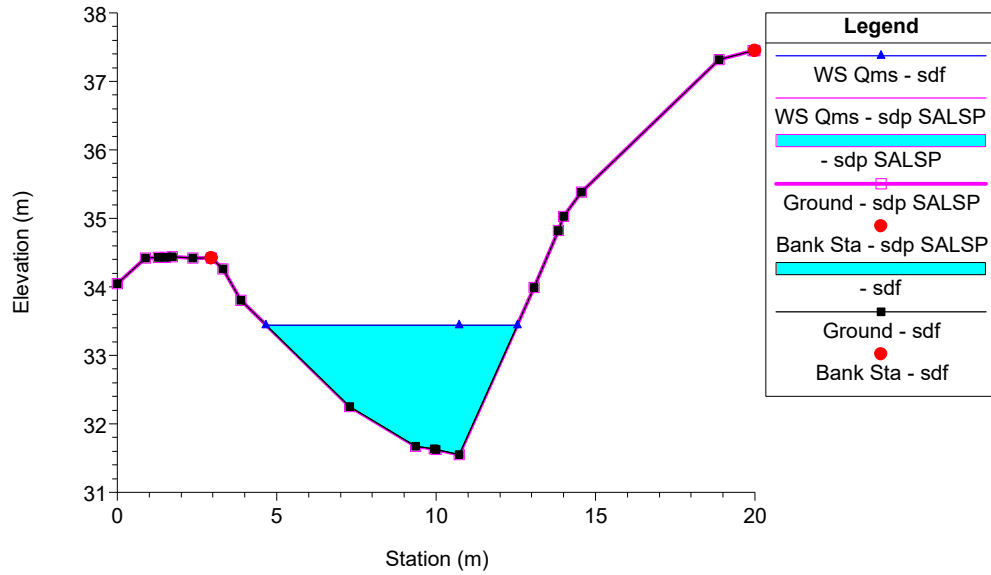
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 379 sez. fittizia valle scatolare1



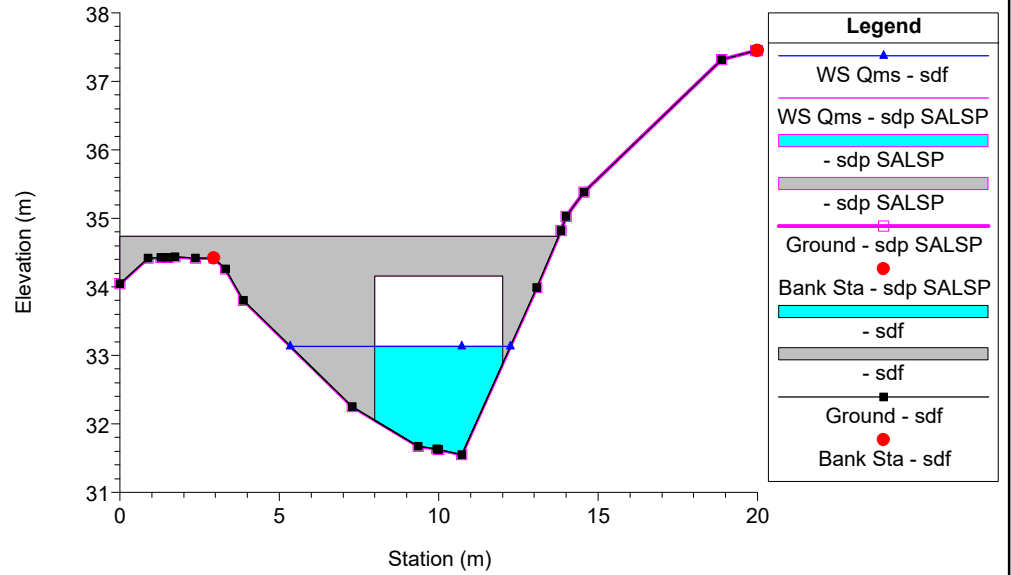
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 376



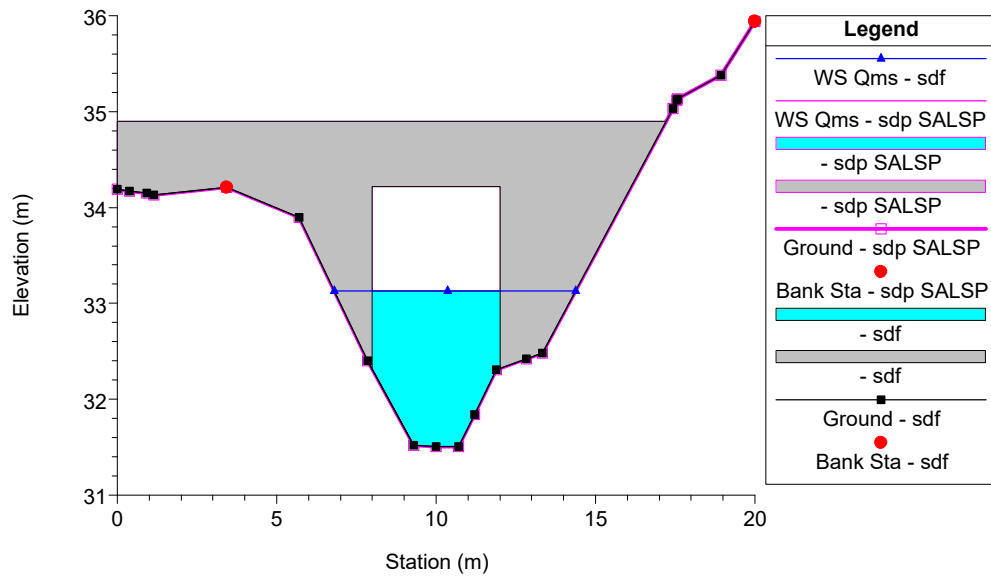
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 373 sez. fittizia monte scatolare 2



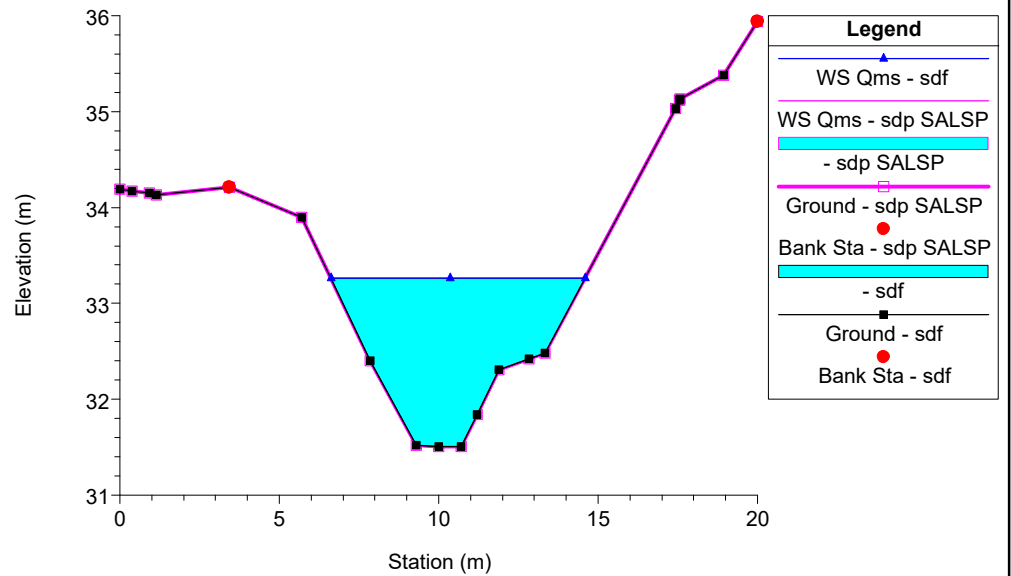
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 371.8 BR Scatolare Monte 2



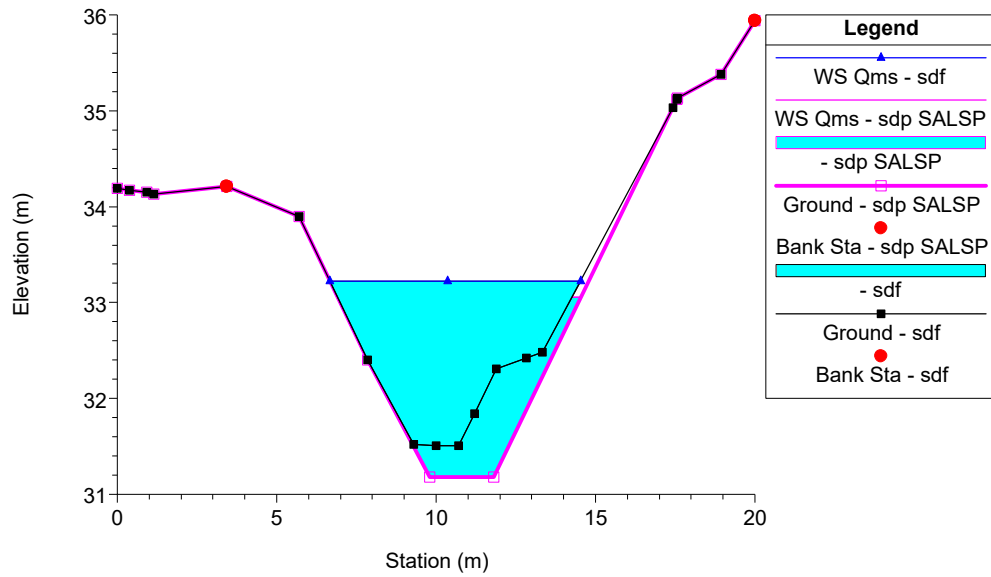
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 371.8 BR Scatolare Monte 2



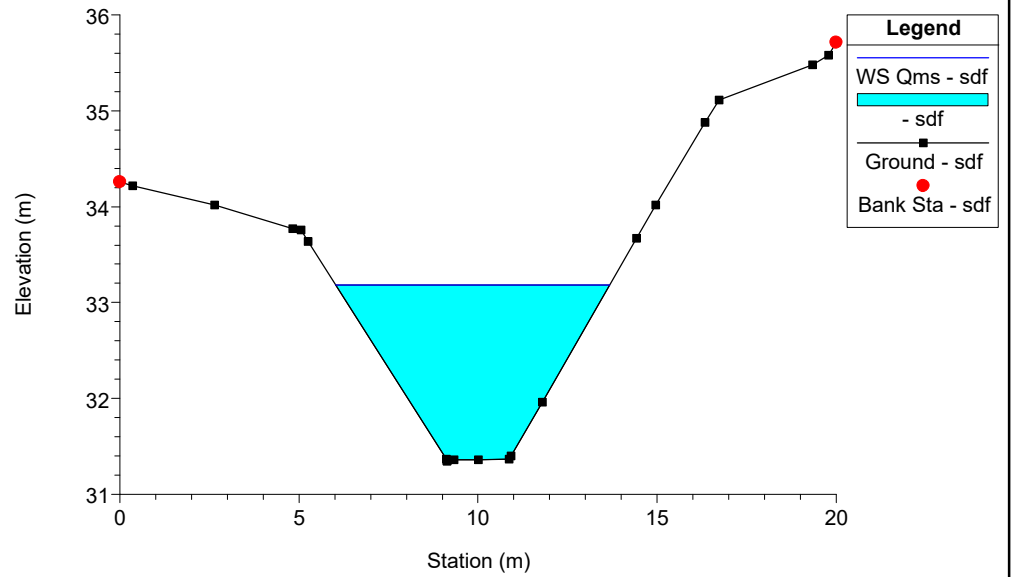
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 365 SEZIONE 1



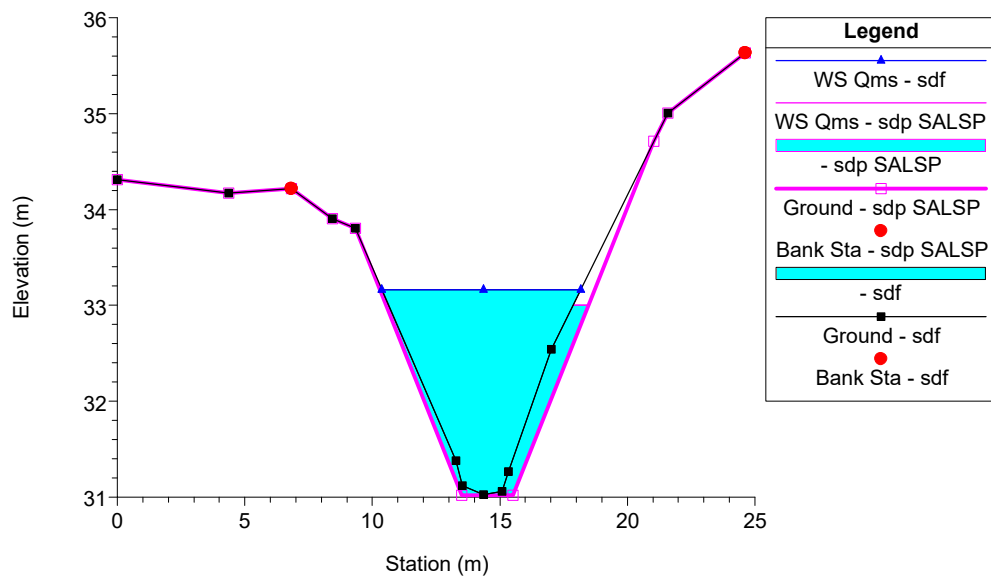
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 356 SEZIONE 2



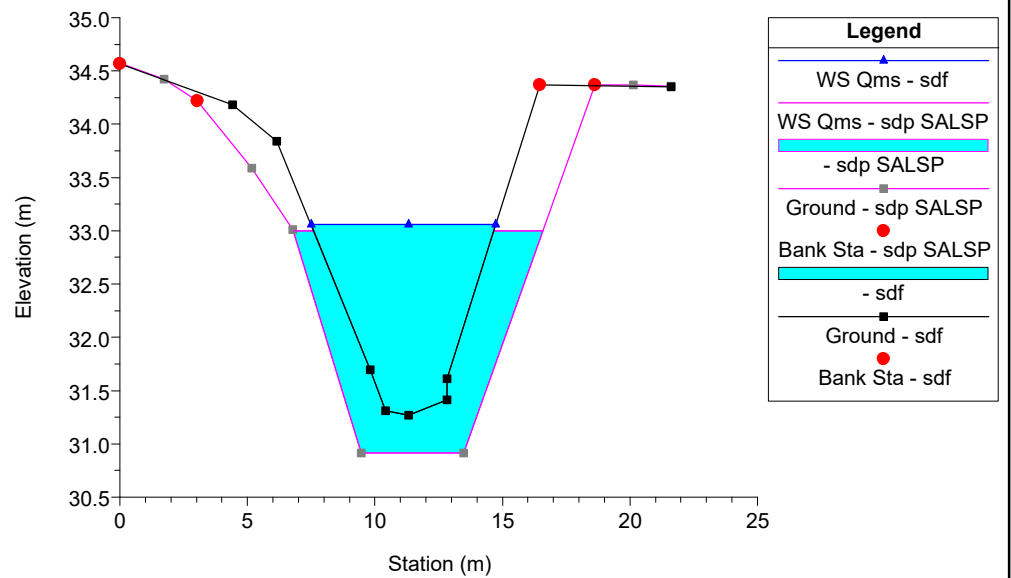
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 336



157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 319 SEZIONE 3 (sez. 5 rilievo)

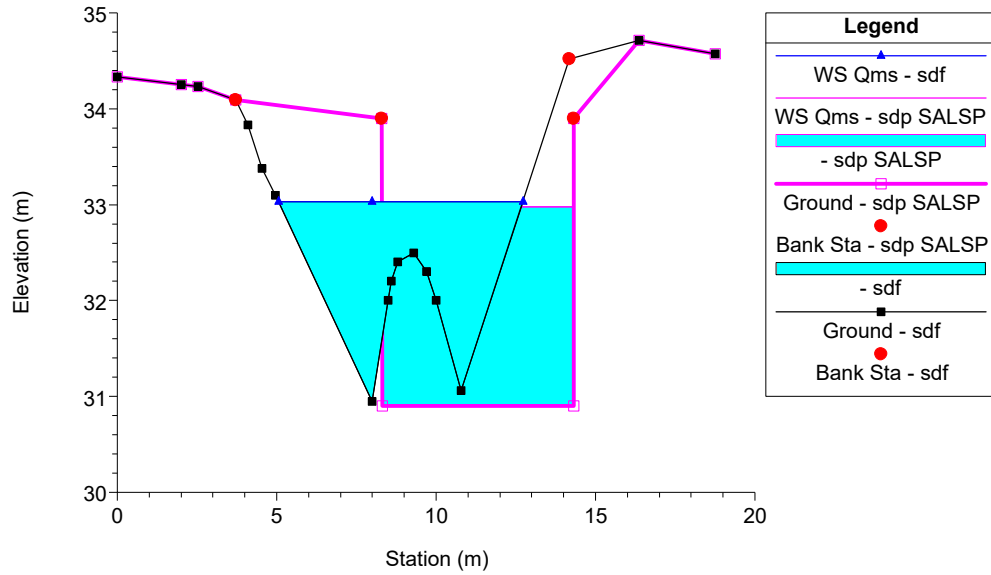


157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 291.6 SEZIONE 4 (sez. 4 rilievo)

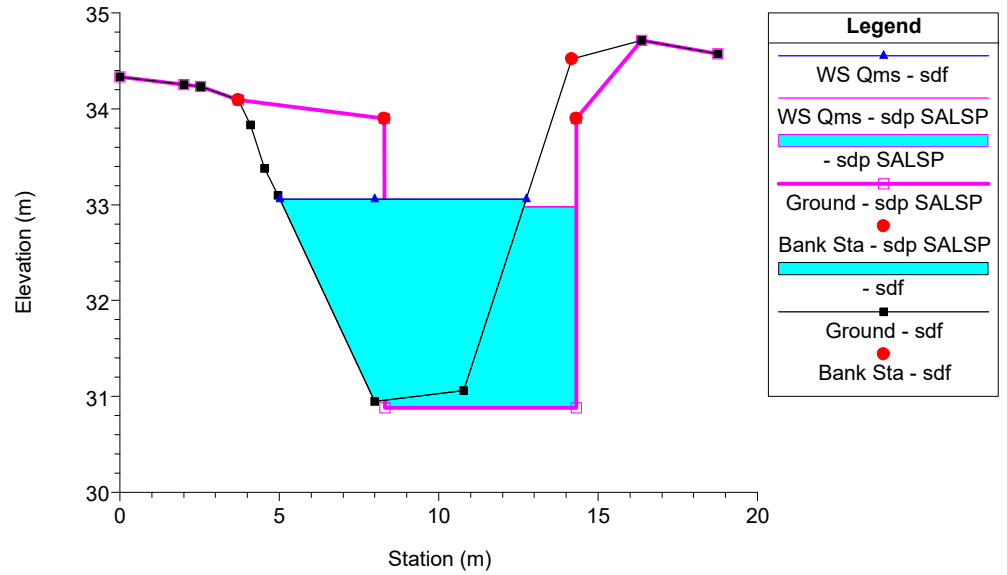




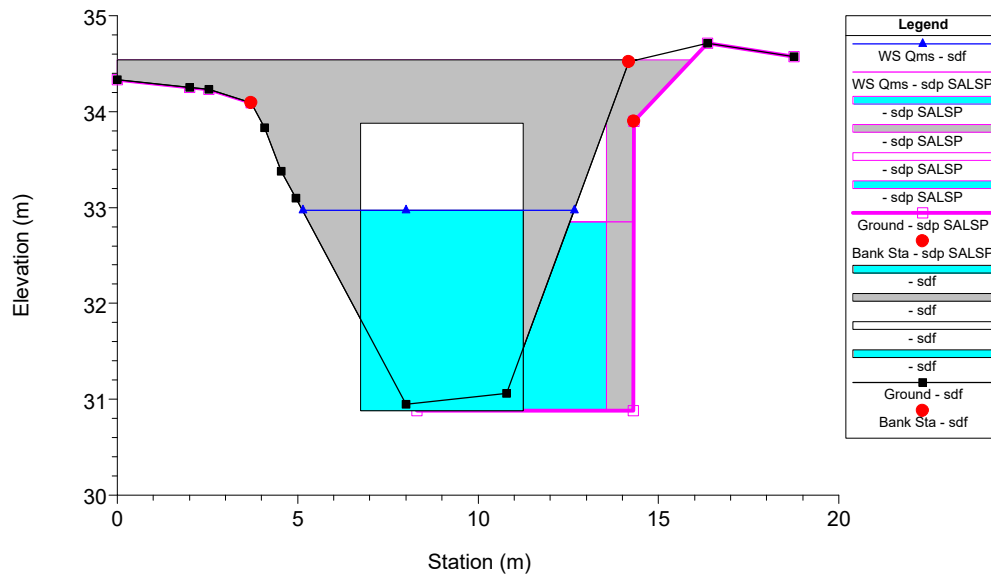
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 288.6 sezione PD isola sdf



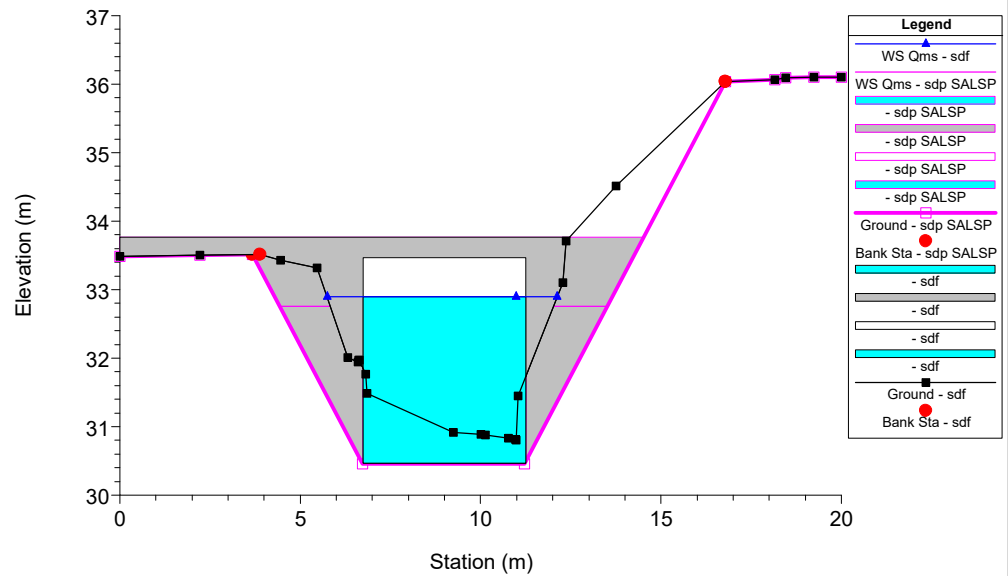
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 284.6 Sez\_3



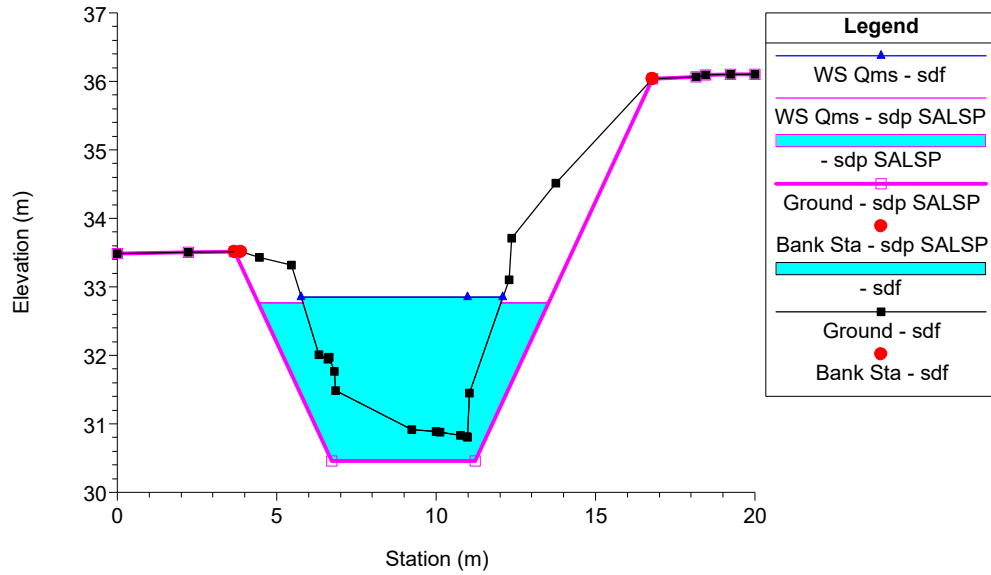
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 283.1 Culv Tombino A14



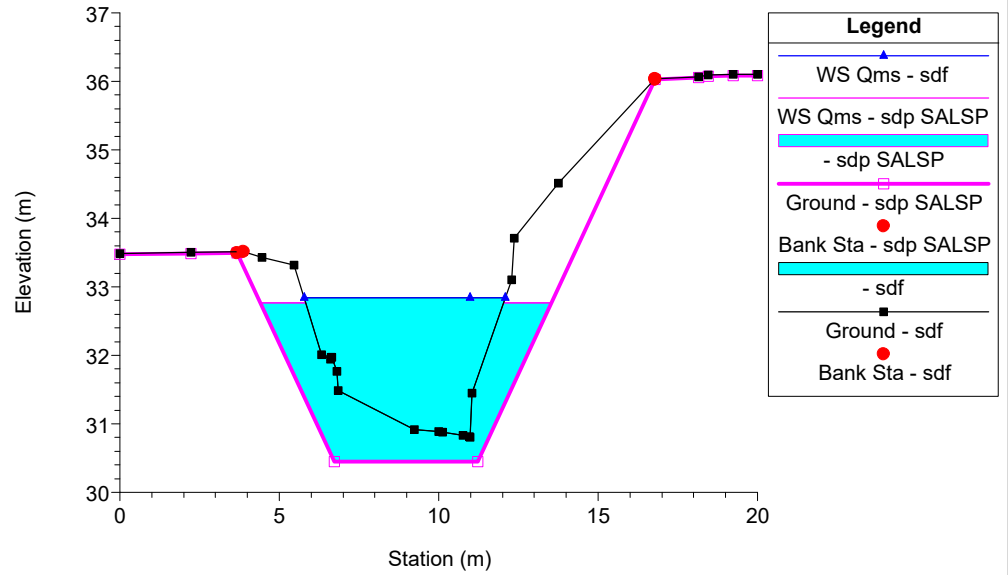
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 283.1 Culv Tombino A14



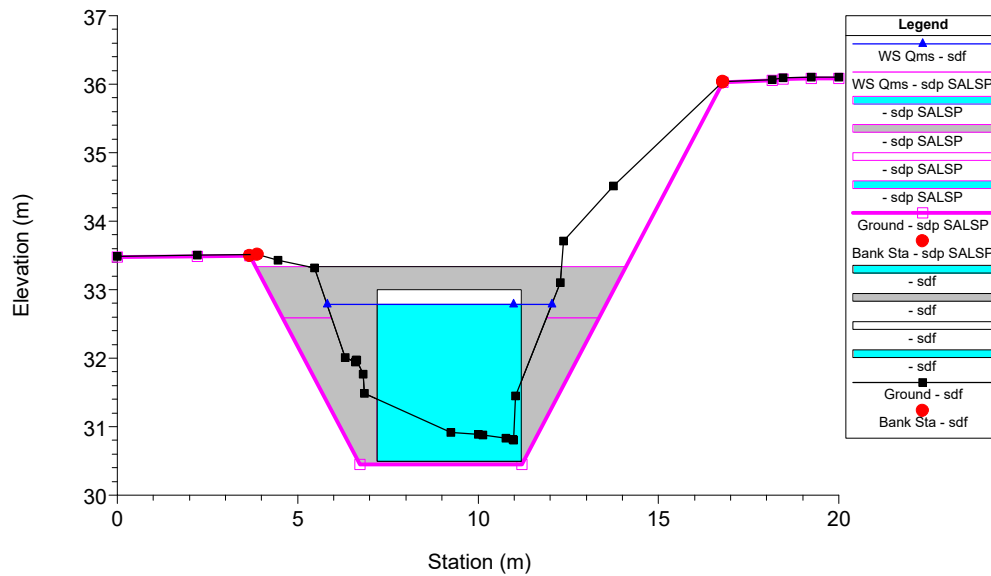
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 116 SEZIONE 5



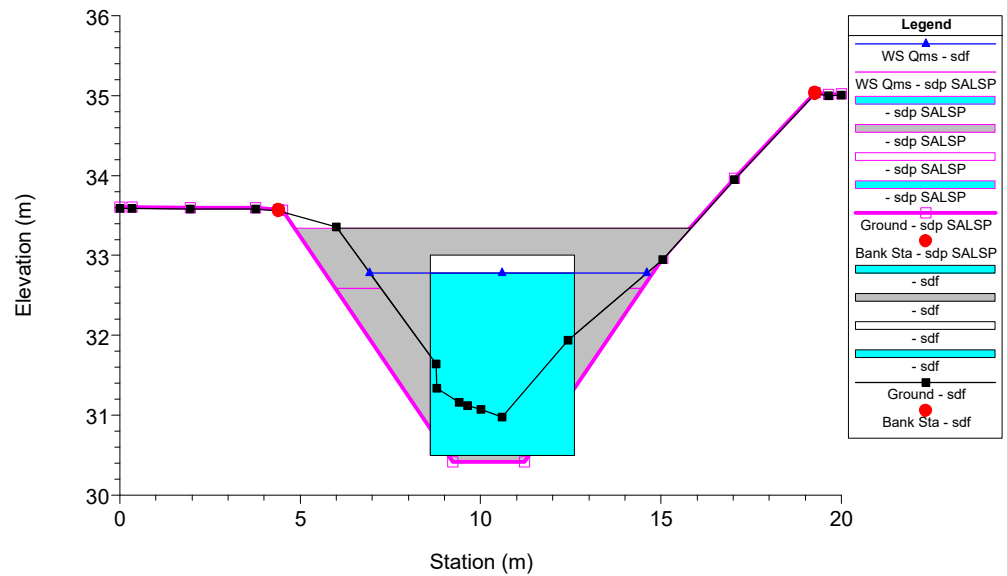
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 109 sezione fittizia monte scatolare 4



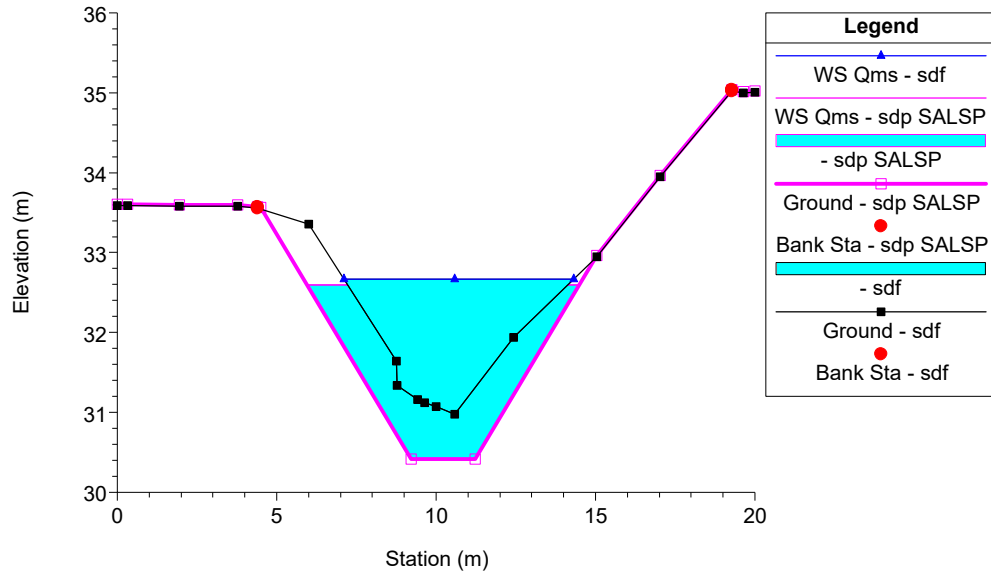
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 107 Culv Ponticello Valle 1



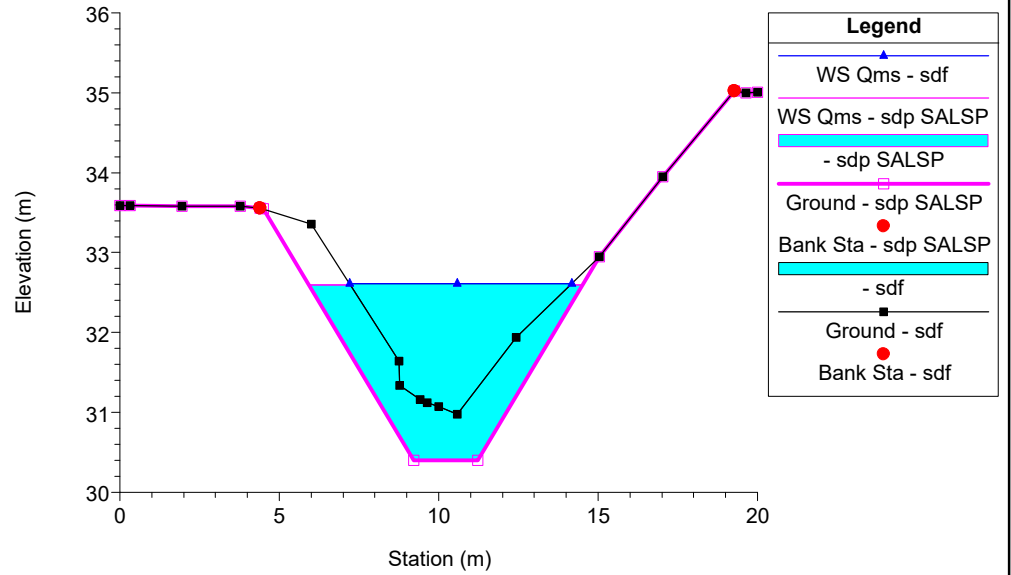
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 107 Culv Ponticello Valle 1



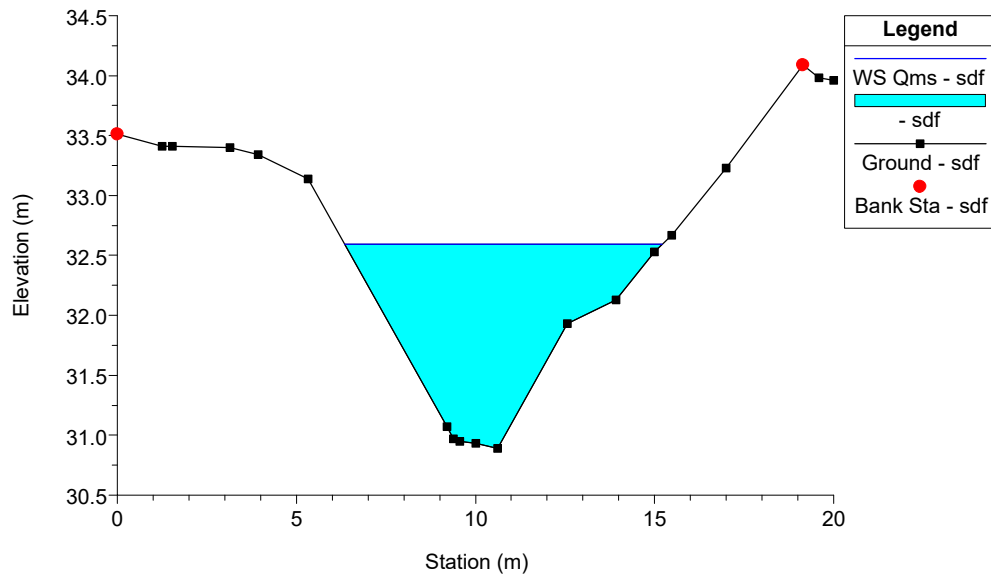
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 101 SEZIONE 6



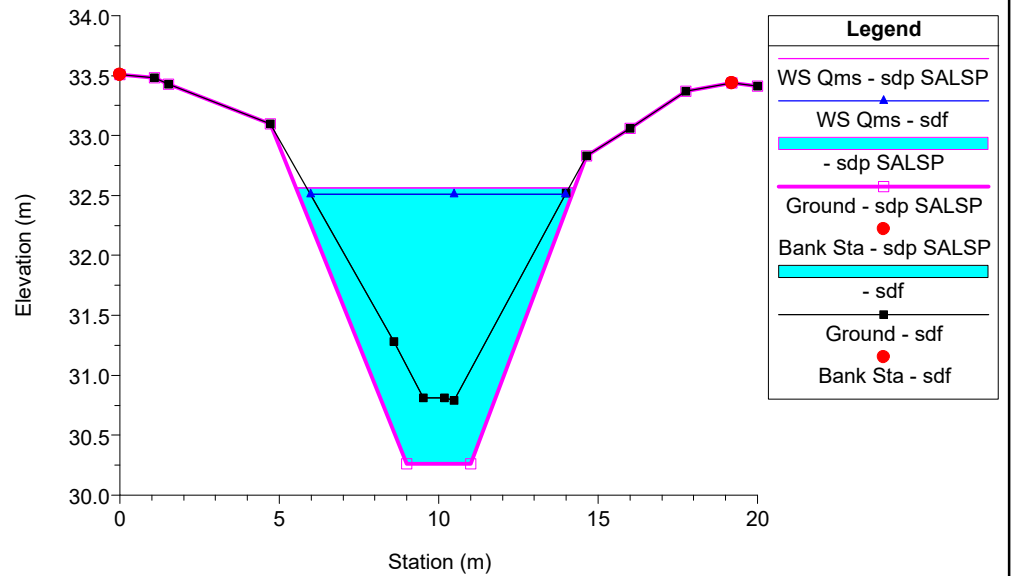
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 96



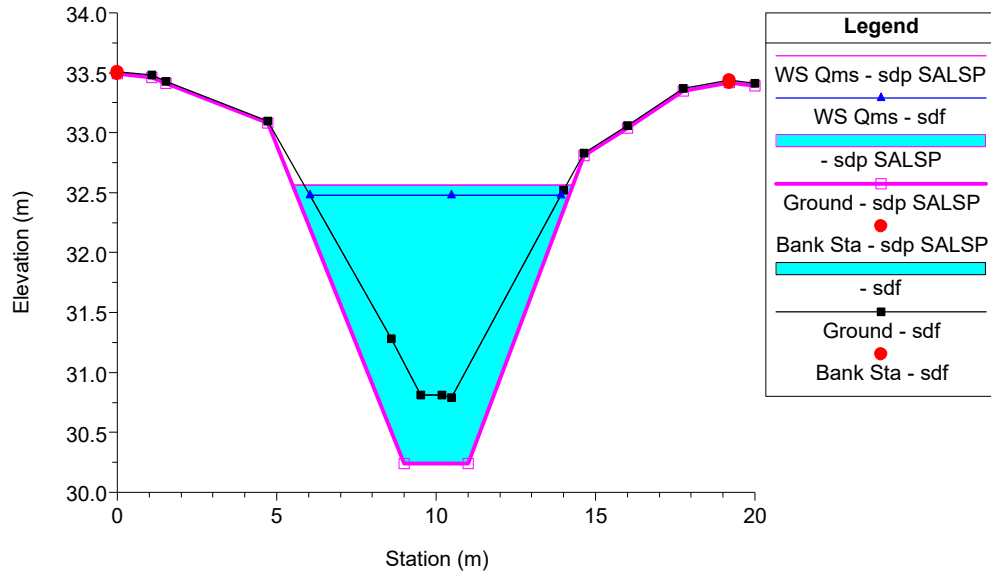
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 76



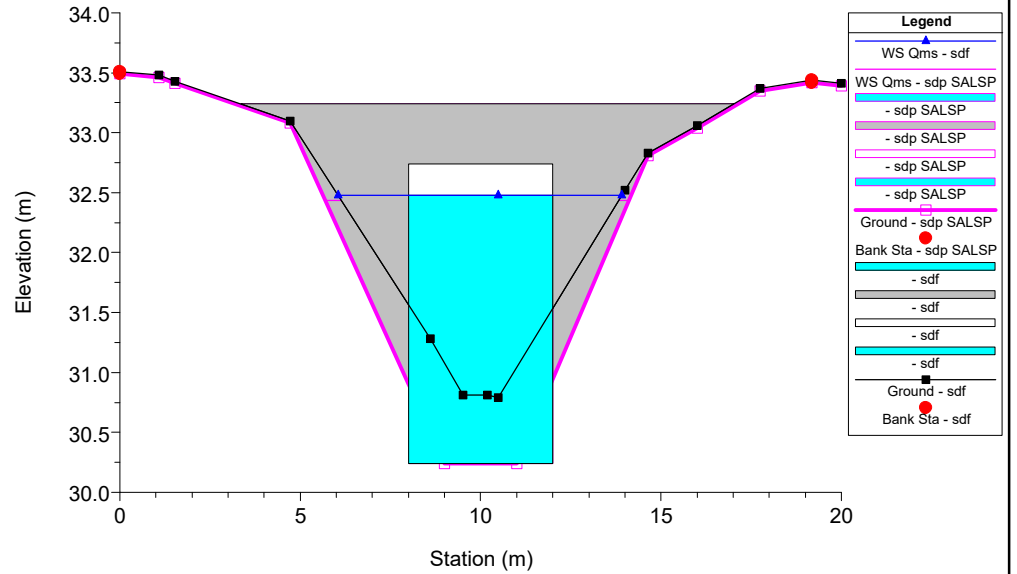
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 56 SEZIONE 7



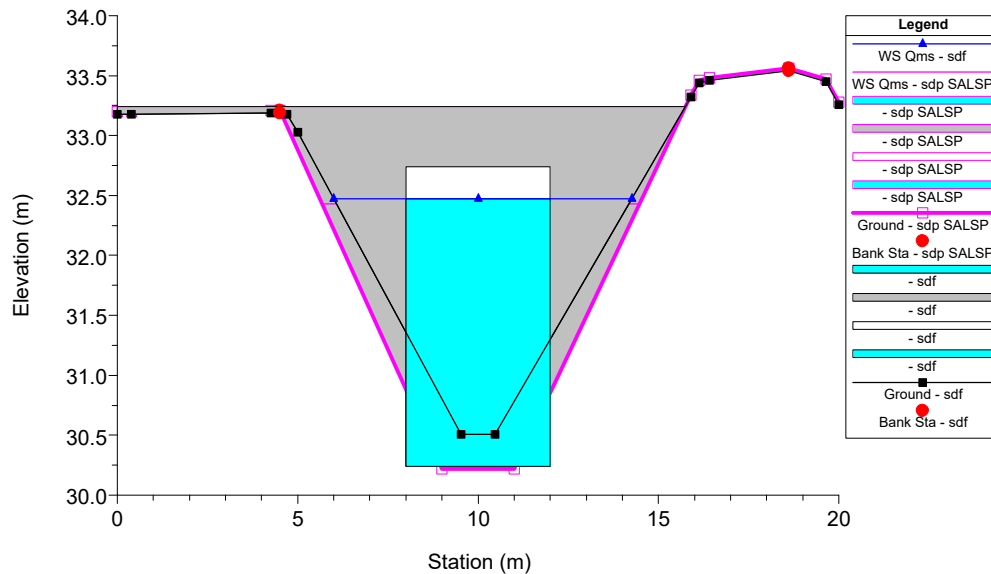
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 50 sezione fittizia monte scatolare 5



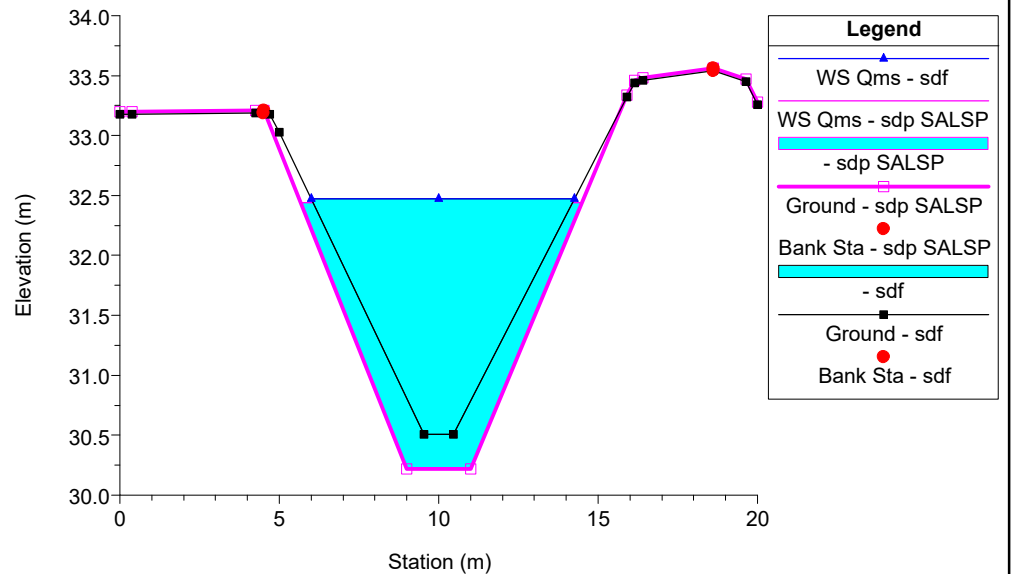
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 49.1 Culv Ponticello Valle 2



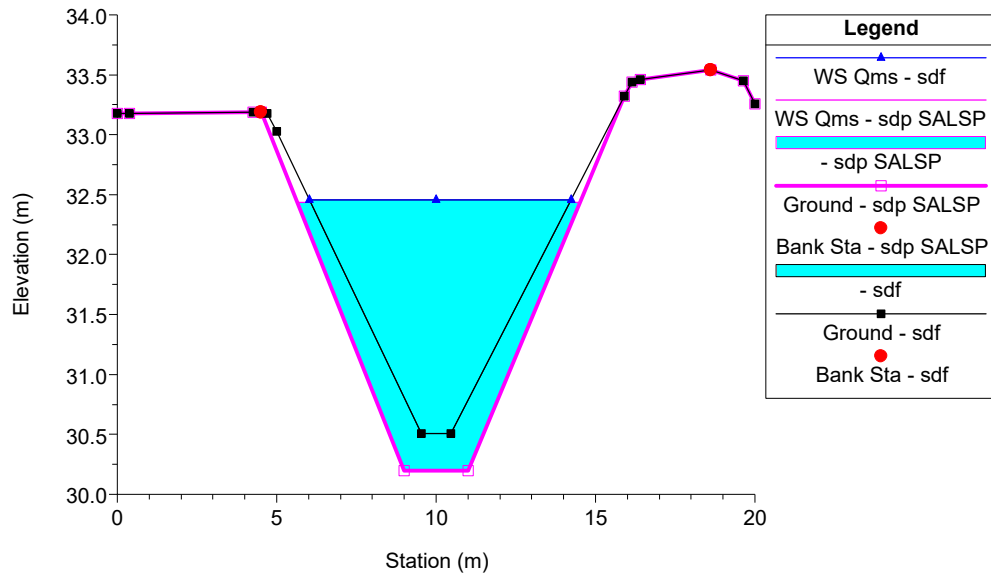
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 49.1 Culv Ponticello Valle 2



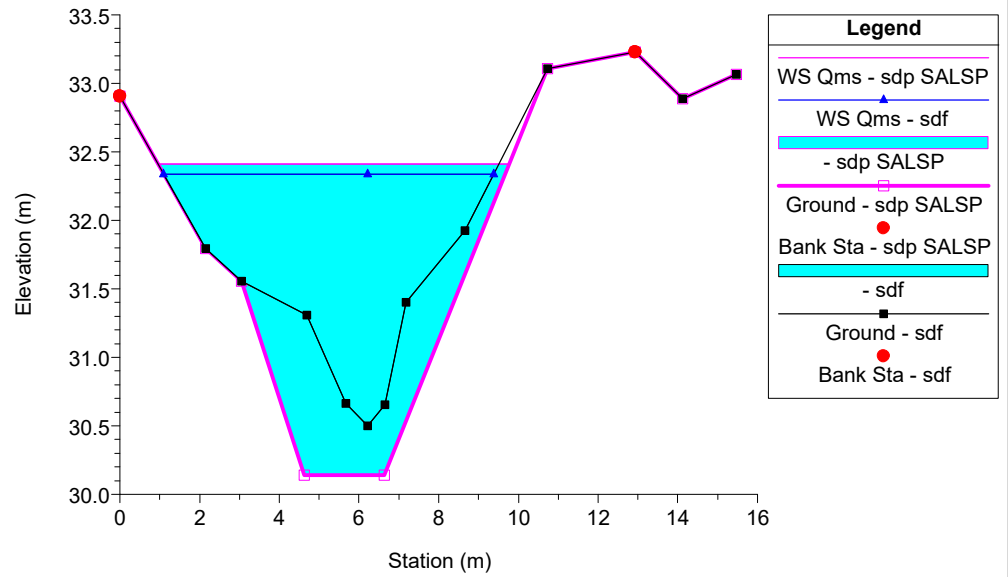
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 43 sezione fittizia valle scatolare 5



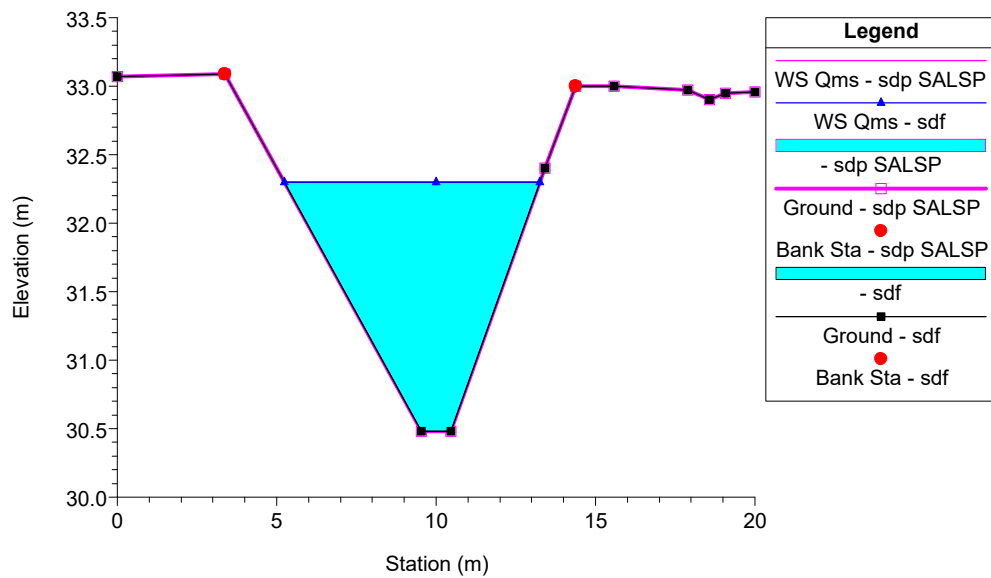
157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 36



157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 19 SEZIONE 8 (sez. 1 rilievo)



157.T.B\_ScoloCorrecchio Plan: 1) sdf 2) sdp SALSP  
RS = 0 SEZIONE 9



## APPENDICE 30

### Scolo Correcchiello: risultati delle simulazioni

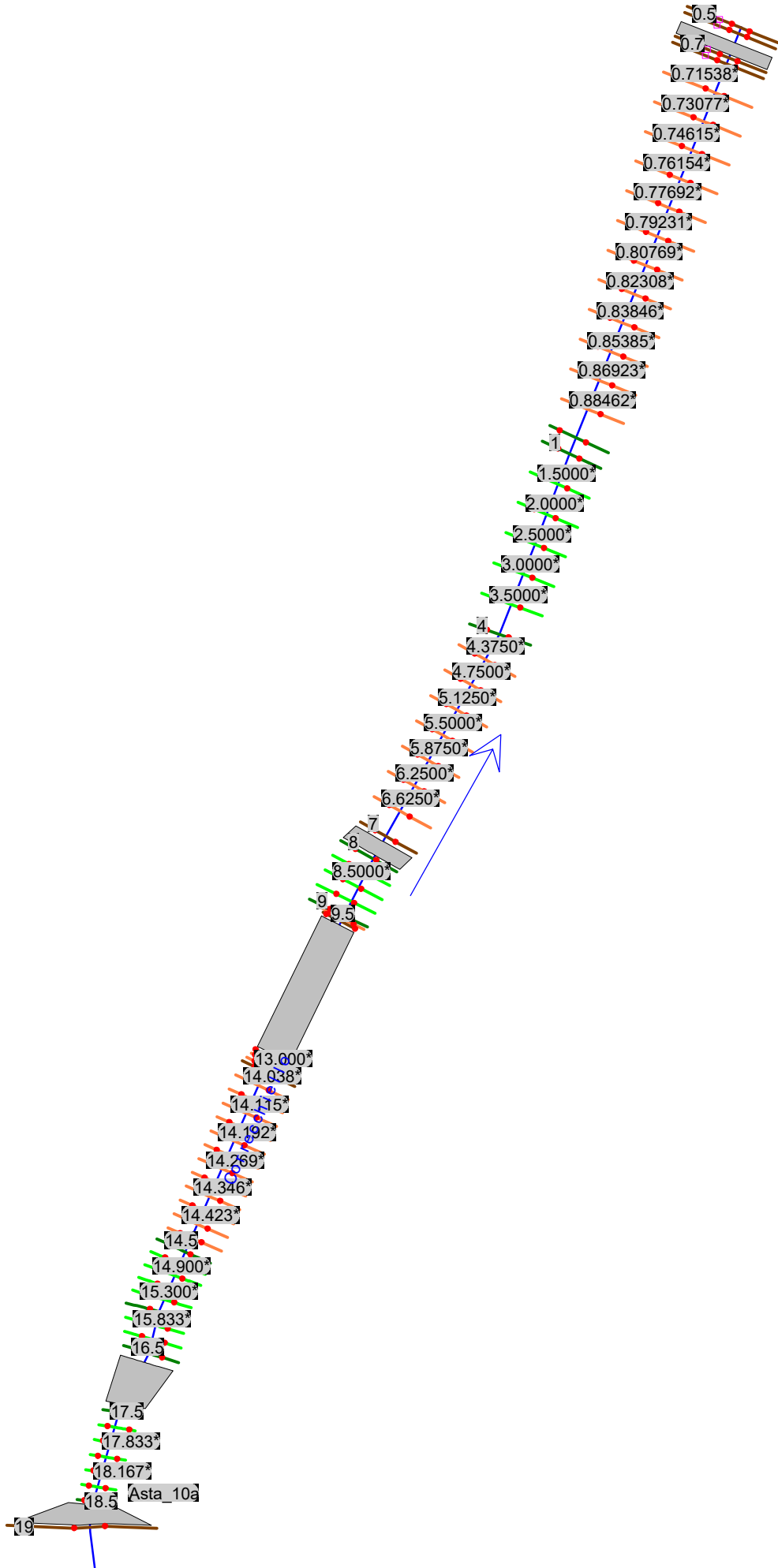
HEC-RAS Plan: SDF SALSP River: Correcchiello Reach: Asta\_10a Profile: Qms

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
Asta_10a	19	Qms	2.50	29.32	30.43	30.07	30.50	0.005889	1.12	2.23	3.41	0.44
Asta_10a	18.8		Culvert									
Asta_10a	18.5	Qms	2.50	29.04	29.98		30.05	0.006857	1.13	2.20	4.08	0.49
Asta_10a	17.5	Qms	2.50	28.29	29.95	29.00	29.96	0.000691	0.51	4.99	7.01	0.16
Asta_10a	17		Culvert									
Asta_10a	16.5	Qms	2.50	28.05	29.46		29.48	0.001939	0.70	3.58	5.09	0.27
Asta_10a	15.5	Qms	2.50	27.95	29.44		29.46	0.001488	0.66	3.83	5.37	0.23
Asta_10a	14.5	Qms	2.50	27.78	29.42		29.43	0.000881	0.53	4.76	5.74	0.18
Asta_10a	14	Qms	2.50	27.68	29.37		29.38	0.000755	0.49	5.06	6.31	0.17
Asta_10a	11	Qms	2.50	27.68	29.37	28.23	29.38	0.000335	0.35	7.16	7.79	0.12
Asta_10a	10		Bridge									
Asta_10a	9.5	Qms	2.50	27.67	29.26		29.26	0.000457	0.41	6.14	6.52	0.13
Asta_10a	9	Qms	2.50	27.68	29.26		29.26	0.000329	0.39	6.72	8.79	0.12
Asta_10a	8	Qms	2.50	27.48	29.24	28.12	29.25	0.000636	0.45	5.59	6.55	0.15
Asta_10a	7.5		Culvert									
Asta_10a	7	Qms	2.50	27.48	28.74		28.77	0.002350	0.79	3.15	3.99	0.29
Asta_10a	4	Qms	2.50	27.28	28.61		28.63	0.001469	0.65	3.85	4.89	0.23
Asta_10a	1	Qms	2.50	27.43	28.30		28.40	0.013452	1.42	1.76	3.90	0.68
Asta_10a	0.9	Qms	2.50	27.43	28.30		28.34	0.004329	0.89	2.80	5.46	0.40
Asta_10a	0.7	Qms	2.50	26.72	27.88	27.35	27.91	0.002490	0.80	3.13	4.41	0.30
Asta_10a	0.65	Qms	2.50	26.50	27.89	26.81	27.90	0.000291	0.36	6.92	5.42	0.10
Asta_10a	0.6		Culvert									
Asta_10a	0.5	Qms	2.50	26.40	27.89	26.71	27.89	0.000240	0.34	7.40	5.44	0.09
Asta_10a	0	Qms	2.50	26.72	27.86	27.35	27.89	0.002703	0.82	3.04	4.35	0.31

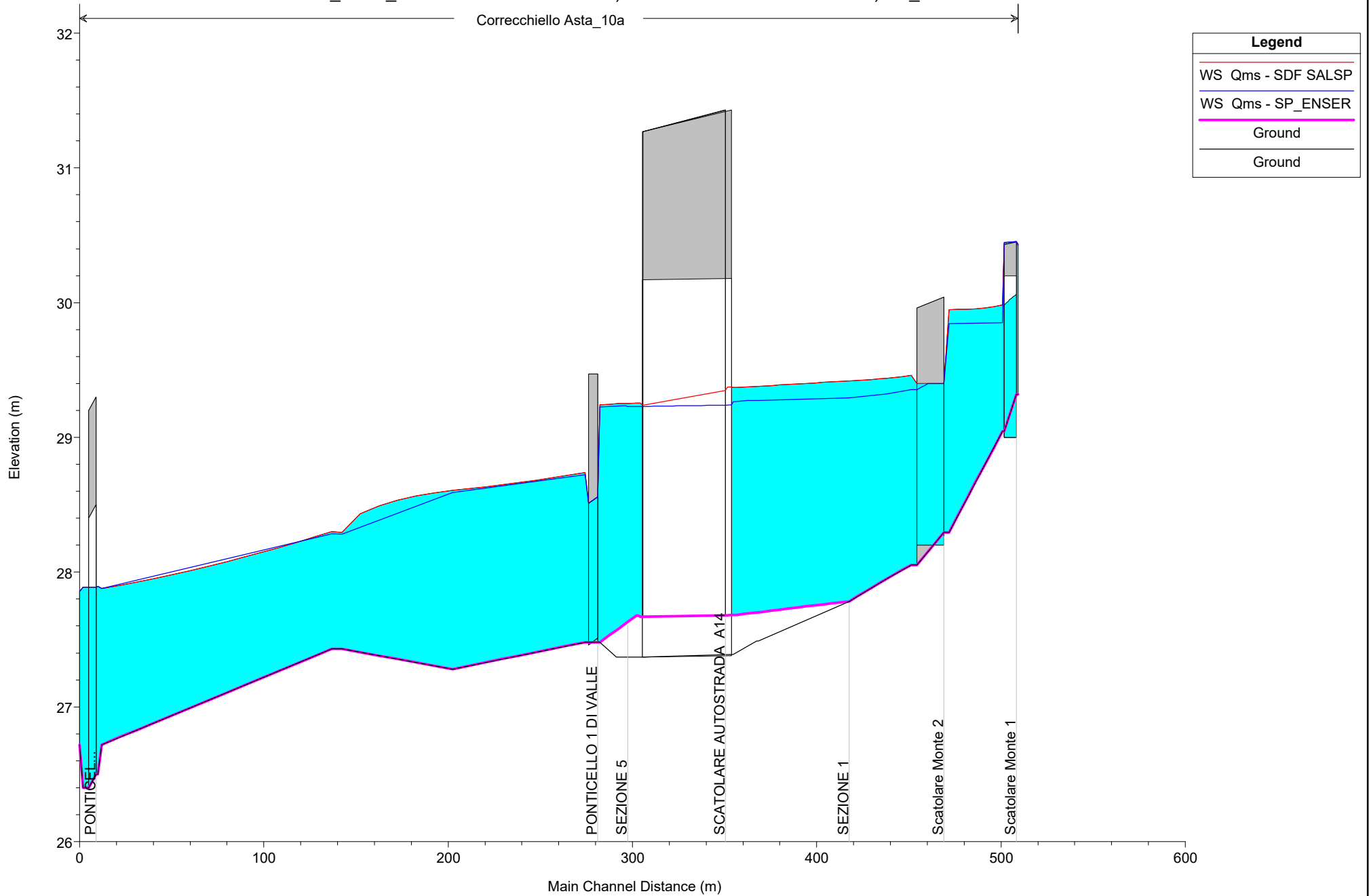
HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Correcchiello Reach: Asta\_10a Profile: Qms





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
Asta_10a	19	Qms	2.50	29.32	30.43	30.07	30.49	0.006089	1.14	2.20	3.38	0.45
Asta_10a	18.8		Culvert									
Asta_10a	18.5	Qms	2.50	29.04	29.85		29.96	0.013789	1.47	1.70	3.59	0.68
Asta_10a	17.5	Qms	2.50	28.29	29.84	29.00	29.86	0.000975	0.57	4.41	4.98	0.19
Asta_10a	17		Culvert									
Asta_10a	16.5	Qms	2.50	28.05	29.35		29.39	0.002947	0.82	3.06	4.71	0.32
Asta_10a	15.5	Qms	2.50	27.95	29.32		29.35	0.002364	0.77	3.25	4.66	0.29
Asta_10a	14.5	Qms	2.50	27.78	29.29		29.31	0.001303	0.61	4.08	5.19	0.22
Asta_10a	14.1	Qms	2.50	27.49	29.27		29.28	0.000351	0.38	6.54	6.33	0.12
Asta_10a	14	Qms	2.50	27.49	29.27		29.28	0.000156	0.38	6.53	6.33	0.12
Asta_10a	12	Qms	2.50	27.45	29.28		29.28	0.000018	0.26	9.58	7.99	0.08
Asta_10a	11	Qms	2.50	27.39	29.26	27.86	29.28	0.000120	0.53	4.69	2.51	0.12
Asta_10a	10		Culvert									
Asta_10a	9	Qms	2.50	27.37	29.23		29.24	0.000122	0.54	4.66	2.51	0.13
Asta_10a	8.9	Qms	2.50	27.37	29.23		29.24	0.000122	0.54	4.66	2.51	0.13
Asta_10a	8.8	Qms	2.50	27.37	29.24		29.24	0.000051	0.25	9.94	8.91	0.07
Asta_10a	8.6	Qms	2.50	27.37	29.23		29.24	0.000203	0.32	7.89	8.56	0.09
Asta_10a	8	Qms	2.50	27.48	29.22	28.12	29.24	0.000663	0.46	5.47	6.39	0.16
Asta_10a	7.5		Culvert									
Asta_10a	7	Qms	2.50	27.48	28.72		28.76	0.002499	0.81	3.08	3.95	0.29
Asta_10a	4	Qms	2.50	27.28	28.59		28.61	0.001549	0.66	3.77	4.83	0.24
Asta_10a	1	Qms	2.50	27.43	28.28		28.39	0.014532	1.46	1.71	3.84	0.70
Asta_10a	0.9	Qms	2.50	27.43	28.29		28.33	0.004701	0.92	2.72	5.38	0.41
Asta_10a	0.7	Qms	2.50	26.72	27.88	27.35	27.91	0.002490	0.80	3.13	4.41	0.30
Asta_10a	0.65	Qms	2.50	26.50	27.89	26.81	27.90	0.000291	0.36	6.92	5.42	0.10
Asta_10a	0.6		Culvert									
Asta_10a	0.5	Qms	2.50	26.40	27.89	26.71	27.89	0.000240	0.34	7.40	5.44	0.09
Asta_10a	0	Qms	2.50	26.72	27.86	27.35	27.89	0.002703	0.82	3.04	4.35	0.31



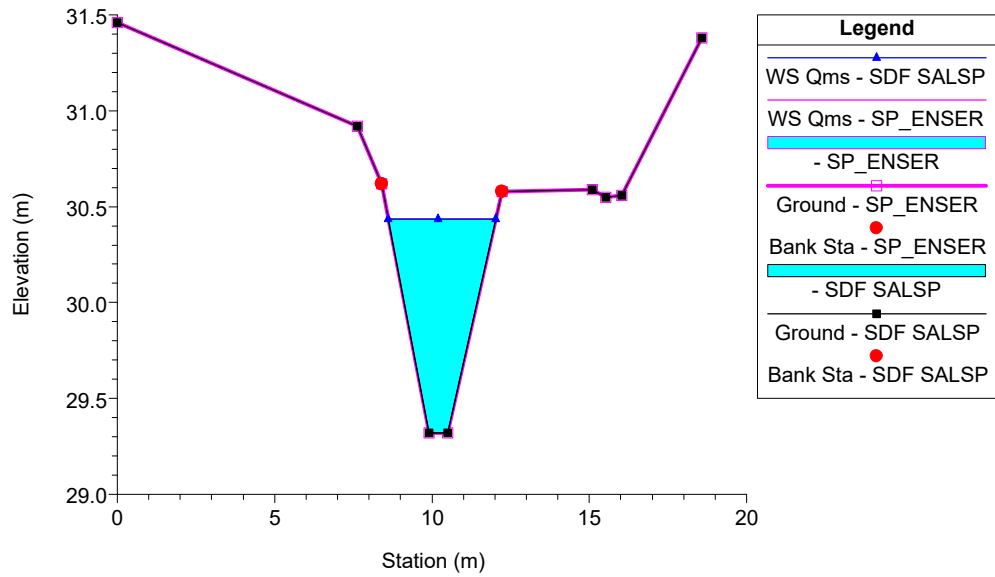


Correcchiello Asta\_10a

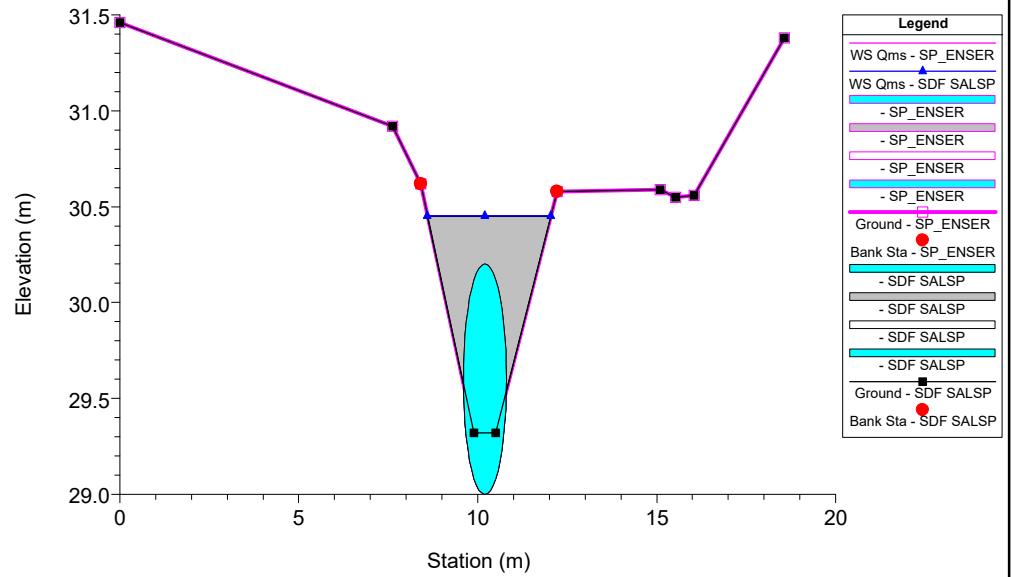


Legend	
	WS Qms - SDF SALSP
	WS Qms - SP_ENSER
	Ground
	Ground

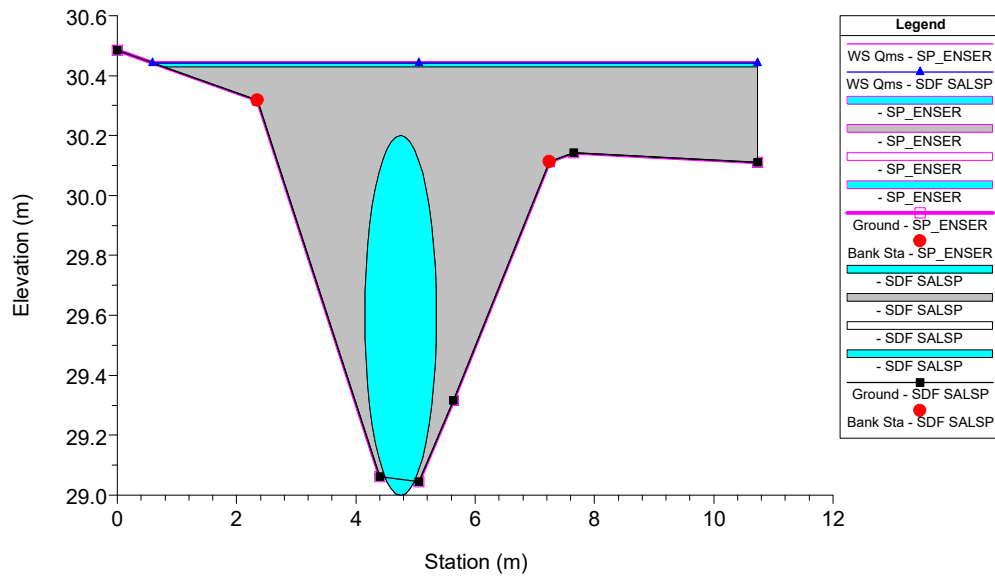
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 19



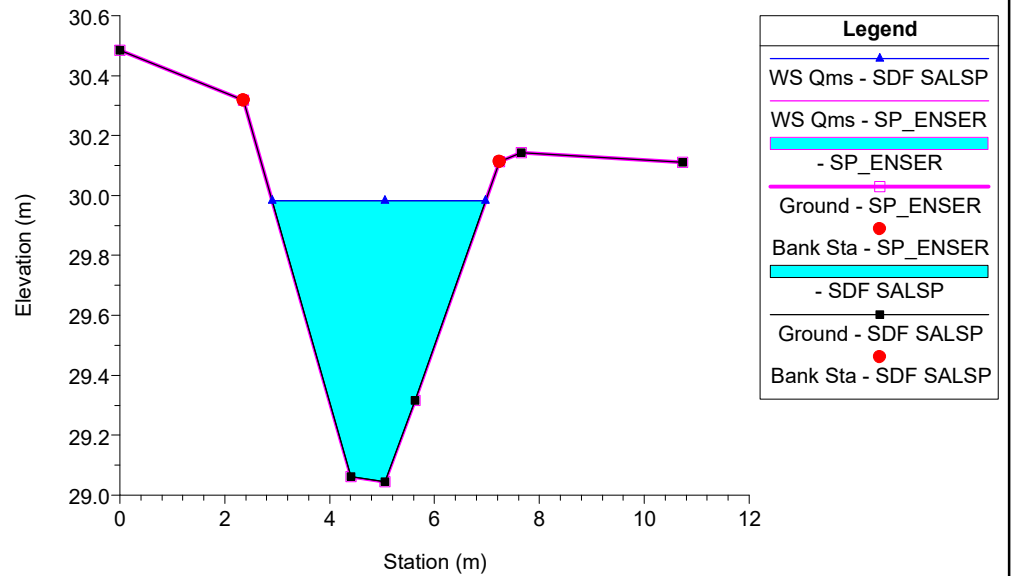
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 18.8 Culv. Scatolare Monte 1



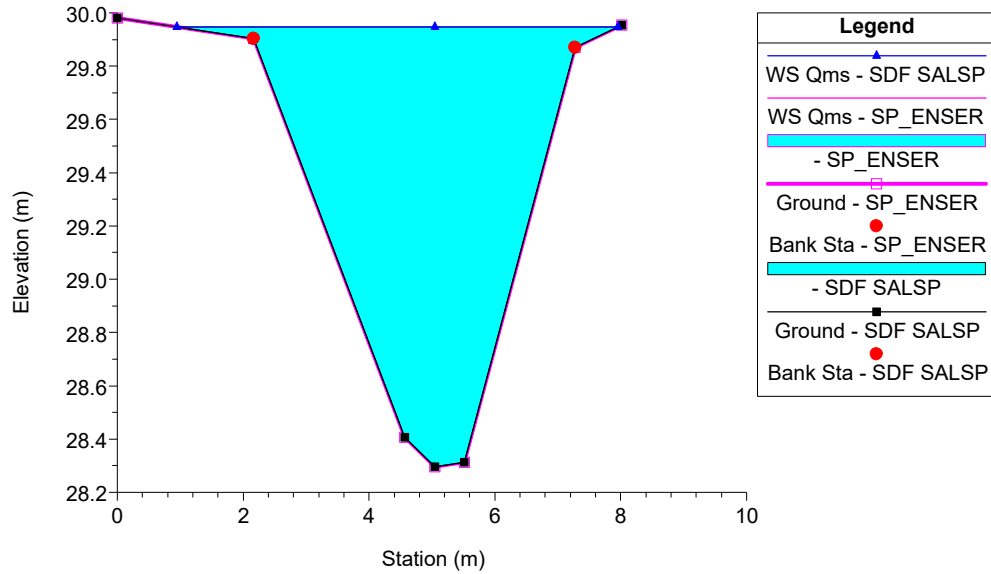
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 18.8 Culv. Scatolare Monte 1



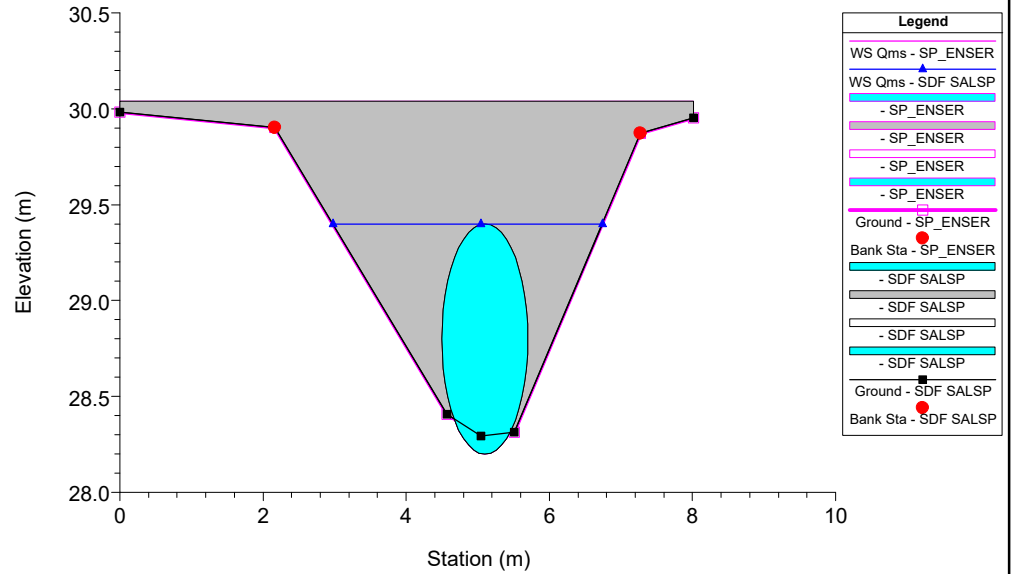
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 18.5



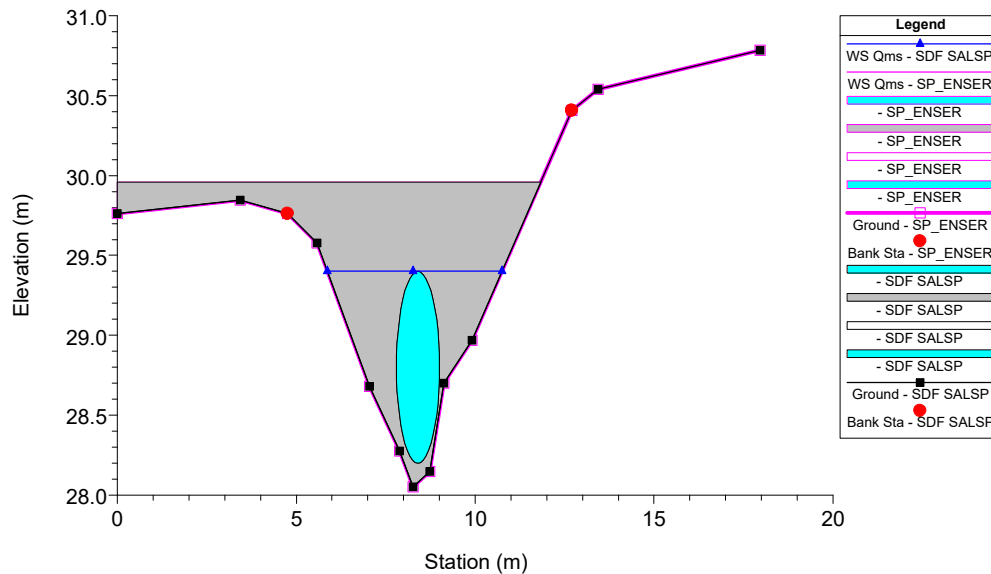
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 17.5



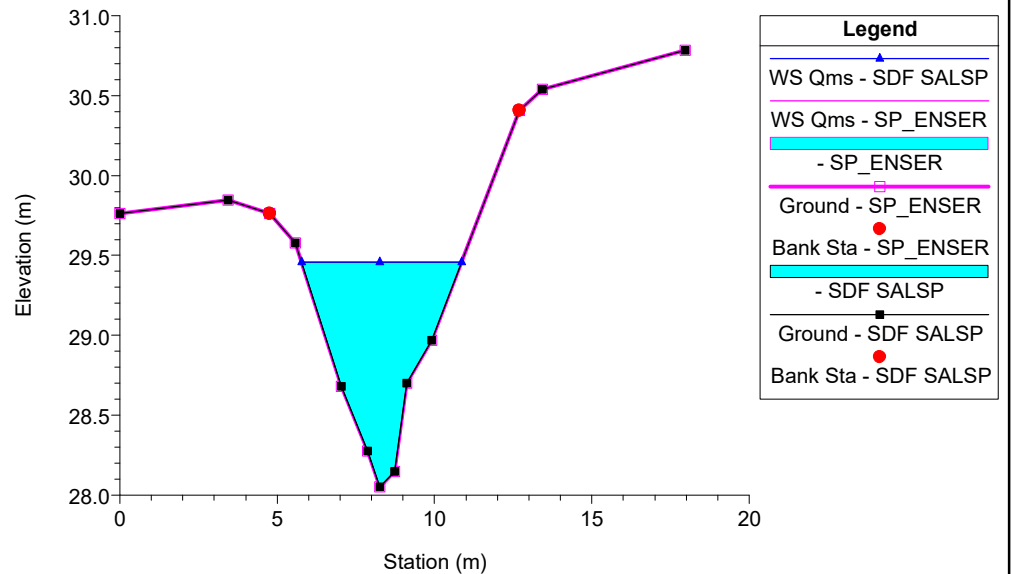
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 17 Culv Scatolare Monte 2



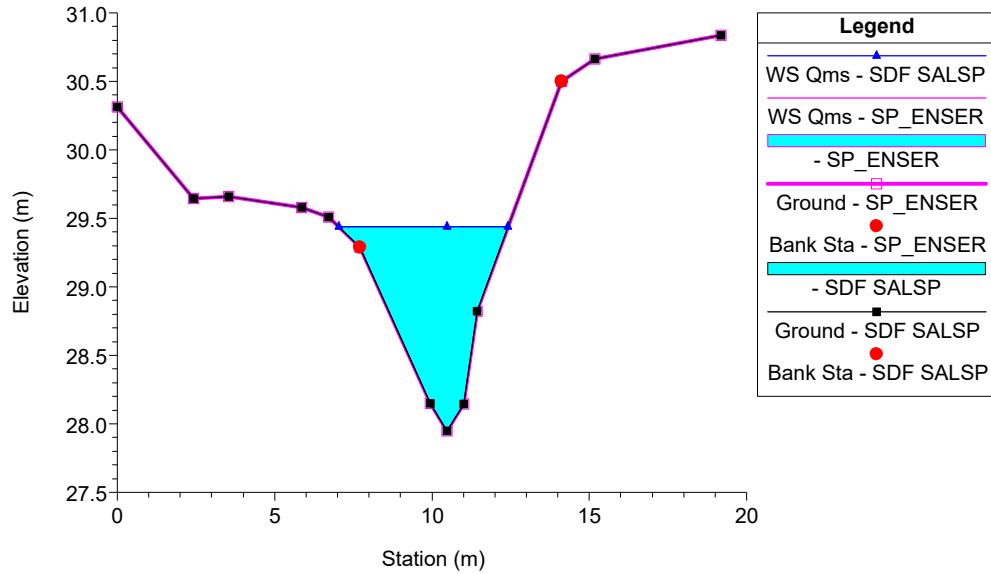
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 17 Culv Scatolare Monte 2



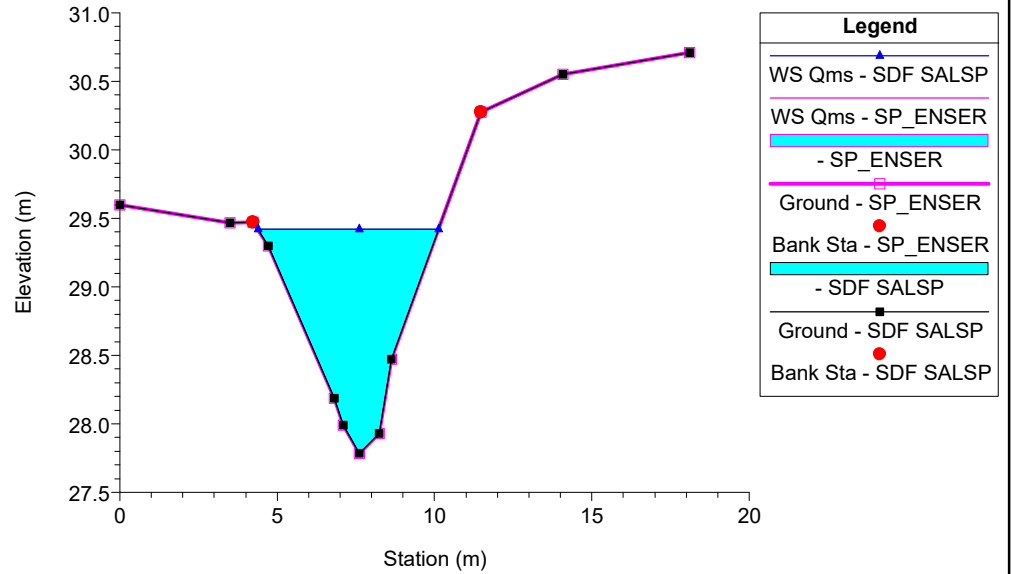
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 16.5



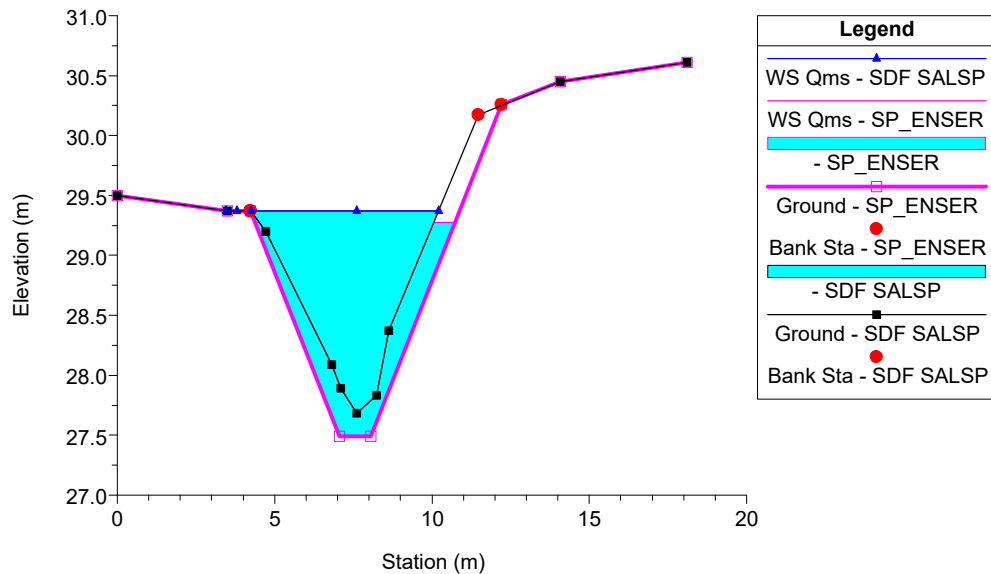
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 15.5



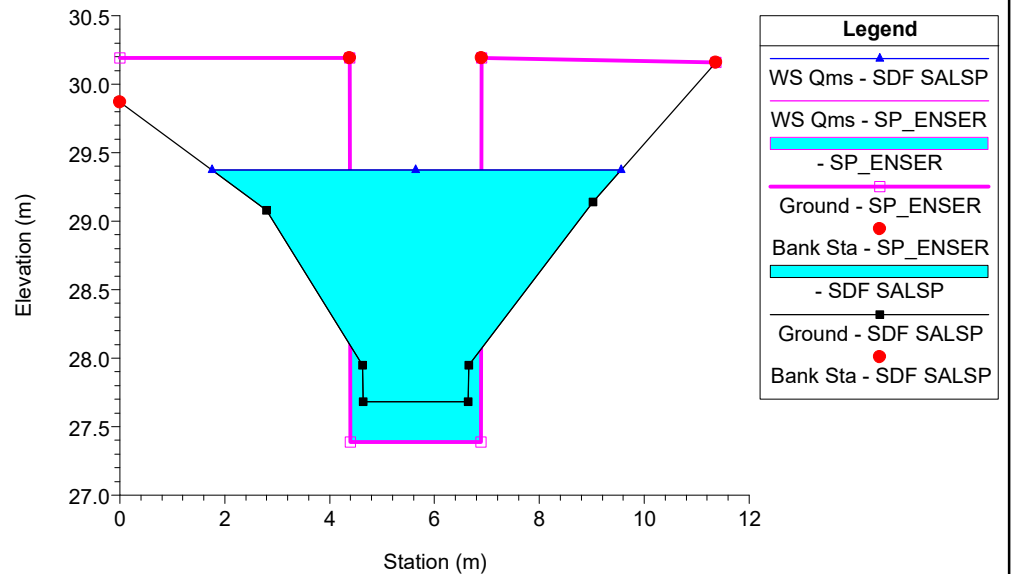
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 14.5 SEZIONE 1



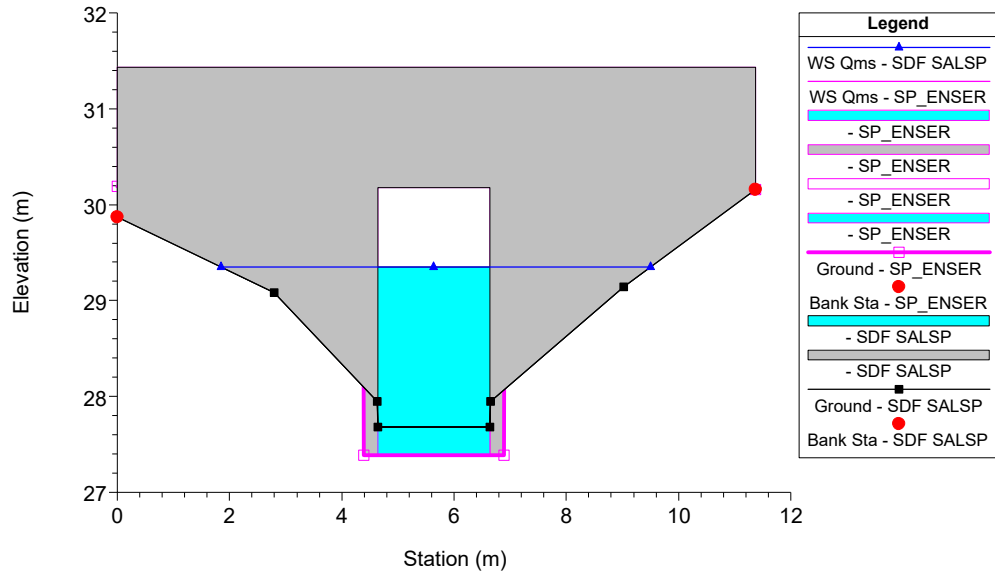
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 14 SEZIONE 2



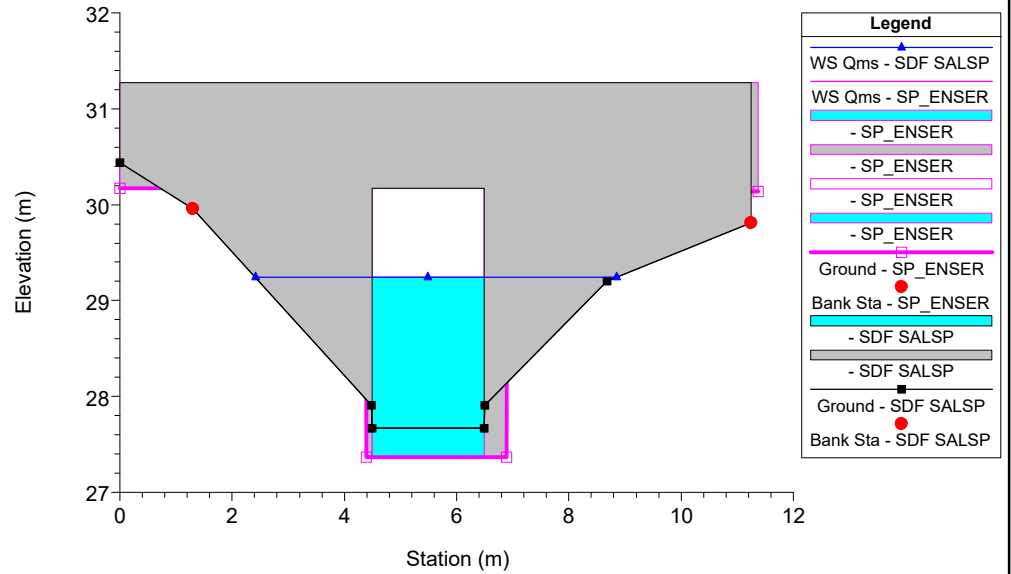
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 11



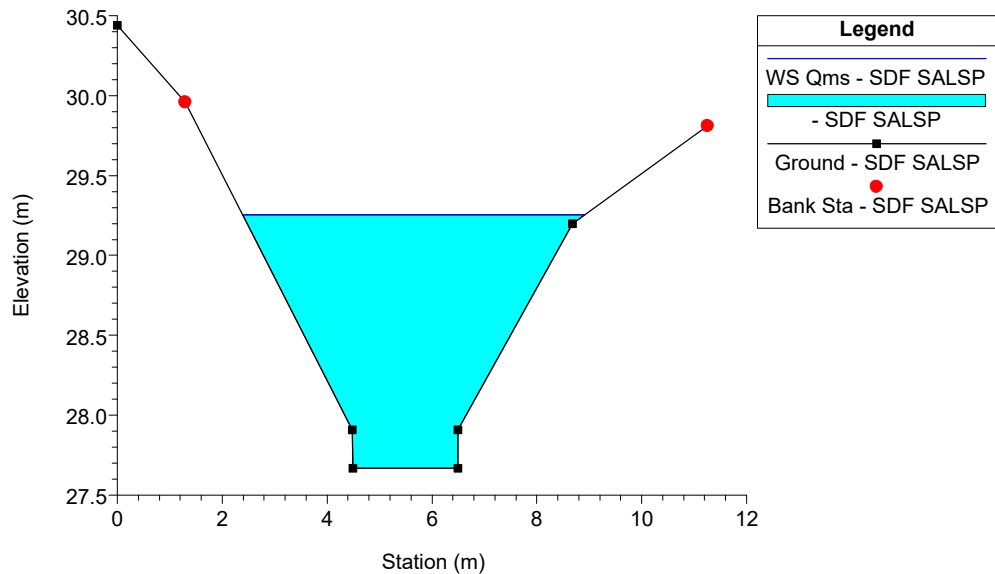
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 10 BR SCATOLARE AUTOSTRADA A14



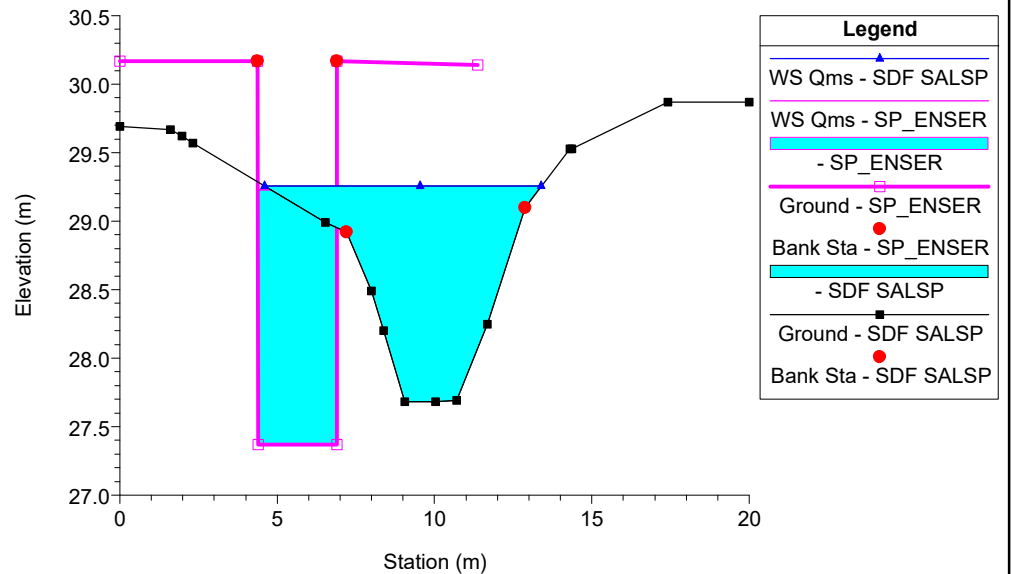
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 10 BR SCATOLARE AUTOSTRADA A14



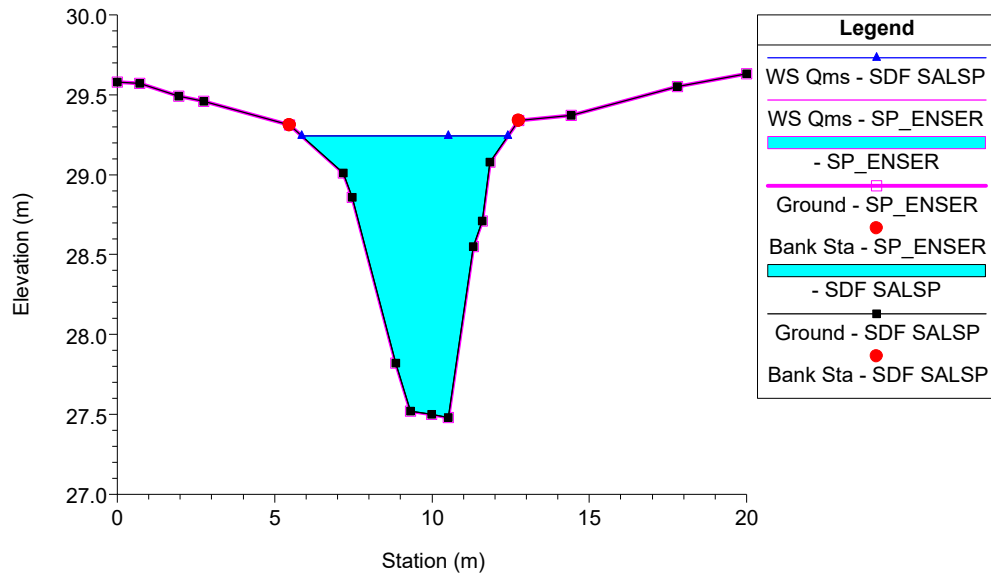
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 9.5



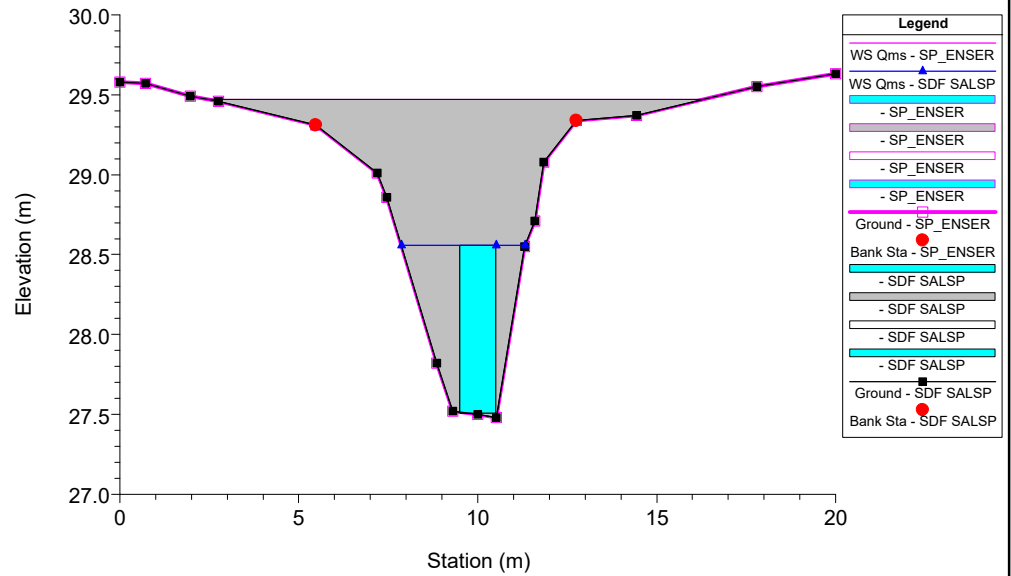
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 9 SEZIONE 4



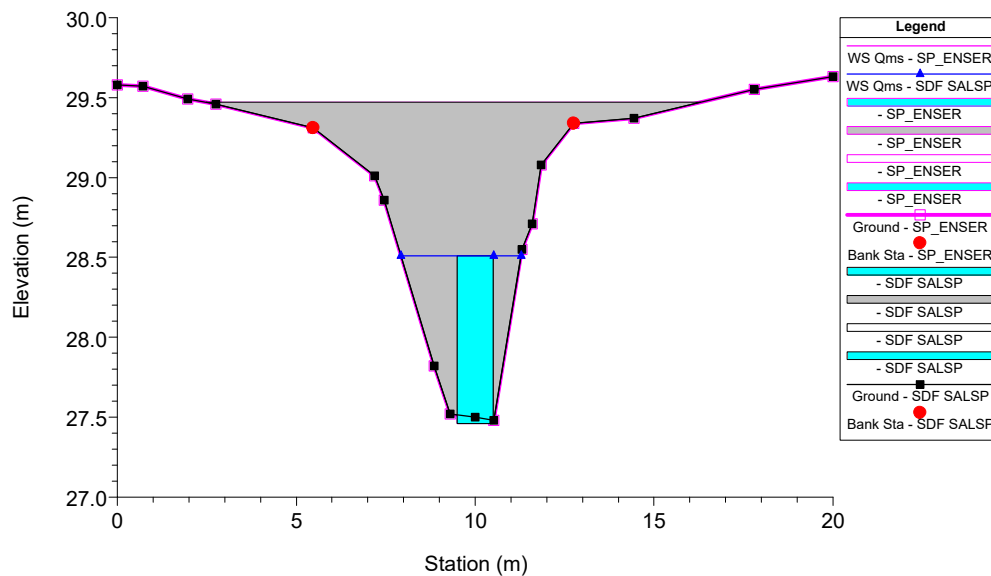
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 8 SEZIONE 6



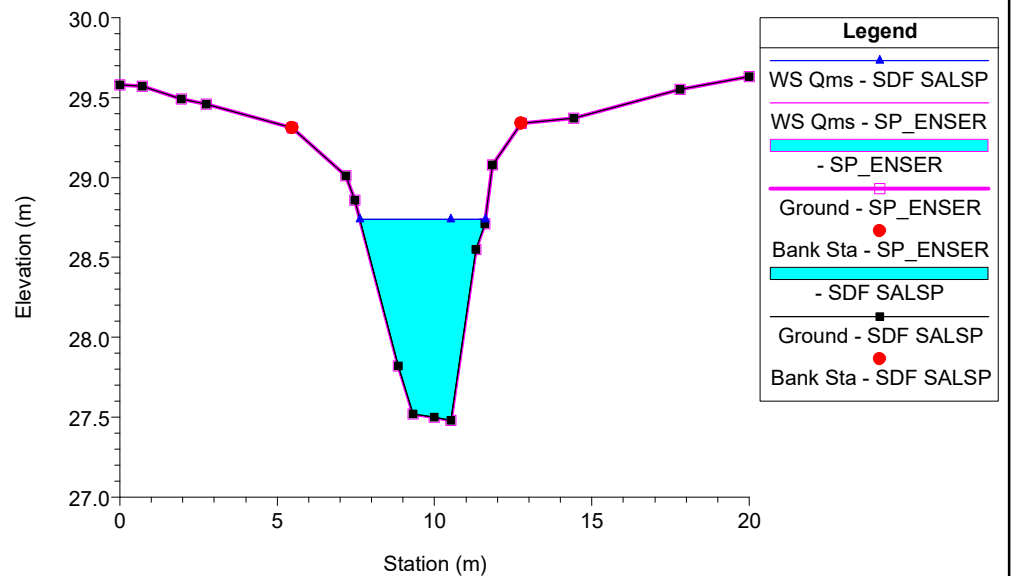
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 7.5 Culv PONTICELLO 1 DI VALLE



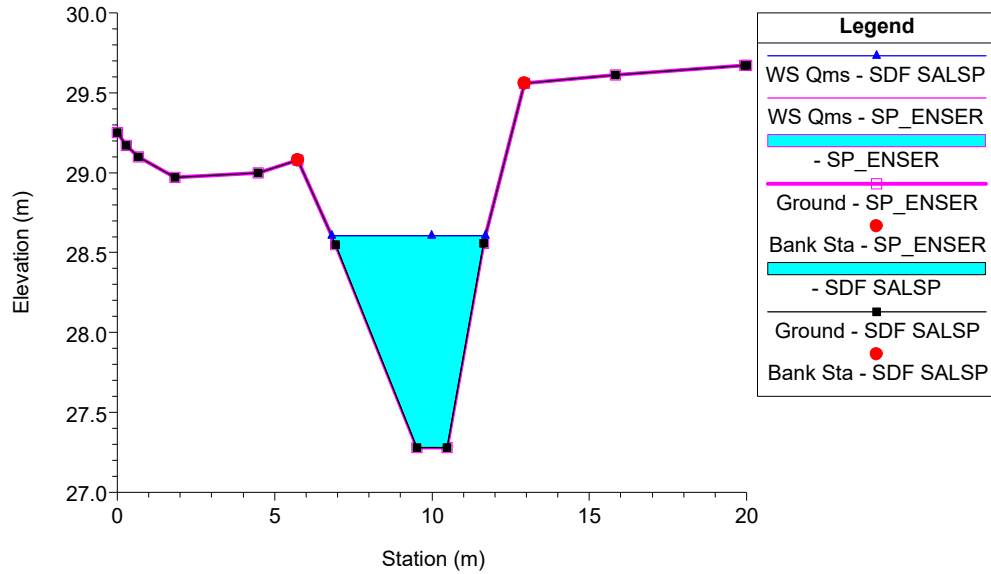
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 7.5 Culv PONTICELLO 1 DI VALLE



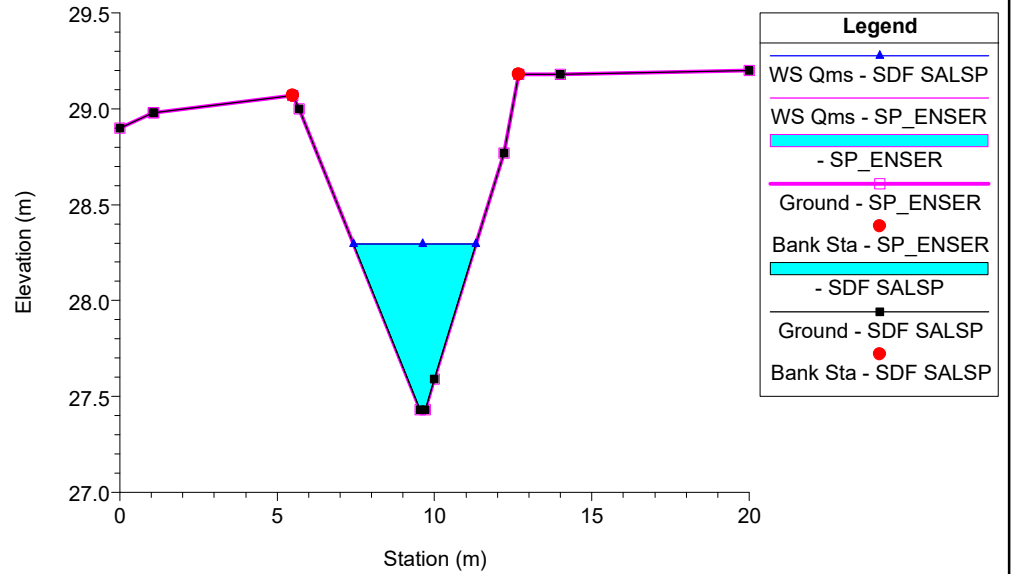
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 7



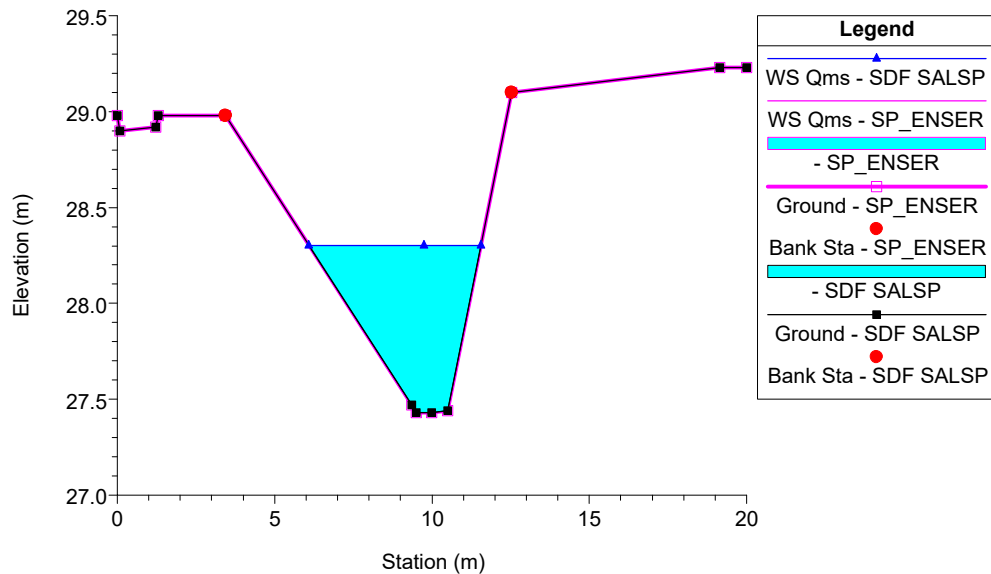
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 4



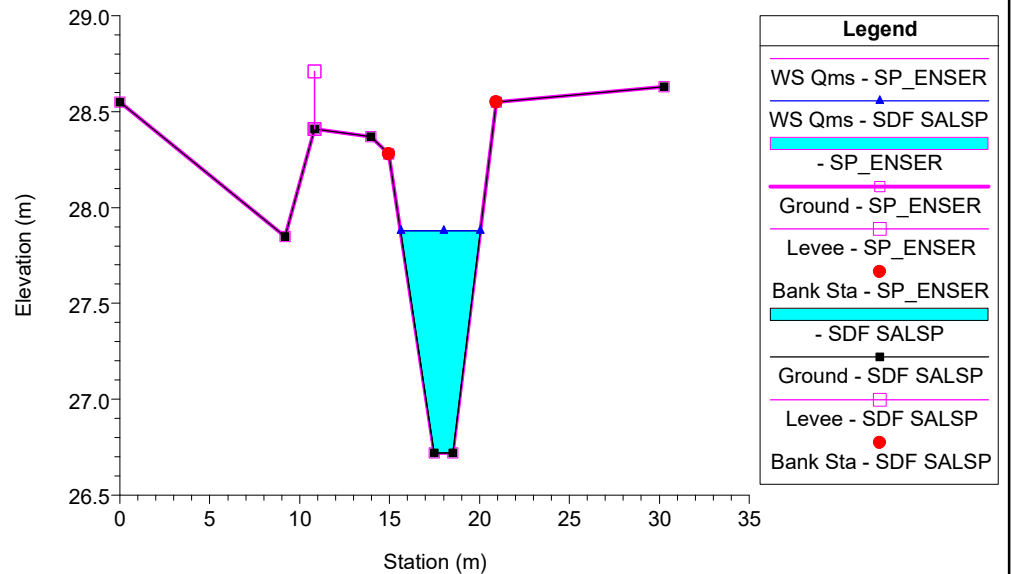
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 1



166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 0.9

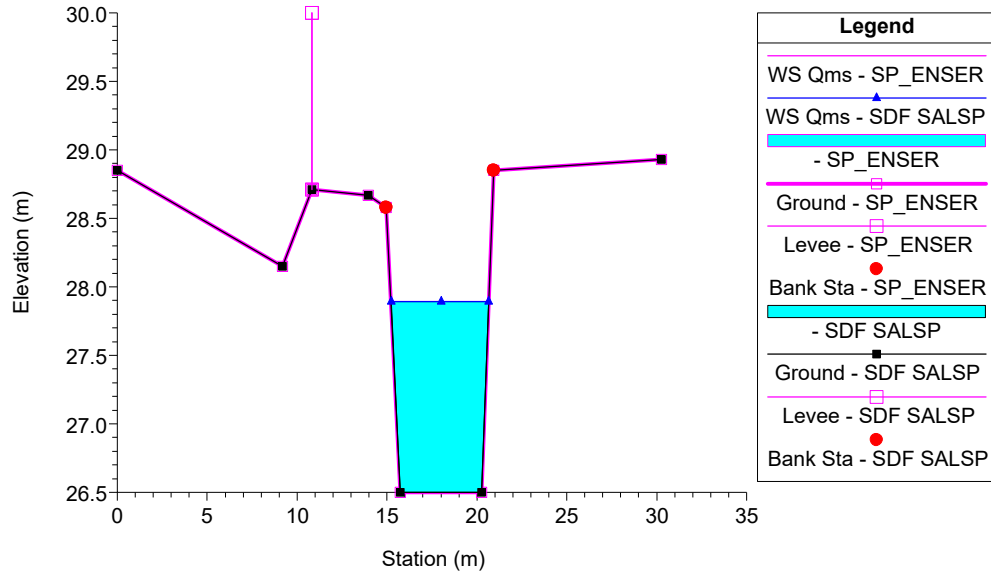


166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 0.7

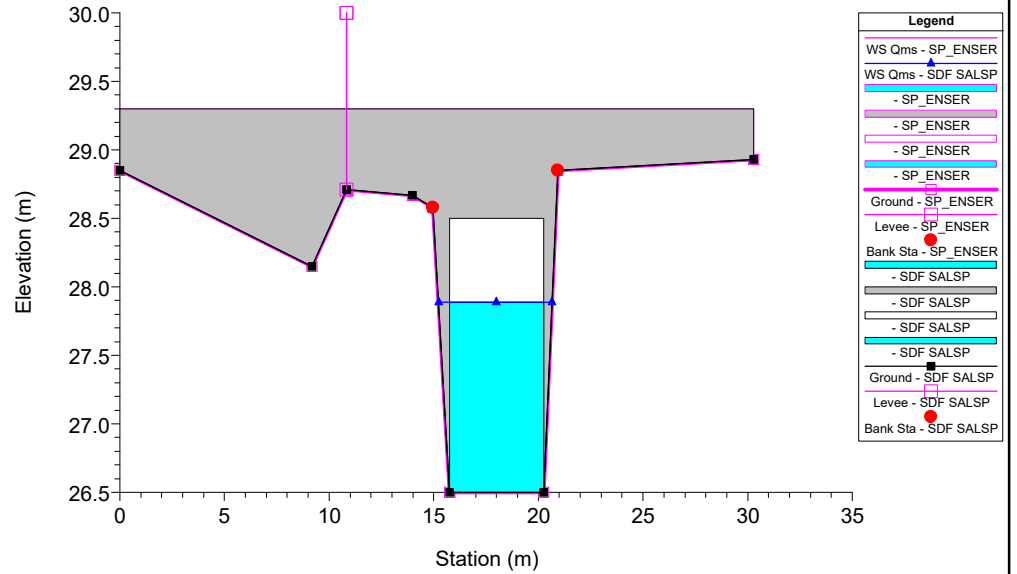




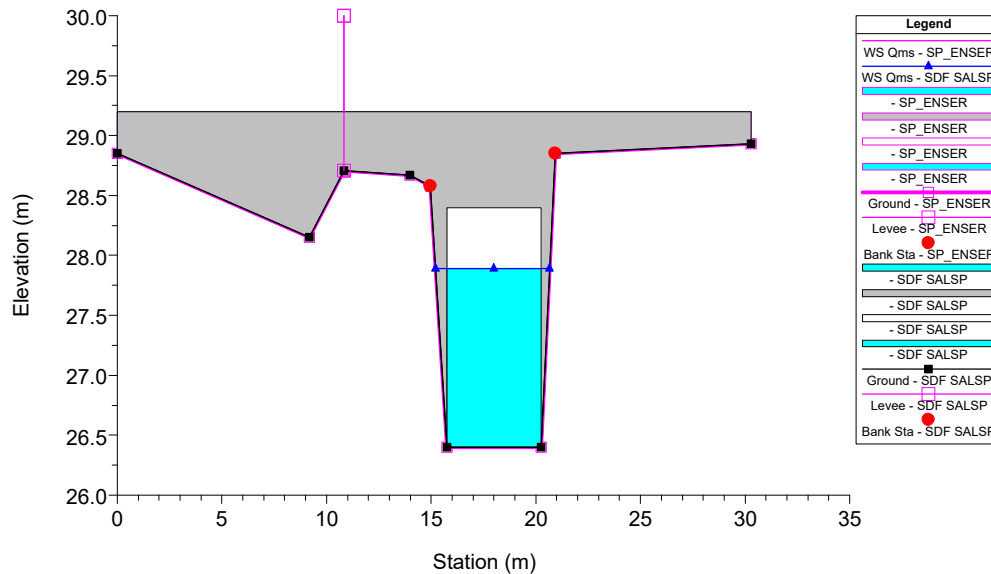
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 0.65



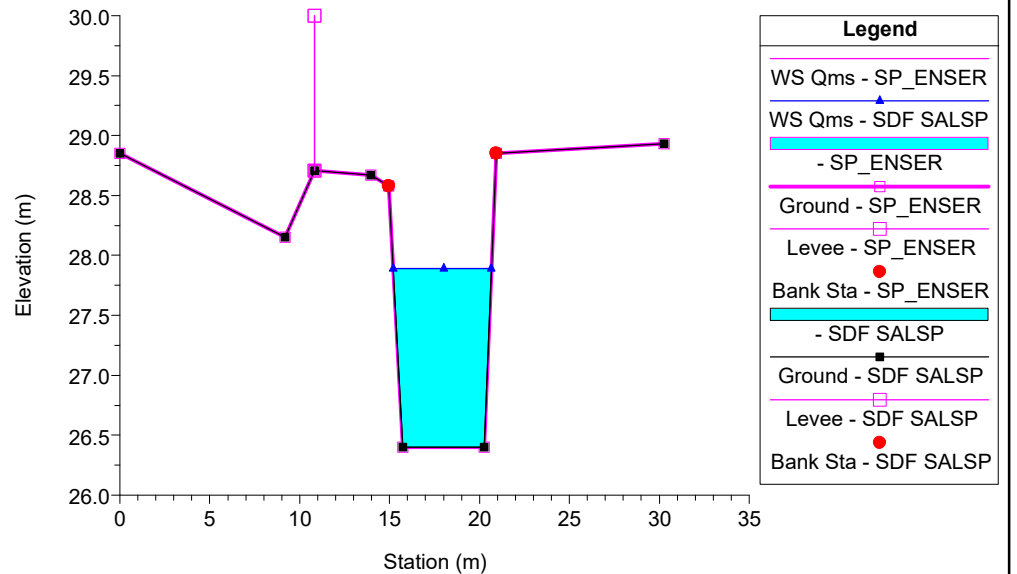
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 0.6 Culv PONTICELLO 2 DI VALLE



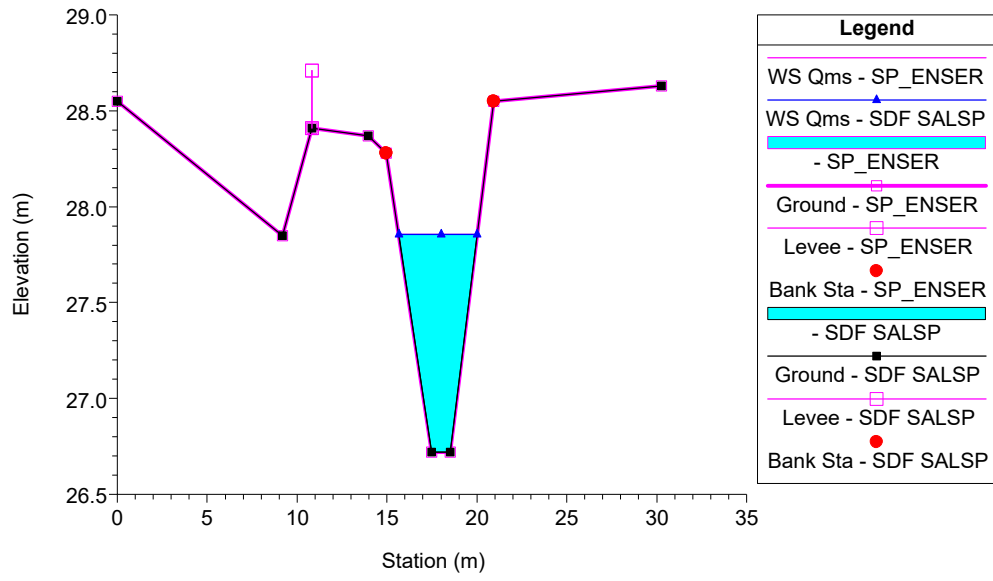
166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 0.6 Culv PONTICELLO 2 DI VALLE



166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 0.5



166.T.B\_Scolo\_Correcchiello Plan: 1) SDF SALSP 2) SP\_ENSER  
RS = 0



## APPENDICE 31

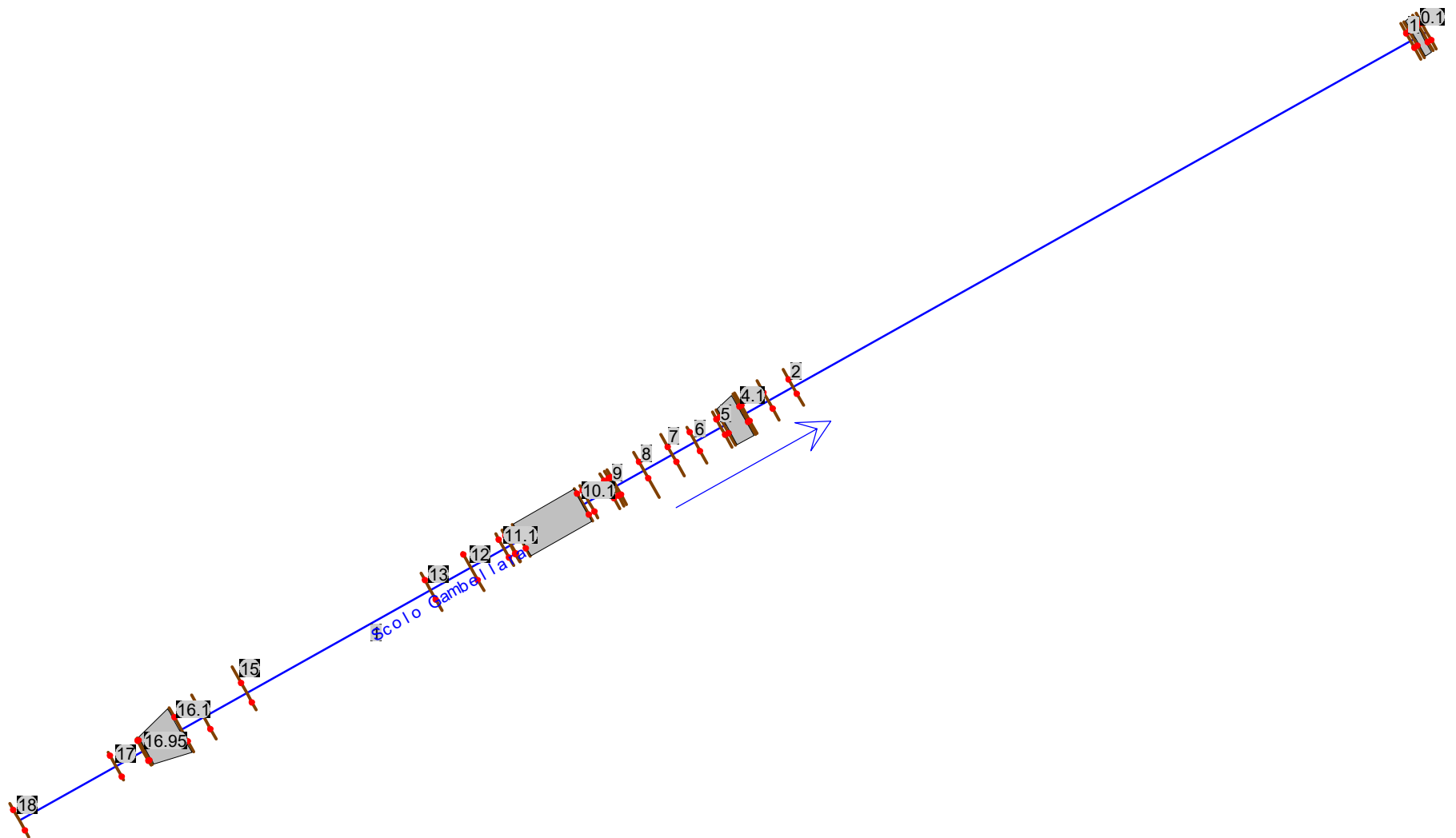
### Scolo Consorziale Gambellara: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_poly River: Scolo Gambellara Reach: 1 Profile: Qms

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
1	18	Qms	18.00	27.69	30.29		30.40	0.003141	1.45	12.40	10.10	0.42
1	17	Qms	18.00	27.03	30.22		30.28	0.001062	1.05	17.16	9.55	0.25
1	16.95	Qms	18.00	26.92	30.19		30.26	0.001342	1.14	15.77	8.97	0.27
1	16.9	Qms	18.00	27.36	30.21	28.43	30.25	0.000638	0.89	20.30	9.62	0.19
1	16.5		Culvert									
1	16.1	Qms	18.00	27.27	30.07		30.10	0.000518	0.80	22.49	11.44	0.18
1	16	Qms	18.00	27.07	30.03		30.09	0.001116	1.05	17.18	10.36	0.26
1	15	Qms	18.00	26.97	30.01		30.06	0.001034	1.03	17.52	10.02	0.25
1	13	Qms	18.00	27.04	29.87		29.93	0.001205	1.08	16.74	10.05	0.27
1	12	Qms	18.00	26.76	29.85		29.90	0.000872	0.96	18.77	10.86	0.23
1	11.1	Qms	18.00	27.05	29.84		29.88	0.000833	0.96	18.76	10.35	0.23
1	11	Qms	18.00	27.05	29.83		29.88	0.000837	0.96	18.72	10.35	0.23
1	10.95	Qms	18.00	27.05	29.83		29.88	0.000838	0.96	18.71	10.34	0.23
1	10.9	Qms	18.00	27.00	29.84	28.08	29.87	0.000593	0.85	21.13	10.49	0.19
1	10.5		Culvert									
1	10.1	Qms	18.00	27.06	29.66		29.70	0.001079	0.93	19.32	11.40	0.23
1	10	Qms	18.00	26.98	29.65		29.70	0.001259	0.98	18.28	11.38	0.25
1	9.1	Qms	18.00	26.62	29.62		29.68	0.001440	1.06	16.96	9.77	0.26
1	9	Qms	18.00	26.62	29.62		29.67	0.001450	1.06	16.92	9.76	0.26
1	8.1	Qms	18.00	26.62	29.61		29.67	0.001456	1.07	16.89	9.75	0.26
1	8	Qms	18.00	26.60	29.59		29.65	0.001213	1.02	17.64	9.50	0.24
1	7	Qms	18.00	26.77	29.56		29.62	0.001492	1.10	16.40	9.16	0.26
1	6	Qms	18.00	26.77	29.54		29.60	0.001385	1.07	16.82	9.18	0.25
1	5	Qms	18.00	26.73	29.51		29.57	0.001624	1.12	16.02	9.24	0.27
1	4.9	Qms	18.00	26.82	29.51	27.93	29.57	0.001486	1.07	16.86	9.24	0.25
1	4.5		Culvert									
1	4.1	Qms	18.00	26.87	29.37		29.43	0.001439	1.09	16.50	8.75	0.25
1	4	Qms	18.00	26.80	29.37		29.43	0.001536	1.13	15.92	8.74	0.27
1	3	Qms	18.00	26.59	29.35		29.41	0.001439	1.08	16.73	9.33	0.26
1	2	Qms	18.00	26.67	29.32		29.38	0.001666	1.15	15.77	9.44	0.27
1	1	Qms	18.00	25.97	28.73		28.78	0.001408	1.08	16.83	9.98	0.25
1	0.9	Qms	18.00	25.97	28.72	27.26	28.78	0.001529	1.12	16.30	9.95	0.26
1	0.5		Bridge									
1	0.1	Qms	18.00	25.97	28.62		28.69	0.001943	1.17	15.34	9.45	0.29
1	0	Qms	18.00	25.97	28.62	27.20	28.68	0.001801	1.14	15.79	9.45	0.28

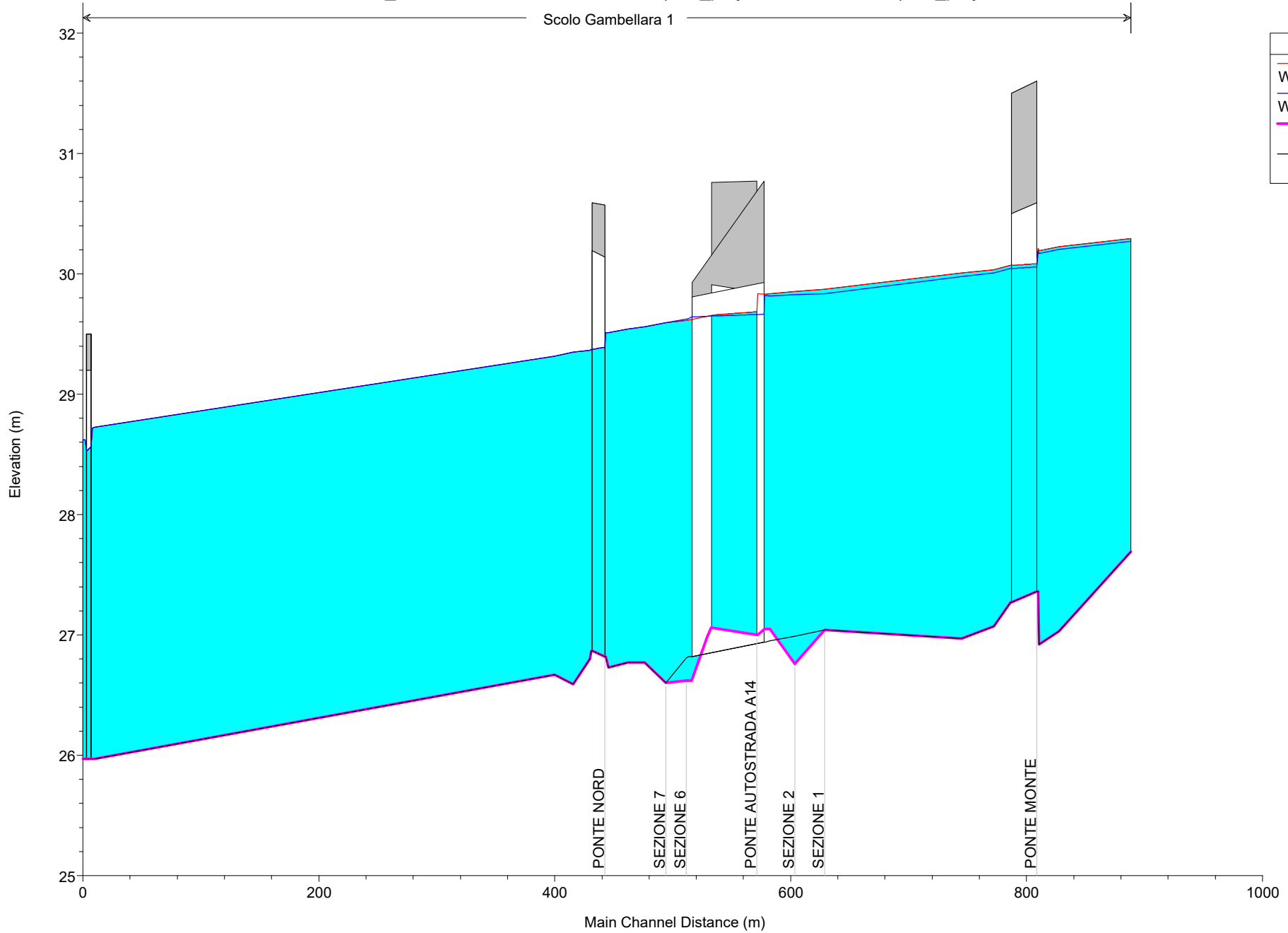
HEC-RAS Plan: SP\_poly River: Scolo Gambellara Reach: 1 Profile: Qms

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
1	18	Qms	18.00	27.69	30.27		30.38	0.003285	1.48	12.19	10.01	0.43
1	17	Qms	18.00	27.03	30.20		30.26	0.001099	1.06	16.94	9.49	0.25
1	16.95	Qms	18.00	26.92	30.17		30.24	0.001392	1.16	15.55	8.91	0.28
1	16.9	Qms	18.00	27.36	30.19	28.43	30.23	0.000658	0.90	20.08	9.58	0.20
1	16.5		Culvert									
1	16.1	Qms	18.00	27.27	30.04		30.08	0.000537	0.81	22.19	11.38	0.19
1	16	Qms	18.00	27.07	30.01		30.06	0.001167	1.07	16.89	10.27	0.27
1	15	Qms	18.00	26.97	29.98		30.03	0.001081	1.04	17.23	9.94	0.25
1	13	Qms	18.00	27.04	29.83		29.90	0.001280	1.10	16.37	9.94	0.27
1	12	Qms	18.00	26.99	29.83		29.87	0.000680	0.88	20.57	11.50	0.21
1	11.1	Qms	18.00	26.95	29.81		29.85	0.000639	0.85	21.09	11.72	0.20
1	11	Qms	18.00	26.94	29.82		29.85	0.000394	0.71	25.39	13.13	0.16
1	10.95	Qms	18.00	26.94	29.82	27.98	29.85	0.000394	0.71	25.39	13.13	0.16
1	10.5		Culvert									
1	9.1	Qms	18.00	26.82	29.64		29.67	0.000540	0.73	24.65	12.97	0.17
1	9	Qms	18.00	26.82	29.63		29.67	0.000899	0.89	20.24	11.42	0.21
1	8.1	Qms	18.00	26.81	29.63		29.67	0.000887	0.89	20.34	11.45	0.21
1	8	Qms	18.00	26.60	29.59		29.65	0.001213	1.02	17.64	9.50	0.24
1	7	Qms	18.00	26.77	29.56		29.62	0.001492	1.10	16.40	9.16	0.26
1	6	Qms	18.00	26.77	29.54		29.60	0.001385	1.07	16.82	9.18	0.25
1	5	Qms	18.00	26.73	29.51		29.57	0.001624	1.12	16.02	9.24	0.27
1	4.9	Qms	18.00	26.82	29.51	27.93	29.57	0.001486	1.07	16.86	9.24	0.25
1	4.5		Culvert									
1	4.1	Qms	18.00	26.87	29.37		29.43	0.001439	1.09	16.50	8.75	0.25
1	4	Qms	18.00	26.80	29.37		29.43	0.001536	1.13	15.92	8.74	0.27
1	3	Qms	18.00	26.59	29.35		29.41	0.001439	1.08	16.73	9.33	0.26
1	2	Qms	18.00	26.67	29.32		29.38	0.001666	1.15	15.77	9.44	0.27
1	1	Qms	18.00	25.97	28.73		28.78	0.001408	1.08	16.83	9.98	0.25
1	0.9	Qms	18.00	25.97	28.72	27.26	28.78	0.001529	1.12	16.30	9.95	0.26
1	0.5		Bridge									
1	0.1	Qms	18.00	25.97	28.62		28.69	0.001943	1.17	15.34	9.45	0.29
1	0	Qms	18.00	25.97	28.62	27.20	28.68	0.001801	1.14	15.79	9.45	0.28



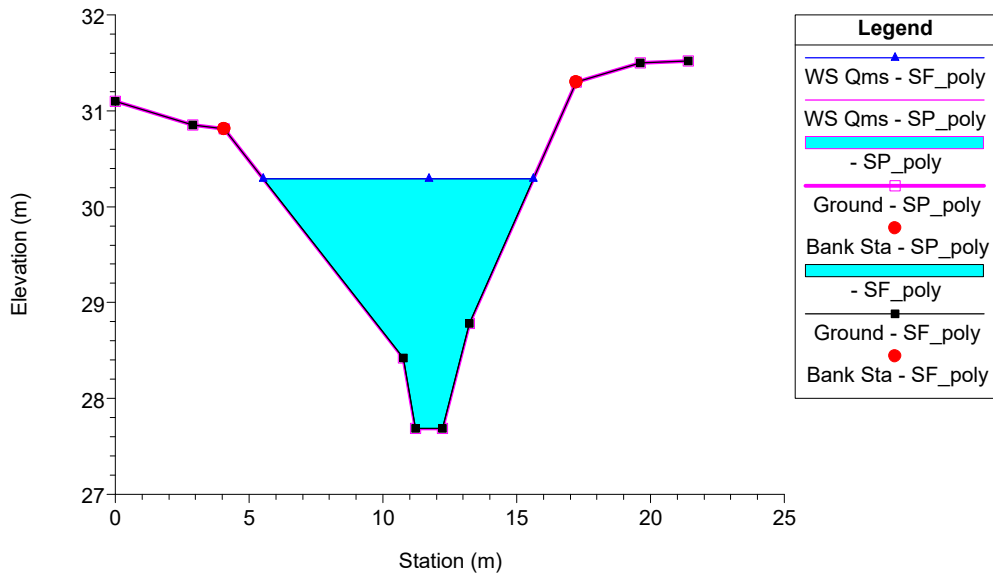
Some schematic data outside default extents (see View/Set Schematic Plot Extents...)

Scolo Gambellara 1

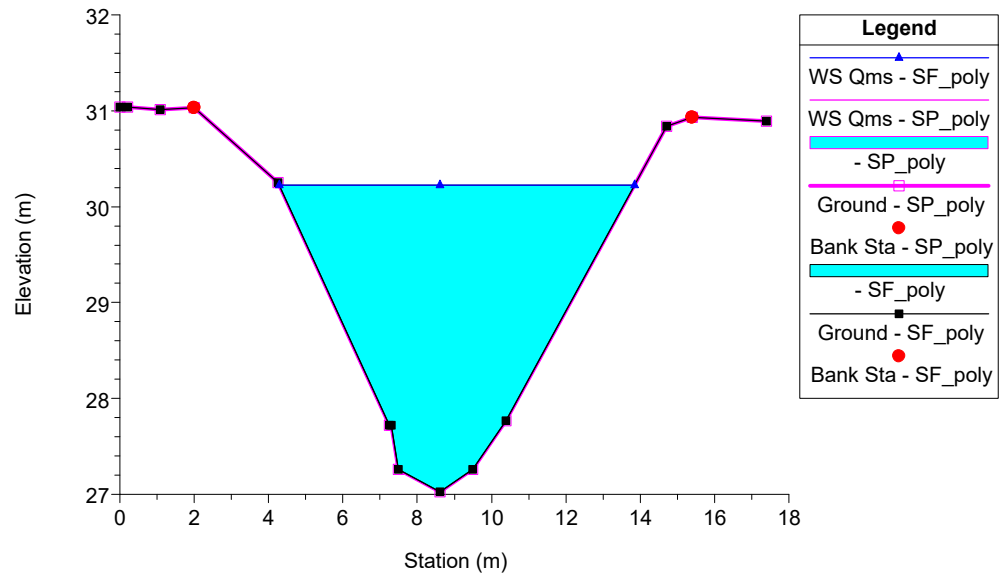


Legend	
—	WS Qms - SF_poly
—	WS Qms - SP_poly
—	Ground
—	Ground

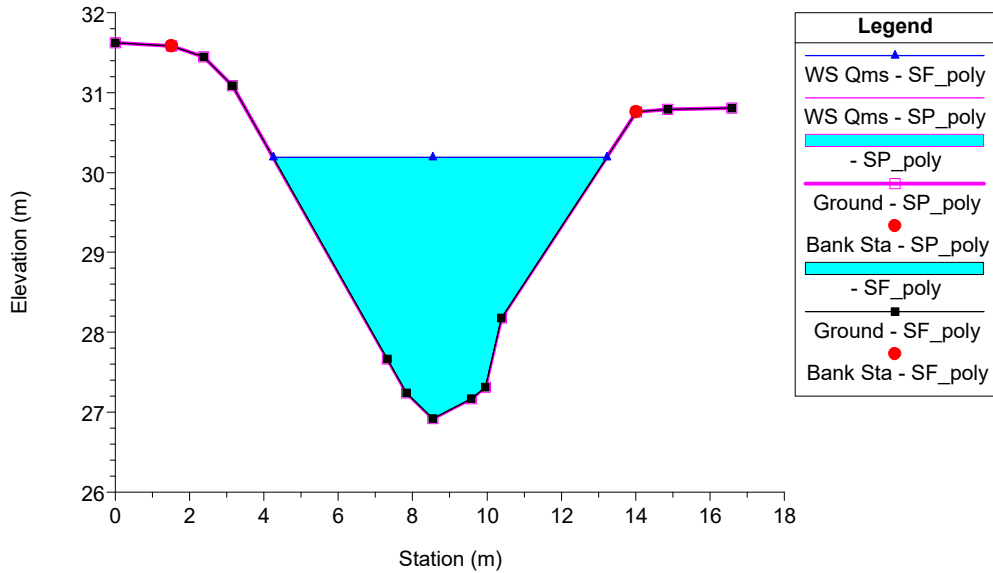
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 18



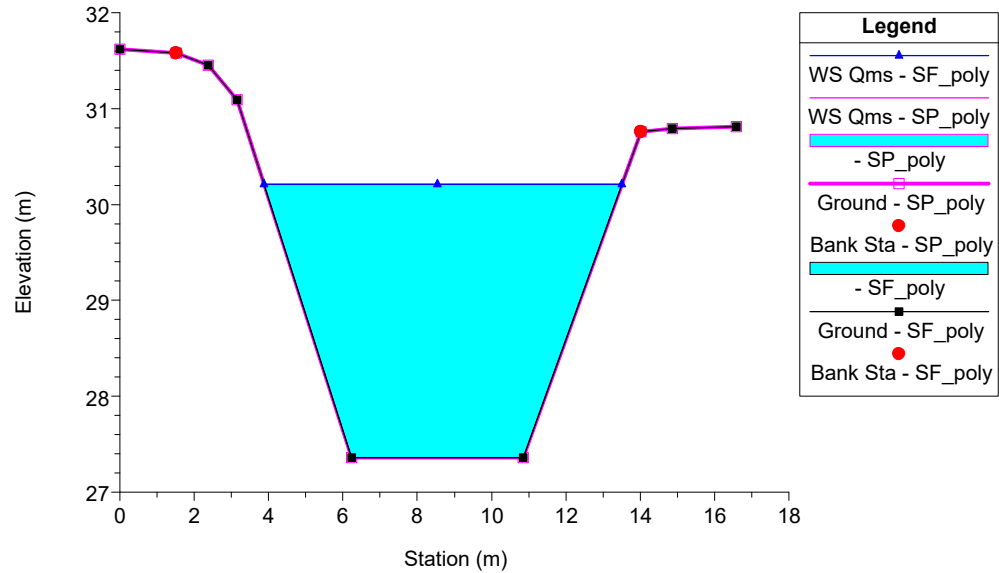
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 17



177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 16.95

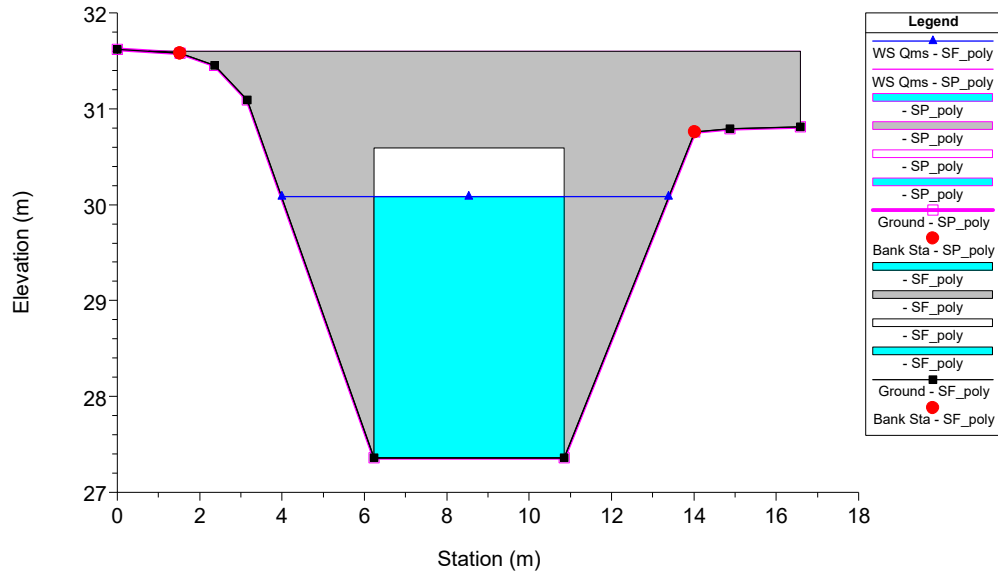


177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 16.9

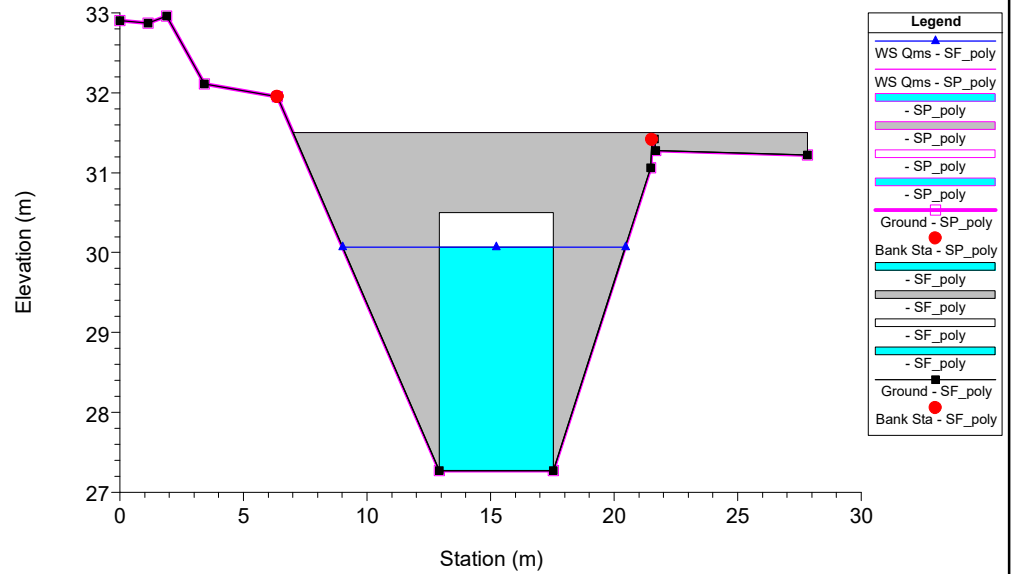




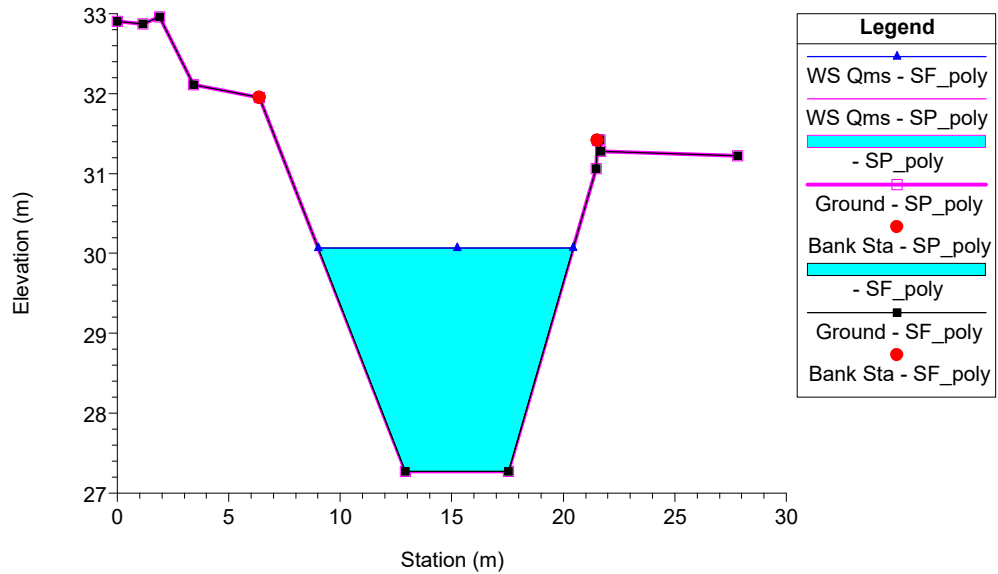
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 16.5 Culv PONTE MONTE



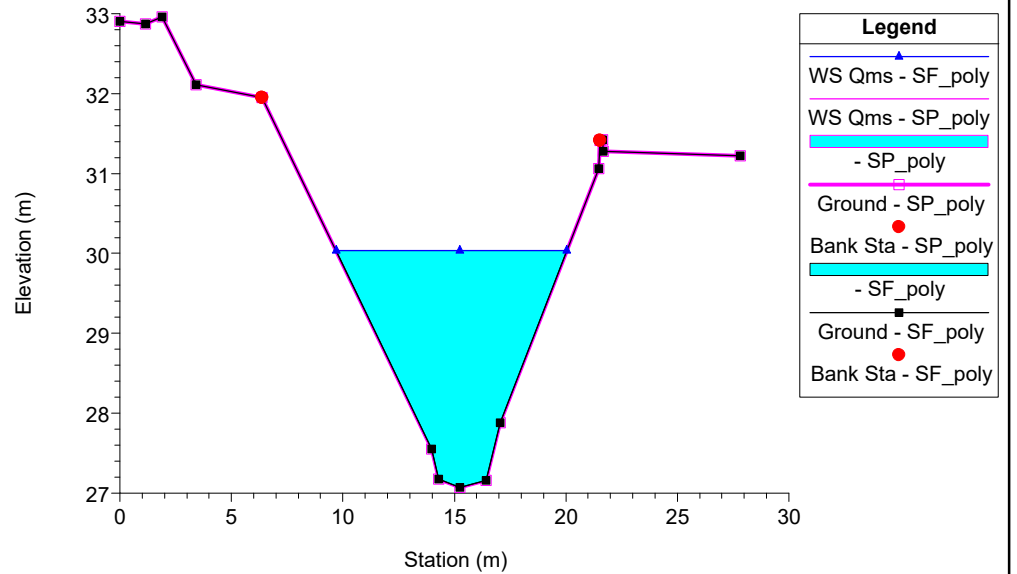
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 16.5 Culv PONTE MONTE



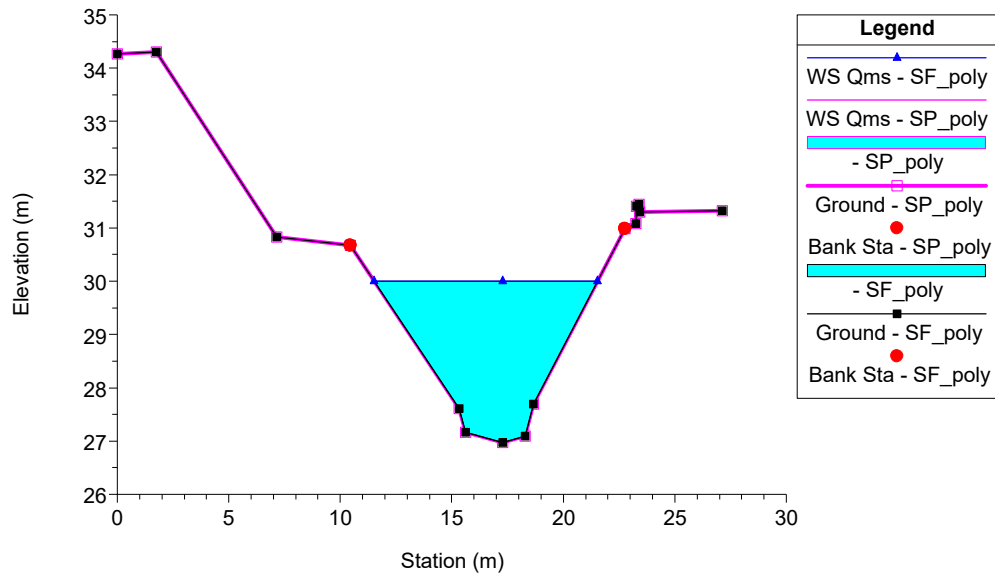
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 16.1



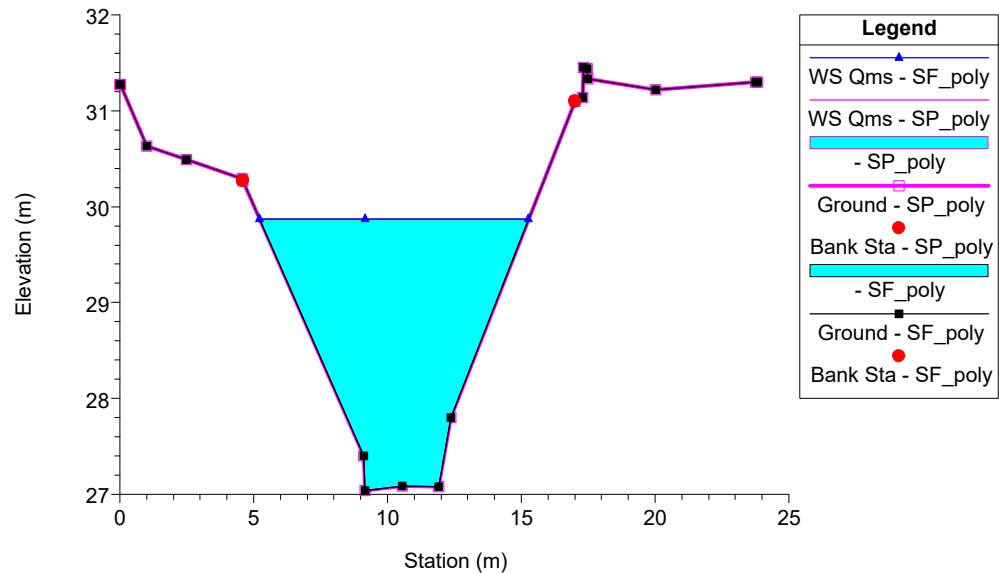
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 16



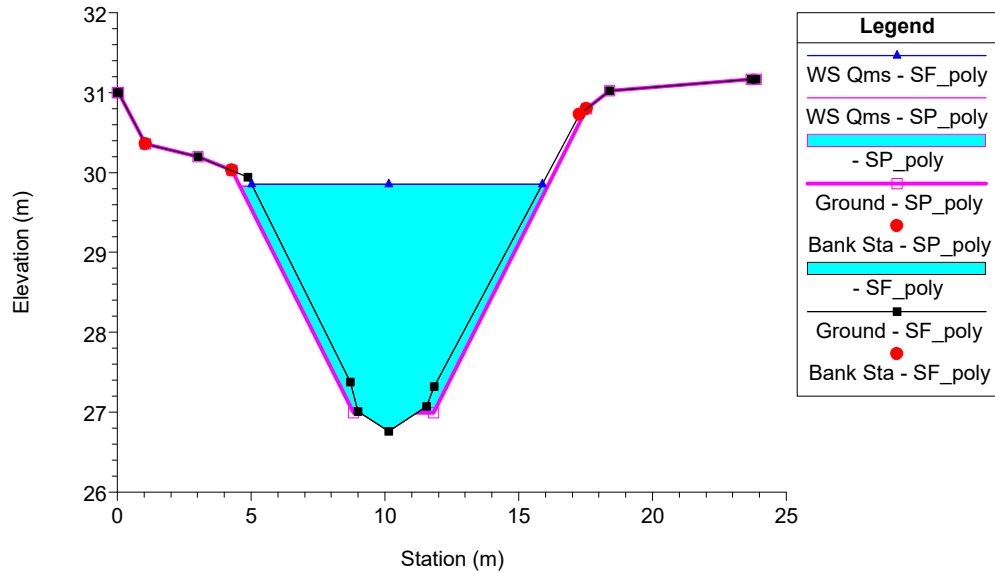
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 15



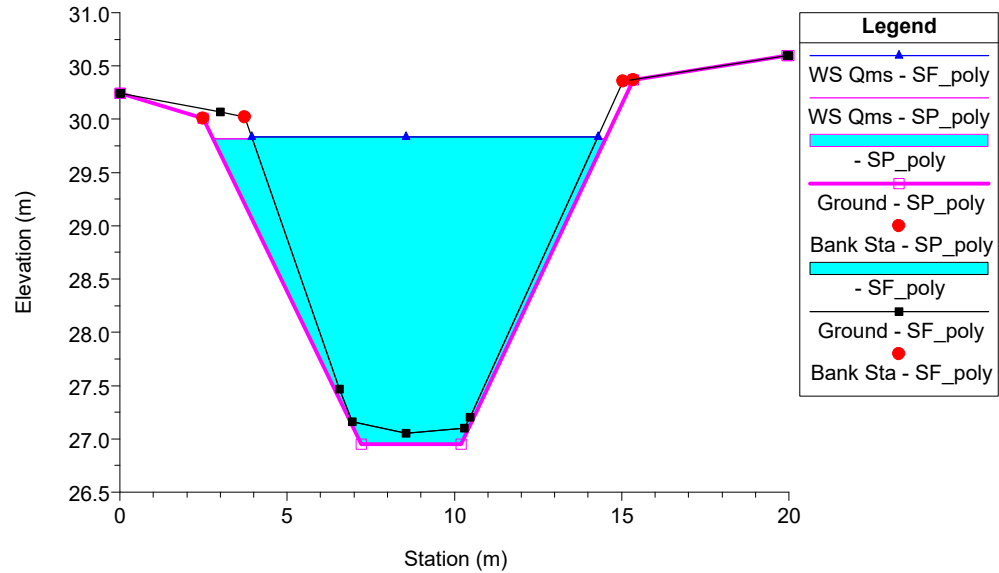
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 13 SEZIONE 1



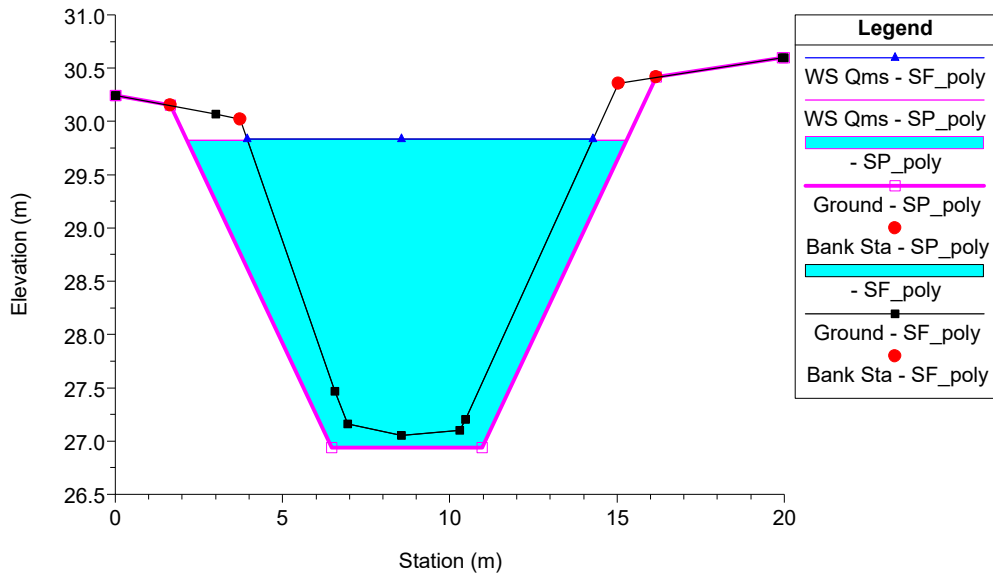
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 12 SEZIONE 2



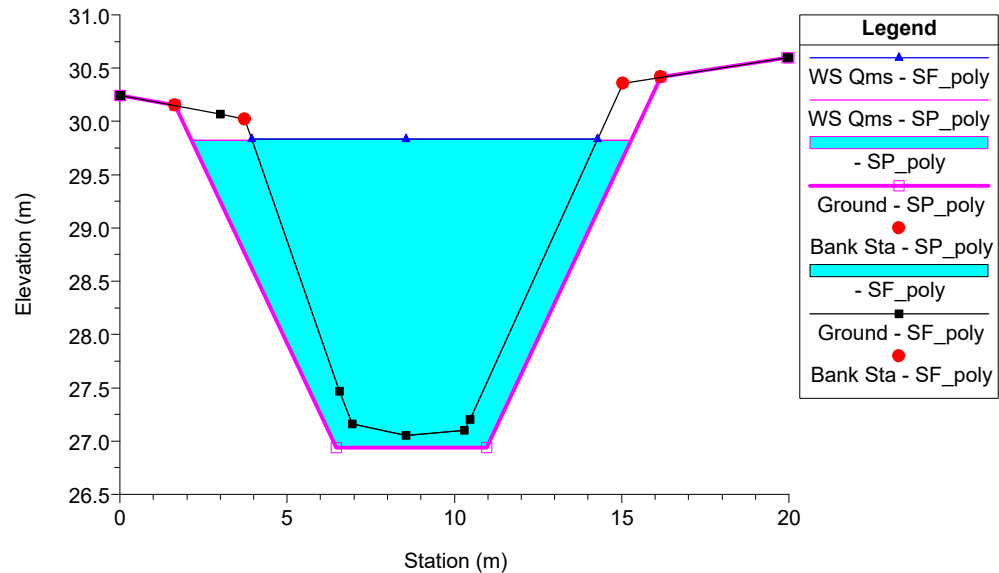
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 11.1 SEZIONE 3



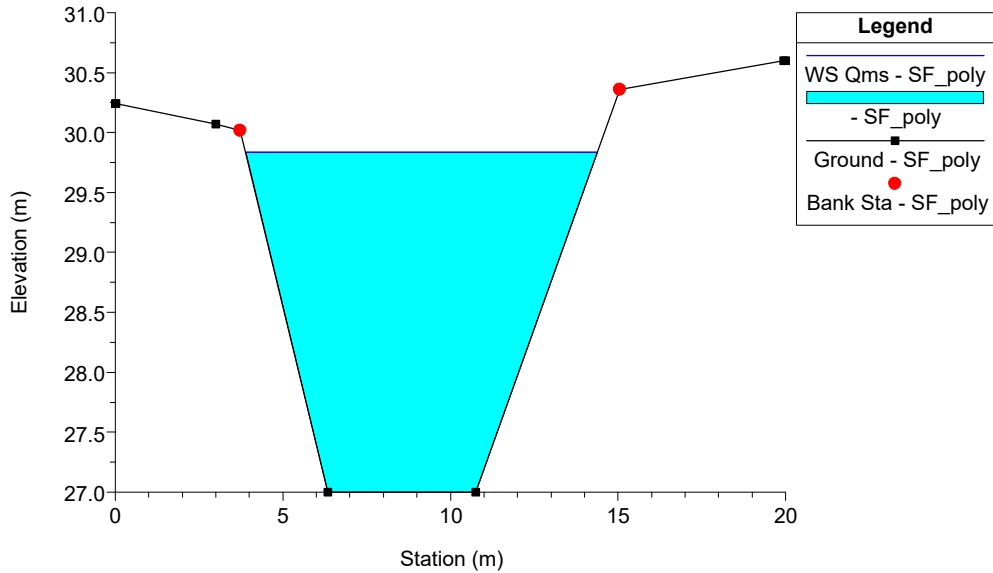
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 11



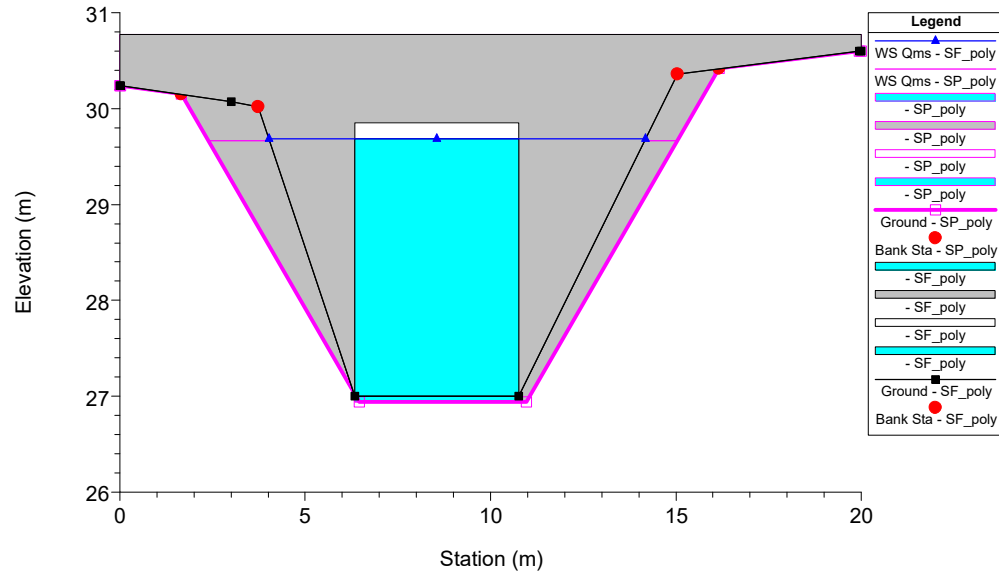
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 10.95 SEZIONE 4



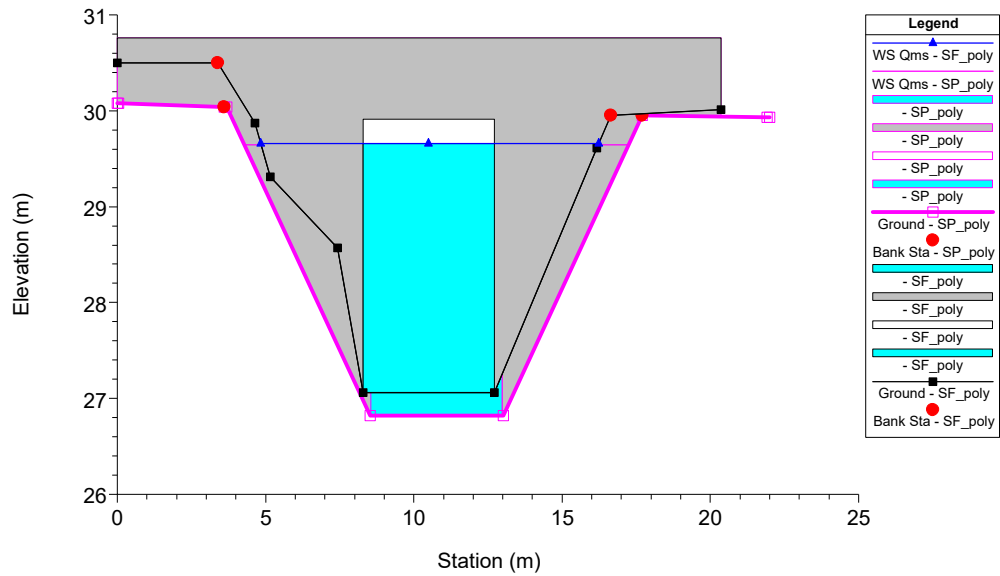
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 10.9



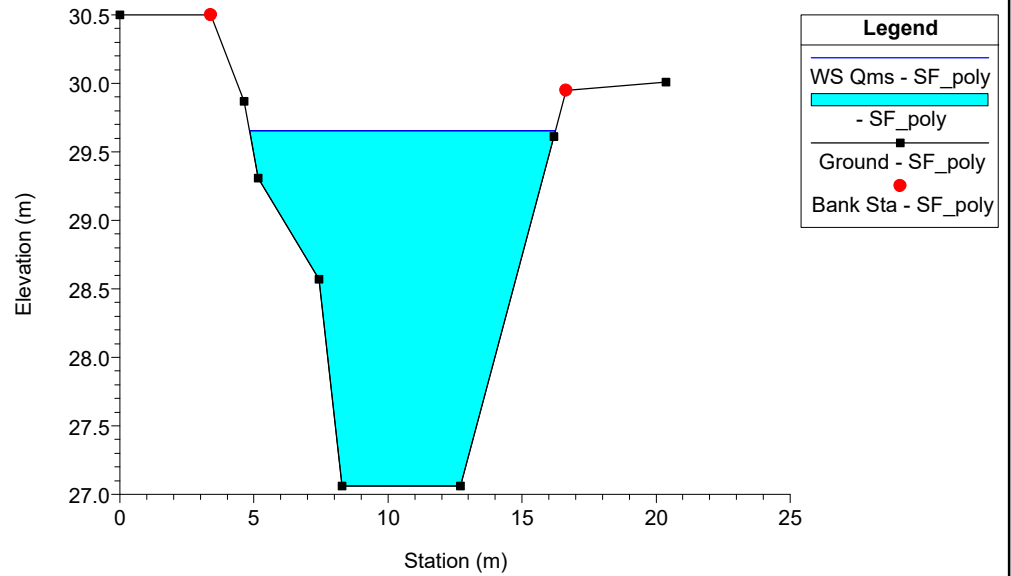
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 10.5 Culv PONTE AUTOSTRADA A14



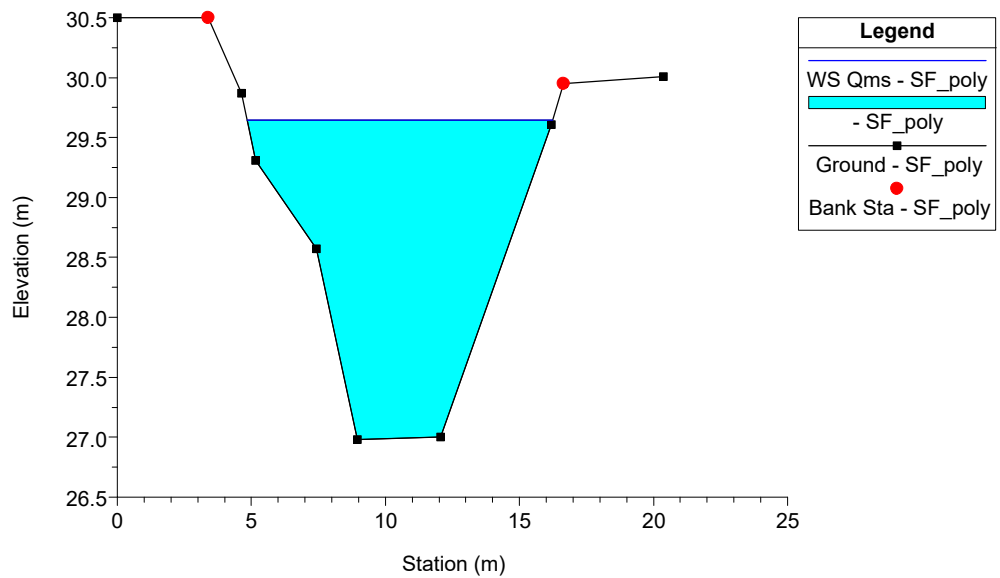
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 10.5 Culv PONTE AUTOSTRADA A14



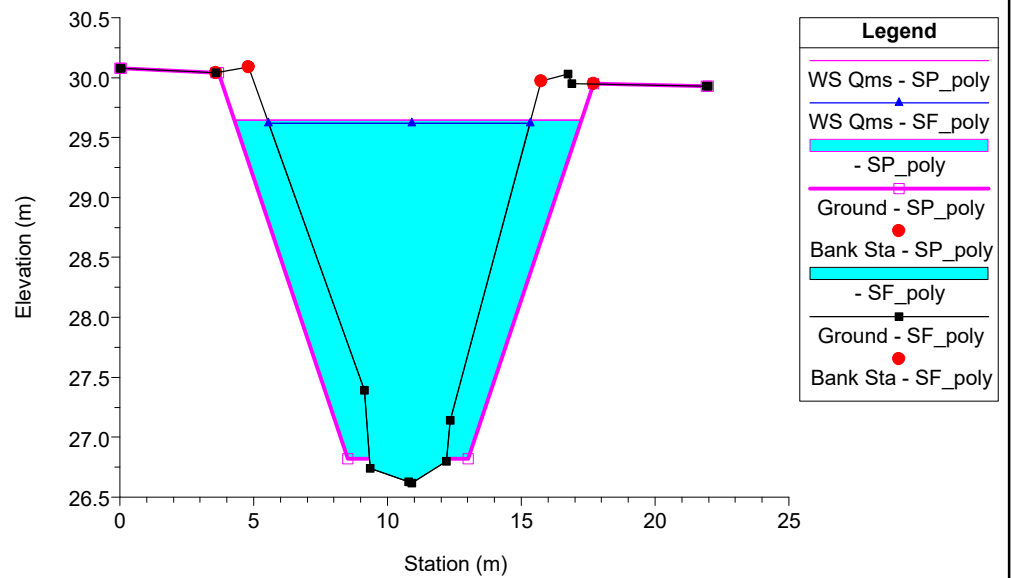
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 10.1



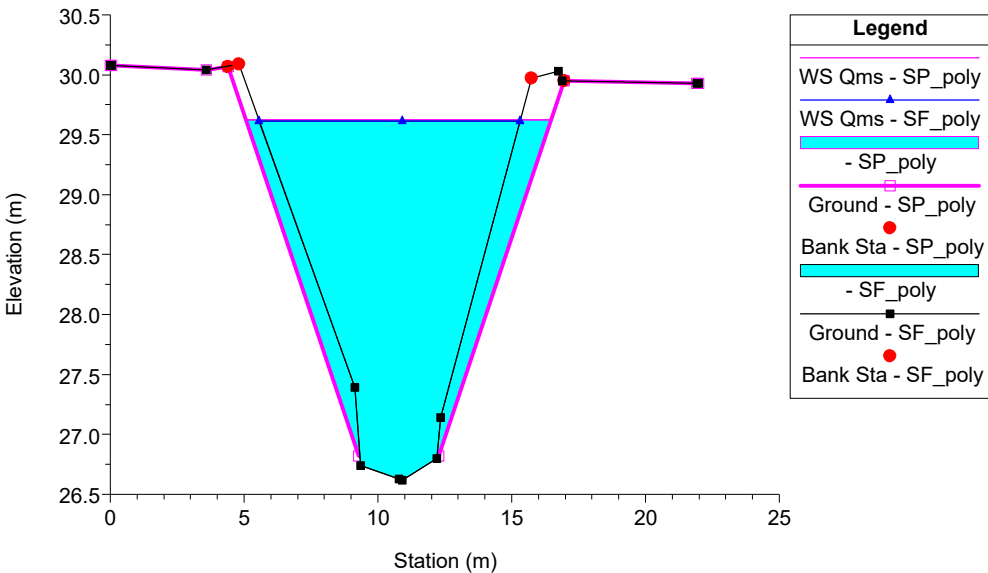
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 10



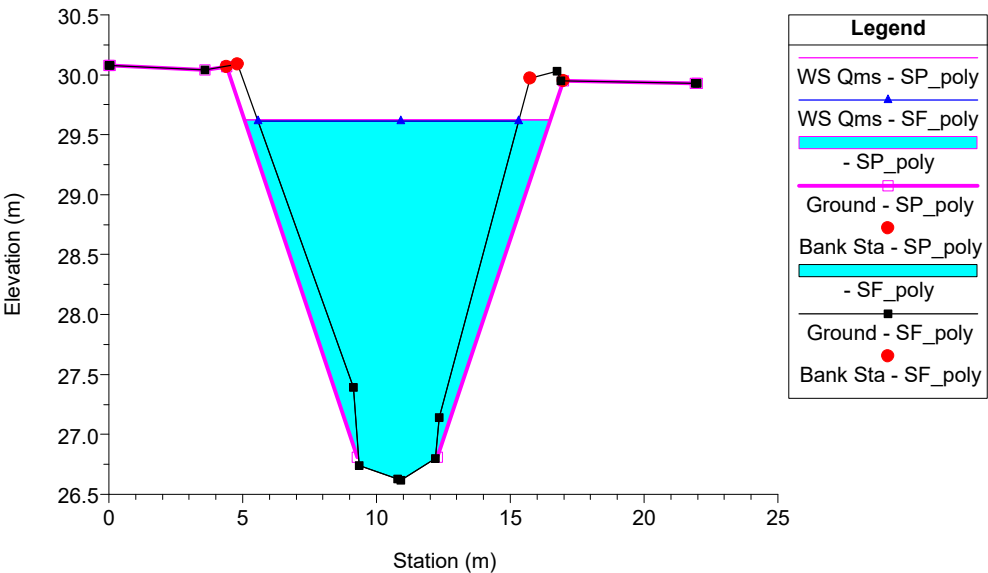
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 9.1 SEZIONE 5



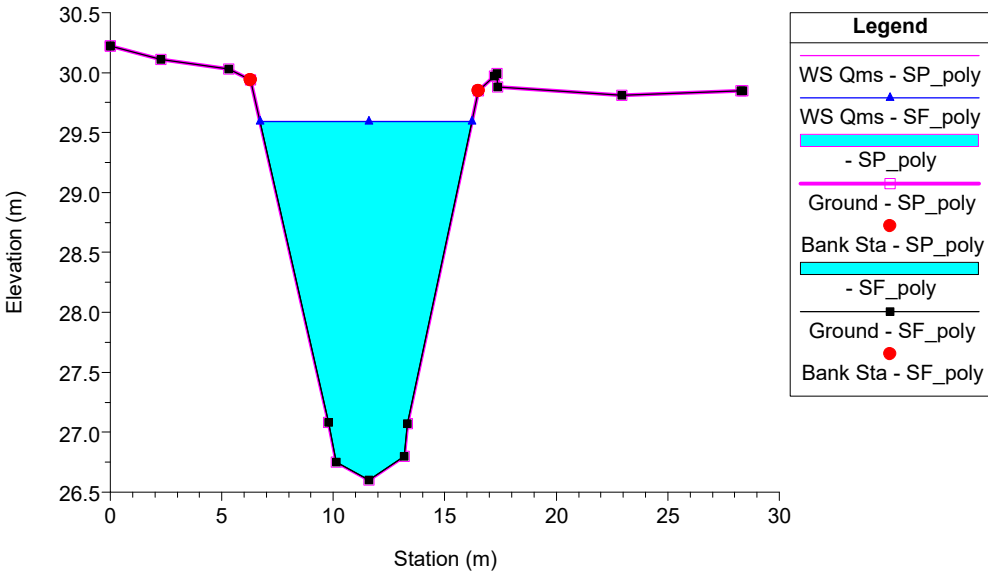
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 9



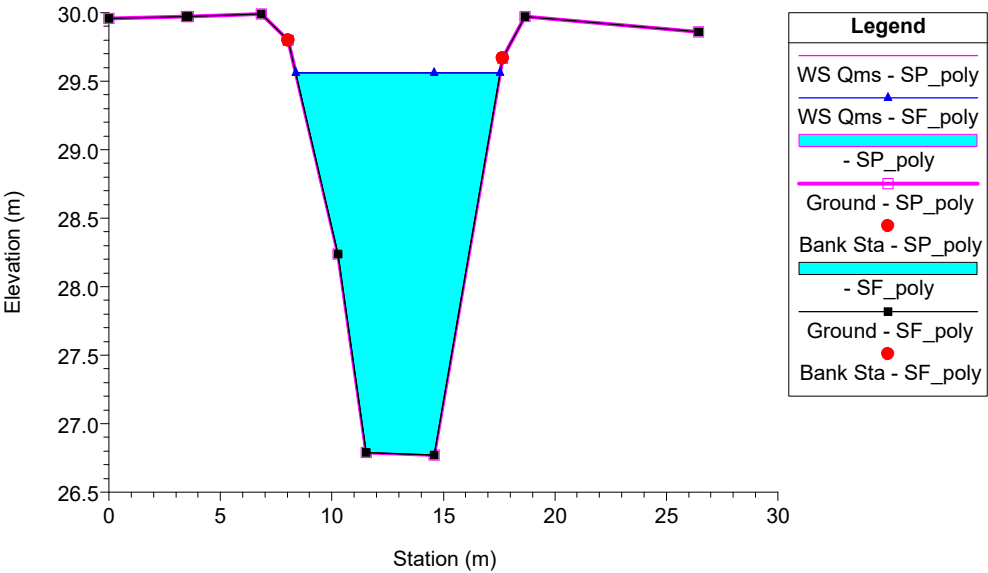
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 8.1 SEZIONE 6



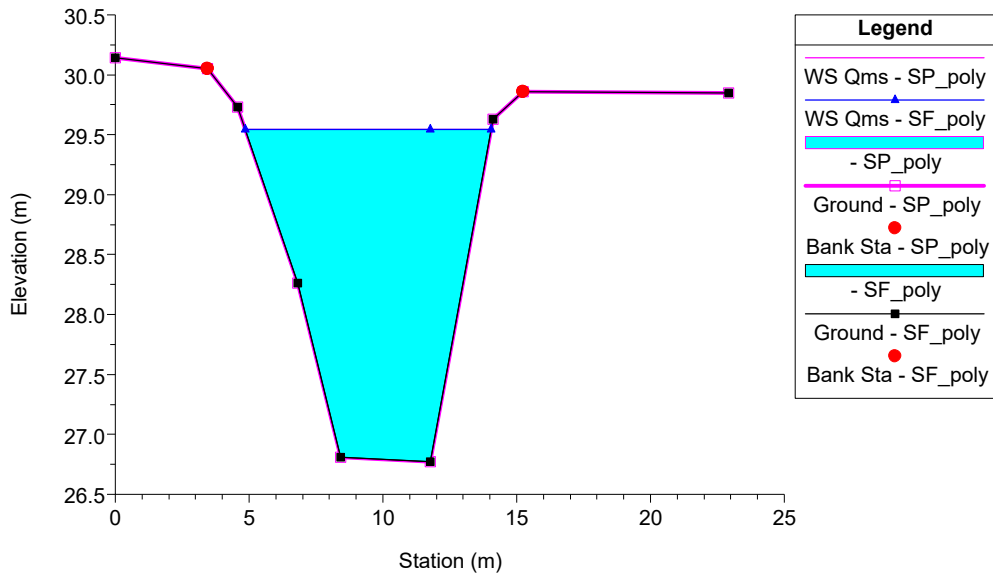
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 8 SEZIONE 7



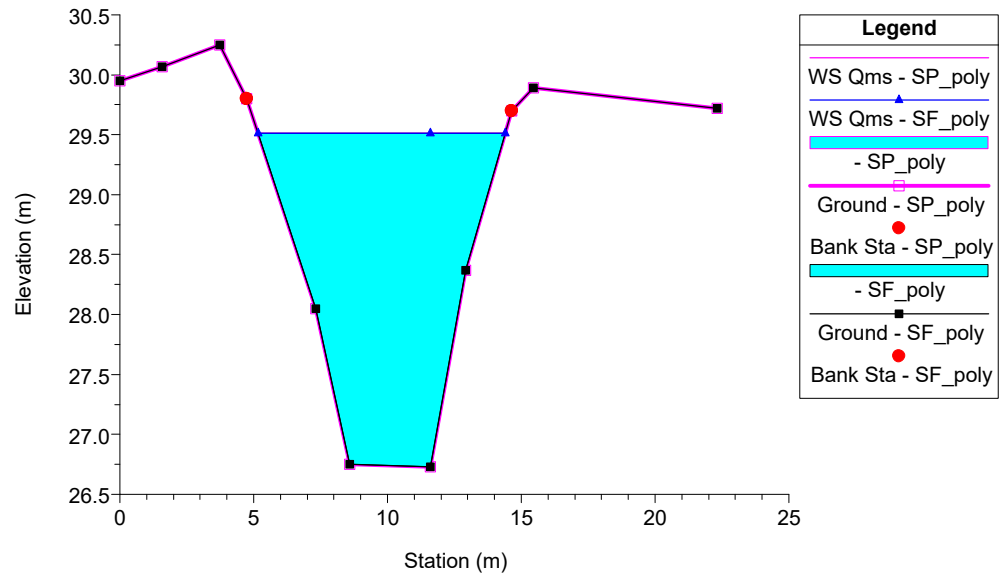
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 7



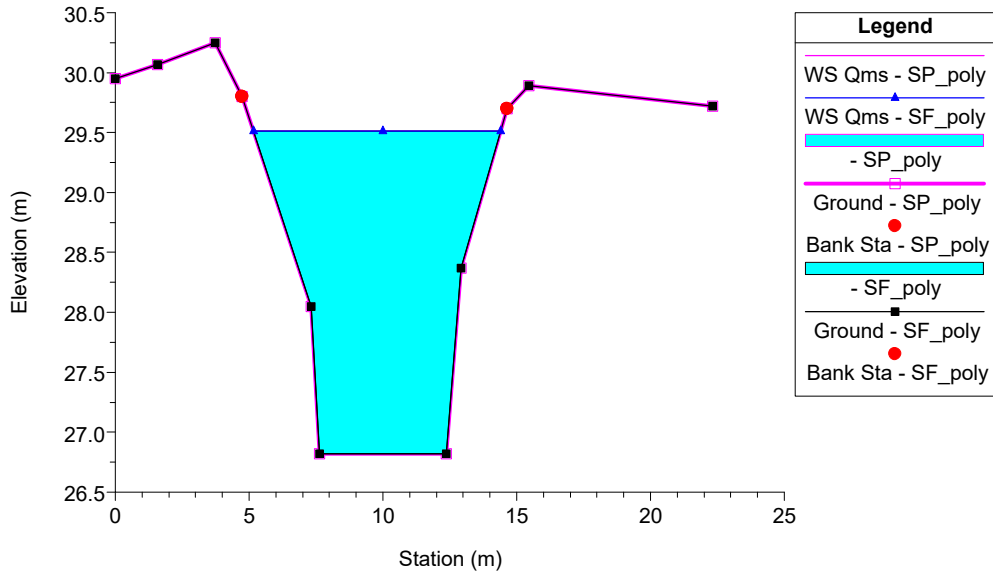
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 6



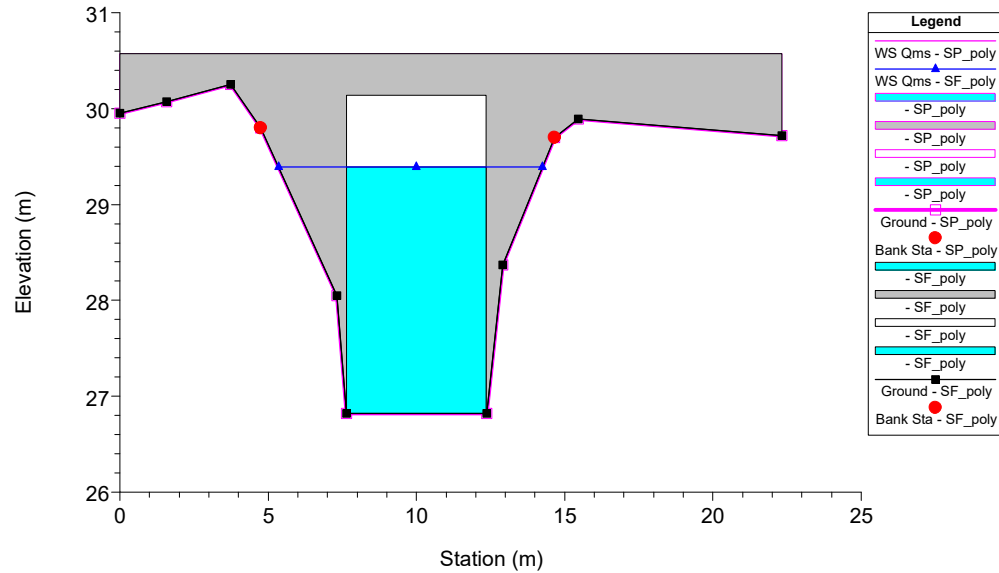
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 5



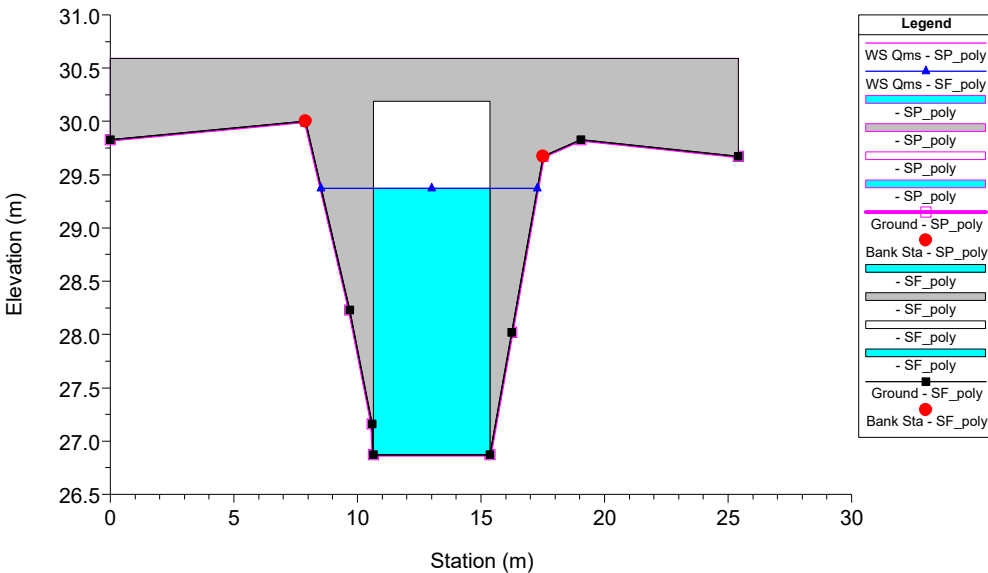
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 4.9



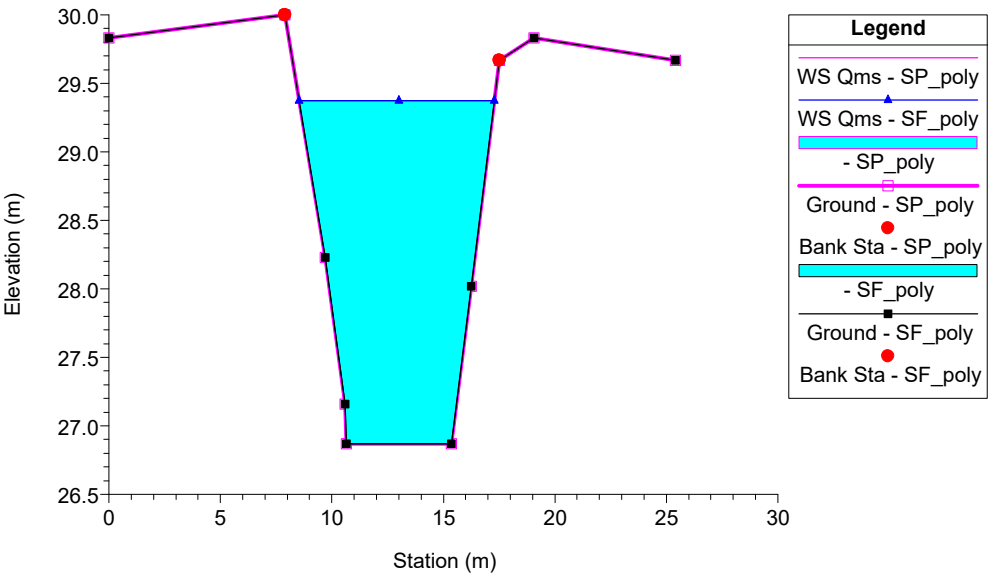
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 4.5 Culv PONTE NORD



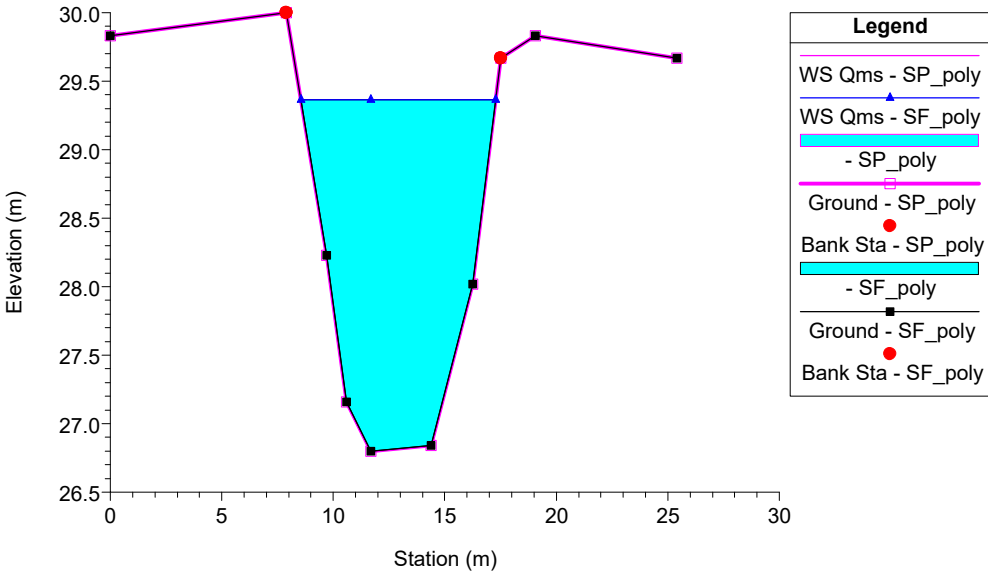
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 4.5 Culv PONTE NORD



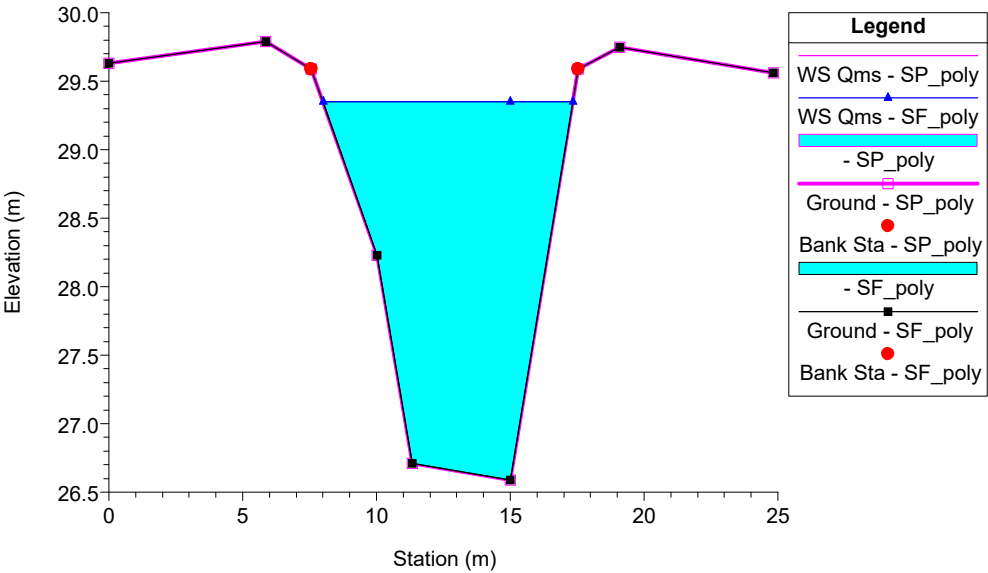
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 4.1



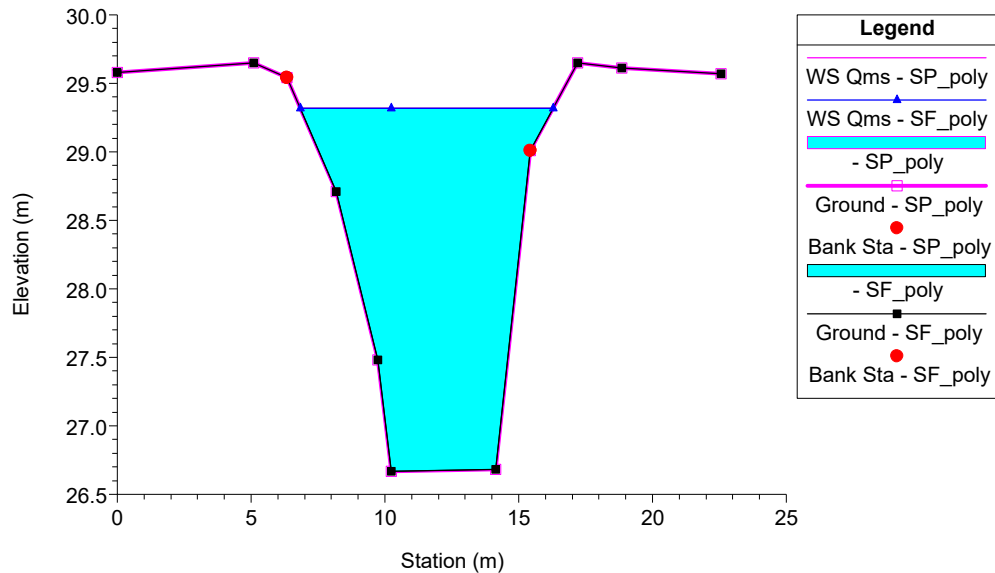
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 4



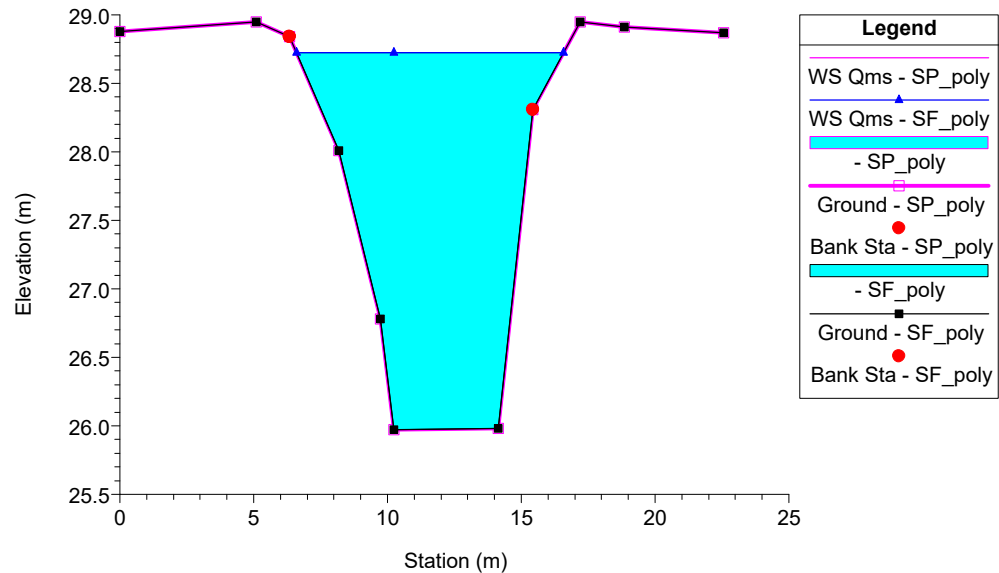
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 3



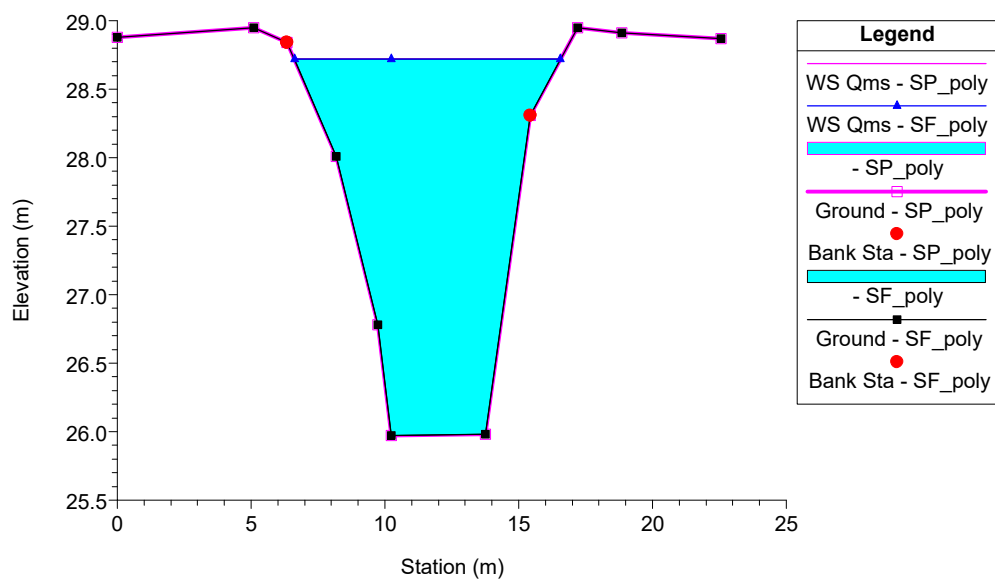
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 2



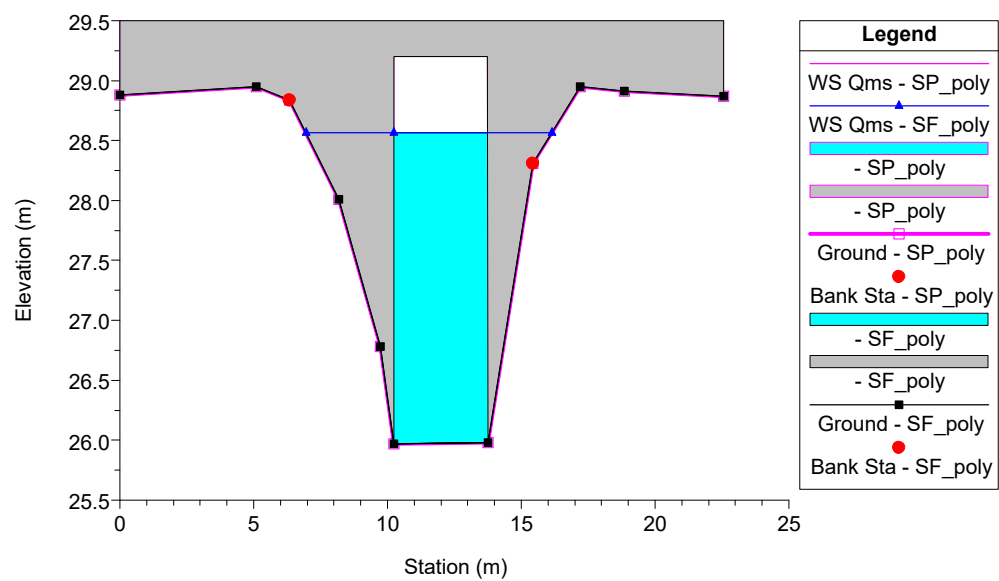
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 1



177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 0.9

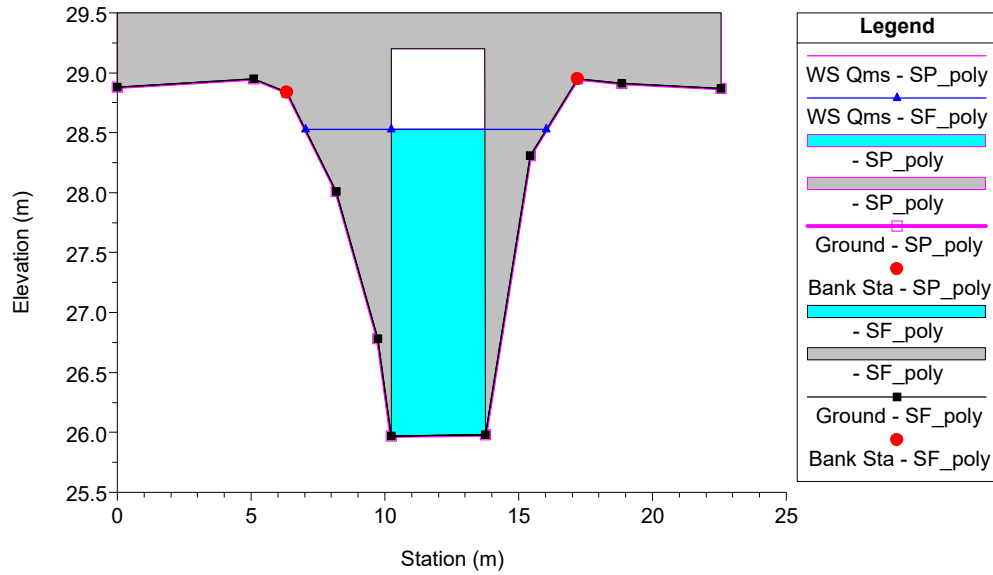


177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 0.5 BR PONTICELLO DI VALLE

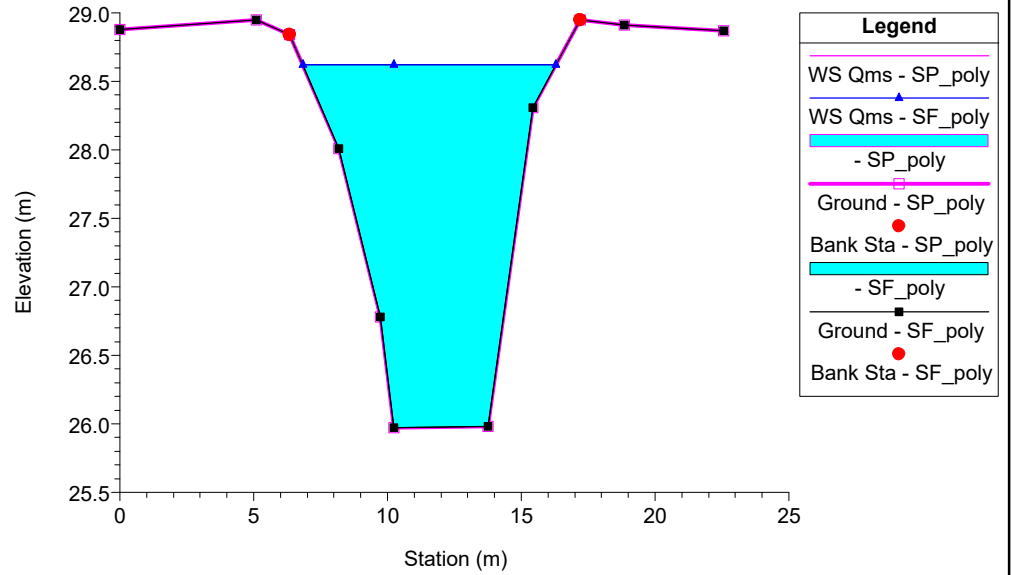




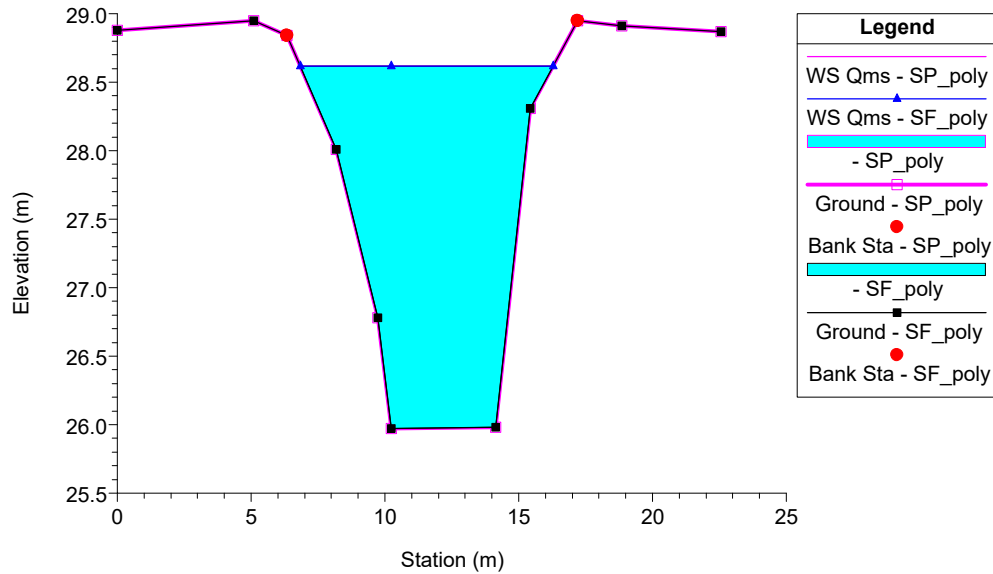
177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 0.5 BR PONTICELLO DI VALLE



177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 0.1



177.T.B\_Scolo Gambellara Plan: 1) SF\_poly 2) SP\_poly  
RS = 0



## APPENDICE 32

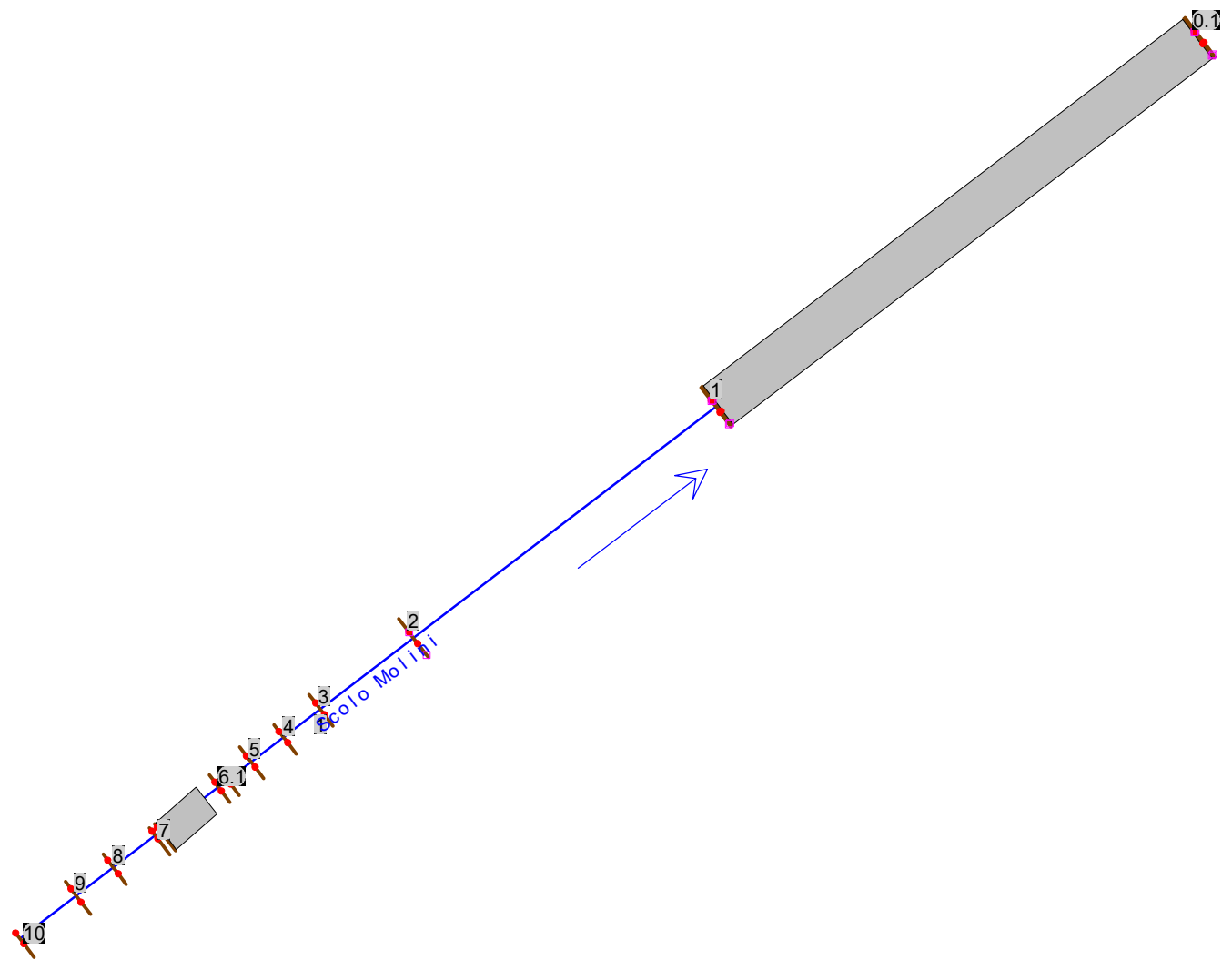
### Scolo Molini: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Scolo Molini Reach: 1 Profile: Qms\_PE

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
1	10	Qms_PE	6.00	26.77	28.26		28.29	0.001601	0.77	7.79	7.24	0.24
1	9	Qms_PE	6.00	26.40	28.20		28.22	0.001236	0.71	8.44	6.98	0.21
1	8	Qms_PE	6.00	26.35	28.16		28.19	0.001176	0.68	8.82	7.80	0.20
1	7.1	Qms_PE	6.00	26.43	28.13		28.15	0.000745	0.64	9.33	6.26	0.17
1	7	Qms_PE	6.00	26.43	28.13		28.15	0.000331	0.64	9.33	6.26	0.17
1	6.9	Qms_PE	6.00	26.43	28.13	27.07	28.15	0.000332	0.64	9.32	6.26	0.17
1	6.5		Bridge									
1	6.1	Qms_PE	6.00	26.19	28.12		28.14	0.000255	0.59	10.20	6.97	0.16
1	6	Qms_PE	6.00	26.19	28.12		28.14	0.000256	0.59	10.19	6.97	0.16
1	5.9	Qms_PE	6.00	26.19	28.12		28.14	0.000256	0.59	10.19	6.97	0.16
1	5	Qms_PE	6.00	26.13	28.11		28.13	0.000592	0.53	11.26	8.52	0.15
1	4	Qms_PE	6.00	26.06	28.10		28.11	0.000604	0.54	11.13	8.43	0.15
1	3	Qms_PE	6.00	25.99	28.07		28.09	0.000679	0.57	10.52	7.63	0.16
1	2	Qms_PE	6.00	26.39	27.99	27.06	28.02	0.001455	0.75	8.03	7.17	0.23
1	1	Qms_PE	6.00	26.10	27.55	26.77	27.58	0.002072	0.86	7.00	6.63	0.27
1	0.9	Qms_PE	6.00	26.00	27.55	26.63	27.58	0.001427	0.75	7.98	6.79	0.22
1	0.5		Culvert									
1	0.1	Qms_PE	6.00	25.50	27.34	26.13	27.36	0.000833	0.60	10.00	7.99	0.17
1	0	Qms_PE	6.00	25.63	27.33	26.30	27.35	0.001202	0.68	8.80	7.86	0.21

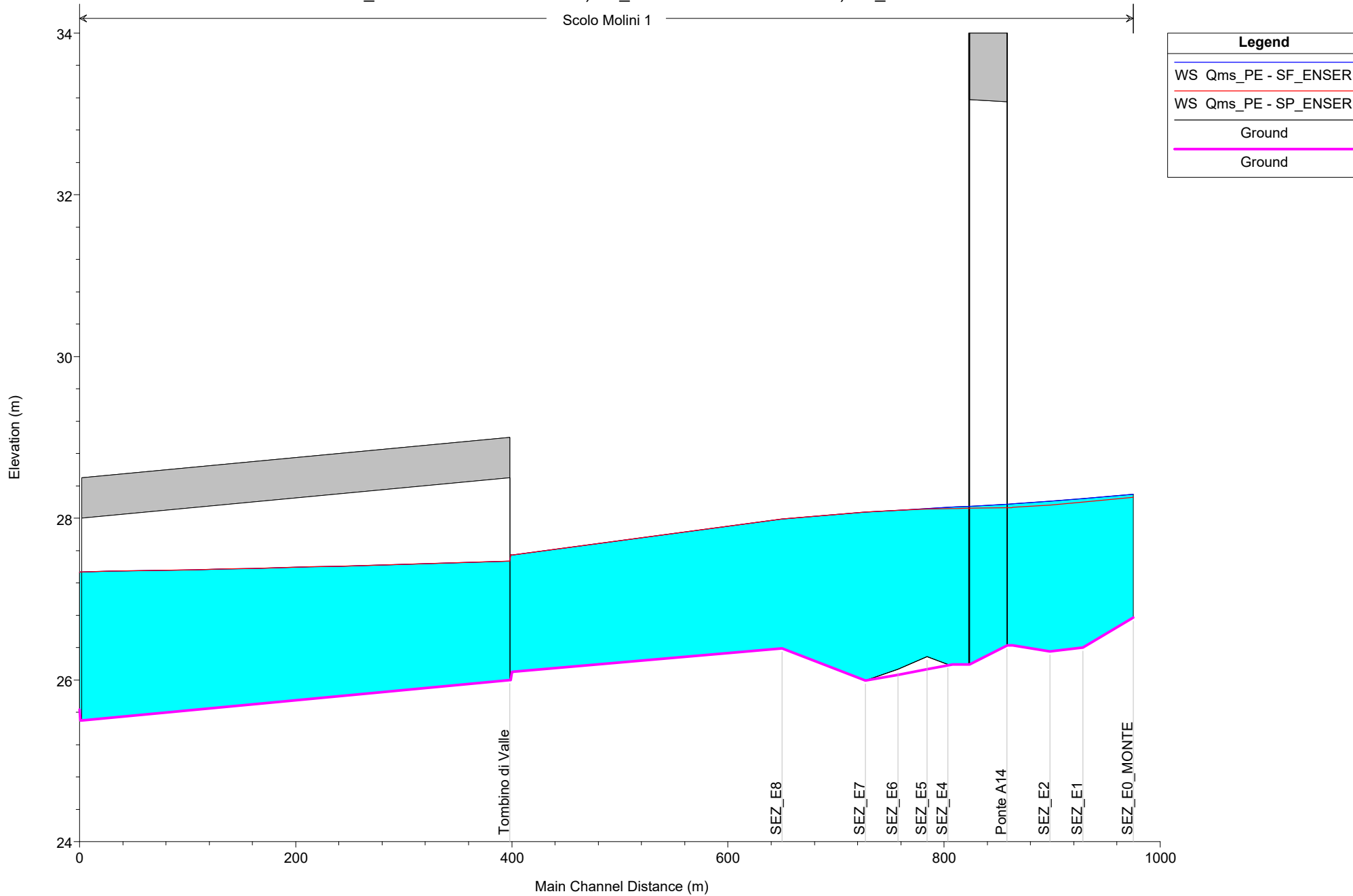
HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Scolo Molini Reach: 1 Profile: Qms\_PE

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
1	10	Qms_PE	6.00	26.77	28.30		28.33	0.001458	0.74	8.06	7.34	0.23
1	9	Qms_PE	6.00	26.40	28.24		28.26	0.001149	0.69	8.74	7.24	0.20
1	8	Qms_PE	6.00	26.35	28.21		28.23	0.001065	0.65	9.18	8.01	0.19
1	7	Qms_PE	6.00	26.43	28.18		28.20	0.000846	0.62	9.61	6.27	0.16
1	6.9	Qms_PE	6.00	26.43	28.17	27.07	28.19	0.000852	0.63	9.58	6.27	0.16
1	6.5		Bridge									
1	6.1	Qms_PE	6.00	26.19	28.14		28.16	0.000684	0.58	10.33	6.99	0.15
1	6	Qms_PE	6.00	26.19	28.13		28.15	0.000691	0.58	10.30	6.99	0.15
1	5	Qms_PE	6.00	26.29	28.12		28.14	0.000838	0.61	9.86	7.88	0.17
1	4	Qms_PE	6.00	26.13	28.10		28.11	0.000807	0.61	9.81	7.43	0.17
1	3	Qms_PE	6.00	25.99	28.07		28.09	0.000679	0.57	10.52	7.63	0.16
1	2	Qms_PE	6.00	26.39	27.99	27.06	28.02	0.001455	0.75	8.03	7.17	0.23
1	1	Qms_PE	6.00	26.10	27.55	26.77	27.58	0.002072	0.86	7.00	6.63	0.27
1	0.9	Qms_PE	6.00	26.00	27.55	26.63	27.58	0.001427	0.75	7.98	6.79	0.22
1	0.5		Culvert									
1	0.1	Qms_PE	6.00	25.50	27.34	26.13	27.36	0.000833	0.60	10.00	7.99	0.17
1	0	Qms_PE	6.00	25.63	27.33	26.30	27.35	0.001202	0.68	8.80	7.86	0.21



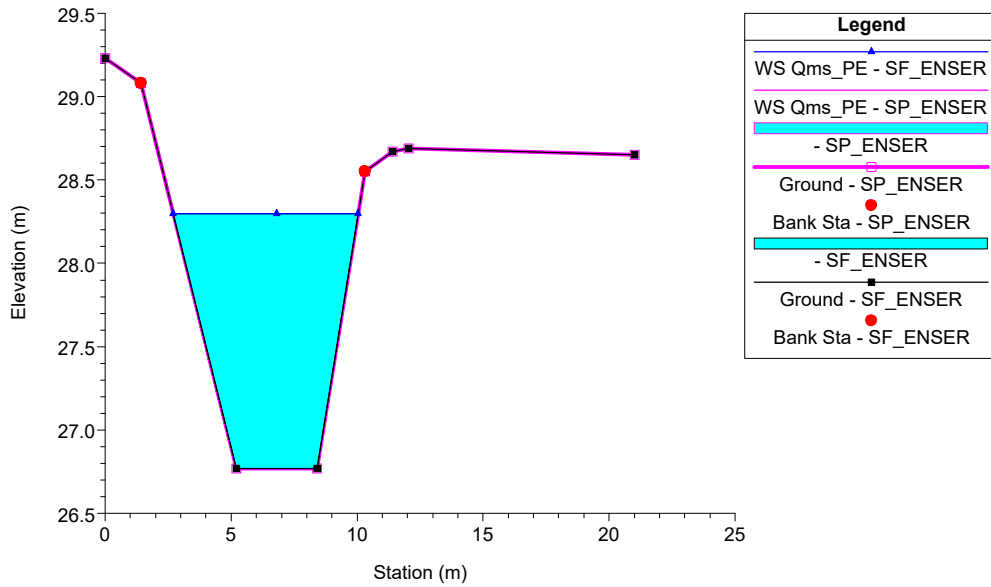
Some schematic data outside default extents (see View/Set Schematic Plot Extents...)

Scolo Molini 1

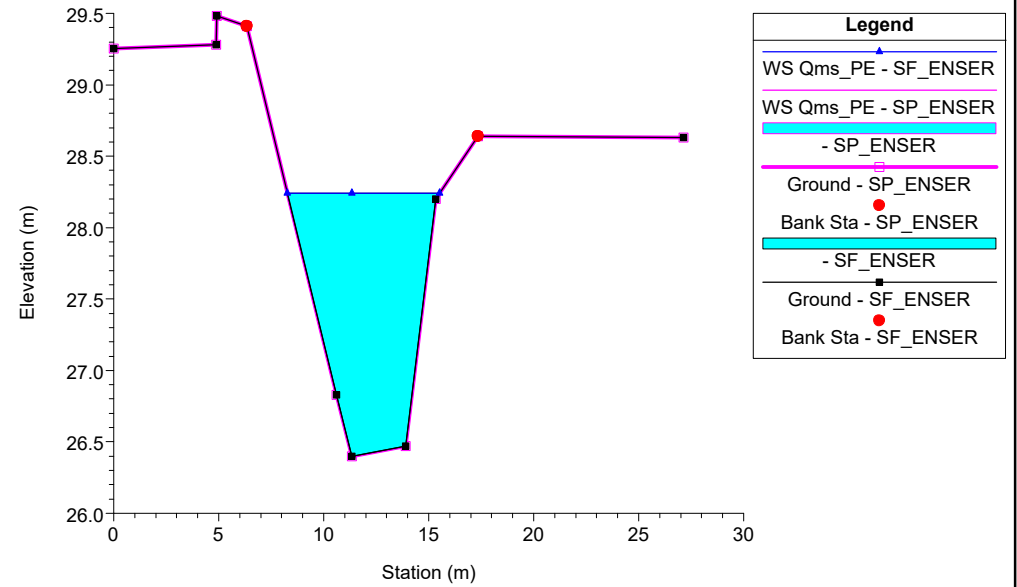


Legend	
—	WS Qms_PE - SF_ENSER
—	WS Qms_PE - SP_ENSER
—	Ground
—	Ground

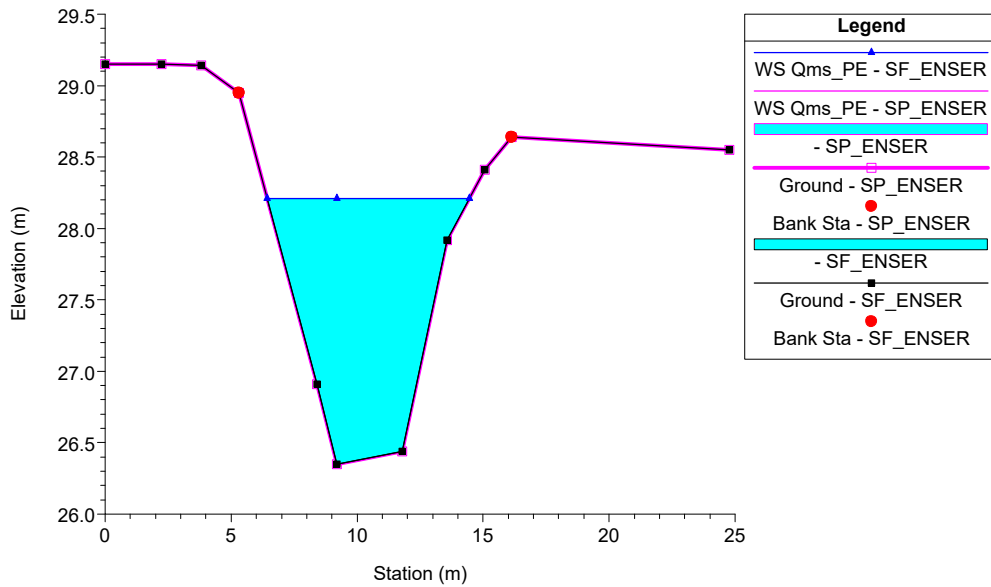
185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 10 SEZ\_E0\_MONTE



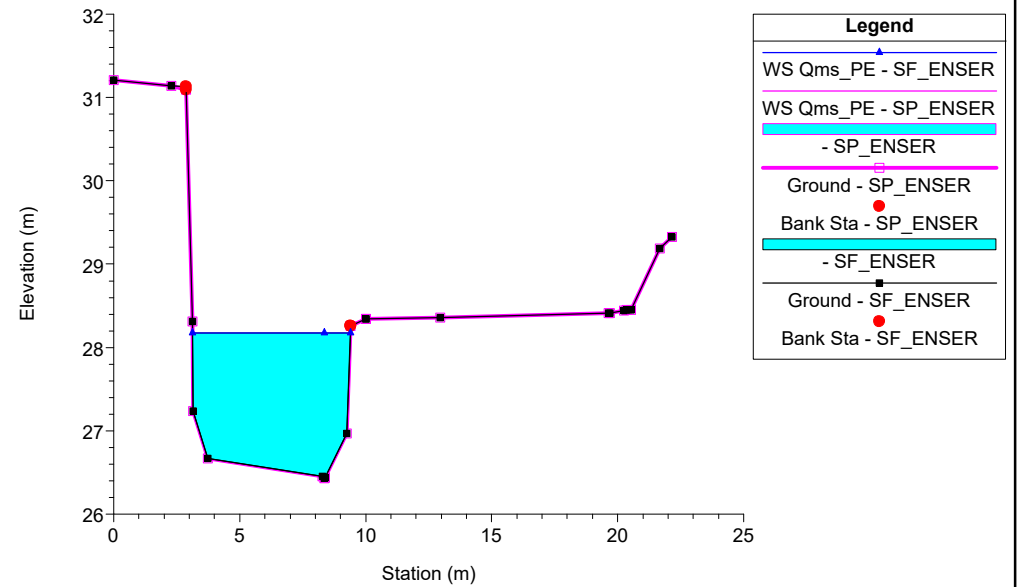
185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 9 SEZ\_E1



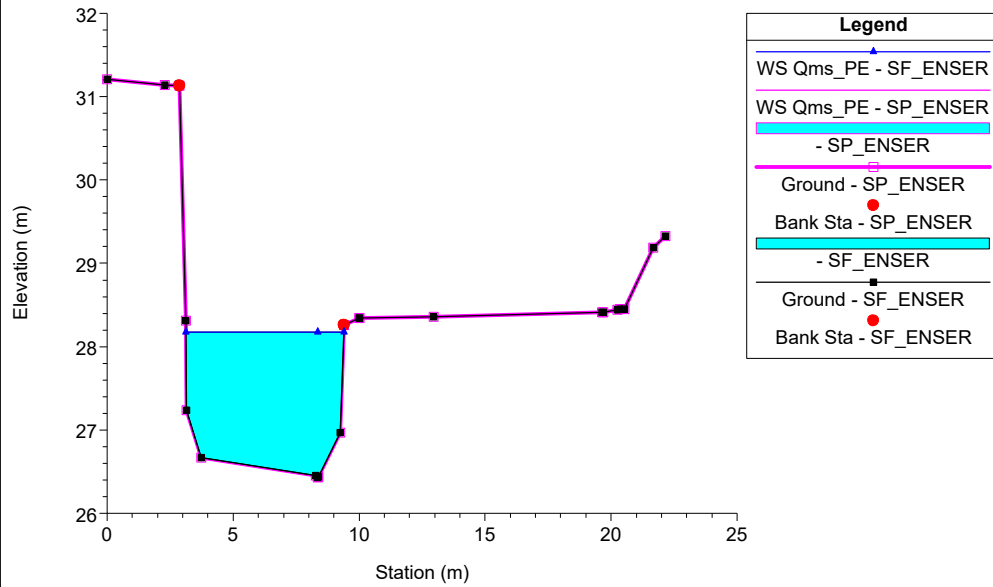
185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 8 SEZ\_E2



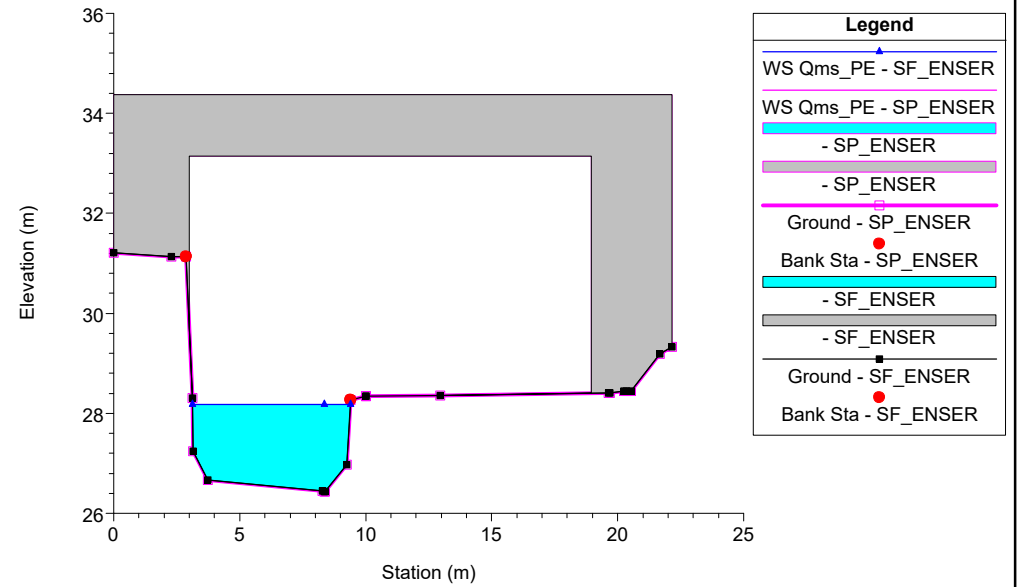
185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 7 SEZ\_E3



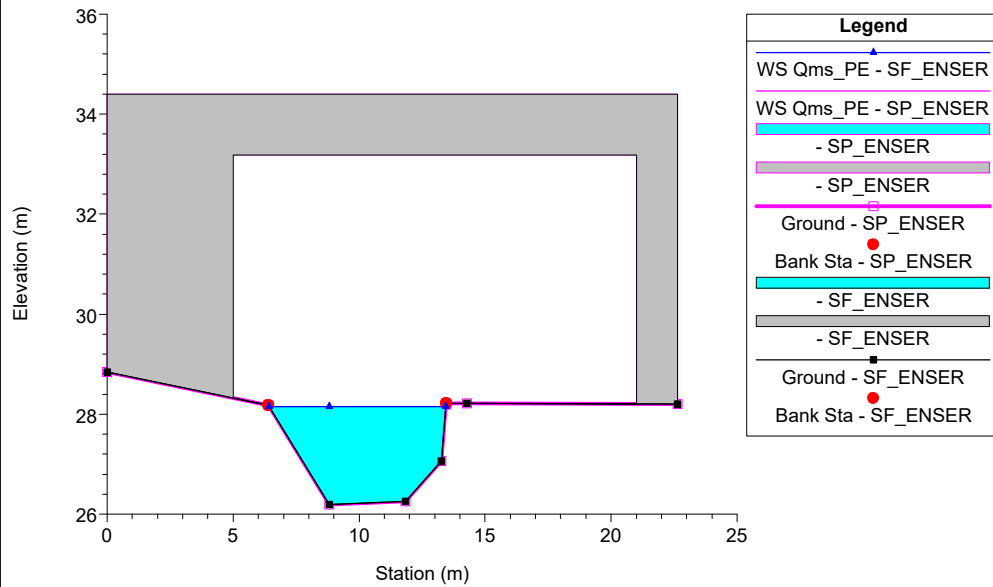
185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 6.9 SEZ\_E3



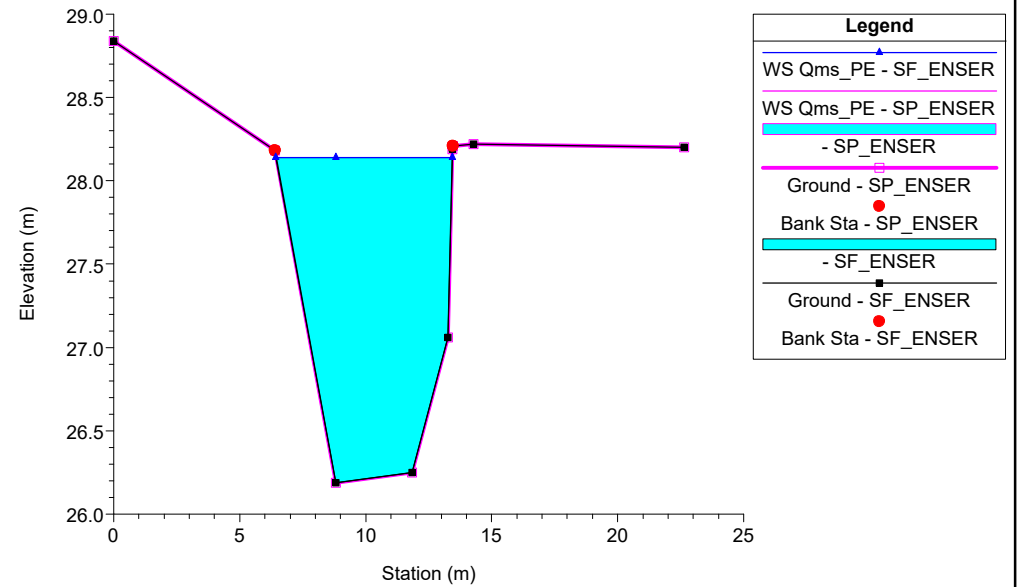
185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 6.5 BR Ponte A14



185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 6.5 BR Ponte A14

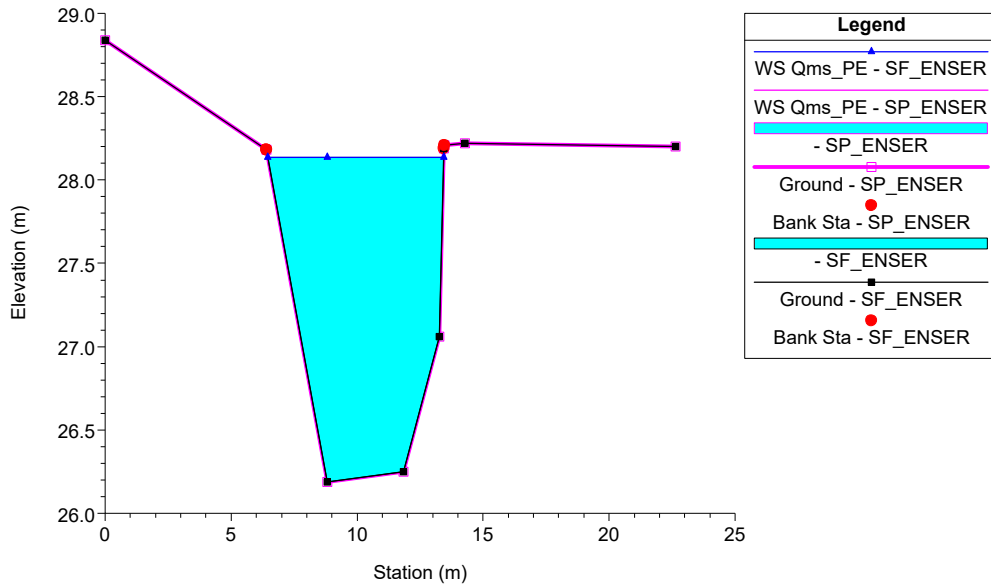


185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 6.1 SEZ\_E4

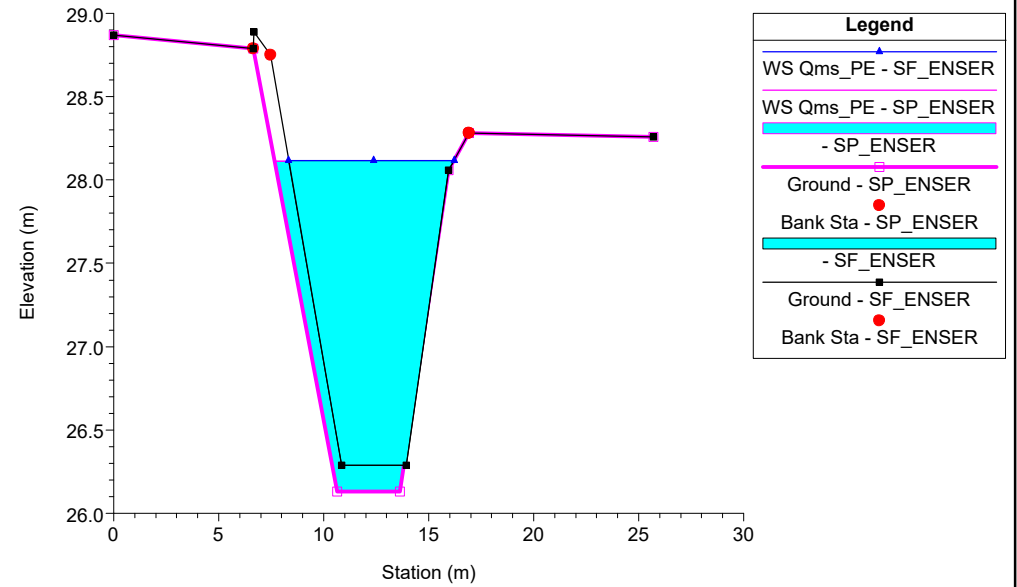




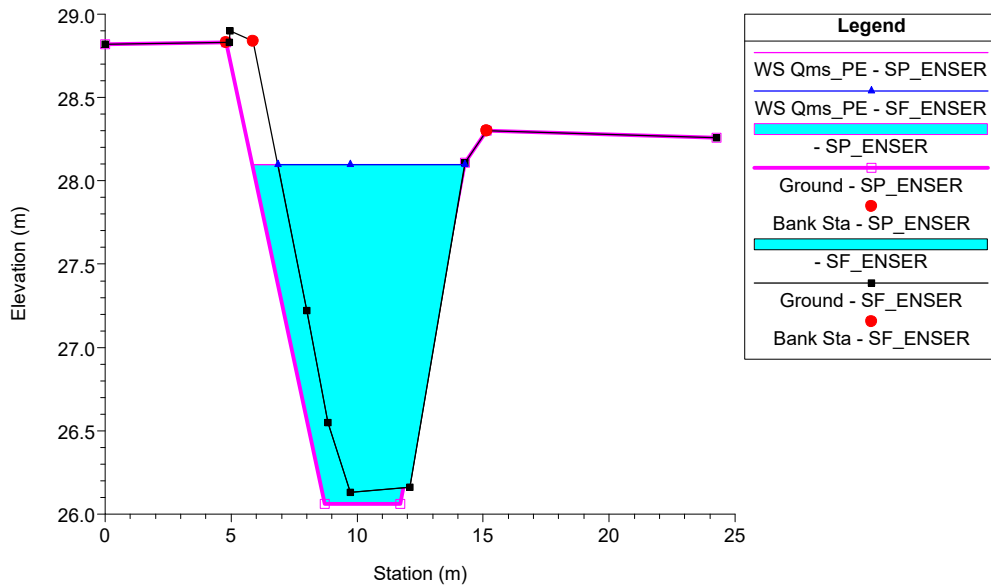
185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 6 SEZ\_E4



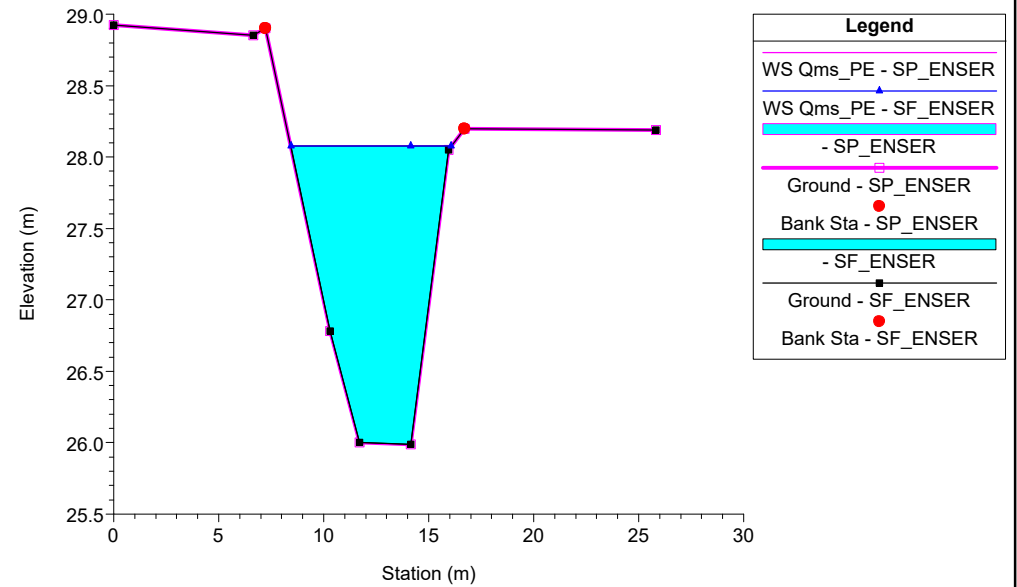
185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 5 SEZ\_E5



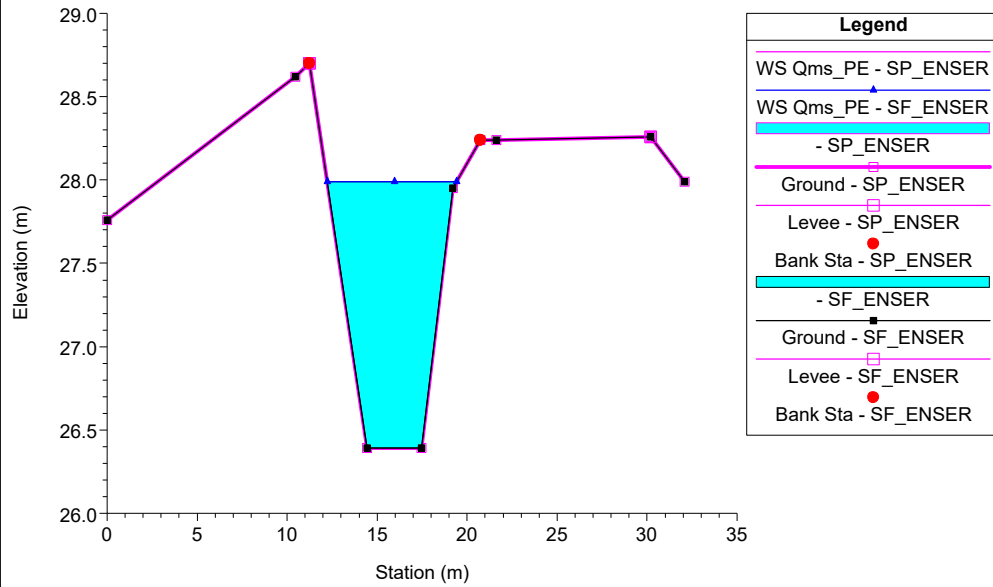
185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 4 SEZ\_E6



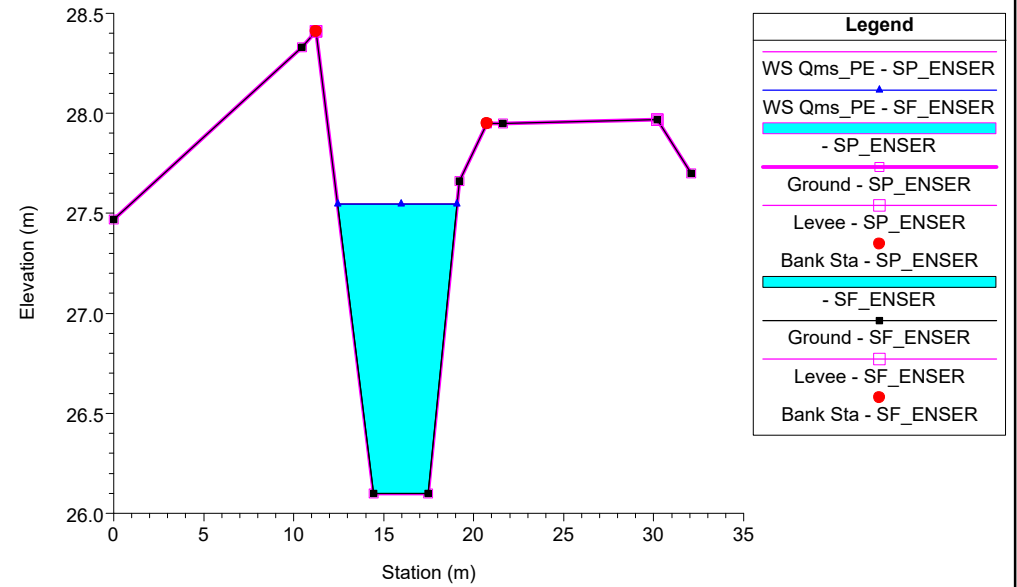
185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 3 SEZ\_E7



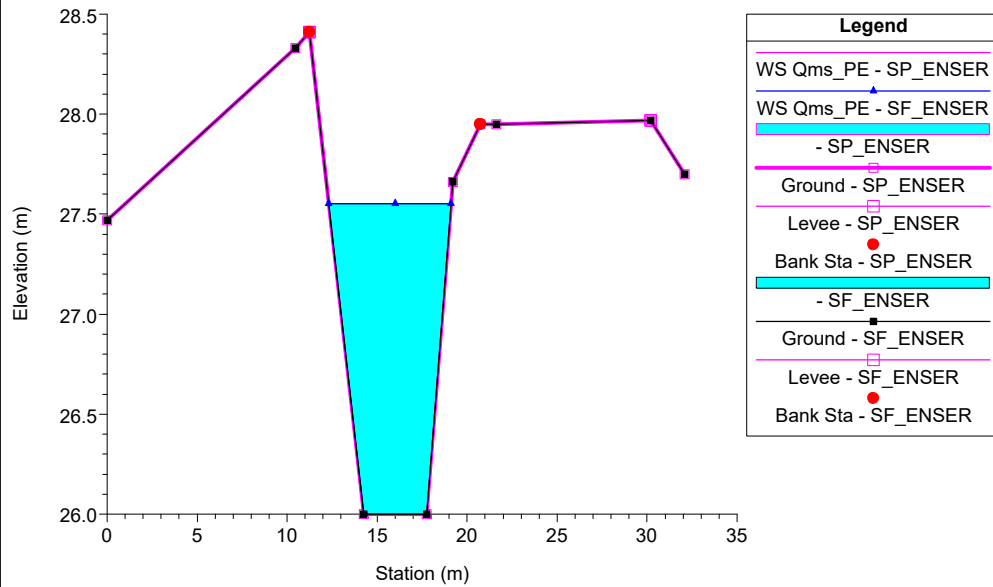
185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 2 SEZ\_E8



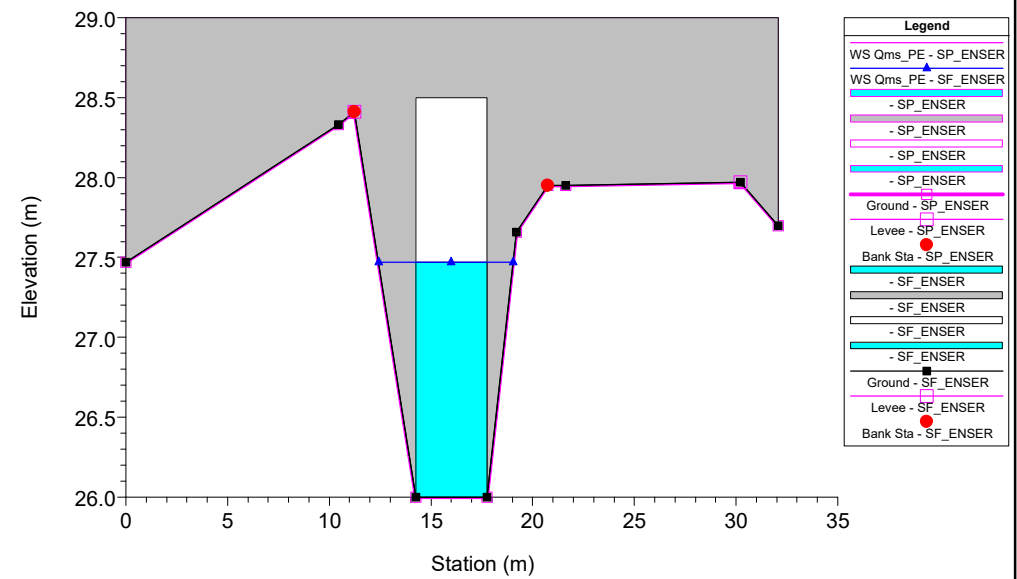
185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 1 SEZ\_E9



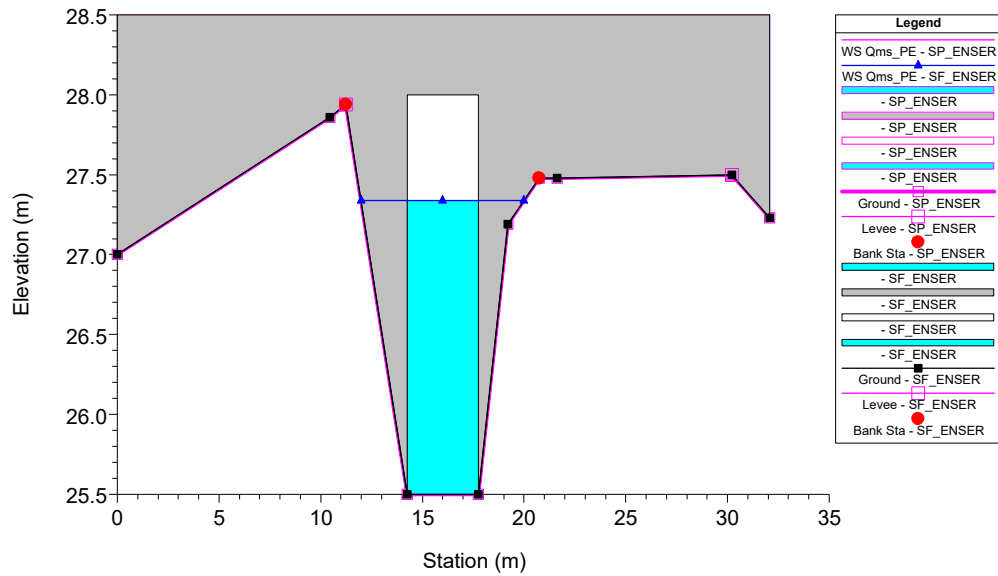
185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 0.9 SEZ\_E9



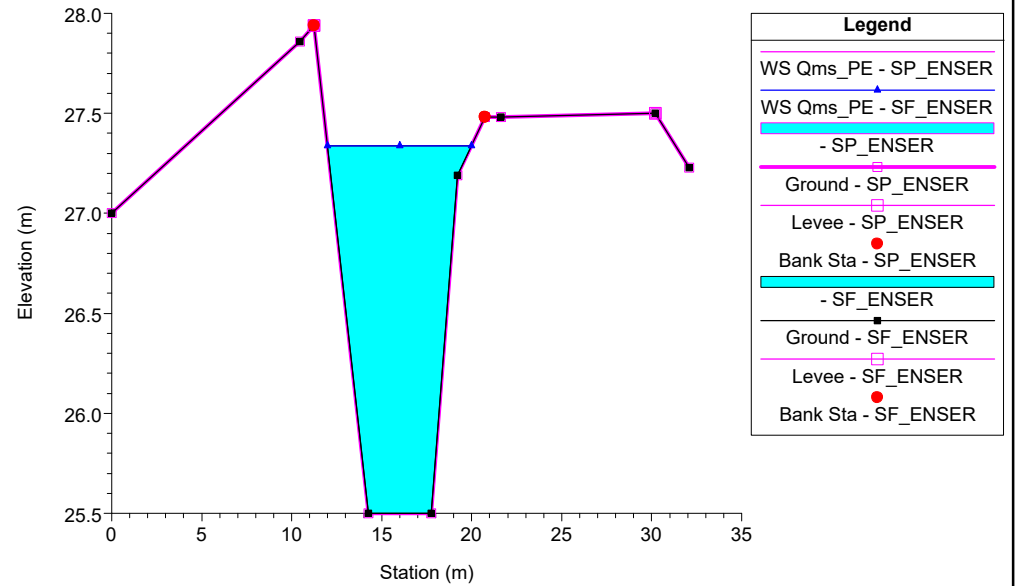
185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 0.5 Culv Tombino di Valle



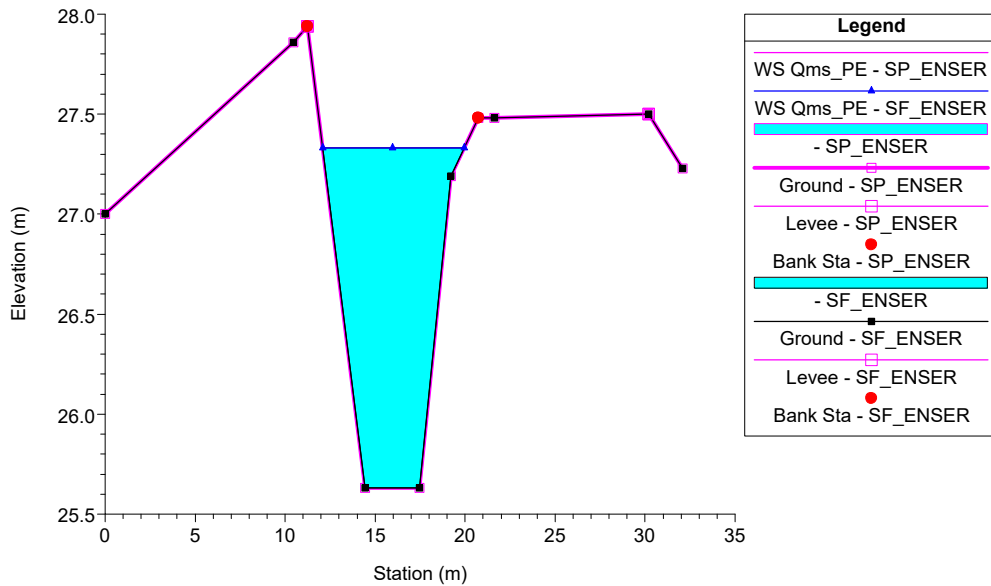
185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 0.5 Culv Tombino di Valle



185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 0.1 Sez.E10\_VALLE



185.T.B\_Scolo Molini Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 0 Sez.E10\_VALLE



## APPENDICE 33

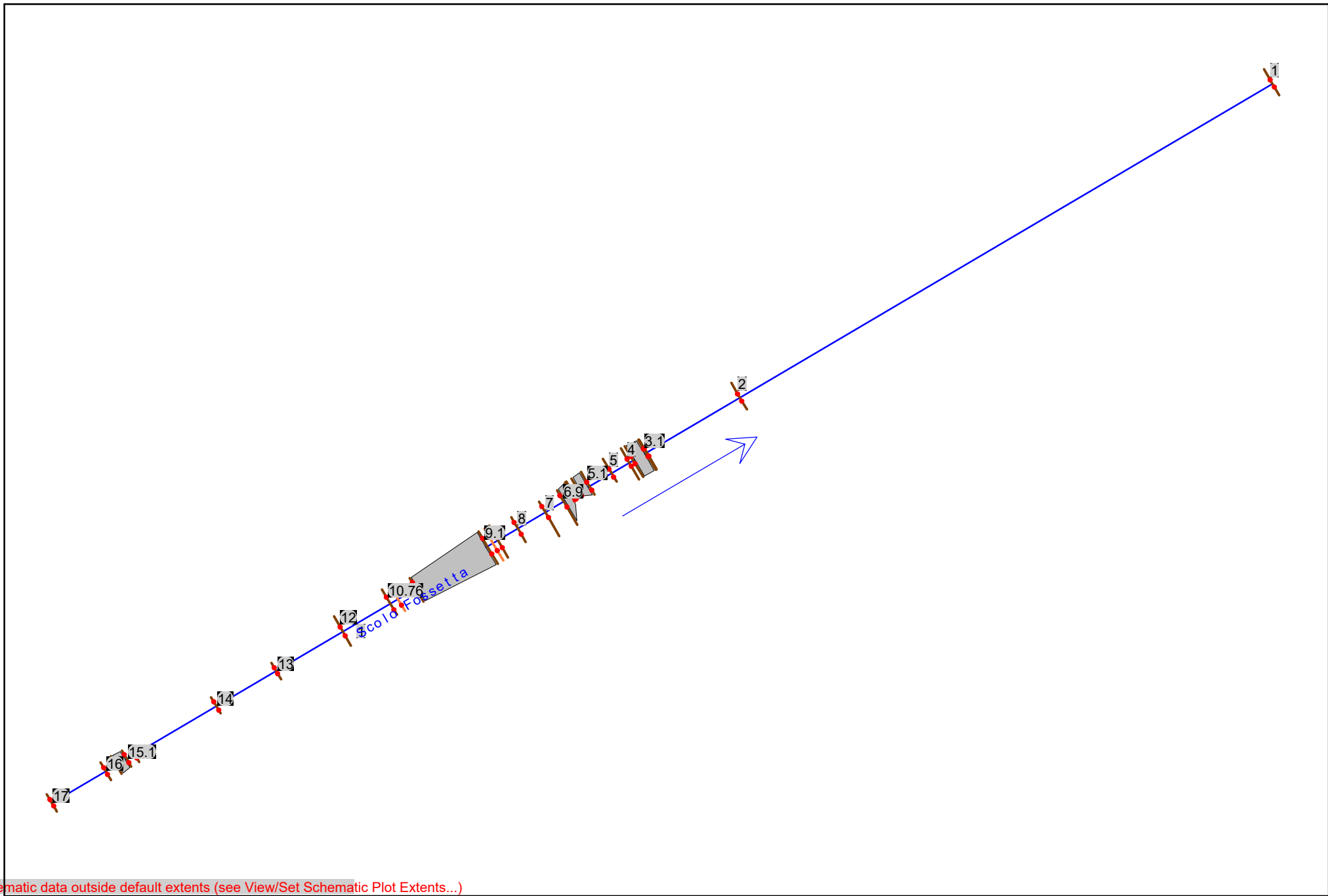
### Fossa Influyente nel Maestà: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: Plan 08 River: Scolo Fossetta Reach: 1 Profile: Qms

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
1	17	Qms	2.00	27.51	28.61		28.63	0.002048	0.65	3.43	7.95	0.25
1	16	Qms	2.00	27.31	28.51		28.54	0.003162	0.78	2.57	3.59	0.29
1	15.9	Qms	2.00	27.31	28.48	27.96	28.52	0.003482	0.81	2.48	3.53	0.31
1	15.5		Bridge									
1	15.1	Qms	2.00	27.31	28.46		28.49	0.003800	0.79	2.54	4.14	0.32
1	15	Qms	2.00	27.31	28.44		28.47	0.004194	0.82	2.44	4.04	0.34
1	14	Qms	2.00	27.10	28.27		28.30	0.002420	0.68	2.93	4.30	0.26
1	13	Qms	2.00	26.90	28.14		28.17	0.003575	0.82	2.43	3.22	0.30
1	12	Qms	2.00	26.67	28.06		28.08	0.001365	0.56	3.58	4.59	0.20
1	10.76	Qms	2.00	26.62	28.02		28.03	0.001335	0.56	3.60	4.52	0.20
1	10	Qms	2.00	26.59	27.99		28.01	0.001724	0.62	3.23	4.01	0.22
1	9.9	Qms	2.00	27.04	27.98	27.42	28.00	0.001847	0.63	3.18	4.30	0.23
1	9.5		Culvert									
1	9.1	Qms	2.00	27.01	27.92		27.93	0.001750	0.60	3.33	4.89	0.23
1	9	Qms	2.00	26.38	27.91		27.93	0.000983	0.49	4.04	4.80	0.17
1	8	Qms	2.00	26.42	27.89		27.91	0.000972	0.49	4.04	4.78	0.17
1	7	Qms	2.00	26.36	27.88		27.89	0.000956	0.49	4.07	4.78	0.17
1	6.9	Qms	2.00	26.37	27.87	26.93	27.88	0.000756	0.45	4.41	4.83	0.15
1	6.5		Culvert									
1	6.1	Qms	2.00	26.34	27.77		27.78	0.001023	0.51	3.93	4.52	0.17
1	6	Qms	2.00	26.30	27.76		27.78	0.001196	0.54	3.73	4.50	0.19
1	5.9	Qms	2.00	26.24	27.77	26.58	27.78	0.000325	0.34	5.95	4.74	0.10
1	5.5		Culvert									
1	5.1	Qms	2.00	26.27	27.75		27.75	0.000318	0.33	6.00	5.07	0.10
1	5	Qms	2.00	26.26	27.73		27.75	0.000976	0.50	4.03	4.73	0.17
1	4	Qms	2.00	26.20	27.72		27.74	0.001001	0.51	3.96	4.47	0.17
1	3.9	Qms	2.00	26.22	27.72	26.77	27.73	0.000797	0.47	4.27	4.49	0.15
1	3.5		Culvert									
1	3.1	Qms	2.00	26.15	27.62		27.63	0.000909	0.49	4.09	4.50	0.16
1	3	Qms	2.00	26.16	27.62		27.63	0.001252	0.55	3.66	4.42	0.19
1	2	Qms	2.00	26.25	27.50		27.52	0.002553	0.72	2.80	3.81	0.27
1	1	Qms	2.00	25.36	26.61	26.01	26.64	0.002505	0.71	2.82	3.83	0.26

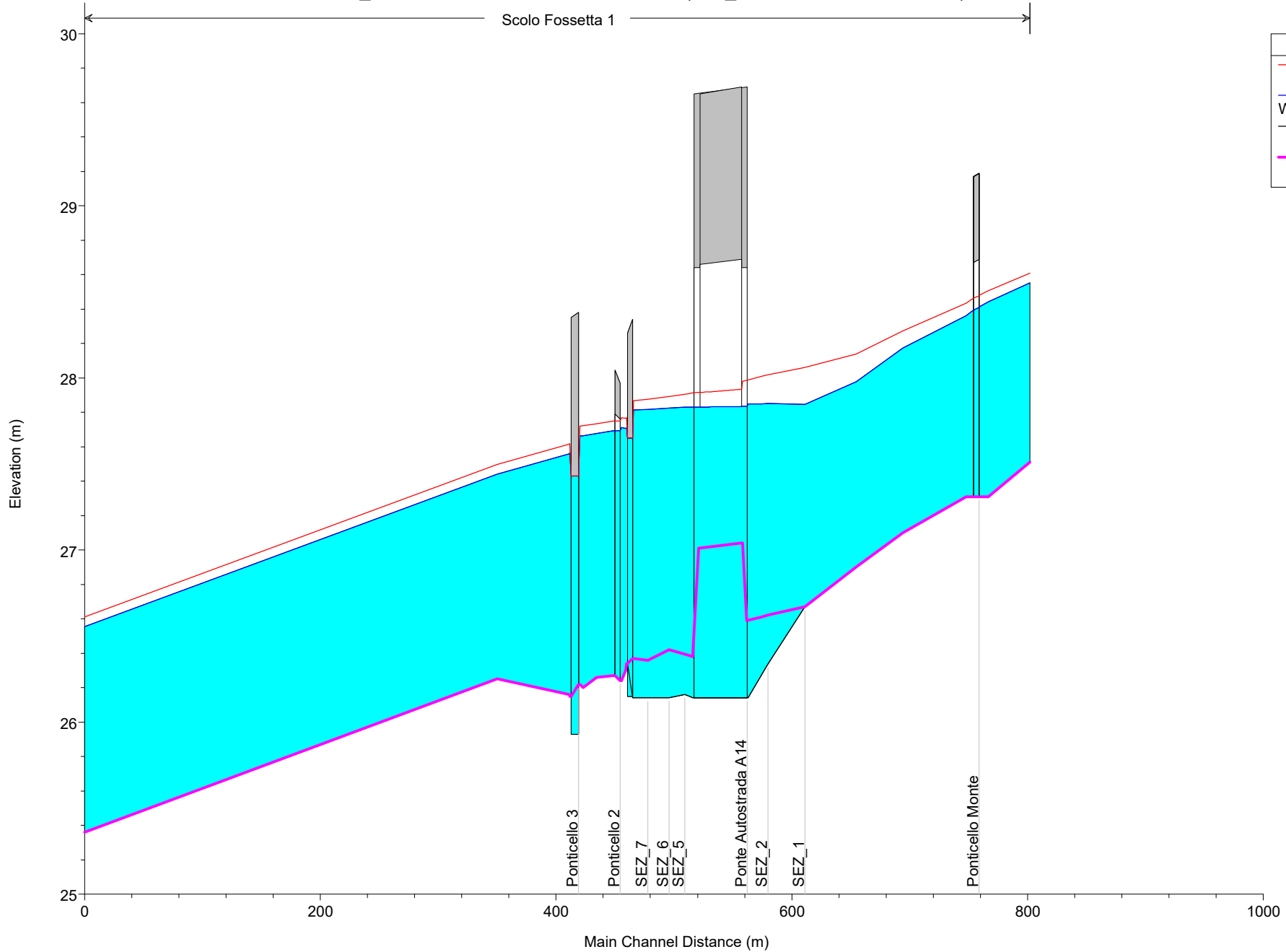
HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Scolo Fossetta Reach: 1 Profile: Qms

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
1	17	Qms	2.00	27.51	28.55		28.58	0.002346	0.73	2.98	7.87	0.29
1	16	Qms	2.00	27.31	28.44		28.48	0.003282	0.85	2.34	3.43	0.33
1	15.9	Qms	2.00	27.31	28.42	27.96	28.46	0.003660	0.89	2.25	3.37	0.35
1	15.5		Bridge									
1	15.1	Qms	2.00	27.31	28.39		28.43	0.004150	0.88	2.26	3.86	0.37
1	15	Qms	2.00	27.31	28.36		28.41	0.004673	0.93	2.16	3.76	0.39
1	14	Qms	2.00	27.10	28.17		28.21	0.002944	0.79	2.52	3.99	0.32
1	13	Qms	2.00	26.90	27.98		28.03	0.005244	1.03	1.94	2.89	0.40
1	12	Qms	2.00	26.67	27.85		27.88	0.002422	0.75	2.67	3.98	0.29
1	10.76	Qms	2.00	26.34	27.85		27.86	0.000161	0.29	6.90	6.60	0.09
1	9.9	Qms	2.00	26.14	27.85	26.52	27.85	0.000072	0.28	7.17	5.90	0.08
1	9.5		Culvert									
1	9.1	Qms	2.00	26.14	27.83		27.83	0.000051	0.24	8.47	7.54	0.07
1	8.81	Qms	2.00	26.16	27.83		27.83	0.000064	0.24	8.35	7.50	0.07
1	8	Qms	2.00	26.14	27.82		27.83	0.000355	0.36	5.51	5.79	0.12
1	7	Qms	2.00	26.14	27.82		27.82	0.000360	0.37	5.48	5.78	0.12
1	6.9	Qms	2.00	26.14	27.81	26.69	27.82	0.000285	0.33	5.97	6.07	0.11
1	6.5		Culvert									
1	6.1	Qms	2.00	26.34	27.71		27.72	0.000992	0.54	3.67	4.38	0.19
1	6	Qms	2.00	26.30	27.71		27.72	0.001171	0.58	3.48	4.35	0.21
1	5.9	Qms	2.00	26.24	27.71	26.58	27.72	0.000299	0.35	5.68	4.68	0.10
1	5.5		Culvert									
1	5.1	Qms	2.00	26.27	27.69		27.70	0.000295	0.35	5.71	4.99	0.10
1	5	Qms	2.00	26.26	27.68		27.69	0.000950	0.53	3.76	4.57	0.19
1	4	Qms	2.00	26.20	27.66		27.68	0.000967	0.54	3.71	4.33	0.19
1	3.9	Qms	2.00	26.22	27.66	26.77	27.68	0.000759	0.50	4.02	4.37	0.17
1	3.5		Culvert									
1	3.1	Qms	2.00	26.15	27.56		27.58	0.000869	0.52	3.84	4.37	0.18
1	3	Qms	2.00	26.16	27.56		27.58	0.001219	0.59	3.42	4.27	0.21
1	2	Qms	2.00	26.25	27.44		27.47	0.002555	0.77	2.58	3.67	0.29
1	1	Qms	2.00	25.36	26.56	26.01	26.59	0.002500	0.77	2.60	3.69	0.29



Some schematic data outside default extents (see View/Set Schematic Plot Extents...)

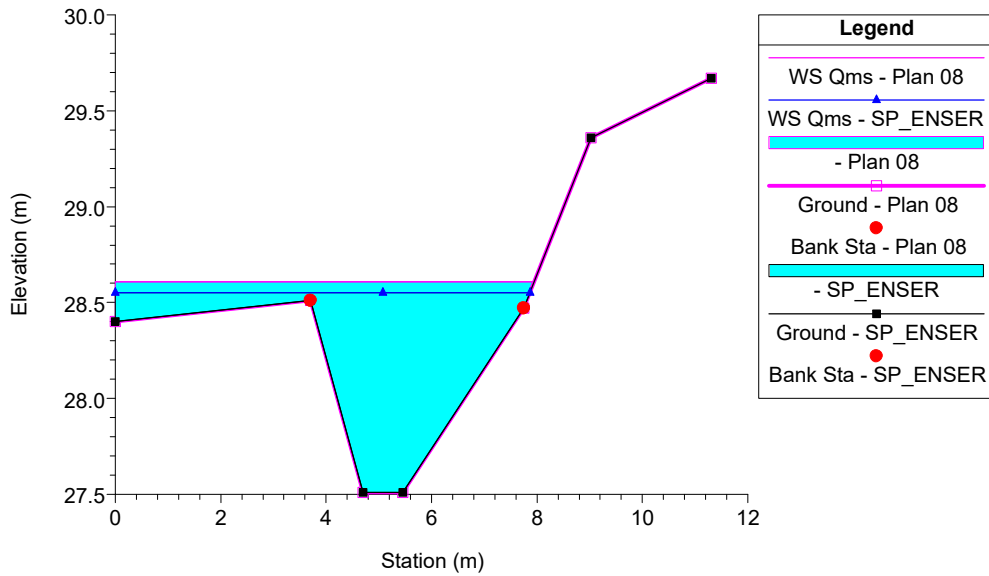
Scolo Fossetta 1



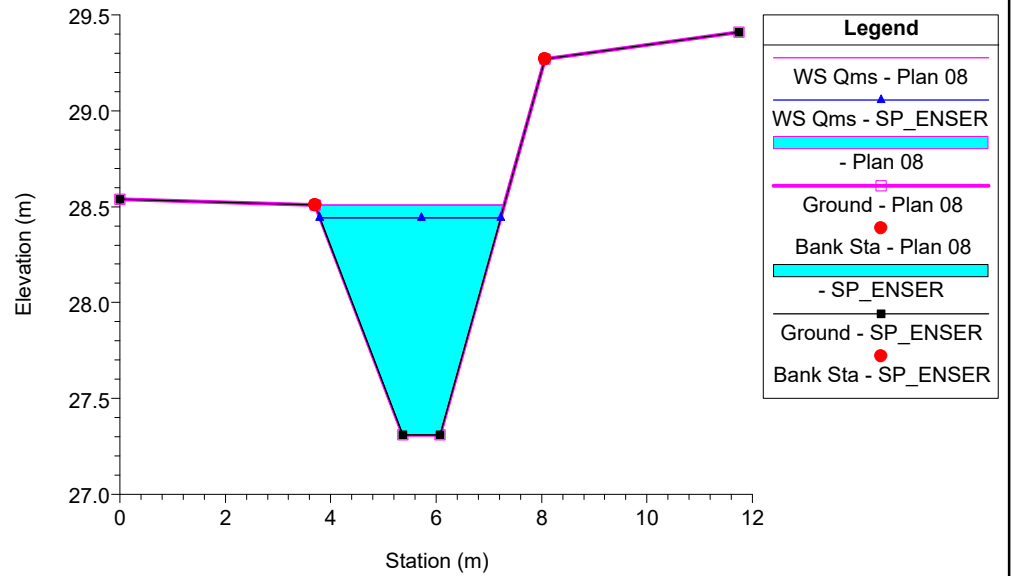
Legend	
	WS Qms - Plan 08
	WS Qms - SP_ENSER
	Ground
	Ground



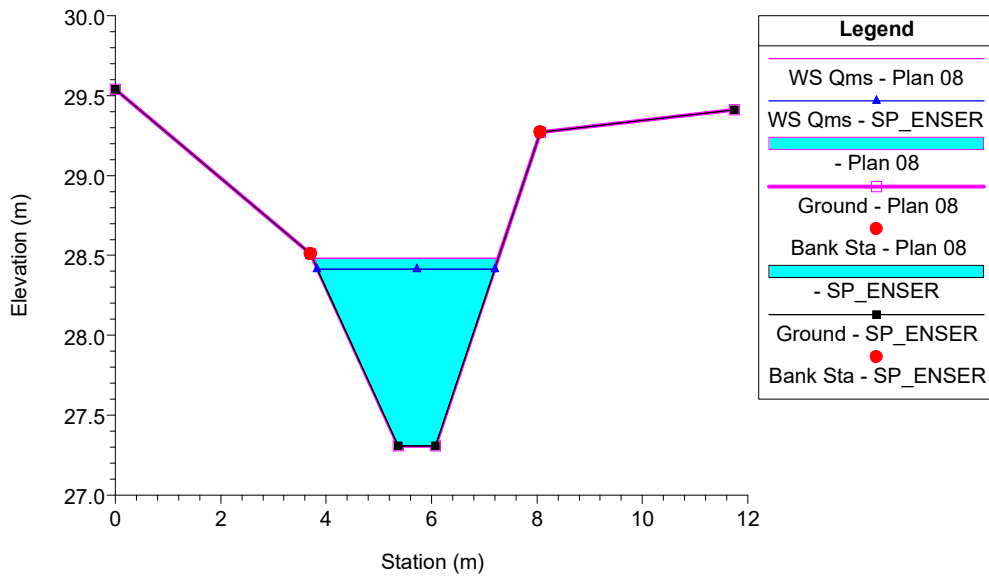
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 17



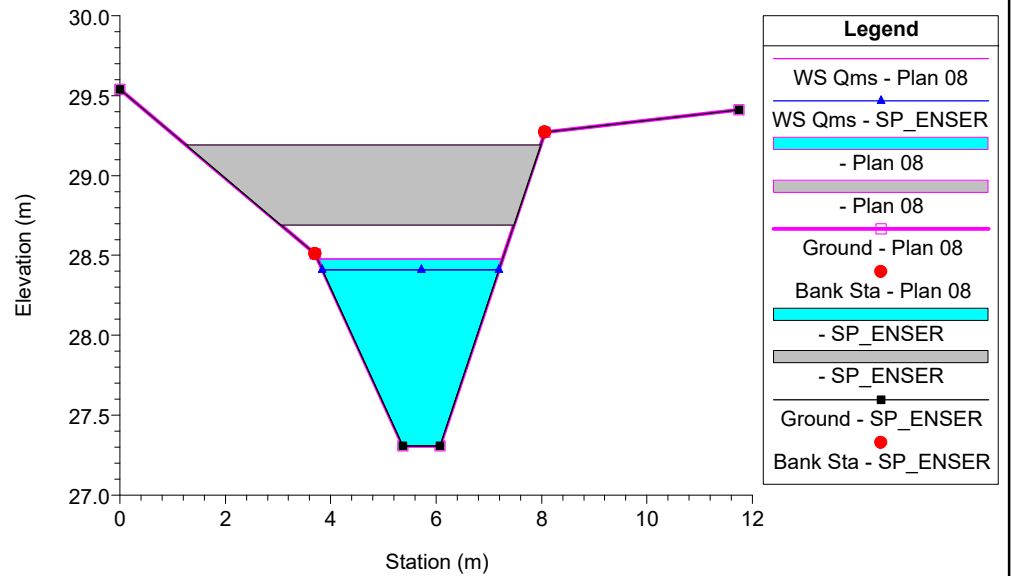
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 16



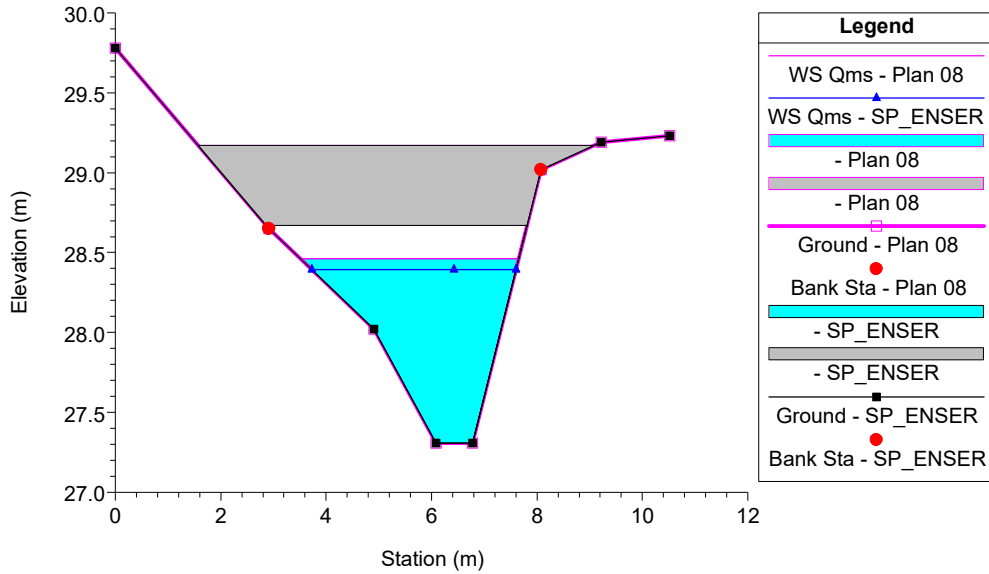
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 15.9



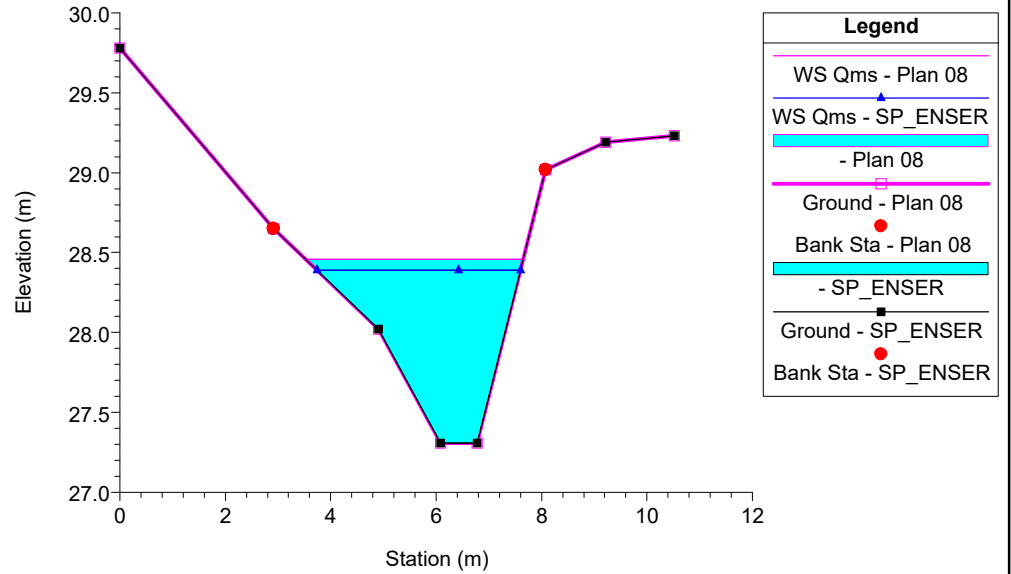
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 15.5 BR Ponticello Monte



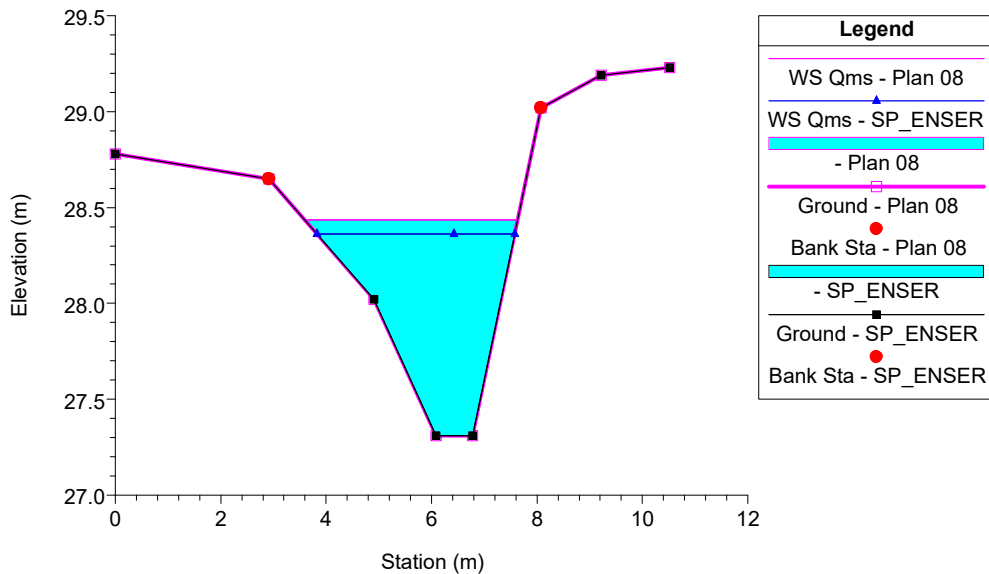
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 15.5 BR Ponticello Monte



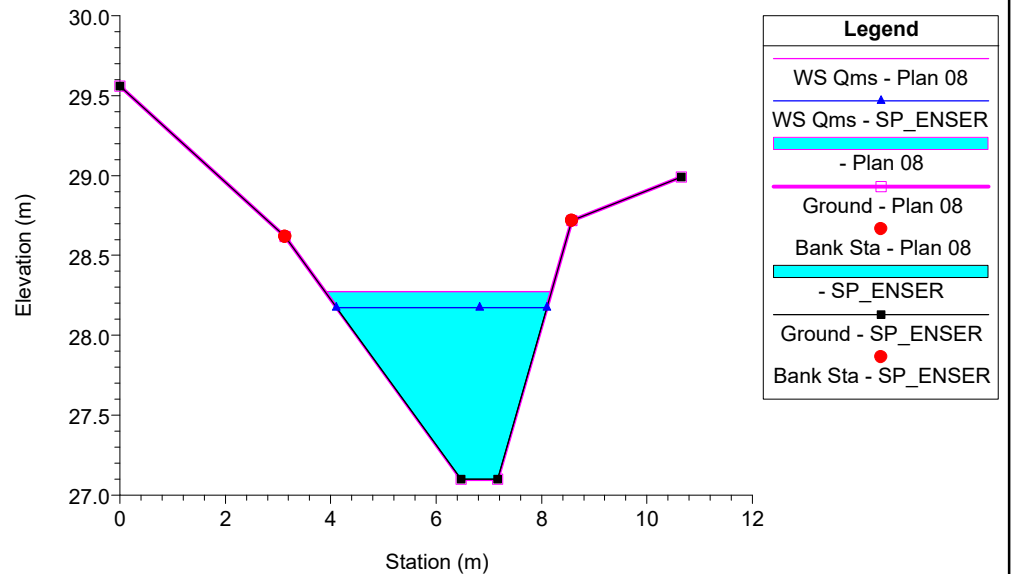
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 15.1



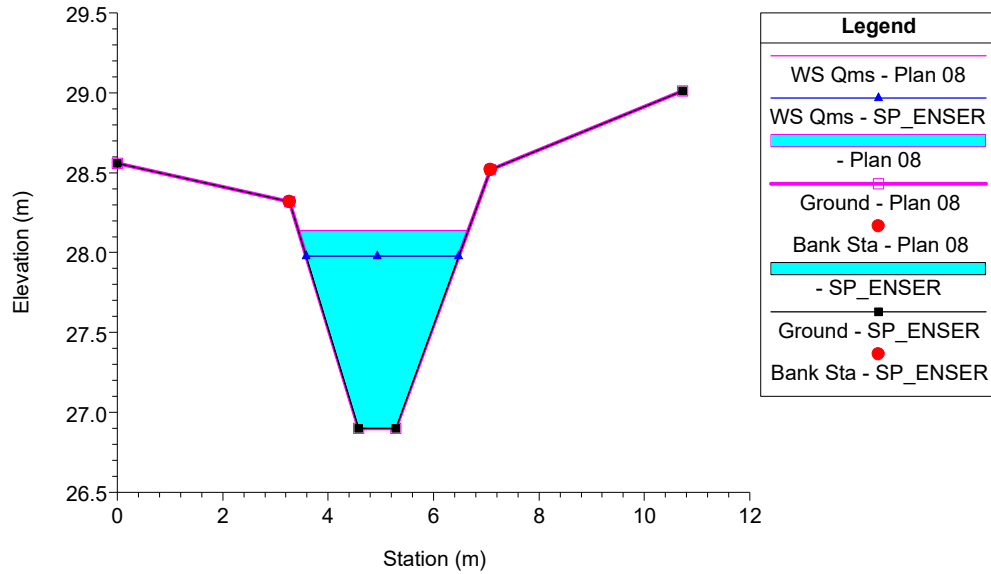
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 15



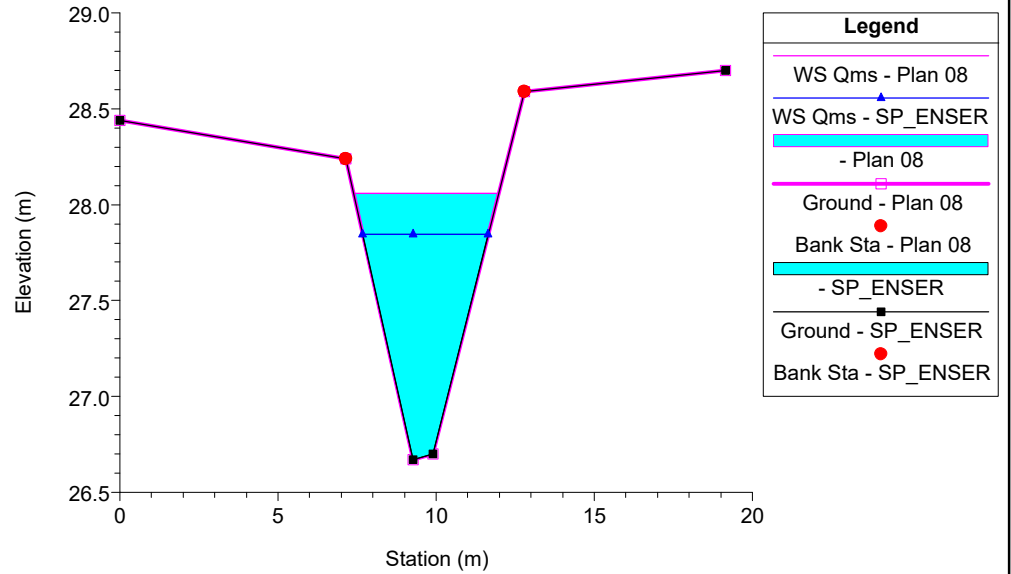
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 14



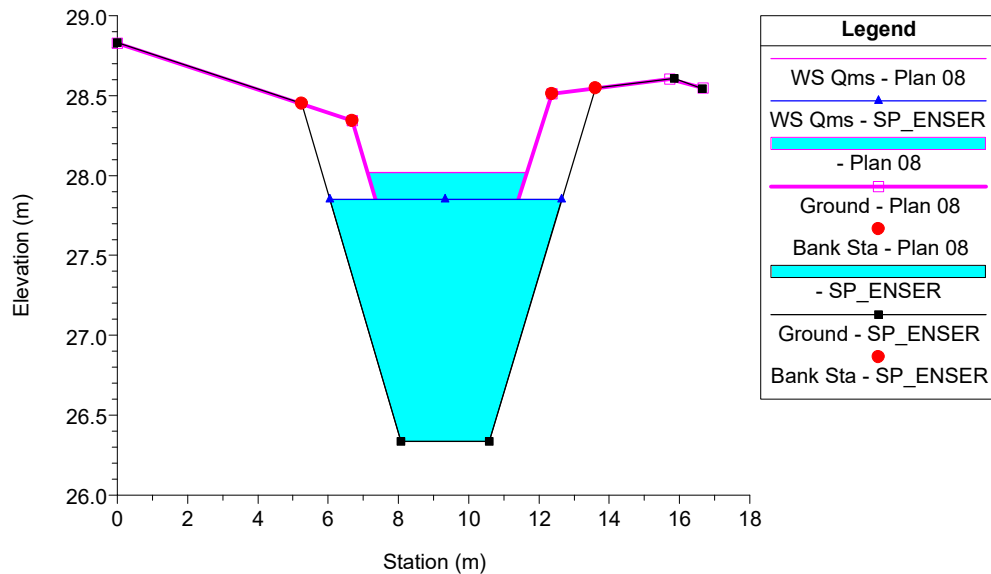
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 13



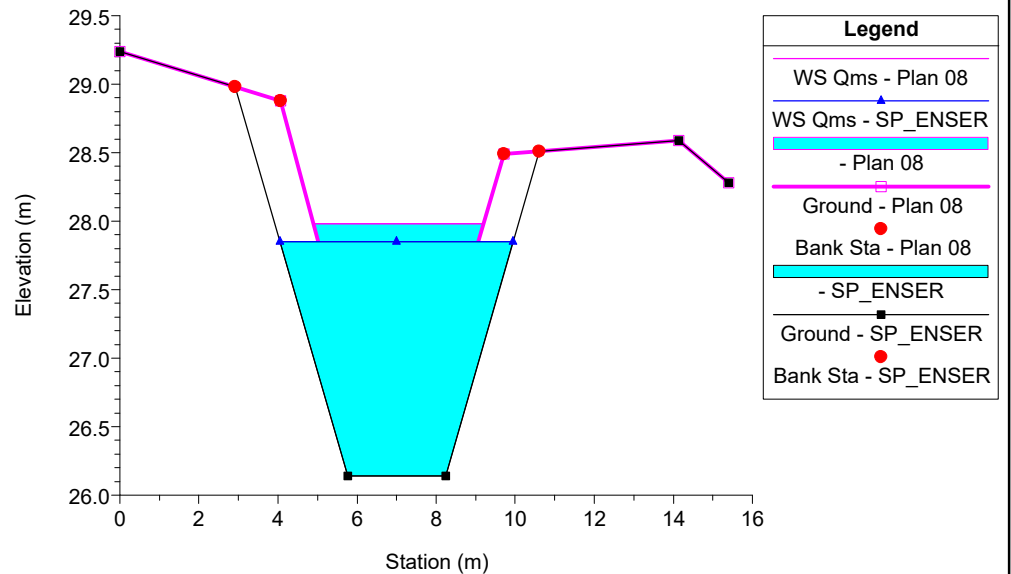
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 12 SEZ\_1



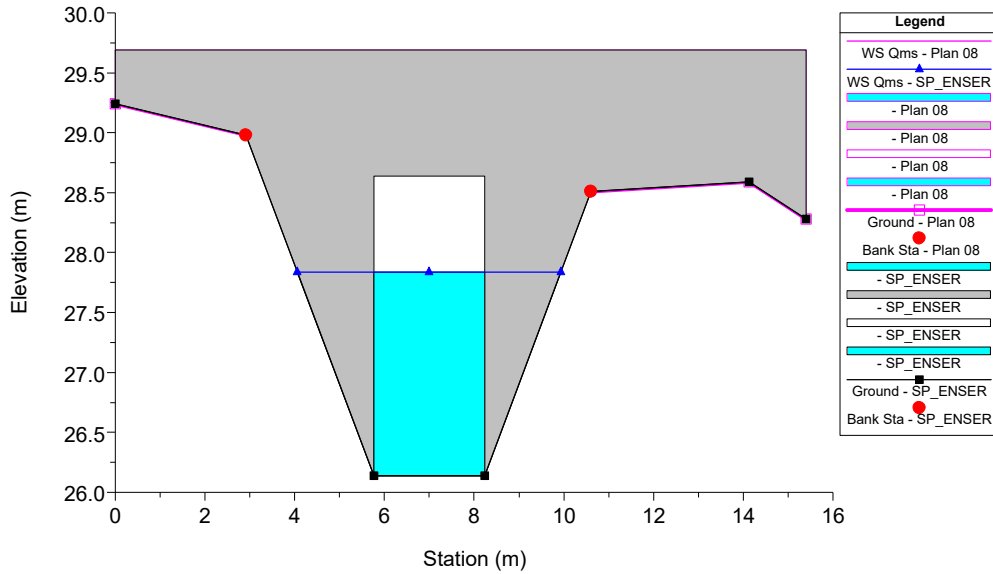
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 10.76 SEZ\_2



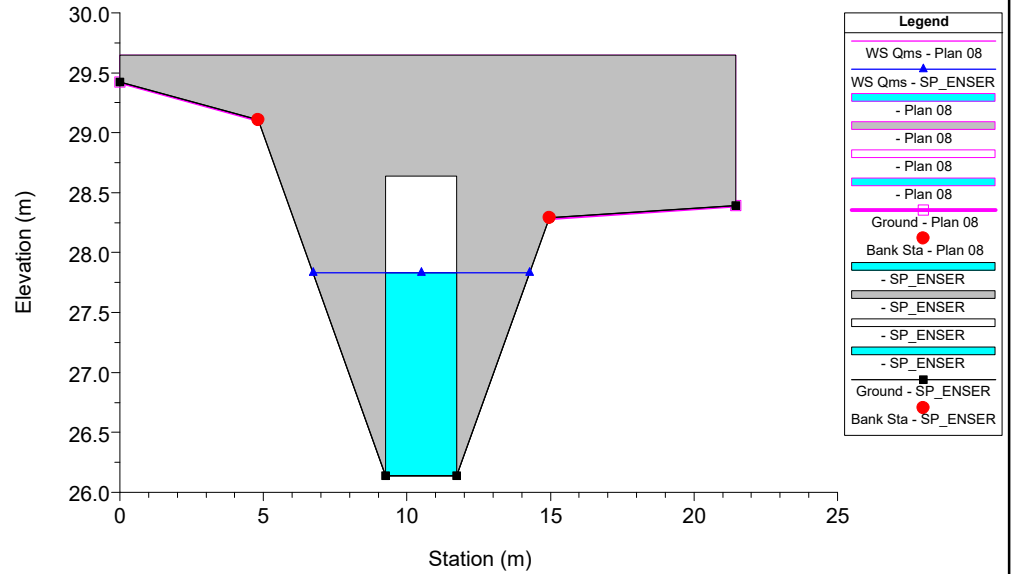
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 9.9



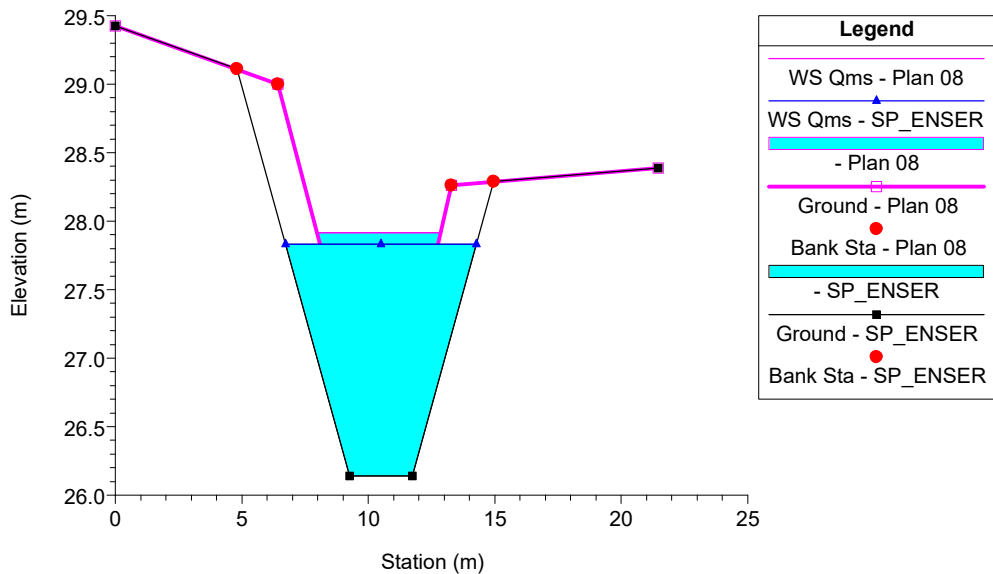
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 9.5 Culv Ponte Autostrada A14



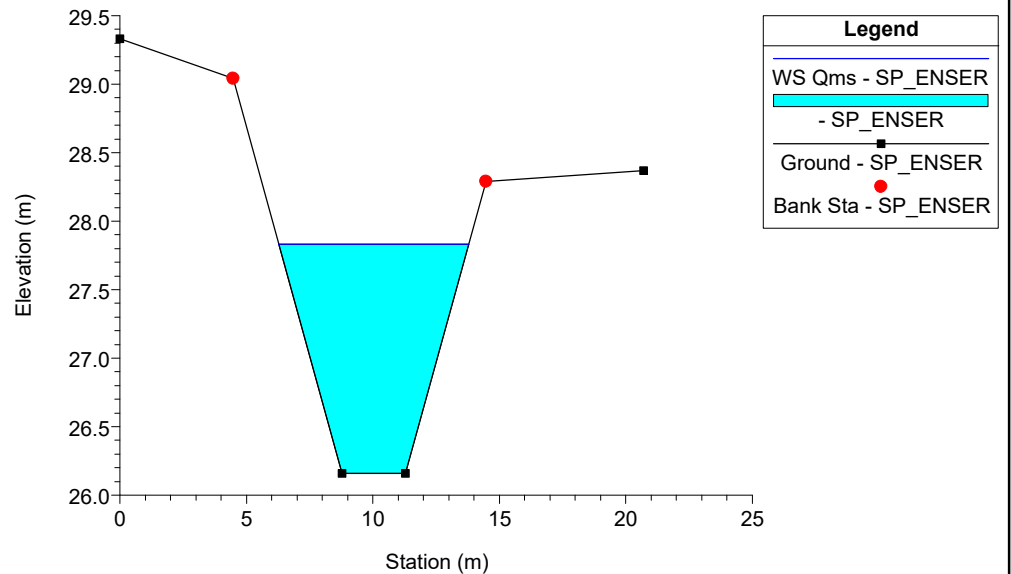
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 9.5 Culv Ponte Autostrada A14



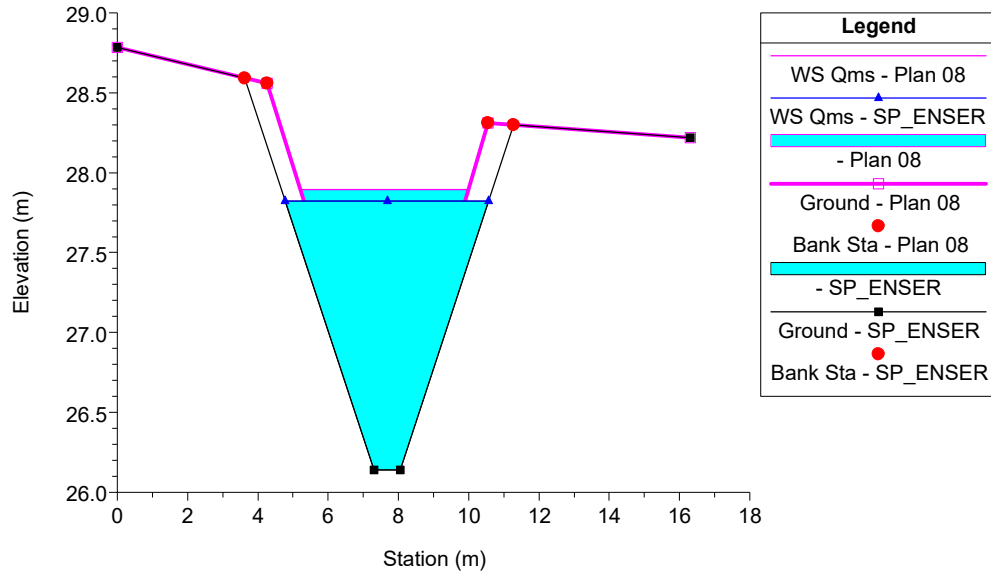
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 9.1 SEZ\_4



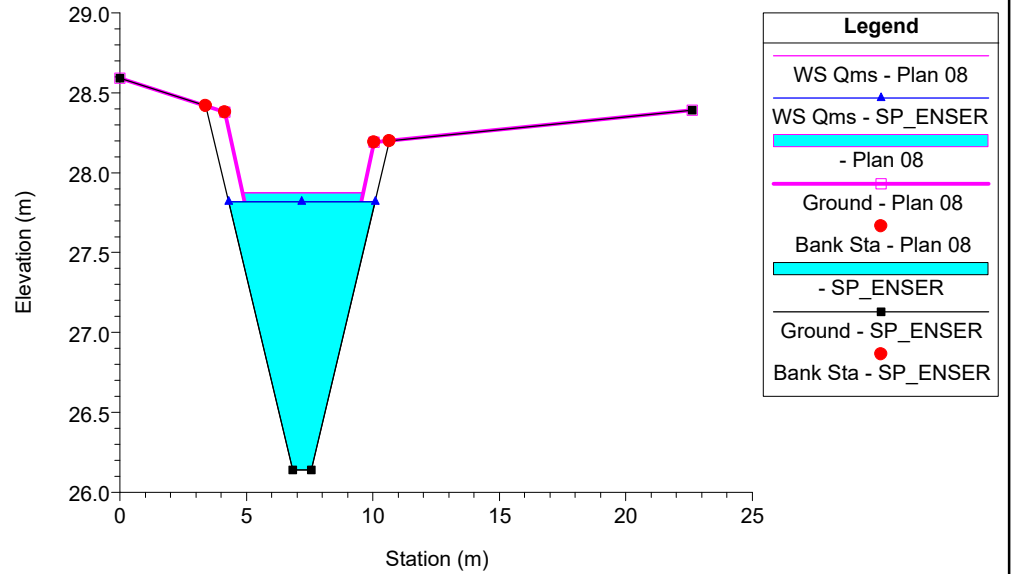
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 8.81 SEZ\_5



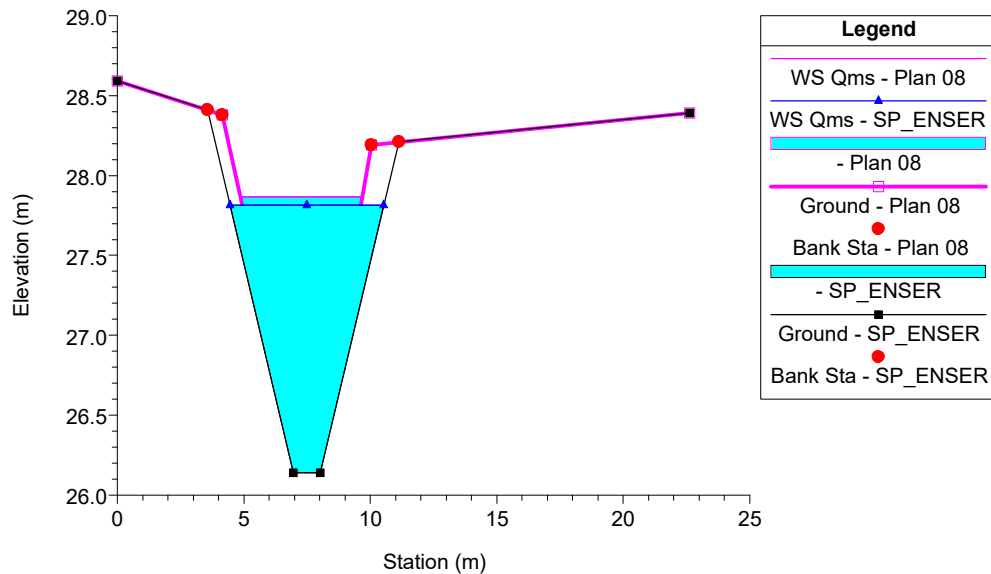
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 8 SEZ\_6



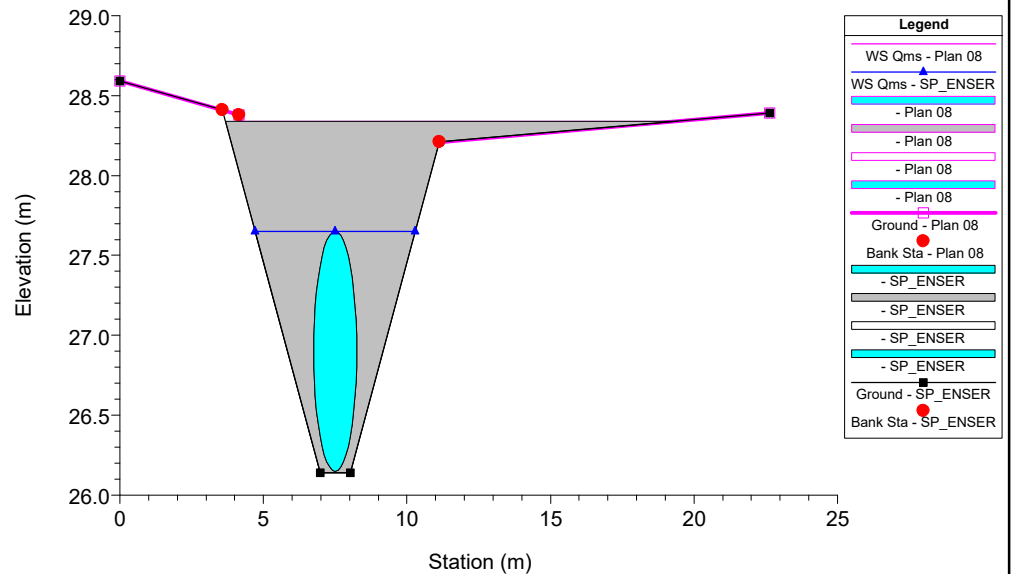
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 7 SEZ\_7



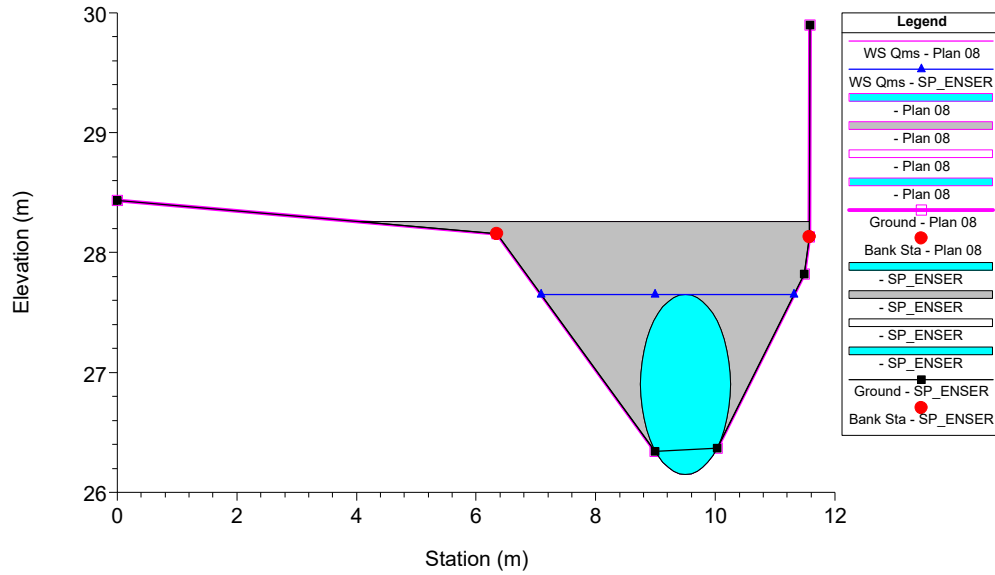
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 6.9 SEZ\_8



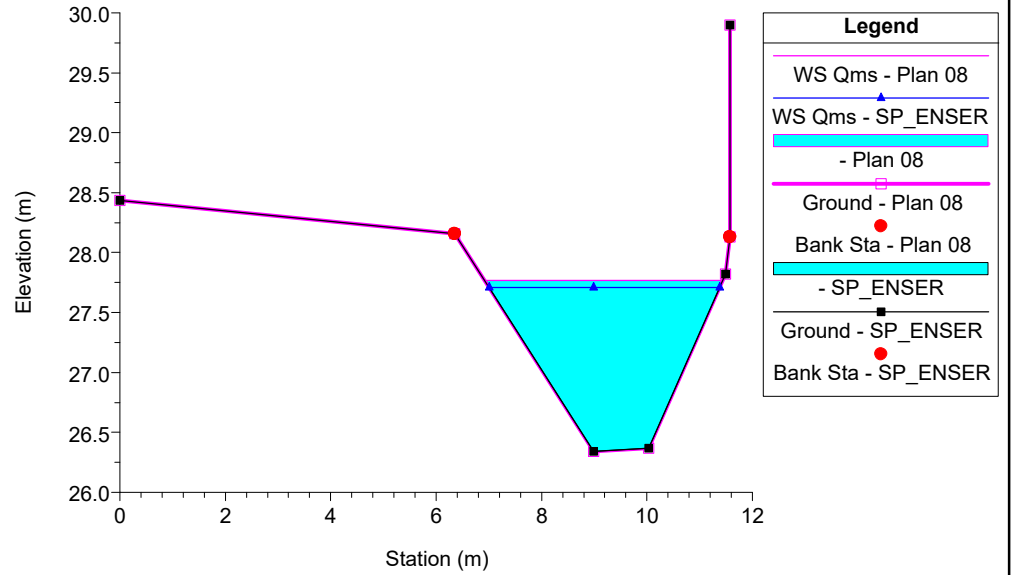
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 6.5 Culv Ponticello 1



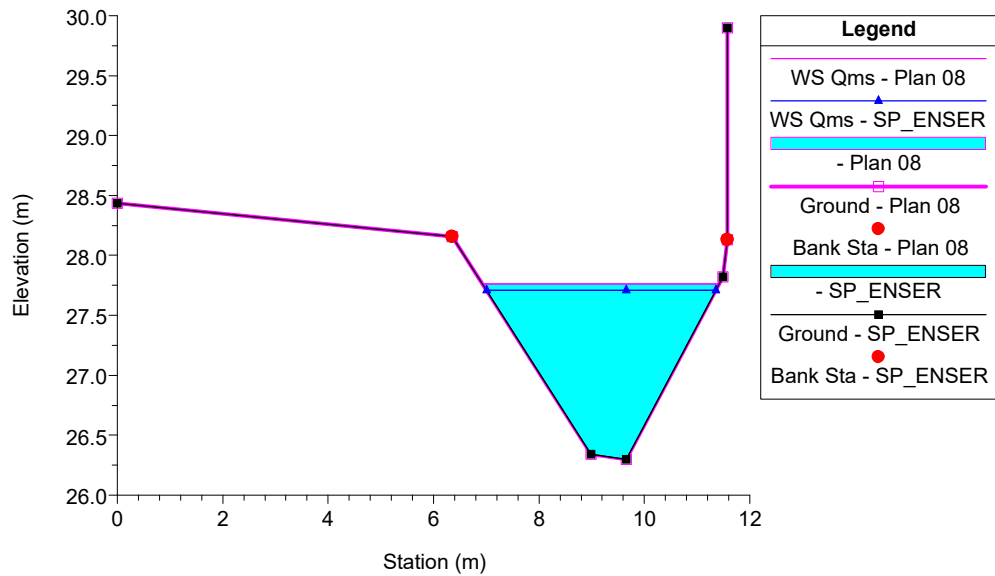
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 6.5 Culv Ponticello 1



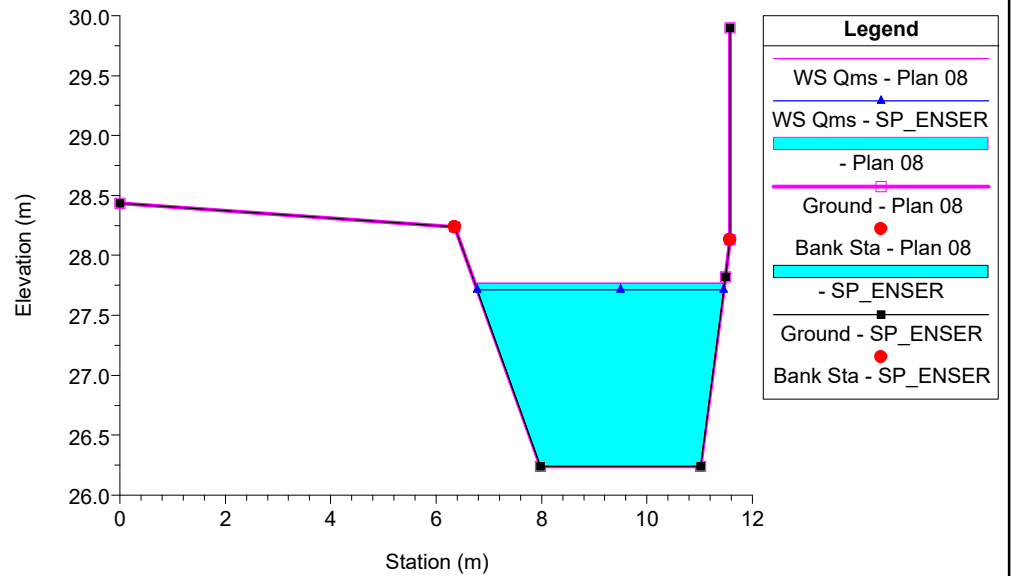
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 6.1



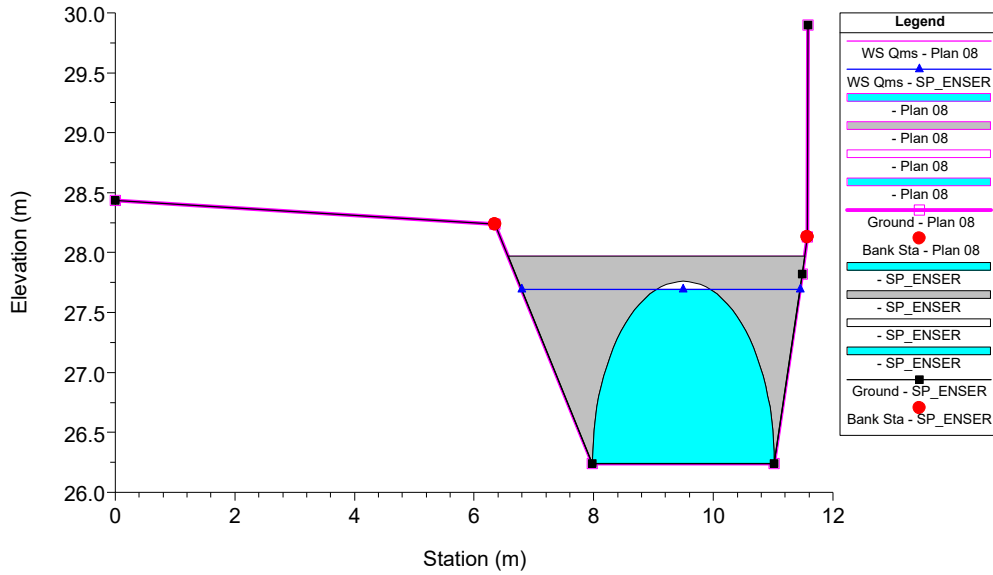
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 6



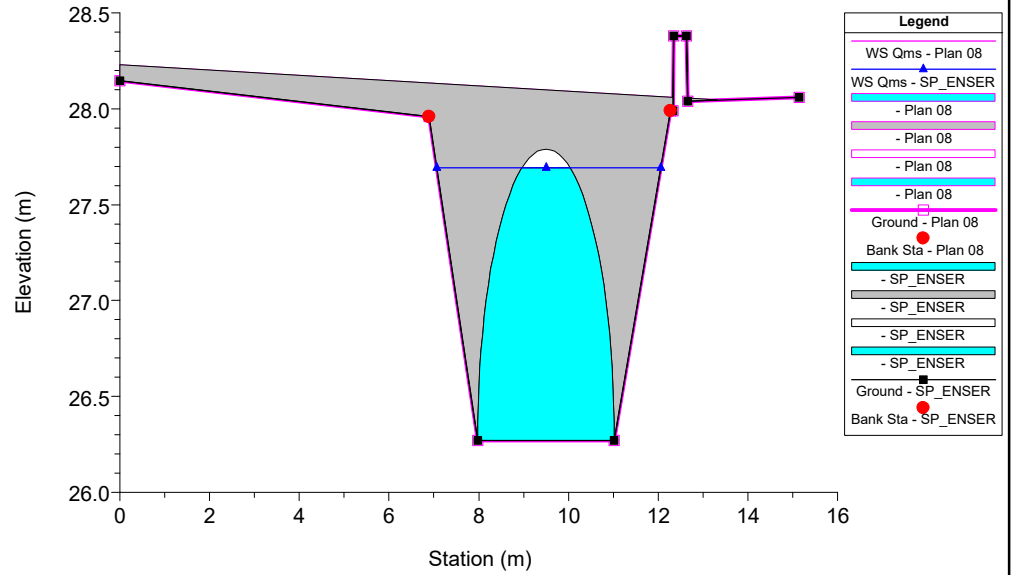
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 5.9



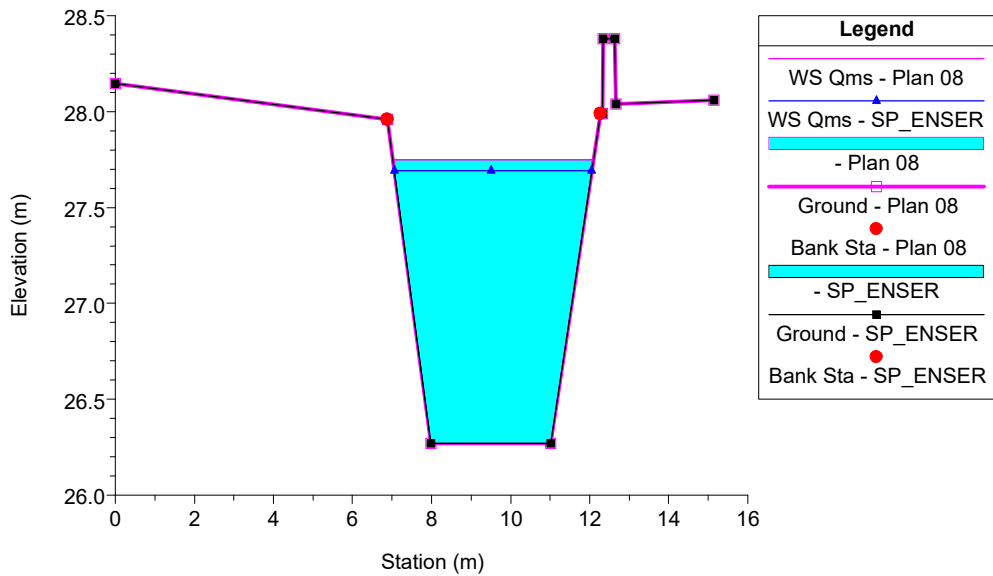
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 5.5 Culv Ponticello 2



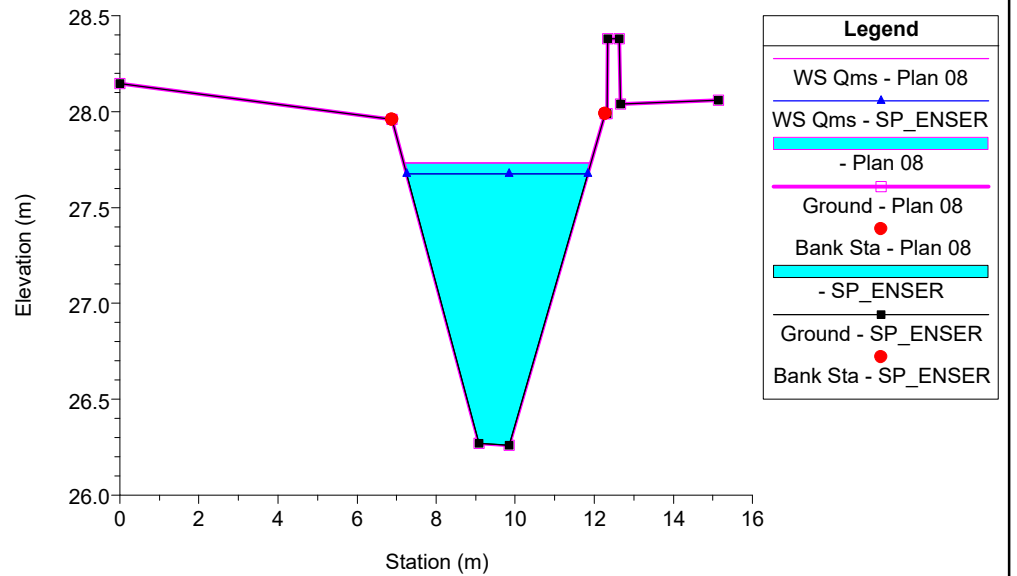
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 5.5 Culv Ponticello 2



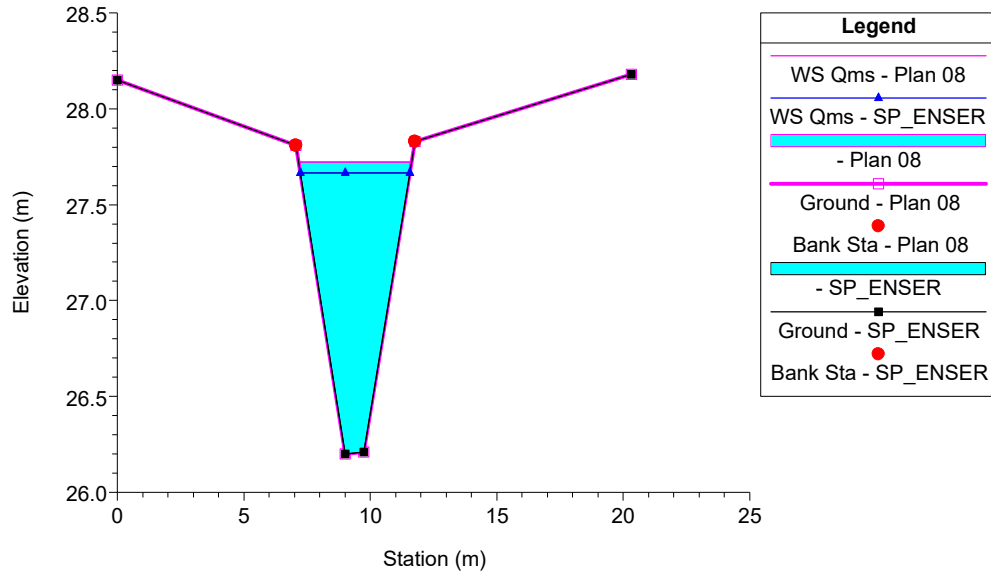
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 5.1



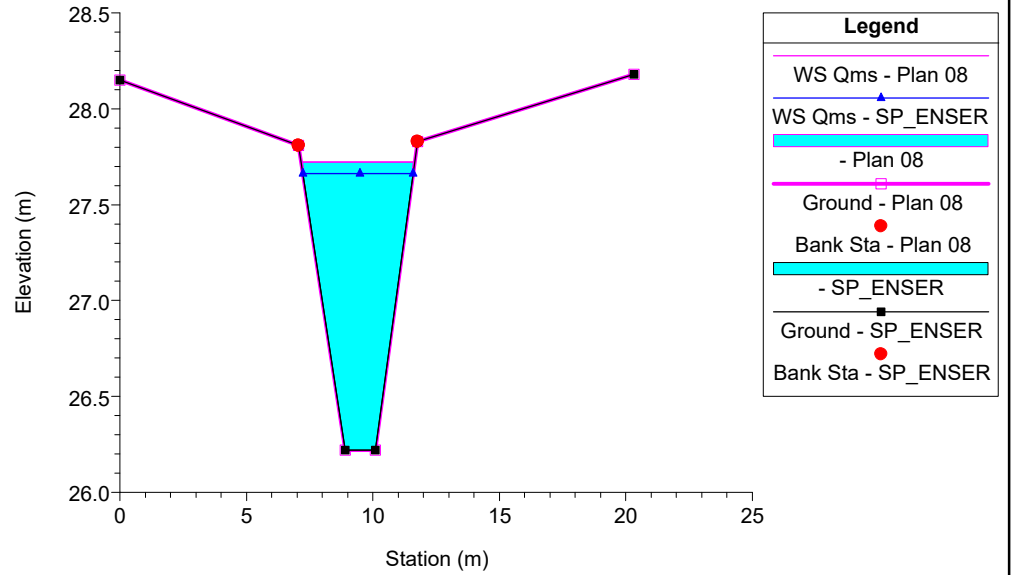
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 5



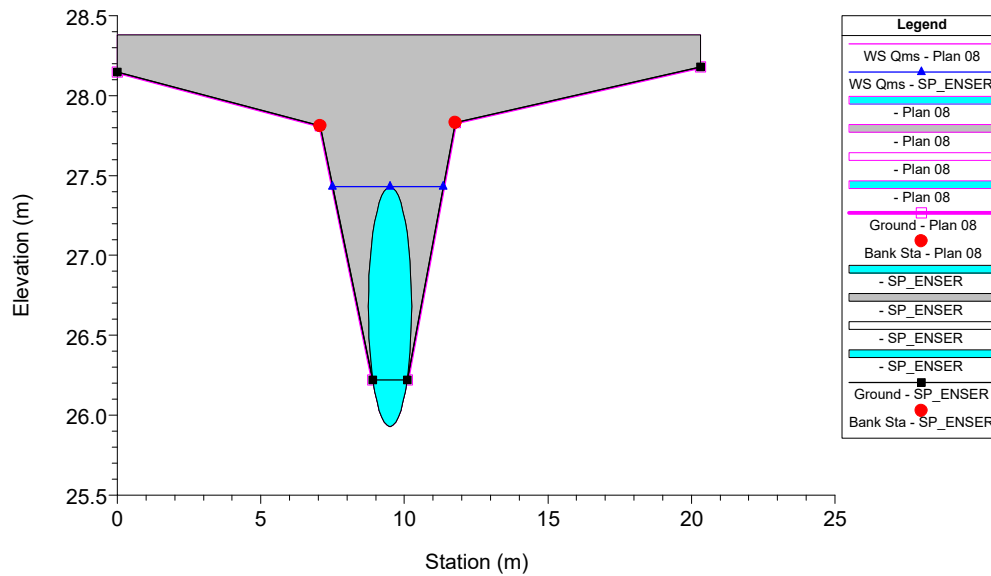
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 4



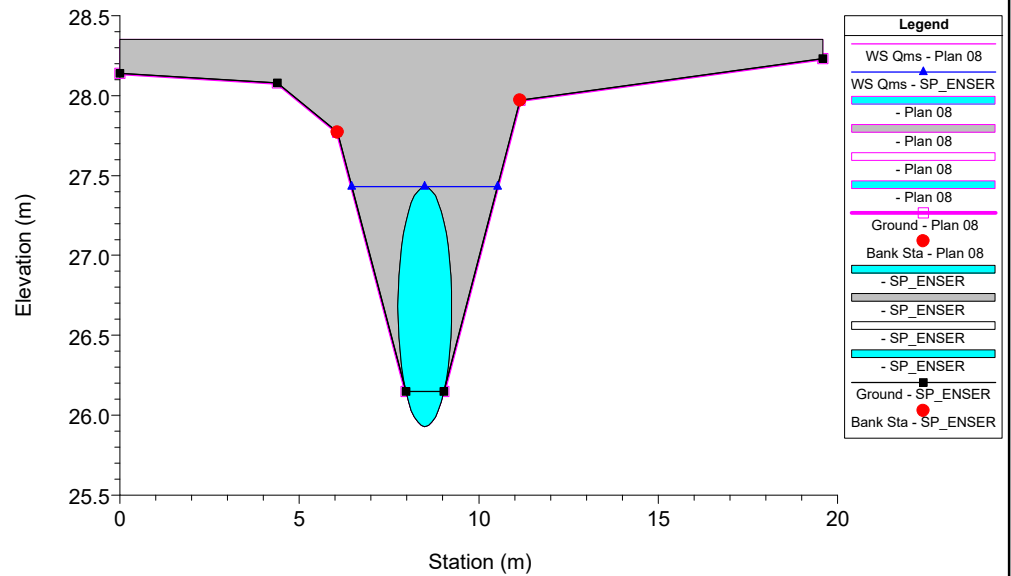
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 3.9



196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 3.5 Culv Ponticello 3

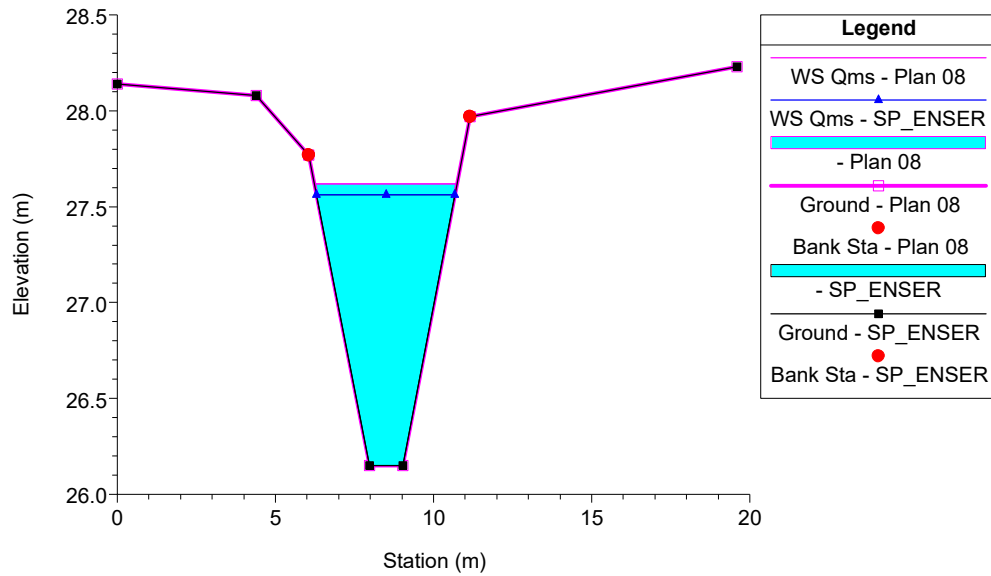


196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 3.5 Culv Ponticello 3

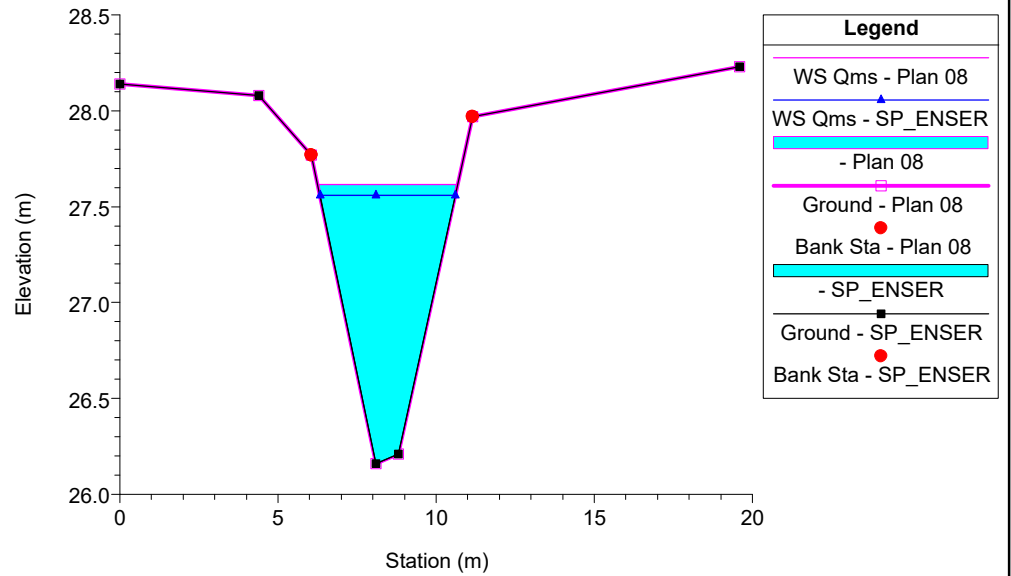




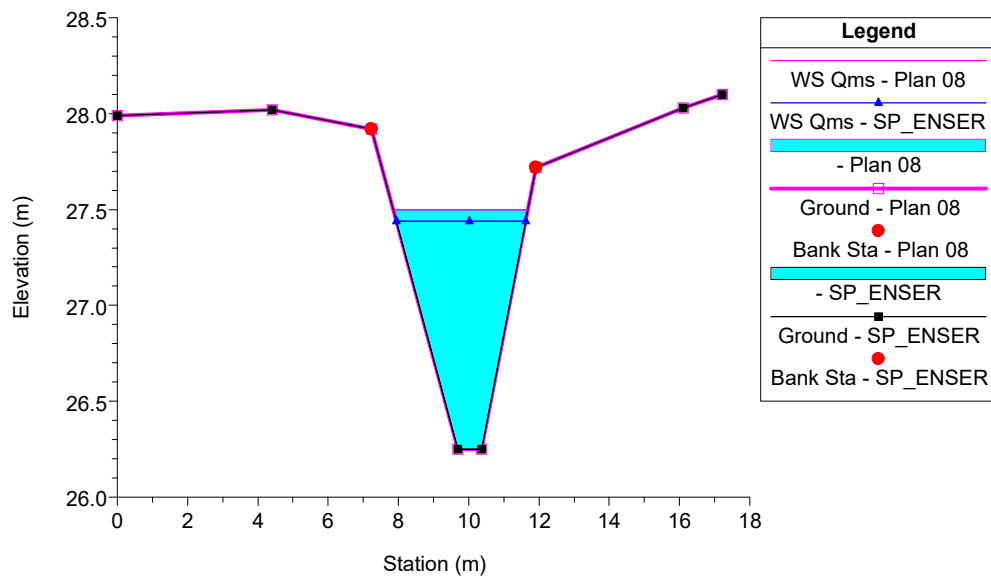
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 3.1



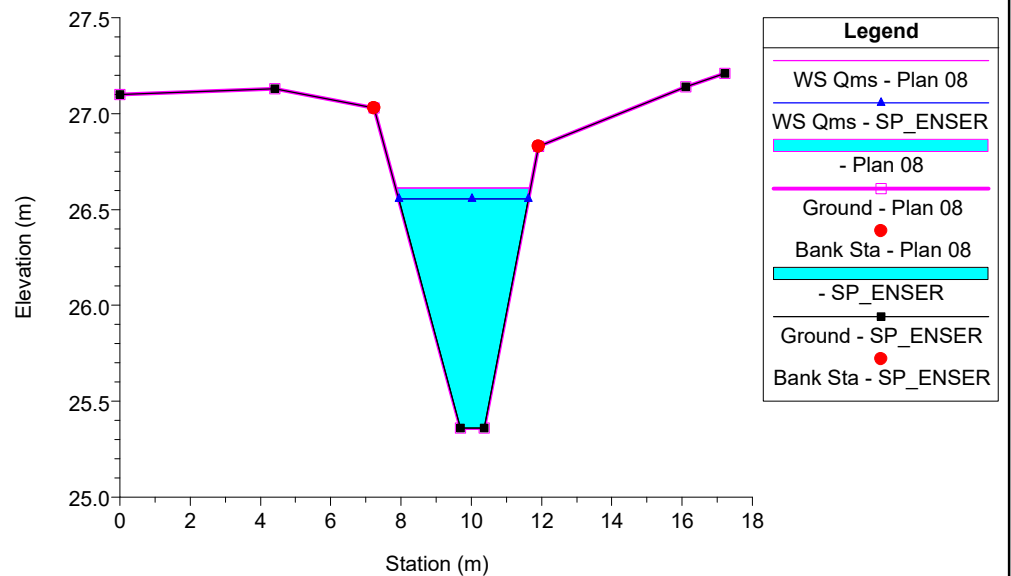
196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 3



196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 2



196.T.B\_Scolo Influyente Maesta Plan: 1) SP\_ENSER 2) Plan 08  
RS = 1



## APPENDICE 34

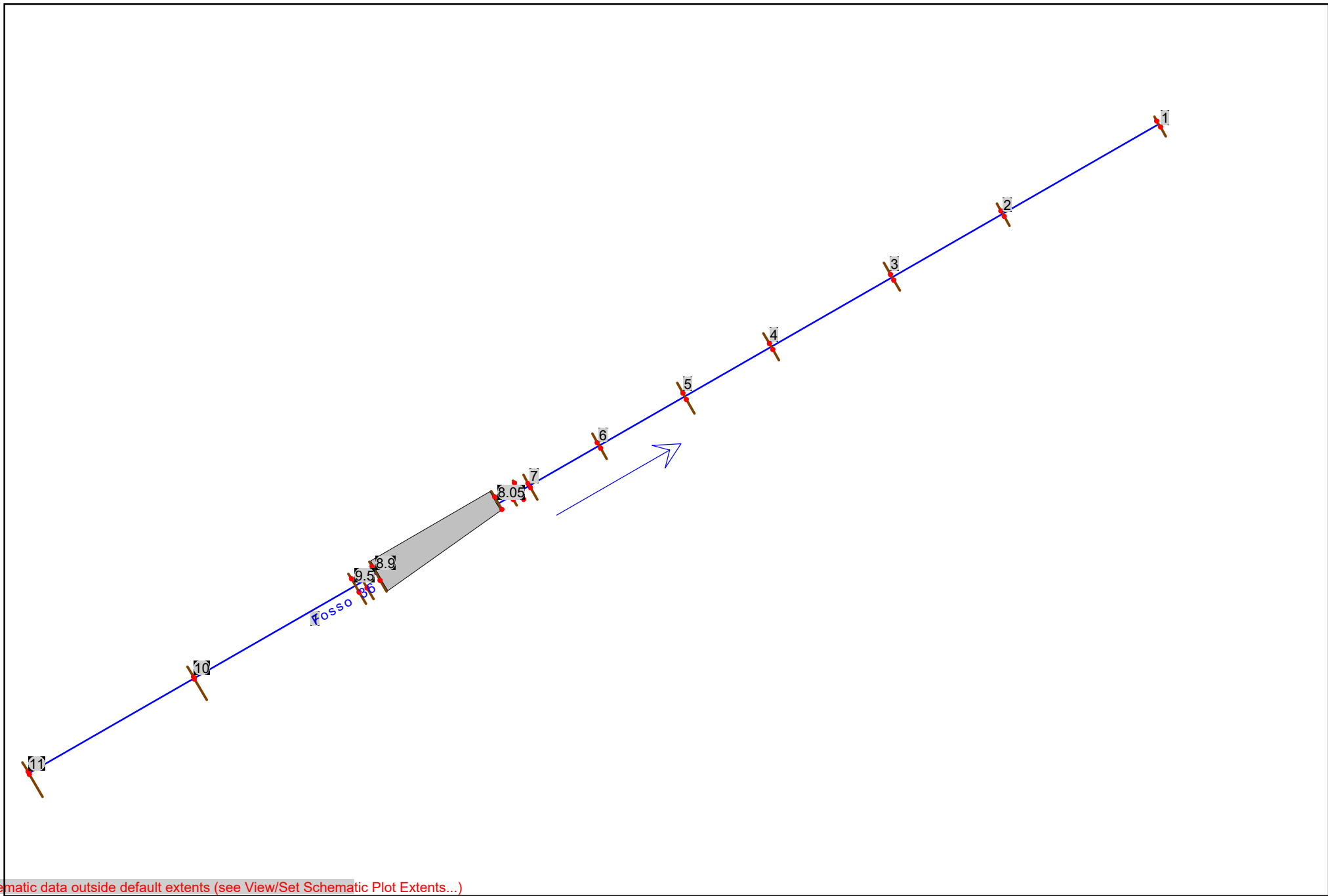
### Fosso 36: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Fosso 36 Reach: 1 Profile: QMS

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
1	11	QMS	0.40	29.10	29.83		29.83	0.001878	0.43	1.40	9.22	0.20
1	10	QMS	0.40	29.08	29.54	29.48	29.57	0.013535	0.99	0.66	7.39	0.54
1	9.5	QMS	0.40	28.72	29.42		29.43	0.000860	0.29	1.38	3.73	0.15
1	9	QMS	0.40	28.72	29.42		29.42	0.000896	0.29	1.36	3.70	0.15
1	8.9	QMS	0.40	28.72	29.42	28.94	29.42	0.000448	0.23	1.72	3.93	0.11
1	8.5		Culvert									
1	8.1	QMS	0.40	28.73	29.37		29.37	0.000786	0.33	1.36	4.29	0.15
1	8.05	QMS	0.40	28.62	29.36		29.37	0.000542	0.29	1.54	4.27	0.12
1	8	QMS	0.40	28.61	29.36		29.37	0.000923	0.35	1.30	4.25	0.16
1	7.5	QMS	0.40	28.61	29.36		29.36	0.000955	0.35	1.28	4.21	0.16
1	7	QMS	0.40	28.40	29.36		29.36	0.000217	0.22	2.32	5.97	0.08
1	6	QMS	0.40	28.40	29.35		29.35	0.000377	0.25	1.87	5.34	0.10
1	5	QMS	0.40	28.27	29.34		29.34	0.000167	0.18	2.78	8.11	0.07
1	4	QMS	0.40	28.31	29.34		29.34	0.000156	0.19	2.59	6.46	0.07
1	3	QMS	0.40	28.40	29.32		29.33	0.000598	0.29	1.58	6.37	0.12
1	2	QMS	0.40	28.18	29.29		29.30	0.000673	0.30	1.37	3.88	0.12
1	1	QMS	0.40	28.38	29.23	28.80	29.24	0.001603	0.40	1.00	2.25	0.19

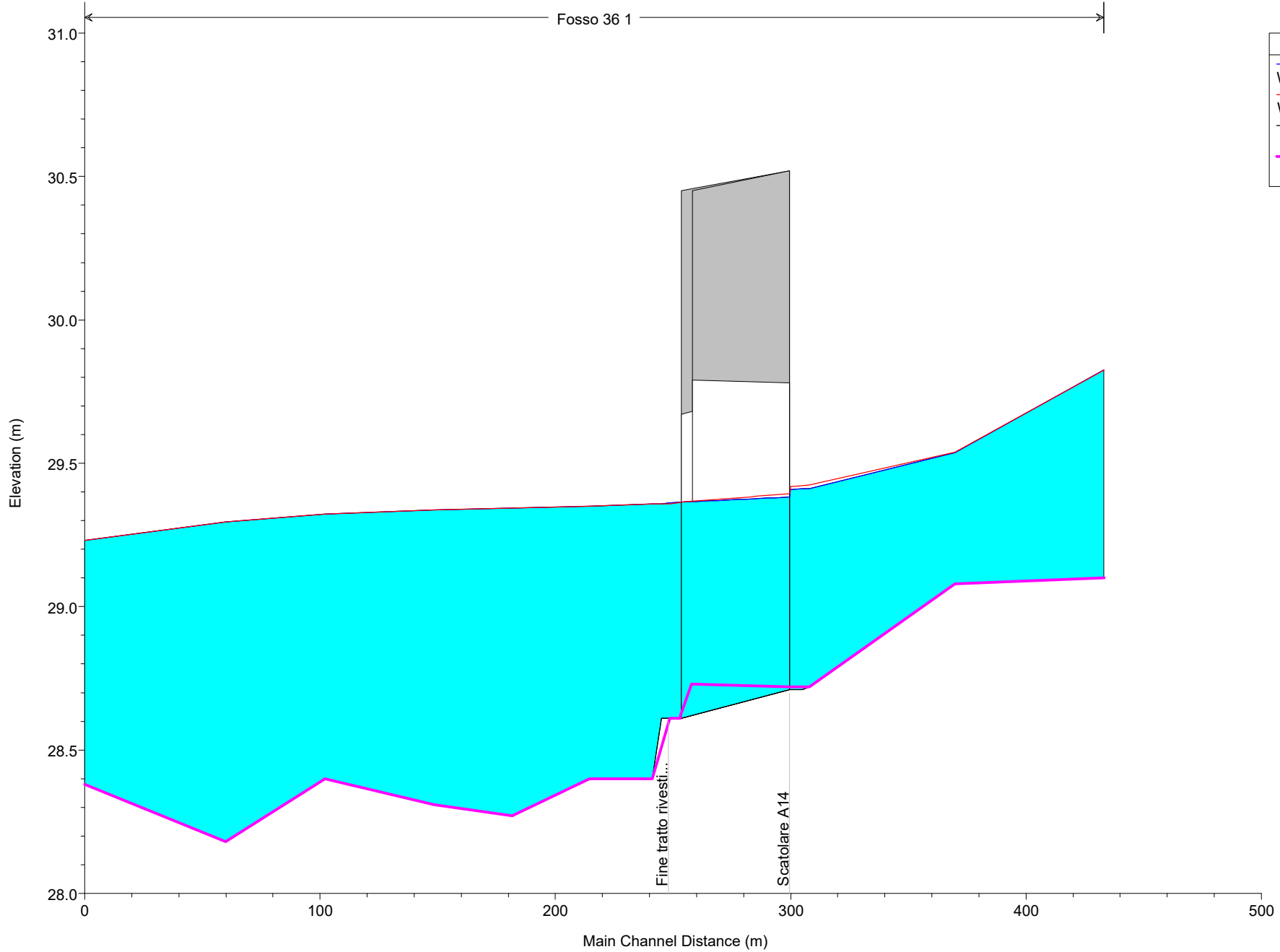
HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Fosso 36 Reach: 1 Profile: QMS

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
1	11	QMS	0.40	29.10	29.83		29.83	0.001862	0.43	1.41	9.25	0.20
1	10	QMS	0.40	29.08	29.54	29.48	29.57	0.014139	1.01	0.64	7.23	0.55
1	9.5	QMS	0.40	28.72	29.41		29.42	0.000949	0.30	1.33	3.66	0.16
1	9	QMS	0.40	28.71	29.41		29.41	0.000379	0.22	1.83	4.02	0.10
1	8.9	QMS	0.40	28.71	29.41	28.91	29.41	0.000386	0.22	1.82	4.00	0.10
1	8.5		Culvert									
1	8.05	QMS	0.40	28.61	29.36		29.37	0.000564	0.28	1.45	2.65	0.12
1	8	QMS	0.40	28.61	29.36		29.37	0.000584	0.28	1.43	2.56	0.12
1	7.5	QMS	0.40	28.61	29.36		29.36	0.001331	0.31	1.28	4.20	0.18
1	7	QMS	0.40	28.40	29.36		29.36	0.000217	0.22	2.32	5.97	0.08
1	6	QMS	0.40	28.40	29.35		29.35	0.000377	0.25	1.87	5.34	0.10
1	5	QMS	0.40	28.27	29.34		29.34	0.000167	0.18	2.78	8.11	0.07
1	4	QMS	0.40	28.31	29.34		29.34	0.000156	0.19	2.59	6.46	0.07
1	3	QMS	0.40	28.40	29.32		29.33	0.000598	0.29	1.58	6.37	0.12
1	2	QMS	0.40	28.18	29.29		29.30	0.000673	0.30	1.37	3.88	0.12
1	1	QMS	0.40	28.38	29.23	28.80	29.24	0.001603	0.40	1.00	2.25	0.19



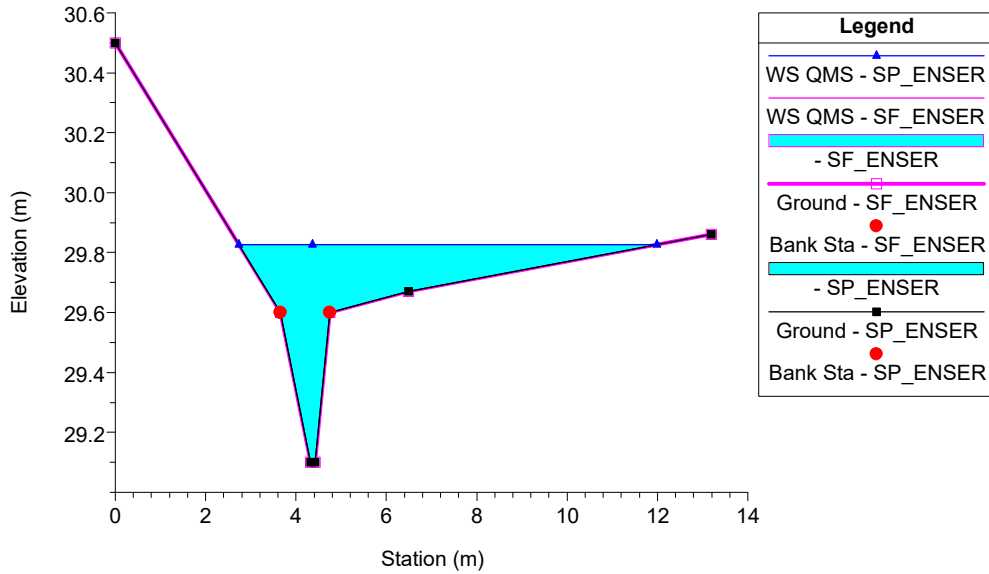
Some schematic data outside default extents (see View/Set Schematic Plot Extents...)

Fosso 36 1

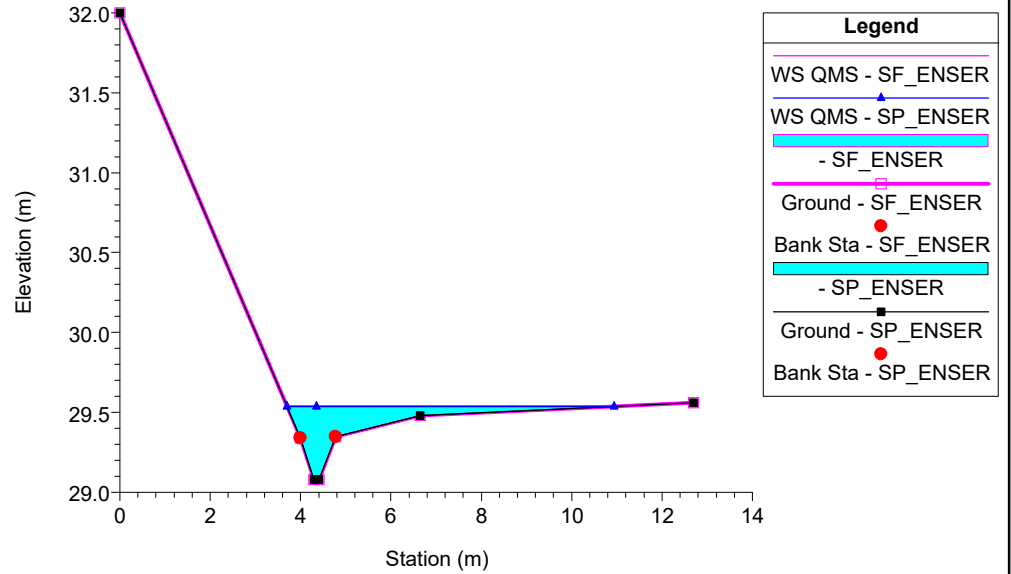


Legend	
—	WS QMS - SP_ENSER
—	WS QMS - SF_ENSER
—	Ground
—	Ground

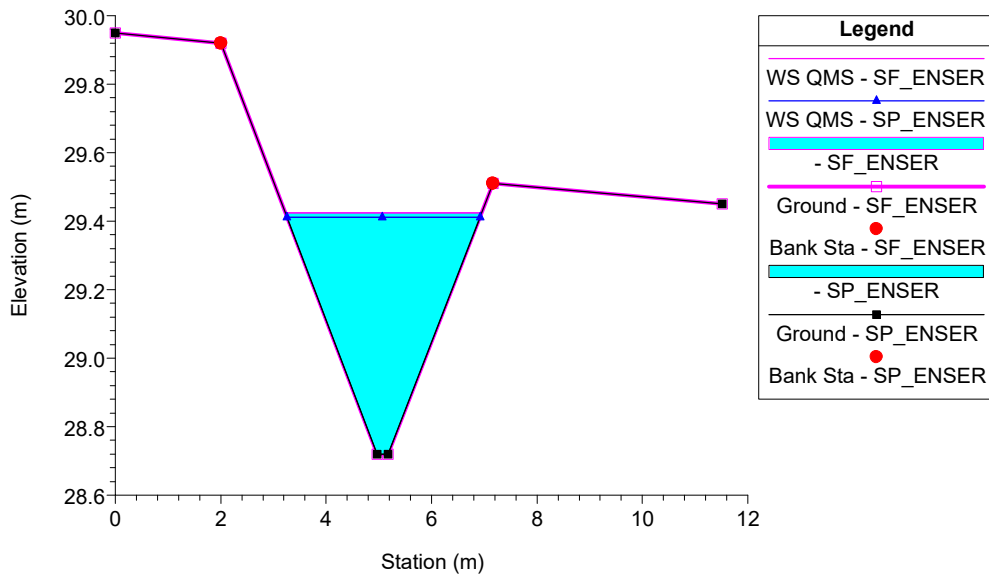
201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 11



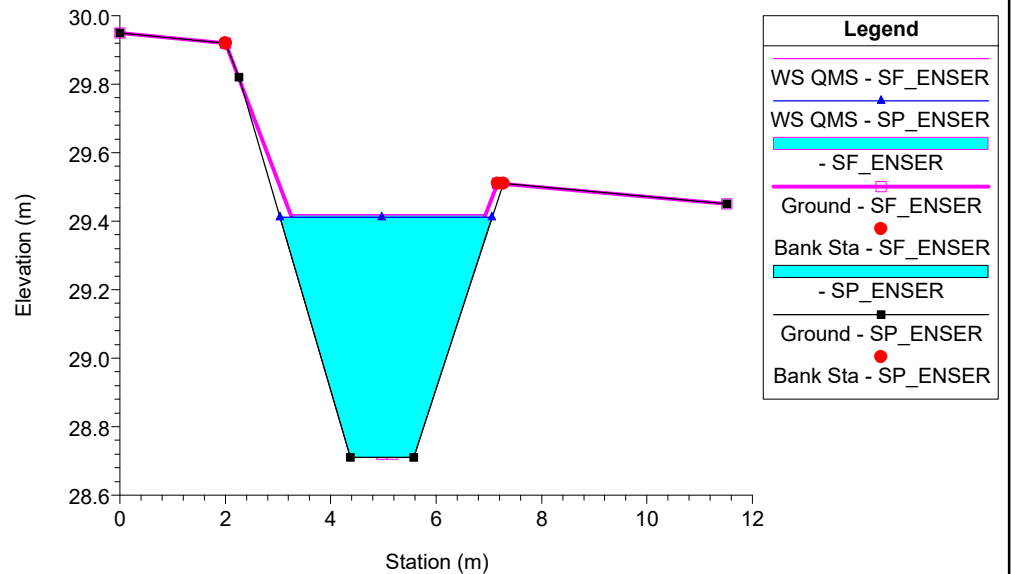
201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 10



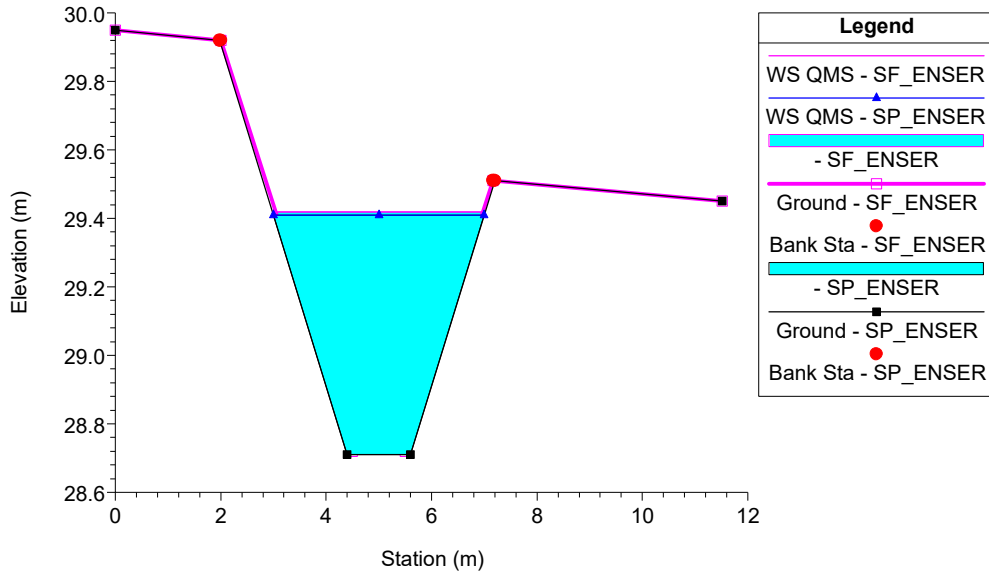
201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9.5



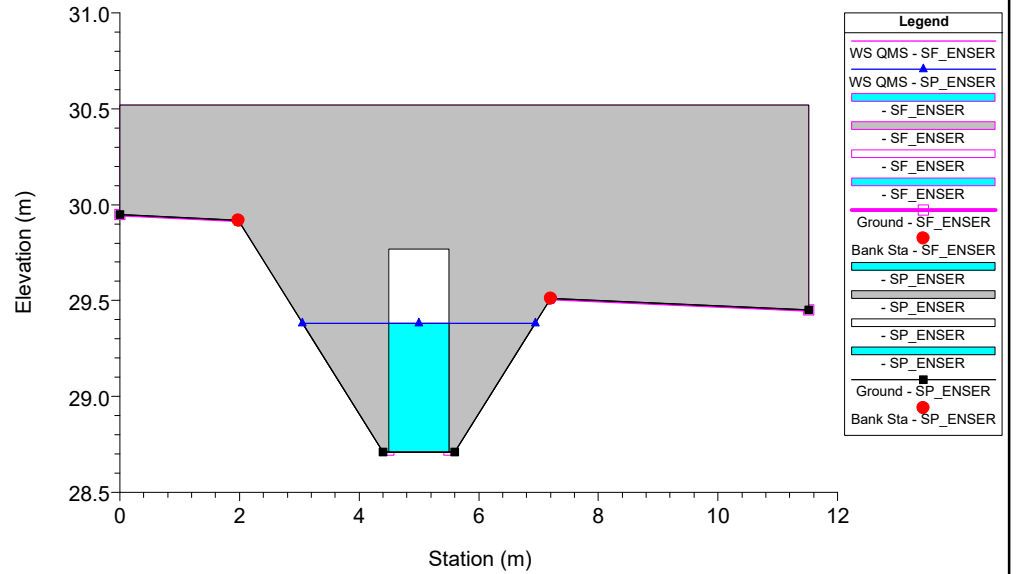
201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9 Inizio tratto rivestito di monte



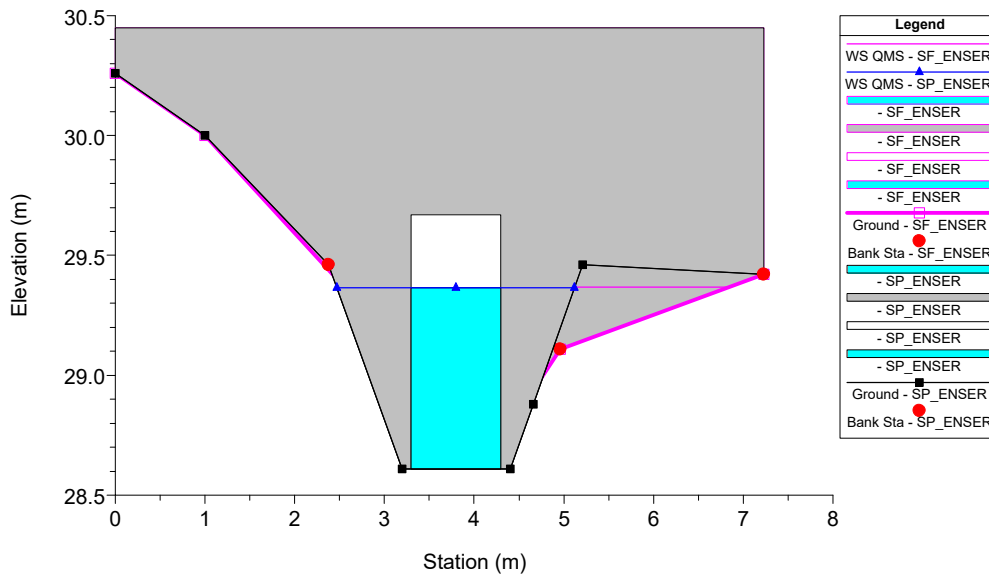
201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8.9 Fine tratto rivestito di monte



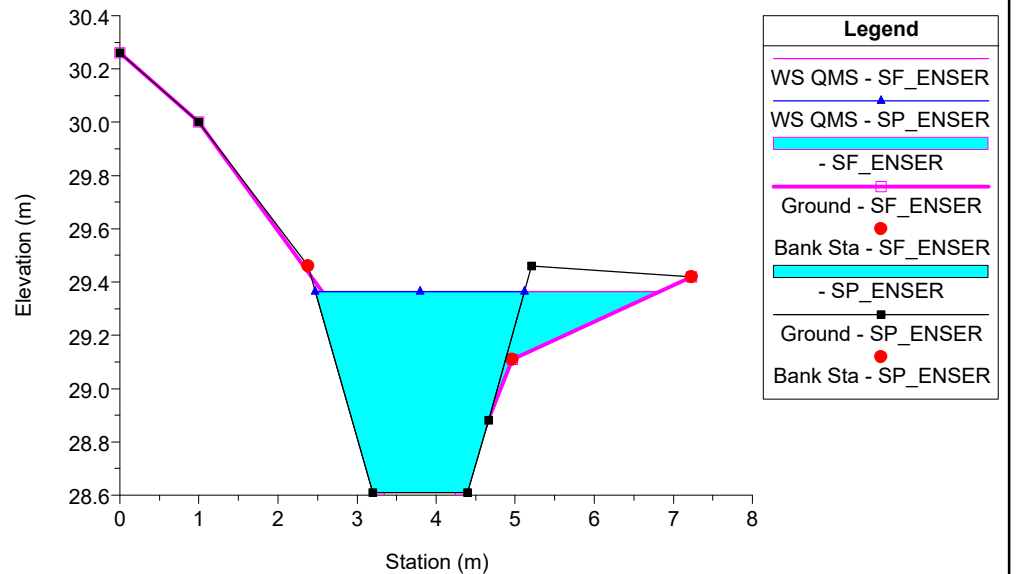
201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8.5 Culv. Scatolare A14



201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8.5 Culv. Scatolare A14

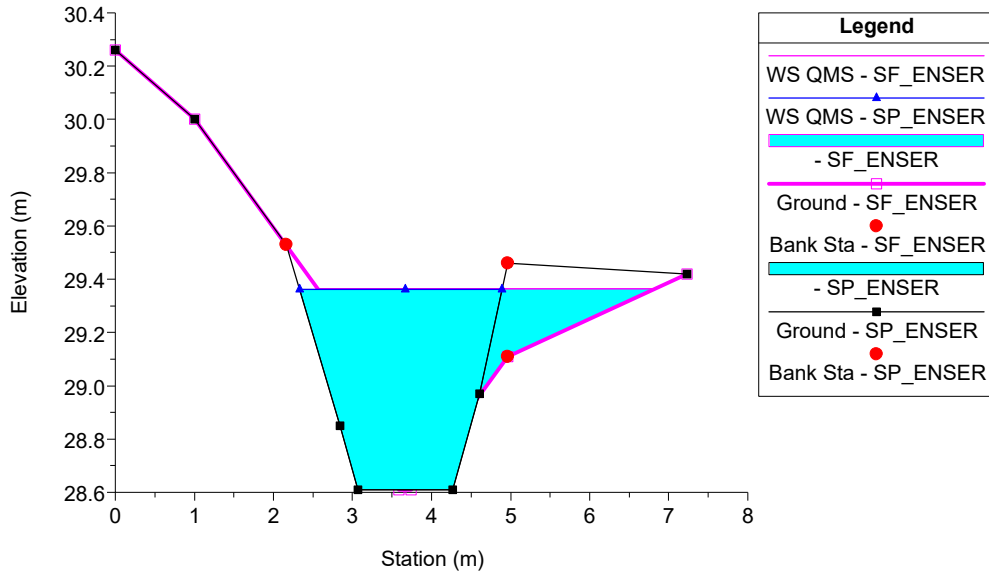


201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8.05 Inizio tratto rivestito di valle

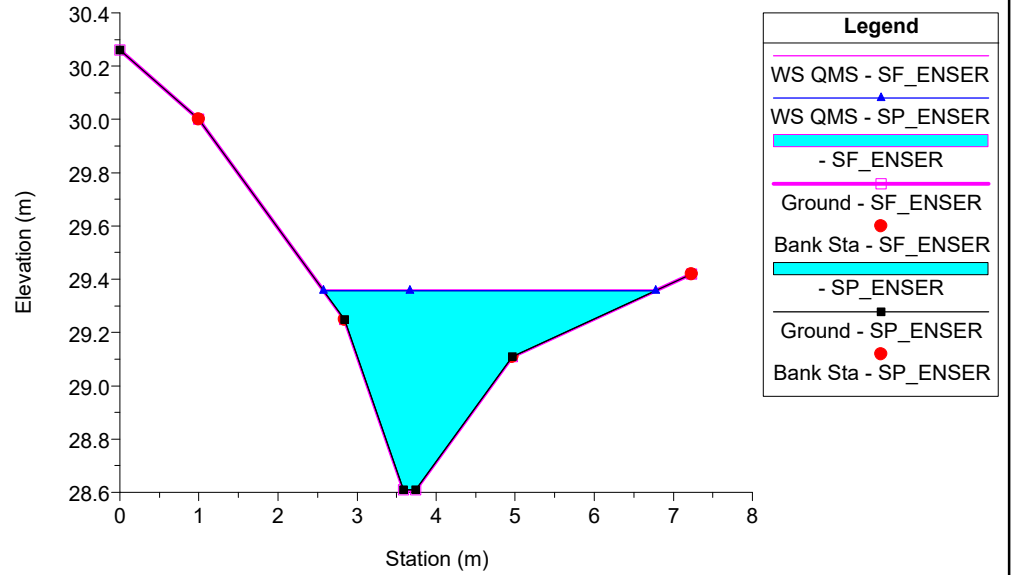




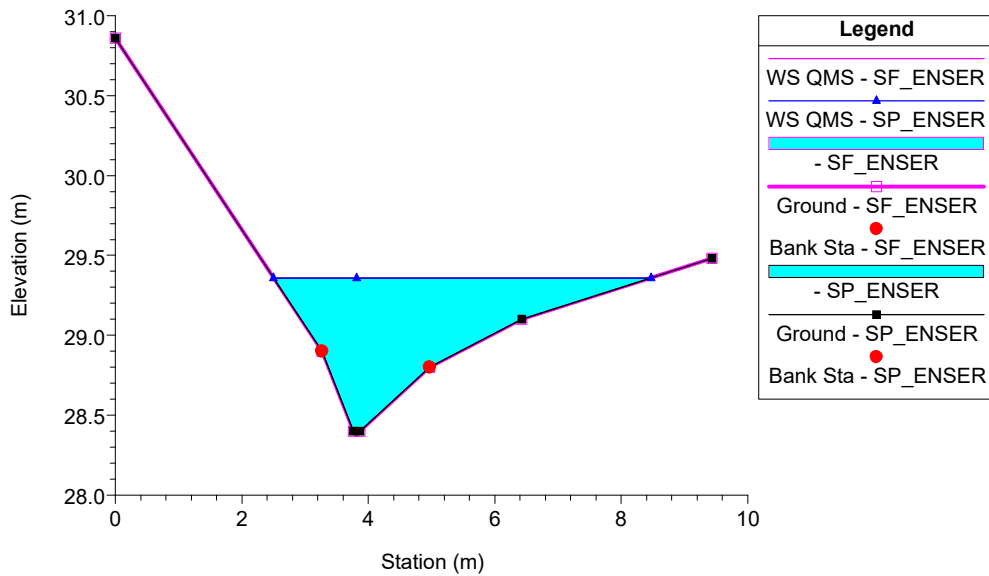
201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8 Fine tratto rivestito di valle



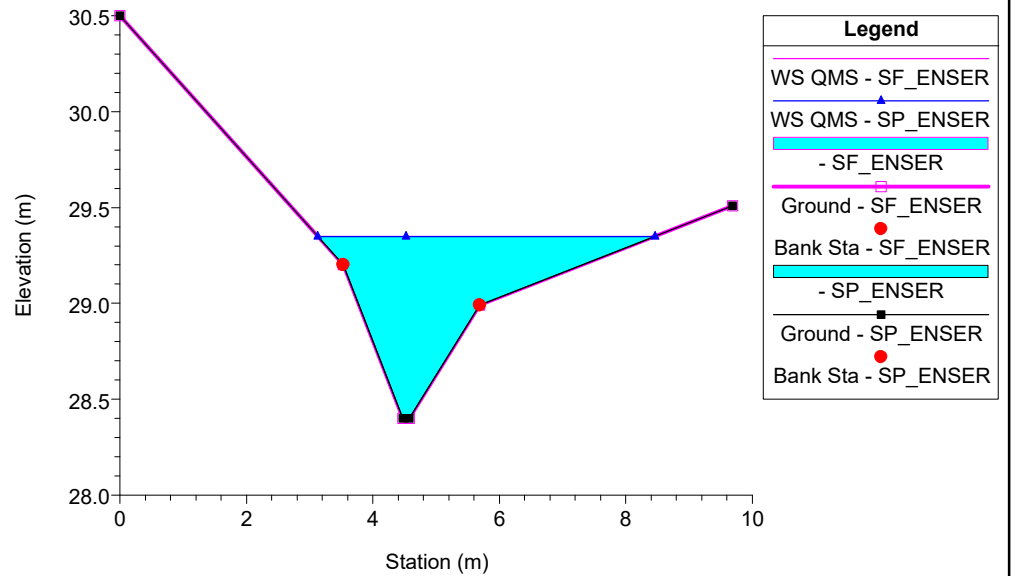
201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7.5



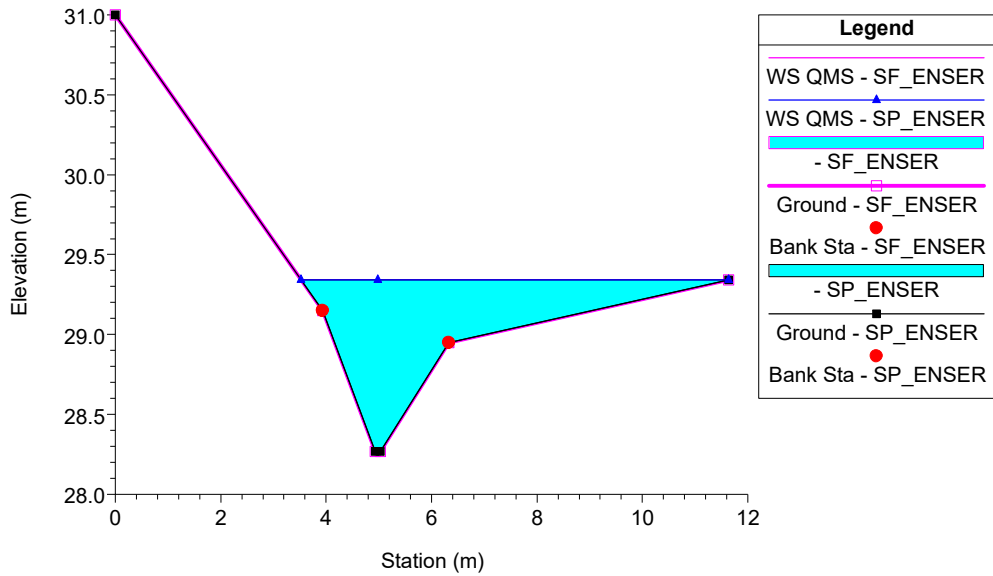
201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7



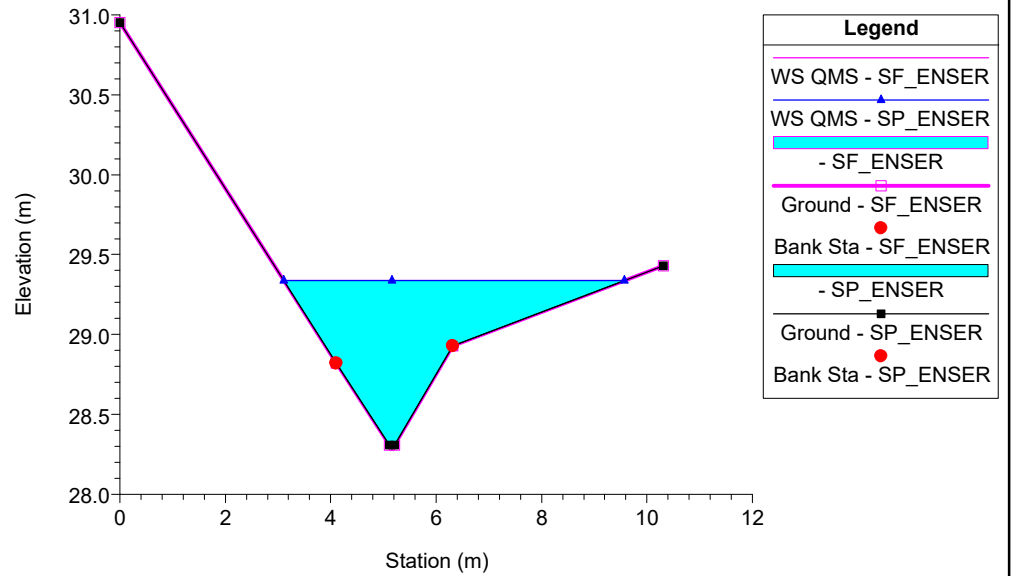
201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6



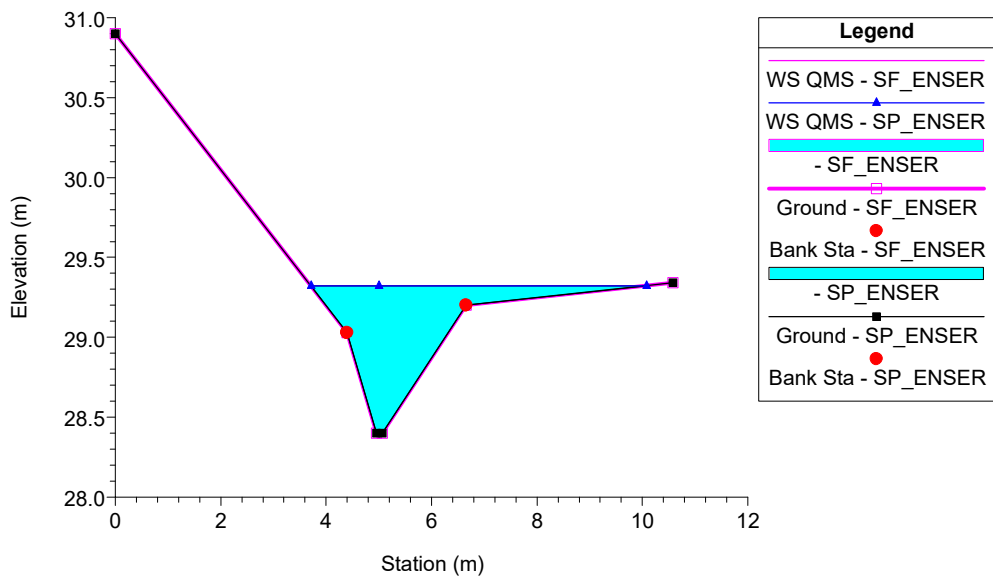
201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5



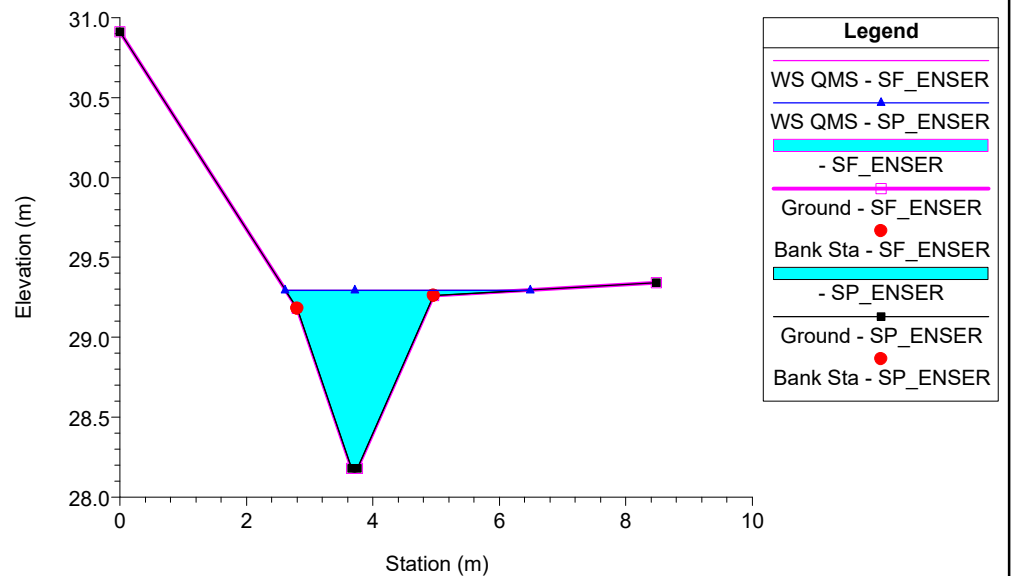
201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4



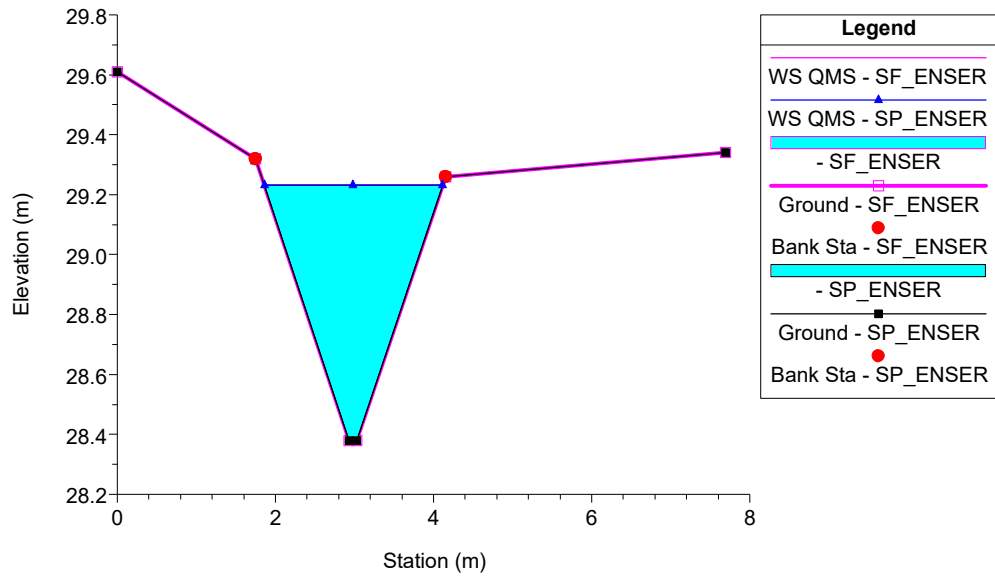
201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3



201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2



201.T.B\_Fosso 36 Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1



## APPENDICE 35

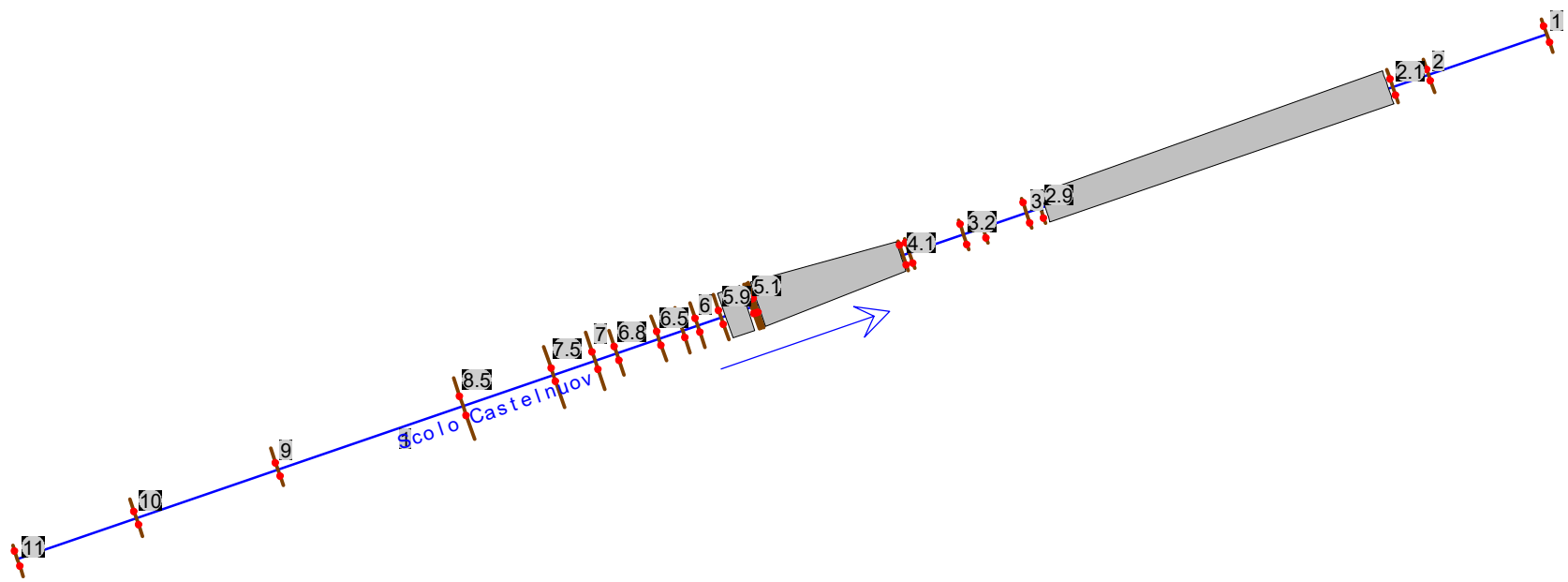
### Scolo Castelnuovo: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Scolo Castelnuov Reach: 1 Profile: QMS

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
1	11	QMS	0.40	26.70	27.56		27.56	0.000757	0.31	1.28	2.19	0.13
1	10	QMS	0.40	26.70	27.54		27.54	0.000750	0.31	1.30	2.39	0.13
1	9	QMS	0.40	26.62	27.52		27.52	0.000585	0.28	1.43	2.47	0.12
1	8.5	QMS	0.40	26.51	27.50		27.51	0.000203	0.18	2.25	4.06	0.08
1	7.5	QMS	0.40	26.45	27.50		27.50	0.000346	0.23	1.75	2.84	0.09
1	7	QMS	0.40	26.62	27.49		27.50	0.000434	0.24	1.64	3.13	0.11
1	6.8	QMS	0.40	26.52	27.49		27.49	0.000445	0.25	1.60	2.84	0.11
1	6.5	QMS	0.40	26.52	27.49		27.49	0.000454	0.25	1.59	2.83	0.11
1	6.3	QMS	0.40	26.52	27.48		27.49	0.000460	0.25	1.58	2.83	0.11
1	6	QMS	0.40	26.52	27.48		27.49	0.000463	0.25	1.58	2.82	0.11
1	5.9	QMS	0.40	26.26	27.48	26.42	27.48	0.000072	0.13	3.10	3.07	0.04
1	5.5		Culvert									
1	5.1	QMS	0.40	26.26	27.48		27.48	0.000072	0.13	3.10	3.07	0.04
1	5	QMS	0.40	26.52	27.48		27.48	0.000471	0.26	1.57	2.81	0.11
1	4.9	QMS	0.40	26.00	27.48	26.14	27.48	0.000033	0.10	4.19	3.14	0.03
1	4.5		Culvert									
1	4.1	QMS	0.40	26.01	27.48		27.48	0.000014	0.07	5.63	5.69	0.02
1	4	QMS	0.40	26.26	27.48		27.48	0.000023	0.09	4.75	5.68	0.03
1	3.2	QMS	0.40	26.26	27.48		27.48	0.000023	0.09	4.75	5.68	0.03
1	3.1	QMS	0.40	26.26	27.48		27.48	0.000023	0.09	4.75	5.68	0.03
1	3	QMS	0.40	26.20	27.48		27.48	0.000020	0.08	4.99	5.73	0.03
1	2.9	QMS	0.40	26.20	27.48	26.32	27.48	0.000018	0.08	5.22	5.73	0.02
1	2.5		Culvert									
1	2.1	QMS	0.40	26.20	27.48		27.48	0.000033	0.10	4.20	3.57	0.03
1	2	QMS	0.40	26.36	27.48		27.48	0.000319	0.22	1.78	2.43	0.08
1	1	QMS	0.40	26.33	27.47	26.60	27.47	0.000200	0.19	2.13	2.90	0.07

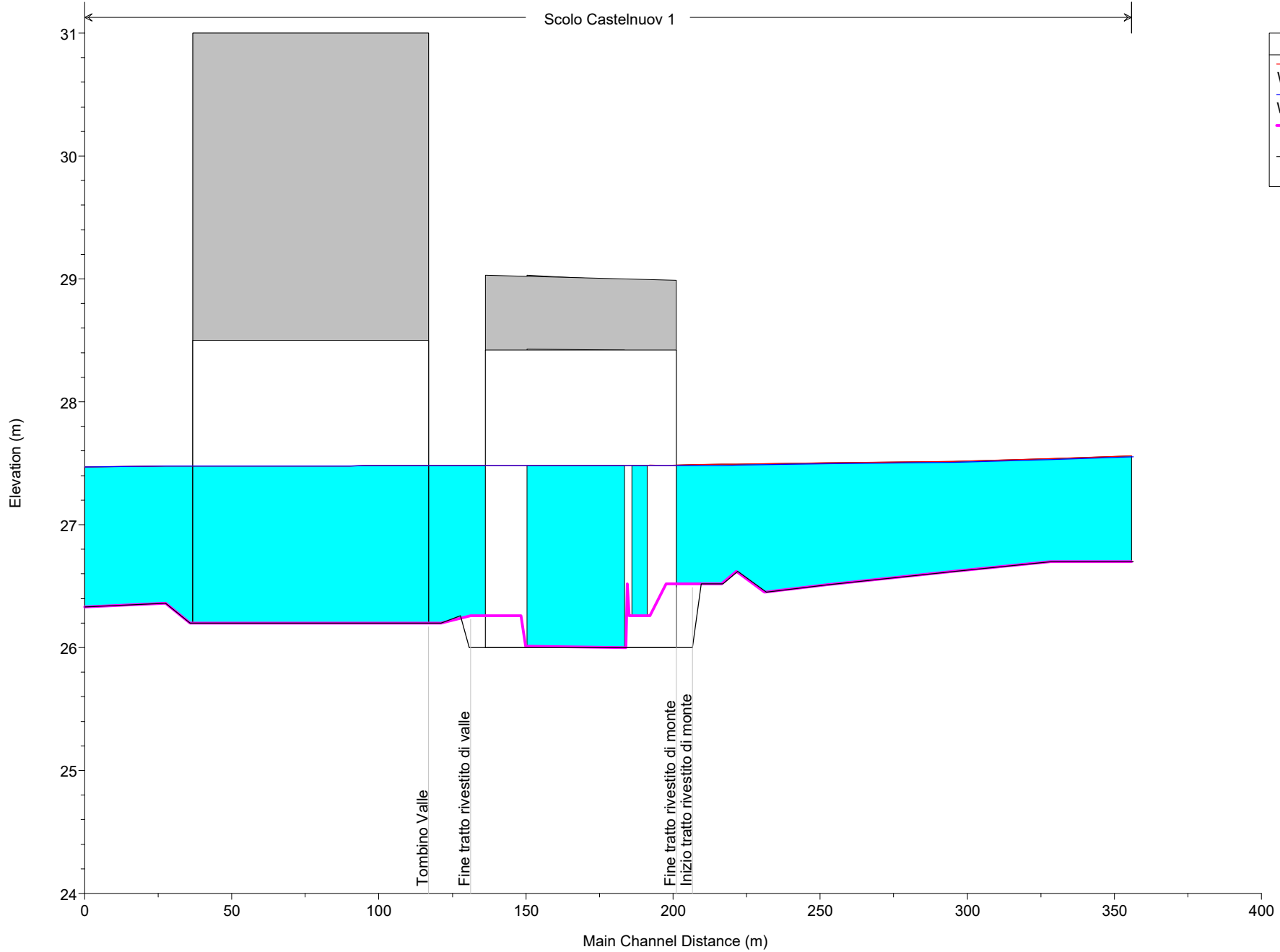
HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Scolo Castelnuov Reach: 1 Profile: QMS

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
1	11	QMS	0.40	26.70	27.55		27.56	0.000778	0.31	1.27	2.18	0.13
1	10	QMS	0.40	26.70	27.53		27.54	0.000775	0.31	1.28	2.38	0.14
1	9	QMS	0.40	26.62	27.51		27.51	0.000605	0.28	1.41	2.46	0.12
1	8.5	QMS	0.40	26.51	27.50		27.50	0.000211	0.18	2.22	4.03	0.08
1	7.5	QMS	0.40	26.45	27.49		27.49	0.000359	0.23	1.72	2.82	0.09
1	7	QMS	0.40	26.62	27.49		27.49	0.000453	0.25	1.61	3.11	0.11
1	6.8	QMS	0.40	26.52	27.48		27.49	0.000463	0.25	1.58	2.82	0.11
1	6.5	QMS	0.40	26.52	27.48		27.48	0.000471	0.26	1.57	2.81	0.11
1	6.4	QMS	0.40	26.00	27.48		27.48	0.000010	0.06	6.64	5.96	0.02
1	6.3	QMS	0.40	26.00	27.48	26.12	27.48	0.000010	0.06	6.64	5.96	0.02
1	4.5		Culvert									
1	3.2	QMS	0.40	26.00	27.48		27.48	0.000010	0.06	6.63	5.95	0.02
1	3.15	QMS	0.40	26.00	27.48		27.48	0.000010	0.06	6.63	5.95	0.02
1	3.1	QMS	0.40	26.26	27.48		27.48	0.000023	0.09	4.69	5.14	0.03
1	3	QMS	0.40	26.20	27.48		27.48	0.000020	0.08	4.99	5.73	0.03
1	2.9	QMS	0.40	26.20	27.48	26.32	27.48	0.000018	0.08	5.22	5.73	0.02
1	2.5		Culvert									
1	2.1	QMS	0.40	26.20	27.48		27.48	0.000033	0.10	4.20	3.57	0.03
1	2	QMS	0.40	26.36	27.48		27.48	0.000319	0.22	1.78	2.43	0.08
1	1	QMS	0.40	26.33	27.47	26.60	27.47	0.000200	0.19	2.13	2.90	0.07



Some schematic data outside default extents (see View/Set Schematic Plot Extents...)

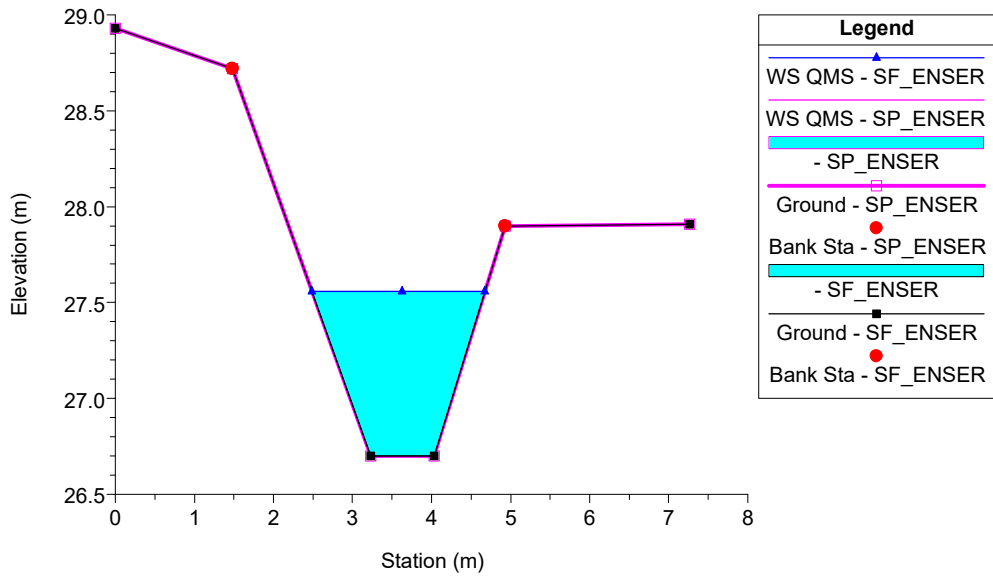
Scolo Castelnuov 1



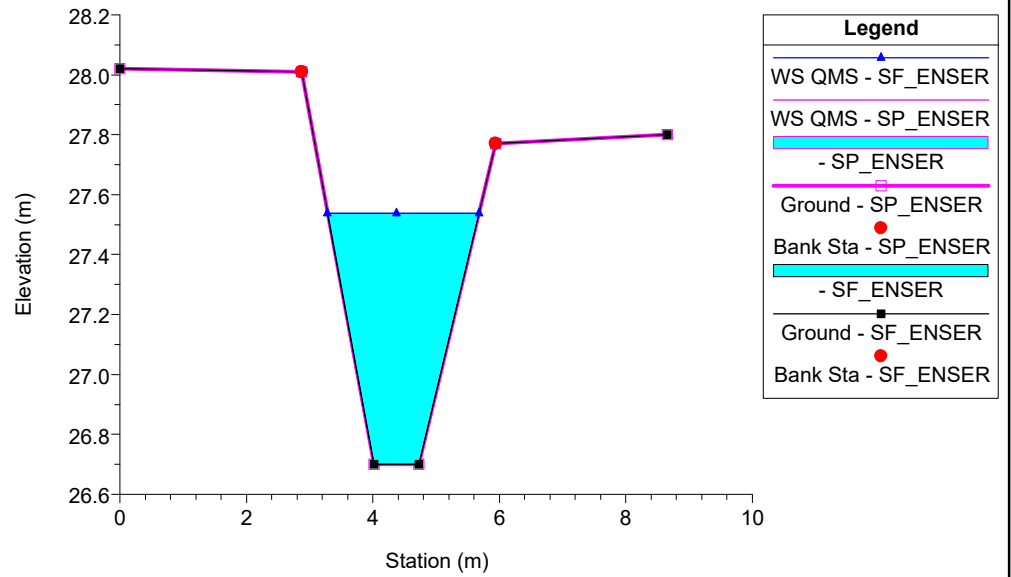
Legend	
—	WS QMS - SF_ENSER
—	WS QMS - SP_ENSER
—	Ground
—	Ground



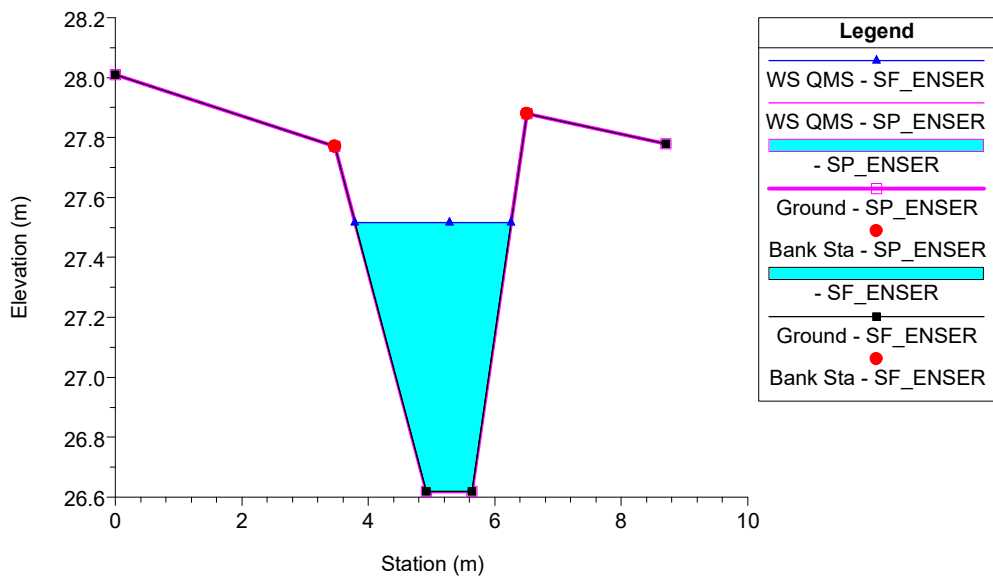
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 11



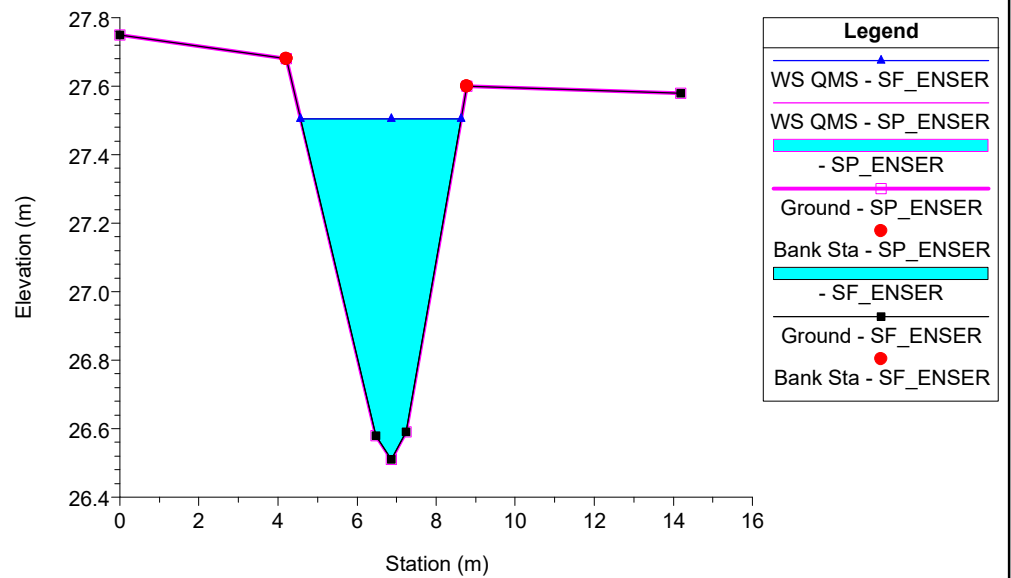
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 10



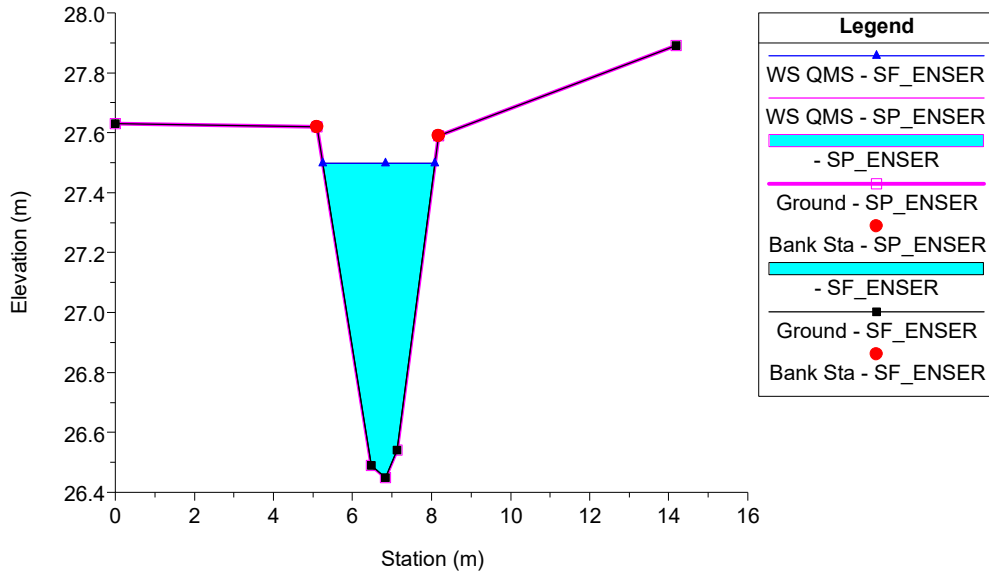
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 9



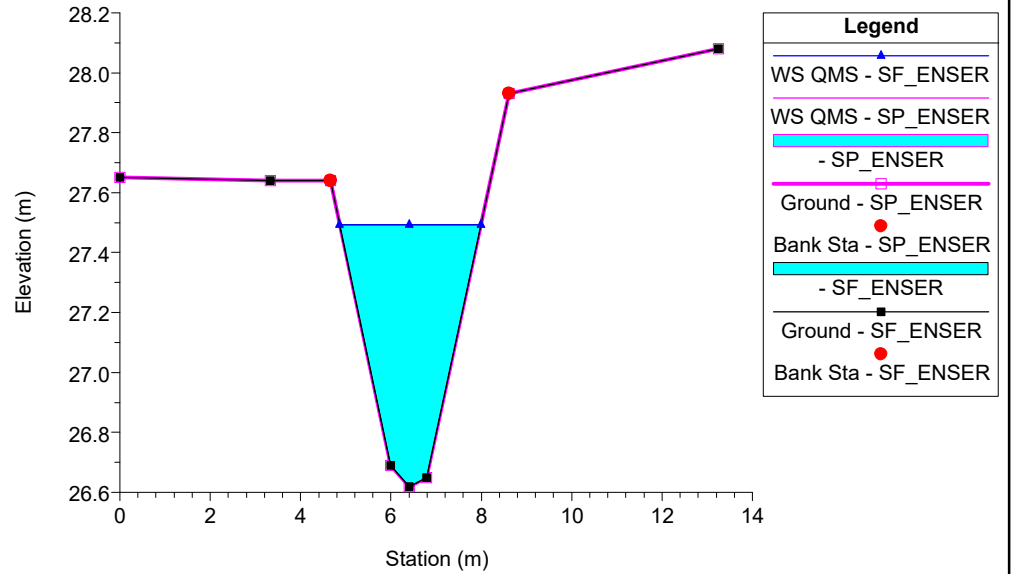
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 8.5



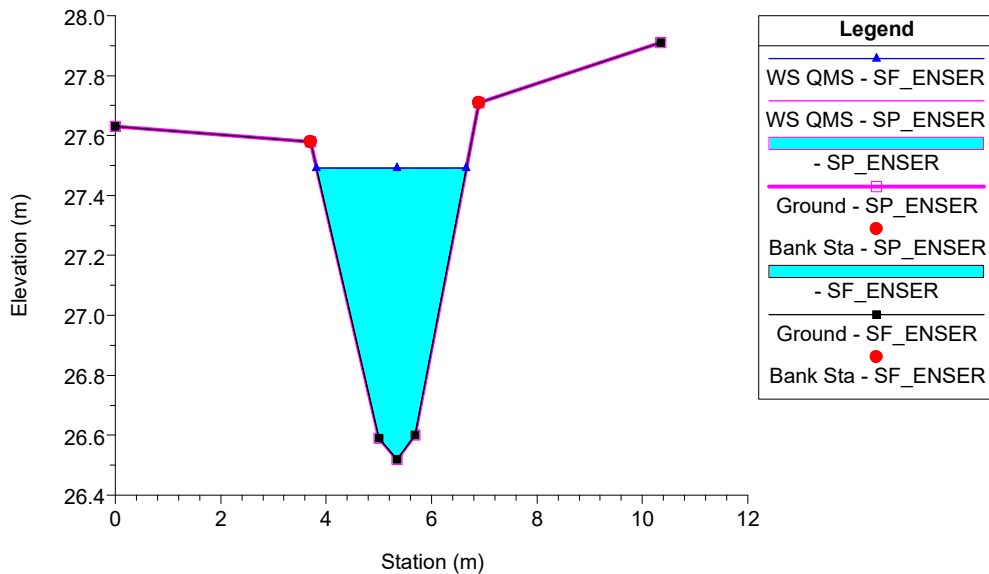
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 7.5



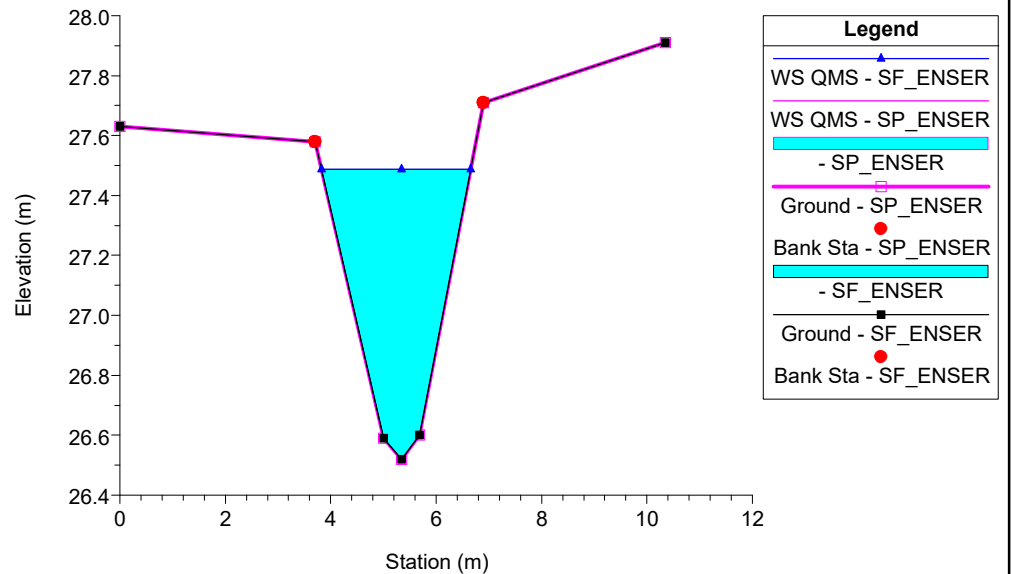
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 7



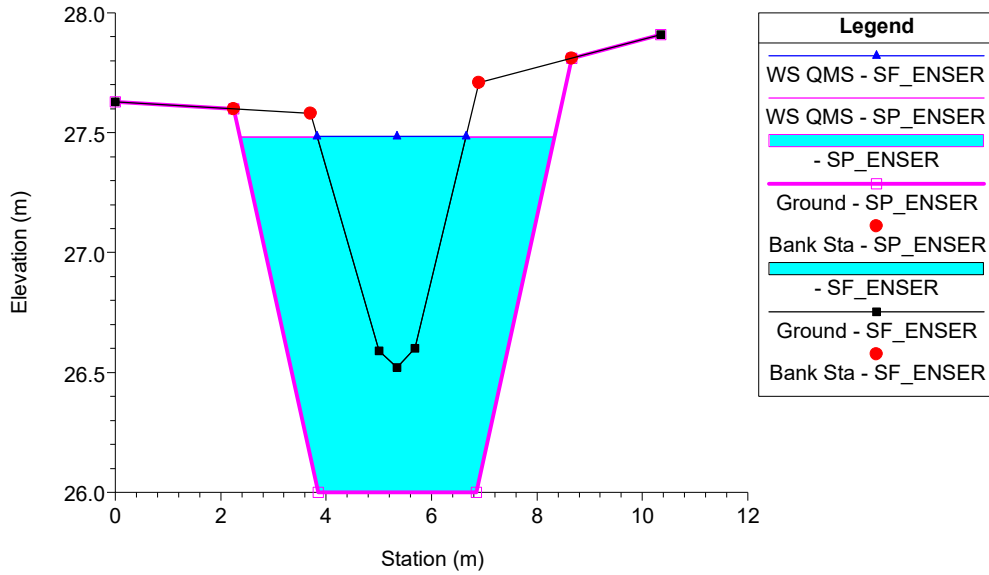
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 6.8



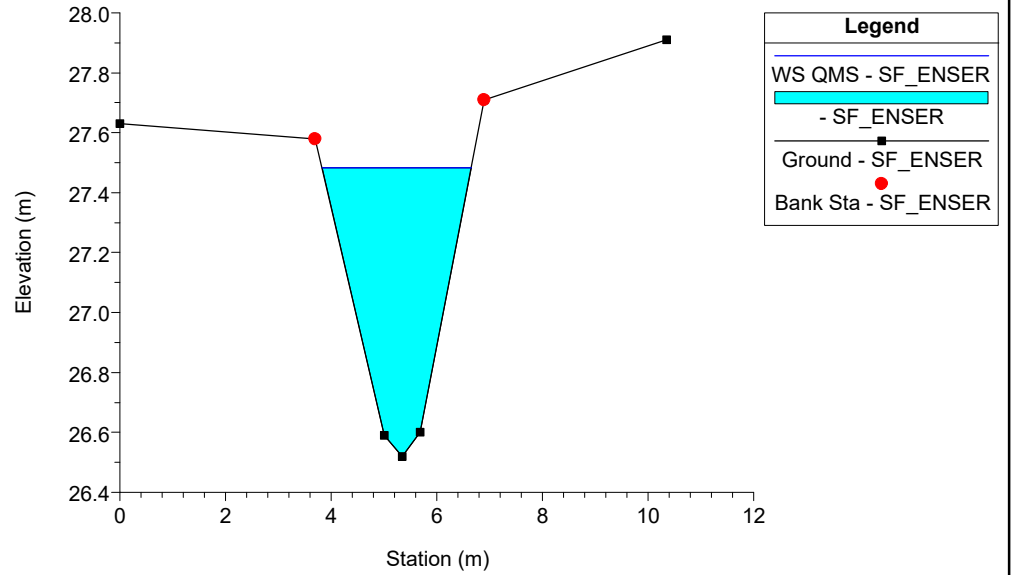
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 6.5 Inizio tratto rivestito di monte



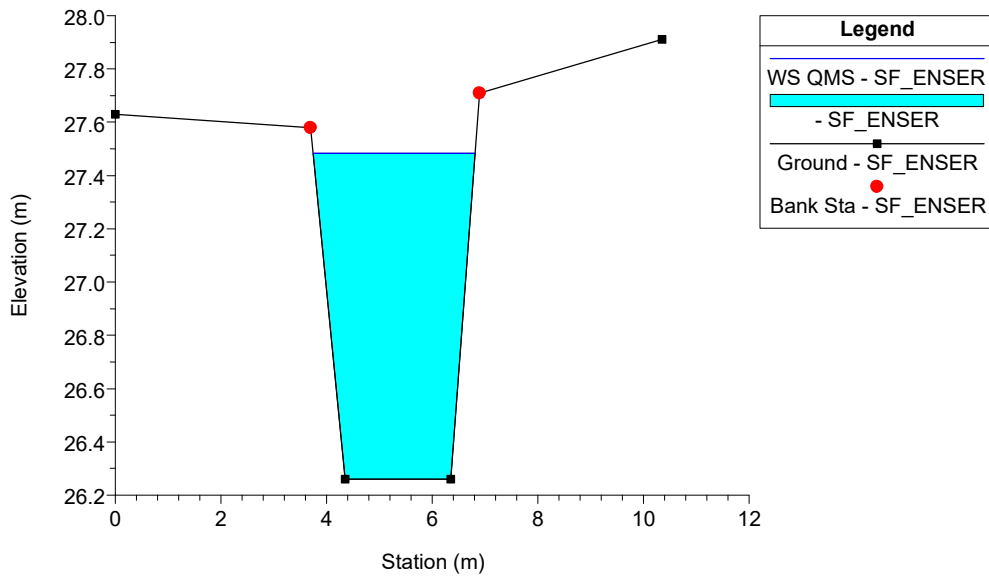
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 6.3 Fine tratto rivestito di monte



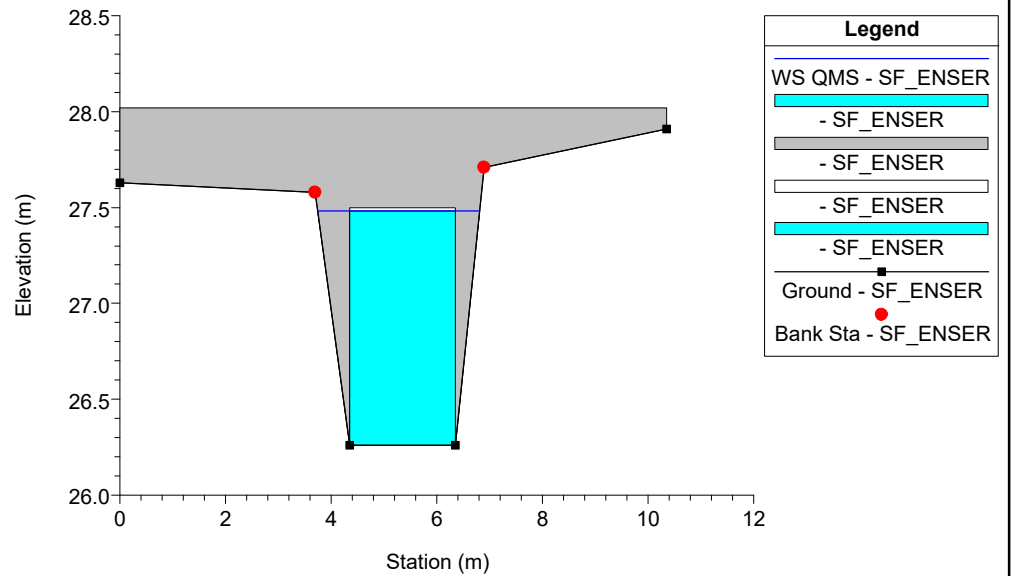
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 6



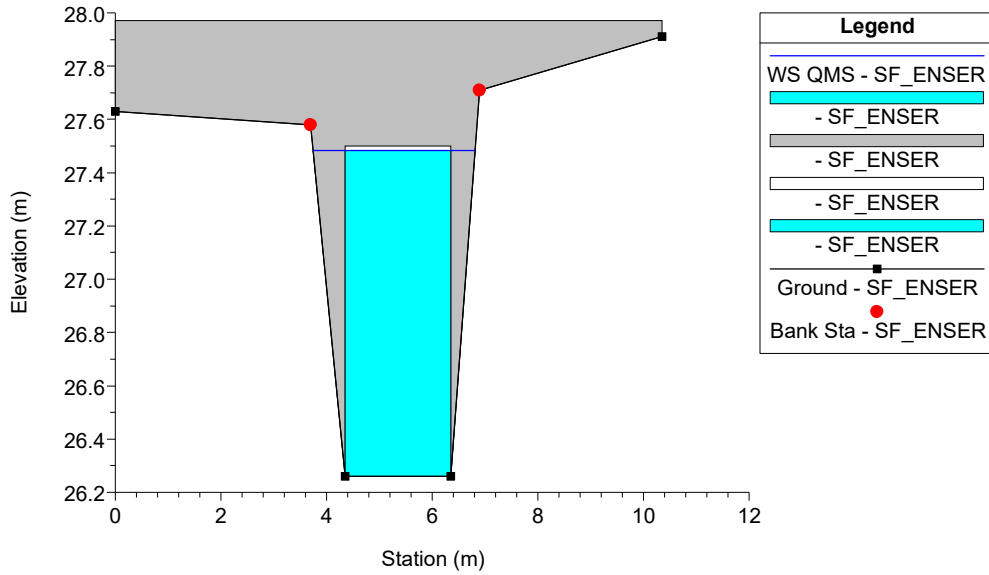
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 5.9



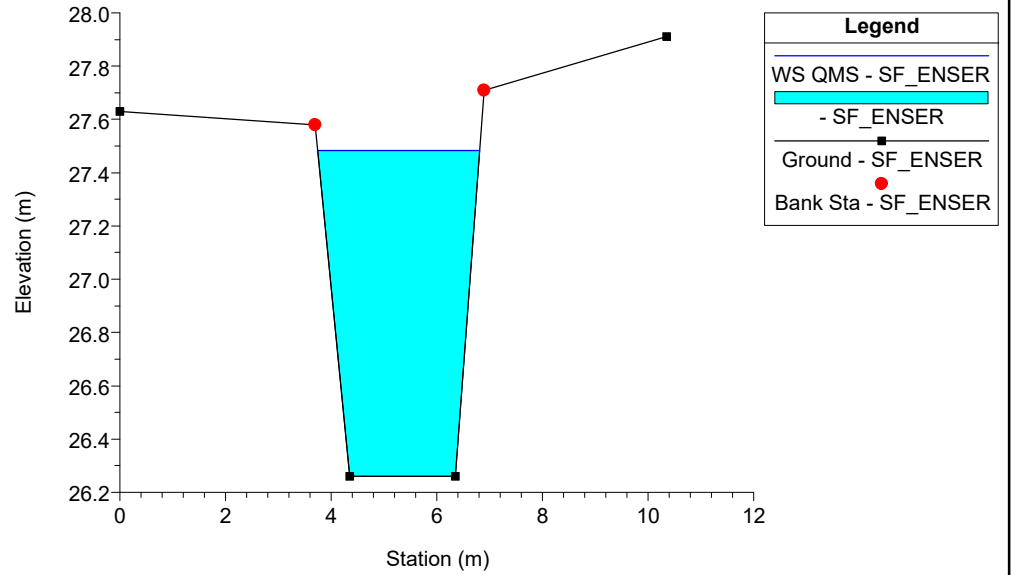
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 5.5 Culv



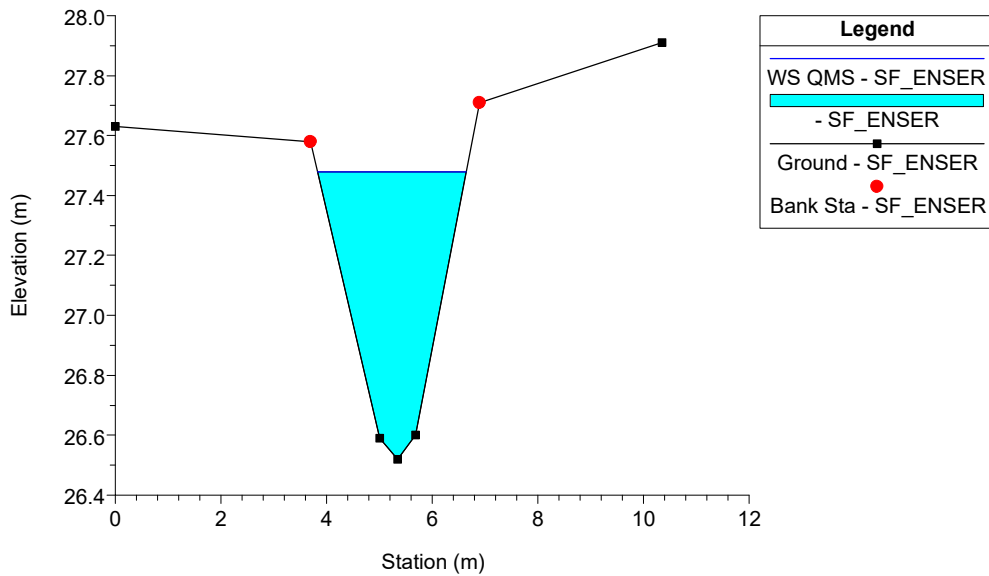
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 5.5 Culv



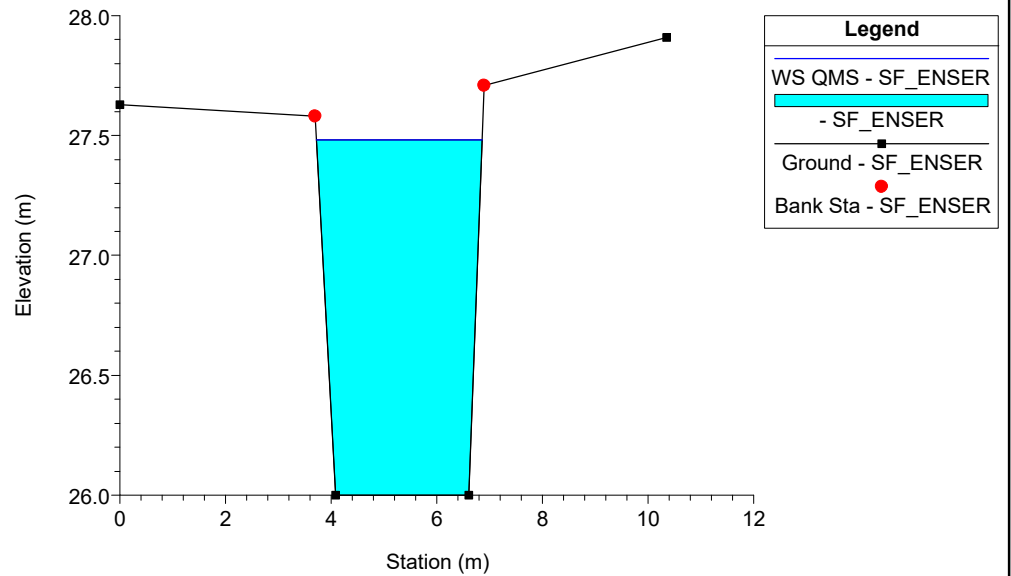
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 5.1



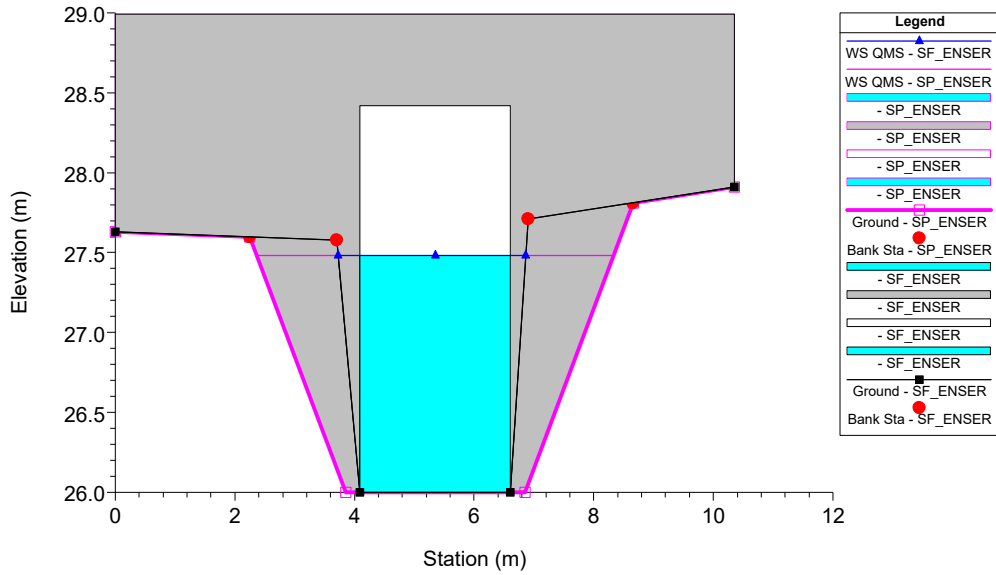
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 5



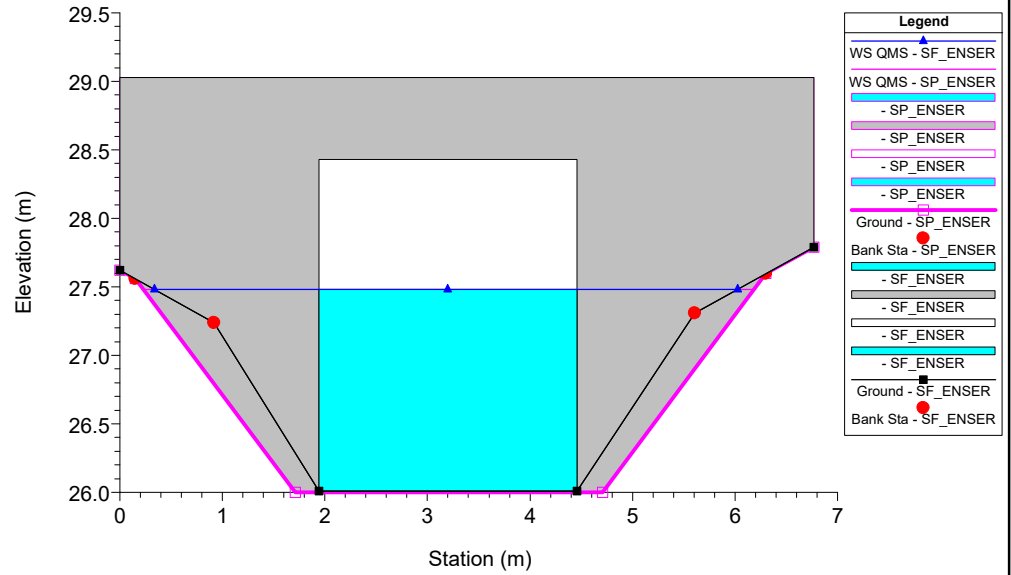
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 4.9



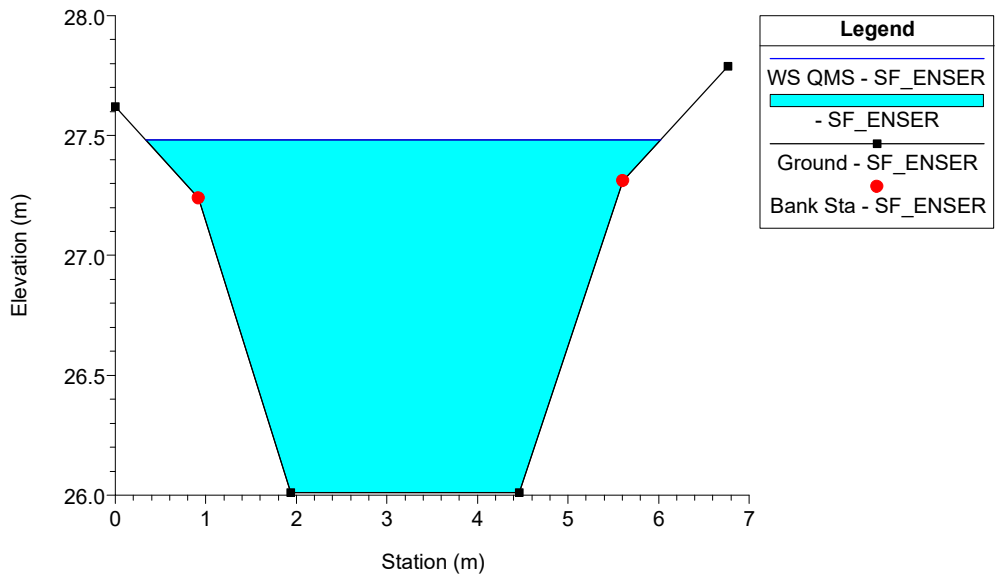
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 4.5 Culv



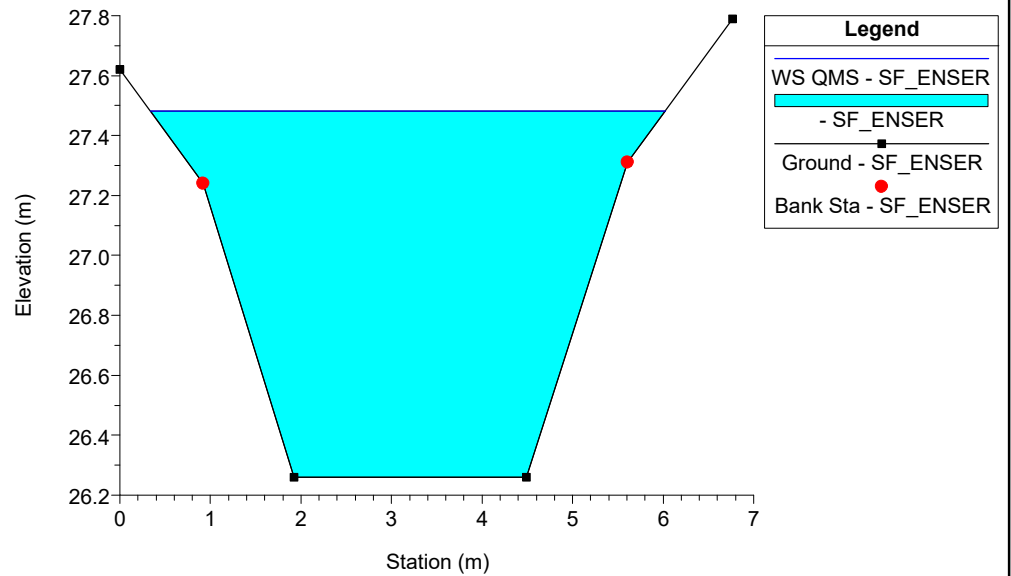
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 4.5 Culv



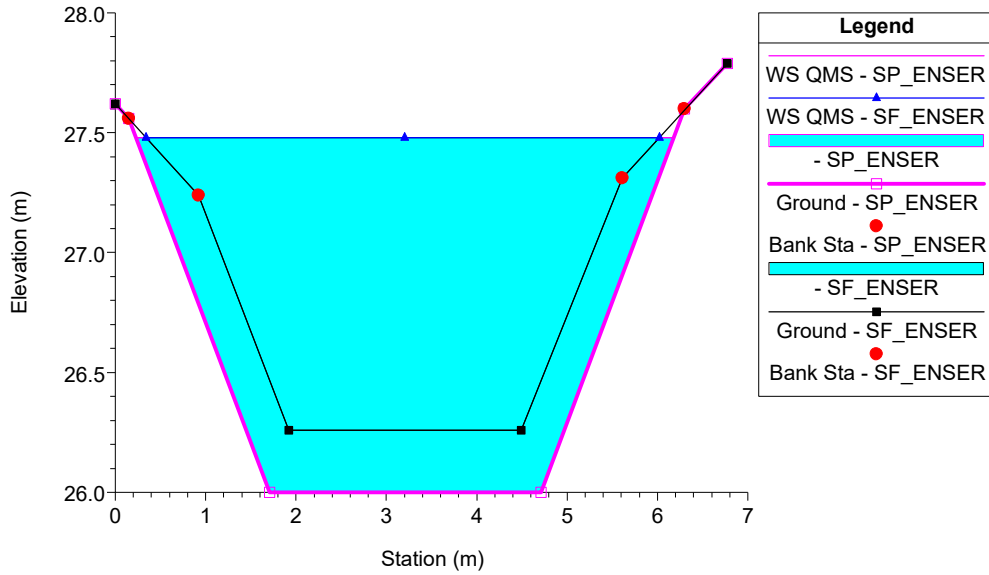
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 4.1



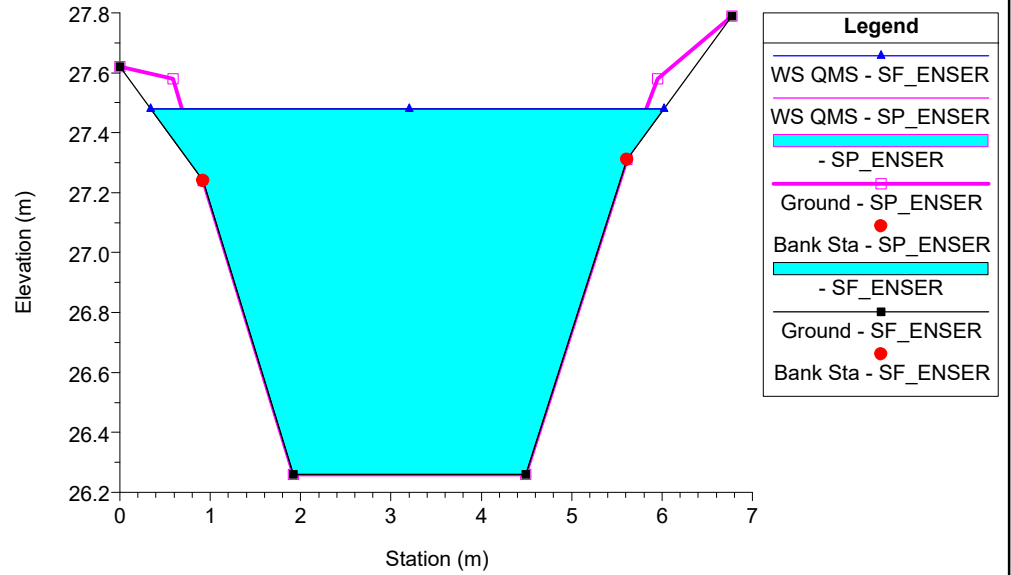
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 4



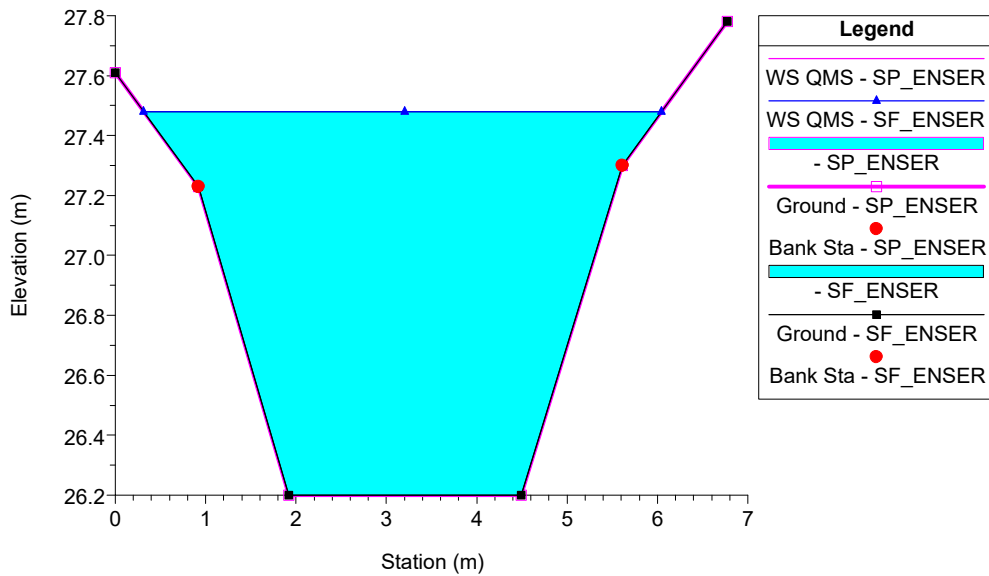
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 3.2 Inizio tratto rivestito di valle



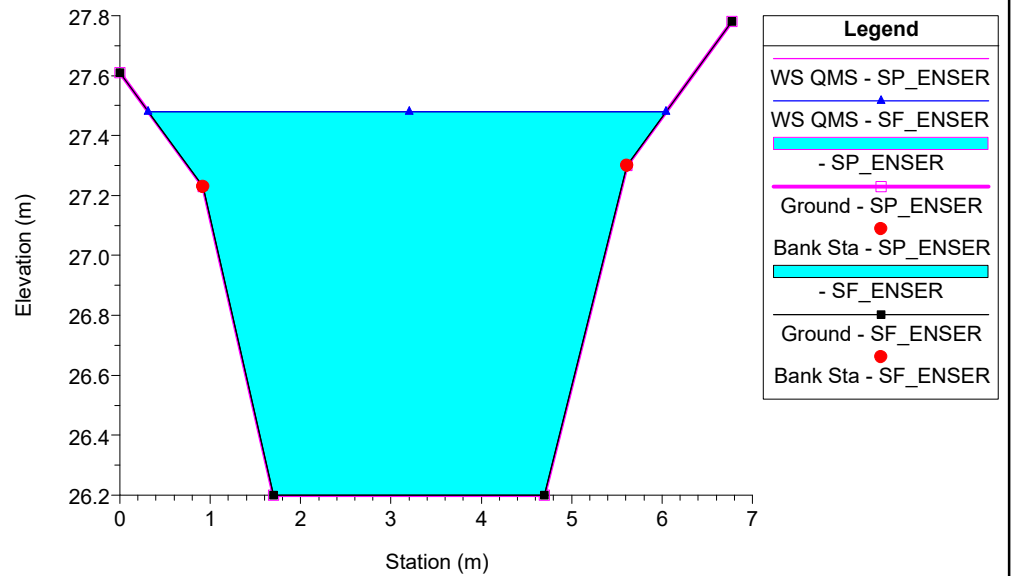
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 3.1 Fine tratto rivestito di valle



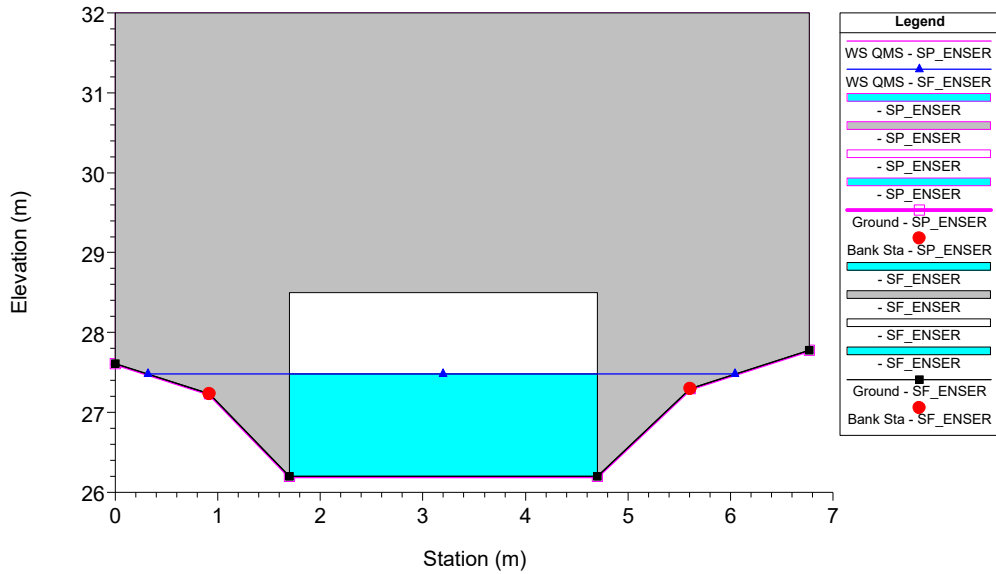
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 3



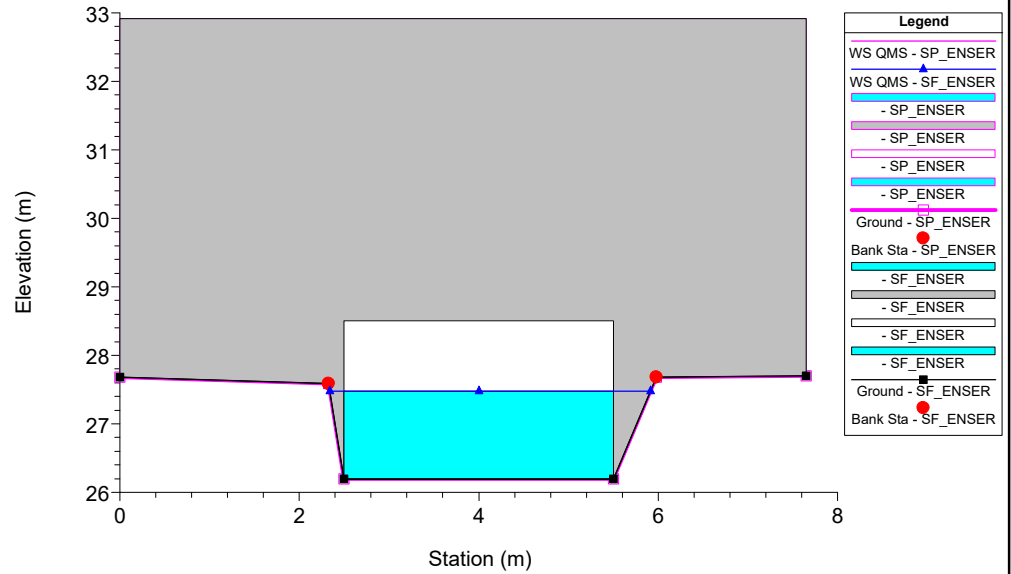
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 2.9



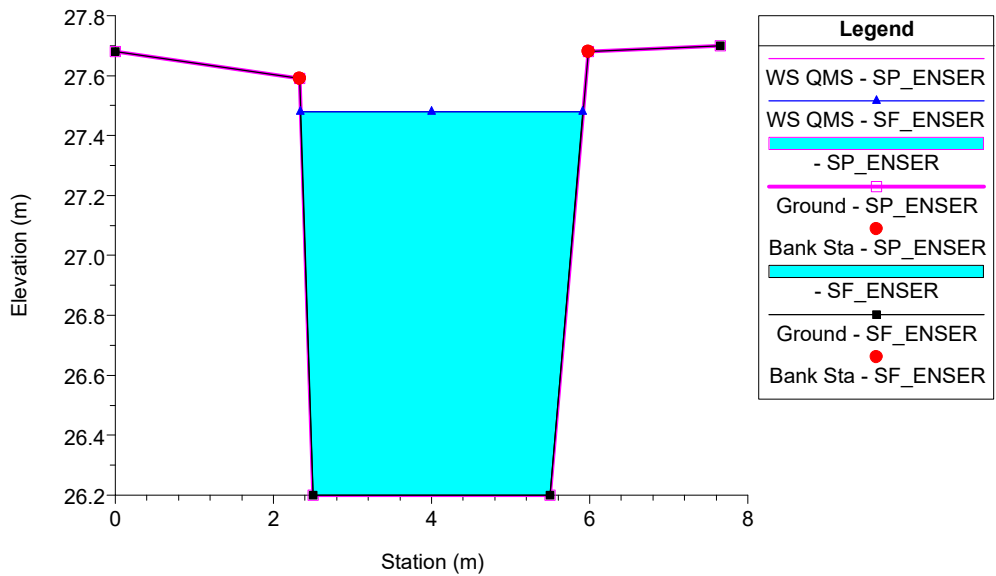
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 2.5 Culv Tombino Valle



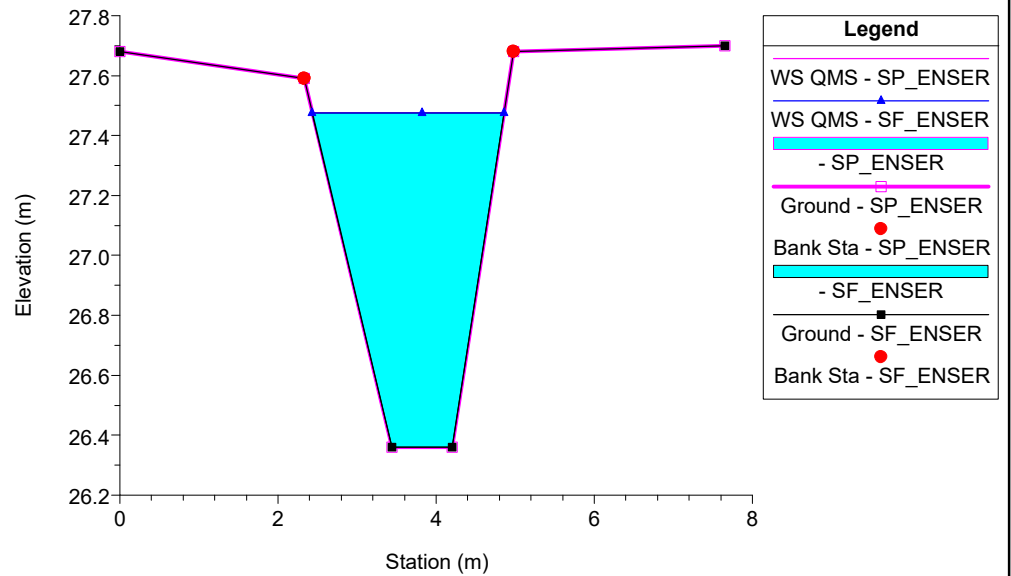
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 2.5 Culv Tombino Valle



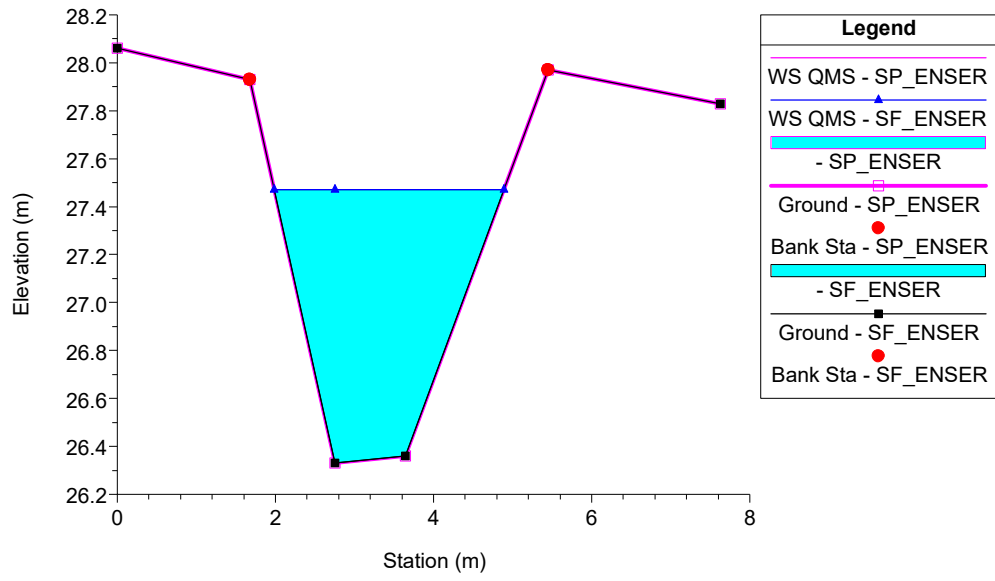
238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 2.1



238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 2



238.T.B\_ScoloCastelnuovo Plan: 1) SF\_ENSER 2) SP\_ENSER  
RS = 1





## APPENDICE 36

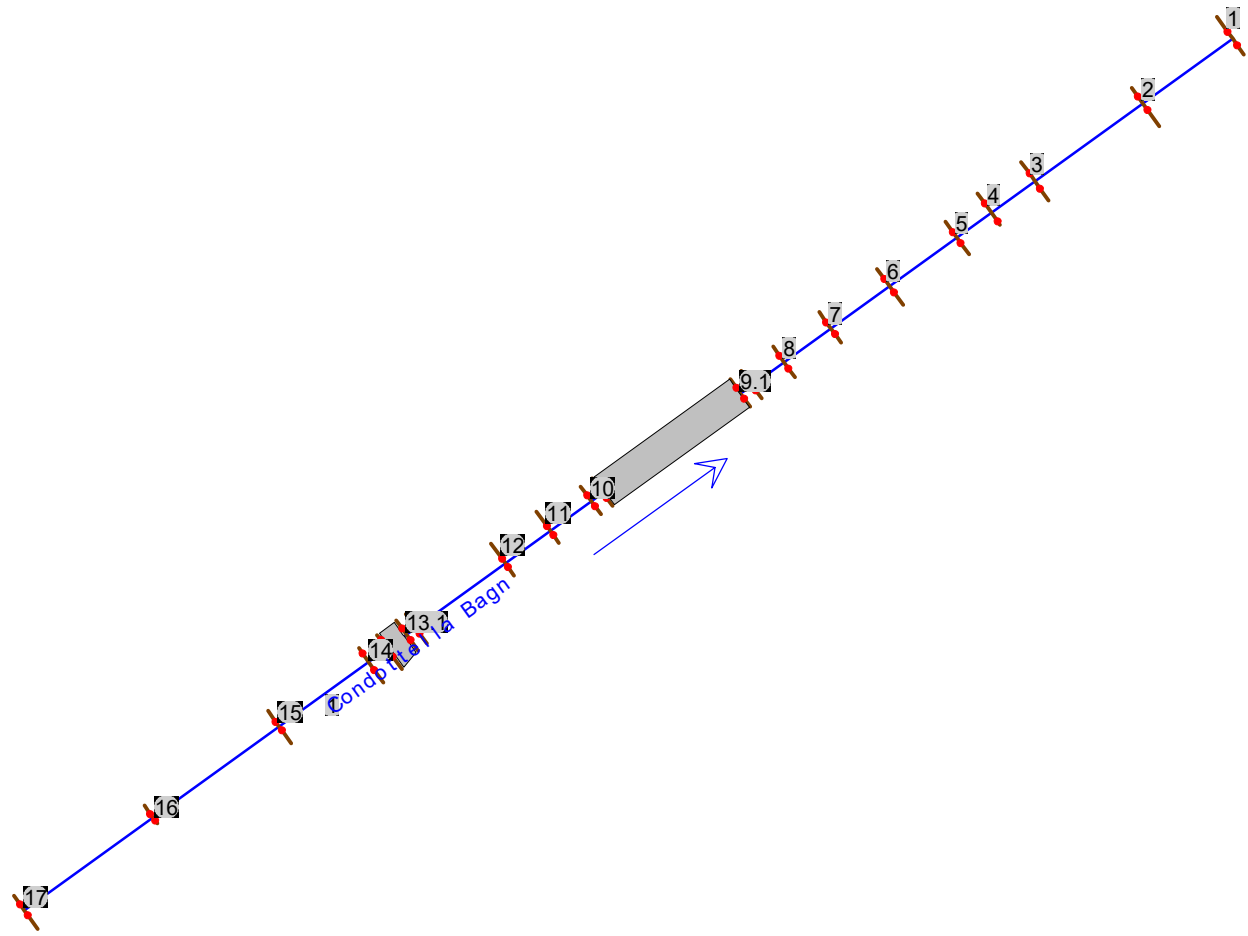
### Condottello di Bagnara: risultati delle simulazioni

HEC-RAS Plan: SF\_ENSER River: Condottella Bagn Reach: 1 Profile: Qms

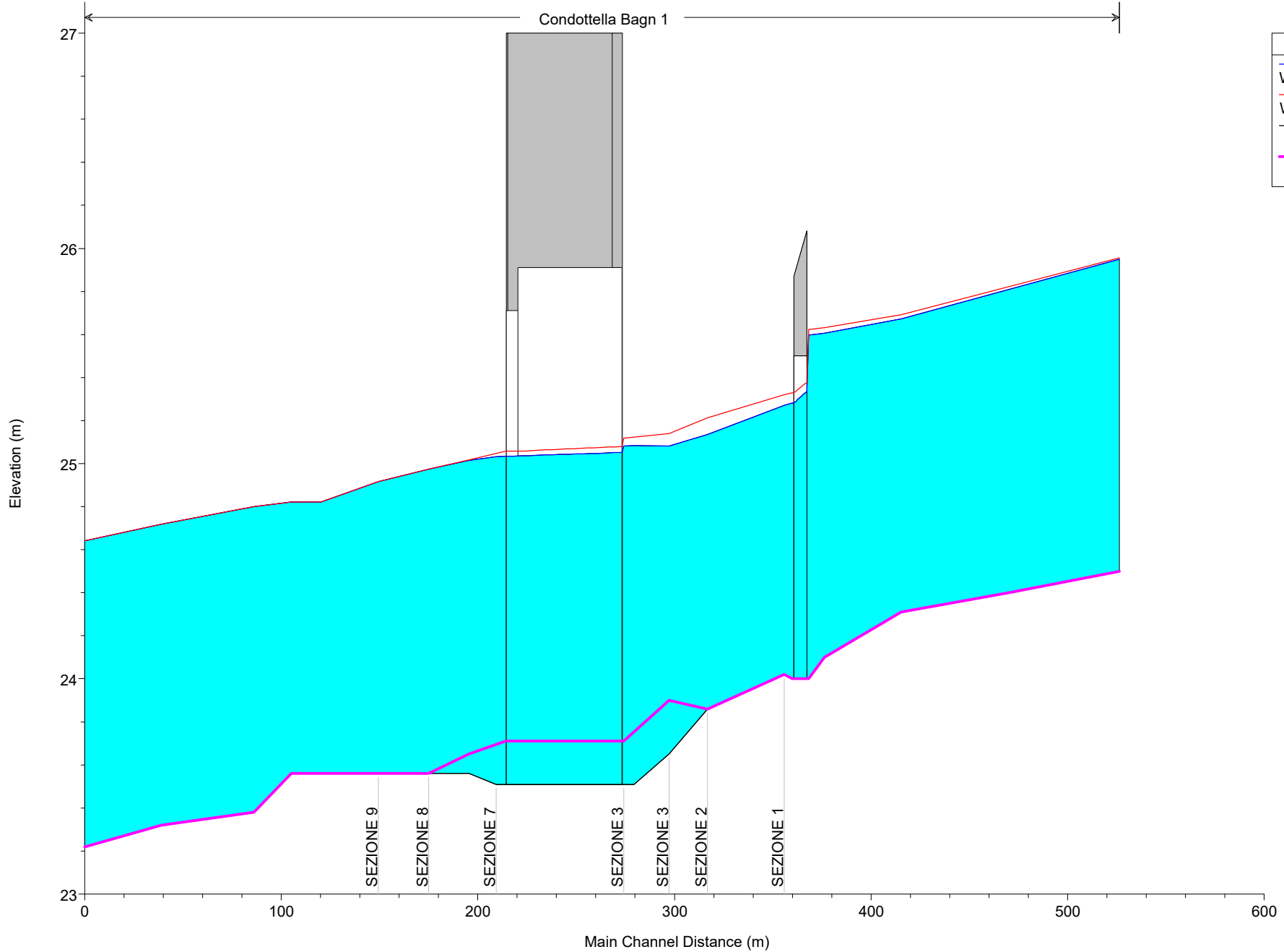
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	17	Qms	2.20	24.50	25.96		25.98	0.002259	0.66	3.31	4.59	0.25
1	16	Qms	2.20	24.40	25.82		25.85	0.002267	0.76	3.11	5.44	0.25
1	15	Qms	2.20	24.31	25.69		25.72	0.002528	0.74	2.98	3.65	0.26
1	14	Qms	2.20	24.10	25.63		25.64	0.001371	0.51	4.29	7.29	0.20
1	13.9	Qms	2.20	24.00	25.62	24.65	25.63	0.001042	0.47	4.69	6.92	0.18
1	13.5		Culvert									
1	13.1	Qms	2.20	24.00	25.33		25.35	0.001590	0.61	3.61	4.53	0.22
1	13	Qms	2.20	24.02	25.32		25.34	0.001748	0.63	3.49	4.50	0.23
1	12	Qms	2.20	23.86	25.21		25.25	0.003412	0.82	2.67	3.46	0.30
1	11	Qms	2.20	23.90	25.14		25.18	0.003719	0.85	2.59	3.53	0.32
1	9.9	Qms	2.20	23.71	25.12	24.18	25.13	0.000932	0.52	4.27	4.09	0.16
1	9.5		Culvert									
1	9.1	Qms	2.20	23.71	25.06		25.07	0.001095	0.55	4.02	4.00	0.17
1	8	Qms	2.20	23.65	25.02		25.04	0.002293	0.70	3.14	4.13	0.26
1	7	Qms	2.20	23.56	24.97		25.00	0.002068	0.68	3.23	3.96	0.24
1	6	Qms	2.20	23.56	24.92		24.94	0.002309	0.72	3.07	3.69	0.25
1	5	Qms	2.20	23.56	24.82		24.86	0.003596	0.84	2.62	3.50	0.31
1	4	Qms	2.20	23.56	24.82		24.83	0.000654	0.43	5.14	5.95	0.15
1	3	Qms	2.20	23.38	24.80		24.81	0.001143	0.53	4.16	5.17	0.19
1	2	Qms	2.20	23.32	24.72		24.74	0.002043	0.68	3.25	3.98	0.24
1	1	Qms	2.20	23.22	24.64	23.92	24.66	0.002003	0.67	3.28	3.96	0.24

HEC-RAS Plan: SP\_ENSER River: Condottella Bagn Reach: 1 Profile: Qms

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
1	17	Qms	2.20	24.50	25.95		25.97	0.002311	0.67	3.28	4.56	0.25
1	16	Qms	2.20	24.40	25.81		25.84	0.002378	0.78	3.05	5.31	0.25
1	15	Qms	2.20	24.31	25.67		25.70	0.002697	0.76	2.91	3.61	0.27
1	14	Qms	2.20	24.10	25.60		25.62	0.001514	0.53	4.12	6.29	0.21
1	13.9	Qms	2.20	24.00	25.60	24.65	25.61	0.001137	0.49	4.52	6.22	0.18
1	13.5		Culvert									
1	13.1	Qms	2.20	24.00	25.28		25.30	0.001871	0.65	3.40	4.40	0.24
1	13	Qms	2.20	24.02	25.27		25.29	0.002078	0.67	3.27	4.36	0.25
1	12	Qms	2.20	23.86	25.14		25.18	0.004478	0.91	2.41	3.29	0.34
1	11	Qms	2.20	23.65	25.08		25.11	0.002466	0.74	2.99	3.49	0.25
1	10	Qms	2.20	23.51	25.08		25.09	0.000246	0.46	4.77	4.10	0.14
1	9.9	Qms	2.20	23.51	25.08	23.98	25.09	0.000247	0.46	4.77	4.10	0.14
1	9.5		Culvert									
1	9.1	Qms	2.20	23.51	25.03		25.05	0.000277	0.48	4.57	4.03	0.14
1	9	Qms	2.20	23.51	25.03		25.04	0.000277	0.48	4.57	4.03	0.14
1	8	Qms	2.20	23.56	25.02		25.04	0.001638	0.62	3.54	4.22	0.22
1	7	Qms	2.20	23.56	24.97		25.00	0.002068	0.68	3.23	3.96	0.24
1	6	Qms	2.20	23.56	24.92		24.94	0.002309	0.72	3.07	3.69	0.25
1	5	Qms	2.20	23.56	24.82		24.86	0.003596	0.84	2.62	3.50	0.31
1	4	Qms	2.20	23.56	24.82		24.83	0.000654	0.43	5.14	5.95	0.15
1	3	Qms	2.20	23.38	24.80		24.81	0.001143	0.53	4.16	5.17	0.19
1	2	Qms	2.20	23.32	24.72		24.74	0.002043	0.68	3.25	3.98	0.24
1	1	Qms	2.20	23.22	24.64	23.92	24.66	0.002003	0.67	3.28	3.96	0.24

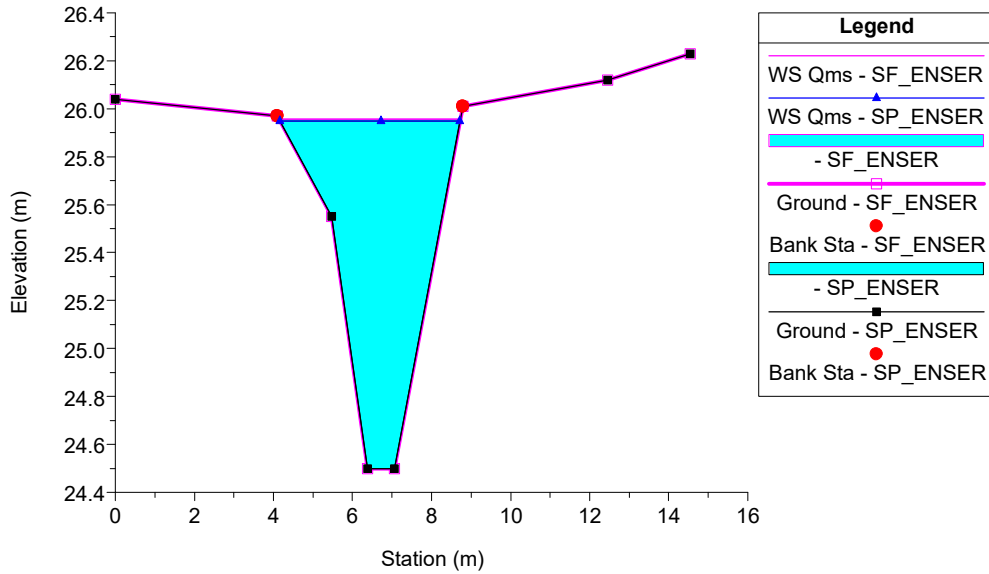


Condottella Bagn 1

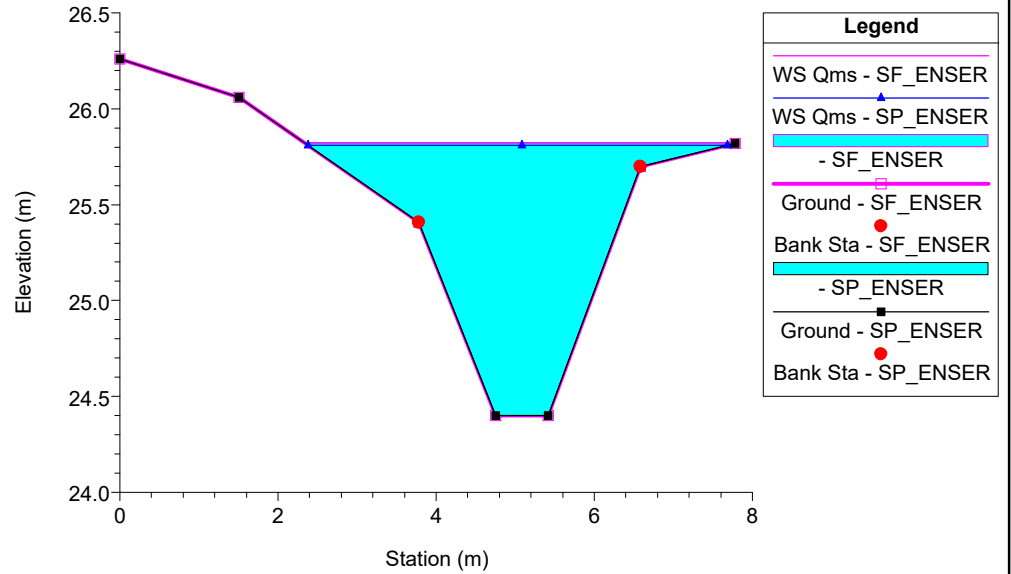


Legend	
—	WS Qms - SP_ENSER
—	WS Qms - SF_ENSER
—	Ground
—	Ground

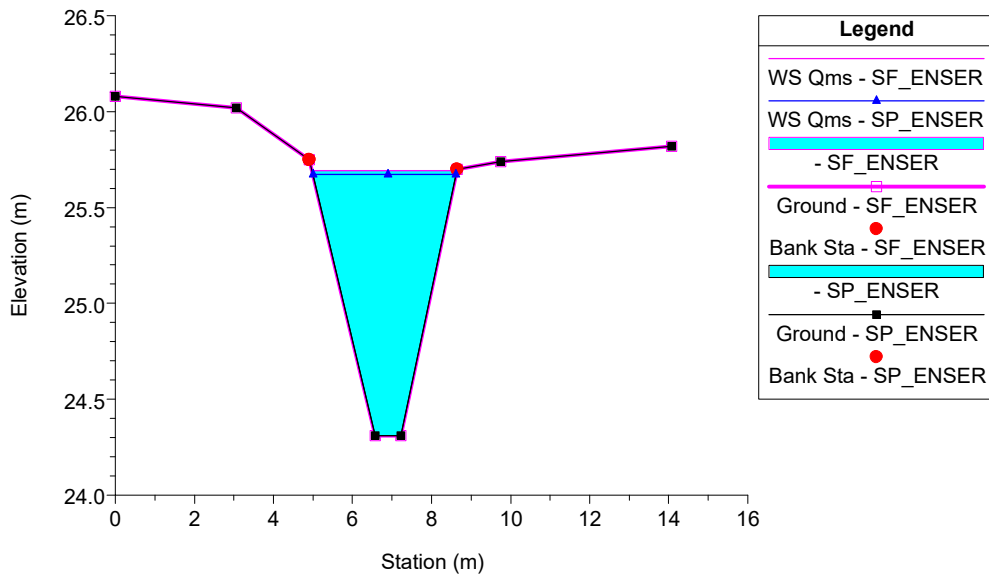
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 17



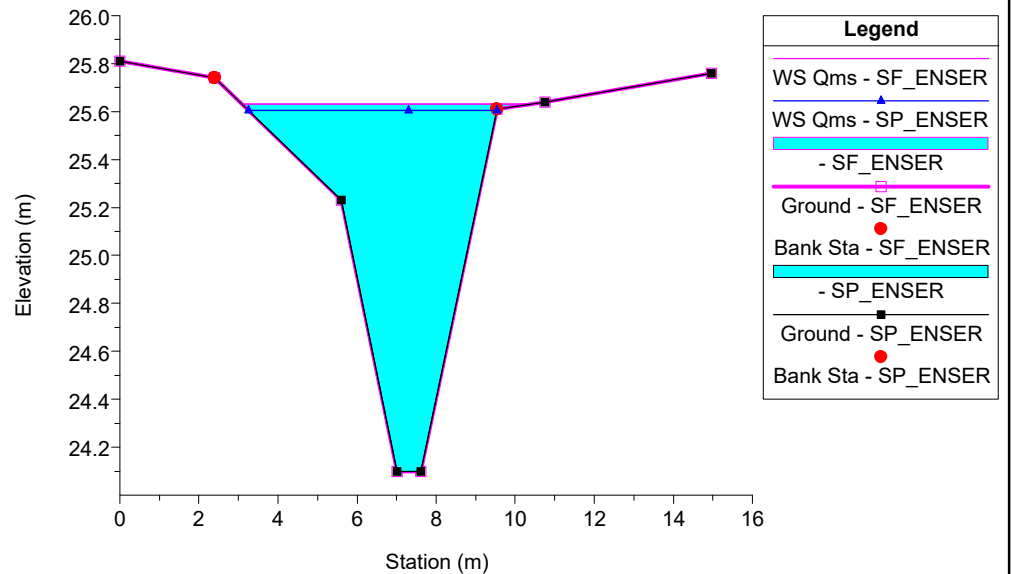
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 16



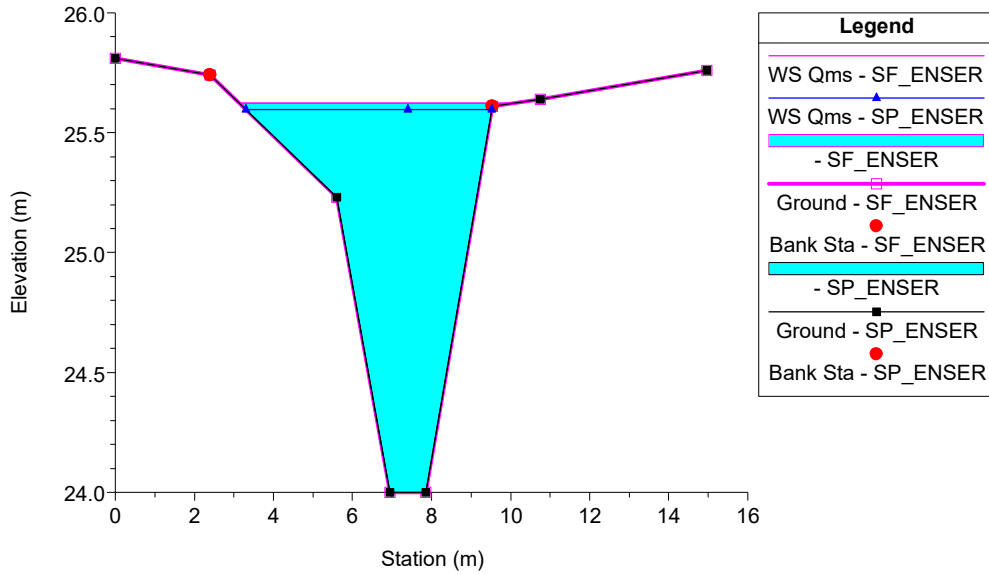
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 15



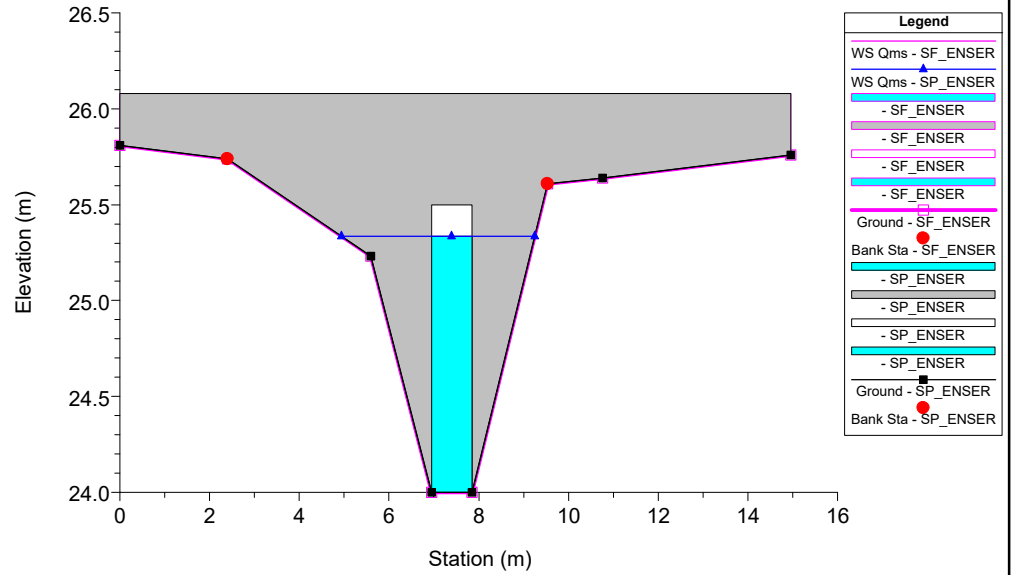
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 14



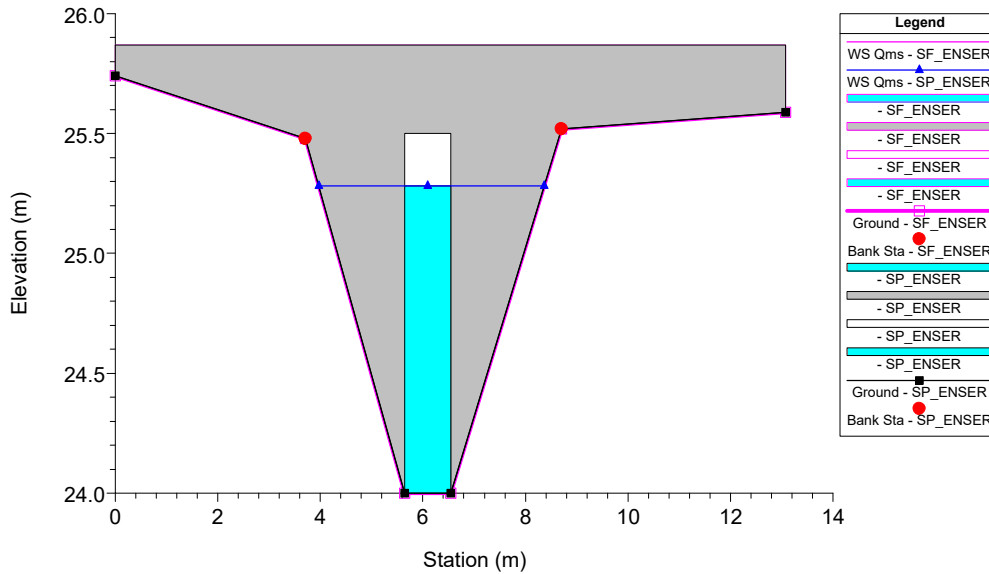
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 13.9



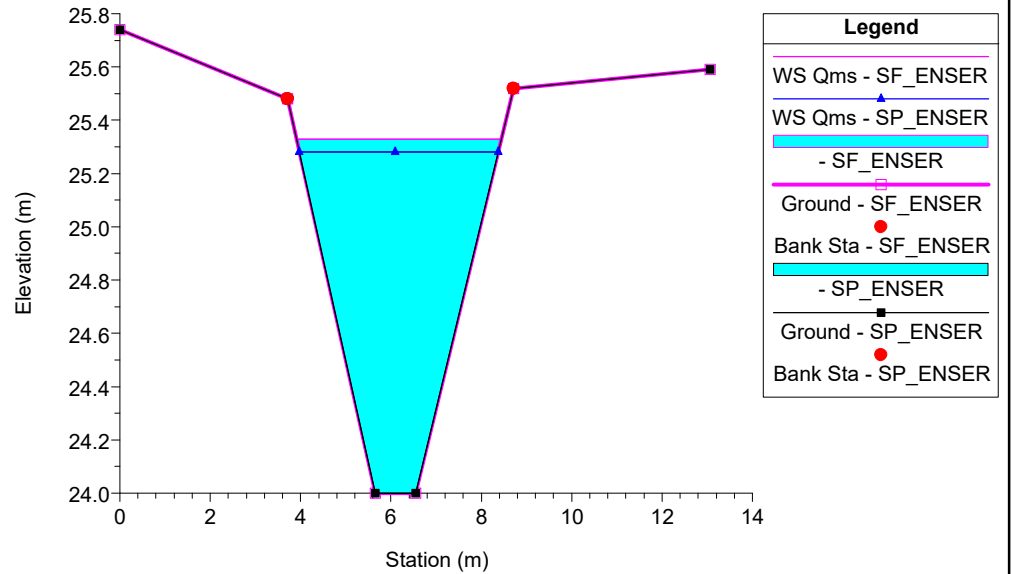
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 13.5 Culv



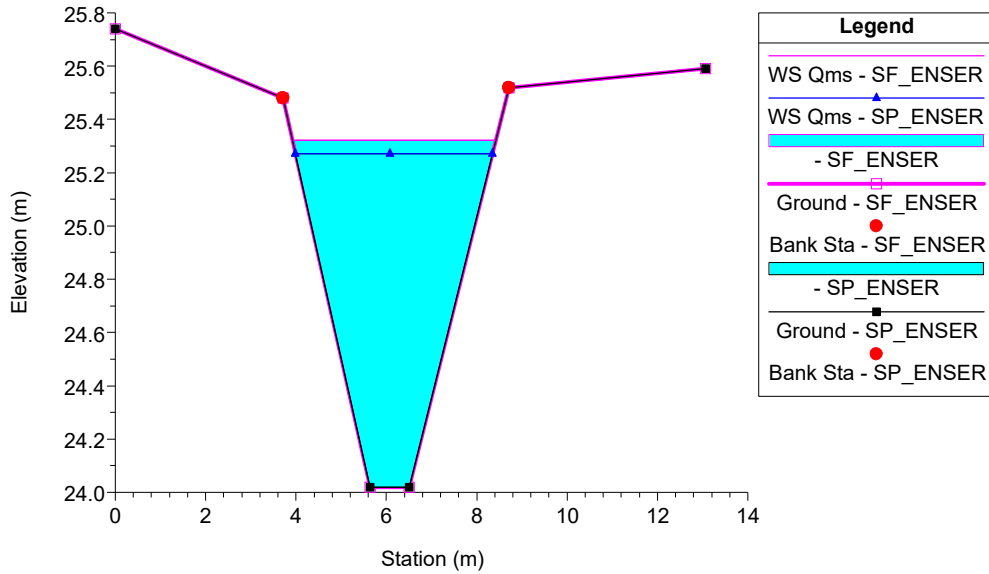
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 13.5 Culv



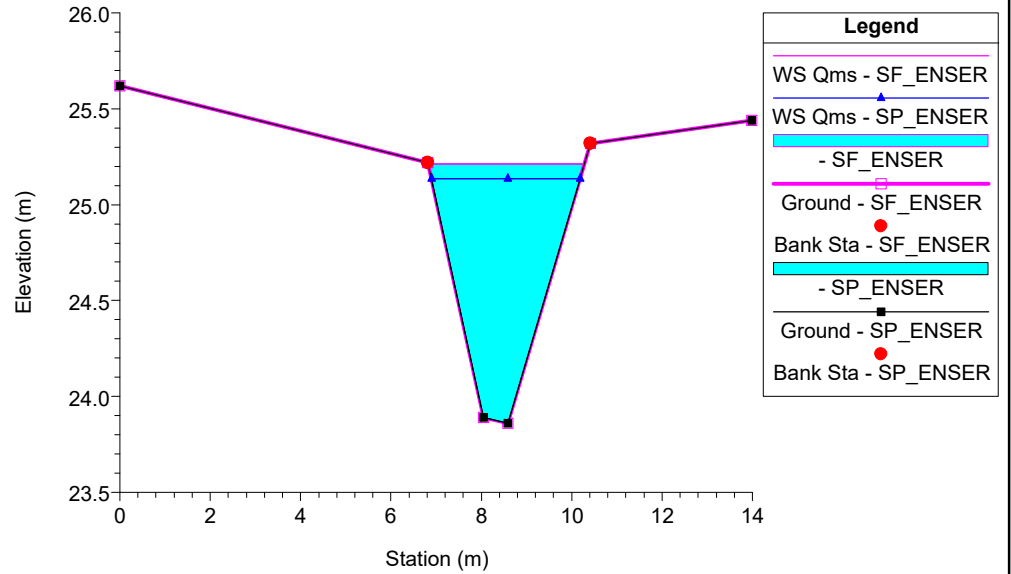
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 13.1



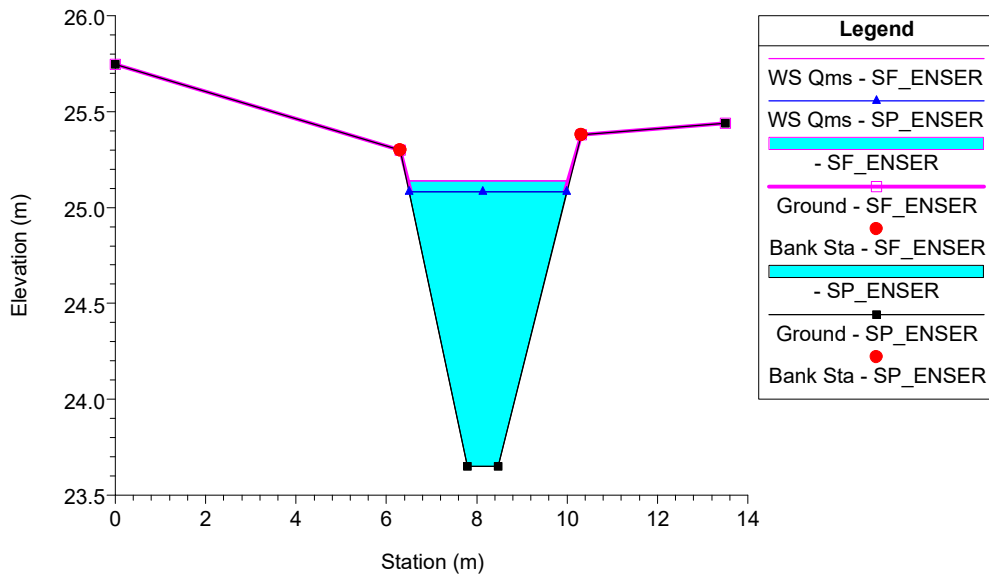
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 13 SEZIONE 1



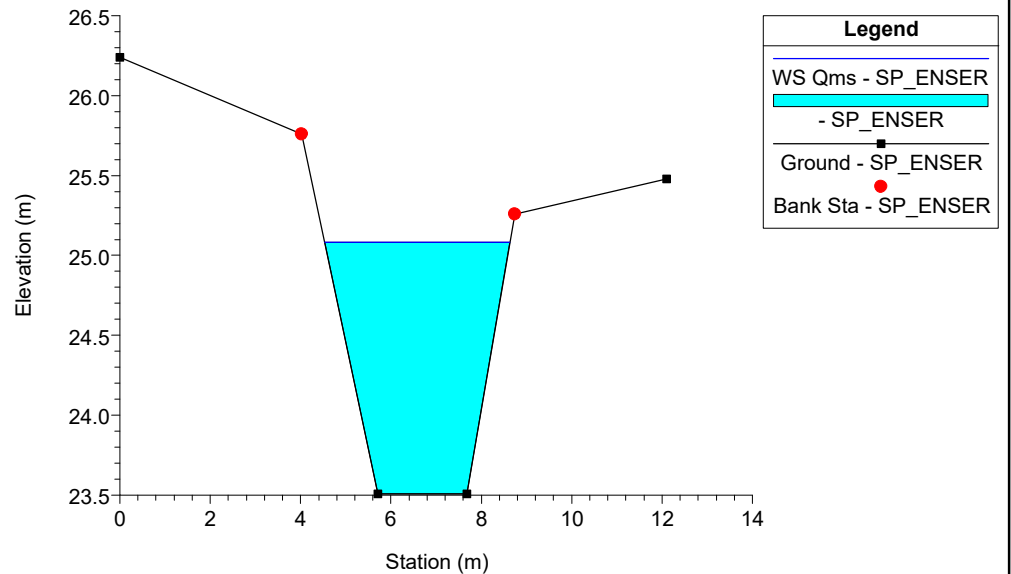
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 12 SEZIONE 2



254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 11 SEZIONE 3

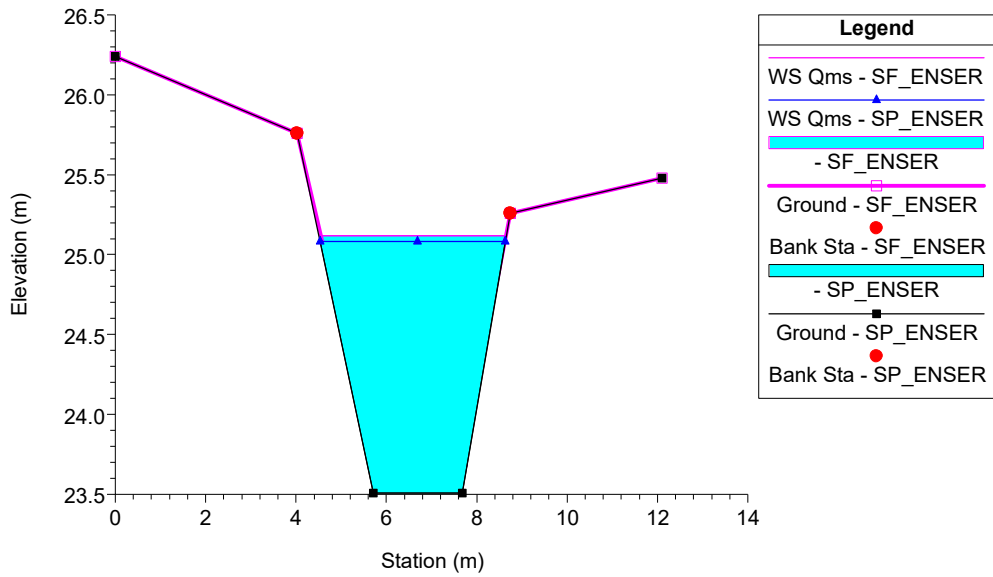


254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 10 SEZIONE 4

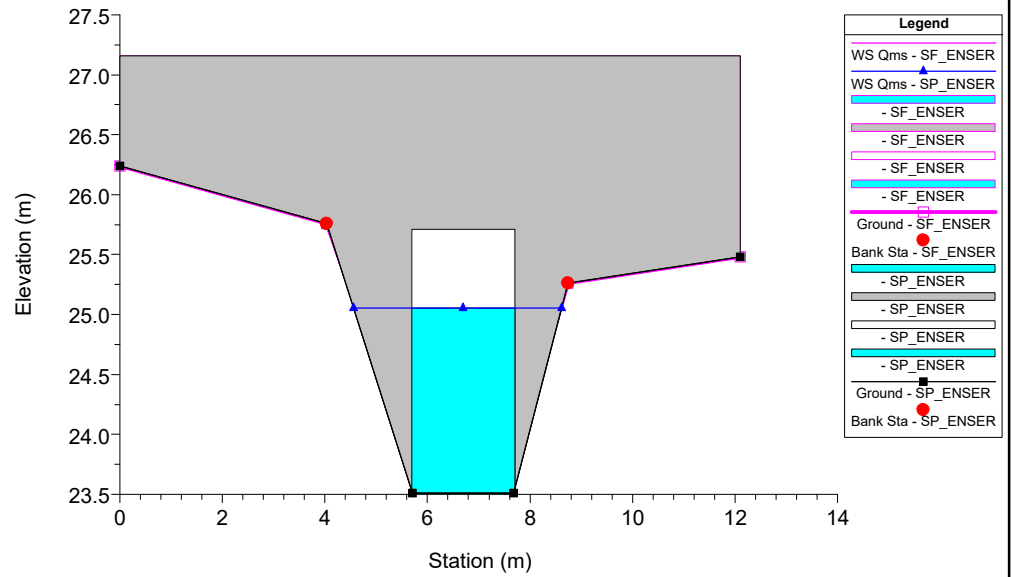




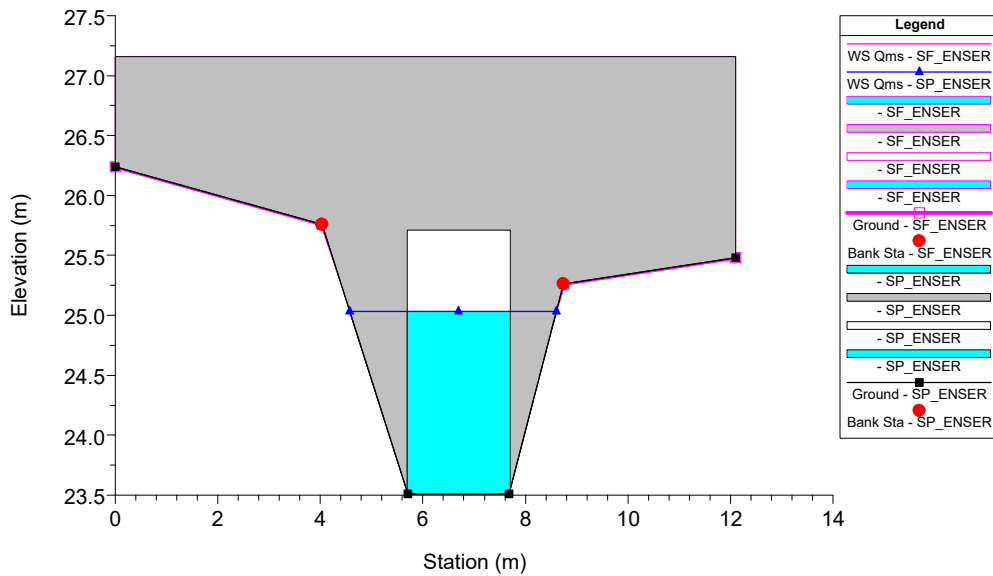
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9.9 SEZIONE 3



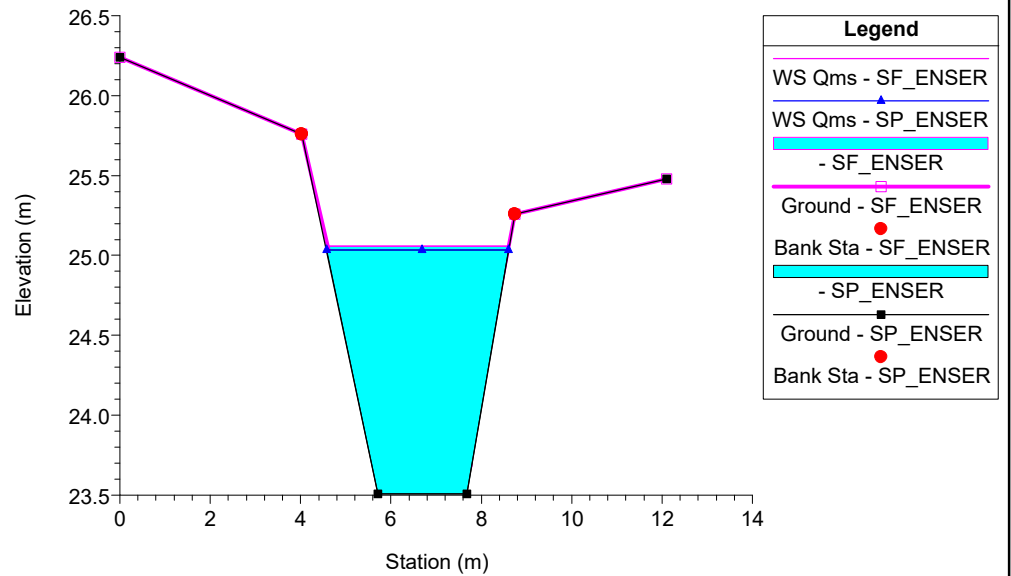
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9.5 Culv



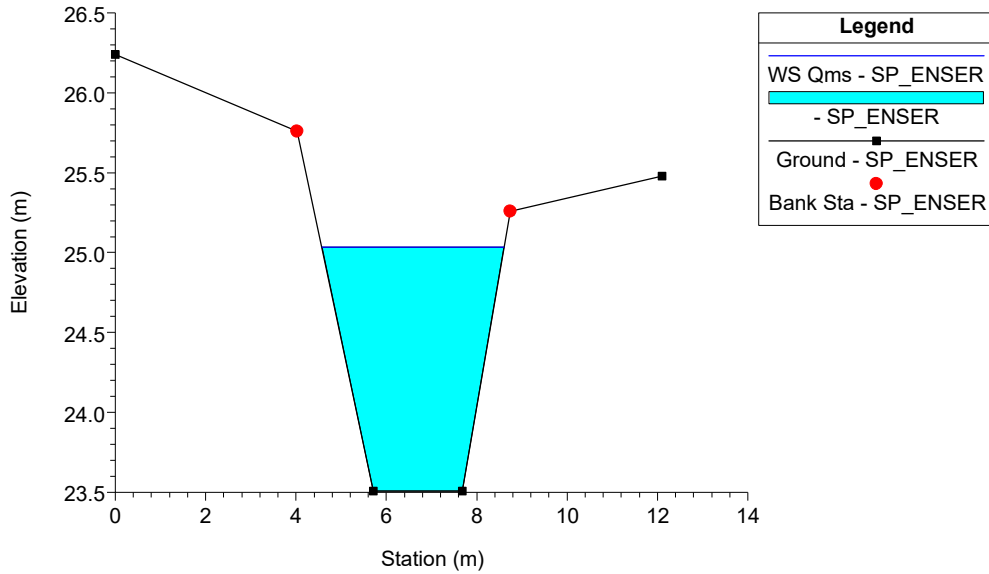
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9.5 Culv



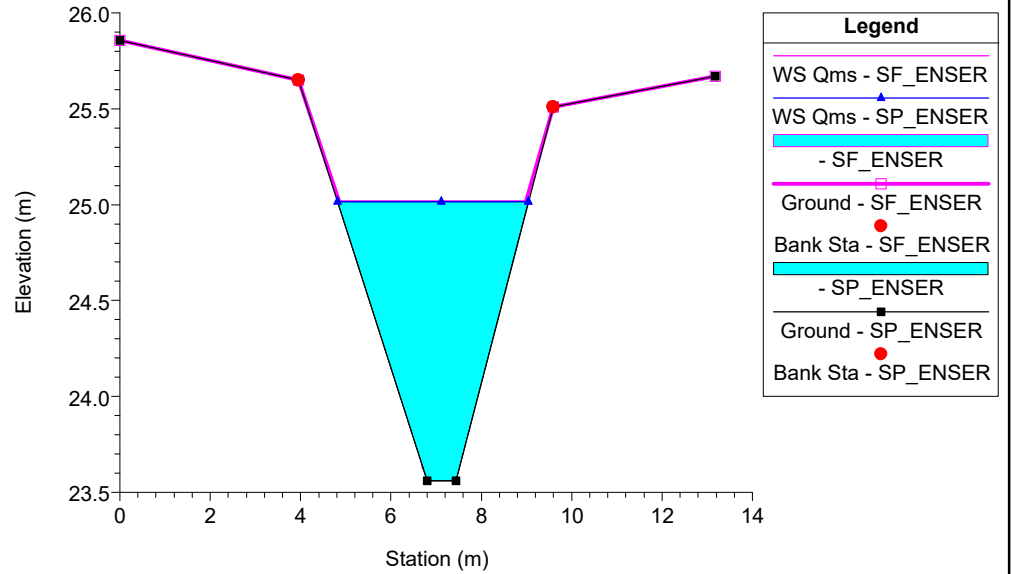
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9.1 SEZIONE 6



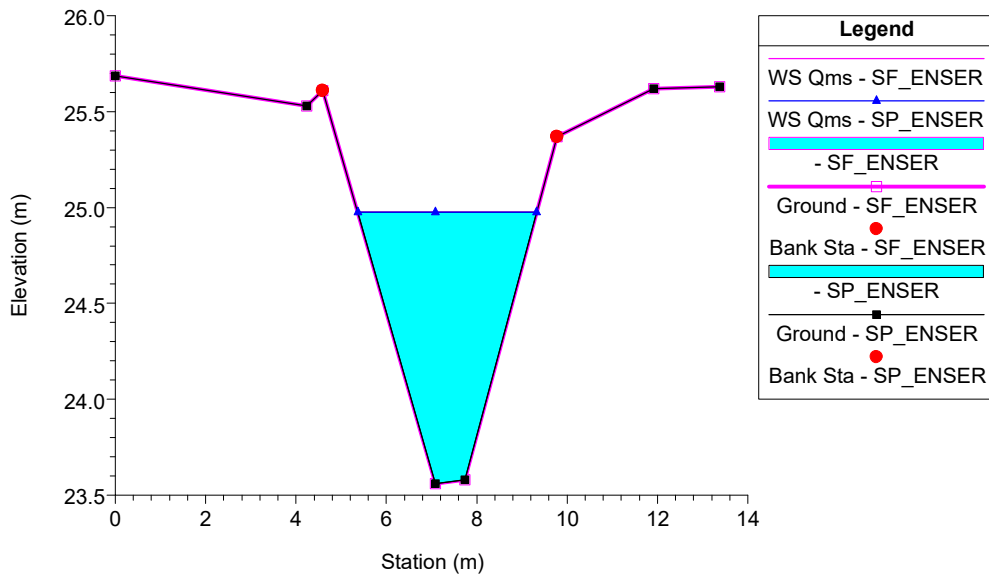
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 9 SEZIONE 7



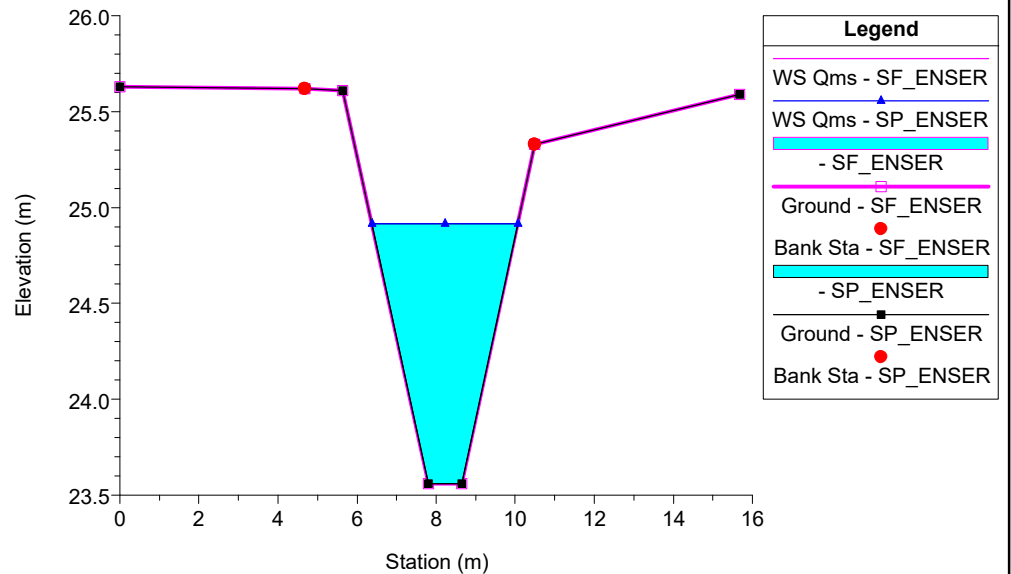
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 8



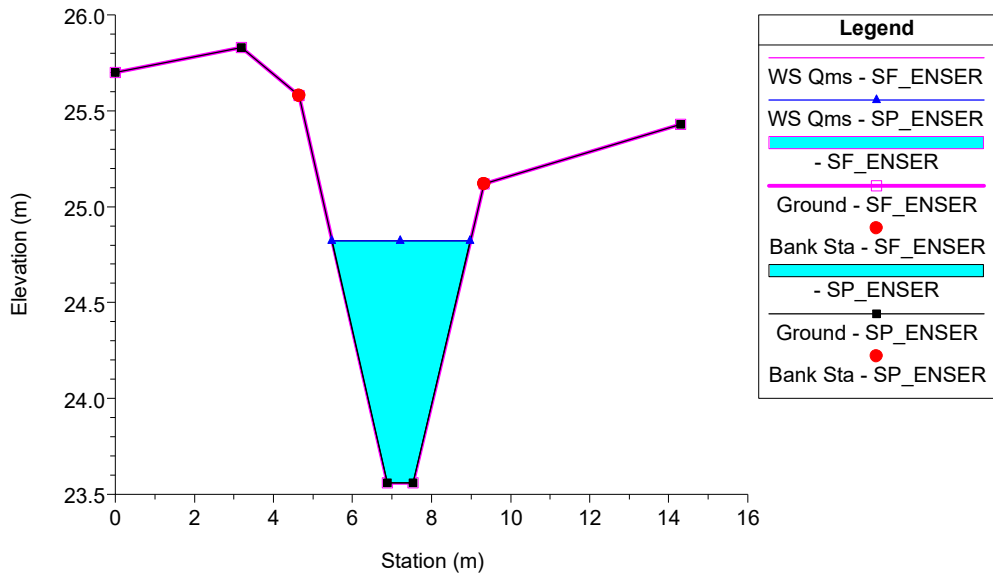
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 7 SEZIONE 8



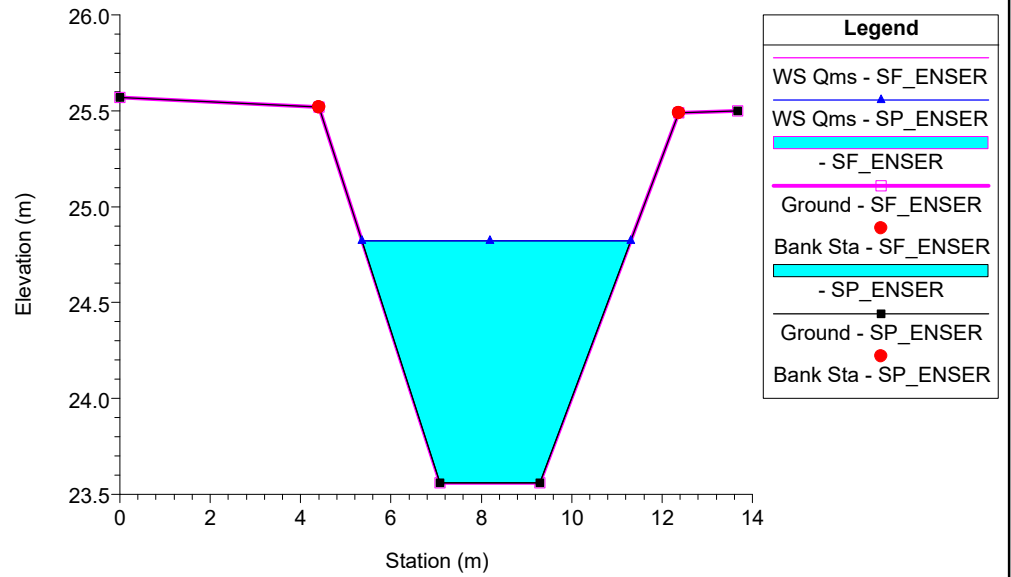
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 6 SEZIONE 9



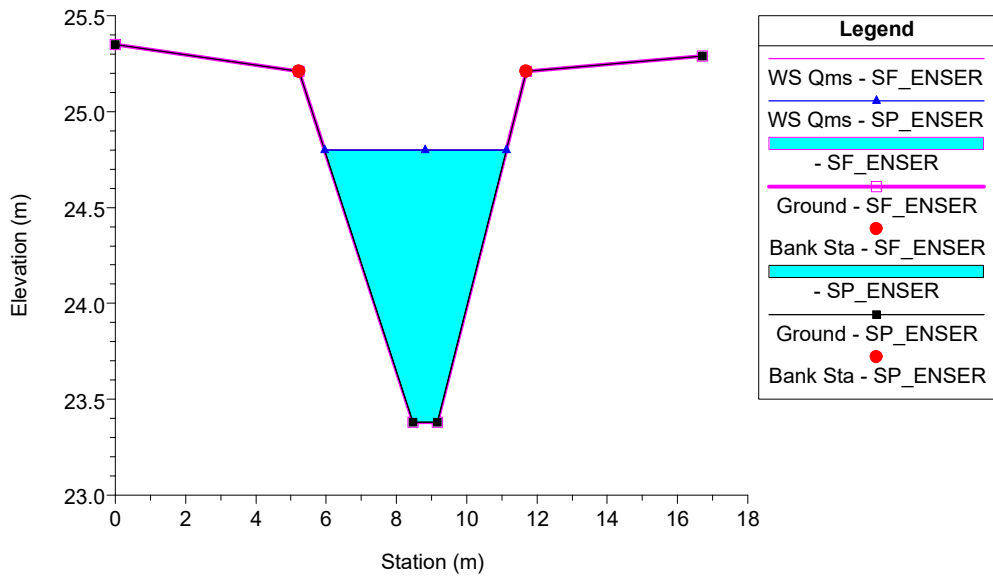
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 5



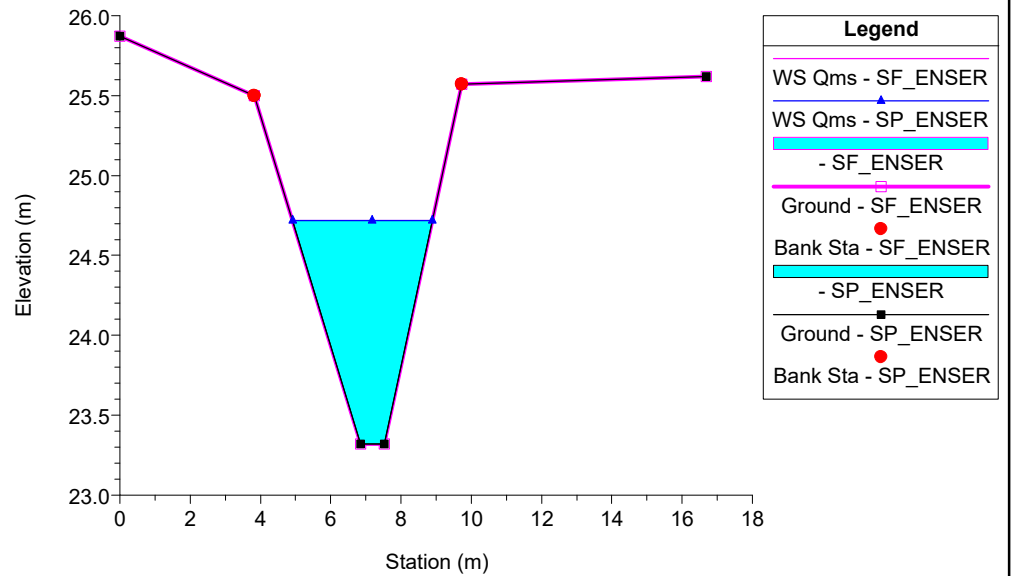
254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 4



254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 3



254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 2



254.T.B\_Condottello Bagnara Plan: 1) SP\_ENSER 2) SF\_ENSER  
RS = 1

