

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

IDROLOGIA E IDRAULICA

RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

L I 0 2 0 2 D 7 8 R I I D 0 0 0 2 0 0 2 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	A.Ingletti	11/2018	A.Tortora	11/2018	B.Bianchi	11/2018	D.Tiberti 03/2019
B	Emissione definitiva	M. Coccato	03/2019	G. De Cianfi	03/2019	B.Bianchi	03/2019	

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane
UO Infrastrutture Sud
DIP. Infrastrutture Sud
Ordine n. 11/2019 Prov. di Napoli n. 10375

File: LI0202D78RIID0002002B.doc

n. Elab.:

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 2 DI 217

INDICE

1. PREMESSA	16
2. ELENCO ELABORATI	18
3. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	22
4. IL RILIEVO DELLA ZONA E L'IDENTIFICAZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA MINORE	23
4.1 Individuazione degli attraversamenti idraulici maggiori.....	23
5. METODOLOGIA DI CALCOLO E CRITERI DI VERIFICA	27
5.1 Manuale di progettazione ferroviario	27
5.2 NTC 2008 e relativa Circolare Applicativa	28
5.3 Norme di Attuazione PAI	30
5.4 Criteri di verifica.....	33
5.5 Metodologia di verifica idraulica mediante simulazioni idrauliche su modello matematico in schema di moto permanente.....	34
5.5.1 <i>Caratteristiche modello matematico</i>	34
5.5.2 <i>Calcolo del profilo a moto permanente</i>	42
5.5.3 <i>Equazione della conservazione della quantità di moto</i>	46
5.5.4 <i>Equazione di Yarnell</i>	50
5.5.5 <i>Calcolo del rigurgito dovuto ai tombini/ponticelli</i>	54
6. VERIFICA IDRAULICA OPERE	59
6.1 Portate di progetto	62
6.2 Taratura dei modelli	64

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 3 DI 217

6.3	Rappresentazione dei risultati delle simulazioni numeriche	66
6.4	Simulazioni numeriche delle interferenze idrauliche in condizioni ante operam .	68
6.4.1	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 01 – pk 2+790</i>	69
6.4.2	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 02 – pk 3+425</i>	71
6.4.3	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 03 – pk 7+150</i>	74
6.4.4	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 05 – pk 8+675</i>	76
6.4.5	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 06 – pk 9+900</i>	78
6.4.6	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 07 – pk 10+714</i>	81
6.4.7	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 10 – pk 15+650-20+000</i>	83
6.4.8	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 11 – pk 16+695,58.....</i>	86
6.4.9	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 12 – pk 17+520 - 17+595</i>	88
6.4.10	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 13 – pk 18+075.....</i>	91
6.4.11	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 14 – pk 19+305,39..</i>	93
6.4.12	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 15 – pk 20+250.....</i>	95
6.4.13	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 16 – pk 20+600.....</i>	97
6.4.14	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 17 – pk 21+150.....</i>	100
6.4.15	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 18 – pk 22+025....</i>	102
6.4.16	<i>Simulazione numerica ante operam interferenza n. 19 – pk 22+361,57</i>	106
6.5	Simulazioni numeriche delle interferenze idrauliche in condizioni post operam	108
6.5.1	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 01 – pk 2+790.....</i>	108
6.5.2	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 02 – pk 3+425.....</i>	113
6.5.3	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 03 – pk 7+150.....</i>	118
6.5.4	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 04 – pk 7+865,80.....</i>	123
6.5.5	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 05 – pk 8+675.....</i>	128
6.5.6	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 06 – pk 9+900.....</i>	132

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 4 DI 217

6.5.7	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 07 – pk 10+714.....</i>	136
6.5.8	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 08 – pk 12+197.....</i>	140
6.5.9	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 09 – pk 13+900-15+100 144</i>	
6.5.10	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 10 – pk 15+650- 20+000</i>	148
6.5.11	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 11 – pk 16+695,58</i>	154
6.5.12	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 12 – pk 17+520 - 17+795</i>	158
6.5.13	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 13 – pk 18+075.....</i>	163
6.5.14	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 14 – pk 19+305,39</i>	168
6.5.15	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 15 – pk 20+250.....</i>	172
6.5.16	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 16 – pk 20+600.....</i>	176
6.5.17	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 17 – pk 21+150.....</i>	180
6.5.18	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 18 – pk 22+025.....</i>	184
6.5.19	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 19 – pk 22+361,57</i>	190
6.5.20	<i>Simulazione numerica post operam interferenza n. 20 – pk 24+909,60</i>	193
7.	VERIFICA DELLE CONDIZIONI D'INCIPIENTE EROSIONE	198
7.1	Rivestimento in massi naturali	200
7.2	Rivestimento in Materassi Tipo Reno	209
8.	COMPATIBILITA' IDRAULICA	211
8.1	Studio idrologico	212
8.2	Verifiche idrauliche	212
8.3	Sistemazioni idrauliche	213
8.4	L'analisi di compatibilità idraulica.....	214



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02	D 78	RI ID0002 002	A	5 DI 217

ALLEGATO A: SEZIONI SIMULATE ANTE OPERAM

ALLEGATO B: SEZIONI SIMULATE POST OPERAM

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 6 DI 217

INDICE TABELLE

Tabella 1 - Elenco elaborati annessi	21
Tabella 2 - Caratteristiche sintetiche degli interventi per la risoluzione delle maggiori interferenze idrauliche con la linea ferroviaria in progetto.....	26
Tabella 3 - Criteri di verifica.....	34
Tabella 4 – Coefficiente di resistenza idrodinamico C_D	50
Tabella 5 – Coefficiente di Yarnell.....	51
Tabella 6 - Caratteristiche geometriche degli interventi per la risoluzione delle maggiori interferenze idrauliche con la linea ferroviaria in progetto.....	61
Tabella 7 - Portate di Progetto	63
Tabella 8 - Tabella riepilogativa per la scelta del coefficiente di Manning (Chow, 1959).....	65
Tabella 9 - Risultati simulazione AO pk 2+790	70
Tabella 10 - Risultati simulazione AO pk 3+450	73
Tabella 11 - Risultati simulazione AO pk 7+150	75
Tabella 12 - Risultati simulazione AO pk 8+675	77
Tabella 13 - Risultati simulazione AO pk 9+900	80
Tabella 14 - Risultati simulazione AO pk 10+714	82
Tabella 15 - Risultati simulazione AO pk 15+650-20+000	85
Tabella 16 - Risultati simulazione AO pk 16+695,58	87
Tabella 17 - Risultati simulazione AO pk 17+520 – 17+595	90
Tabella 18 - Risultati simulazione AO pk 18+075	92
Tabella 19 - Risultati simulazione AO pk 19+305,39	94
Tabella 20 - Risultati simulazione AO pk 20+250	97
Tabella 21 - Risultati simulazione AO pk 20+600	99
Tabella 22 - Risultati simulazione AO pk 21+150	101
Tabella 23 - Risultati simulazione AO pk 22+025 – $Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$	104
Tabella 24 - Risultati simulazione AO pk 22+025 – Q_{Tr300}	105
Tabella 25 - - Risultati simulazione AO pk 22+361,57	107
Tabella 26 - Caratteristiche intervento pk 2+790	109

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 7 DI 217

Tabella 27 - Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 2+790.....	110
Tabella 28 - Risultati simulazione PO pk 2+790	111
Tabella 29 - Caratteristiche intervento pk 3+425	114
Tabella 30- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 3+425.....	114
Tabella 31 - Risultati simulazione PO pk 3+450	116
Tabella 32 - Caratteristiche intervento pk 7+150	119
Tabella 33- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 7+150.....	119
Tabella 34 - Risultati simulazione PO pk 7+150	121
Tabella 35 - Caratteristiche intervento pk 7+865,80	124
Tabella 36- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 7+865,80.....	124
Tabella 37 – Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombini pk 7+865,80	125
Tabella 38 - Risultati simulazione PO pk 7+865,80	126
Tabella 39 - Caratteristiche intervento pk 8+675	129
Tabella 40- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 8+675.....	129
Tabella 41 - Risultati simulazione PO pk 8+675	130
Tabella 42 - Caratteristiche intervento pk 9+900	133
Tabella 43- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 9+900.....	133
Tabella 44 - Risultati simulazione PO pk 9+900	134
Tabella 45 - Caratteristiche intervento pk 10+714	137
Tabella 46- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 10+714.....	137
Tabella 47 – Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombino pk 10+714.....	138
Tabella 48 - Risultati simulazione PO pk 10+714	138

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 8 DI 217

Tabella 49 - Caratteristiche intervento pk 12+197	141
Tabella 50- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 12+197.....	141
Tabella 51– Valori del grado di riempimento e della velocita – Tombino pk 12+197.....	142
Tabella 52 - Risultati simulazione PO pk 12+197	142
Tabella 53 - Caratteristiche intervento pk 13+900 – 15+100	145
Tabella 54 - Risultati simulazione PO pk 13+900-15+100	146
Tabella 55 - Caratteristiche intervento pk 15+650 – 20+000	150
Tabella 56- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 15+650-20+000.....	151
Tabella 57 - Risultati simulazione PO pk 15+650-20+000	152
Tabella 58 - Caratteristiche intervento pk 16+695,58	155
Tabella 59- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 16+695,58.....	155
Tabella 60 – Valori del grado di riempimento e della velocita – Tombino pk 16+695,58.....	156
Tabella 61 - Risultati simulazione PO pk 16+695,58	156
Tabella 62 - Caratteristiche intervento pk 17+520-17+595	159
Tabella 63- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 17+520-17+595.....	159
Tabella 64 - Risultati simulazione PO pk 17+520-17+595	161
Tabella 65 - Caratteristiche intervento pk 18+075	164
Tabella 66- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 18+075.....	165
Tabella 67 - Risultati simulazione PO pk 18+075	166
Tabella 68 - Caratteristiche intervento pk 19+305,39	169
Tabella 69- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 19+305,39.....	169
Tabella 70 – Valori del grado di riempimento e della velocita – Tombino pk 19+305,39.....	170
Tabella 71 - Risultati simulazione PO pk 19+305,39	170

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 9 DI 217

Tabella 72 - Caratteristiche intervento pk 20+250	173
Tabella 73- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 20+250.....	173
Tabella 74 - Risultati simulazione PO pk 20+250	174
Tabella 75 - Caratteristiche intervento pk 20+600	177
Tabella 76- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 20+600.....	177
Tabella 77 - Risultati simulazione PO pk 20+600	178
Tabella 78 - Caratteristiche intervento pk 21+150	181
Tabella 79- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 21+150.....	181
Tabella 80 - Risultati simulazione PO pk 21+150	182
Tabella 81 - Caratteristiche intervento pk 22+025	186
Tabella 82- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 22+025.....	187
Tabella 83 – Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombino pk 22+025.....	187
Tabella 84 - Risultati simulazione PO pk 22+025 – Q = 10 m ³ /s.....	188
Tabella 85 - Risultati simulazione PO pk 22+025 – QTr300	189
Tabella 86 - Caratteristiche intervento pk 22+361,57	191
Tabella 87- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 22+361,57.....	191
Tabella 88 – Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombino pk 22+361,57.....	192
Tabella 89 - Risultati simulazione PO pk 22+361,57	192
Tabella 90 - Caratteristiche intervento pk 24+909,60	194
Tabella 91- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 24+909,60.....	195
Tabella 92 – Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombino pk 24+909,60.....	195
Tabella 93 - Risultati simulazione PO pk 24+909,60	196
Tabella 94 - Tipologia di rivestimento Inalveazioni	199

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 10 DI 217

Tabella 95 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 03 – pk 07+150.....	202
Tabella 96 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 05 – pk 08+675.....	203
Tabella 97 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 10 – pk 15+650 - 20+000.....	203
Tabella 98 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 11 – pk 16+695,58.....	204
Tabella 99 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 12 – pk 17+520-17+595.....	204
Tabella 100 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 13 – pk 18+075.....	205
Tabella 101 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 14 – pk 19+305,39.....	206
Tabella 102 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 16 – pk 20+600.....	207
Tabella 103 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 17 – pk 21+150.....	208
Tabella 104 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 18 – pk 22+025.....	208
Tabella 105 - Verifica Rivestimenti in Materassi Tipo Reno.....	210
Tabella 106 - Velocità critica e Limiti di velocità per materassi reno e gabbioni.....	210

INDICE FIGURE

Tabella 1 - Elenco elaborati annessi	21
Tabella 2 - Caratteristiche sintetiche degli interventi per la risoluzione delle maggiori interferenze idrauliche con la linea ferroviaria in progetto.....	26
Tabella 3 - Criteri di verifica.....	34

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 11 DI 217

Tabella 4 – Coefficiente di resistenza idrodinamico C_D	50
Tabella 5 – Coefficiente di Yarnell.....	51
Tabella 6 - Caratteristiche geometriche degli interventi per la risoluzione delle maggiori interferenze idrauliche con la linea ferroviaria in progetto.....	61
Tabella 7 - Portate di Progetto	63
Tabella 8 - Tabella riepilogativa per la scelta del coefficiente di Manning (Chow, 1959).....	65
Tabella 9 - Risultati simulazione AO pk 2+790	70
Tabella 10 - Risultati simulazione AO pk 3+450	73
Tabella 11 - Risultati simulazione AO pk 7+150	75
Tabella 12 - Risultati simulazione AO pk 8+675	77
Tabella 13 - Risultati simulazione AO pk 9+900	80
Tabella 14 - Risultati simulazione AO pk 10+714	82
Tabella 15 - Risultati simulazione AO pk 15+650-20+000	85
Tabella 16 - Risultati simulazione AO pk 16+695,58	87
Tabella 17 - Risultati simulazione AO pk 17+520 – 17+595	90
Tabella 18 - Risultati simulazione AO pk 18+075	92
Tabella 19 - Risultati simulazione AO pk 19+305,39	94
Tabella 20 - Risultati simulazione AO pk 20+250	97
Tabella 21 - Risultati simulazione AO pk 20+600	99
Tabella 22 - Risultati simulazione AO pk 21+150	101
Tabella 23 - Risultati simulazione AO pk 22+025 – $Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$	104
Tabella 24 - Risultati simulazione AO pk 22+025 – Q_{Tr300}	105
Tabella 25 - - Risultati simulazione AO pk 22+361,57	107
Tabella 26 - Caratteristiche intervento pk 2+790	109
Tabella 27 - Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 2+790.....	110
Tabella 28 - Risultati simulazione PO pk 2+790	111
Tabella 29 - Caratteristiche intervento pk 3+425	114

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 12 DI 217

Tabella 30- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 3+425.....	114
Tabella 31 - Risultati simulazione PO pk 3+450	116
Tabella 32 - Caratteristiche intervento pk 7+150	119
Tabella 33- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 7+150.....	119
Tabella 34 - Risultati simulazione PO pk 7+150	121
Tabella 35 - Caratteristiche intervento pk 7+865,80	124
Tabella 36- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 7+865,80.....	124
Tabella 37 – Valori del grado di riempimento e della velocita – Tombini pk 7+865,80	125
Tabella 38 - Risultati simulazione PO pk 7+865,80	126
Tabella 39 - Caratteristiche intervento pk 8+675	129
Tabella 40- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 8+675.....	129
Tabella 41 - Risultati simulazione PO pk 8+675	130
Tabella 42 - Caratteristiche intervento pk 9+900	133
Tabella 43- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 9+900.....	133
Tabella 44 - Risultati simulazione PO pk 9+900	134
Tabella 45 - Caratteristiche intervento pk 10+714	137
Tabella 46- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 10+714.....	137
Tabella 47 – Valori del grado di riempimento e della velocita – Tombino pk 10+714.....	138
Tabella 48 - Risultati simulazione PO pk 10+714	138
Tabella 49 - Caratteristiche intervento pk 12+197	141
Tabella 50- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 12+197.....	141
Tabella 51– Valori del grado di riempimento e della velocita – Tombino pk 12+197.....	142

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 13 DI 217

Tabella 52 - Risultati simulazione PO pk 12+197	142
Tabella 53 - Caratteristiche intervento pk 13+900 – 15+100	145
Tabella 54 - Risultati simulazione PO pk 13+900-15+100	146
Tabella 55 - Caratteristiche intervento pk 15+650 – 20+000	150
Tabella 56- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 15+650-20+000.....	151
Tabella 57 - Risultati simulazione PO pk 15+650-20+000	152
Tabella 58 - Caratteristiche intervento pk 16+695,58	155
Tabella 59- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 16+695,58.....	155
Tabella 60 – Valori del grado di riempimento e della velocita – Tombino pk 16+695,58.....	156
Tabella 61 - Risultati simulazione PO pk 16+695,58	156
Tabella 62 - Caratteristiche intervento pk 17+520-17+595	159
Tabella 63- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 17+520-17+595.....	159
Tabella 64 - Risultati simulazione PO pk 17+520-17+595	161
Tabella 65 - Caratteristiche intervento pk 18+075	164
Tabella 66- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 18+075.....	165
Tabella 67 - Risultati simulazione PO pk 18+075	166
Tabella 68 - Caratteristiche intervento pk 19+305,39	169
Tabella 69- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 19+305,39.....	169
Tabella 70 – Valori del grado di riempimento e della velocita – Tombino pk 19+305,39.....	170
Tabella 71 - Risultati simulazione PO pk 19+305,39	170
Tabella 72 - Caratteristiche intervento pk 20+250	173
Tabella 73- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 20+250.....	173
Tabella 74 - Risultati simulazione PO pk 20+250	174

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 14 DI 217

Tabella 75 - Caratteristiche intervento pk 20+600	177
Tabella 76- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 20+600.....	177
Tabella 77 - Risultati simulazione PO pk 20+600	178
Tabella 78 - Caratteristiche intervento pk 21+150	181
Tabella 79- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 21+150.....	181
Tabella 80 - Risultati simulazione PO pk 21+150	182
Tabella 81 - Caratteristiche intervento pk 22+025	186
Tabella 82- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 22+025.....	187
Tabella 83 – Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombino pk 22+025.....	187
Tabella 84 - Risultati simulazione PO pk 22+025 – Q = 10 m ³ /s.....	188
Tabella 85 - Risultati simulazione PO pk 22+025 – QTr300	189
Tabella 86 - Caratteristiche intervento pk 22+361,57	191
Tabella 87- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 22+361,57.....	191
Tabella 88 – Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombino pk 22+361,57.....	192
Tabella 89 - Risultati simulazione PO pk 22+361,57	192
Tabella 90 - Caratteristiche intervento pk 24+909,60	194
Tabella 91- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 24+909,60.....	195
Tabella 92 – Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombino pk 24+909,60.....	195
Tabella 93 - Risultati simulazione PO pk 24+909,60	196
Tabella 94 - Tipologia di rivestimento Inalveazioni	199
Tabella 95 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 03 – pk 07+150.....	202
Tabella 96 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 05 – pk 08+675.....	203

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 15 DI 217

Tabella 97 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 10 – pk 15+650 - 20+000.....	203
Tabella 98 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 11 – pk 16+695,58.....	204
Tabella 99 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 12 – pk 17+520-17+595.....	204
Tabella 100 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 13 – pk 18+075.....	205
Tabella 101 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 14 – pk 19+305,39.....	206
Tabella 102 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 16 – pk 20+600.....	207
Tabella 103 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 17 – pk 21+150.....	208
Tabella 104 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 18 – pk 22+025.....	208
Tabella 105 - Verifica Rivestimenti in Materassi Tipo Reno.....	210
Tabella 106 - Velocità critica e Limiti di velocità per materassi reno e gabbioni.....	210

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 16 DI 217

1. PREMESSA

La presente relazione riassume le risultanze delle analisi idrauliche eseguite per il dimensionamento e la verifica degli inalveamenti e delle opere di attraversamento maggiori previste nell'ambito progettazione definitiva dell'intervento di raddoppio della linea ferroviaria Termoli - Lesina, nella tratta che si sviluppa tra Termoli e Ripalta. Lo sviluppo complessivo della linea ferroviaria interessata dal presente studio è di circa 25 km compresa tra la progressiva km 0+000 e la km 24+930.

Lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

- Analisi su modello matematico di simulazione idraulica in schema di moto permanente monodimensionale nelle configurazioni attuale e di progetto (solo di progetto per alcune interferenze);
- Dimensionamento degli inalveamenti di progetto e delle nuove opere di attraversamento;
- Redazione delle planimetrie di esondazione, dei profili di moto permanente e delle sezioni trasversali con livelli idrici ed energetici nelle configurazioni attuale e di progetto.
- Analisi di compatibilità idraulica;

Lo studio idraulico riportato nei successivi paragrafi è stato redatto in accordo con il manuale di progettazione ferroviario e con gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore; in particolar modo fra gli strumenti legislativi è stato adottato il P.A.I., Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini del Fiume Biferno e Minori e del Fiume Saccione. Oltre al PAI, per ogni attraversamento in corrispondenza di viadotti ferroviari o stradali è stato verificato il rispetto delle NTC 2008 e della relativa circolare applicativa del 2 febbraio 2009, n. 617 *“Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le*

	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta</p>												
<p>RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI02</td> <td>02</td> <td>D 78</td> <td>RI ID0002 002</td> <td>A</td> <td>17 DI 217</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI02	02	D 78	RI ID0002 002	A	17 DI 217
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
LI02	02	D 78	RI ID0002 002	A	17 DI 217								

costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008” (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27).



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 18 DI 217

2. ELENCO ELABORATI

N.	DESCRIZIONE ELABORATO	SCALA	CODIFICA
1	Relazione idrologica corsi d'acqua maggiori e minori	-	LI0202D78RIID0001002C
2	Relazione idraulica opere di attraversamento maggiori	-	LI0202D78RIID0002002B
3	Relazione idraulica opere di attraversamento minori	-	LI0202D78RIID0002003B
4	Corografia dei bacini 1/2	1:15000	LI0202D78CZID0002001C
5	Corografia dei bacini 2/2	1:15000	LI0202D78CZID0002002C
6	Planimetria ante operam "Vallone Fosso Mucchiotti" pk 0+607	1:1000	LI0202D78P7ID0002001A
7	Profilo ante operam "Vallone Fosso Mucchiotti" pk 0+607	1:1000/1:200	LI0202D78FZID0002003A
8	Sezioni ante operam "Vallone Fosso Mucchiotti" pk 0+607 1/3	1:200	LI0202D78W9ID0002001A
9	Sezioni ante operam "Vallone Fosso Mucchiotti" pk 0+607 2/3	1:200	LI0202D78W9ID0002002A
10	Sezioni ante operam "Vallone Fosso Mucchiotti" pk 0+607 3/3	1:200	LI0202D78W9ID0002003A
11	Pianta, profilo e sezioni ante operam "Canale di Bonifica n 2" pk 2+790	varie	LI0202D78PZID0002025A
12	Pianta, profilo e sezioni post operam "Canale di Bonifica n 2" pk 2+790	varie	LI0202D78PZID0002026B
13	Pianta, profilo e sezioni ante operam "Canale di Bonifica n 4" pk 3+425	varie	LI0202D78PZID0002027B
14	Pianta, profilo e sezioni post operam Canale di Bonifica n 4" pk 3+425	varie	LI0202D78PZID0002028B
15	Pianta, profilo, sezioni e particolari deviazione "Canale di Bonifica n 5" pk 3+875	varie	LI0202D78PZID0002029B
16	Pianta, profilo, sezioni e particolari deviazione "Canale di Bonifica n 5" pk 4+695	varie	LI0202D78PZID0002030B
17	Planimetria ante e post operam "Fosso Giardino" pk 7+150	1:1000	LI0202D78P7ID0002002B
18	Profilo ante operam "Fosso Giardino" pk 7+150	1:1000/1:200	LI0202D78FZID0002004A
19	Profilo post operam "Fosso Giardino" pk 7+150	1:1000/1:200	LI0202D78FZID0002005B
20	Sezioni ante operam "Fosso Giardino" pk 7+150 1/3	1:200	LI0202D78W9ID0002004A
21	Sezioni ante operam "Fosso Giardino" pk 7+150 2/3	1:200	LI0202D78W9ID0002005A
22	Sezioni ante operam "Fosso Giardino" pk 7+150 3/3	1:200	LI0202D78W9ID0002006A
23	Sezioni post operam "Fosso Giardino" pk 7+150 1/3	1:200	LI0202D78W9ID0002007B
24	Sezioni post operam "Fosso Giardino" pk 7+150 2/3	1:200	LI0202D78W9ID0002008B
25	Sezioni post operam "Fosso Giardino" pk 7+150 3/3	1:200	LI0202D78W9ID0002009B
26	Pianta, prospetto e sezioni opera di attraversamento "Fosso Giardino" pk 7+150	varie	LI0202D78PZID0002031B
27	Pianta, profilo e sezioni pk 7+865	varie	LI0202D78PZID0002032B



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 19DI217

N.	DESCRIZIONE ELABORATO	SCALA	CODIFICA
28	Planimetria ante e post operam "Canale due Miglia" pk 8+675	1:1000	LI0202D78P7ID0002003B
29	Profilo ante e post operam "Canale due Miglia" pk 8+675	1:1000/1:200	LI0202D78FZID0002006B
30	Sezioni ante operam "Canale due Miglia" pk 8+675 1/2	1:200	LI0202D78W9ID0002010A
31	Sezioni ante operam "Canale due Miglia" pk 8+675 2/2	1:200	LI0202D78W9ID0002011A
32	Sezioni post operam "Canale due Miglia" pk 8+675 1/2	1:200	LI0202D78W9ID0002012B
33	Sezioni post operam "Canale due Miglia" pk 8+675 2/2	1:200	LI0202D78W9ID0002013B
34	Pianta, prospetto e sezioni opera di attraversamento "Canale due Miglia" pk 8+675	varie	LI0202D78PZID0002033B
35	Pianta, profilo e sezioni ante operam "Canale delle Canne" pk 9+900	varie	LI0202D78PZID0002034A
36	Pianta, profilo e sezioni post operam "Canale delle Canne" pk 9+900	varie	LI0202D78PZID0002035B
37	Pianta, profilo e sezione tipo tombino "Canale Secondario n 7" pk 10+714	varie	LI0202D78PZID0002036B
38	Dettaglio devizione fosso alla pk 12+100 e alla pk 15+350	varie	LI0202D78BZID0002002B
39	Pianta e profilo "Canale Orientale delle Acque Medie" pk 12+197	varie	LI0202D78PZID0002037B
40	Sezioni "Canale Orientale delle Acque Medie" pk 12+197	1:200	LI0202D78W9ID0002014B
41	Planimetria post operam "Canale Orientale delle Acque Medie" pk 13+900 - 15+100	1:2000	LI0202D78P6ID0002001B
42	Profilo post operam "Canale Orientale delle Acque Medie" pk 13+900 - 15+100	1:1000/1:200	LI0202D78FZID0002007B
43	Sezioni post operam "Canale Orientale delle Acque Medie" pk 13+900 - 15+100	1:200	LI0202D78W9ID0002015B
44	Planimetria ante operam "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" pk 15+650 - 20+000 1/2	1:2000	LI0202D78P6ID0002002A
45	Planimetria ante operam "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" pk 15+650 - 20+000 2/2	1:2000	LI0202D78P6ID0002003A
46	Profilo ante operam "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" pk 15+650 - 20+000 1/2	1:1000/1:200	LI0202D78FZID0002008A
47	Profilo ante operam "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" pk 15+650 - 20+000 2/2	1:1000/1:200	LI0202D78FZID0002009A
48	Sezioni ante operam "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" pk 15+650 - 20+000 1/2	1:200	LI0202D78W9ID0002016A
49	Sezioni ante operam "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" pk 15+650 - 20+000 2/2	1:200	LI0202D78W9ID0002017A
50	Planimetria post operam "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" pk 15+650 - 20+000 1/2	1:2000	LI0202D78P6ID0002004B
51	Planimetria post operam "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" pk 15+650 - 20+000 2/2	1:2000	LI0202D78P6ID0002005B
52	Profilo post operam "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" pk 15+650 - 20+000 1/2	1:1000/1:200	LI0202D78FZID0002010B



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 20 DI 217

N.	DESCRIZIONE ELABORATO	SCALA	CODIFICA
53	Profilo post operam "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" pk 15+650 - 20+000 2/2	1:1000/1:200	LI0202D78FZID0002011B
54	Sezioni post operam "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" pk 15+650 - 20+000 1/2	1:200	LI0202D78W9ID0002018B
55	Sezioni post operam "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" pk 15+650 - 20+000 2/2	1:200	LI0202D78W9ID0002019B
56	Dettaglio deviazione "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" dalla pk 15+500 alla pk 16+700	varie	LI0202D78BZID0002003B
57	Dettaglio deviazione "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" dalla pk 19+650 alla pk 20+000	varie	LI0202D78BZID0002004B
58	Pianta, profilo, sezioni e particolari deviazione fosso pk 15+725	varie	LI0202D78PZID0002038B
59	Pianta, profilo e sezione tipo tombino pk 16+695,58	varie	LI0202D78PZID0002039B
60	Pianta, profilo e sezioni ante operam "Canale Baraccone" pk 17+520-17+595	varie	LI0202D78PZID0002040A
61	Pianta, profilo e sezioni post operam "Canale Baraccone" pk 117+520-17+595	varie	LI0202D78PZID0002041B
62	Pianta, profilo e sezioni ante operam "Canale Zamparone" pk 18+075	varie	LI0202D78PZID0002042A
63	Pianta, profilo e sezioni post operam "Canale Zamparone" pk 18+075	varie	LI0202D78PZID0002043B
64	Pianta e prospetto opere di attraversamento canale pk 18+075	varie	LI0202D78PZID0002044B
65	Pianta, prospetto e sezioni post operam dell'opera di attraversamento "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" pk 18+620	varie	LI0202D78PZID0002045B
66	Pianta, profilo e sezioni tombino pk 18+836	varie	LI0202D78PZID0002046B
67	Pianta, profilo e sezioni Canale pk 19+305,39	varie	LI0202D78PZID0002047B
68	Pianta, profilo e sezioni tombino pk 19+592,16	varie	LI0202D78PZID0002048B
69	Pianta, profilo e sezioni ante operam Incisione "Vallone della Castagna" pk 20+250	varie	LI0202D78PZID0002049A
70	Pianta, profilo e sezioni post operam Incisione "Vallone della Castagna" pk 20+250	varie	LI0202D78PZID0002050B
71	Pianta, profilo e sezioni ante operam Incisione pk 20+600	varie	LI0202D78PZID0002051A
72	Pianta, profilo e sezioni post operam Incisione pk 20+600	varie	LI0202D78PZID0002052B
73	Planimetria ante e post operam vallone pk 21+150	1:1000	LI0202D78P7ID0002004B
74	Profilo ante operam vallone pk 21+150	1:1000/1:200	LI0202D78FZID0002012A
75	Profilo post operam vallone pk 21+150	1:1000/1:200	LI0202D78FZID0002013B
76	Sezioni ante operam vallone pk 21+150 1/3	1:200	LI0202D78W9ID0002020A
77	Sezioni ante operam vallone pk 21+150 2/3	1:200	LI0202D78W9ID0002021A
78	Sezioni ante operam vallone pk 21+150 3/3	1:200	LI0202D78W9ID0002022A



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02	D 78 RI	ID0002 002	A	21 DI 217

<i>N.</i>	<i>DESCRIZIONE ELABORATO</i>	<i>SCALA</i>	<i>CODIFICA</i>
79	Sezioni post operam vallone pk 21+150 1/4	1:200	LI0202D78W9ID0002023B
80	Sezioni post operam vallone pk 21+150 2/4	1:200	LI0202D78W9ID0002024B
81	Sezioni post operam vallone pk 21+150 3/4	1:200	LI0202D78W9ID0002025B
82	Sezioni post operam vallone pk 21+150 4/4	1:200	LI0202D78W9ID0002026B
83	Pianta, prospetto e sezioni opera di attraversamento pk 21+150	varie	LI0202D78PZID0002053B
84	Pianta, profilo e sezioni pk 22+361,57	varie	LI0202D78PZID0002054B
85	Pianta, profilo e sezioni post operam Incisione pk 24+909,60	varie	LI0202D78PZID0002055B
86	Profilo post operam "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" pk 15+650 - 20+000 1/2	1:1000/1:200	LI0202D78FZID0002010B
87	Profilo post operam "Canale Collettore di Bonifica delle Colline di Chieuti" pk 15+650 - 20+000 2/2	1:1000/1:200	LI0202D78FZID0002011B
88	Pianta, sezioni e particolari di dettaglio pk 20+250, pk 20+600, pk 24+909,60	varie	LI0202D78PZID0002058B
89	Tipologico Tombini e Rivestimento Canali	varie	LI0202D78BZID0002005A

Tabella 1 - Elenco elaborati annessi

3. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

La tratta ferroviaria Termoli - Ripalta si sviluppa in direzione Nord – Est per circa 25 km, per metà nella regione Molise e per l'altra metà nella regione Puglia.

In Figura 1 è visibile un inquadramento dell'area di studio.

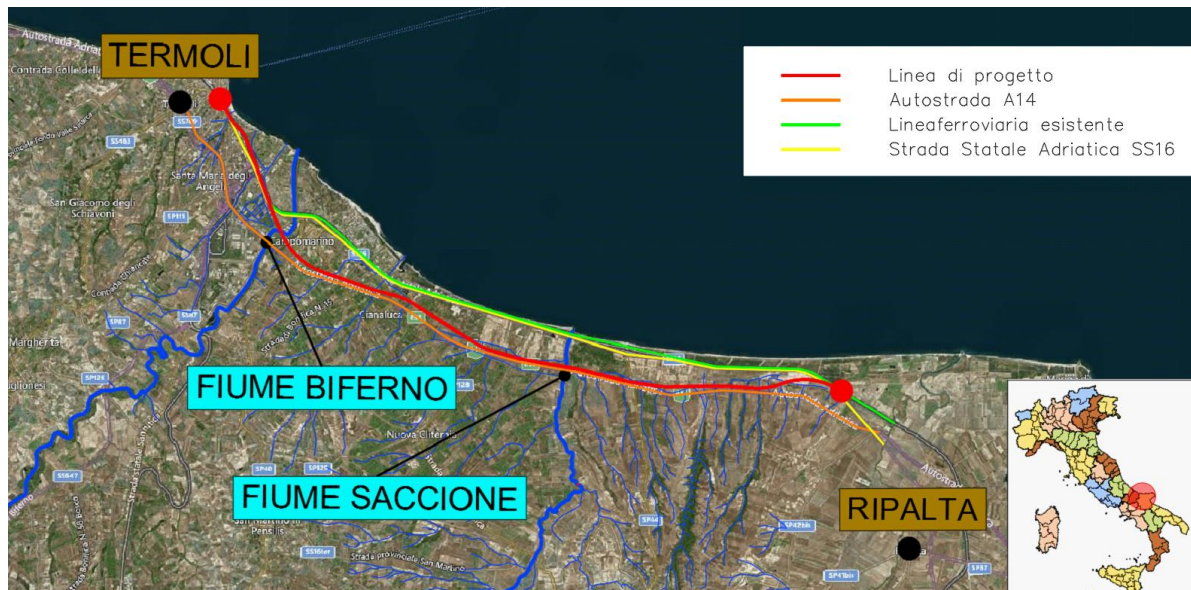


Figura 1 - Inquadramento dell'area

La tratta oggetto di studio ricade all'interno dei bacini del fiume Biferno e del fiume Saccione che vengono attraversati dalla linea ferroviaria (rappresentata in rosso in Figura 1) in corrispondenza delle Pk 4+900 e 15+600. Le principali infrastrutture di trasporto sono l'autostrada A14 (rappresentata in arancione in Figura 1) e la Strada Statale Adriatica SS 16 (rappresentata in giallo in Figura 1) i cui tracciati risultano essere in sostanziale affiancamento all'intera tratta ferroviaria. In verde è rappresentata invece la linea ferroviaria esistente.

I territori comunali interessati dal tracciato sono quelli di Termoli, Campomarino, Chieti e Serracapriola.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 23 DI 217

4. IL RILIEVO DELLA ZONA E L'IDENTIFICAZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA MINORE

Per ottenere una rappresentazione quotata della zona di analisi al fine di ricostruire l'esatta ubicazione dei corsi d'acqua maggiori interferenti con l'infrastruttura ferroviaria in progetto lungo la tratta ferroviaria Termoli - Ripalta, si è fatto riferimento a:

- Rilievo celerimetrico in campo;
- DEM (*Digital Elevation Model*) di tutta la porzione di territorio alla risoluzione di 20 m, disponibile presso il sito SINANET.isprambiente.it;
- Rilievo Lidar 1x1 e 2x2 m effettuato dal Ministero dell'Ambiente.

Grazie a queste informazioni sono stati costruiti i DTM (*Digital Terrain Map*) di diverso dettaglio, che hanno consentito la ricostruzione della rete idrografica e le dimensioni dei corsi d'acqua in oggetto.

Per identificare la rete idrografica dell'area di studio si è fatto uso del software Q-GIS che, grazie al DEM ed ai dati Lidar più accurati dell'area di interesse, ha permesso di estrarre il reticolo idrografico della zona.

4.1 Individuazione degli attraversamenti idraulici maggiori

Mediante l'analisi effettuata con l'ausilio del software Q-GIS è stata identificata la rete idrografica costituita dai corsi d'acqua maggiori interferenti con la linea ferroviaria di progetto (Figura 2).



Figura 2 - Ricostruzione dell'idrografia della zona di studio, con la suddivisione dei bacini afferenti agli attraversamenti idraulici

Nella tabella seguente sono riportati per ogni interferenza idraulica il codice identificativo, il codice WBS delle opere interessate, la progressiva chilometrica di progetto, la superficie del bacino idrografico sotteso e la tipologia di intervento.

<i>ID - WBS</i>	<i>Pk</i>	<i>Superficie bacino sotteso [km²]</i>	<i>Tipologia d'intervento in progetto</i>
01 – IN04	2+790	12.11	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI01) e inalveamento in canale in cls (trapezio e rettangolare)
02 – IN05	3+450	3.35	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI01) e inalveamento in canale rettangolare in cls

ID - WBS	Pk	Superficie bacino sotteso [km ²]	Tipologia d'intervento in progetto
03 – IN10	7+150	3.67	Attraversamento con la linea ferroviaria (VI03) e con la viabilità in viadotto di progetto (NV03-IV01 e NV04A-IV02) e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria
04 – IN11	7+867,50	0.07	Attraversamento con la linea ferroviaria e con la viabilità in rilevato di progetto (NV08C) tramite tombini scatolari rettangolari in cls e inalveamento in canale trapezio in cls
05 – IN12	8+675	8.30	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI04) e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria
06 – IN13	9+900	15.54	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI05) e deviazione dell'attuale sedime del corso d'acqua con inalveamento in canale trapezio in cls
07 – IN14	10+714	0.13	Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto tramite tombino scatolare rettangolare in cls e inalveamento in canale trapezio rivestito cls
08 – IN15	12+197	1.00	Attraversamento con la linea ferroviaria tramite tombino scatolare rettangolare in cls, attraversamento con la viabilità in viadotto di progetto (NV09-IV03) e inalveamento in canale trapezio in cls
09 – IN22	13+900 – 15+100	5.90	Deviazione dell'attuale sedime del corso d'acqua, a garanzia del rispetto della distanza minima di 10 m dal piede del rilevato ferroviario in progetto, con inalveamento in canale trapezio in cls
10 – IN31/IN44/IN45	15+650 – 20+000	23.77	<ol style="list-style-type: none"> (IN31_A) Attraversamento con la linea ferroviaria (VI09) e con la viabilità in viadotto di progetto (NV14/B-IV06) e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria (pk 18+620) (IN31_B) Attraversamento con la viabilità in viadotto di progetto (NV13-IV04) e rivestimento del fondo alveo con massi naturali di prima categoria (IN44) Deviazione dell'attuale sedime del corso d'acqua, a garanzia del rispetto della distanza minima di 10 m dalla linea ferroviaria in progetto, con inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria (dalla pk 15+650 alla pk 16+695,58) (IN45) Deviazione dell'attuale sedime del corso d'acqua, a garanzia del rispetto della distanza minima di 10 m dal rilevato ferroviario in progetto, con inalveamento in canale in terra (dalla pk 19+650 alla pk 20+000) e inalveamento
11 – IN26	16+695,58	0.96	Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto tramite tombino scatolare rettangolare in cls e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria
12 – IN28	17+520 – 17+595	2.71	Riprofilatura e rivestimento dell'alveo attivo e del terreno naturale sotto l'impronta della linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI07) con massi naturali di prima categoria.
13 – IN30	18+075	3.40	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto (VI08) e con le viabilità di progetto (NV14 A/B) tramite tombini scatolari rettangolari in cls e inalveamento in canale trapezio rivestito in



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - RipaltaRELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORIPROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 26 DI 217

ID - WBS	Pk	Superficie bacino sotteso [km ²]	Tipologia d'intervento in progetto
			massi naturali di prima categoria
14 – IN33	19+305,39	0.05	Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto tramite tombino scatolare rettangolare in cls e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria
15 – IN35	20+250	0.20	Attraversamento con la linea ferroviaria (VI10) e con la viabilità in viadotto di progetto (NV17-IV07) e inalveamento in canale trapezio con fondo rivestito in materassi tipo Reno di spessore 30 cm
16 – IN36	20+600	0.67	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI11) e con la viabilità in viadotto di progetto (NV17-IV08) e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria
17 – IN37	21+150	1.57	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI12) e inalveamento in canale a sezione variabile rivestito in massi naturali di prima categoria
18 – IN90	22+025	10.27	Attraversamento con la nuova viabilità NV18 in rilevato di progetto della Strada Statale N. 16 Adriatica tramite doppio tombino scatolare rettangolare in cls e risagomatura del canale
19 – IN40	22+361,57	0.17	Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto tramite tombino scatolare rettangolare in cls e inalveamento in canale rettangolare in cls
20 – IN43	24+909,60	1.43	Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto tramite tombino scatolare rettangolare in cls e inalveamento in canale rettangolare rivestito con materassi tipo Reno di spessore 30 cm e gabbioni metallici a sezione 1x1 m

Tabella 2 - Caratteristiche sintetiche degli interventi per la risoluzione delle maggiori interferenze idrauliche con la linea ferroviaria in progetto

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 27 DI 217

5. METODOLOGIA DI CALCOLO E CRITERI DI VERIFICA

5.1 Manuale di progettazione ferroviario

Come previsto dal Manuale di Progettazione ferroviario ogni tipo di manufatto idraulico verrà verificato utilizzando i seguenti tempi di ritorno T_r :

...omississ...

Manufatti di attraversamento (ponti e tombini):

- *linea ferroviaria $T_r = 300$ anni per $S > 10 \text{ km}^2$*
- *linea ferroviaria $T_r = 200$ anni per $S < 10 \text{ km}^2$*
- *deviazioni stradali $T_r = 200$ anni*

...omississ...

Per la verifica idraulica delle opere di attraversamento principali il manuale prevede quanto segue:

“Relativamente ai requisiti idraulici nei confronti dei livelli di massima piena si specifica quanto segue:

- *franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena, calcolato come precedentemente descritto, pari a 0.50 m e comunque non inferiore ad 1.5 m sul livello idrico.*
- *posizionamento delle spalle del viadotto in modo tale da non ridurre significativamente la sezione di deflusso in alveo ed in golena.*
- *posizionamento e geometria delle pile in alveo ed in golena in modo da non provocare significativi fenomeni di rigurgito ovvero fenomeni di erosione localizzati sulle sponde ed in alveo.*
- *Il calcolo dello scalzamento localizzato indotto dalle opere di sostegno deve essere valutato considerando le dimensioni delle pile; nel caso in cui il plinto di fondazione*

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 28 DI 217

venga messo allo scoperto dall'erosione, le dimensioni maggiori e le forme più tozze dello stesso provocano un ulteriore scalzamento e pertanto, in tale condizione, il calcolo dell'erosione localizzata va ripetuto portando in conto la diversa geometria.”

Per la verifica idraulica delle opere di attraversamento secondarie il manuale prevede quanto segue:

“Le tipologie ammesse sono:

- *tombini circolari in c.a. con diametro minimo 1.5m;*
- *tombini scatolari in c.a. con dimensione minima 2m;*

Sono ammessi fino a due tombini affiancati.

In nessun caso saranno ammessi attraversamenti con opere a sifone.

La pendenza longitudinale del fondo dell'opera non dovrà essere inferiore al 2‰ e ciò al fine di impedire la sedimentazione di eventuale materiale solido trasportato.

La sezione di deflusso complessiva del tombino dovrà consentire lo smaltimento della portata massima di piena con un grado di riempimento non superiore al 70% della sezione totale.

Dovranno essere previsti gli opportuni accorgimenti per evitare, in corrispondenza delle fondazioni del manufatto, fenomeni di scalzamento o erosione.”

5.2 NTC 2008 e relativa Circolare Applicativa

Le Norme Tecniche per la Costruzione “NTC 2008” e la relativa Circolare Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 2 febbraio 2009, n. 617 “Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008” (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27) contengono le istruzioni per la progettazione dei ponti ferroviari interessanti corsi d'acqua naturali o artificiali, con

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 29 DI 217

particolare riferimento ai tempi di ritorno e ai franchi idraulici da adottare per le verifiche di compatibilità idraulica.

In particolare, al § 5.2.1.2 delle NTC 2008 “Compatibilità idraulica” si prescrive che:

Quando il ponte interessa un corso d’acqua naturale o artificiale, il progetto dovrà essere corredato da una relazione idrologica e da una relazione idraulica riguardante le scelte progettuali, la costruzione e l’esercizio del ponte.

L’ampiezza e l’approfondimento della relazione e delle indagini che ne costituiscono la base saranno commisurati all’importanza del problema.

Di norma il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati il corso d’acqua attivo e, se arginato, i corpi arginali. Qualora eccezionalmente fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce minima tra pile contigue, misurata ortogonalmente al filone principale della corrente, non dovrà essere inferiore a 40 metri. Soluzioni con luci inferiori potranno essere autorizzate dall’Autorità competente, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel caso di pile e/o spalle in alveo cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni dell’alveo e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle.

La quota idrometrica ed il franco dovranno essere posti in correlazione con la piena di progetto riferita ad un periodo di ritorno non inferiore a 200 anni.

Il franco di sottotrave e la distanza tra il fondo alveo e la quota di sottotrave dovranno essere assunte tenendo conto del trasporto solido di fondo e del trasporto di materiale galleggiante.

Il franco idraulico necessario non può essere ottenuto con il sollevamento del ponte durante la piena.

Al § C5.1.2.4 della Circolare applicativa si prescrive inoltre:



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02	D 78	RI ID0002 002	A	30 DI 217

Le questioni idrauliche, da trattare con ampiezza e grado di approfondimento commisurati alla natura dei problemi ed al grado di elaborazione del progetto, devono essere oggetto di apposita relazione idraulica, che farà parte integrante del progetto stesso. ... omissis.....

La quota idrometrica ed il franco devono essere posti in correlazione con la piena di progetto anche in considerazione della tipologia dell'opera e delle situazioni ambientali.

*In tal senso può ritenersi normalmente che il valore della portata massima e del relativo franco siano riferiti ad un tempo di ritorno non inferiore a **200 anni**; è di interesse stimare i valori della frequenza probabile di ipotetici eventi che diano luogo a riduzioni del franco stesso. Nel caso di corsi di acqua arginati, la quota di sottotrave deve essere comunque non inferiore alla quota della sommità arginale.*

A titolo di indicazione, in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1,50÷2,00 m, è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia non inferiore a 6÷7 m quando si possa temere il transito d'alberi d'alto fusto, con l'avvertenza di prevedere valori maggiori per ponti con luci inferiori a 40 m o per ponti posti su torrenti esposti a sovralti d'alveo per deposito di materiali lapidei provenienti da monte o dai versanti.....

Quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco previsto deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m.

....

5.3 Norme di Attuazione PAI

Le Norme di Attuazione del “Progetto di Piano stralcio per l’assetto Idrogeologico del bacino regionale del Fiume Biferno e interregionale del Fiume Saccione” all’Allegato 1 “Indirizzi tecnici per la redazione di studi e verifiche idrauliche” precisano quanto segue:

Gli studi idraulici devono essere basati sul rilievo dell'alveo nel tratto di interesse con un numero adeguato di sezioni con densità longitudinale non inferiore a cinque volte la larghezza dell'alveo ed estese fino alle aree golenali.

Le verifiche idrauliche saranno condotte a seconda dei casi con modelli di moto permanente, vario monodimensionale, vario bidimensionale.

Lo schema di moto permanente può essere utilizzato qualora sia sufficiente determinare i livelli idrometrici senza compiere valutazioni circa la capacità di laminazione del corso d'acqua.

La modellazione in moto vario sarà utilizzata qualora il fenomeno di laminazione sia significativo o siano presenti significative esondazioni del corso d'acqua.

La relazione idraulica dovrà evidenziare le condizioni al contorno che si sono assunte e le scabrezze. Si dovrà determinare la massima portata smaltibile in alveo e le aree inondabili con tempi di ritorno di 30, 100, 200 e 500 anni.

Negli studi connessi alla realizzazione di opere idrauliche vanno condotti calcoli per definire le condizioni di deflusso allo stato attuale, allo stato di progetto e nelle eventuali fasi intermedie. I progetti che non garantiscono la messa in sicurezza per tempo di ritorno 200 anni devono stimare il rischio residuo.

Nelle seguenti tabelle sono riportate le curve di involuppo per il calcolo delle portate di piena con tempi di ritorno di 30, 100, 200 e 500 anni, ove Q è la portata in mc/s e A è l'area del bacino sotteso in kmq.

Tempo di ritorno	Curva di involuppo
30	$Q=8 A^{0.72}$
100	$Q=10 A^{0.72}$
200	$Q=13 A^{0.72}$
500	$Q=17 A^{0.72}$

Portate massime Saccione

Tempo di ritorno	Curva di involuppo
30	$Q=10 A^{0.72}$
100	$Q=14 A^{0.72}$
200	$Q=17 A^{0.72}$
500	$Q=22 A^{0.72}$

Portate massime Biferno

Le scabrezze idrauliche dovranno fare riferimento alla effettiva condizione del corso d'acqua in funzione della vegetazione presente in alveo, dell'entità del trasporto solido e alle particolari condizioni di deflusso. Si riporta di seguito una tabella con i valori di scabrezza (espressi in termini del coefficiente di Gauckler-Strickler) di riferimento da assumersi nelle verifiche idrauliche.

Descrizione del corso d'acqua	Ks [$m^{1/3}s^{-1}$]
Alvei naturali con forte presenza di vegetazione arbustiva e arborea, fondo mobile con materiale di grossa pezzatura, alvei in roccia con sporgenze e grossi massi	20-25
Alvei naturali tortuosi con presenza di vegetazione arbustiva e arborea, fondo mobile con sedimenti di media pezzatura	25-30
Alvei naturali rettilinei con scarsa presenza di vegetazione arbustiva e arborea, fondo mobile con sedimenti di piccola pezzatura	30-35
Alvei artificiali inerbiti in assenza di vegetazione arbustiva e arborea	35-40
Alvei artificiali rivestiti in calcestruzzo in assenza di manufatti interferenti con le acqua	40-45

Per le perdite concentrate si adotteranno di norma i seguenti coefficienti ζ moltiplicativi della variazione del carico cinetico:

- per contrazione;
- 0.2 per espansione;
- 0.3 per contrazione in presenza di ponti;
- 0.5 per espansione in presenza di ponti.

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 33 DI 217

Le opere che interessano i corsi d'acqua devono essere progettate e realizzate tenendo conto della portata di piena con tempo di ritorno di 200 anni. Dovranno essere inoltre adottati i franchi riportati nella seguente tabella rispetto al livello di piena sopraccitato.

Stato del bacino sotteso	Tipo di opere	
	Argini e difese spondali	Attraversamenti
Sufficientemente sistemato	cm 50	cm 75
Poco sistemato ma non dissestato	cm 75	cm 100
Dissestato	cm 100	cm 150

Il franco non potrà comunque essere inferiore al carico cinetico della corrente.

Deroghe ai franchi sopra definiti potranno essere ammesse dall'Autorità competente al rilascio dell'autorizzazione, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino.

5.4 Criteri di verifica

Sulla base di quanto riportato nei tre precedenti paragrafi, le nuove opere di attraversamento sono state progettate secondo i seguenti criteri:

Elementi di verifica	Manuale di progettazione ferroviaria	NTC 2008 e relativa circolare applicativa	NTA PAI
Manufatti di attraversamento principali (ponti e viadotti)	linea ferroviaria $Tr= 300$ anni per $S > 10 \text{ km}^2$ linea ferroviaria $Tr= 200$ anni per $S < 10 \text{ km}^2$ deviazioni stradali $Tr=200$ anni	$Tr = 200$ anni	$Tr = 200$ anni
Verifica Franco	Franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena, pari a 0.50 m e comunque non inferiore ad 1.5 m sul livello	Franco minimo tra intradosso opera e L.I. pari a 1,50÷2,00 m	<u>Argini e difese spondali</u> L.I. + 0.50 m se bacino SS L.I. + 0.70 m se bacino PS L.I. + 1.00 m se bacino D <u>Attraversamenti</u>

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 34 DI 217

Elementi di verifica	Manuale di progettazione ferroviaria	NTC 2008 e relativa circolare applicativa	NTA PAI
	<i>idrico (L.I.).</i>		<i>L.I. + 0.75 m se bacino SS L.I. + 1.00 m se bacino PS L.I. + 1.50 m se bacino D</i>
Dislivello tra fondo e sottotrave	-	<i>Non inferiore a 6-7 m quando si possa temere il transito d'alberi d'alto fusto</i>	-
Posizione spalle	<i>Posizionamento delle spalle del viadotto in modo tale da non ridurre significativamente la sezione di deflusso in alveo ed in golena;</i>	<i>Di norma il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati il corso d'acqua attivo e, se arginato, i corpi arginali.</i>	-

L.I.: livello idrico corrispondente alla portata di progetto

bacino SS: bacino sufficientemente sistemato; *bacino PS:* bacino poco sistemato ma non dissestato; *bacino D:* bacino dissestato

Tabella 3 - Criteri di verifica

Nel dimensionamento idraulico dei tombini si è cercato di non determinare restringimenti delle sezioni del corso d'acqua, verificando che i massimi livelli per l'evento di progetto non determinino gradi di riempimento superiori al 70% dell'altezza dell'opera durante il normale funzionamento (manuale di progettazione ferroviario) e una velocità massima di 5.0 m/s.

5.5 Metodologia di verifica idraulica mediante simulazioni idrauliche su modello matematico in schema di moto permanente

5.5.1 Caratteristiche modello matematico

Le simulazioni numeriche sono state condotte utilizzando un programma di calcolo monodimensionale a moto permanente che fornisce una adeguata rappresentazione del fenomeno, descrivendo le principali grandezze fisiche per ogni sezione idraulica di calcolo. Per la determinazione dei profili idrici nei corsi d'acqua sia nella situazione attuale, sia di progetto e per i diversi tempi di ritorno considerati è stato utilizzato il codice denominato

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 35 DI 217

HEC – RAS 4.1.0 River Analysis System del gennaio 2010 sviluppato dalla U.S. Army Corps of Engineers, i cui fondamenti concettuali sono di seguito riportati.

Obiettivo principale del modello, utilizzato nell'ipotesi di moto permanente, è quello di correlare l'entità della portata liquida in arrivo dal bacino di monte con le velocità e con l'altezza idrometrica raggiunta nell'alveo principale e nelle golene.

Pur operando nell'ipotesi di mono dimensionalità, il modello consente la ricostruzione dell'andamento della velocità all'interno di una stessa sezione di deflusso, distinguendo tra zone spondali e canale centrale, in funzione della variazione di scabrezza e di tirante idraulico.

Nel caso della simulazione in moto permanente il calcolo dell'andamento dei profili idraulici viene effettuato dal modello utilizzando un metodo numerico chiamato "standard step method", che risolve in modo sequenziale l'equazione monodimensionale dell'energia fra due sezioni adiacenti trasversali al moto.

In corrispondenza ad alcune tipologie di ponte, dove nascono condizioni di flusso complesse, vengono utilizzate invece specifiche equazioni dell'idraulica per determinare le variazioni di livello dovute a queste varie singolarità.

Sinteticamente, il modello funziona calcolando le variazioni di livello idrometrico tra sezioni trasversali adiacenti sulla base del calcolo delle perdite di energia. Il calcolo comincia a un'estremità del tronco d'alveo indagato, procedendo passo-passo sino all'altra estremità, e così sezione dopo sezione, cambiando il verso dell'indagine da valle verso monte per moto subcritico e da monte verso valle per moto supercritico.

Il funzionamento del modello HEC-RAS si basa su alcune semplificazioni nelle ipotesi di partenza:

- moto permanente;
- moto gradualmente vario;

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 36 DI 217

- moto monodimensionale, con correzione della distribuzione orizzontale della velocità;
- perdite di fondo mediamente costanti fra due sezioni trasversali adiacenti;
- arginature fisse.

Definizioni

Il modello utilizza, all'interno dei suoi algoritmi di calcolo, elementi dell'idraulica dei canali a pelo libero. Si ritiene opportuno, quindi, prima di procedere oltre, inserire alcuni elementi per meglio chiarire il funzionamento del modello stesso.

Moto permanente e vario

Il criterio di distinzione fra i due tipi di moto è il loro andamento nei confronti della variabile "tempo". Se profondità, velocità e portata rimangono costanti nel tempo in una determinata sezione di un corso d'acqua, il moto è permanente; se una di queste caratteristiche varia, il moto è vario. Il passaggio di un'onda di piena lungo un tronco d'alveo è un esempio di moto vario perché profondità, velocità e portata cambiano nel tempo.

La ragione per cui HEC-RAS, modello di moto permanente, può essere usato per il moto vario, come è da considerarsi a rigore un'onda di piena, sta nella lentezza con cui l'onda cresce e si esaurisce. Un ipotetico osservatore sulla sponda di un corso d'acqua non è infatti in grado di apprezzare la curvatura dell'onda e non apprezza le variazioni istantanee di livello che si verificano.

Eccetto quindi casi estremi, la variazione di portata avviene gradualmente e i risultati ottenuti usando metodi analitici per moto permanente sono ugualmente di buona qualità.

Moto uniforme e vario

Quando il moto è uniforme, profondità e velocità sono costanti lungo un tratto di canale. La forza di gravità provoca il movimento dell'acqua, in equilibrio con gli attriti. Il moto non è accelerato né decelerato. Per un canale naturale non si può parlare di moto uniforme in

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 37 DI 217

senso stretto, perché la geometria delle sezioni trasversali e l'area bagnata variano lungo il canale, causando accelerazioni e decelerazioni del moto. A rigore il moto uniforme è possibile solo in un canale prismatico con sezione e pendenza costanti. D'altra parte, è considerato corretto assumere che il moto sia uniforme quanto il pelo libero è approssimativamente parallelo al fondo del canale; in tal caso si assume che anche la linea dell'energia sia parallela al fondo.

Nel caso di moto vario profondità e velocità cambiano con la distanza lungo il canale; si può distinguere tra moto "gradualmente vario" quando le variazioni nell'altezza del pelo libero avvengono in una distanza relativamente lunga e modo "rapidamente vario" se le variazioni sono brusche.

Quest'ultima distinzione è importante in quanto HEC-RAS calcola i profili solamente in situazioni di moto gradualmente vario.

Moto subcritico e supercritico

Il moto in un canale a pelo libero può essere classificato come subcritico, supercritico o critico.

La determinazione del tipo di moto secondo questa classificazione è di fondamentale importanza nell'utilizzo del modello, perché cambia il verso in cui si procede nello studio del profilo idraulico partendo da una delle due estremità del tratto d'alveo in esame.

Le perturbazioni che interessano la superficie liquida, infatti, si propagano verso monte nel caso di moto subcritico ma non nel caso di moto supercritico, e ciò risulta fondamentale nella scelta del punto di partenza nel calcolo del profilo idraulico.

Una delle prime operazioni da fare è quindi la determinazione del tipo di moto che si sviluppa nel tratto oggetto dell'indagine condotta con il modello.

Per definire il punto di separazione fra moto subcritico e supercritico viene utilizzato il numero adimensionale di Froude, rapporto fra le forze gravitazionali e le forze inerziali:

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 38 DI 217

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gh_m}}$$

dove:

V = velocità media Q/A [m/s]

g = accelerazione di gravità [m/s²]

h_m = altezza media della corrente [m]

Se il numero di Froude risulta minore di 1, il moto è subcritico, se invece è superiore, il moto è supercritico; se risulta uguale a 1, il moto è critico e la situazione è di particolare instabilità.

Questa definizione del numero di Froude ipotizza che ci sia una distribuzione uniforme di velocità nella sezione. Per un canale simmetrico, rettangolare, triangolare, trapezoidale, ecc., questo presupposto si realizza, ma nel caso di un canale naturale, con sezioni irregolari e aree golenali, l'espressione data non è più valida e non può essere rigorosamente utilizzata per determinare il tipo di moto; in questo caso sarebbe più corretto utilizzare dei numeri di Froude particolari, che tengano conto delle variazioni geometriche, di velocità e di portata.

La ricerca di questi particolari numeri di Froude va effettuata caso per caso, consultando eventualmente la letteratura esistente. Il modello, comunque, effettua al suo interno le necessarie approssimazioni e ridefinizioni del valore di questo parametro.

Altezza critica

L'altezza critica è una caratteristica molto importante per il moto, dato che, come già accennato, rappresenta un criterio per discriminare i vari regimi di moto.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 39 DI 217

Il moto che si sviluppa con un'altezza pari, o vicina, all'altezza critica è chiamato moto critico; questa situazione è molto instabile poiché una piccola variazione di energia specifica causa grandi variazioni di livello.

L'energia specifica E di una sezione trasversale è l'energia riferita al punto più basso del tratto in esame; è quindi la somma della profondità Y e del termine cinetico $V^2/2g$:

$$E = Y + \frac{V^2}{2g}$$

La determinazione dell'altezza critica viene complicata dalla distribuzione delle velocità che ci si trova ad avere in sezioni irregolari, associate a flusso nelle golene. Il contributo cinetico nell'equazione dell'energia specifica deve quindi essere corretto tramite un moltiplicatore α di Coriolis. Si ha quindi:

$$E = Y + \alpha \frac{V^2}{2g} \quad (0)$$

In HEC-RAS, l'altezza critica relativa ad una sezione viene determinata ricercando il minimo dell'energia specifica. La ricerca viene fatta con un procedimento iterativo partendo da un valore WS di primo tentativo al quale ne consegue un valore di energia specifica dato dalla (0), che verrà poi corretto fino alla determinazione del WS in grado di garantire il minimo valore di E .

HEC-RAS può calcolare l'andamento di profili subcritici e supercritici. Viene però richiesto all'utente di specificare il regime di moto all'atto del setup dell'applicazione.

Procedure di calcolo per simulazioni in moto permanente

Ricostruzione del campo di moto in una sezione trasversale

Per trovare il valore del coefficiente α relativo a una sezione naturale, o comunque irregolare, è necessario conoscere come si suddivide la portata, ossia quanta fluisce nel

canale propriamente detto e quanta nelle zone golenali. Viene a questo scopo utilizzata l'equazione di Manning:

$$V = \frac{1.486}{n} A R^{2/3} J_f^{1/2}$$

$$Q = VA = \frac{1.486}{n} A R^{2/3} J_f^{1/2}$$

Ponendo quindi: $K = \frac{1.486}{n} A R^{2/3}$ si ha che: $Q = K J_f^{1/2}$

che viene scritta per ognuna delle i-esime sezioni considerate.

In HEC-RAS, il raggio idraulico R di una sub area è calcolato dividendo l'area per il perimetro bagnato. Il confine d'acqua immaginario tra due sub aree viene trascurato.

Tramite alcuni passaggi si trova che: $\alpha = \frac{(\sum A)^2 (\sum K_i^3 / A^2)}{(\sum K_i)^3}$

Distribuzione delle pressioni in una sezione trasversale

Come già detto, una delle ipotesi di base nel calcolo del profilo da parte di HEC-RAS è la distribuzione idrostatica delle pressioni. Si può assumere che la pressione sia idrostatica in un fluido in movimento se le linee di corrente sono essenzialmente dritte e parallele. La maggior parte dei canali naturali con moto gradualmente vario rispetta queste condizioni, non rispettate invece nel caso di moto rapidamente vario.

Distribuzione delle velocità in senso trasversale alla corrente

La libreria di algoritmi di simulazione idraulica in dotazione al modello HEC-RAS include la possibilità di analizzare la distribuzione delle velocità della corrente all'interno di una stessa sezione trasversale, eliminando la limitazione della teorica del moto unidimensionale che

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 41 DI 217

prevede, al contrario, l'imposizione di una unica velocità media caratteristica valida per l'intera sezione di deflusso.

Rispetto ad un vero modello bidimensionale, tale l'algoritmo di calcolo utilizzato da HEC RAS comporta l'accettazione di una serie di semplificazioni, tra cui:

- la quota idrometrica risulterà comunque orizzontale;
- non vengono considerati gli effetti della forza centrifuga.

Vengono invece considerati gli effetti della variazione del raggio idraulico locale, e la differente scabrezza del perimetro bagnato.

Questa tecnica consenta di ottenere, con una certa attendibilità specie nei tratti rettilinei, l'andamento della velocità al variare della posizione del punto lungo una direttrice trasversale alla corrente che deve essere intesa come velocità media sulla verticale.

Calcolo dei profili idraulici

Il calcolo dei profili idraulici avviene in due fasi tra loro intimamente collegate: bilancio dell'energia e conseguente calcolo del profilo.

Bilancio dell'energia

La perdita di energia fra due sezioni trasversali, prese perpendicolarmente al flusso, è la base per il calcolo del profilo idraulico. L'energia totale, in termini di altezza, è uguale alla somma dei contributi dovuti alla quota, alla pressione e al termine cinetico. Se θ rappresenta la pendenza del fondo si ha che:

$$E = Z + d \cos \theta + \alpha \frac{V^2}{2g}$$

Il termine $\cos \theta$ è comunemente assunto uguale a 1 per canali naturali. Si può comprendere come comunque si compia un errore molto basso imponendo questa semplificazione

considerando che per una pendenza di fondo di 1:10, molto elevata, $\cos\theta$ è uguale a 0.99. L'errore compiuto in questo caso, definibile estremo, considerandolo uguale a 1 è del 1%, e quindi, nel complesso, trascurabile.

Con riferimento all'equazione dell'energia appena scritta, si può riscriverla nel caso sia applicata tra due sezioni:

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

o in altri termini:

$$E_1 = E_2 + h_e$$

L'energia totale nella sezione di monte E_1 è quindi uguale all'energia della sezione di valle E_2 più il termine di perdita di energia h_e . Questa equazione è usata in successione da HEC-RAS spostandosi per passi da una sezione all'altra, calcolando il profilo idraulico.

5.5.2 Calcolo del profilo a moto permanente

La determinazione del livello del pelo libero in ogni sezione è computata nel caso di correnti lente, a partire dalla sezione di valle, risolvendo per via iterativa l'equazione della conservazione dell'energia totale, ossia:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

Dove: Y_1 e Y_2 rappresentano rispettivamente le profondità del pelo libero della sezione di valle e di monte, Z_1 e Z_2 rappresentano rispettivamente le elevazione sul medio mare del fondo del canale della sezione di valle e di monte, V_1 e V_2 rappresentano rispettivamente

le velocità medie nella sezione di valle e di monte, α_1 e α_2 i rispettivi coefficienti di Coriolis, g l'accelerazione di gravità e h_e le perdite di energia tra le due sezioni.

La figura 3 mostra lo schema del bilancio di energia tra la sezione di valle e quella di monte; nella figura sono indicati i singoli termini di bilancio in accordo all'equazione (1).

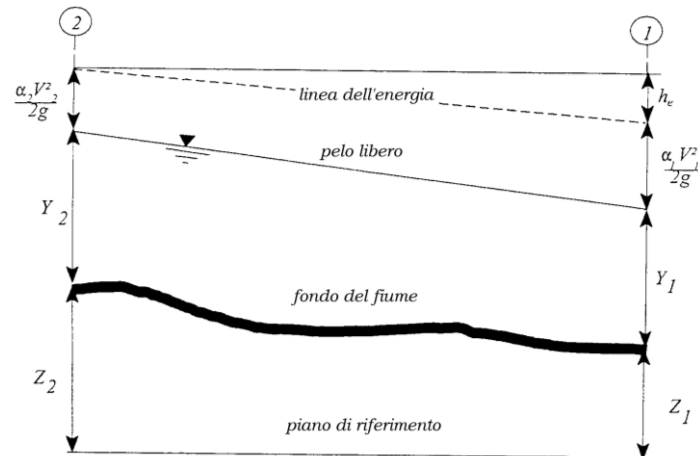


Figura 3 - Schema di calcolo per la determinazione del profilo liquido nei corsi d'acqua.

Le perdite di energia complessive h_e tra le due sezioni sono dovute alle perdite continue ed a quelle localizzate dovute a fenomeni di espansione e contrazione della vena fluida; in particolare si ha:

$$h_e = L\bar{J} + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

dove, con L è indicata la distanza tra le due sezioni, con \bar{J} le perdite di carico medie distribuite tra le due sezioni mentre il termine C correla le perdite, dovute all'espansione ed alla contrazione della vena in funzione dell'andamento piano – altimetrico del corso d'acqua, alla differenza dei carichi cinetici delle due sezioni.

Per la valutazione delle perdite di carico è utilizzata la formula di Manning, ossia:

$$Q = \frac{1}{n} A R_h^{2/3} \sqrt{J} \quad (3)$$

dove: Q rappresenta la portata, A l'area bagnata, R_H il raggio idraulico, n il coefficiente di scabrezza secondo Manning e J le perdite di energia per unità di lunghezza.

Nel caso di sezioni composte, tipiche dei corsi d'acqua naturali, è necessario suddividere la sezione in parti in modo da trattare separatamente sezioni in cui la velocità media può essere ritenuta, ai fini pratici, costante (4).

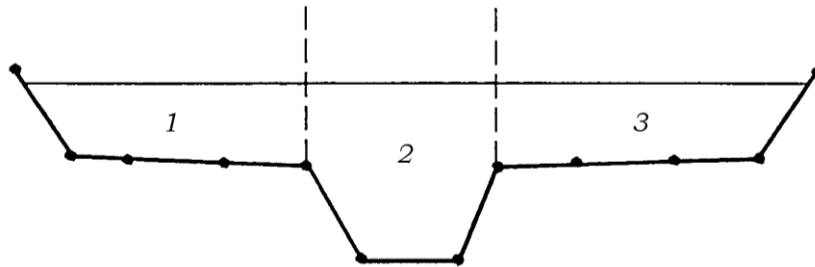


Figura 4 - Sezione schematica di un corso d'acqua naturale.

Con riferimento alla Figura 4 chiamato con $K_i = Q_i / \sqrt{J}$ la capacità di portata di ogni singola parte i -esima in cui è stata suddivisa la sezione, si ha, in accordo alla formula di Manning:

$$K_i = \frac{1}{n_i} A_i R_{h,i}^{2/3} \quad (4)$$

Calcolata la capacità di portata per ogni singola parte in cui è stata suddivisa la sezione, la perdita di carico per unità di lunghezza J risulta pari a:

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 45 DI 217

$$J = \left(\frac{Q}{\sum_i K_i} \right)^2 \quad (5)$$

Questo risultato può essere facilmente ricavato osservando che, per la costanza di J , la portata di ogni singola area $Q_i = K_i \sqrt{J}$ è proporzionale al rispettivo coefficiente di portata e che la portata totale vale $Q = \sum_i Q_i$.

Calcolata la perdita di carico in corrispondenza della sezione 1 e della sezione 2 la pendenza media della linea dell'energia tra le due sezioni è fornita dalla seguente equazione:

$$\bar{J} = \frac{J_1 + J_2}{2} \quad (6)$$

Calcolata la capacità di portata di ogni singola sezione, è possibile, da queste, valutare il coefficiente di Coriolis. Questo coefficiente è pari al rapporto tra l'energia cinetica reale della corrente, proporzionale a $\sum_i Q_i^3 / A_i^2$, e l'energia cinetica calcolata facendo uso del valore medio della velocità, proporzionale a Q^3 / A^2 .

Esprese le portate delle singole parti i -esime in funzione del rispettivo coefficiente di portata si perviene con qualche semplice passaggio alla seguente espressione:

$$\alpha = \frac{\left(\sum_i \frac{K_i^3}{A_i^2} \right) \left(\sum_i A_i \right)^2}{\left(\sum_i K_i \right)^3} \quad (7)$$

dal cui calcolo è possibile ottenere α , il coefficiente di Coriolis.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 46 DI 217

Calcolate tramite le rispettive equazioni le perdite di energia h_e ed il coefficiente di Coriolis α la (1), associata all'equazione di continuità, permette di calcolare la quota del pelo libero, $Y_2 + Z_2$, nella sezione di monte a partire dal valore dell'energia totale, $Y_1 + Z_1 + \alpha_1 V_1^2 / 2g$, noto in corrispondenza della sezione di valle.

Essendo la (1) un'equazione non lineare, la soluzione è ottenuta con ciclo iterativo, a partire da una soluzione iniziale, approssimata, di primo tentativo.

5.5.3 Equazione della conservazione della quantità di moto

L'equazione della conservazione dell'energia totale (1) ha validità solo nel caso di correnti variabili lentamente all'interno del ramo in esame. In particolare, essa è stata applicata nel caso di corrente ovunque subcritiche o supercritiche. Qualora all'interno di un ramo si verificasse il passaggio da corrente lenta a veloce si è utilizzata l'equazione della conservazione del momento.

Applicando la seconda legge di Newton $\sum F_x = ma$, con x la direzione del moto, ad un elemento di fluido tra due sezioni 1-2, fig. 4, per equilibrio si ottiene:

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q\rho\Delta V_x \quad (8)$$

dove:

P_i , risultante della pressione idrostatica;

W_x , componente della forza peso nella direzione del moto;

F_f , forza d'attrito tra le due sezioni;

Q, portata complessiva;

ρ , densità del fluido;

ΔV_x , variazione della velocità tra le due sezioni.

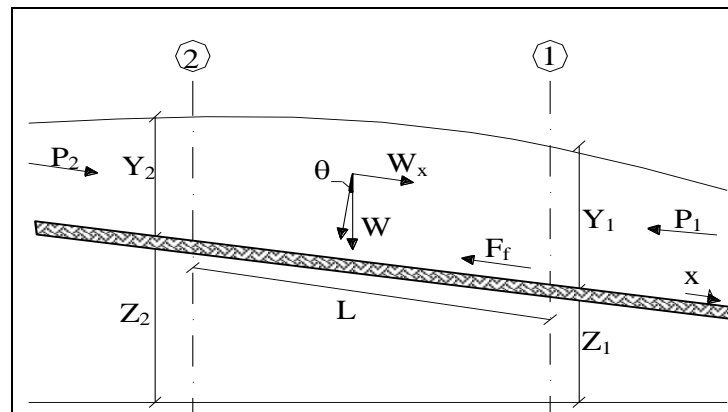


Figura 5 – Schema di calcolo

La risultante della pressione idrostatica per pendenze dell'ordine di 1 a 10 è valutabile come

$$P = \gamma \bar{A} \bar{Y} \cos \theta \cong \gamma \bar{A} \bar{Y} \quad (9)$$

potendo porre, per le pendenze in esame, $\cos \theta = 1$.

Nella relazione (9) γ corrisponde al peso specifico del fluido, A l'area della sezione ed \bar{Y} l'altezza del pelo libero nel baricentro della sezione.

La componente della forza peso, noto il peso specifico del fluido, la lunghezza L del tronco e l'area totale di fluido presente, è stata valutata nel modo seguente:

$$W = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \Rightarrow W_x = W \cdot \sin \theta \quad (10)$$

La forza d'attrito F_f è funzione delle caratteristiche del fluido come la densità dell'acqua, l'azione tangenziale che si esplica sul letto del fiume e la cadente piezometrica J .

In particolare, scriviamo:

$$F_f = \tau PL$$

$$\tau = \gamma R J \Rightarrow F_f = \gamma \frac{A}{P} J P L = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot J L \quad (11)$$

dove P ed R sono rispettivamente il perimetro bagnato ed il raggio idraulico della sezione.

La soluzione dell'equazione (8) è stata fatta per iterazioni successive.

Le equazioni (1) e (8) sono state applicate anche alle sezioni caratterizzate dalla presenza di un ponte. È stato sufficiente suddividere il tratto interessato in più sezioni e ripetere per la successione di esse l'analisi svolta per il tratto delimitato da sole due sezioni.

Prendendo un tratto caratterizzato dalla presenza di un ponte, fig. 6 e fig. 7, si evidenziano 3 zone:

- una zona di contrazione in cui arriva la corrente;
- una zona intermedia interessata dalla presenza del ponte;
- una zona di espansione in cui esce la corrente.

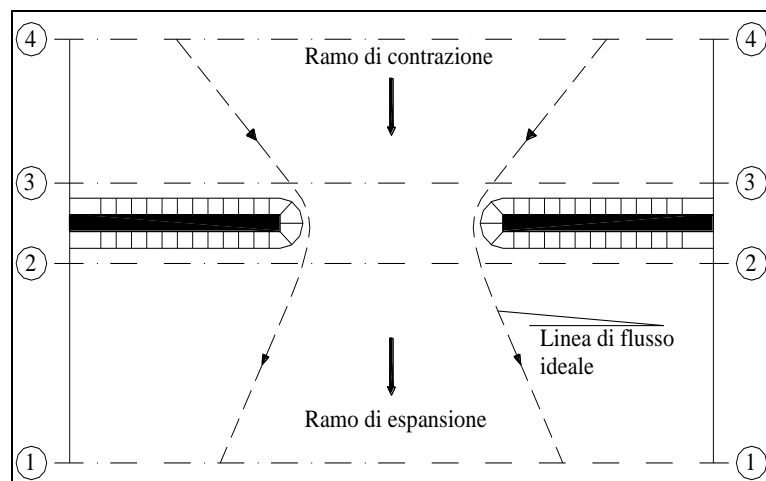


Figura 6 – Pianta schematica di un attraversamento fluviale

L'applicazione dell'equazione della conservazione del momento tra le sezioni 1-2 e 3-4 è del tutto analoga alla situazione vista in precedenza mentre la presenza del ponte comporta termini nuovi nella valutazione dell'equilibrio tra le sezioni 2-BD (Step 1), BD-BU (Step 2) e BU-3 (Step 3).

Step 1; definendo con A_{pi} l'area ostruita e con Y_{pi} la distanza verticale che intercorre tra il baricentro delle pile e la superficie libera WS nella zona di valle, l'espressione del bilancio è stata scritta come

$$\frac{Q_{BD}^2 \beta_{BD}}{g A_{BD}} + A_{BD} Y_{BD} = \frac{Q_2^2 \beta_2}{g A_2} + A_2 Y_2 - A_{P_{BD}} Y_{P_{BD}} + F_f - W_x$$

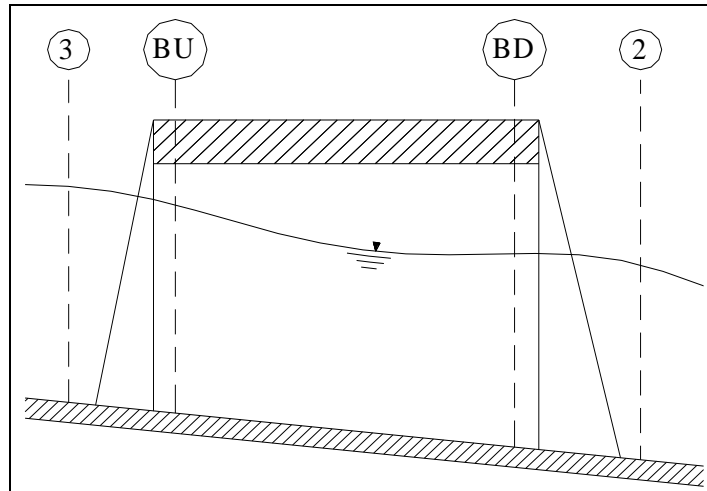
Step 2 ; equilibrio tra BU e BD

$$\frac{Q_{BD}^2 \beta_{BD}}{g A_{BD}} + A_{BD} Y_{BD} + F_f - W_x = \frac{Q_{BU}^2 \beta_{BU}}{g A_{BU}} + A_{BU} Y_{BU}$$

Step 3 ; equilibrio tra BU e 3

$$\frac{Q_3^2 \beta_3}{g A_3} + A_3 Y_3 = \frac{Q_{BU}^2 \beta_{BU}}{g A_{BU}} + A_{BU} Y_{BU} - A_{P_{BU}} Y_{P_{BU}} + F_f - W_x + \frac{1}{2} C_D \frac{A_{P_{BU}} Q_3^2}{g A_3^2}$$

con C_D coefficiente di resistenza idrodinamica intorno alla pila ricavabile dalla tab. 3 in funzione del tipo di pila presente.


Figura 7 – Sezione schematica di un attraversamento fluviale

TIPO DI PILA	C_D
Pila circolare	1.2
Pila allungata con punta semicircolare	1.33
Pila ellittica con rapporto assi 2 :1	0.6
Pila ellittica con rapporto assi 4 :1	0.32
Pila ellittica con rapporto assi 8 :1	0.29
Pila rettangolare	2.00
Pila triangolare con apertura $\alpha = 30^\circ$	1.00
Pila triangolare con apertura $\alpha = 60^\circ$	1.39
Pila triangolare con apertura $\alpha = 90^\circ$	1.60
Pila triangolare con apertura $\alpha = 120^\circ$	1.72

Tabella 4 – Coefficiente di resistenza idrodinamico C_D

5.5.4 Equazione di Yarnell

In alternativa all'equazione della conservazione del momento si è utilizzata l'equazione di Yarnell che permette di valutare le perdite di energia localizzate in corrispondenza di un ponte.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 51 DI 217

Con riferimento alle fig. 6 e 7, le perdite di energia tra le sezioni 2 e 3 sono state valutate nel modo seguente:

$$H_{3-2} = 2K(K + 10\omega - 0.6) \cdot (\alpha + 15\alpha^4) \cdot \frac{V_2^2}{2g} \quad (12)$$

dove H_{i-j} rappresenta appunto la perdita di energia nel passaggio della corrente attraverso la sezione ostruita e K , coefficiente di Yarnell, tiene conto delle differenti sagome di pila esistenti;

TIPO DI PILA	K
Pila semicircolare in punta	0.9
Pila cilindrica doppia collegata con diaframma	0.95
Pila cilindrica doppia senza diaframma	1.05
Pila con punta triangolare $\alpha = 90^\circ$	1.05
Pile rettangolari	1.25
Dieci pile a cavalletto inclinate	2.5

Tabella 5 – Coefficiente di Yarnell

ω rappresenta il rapporto tra la velocità e l'altezza della sezione 2; α il rapporto tra l'area ostruita dalle pile e l'area totale ed infine V_2 la velocità a valle della sezione.

Il modello elaborato prevede una corrente con un'altezza idrica minore dell'altezza di intradosso del ponte. Nel caso di correnti con altezza idrica superiore o eguale alla quota di intradosso dell'attraversamento fluviale, la valutazione delle perdite di energia è effettuata attraverso il calcolo della portata che attraversa la sezione. In particolare, in riferimento ad un caso generico, fig. 9, la portata è calcolata nel modo seguente:

$$Q = C_d A_1 \left[2g \left(Y_1 - \frac{Z}{2} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right) \right]^{1/2} \quad (13)$$

dove:

C_d , coefficiente di deflusso il cui andamento è riportato nel grafico di fig. 10, assumendo valori tra 0.27 e 0.5;

A_1 , area della luce nella sezione di monte;

Y_1 , altezza idrica della sezione di monte;

α , coefficiente correttivo cinetico;

V_1 , velocità della corrente a monte.

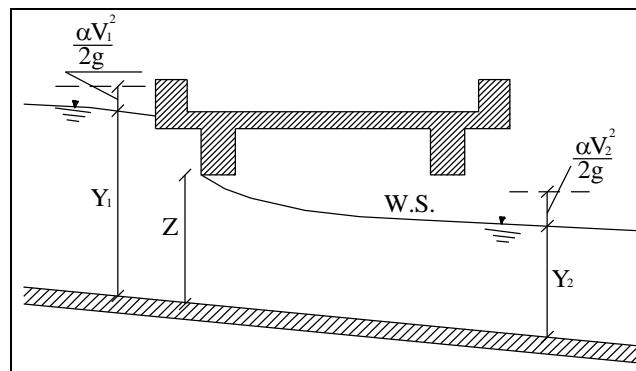


Figura 8 - Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo

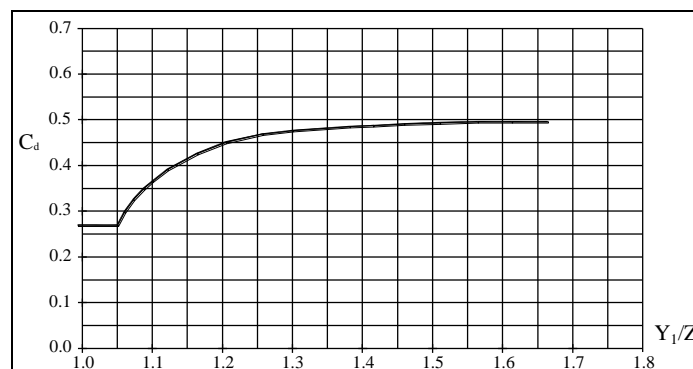


Figura 9 – Diagramma per la stima del coefficiente di deflusso C_d

Se il ponte è in pressione sia a monte che a valle l'equazione (13) è corretta nel modo seguente:

$$Q = CA\sqrt{2gH}$$

dove C assume il valore di 0.8 ed H coincide con la perdita di energia totale tra la sezione di monte e di valle del ponte come indicato in fig.10.

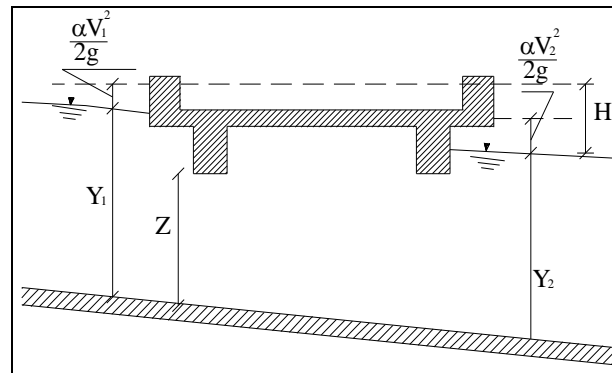


Figura 10 –Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo

Infine, se il ponte è superato dalla corrente di piena, fig. 11, la portata si calcola nel modo seguente:

$$Q = CLH^{2/3}$$

con C si indica un coefficiente correttivo della portata, L la lunghezza del ponte ed H la differenza di energie tra monte e valle.

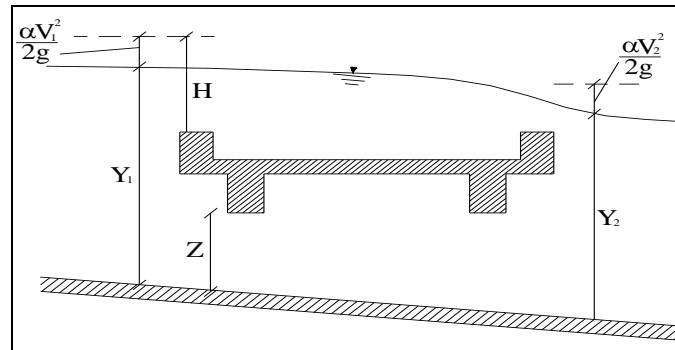


Figura 11 –Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo

5.5.5 Calcolo del rigurgito dovuto ai tombini/ponticelli

L'analisi del deflusso attraverso un tombino si basa sul concetto di controllo all'imbocco o allo sbocco.

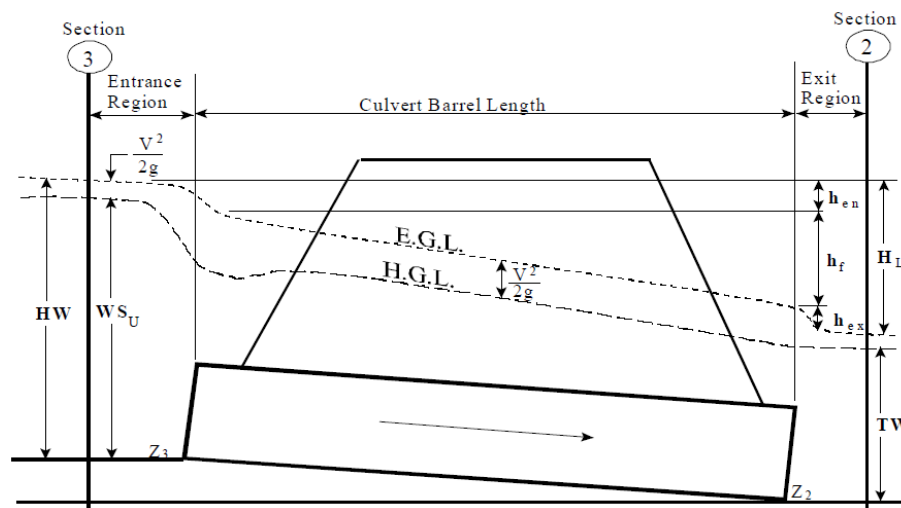


Figura 12– Schema idraulico tombino/ponticello

Il deflusso secondo il controllo all'imbocco si verifica quando la capacità di deflusso all'entrata del tombino è inferiore a quella interna. La sezione di controllo è collocata subito a valle dell'imbocco della struttura. L'altezza d'acqua passa per il livello critico e il regime di deflusso risulta essere rapido. L'energia richiesta a monte viene calcolata assumendo che

l'imbocco del tombino agisca come uno stramazzo; di conseguenza il profilo che si ottiene secondo tale approccio dipende principalmente dalla geometria dell'entrata.

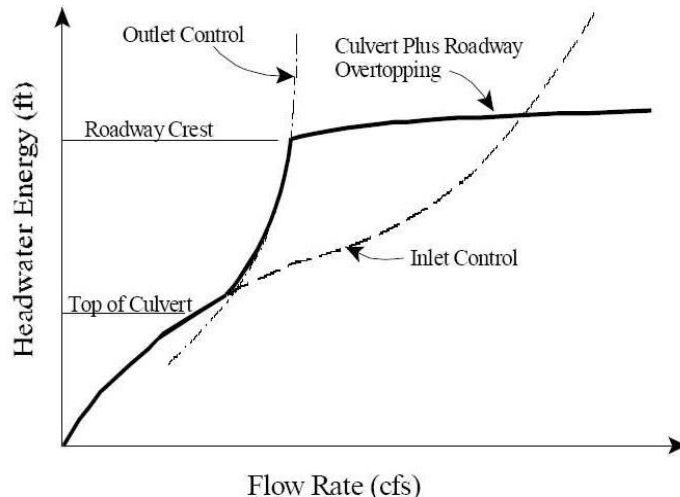


Figura 13 – Diagramma di funzionamento del tombino/ponticello.

Il deflusso secondo il controllo allo sbocco si verifica quando la capacità di deflusso viene limitata dalle condizioni che si instaurano a valle o dalle caratteristiche geometriche della struttura. In linea generale il livello di energia determinato a monte controlla il tipo di deflusso nel tombino, data la portata a monte e il livello a valle. Per il controllo allo sbocco l'energia di monte viene calcolata effettuando un bilancio di energia dalla sezione di valle a quella di monte. Il modulo considera le perdite di ingresso, quelle di uscita e quelle per attrito all'interno della struttura.

Calcolo del livello all'imbocco

Per quanto riguarda il controllo all'imbocco, la capacità della struttura è limitata dall'apertura del tombino, piuttosto che dalle condizioni che si instaurano a valle. Per il calcolo del livello

vengono utilizzate le equazioni ricavate dal National Bureau of Standards e pubblicate nel “Hydraulic Design of Highway Culverts” (FHWA, 1985). Le equazioni sono:

Deflusso libero:

$$\frac{HW_i}{D} = \frac{H_c}{D} + K \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M - 0.5S$$

$$\frac{HW_i}{D} = K \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M$$

Deflusso rigurgitato:

$$\frac{HW_i}{D} = c \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^2 + Y - 0.5S$$

Dove: HW_i livello dell'energia all'imbocco

D altezza interna del tombino

H_c altezza critica

Q portata

A area della sezione interna del tombino

S pendenza

K, M, c, Y costanti variabili con la geometria e le condizioni di ingresso.

Calcolo del livello allo sbocco

Per il controllo allo sbocco l'energia richiesta a monte per consentire il deflusso deve essere computata considerando diverse condizioni nel tombino e a valle di esso. Hec-Ras usa l'equazione di Bernoulli per effettuare tale calcolo:



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02	D 78	RI ID0002 002	A	57 DI 217

$$Z_3 + Y_3 + \frac{\alpha_3 V_3^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + H_L$$

dove: Y_3, Y_2 tirante d'acqua nelle sezioni di monte e di valle;

Z_3, Z_2 quota del fondo del tombino a monte e a valle;

α_3, α_2 coefficiente di Coriolis nella sezione 1 e 2;

g accelerazione di gravità;

H_L perdita di carico attraverso il tombino.

Equazioni per il deflusso in pressione

Nel caso in cui si verifichi moto in pressione all'interno del tombino, la perdita totale di energia viene calcolata secondo la:

$$HL = h_{en} + h_f + h_{ex}$$

Dove: h_{en} perdite in entrata

h_f perdite per attrito

h_{ex} perdite in uscita.

Le perdite per attrito vengono considerate mediante la formulazione di Manning:

$$h_f = L \left(\frac{Qn}{1.486AR^{3/2}} \right)^2$$

Dove: h_f perdite per attrito

L lunghezza del tombino

Q portata

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 58 DI 217

n coefficiente di scabrezza di Manning

A area della sezione di flusso

R raggio idraulico.

Perdite in entrata e uscita

Le perdite di ingresso sono calcolate come frazione del carico cinetico a monte, e analogamente per quelle di uscita, secondo il carico cinetico di valle. Tali coefficienti dipendono fortemente dalla geometria che caratterizza l'imbocco e lo sbocco dell'opera.

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 59 DI 217

6. VERIFICA IDRAULICA OPERE

Le simulazioni idrauliche sono state condotte utilizzando il programma di calcolo monodimensionale HEC-RAS, nell'ipotesi che lungo l'alveo fluviale si instauri un regime di moto permanente.

Nella tabella seguente sono riportati i corsi d'acqua oggetto di studio e le caratteristiche geometriche di progetto degli interventi previsti.

In particolare, tabella contiene il codice identificativo, il codice WBS delle opere interessate, la progressiva da profilo di progetto, le dimensioni geometriche degli interventi previsti per ogni interferenza idraulica considerata, la tipologia di simulazione numerica eseguita (ante operam/post operam).

ID - WBS	Pk	Dimensioni inalveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto	Simulazione
01 – IN04	2+790	Trapezio per 40 m a monte della ferrovia (larghezza al fondo 9 m e sponde 2:3); rettangolare per 90.5 m a valle della ferrovia (larghezza al fondo 9 m)	Viadotto ferroviario VI01	-	AO+PO
02 – IN05	3+450	Rettangolare per circa 102 m a cavallo della ferrovia (larghezza al fondo 12 m)	Viadotto ferroviario VI01	-	AO+PO
03 – IN10	7+150	Trapezio per 500 m a cavallo della linea ferroviaria (larghezza al fondo 3 m e sponde 2:3)	Viadotto ferroviario VI03 e Viadotti stradali IV01-IV02	-	AO+PO
04 – IN11	7+867,50	Trapezio per 80 m a monte della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 5 m e sponde 2:3) e trapezio per 171 m a cavallo della viabilità di progetto (larghezza al fondo 5 m e sponde 2:3)	Tombino ferroviario IN11 Tombino stradale IN75	Rettangolare in cls di sezione interna 4.5 x 2.2 m per l'attraversamento con la ferrovia in progetto; rettangolare in cls di sezione interna 3.5 x 2.5 m per l'attraversamento con la nuova viabilità	PO



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 60 DI 217

ID - WBS	Pk	Dimensioni in alveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto	Simulazione
05 – IN12	8+675	Trapezio per 183 m a cavallo della linea ferroviaria (larghezza al fondo 5 m e sponde 2:3)	Viadotto ferroviario VI04	-	AO+PO
06 – IN13	9+900	Trapezio per 656 m a cavallo della linea ferroviaria (larghezza al fondo 9 m e sponde 2:3)	Viadotto ferroviario VI05	-	AO+PO
07 – IN14	10+714	Trapezio per 115 m a valle della linea ferroviaria (larghezza al fondo 2.5 m e sponde 2:3)	Tombino ferroviario IN14	Rettangolare in cls di sezione interna 3.0 x 2.0 m per l'attraversamento con la ferrovia in progetto	AO+PO
08 – IN15	12+197	Trapezio per 263 m a cavallo della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 1.6 m e sponde 2:3)	Viadotto stradale IV03 e tombino ferroviario IN15	Rettangolare in cls di sezione interna 4.0 x 2.3 m per l'attraversamento con la ferrovia e con l'adiacente viabilità in progetto	PO
09 – IN22	13+900 – 15+100	Trapezio per 1005 m parallelamente alla linea ferroviaria (larghezza al fondo 7 m e sponde 2:3)	-		PO
10 – IN31/IN44/IN45	15+650 – 20+000	1. IN31_Trapezio per 220 m a cavallo della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 4.80 m e sponde 2:3) 2. IN44_Trapezio per 1050 m in adiacenza alla linea in progetto (larghezza al fondo 4.80 m e sponde 2:3) 3. IN45_Trapezio per 120 m in adiacenza al rilevato ferroviario in progetto (larghezza al fondo 9.15 m e sponde 2:3)	Viadotto ferroviario VI09 e viadotti stradali IV04 e IV06		AO+PO
11 – IN26	16+695,58	Trapezio per 55 m a monte della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 5 m e sponde 2:3); trapezio per 16 m a valle della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 6 m e sponde 2:3)	Tombino ferroviario IN26	Rettangolare in cls di sezione interna 6.0 x 2.5 m per l'attraversamento con la linea ferroviaria in progetto	AO+PO
12 – IN28	17+520 – 17+595	-	Viadotto ferroviario VI07	-	AO+PO
13 – IN30	18+075	Trapezio per 200 m a cavallo	Viadotto	Rettangolare in cls di sezione	AO+PO



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 61 DI 217

ID - WBS	Pk	Dimensioni in alveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto	Simulazione
		della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 3 m e sponde 2:3)	ferroviario VI07 e tombini stradali IN78 e IN79	interna 13.0 x 4.0 m per l'attraversamento con la viabilità NV14A e 13x5.10 per l'attraversamento con la viabilità NV14B	
14 – IN33	19+305,39	Trapezio per 64 m a monte e per 55 m a valle della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 4 m e sponde 2:3)	Tombino ferroviario IN33	Rettangolare in cls di sezione interna 4.0 x 2.0 m per l'attraversamento con la ferrovia in progetto	AO+PO
15 – IN35	20+250	Trapezio per 121 m a cavallo della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 5 m e sponde 2:3)	Viadotto ferroviario VI10 e viadotto stradale IV07	-	AO+PO
16 – IN36	20+600	Trapezio per 221 m a cavallo della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 4 m e sponde 2:3)	Viadotto ferroviario VI11 e viadotto stradale IV08	-	AO+PO
17 – IN37	21+150	A sezione variabile per 323 m a cavallo della linea ferroviaria in progetto; trapezio per 321 m a valle della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 2 m e sponde 2:3)	Viadotto ferroviario VI12	-	AO+PO
18 – IN90	22+025	Trapezio per 242 m a cavallo della nuova viabilità di progetto (larghezza al fondo di 7.5 m e sponde 2:3 in prossimità del tombino di progetto)	Rilevato stradale NV18	2 scatolari rettangolari in cls di sezione interna 3.5 x 3.5 m separati da un setto di 0.4 m di lunghezza totale pari a 23 m	AO+PO
19 – IN40	22+361,57	Rettangolare per 35 m a monte e 110 m a valle della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 3 m)	Tombino ferroviario IN40	Rettangolare in cls di sezione interna 3.0 x 3.1 m per l'attraversamento con la ferrovia in progetto	AO+PO
20 – IN43	24+909,60	Rettangolare per 180 m compresi fra la nuova viabilità prevista () e la linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 5 m)	Tombino ferroviario IN43	Rettangolare in cls di sezione interna 5.0 x 2.7 m per l'attraversamento con la ferrovia in progetto	PO

Tabella 6 - Caratteristiche geometriche degli interventi per la risoluzione delle maggiori interferenze idrauliche con la linea ferroviaria in progetto

Si riporta nei seguenti paragrafi le caratteristiche dei parametri implementati nei modelli numerici dei vari corsi d'acqua.

6.1 Portate di progetto

I corsi d'acqua oggetto di studio sono tutti a regime torrentizio caratterizzati da una notevole variazione delle portate nel corso dell'anno. Ovviamente la concomitanza di piene stagionali e di velocità elevate determina un'azione erosiva, viceversa nel periodo di magra si verificano fenomeni di sedimentazione.

Per ogni attraversamento è stata utilizzata la portata di progetto determinata con il *Metodo Cinematico* ($T_{C_{MIN}}$) descritto nell'elaborato LI0202D78RIID0001002B "*Relazione idrologica corsi d'acqua maggiori e minori*" al quale si rimanda, relativamente a tempo di ritorno di 200 anni o 300 anni.

Per i bacini dove le portate fornite dall'AdB risultano superiori a quelle calcolate (bacini 7+150, 10+714, 17+395 - 17+595 e 24+909,60), nelle verifiche idrauliche sono stati utilizzati entrambi i valori.

Bacino	Superficie [kmq]	Met. Cinematico ($T_{C_{MIN}}$)		AdB	
		TR 200 ANNI	TR 300 ANNI	TR 200 ANNI	TR 300 ANNI
		Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]
2+790	12.11	87.42	95.19	4.40	4.80
3+450	3.35	22,00			
7+150	3.67	35.23	38.36	42.50	47.60
7+867,50	0.07	5.49	5.81	-	-

Bacino	Superficie [kmq]	Met. Cinematico ($T_{C_{MIN}}$)		AdB	
		TR 200 ANNI	TR 300 ANNI	TR 200 ANNI	TR 300 ANNI
		Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]
8+675	8.30	54.53	59.37	43.60	49.90
9+900	15.54	72.01	78.41	71.00	80.50
10+714	0.13	7.26	7.69	8.40	10.00
12+197	1.00	6,92			
13+900 – 15+100	5.90	22,68			
15+650 – 20+000	23.77	82.85	87.30	54.10	61.90
16+695,58	0.96	20.79	21.99	8.60	9.90
17+520 – 17+595	2.71	29.67	31.39	41.70	47.70
18+075	3.40	23.47	24.80	12.10	13.90
19+305,39	0.05	4.57	4.83	-	-
20+250	0.20	6.29/11.39	6.66/11.76	-	-
20+600	0.67	18.94	20.04	3.60	4.00
21+150	1.57	19.28	20.40	3.40	3.70
22+025	10.27	46.05	48.58	-	-
22+361,57	0.17	7.24	7.66	-	-
24+909,60	1.43	22.63	23.95	23.10	25.60

Tabella 7 - Portate di Progetto

Si evidenzia che per i bacini 3+450, 12+197, 13+900-15+100 la portata considerata nelle computazioni non è riferita ad un tempo di ritorno specifico, bensì rappresenta quella massima smaltibile dalla sezione di deflusso. La sezione di deflusso considerata è quella corrispondente all'attuale canale esistente. Tale assunzione deriva dal fatto che i tratti di canali oggetto di sistemazione rientrano in un complesso reticolo gestito dai consorzi di bonifica/irrigui territoriali e, quindi, per non alterare il loro funzionamento idraulico si è

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 64 DI 217

preferito utilizzare quale valore di portata di progetto quella massima smaltibile dal canale nel tratto indagato.

6.2 Taratura dei modelli

Come per ogni modello matematico, anche nel caso del modello monodimensionale HEC-RAS, la taratura ricopre un aspetto particolarmente delicato. Il modello dovrebbe cioè essere tarato e validato prima di essere usato a scopo revisionale. In questo caso la taratura del modello numerico consiste nella valutazione dei coefficienti di scabrezza da adottare nelle differenti sezioni.

Tale operazione è caratterizzata da un notevole grado di incertezza dal momento che questi parametri presentano un ampio spettro di valori in dipendenza dello stato dell'alveo, dal grado di manutenzione e pulizia dello stesso, dalla presenza e dal tipo di vegetazione, dai cicli stagionali, dalla granulometria del fondo, ecc..

Nella valutazione dei coefficienti di scabrezza occorre tener presente che questi sono comunque suscettibili di modificazioni per tenere conto degli effetti dissipativi legati a:

- Perdite localizzate prodotte dall'interazione della corrente con irregolarità geometriche come presenza di ostacoli di vario genere, espansioni brusche, incisioni nelle golene, brusche variazioni di larghezza;
- Perdite energetiche dovute alla modificazione del fondo dell'alveo, alla risospensione e trasporto solido, allo sradicamento e al trasporto di materiale vegetale.

Si preferisce dunque optare per dei coefficienti di scabrezza che tengano mediamente conto (vista la grande variabilità dei parametri) delle condizioni ambientali e restino a favore di sicurezza.

A. CORSI D'ACQUA NATURALI <i>Corsi d'acqua minori (tirante inferiore a 3,5m)</i>			
1. Corsi d'acqua di pianura			
a. Puliti, rettilinei, in piena senza scavi localizzati	0.025	0.030	0.033
b. Puliti, rettilinei, in piena senza scavi localizzati, con sassi e sterpaglia	0.030	0.035	0.040
c. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi	0.033	0.040	0.045
d. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, con cespugli e pietre	0.035	0.045	0.050
e. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, in magra	0.040	0.048	0.055
f. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, con cespugli e più pietrame	0.045	0.050	0.060
g. Tratti lenti, sterpaglia e buche profonde	0.050	0.070	0.080
h. Tratti molto erbosi, buche profonde e grossi arbusti e cespugli	0.070	0.100	0.150
2. Aree golenali			
a. A pascolo senza vegetazione arbustiva	0.025	0.030	0.050
b. Aree coltivate	0.020	0.035	0.050
c. Con vegetazione arbustiva spontanea	0.035	0.070	0.160
d. Con vegetazione arborea coltivata	0.030	0.060	0.120
3. Corsi d'acqua montani, senza vegetazione in alveo, sponde ripide alberi e cespugli lungo le sponde sommergibili durante le piene			
a. Fondo: ghiaia, ciottoli e massi sparsi	0.030	0.040	0.050
b. Fondo: ciottoli e massi grossi	0.040	0.050	0.070
B. CANALI ARTIFICIALI			
1. Canali in terra lisciata ed uniforme			
a. Puliti, scavata di recente	0.016	0.018	0.020
b. Puliti, dopo prolungata esposizione	0.018	0.022	0.025
c. Ghiaia, sezione uniforme, pulita	0.022	0.025	0.030
d. Erba corta, pochi cespugli	0.022	0.027	0.033
2. Canali in terra con ondulazioni o irregolari			
a. Senza vegetazione	0.023	0.025	0.030
b. Con erba e pochi cespugli	0.025	0.030	0.033
c. Cespugli o piante acquatiche in canali profondi	0.030	0.035	0.040
d. Fondo in terra e sponde in pietrisco	0.028	0.030	0.035
e. Fondo in pietrame e sponde in cespugli	0.025	0.035	0.040
f. Fondo in ciottoli e sponde pulite	0.030	0.040	0.050
3. Canali scavati o dragati			
a. Senza vegetazione	0.025	0.028	0.033
b. Cespugli sparsi sulle sponde	0.035	0.050	0.060
4. Canali in roccia			
a. Lisci ed uniformi	0.025	0.035	0.040
b. Frastagliati ed irregolari	0.035	0.040	0.050
5. Canali senza manutenzione, sterpaglia e cespugli			
a. Sterpaglia densa, alta quanto il tirante idrico	0.040	0.050	0.080
b. Fondo pulito cespugli sulle sponde	0.045	0.070	0.110
c. Fondo pulito, cespugli sulle sponde, in piena	0.050	0.080	0.120
d. Cespugli densi ed acque profonde	0.080	0.100	0.140

Tabella 8 - Tabella riepilogativa per la scelta del coefficiente di Manning (Chow, 1959)

Pertanto, i coefficienti di Manning utilizzati nella modellazione sono:

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 66 DI 217

- 0.015 s/m^{1/3} per rivestimento in cls;
- 0.028 s/m^{1/3} per rivestimento con materassi tipo Reno o gabbioni metallici;
- 0.035 s/m^{1/3} per rivestimento in massi naturali;
- 0.045 s/m^{1/3} per alveo in terra non rivestito e aree golenali.

6.3 Rappresentazione dei risultati delle simulazioni numeriche

In accordo con il Manuale di Progettazione Italferr, la verifica idraulica degli attraversamenti maggiori, tombini e degli inalveamenti previsti in progetto prevede che:

- il valore minimo tra la quota dell'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena deve essere pari a 0.50 m e comunque non inferiore ad 1,5 m sul livello idrico (per la sezione immediatamente a monte del manufatto);
- la sezione di deflusso complessiva del tombino dovrà consentire lo smaltimento della portata di massima piena con un grado di riempimento non superiore al 70% della sezione totale;
- ogni tipo di intervento idraulico deve essere verificato utilizzando una portata corrispondente ad un diverso tempo di ritorno sulla base dell'estensione del bacino sotteso alla sezione di chiusura individuata. Per bacini con una superficie inferiore ai 10 km², la verifica deve essere condotta per una portata associata ad un tempo di ritorno pari a 200 anni, per quelli con un'estensione superiore ai 10 km² per un tempo di ritorno pari a 300 anni.

In accordo alle NTA del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini del Fiume Biferno e Minori e del Fiume Saccione la verifica idraulica degli attraversamenti maggiori e degli inalveamenti previsti in progetto prevede che:

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 67 DI 217

- il valore minimo tra la quota dell'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena deve rispettare quanto riportato nella seguente tabella:

Stato del bacino sotteso	Tipo di opere	
	Argini e difese spondali	Attraversamenti
Sufficientemente sistemato	cm 50	cm 75
Poco sistemato ma non dissestato	cm 75	cm 100
Dissestato	cm 100	cm 150

Il franco non potrà comunque essere inferiore al carico cinetico della corrente.

- ogni tipo di intervento idraulico deve essere verificato utilizzando una portata corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 200 anni.

In accordo con le norme NTC08 e relativa circolare applicativa la verifica idraulica degli attraversamenti maggiori prevede:

- la verifica del franco di progetto non inferiore ad 1.5 m sul livello idrico corrispondente alla piena con TR 200 anni;
- scavalco completo dell'alveo attivo;
- la verifica che il dislivello tra fondo e sottotrave dell'opera sia non inferiore a 6÷7 m, qualora sussista il rischio di trasporto di alberi d'alto fusto.

Gli elaborati grafici allegati riportano i seguenti risultati:

- Planimetria con indicazione delle aree di esondazione;
- Profilo idrico longitudinale di rigurgito;
- Sezioni trasversali con indicazione dei livelli idrici e del carico totale.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 68 DI 217

Inoltre, ai fini della sicurezza idraulica si è assunto un valore minimo del franco intercorrente tra la quota del ciglio spondale/del coronamento arginale da progetto e il livello idrico di massima piena pari a 0.50 m;

Di seguito si riportano le implementazioni numeriche ed i risultati dei modelli matematici sviluppati per ogni corso d'acqua.

6.4 Simulazioni numeriche delle interferenze idrauliche in condizioni ante operam

Per ogni corso d'acqua i risultati delle simulazioni sono riassunti in una tabella contenente:

- sezione di riferimento (*River station*);
- tempo di ritorno (*Profile*);
- portata (*Q Total - m³/s*);
- distanza parziale tra le sezioni in asse (*Length Chanel- m*);
- quota assoluta del punto più depresso della sezione (*Min Ch El – m s.m.m.*);
- quota assoluta del pelo libero (*W.S. Elev - m s.m.m.*);
- quota assoluta del livello critico (*Crit W.S. - m s.m.m.*);
- quota assoluta del livello energetico (*E.G. Elev - m s.m.m.*);
- cadente energetica (*E.G. Slope – m/m*);
- velocità media nel canale (*Vel Chnl – m/s*);
- area della sezione fluida (*Flow area – m²*);
- larghezza del pelo libero (*Top Width - m*);
- numero di Froude (*Froude Channel*);
- tensione di trascinamento (*Shear Total – N/m²*);
- contorno bagnato (*W.P. Total - m*).

Il livello idrico ed energetico utilizzato nelle verifiche e riferito alle sezioni immediatamente a monte dell'opera di attraversamento in progetto.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 69 DI 217

6.4.1 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 01 – pk 2+790

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 1026 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 18;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 5.05 m e massimo di 119.06 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002025A è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino circolare DN200 per attraversamento con la viabilità locale;
- Canale Tombato;
- Ponte sulla SS16;
- Tombino scatolare di sezione interna 5.0 x 1.5 m, tombino scatolare di sezione interna 5.0 x 2.5 e tombino scatolare di sezione interna 5.0 x 3.0 m per attraversamento con la viabilità locale.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 12.11 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 300 anni, con portata pari a 95.20 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 70 DI 217

- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.01.

Nella configurazione attuale si evidenziano, lungo l'intero tratto di asta studiato, fenomeni di esondazione in destra idraulica, mentre in sinistra idraulica le portate sono ben contenute nell'alveo sino alla sezione 486.29. Per i manufatti di attraversamento i livelli idrici risultano superiori alla quota di estradosso, fatta eccezione per il sottopasso della ferrovia esistente e quello della statale SS16. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 300 River: ALIGNMENT 2+790 Reach: ALIGNMENT 2+790 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
ALIGNMENT 2+790	0.01	PF 1	95.20	0.17	3.69	3.69	4.61	0.004650	4.36	24.60	15.04	0.88
ALIGNMENT 2+790	101.35	PF 1	95.20	0.33	4.41	3.83	4.96	0.002151	3.46	33.29	14.42	0.62
ALIGNMENT 2+790	120	Bridge										
ALIGNMENT 2+790	137.29	PF 1	95.20	0.36	5.30	3.72	5.39	0.000370	1.66	83.12	30.22	0.27
ALIGNMENT 2+790	236.97	PF 1	95.20	0.78	5.40	3.53	5.41	0.000027	0.44	323.81	114.33	0.07
ALIGNMENT 2+790	295.8	PF 1	95.20	0.99	5.39	4.08	5.42	0.000177	1.08	155.36	86.27	0.18
ALIGNMENT 2+790	305	Bridge										
ALIGNMENT 2+790	315.69	PF 1	95.20	1.10	5.38	4.12	5.43	0.000289	1.40	117.04	77.19	0.23
ALIGNMENT 2+790	385.89	PF 1	95.20	0.94	5.41	3.74	5.45	0.000189	1.14	124.95	56.72	0.19
ALIGNMENT 2+790	486.31	PF 1	95.20	1.39	5.31	4.73	5.55	0.001397	2.57	52.22	33.52	0.48
ALIGNMENT 2+790	495	Bridge										
ALIGNMENT 2+790	500.05	PF 1	95.20	1.45	5.31	4.89	5.64	0.001716	2.89	45.36	27.37	0.54
ALIGNMENT 2+790	510.7	PF 1	95.20	2.05	5.15	4.30	5.74	0.003250	3.42	27.86	9.00	0.62
ALIGNMENT 2+790	540	Bridge										
ALIGNMENT 2+790	576.06	PF 1	95.20	2.51	7.56	5.39	7.59	0.000142	1.19	143.79	54.50	0.17
ALIGNMENT 2+790	622.83	PF 1	95.20	2.73	7.56	5.50	7.61	0.000223	1.41	114.26	43.35	0.21
ALIGNMENT 2+790	635	Bridge										
ALIGNMENT 2+790	649.04	PF 1	95.20	2.69	7.55	5.85	7.64	0.000428	1.94	84.80	35.62	0.29
ALIGNMENT 2+790	720.96	PF 1	95.20	2.77	7.65	6.07	7.67	0.000157	1.19	173.95	99.67	0.18
ALIGNMENT 2+790	804.18	PF 1	95.20	2.69	7.67	6.64	7.68	0.000144	1.11	241.87	229.47	0.16
ALIGNMENT 2+790	820	Bridge										
ALIGNMENT 2+790	845.44	PF 1	95.20	2.74	7.66	6.77	7.71	0.000338	1.69	115.83	66.00	0.25
ALIGNMENT 2+790	964.5	PF 1	95.20	2.97	7.70	6.24	7.74	0.000237	1.48	126.09	61.21	0.22
ALIGNMENT 2+790	980	Culvert										
ALIGNMENT 2+790	1025.73	PF 1	95.20	1.92	7.94	6.22	8.00	0.000346	1.50	111.19	59.06	0.20

Tabella 9 - Risultati simulazione AO pk 2+790

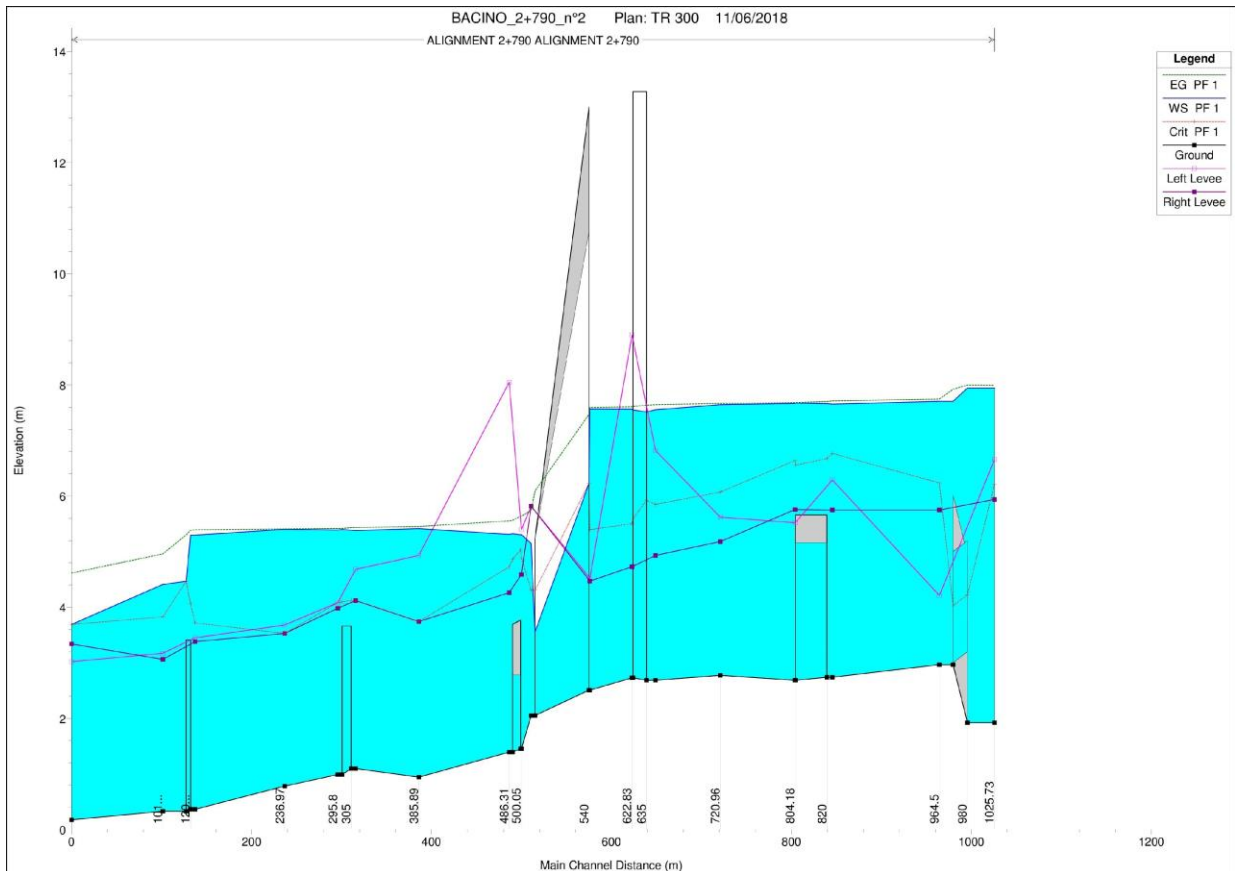


Figura 14 - Profilo di corrente AO pk 2+790

6.4.2 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 02 – pk 3+425

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 694 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 18;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 7.03 m e massimo di 111.79 m.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 72 DI 217

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002027B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Sottopasso viabilità di accesso;
- Attraversamento con la SS16;
- Tombino per attraversamento con la ferrovia esistente.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 3.35 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 47.98 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.0001.

Nella configurazione attuale si evidenziano, lungo l'intero tratto di asta studiato, fenomeni di esondazione sia in sinistra che in destra idraulica. Per i suddetti manufatti di attraversamento i livelli idrici risultano superiori alla quota di estradosso, fatta eccezione per il sottopasso della ferrovia esistente, il quale però determina un profilo di rigurgito che sostanzialmente determina il funzionamento in pressione degli altri due manufatti di attraversamento menzionati a monte. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 73 DI 217

HEC-RAS Plan: TR 200 River: ALIGNMENT 3+450 Reach: ALIGNMENT 3+450 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
ALIGNMENT 3+450	0	PF 1	47.98	0.04	3.33	1.45	3.34	0.000100	0.65	113.03	52.35	0.12
ALIGNMENT 3+450	94.46	PF 1	47.98	-0.02	3.33	1.42	3.35	0.000130	0.75	95.99	44.46	0.14
ALIGNMENT 3+450	184.2	PF 1	47.98	0.09	3.34	1.48	3.37	0.000186	0.88	75.55	36.41	0.16
ALIGNMENT 3+450	295.99	PF 1	47.98	0.02	3.36	1.44	3.39	0.000213	0.95	66.75	28.83	0.17
ALIGNMENT 3+450	403.11	PF 1	47.98	0.05	3.38	1.43	3.42	0.000215	0.96	67.27	36.36	0.17
ALIGNMENT 3+450	494.19	PF 1	47.98	0.07	3.39	1.52	3.44	0.000274	1.06	58.96	28.75	0.20
ALIGNMENT 3+450	523.16	PF 1	47.98	0.33	3.39	1.90	3.46	0.000514	1.57	56.77	37.81	0.29
ALIGNMENT 3+450	537.97	PF 1	47.98	0.26	3.35	2.18	3.49	0.000940	1.94	38.57	27.08	0.37
ALIGNMENT 3+450	545	Culvert										
ALIGNMENT 3+450	552.78	PF 1	47.98	0.21	4.07	2.17	4.14	0.000378	1.34	55.74	34.78	0.22
ALIGNMENT 3+450	567.59	PF 1	47.98	0.14	4.08	1.78	4.15	0.000372	1.24	52.05	25.35	0.20
ALIGNMENT 3+450	608.29	PF 1	47.98	0.14	4.14	1.50	4.16	0.000181	0.94	84.31	29.05	0.15
ALIGNMENT 3+450	630.24	PF 1	47.98	0.32	4.14	2.35	4.17	0.000153	0.87	87.80	35.99	0.14
ALIGNMENT 3+450	640	Bridge										
ALIGNMENT 3+450	652.67	PF 1	47.98	0.24	4.17	2.27	4.22	0.000274	1.21	66.64	38.81	0.20
ALIGNMENT 3+450	660	Bridge										
ALIGNMENT 3+450	671.35	PF 1	47.98	0.33	4.22	2.14	4.23	0.000098	0.71	108.95	40.76	0.12
ALIGNMENT 3+450	693.63	PF 1	47.98	0.43	4.22	2.21	4.23	0.000084	0.65	116.89	44.53	0.11

Tabella 10 - Risultati simulazione AO pk 3+450

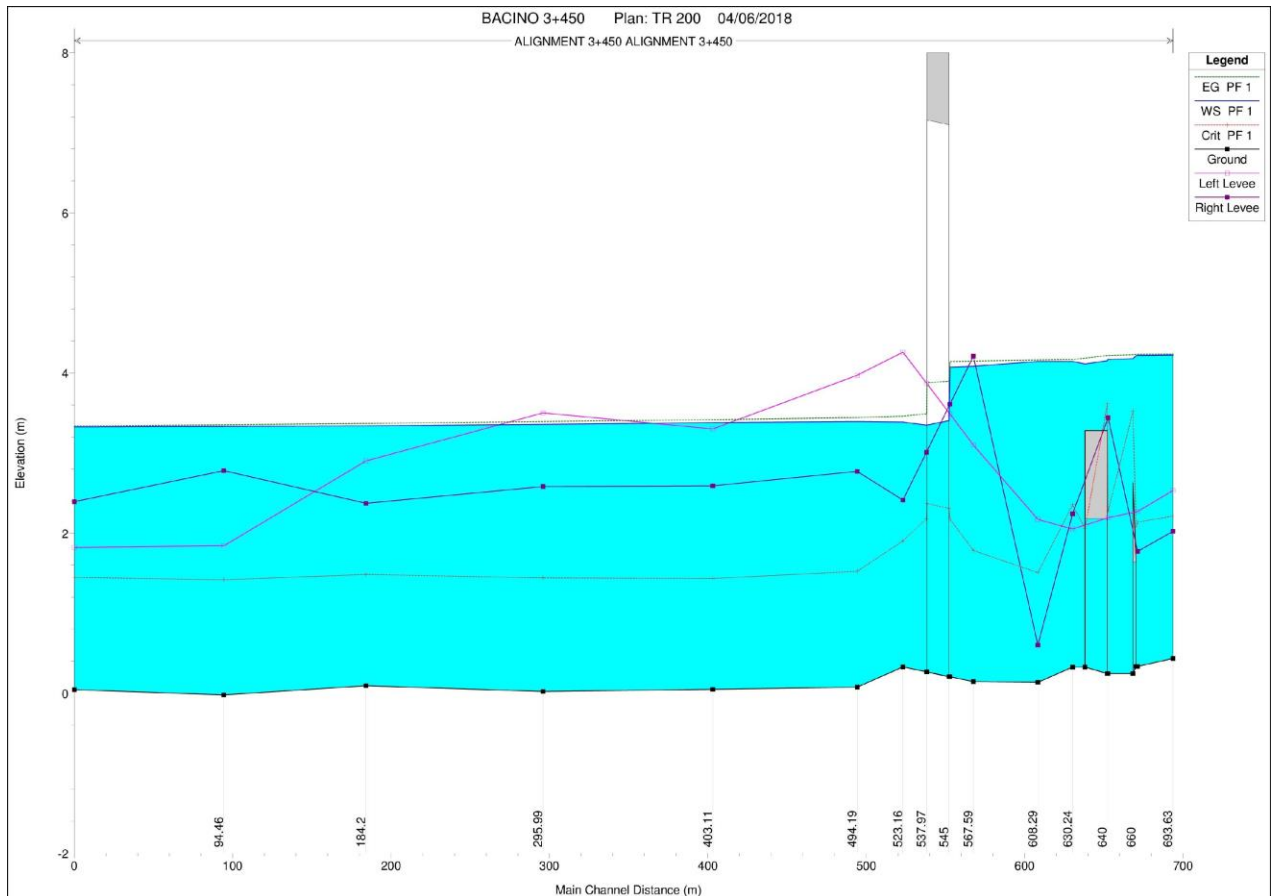


Figura 15 - Profilo di corrente AO pk 3+450

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 74 DI 217

6.4.3 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 03 – pk 7+150

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 996 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 31;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 4.24 m e massimo di 59.71 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78P7ID0002002A è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino circolare DN200 per attraversamento con la viabilità locale;
- Attraversamento con la A14 mediante tombino scatolare di sezione interna 8.0 x 4.0 m;
- Tombino per attraversamento con la SS16.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 3.67 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 35.20 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.1.

Nella configurazione attuale si evidenziano, lungo l'intero tratto di asta studiato, fenomeni di esondazione sia in sinistra che in destra idraulica. Per i suddetti manufatti di



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 75 DI 217

attraversamento i livelli idrici risultano superiori alla quota di estradosso solamente per il tombino circolare DN200 mm, la cui insufficienza idraulica è lampante dall'analisi del profilo di rigurgito ottenuto dalla simulazione. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 200 River: ALIGNMENT 7+150 Reach: ALIGNMENT 7+150 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
ALIGNMENT 7+150	0	PF 1	35.20	17.35	18.96	18.98	19.25	0.014034	3.69	16.28	27.44	1.04
ALIGNMENT 7+150	57.48	PF 1	35.20	18.59	19.77	19.77	20.06	0.014188	3.17	15.55	25.19	1.06
ALIGNMENT 7+150	97.48	PF 1	35.20	18.95	20.01	20.33	21.08	0.036706	5.61	9.36	17.58	1.82
ALIGNMENT 7+150	131.86	PF 1	35.20	19.45	21.36	21.36	21.60	0.006232	2.78	21.11	37.74	0.74
ALIGNMENT 7+150	172.7	PF 1	35.20	19.64	21.74	21.90	22.35	0.011410	3.68	10.74	9.84	1.03
ALIGNMENT 7+150	220.1	PF 1	35.20	20.26	22.44	22.55	22.82	0.008195	3.16	17.76	39.03	0.83
ALIGNMENT 7+150	257.19	PF 1	35.20	21.20	22.75	22.94	23.40	0.025613	4.95	13.26	31.49	1.47
ALIGNMENT 7+150	288.94	PF 1	35.20	21.63	23.34	23.60	24.33	0.026501	5.64	11.64	27.28	1.45
ALIGNMENT 7+150	328.89	PF 1	35.20	22.42	24.61	24.61	24.86	0.006318	2.68	20.57	38.82	0.71
ALIGNMENT 7+150	358.85	PF 1	35.20	22.53	23.41	24.04	25.93	0.105492	7.03	5.01	7.83	2.81
ALIGNMENT 7+150	363.09	PF 1	35.20	22.59	23.80	24.51	26.31	0.076466	7.01	5.03	6.02	2.43
ALIGNMENT 7+150	385		Bridge									
ALIGNMENT 7+150	393.71	PF 1	35.20	24.95	27.19	26.67	27.29	0.001423	1.65	31.76	37.25	0.38
ALIGNMENT 7+150	445.58	PF 1	35.20	25.93	27.40	27.40	27.64	0.007801	3.06	20.67	40.62	0.86
ALIGNMENT 7+150	487.2	PF 1	35.20	26.52	27.80	27.56	27.89	0.004249	1.87	29.43	51.74	0.57
ALIGNMENT 7+150	519.01	PF 1	35.20	26.16	27.57	27.82	28.63	0.025546	4.56	7.72	8.02	1.44
ALIGNMENT 7+150	551.69	PF 1	35.20	26.69	28.57	28.85	29.28	0.014534	4.00	11.98	25.88	1.12
ALIGNMENT 7+150	585.47	PF 1	35.20	26.73	29.15	29.33	29.72	0.011223	3.97	14.06	23.08	0.91
ALIGNMENT 7+150	622.32	PF 1	35.20	27.85	29.63	29.86	30.36	0.024711	4.18	11.98	32.04	1.36
ALIGNMENT 7+150	671.32	PF 1	35.20	28.60	30.64	30.64	30.87	0.004900	2.64	25.15	56.64	0.65
ALIGNMENT 7+150	706.91	PF 1	35.20	29.45	31.04	31.23	31.88	0.013552	4.78	10.20	9.73	1.22
ALIGNMENT 7+150	735		Bridge									
ALIGNMENT 7+150	772.24	PF 1	35.20	29.37	32.73	31.84	32.85	0.001286	1.96	29.34	24.80	0.37
ALIGNMENT 7+150	796.5	PF 1	35.20	29.74	32.83	32.11	32.89	0.001115	2.11	38.10	35.57	0.38
ALIGNMENT 7+150	822.15	PF 1	35.20	29.88	32.85	32.15	32.93	0.001823	2.62	32.86	34.56	0.49
ALIGNMENT 7+150	858.59	PF 1	35.20	30.67	32.71	32.32	33.13	0.004106	2.89	12.71	7.33	0.68
ALIGNMENT 7+150	866		Culvert									
ALIGNMENT 7+150	872.66	PF 1	35.20	31.12	35.88	33.52	35.89	0.000030	0.46	130.15	43.85	0.07
ALIGNMENT 7+150	898.25	PF 1	35.20	32.39	35.88	33.71	35.89	0.000032	0.39	142.81	58.61	0.07
ALIGNMENT 7+150	936.5	PF 1	35.20	33.11	35.88	34.35	35.89	0.000069	0.50	120.24	71.61	0.10
ALIGNMENT 7+150	996.21	PF 1	35.20	34.29	35.89	35.01	35.90	0.000248	0.64	75.23	62.47	0.16

Tabella 11 - Risultati simulazione AO pk 7+150

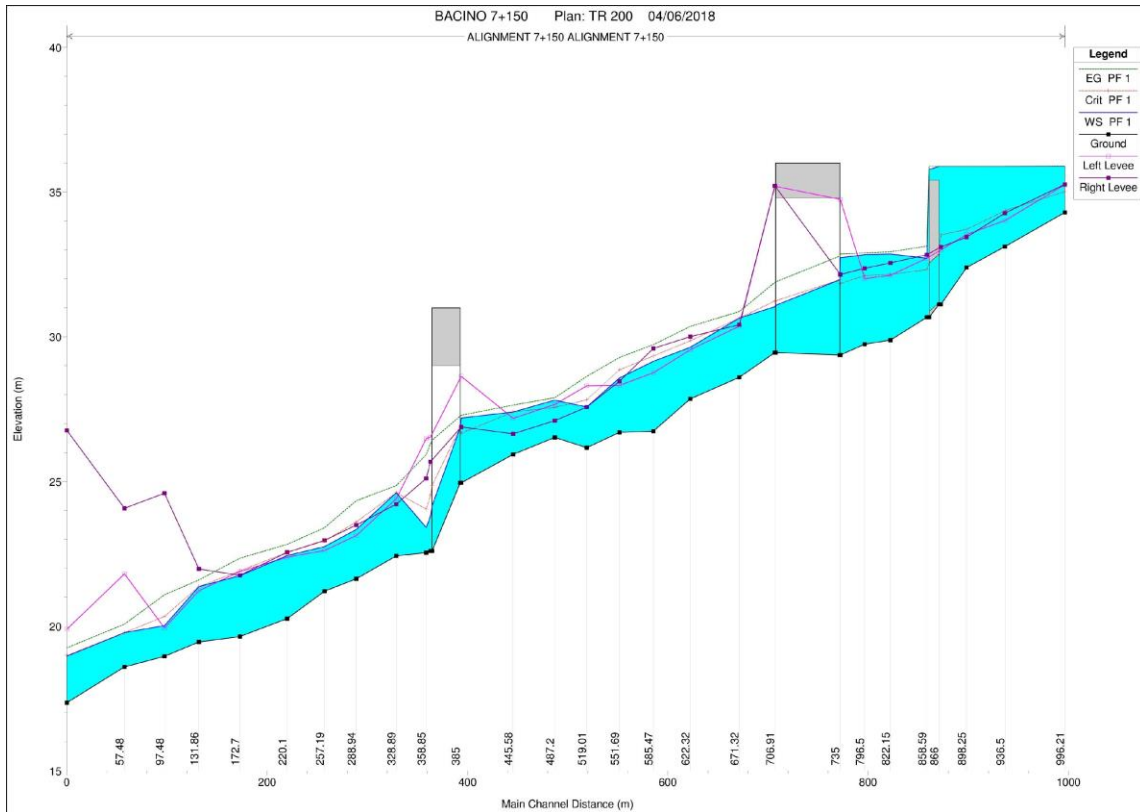


Figura 16 - Profilo di corrente AO pk 7+150

6.4.4 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 05 – pk 8+675

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 521 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 12;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 25.78 m e massimo di 69.15 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78P7ID0002003A è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 77 DI 217

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento con Autostrada A14.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 8.3 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 54.50 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.006.

Nella configurazione attuale si evidenziano, eccetto che nel tratto immediatamente a monte dell'attraversamento con l'Autostrada Adriatica A14, fenomeni di esondazione sia in sinistra che in destra idraulica. Nonostante ciò, i livelli idrici risultano inferiori alla quota d'intradosso di detto attraversamento. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: ALIGNMENT 8+675 Reach: ALIGNMENT 8+675 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
ALIGNMENT 8+675	0	PF 1	54.50	5.12	7.53	7.76	8.20	0.012885	4.42	22.18	49.15	1.01
ALIGNMENT 8+675	60.83	PF 1	54.50	5.38	8.39	8.39	8.70	0.005135	2.95	30.18	47.78	0.67
ALIGNMENT 8+675	120.65	PF 1	54.50	6.07	8.41	8.68	9.28	0.023153	4.91	18.73	47.87	1.30
ALIGNMENT 8+675	189.8	PF 1	54.50	6.59	9.70	9.71	9.90	0.004065	2.60	41.45	94.60	0.56
ALIGNMENT 8+675	215.58	PF 1	54.50	6.68	9.77	9.85	10.07	0.009034	3.22	30.32	61.47	0.69
ALIGNMENT 8+675	252.01	PF 1	54.50	7.15	9.96	10.18	10.64	0.018677	4.48	20.20	42.26	1.10
ALIGNMENT 8+675	293.45	PF 1	54.50	7.55	10.70	10.74	11.15	0.007796	3.49	22.91	28.95	0.77
ALIGNMENT 8+675	332.73	PF 1	54.50	8.05	10.94	10.52	11.41	0.005550	3.04	18.06	11.50	0.71
ALIGNMENT 8+675	365		Bridge									
ALIGNMENT 8+675	406.04	PF 1	54.50	8.87	11.10	11.37	12.26	0.018963	4.76	11.44	7.78	1.25
ALIGNMENT 8+675	452.84	PF 1	54.50	9.66	11.93	11.93	12.90	0.009975	4.44	13.09	7.48	0.98
ALIGNMENT 8+675	520.92	PF 1	54.50	10.61	13.15	12.75	13.19	0.001341	1.56	71.53	98.76	0.32

Tabella 12 - Risultati simulazione AO pk 8+675

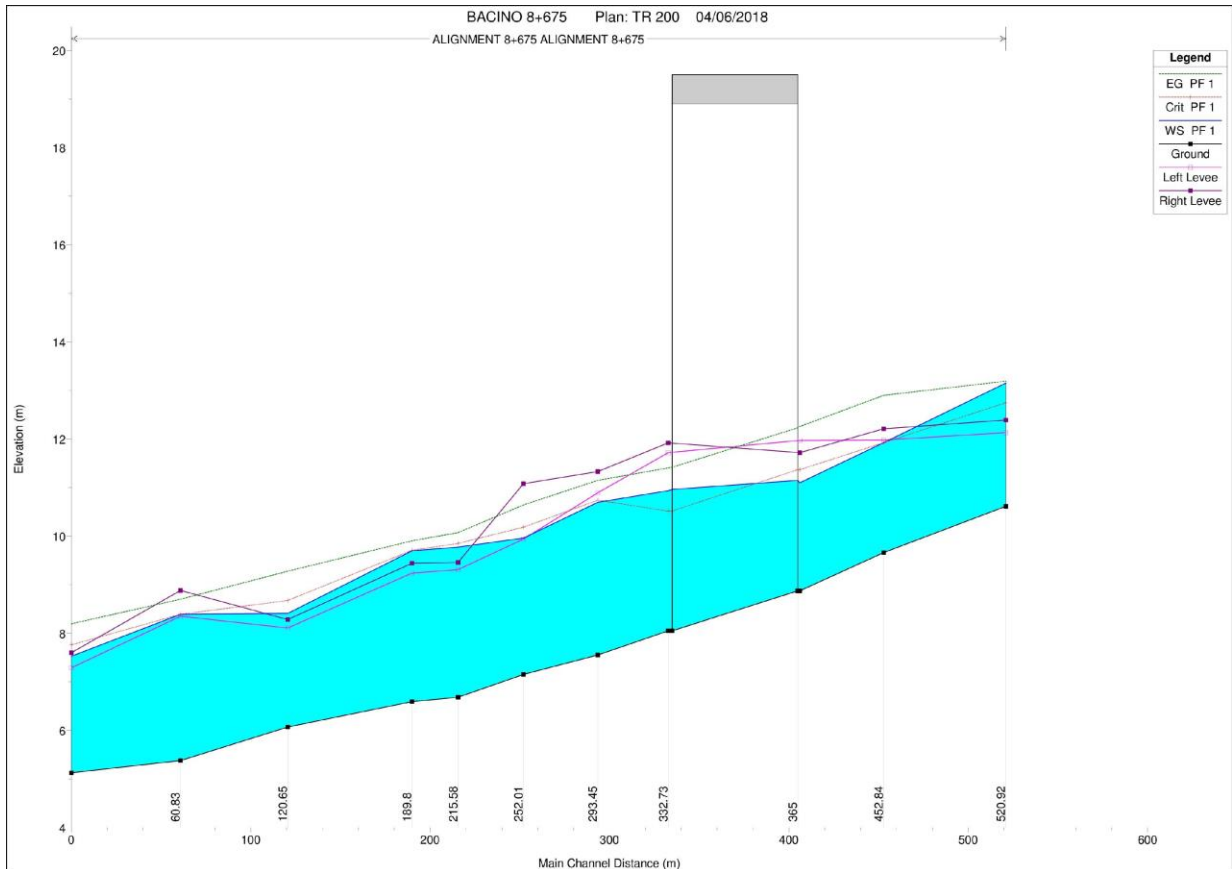


Figura 17 - Profilo di corrente AO pk 8+675

6.4.5 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 06 – pk 9+900

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 1032 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 21;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 2.95 m e massimo di 150.79 m.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 79 DI 217

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002034A è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento con Autostrada A14;
- Tombino per attraversamento con strada sterrata.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 15.54 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 300 anni, con portata pari a 78.40 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.01.

Nella configurazione attuale si evidenziano, nel tratto immediatamente a monte dell'attraversamento con l'Autostrada Adriatica A14, fenomeni di esondazione sia in sinistra che in destra idraulica, causati dal rigurgito determinato dal tombino d'attraversamento della strada sterrata immediatamente a valle, per la quale infatti, i livelli idrici risultano superiori alla quota d'estradosso. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 80 DI 217

HEC-RAS Plan: TR 300 River: ALIGNMENT 9+900 Reach: ALIGNMENT 9+900 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
ALIGNMENT 9+900	0	PF 1	78.40	2.66	4.07	4.07	4.66	0.006876	4.14	23.51	19.52	1.12
ALIGNMENT 9+900	82.47	PF 1	78.40	2.80	4.64	4.21	4.99	0.002212	2.75	31.80	20.18	0.66
ALIGNMENT 9+900	182.87	PF 1	78.40	3.09	4.86	4.53	5.25	0.002829	2.79	28.89	21.08	0.70
ALIGNMENT 9+900	333.66	PF 1	78.40	3.32	5.26	4.73	5.59	0.001800	2.58	32.42	23.06	0.60
ALIGNMENT 9+900	421.93	PF 1	78.40	3.33	5.59	5.47	5.77	0.001856	2.21	50.75	75.60	0.56
ALIGNMENT 9+900	534.85	PF 1	78.40	3.28	5.79	4.88	5.89	0.000640	1.70	58.05	34.18	0.35
ALIGNMENT 9+900	557.77	PF 1	78.40	3.62	5.75	5.75	6.50	0.009050	4.34	22.53	15.32	1.00
ALIGNMENT 9+900	648.24	PF 1	78.40	4.00	6.53	6.14	7.08	0.004476	3.76	27.28	14.78	0.76
ALIGNMENT 9+900	717.4	PF 1	78.40	4.40	6.85	6.57	7.43	0.005445	3.89	26.20	15.01	0.81
ALIGNMENT 9+900	758.84	PF 1	78.40	4.77	7.13	6.77	7.65	0.005232	3.20	24.67	13.73	0.73
ALIGNMENT 9+900	799.39	PF 1	78.40	5.08	6.47	7.08	8.54	0.051729	6.37	12.45	14.65	2.15
ALIGNMENT 9+900	810.05	PF 1	78.40	5.55	8.06	8.06	8.86	0.009689	3.98	19.90	13.17	0.98
ALIGNMENT 9+900	813		Culvert									
ALIGNMENT 9+900	817.16	PF 1	78.40	5.86	10.87	8.67	10.92	0.000312	1.19	103.39	64.94	0.19
ALIGNMENT 9+900	820.71	PF 1	78.40	6.02	10.86	8.97	10.92	0.000471	1.33	90.83	62.90	0.22
ALIGNMENT 9+900	842.53	PF 1	78.40	6.90	10.91	9.71	10.94	0.000217	0.91	138.62	80.01	0.16
ALIGNMENT 9+900	870		Bridge									
ALIGNMENT 9+900	896.18	PF 1	78.40	6.80	10.97	9.90	11.12	0.001152	2.04	54.87	32.06	0.35
ALIGNMENT 9+900	934.97	PF 1	78.40	7.16	11.05	10.23	11.17	0.001043	1.82	63.79	52.81	0.32
ALIGNMENT 9+900	986.24	PF 1	78.40	7.78	10.99	10.99	11.54	0.006518	3.67	28.41	24.06	0.76
ALIGNMENT 9+900	1031.9	PF 1	78.40	7.48	11.51	10.96	11.72	0.001719	2.55	54.00	47.61	0.43

Tabella 13 - Risultati simulazione AO pk 9+900

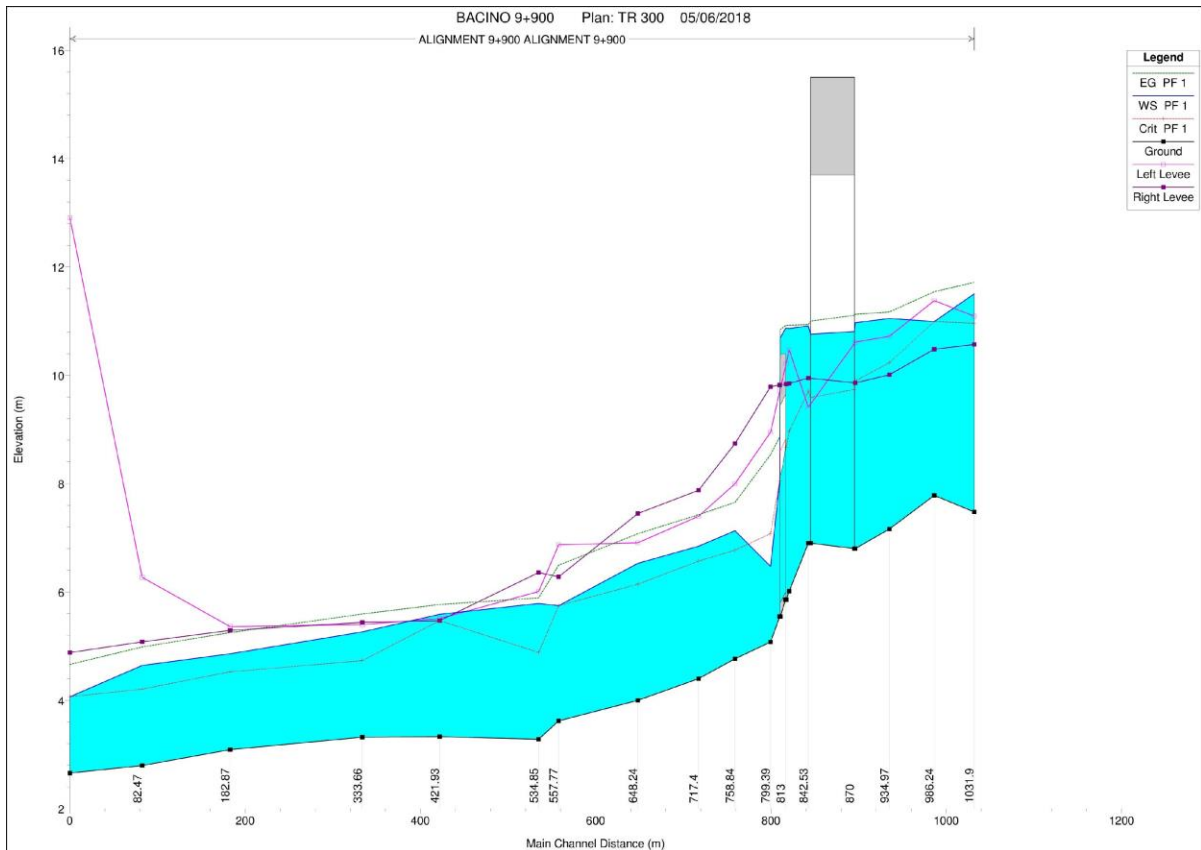


Figura 18 - Profilo di corrente AO pk 9+900

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 81 DI 217

6.4.6 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 07 – pk 10+714

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 146 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 5;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 31.75 m e massimo di 41.66 m.

Per l'interferenza in oggetto non sono stati redatti elaborati relativi alla condizione ante operam. La traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione corrisponde a quella del post operam alla quale si rimanda (LI0202D78PZID0002036A).

Non sono presenti opere di attraversamento lungo il tratto d'asta in analisi.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.13 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 7.26 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.005;
- A valle è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.005.

Nella configurazione attuale la portata di progetto non è contenuta nell'alveo solo in corrispondenza della sezione 72.69, sita a valle del futuro attraversamento della linea ferroviaria in progetto. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 200 River: Alignment_10+700 Reach: Alignment_10+700 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
Alignment_10+700	0	PF 1	7.26	1.94	2.76	2.50	2.83	0.005003	1.23	5.91	9.90	0.51
Alignment_10+700	32.69	PF 1	7.26	1.99	2.91	2.60	2.96	0.002522	1.08	8.77	22.75	0.38
Alignment_10+700	72.69	PF 1	7.26	1.81	2.99	2.50	3.02	0.000900	0.77	13.72	26.08	0.24
Alignment_10+700	114.35	PF 1	7.26	1.98	3.05	2.59	3.08	0.003079	0.87	8.46	17.26	0.39
Alignment_10+700	146.1	PF 1	7.26	2.79	3.40	3.40	3.50	0.012041	1.77	6.61	28.50	0.78

Tabella 14 - Risultati simulazione AO pk 10+714

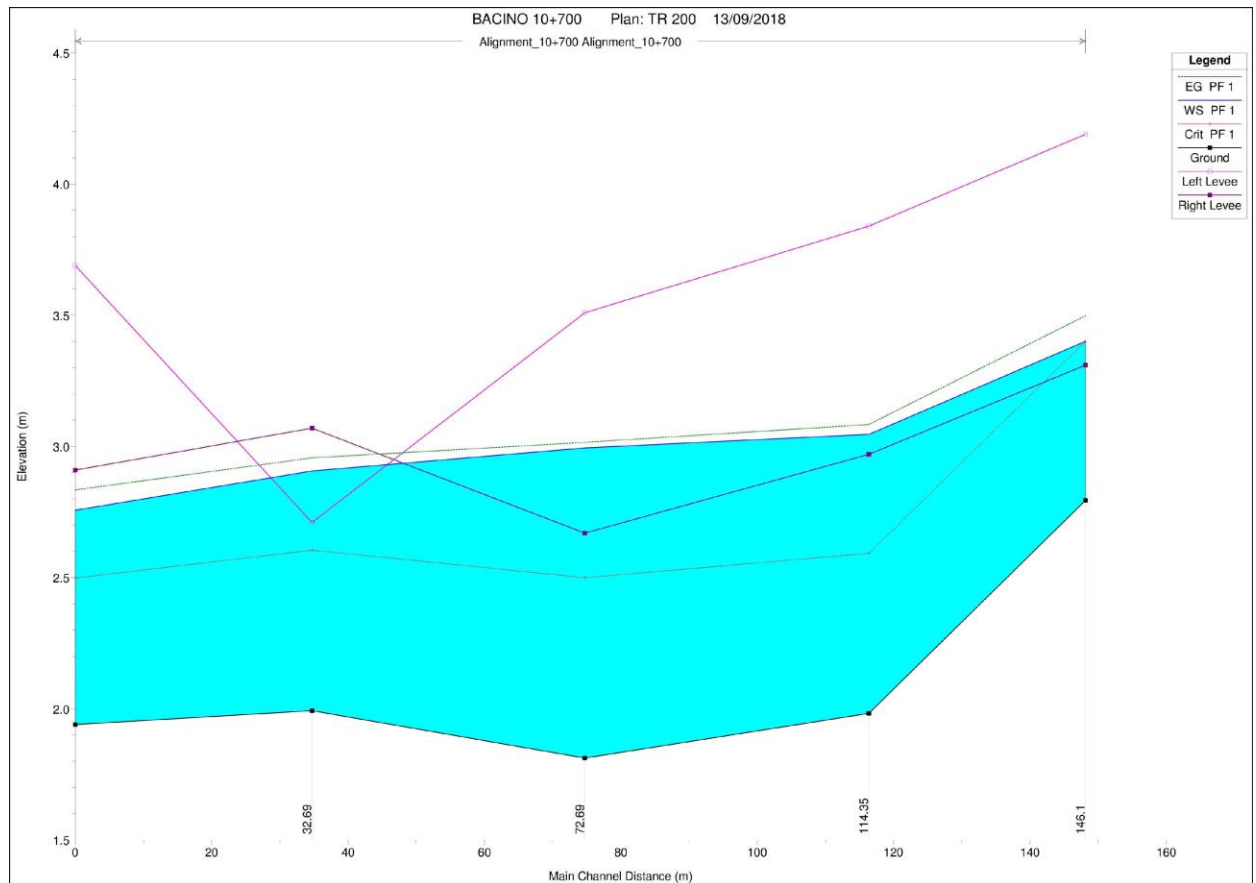


Figura 19 - Profilo di corrente AO pk 10+714

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 83 DI 217

6.4.7 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 10 – pk 15+650-20+000

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 5410 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 36;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 3.61 m e massimo di 546.87 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78P6ID0002002A e LI0202D78P6ID0002003A è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino per attraversamento con strada poderale;
- Tombino per attraversamento con A14;
- N.3 Tombini per attraversamento strade locali.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 23.77 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 300 anni, con portata pari a:

- 56.60 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello;
- 76.00 m³/s dalla sezione 3007.09 (sezione di confluenza del corso d'acqua simulato sito alla progressiva 18+075 della linea ferroviaria in progetto);
- 87.30 m³/s dalla sezione 1643.06 (sezione di confluenza del corso d'acqua simulato sito alla progressiva 16+695,58 della linea ferroviaria in progetto).

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 84 DI 217

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, essendo il corso d'acqua in questione un tributario in destra idraulica del Torrente Saccione, è stato imposto il livello idrico corrispondente alla sezione di confluenza pari a 4.35 m s.l.m., desunto dalla relativa simulazione numerica, sviluppata nell'ambito dello studio del Torrente Saccione (TR 300 anni).

Nella configurazione attuale la portata di progetto non è contenuta nell'alveo dapprima solo in destra idraulica, dalla sezione 3007.09 sino all'attraversamento con la strada esistente di più a valle. Successivamente i fenomeni di esondazione, per effetto del livello del fiume Saccione, assunto come condizione al contorno di valle, interessano anche la sinistra idraulica. I due tombini d'attraversamento della viabilità esistente risultano insufficienti per la portata di progetto, instaurandosi livelli idrici superiori alla quota d'estradosso dell'infrastruttura stradale. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 85 DI 217

HEC-RAS Plan: TR 300 River: ALIGNMENT 15+650 Reach: ALIGNMENT 15+650 Profile: TR300

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
ALIGNMENT 15+650	0	TR300	87.30	1.79	4.35	2.83	4.35	0.000008	0.11	758.12	309.65	0.03
ALIGNMENT 15+650	206.21	TR300	87.30	1.82	4.35	3.08	4.35	0.000009	0.11	748.34	310.83	0.03
ALIGNMENT 15+650	282.37	TR300	87.30	1.77	4.35	3.49	4.35	0.000011	0.13	688.54	310.05	0.03
ALIGNMENT 15+650	357.53	TR300	87.30	2.06	4.35	3.32	4.35	0.000034	0.23	477.81	301.55	0.05
ALIGNMENT 15+650	618.37	TR300	87.30	2.21	4.35	3.47	4.39	0.000725	0.96	106.18	63.96	0.23
ALIGNMENT 15+650	745.06	TR300	87.30	2.30	4.40	3.57	4.61	0.003616	2.05	43.21	22.26	0.51
ALIGNMENT 15+650	1291.93	TR300	87.30	1.75	5.98	4.70	6.29	0.002545	2.54	38.90	16.64	0.44
ALIGNMENT 15+650	1438.58	TR300	87.30	6.55	9.66	9.66	10.50	0.010694	4.29	23.71	15.11	0.90
ALIGNMENT 15+650	1522.38	TR300	87.30	6.28	10.64	8.51	10.72	0.000656	1.32	79.17	39.08	0.23
ALIGNMENT 15+650	1643.06	TR300	87.30	6.75	10.72	9.40	10.84	0.001464	1.56	62.10	39.08	0.34
ALIGNMENT 15+650	2131.69	TR300	76.00	6.52	11.22	9.27	11.28	0.000570	1.26	76.92	33.81	0.22
ALIGNMENT 15+650	2459.76	TR300	76.00	7.76	11.46	10.13	11.54	0.001062	1.39	70.87	50.54	0.28
ALIGNMENT 15+650	2465		Inl Struct									
ALIGNMENT 15+650	2468.61	TR300	76.00	7.72	11.47	10.12	11.56	0.001131	1.44	68.65	50.87	0.29
ALIGNMENT 15+650	2493.69	TR300	76.00	7.57	11.50	10.07	11.59	0.001238	1.50	65.99	55.71	0.30
ALIGNMENT 15+650	2500		Bridge									
ALIGNMENT 15+650	2520.81	TR300	76.00	8.14	11.64	10.35	11.73	0.001243	1.51	66.87	55.71	0.30
ALIGNMENT 15+650	2693.87	TR300	76.00	8.42	11.82	10.51	12.02	0.001778	2.07	40.38	19.17	0.39
ALIGNMENT 15+650	2763.94	TR300	76.00	9.19	11.93	11.15	12.24	0.004347	2.44	31.18	15.57	0.55
ALIGNMENT 15+650	2770		Bridge									
ALIGNMENT 15+650	2787.24	TR300	76.00	8.18	12.37	10.20	12.44	0.000635	1.21	78.53	51.68	0.22
ALIGNMENT 15+650	3007.09	TR300	76.00	8.29	12.52	10.80	12.56	0.000446	0.97	103.01	67.46	0.18
ALIGNMENT 15+650	3332.29	TR300	56.60	8.76	12.68	10.91	12.80	0.001371	1.53	36.99	14.97	0.31
ALIGNMENT 15+650	3584.89	TR300	56.60	8.93	12.97	10.84	13.06	0.000787	1.34	44.26	17.67	0.25
ALIGNMENT 15+650	3707.06	TR300	56.60	9.14	13.08	11.21	13.19	0.001188	1.46	38.72	15.76	0.29
ALIGNMENT 15+650	3951.88	TR300	56.60	10.19	13.44	12.24	13.63	0.002546	1.91	29.59	13.87	0.42
ALIGNMENT 15+650	4230.08	TR300	56.60	12.91	15.11	15.11	15.90	0.012205	4.07	15.60	10.72	0.93
ALIGNMENT 15+650	4704.69	TR300	56.60	13.95	17.30	15.83	17.41	0.001301	1.50	40.15	20.36	0.31
ALIGNMENT 15+650	4963.20	TR300	56.60	15.41	17.76	17.05	17.99	0.003502	2.15	27.90	16.85	0.51
ALIGNMENT 15+650	5205.75	TR300	56.60	16.99	19.82	19.82	20.62	0.011348	4.18	15.90	10.73	0.88
ALIGNMENT 15+650	5300		Bridge									
ALIGNMENT 15+650	5310.17	TR300	56.60	18.59	21.06	20.74	21.48	0.008774	2.88	19.79	13.17	0.73
ALIGNMENT 15+650	5375.71	TR300	56.60	19.70	22.07	22.07	22.75	0.015592	3.67	15.62	11.74	0.99
ALIGNMENT 15+650	5390		Bridge									
ALIGNMENT 15+650	5395.05	TR300	56.60	20.03	22.45	22.24	22.99	0.009777	3.32	17.88	11.62	0.81
ALIGNMENT 15+650	5410.32	TR300	56.60	20.26	22.62	22.39	23.15	0.010588	3.22	17.59	11.14	0.82

Tabella 15 - Risultati simulazione AO pk 15+650-20+000

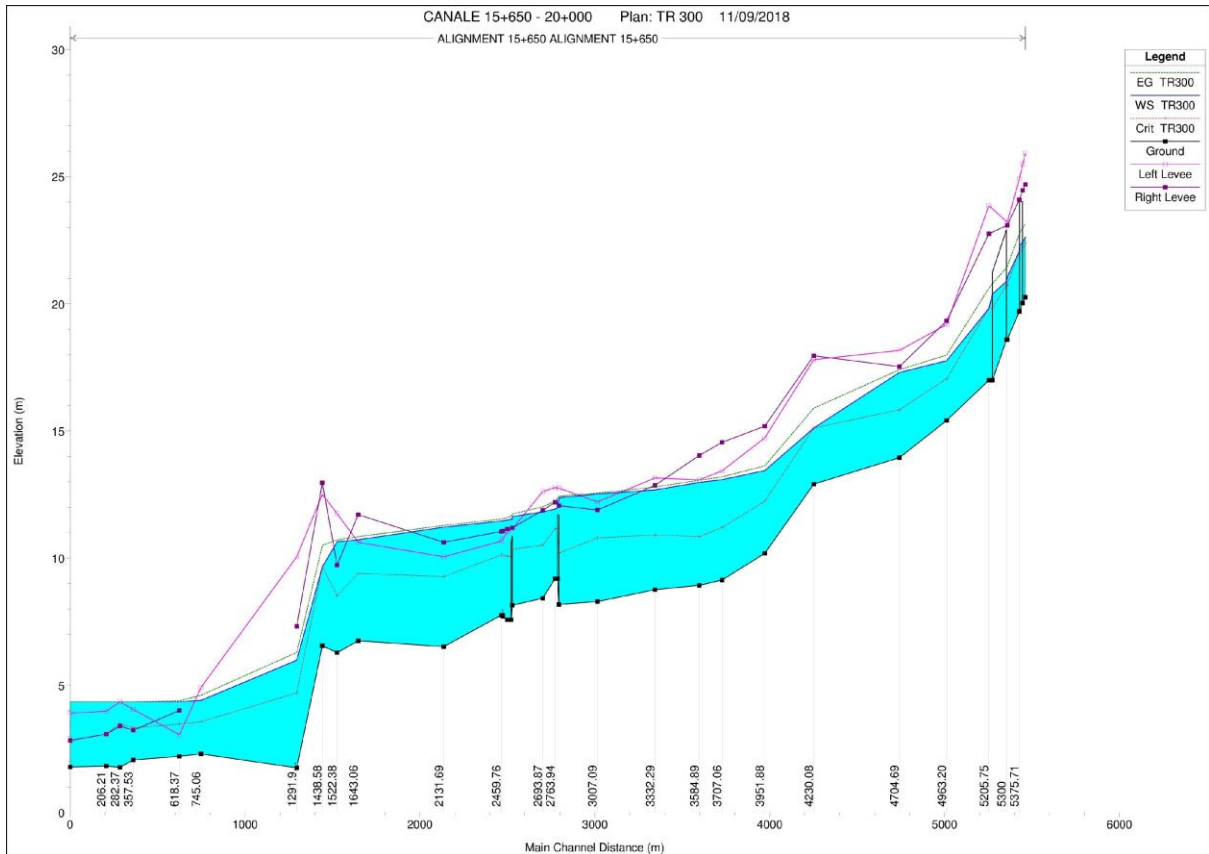


Figura 20 – Profilo di corrente AO pk 15+650-20+000

6.4.8 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 11 – pk 16+695,58

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 124 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 3;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 40.64 m e massimo di 45.66 m.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 87 DI 217

Per l'interferenza in oggetto non sono stati redatti elaborati relativi alla condizione ante operam. La traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione corrisponde a quella del post operam alla quale si rimanda (LI0202D78PZID0002015A).

Nono sono presenti opere di attraversamento lungo il tratto d'asta in analisi.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.96 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 20.80 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, essendo il corso d'acqua in questione un tributario in sinistra idraulica del corso d'acqua inerente alla simulazione n. 10 – pk 15+650-20+000, è stato imposto il livello idrico corrispondente alla sezione di confluenza, pari a 10.67 m s.l.m., desunto dalla relativa simulazione numerica (Tr 200 anni), sempre sviluppata nell'ambito del presente studio idraulico.

Nella configurazione attuale non si riscontrano particolari criticità in relazione al contenimento della portata di progetto nelle sezioni d'alveo, sebbene il franco idraulico minimo di 50 cm rispetto al ciglio non sia rispettato. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 200 SR River: Alignment 16+700 Reach: Alignment 16+700 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Alignment 16+700	38	PF 1	20.80	9.06	10.67	10.66	10.80	0.005761	2.95	20.34	52.86	0.75
Alignment 16+700	78.64	PF 1	20.80	9.58	10.95	10.76	11.03	0.005117	2.48	19.81	41.57	0.68
Alignment 16+700	124.3	PF 1	20.80	10.50	11.94	11.94	12.14	0.006241	2.83	15.34	32.01	0.76

Tabella 16 - Risultati simulazione AO pk 16+695,58

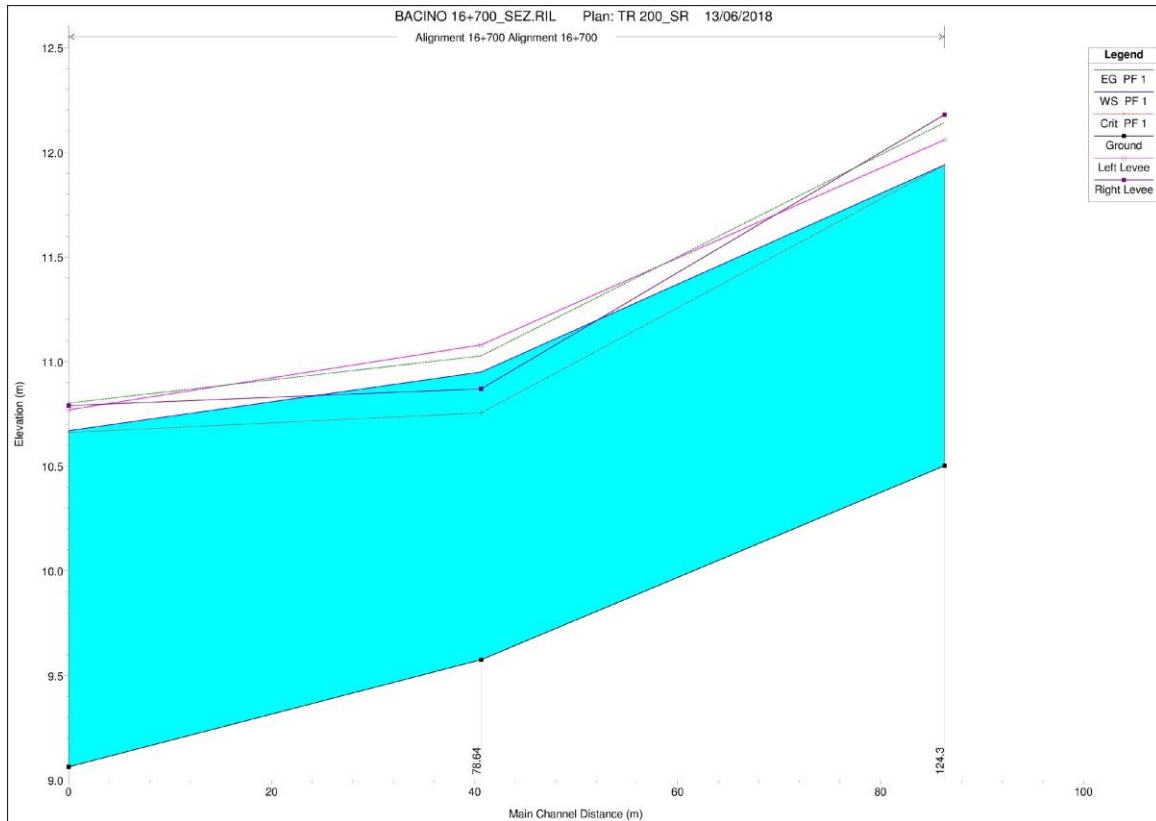


Figura 21 – Profilo di corrente AO pk 16+695,58

6.4.9 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 12 – pk 17+520 - 17+595

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 3118 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 39;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 18.8 m e massimo di 103.55 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002040A è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 89 DI 217

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Attraversamento con Autostrada A14, mediante tombino scatolare di sezione interna 5.0 x 3.0 m.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 2.71 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 29.70 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, essendo il corso d'acqua in questione un tributario in sinistra idraulica del corso d'acqua inerente alla simulazione n. 10 – pk 15+650-20+000, è stato imposto il livello idrico corrispondente alla sezione di confluenza pari a 11.42 m s.l.m., desunto dalla relativa simulazione numerica (TR 200 anni), sempre sviluppata nell'ambito del presente studio idraulico.

Nella configurazione attuale si evidenziano, per un tratto di lunghezza pari a circa 400 m a monte dell'attraversamento con l'Autostrada Adriatica A14, fenomeni di esondazione significativi in sinistra idraulica; a valle di detta infrastruttura, fenomeni esondativi interessano anche la destra idraulica, causati sostanzialmente dal livello idrico del canale inerente alla simulazione n. 10 – pk 15+650-20+000, assunto come condizione al contorno di valle. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOLGIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 90 DI 217

HEC-RAS Plan: TR 200 2762018 River: BACINO 17+500 Reach: BACINO 17+500 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
BACINO 17+500	0.31	PF 1	29.70	7.25	11.42	8.61	11.42	0.000001	0.07	551.36	169.42	0.01
BACINO 17+500	36.3	PF 1	29.70	7.90	11.42	8.27	11.42	0.000000	0.04	773.77	192.93	0.01
BACINO 17+500	66.43	PF 1	29.70	8.44	11.42	8.88	11.42	0.000000	0.04	764.25	196.72	0.01
BACINO 17+500	96.62	PF 1	29.70	8.24	11.42	9.05	11.42	0.000001	0.05	710.03	191.31	0.01
BACINO 17+500	115.42	PF 1	29.70	8.70	11.42	9.52	11.42	0.000001	0.06	589.28	186.74	0.01
BACINO 17+500	137.19	PF 1	29.70	8.73	11.42	9.60	11.42	0.000003	0.09	426.71	180.92	0.02
BACINO 17+500	157.57	PF 1	29.70	8.85	11.42	9.71	11.42	0.000006	0.12	364.76	199.57	0.03
BACINO 17+500	182.42	PF 1	29.70	9.34	11.42	10.78	11.42	0.000023	0.18	223.86	168.28	0.05
BACINO 17+500	202.31	PF 1	29.70	9.34	11.42	10.84	11.42	0.000029	0.20	213.01	181.25	0.05
BACINO 17+500	250											
BACINO 17+500	302.65	PF 1	29.70	12.46	15.14	12.90	15.14	0.000007	0.13	316.93	154.30	0.03
BACINO 17+500	402.9	PF 1	29.70	13.48	15.14	14.38	15.14	0.000106	0.33	112.52	95.83	0.10
BACINO 17+500	502.9	PF 1	29.70	14.77	16.24	16.24	16.43	0.007767	2.31	21.26	57.69	0.77
BACINO 17+500	602.91	PF 1	29.70	16.87	17.39	17.34	17.48	0.014882	1.96	23.63	80.49	0.96
BACINO 17+500	702.91	PF 1	29.70	17.88	18.69	18.73	18.89	0.016628	2.71	19.22	62.66	1.09
BACINO 17+500	803.54	PF 1	29.70	20.66	20.93	20.93	21.07	0.029254	1.65	18.25	67.42	1.19
BACINO 17+500	903.54	PF 1	29.70	21.45	21.95	21.75	21.99	0.004424	1.02	32.43	69.59	0.52
BACINO 17+500	1003.55	PF 1	29.70	21.91	22.88	22.95	23.20	0.018791	3.08	14.79	41.41	1.17
BACINO 17+500	1103.55	PF 1	29.70	23.19	24.34	24.34	24.53	0.009606	2.14	18.78	48.65	0.83
BACINO 17+500	1206.17	PF 1	29.70	23.85	25.20	25.11	25.39	0.007358	2.43	18.05	28.94	0.77
BACINO 17+500	1306.26	PF 1	29.70	25.31	26.58	26.58	26.96	0.010429	2.89	11.93	15.84	0.93
BACINO 17+500	1406.39	PF 1	29.70	26.12	27.45	27.26	27.60	0.004008	1.85	21.77	39.96	0.58
BACINO 17+500	1508.42	PF 1	29.70	27.06	28.45	28.49	28.76	0.012927	3.07	14.35	24.58	0.98
BACINO 17+500	1608.42	PF 1	29.70	28.79	29.92	30.27	31.10	0.054445	4.96	6.76	14.14	1.93
BACINO 17+500	1709.75	PF 1	29.70	31.72	33.10	33.19	33.64	0.013817	3.40	10.12	13.71	1.06
BACINO 17+500	1809.78	PF 1	29.70	33.74	34.66	34.66	35.02	0.013421	2.65	11.25	16.16	0.99
BACINO 17+500	1913.33	PF 1	29.70	34.97	36.01	36.01	36.41	0.013345	2.79	10.65	13.77	1.00
BACINO 17+500	2016.11	PF 1	29.70	36.72	37.71	38.11	39.08	0.099535	5.89	6.39	15.81	2.52
BACINO 17+500	2116.11	PF 1	29.70	39.88	41.28	41.28	41.74	0.011572	3.06	10.56	14.25	0.96
BACINO 17+500	2216.11	PF 1	29.70	40.90	42.43	42.70	43.36	0.028073	4.81	8.17	12.16	1.46
BACINO 17+500	2316.23	PF 1	29.70	43.12	45.04	45.25	45.89	0.022723	4.09	7.28	7.17	1.25
BACINO 17+500	2416.56	PF 1	29.70	45.71	47.17	47.21	47.64	0.013314	3.35	10.70	12.80	1.03
BACINO 17+500	2516.56	PF 1	29.70	47.18	48.63	48.85	49.46	0.022946	4.03	7.37	7.40	1.29
BACINO 17+500	2617.06	PF 1	29.70	49.91	51.34	51.79	52.76	0.044315	5.28	5.73	7.77	1.77
BACINO 17+500	2717.81	PF 1	29.70	53.65	55.02	55.35	56.16	0.026193	4.84	6.70	7.17	1.46
BACINO 17+500	2817.89	PF 1	29.70	58.01	58.84	59.12	59.91	0.057936	5.58	8.46	23.94	2.08
BACINO 17+500	2917.89	PF 1	29.70	61.92	62.88	63.01	63.32	0.021795	3.88	12.69	27.66	1.31
BACINO 17+500	3017.92	PF 1	29.70	65.81	66.49	66.78	67.72	0.108870	6.38	7.72	27.68	2.72
BACINO 17+500	3117.92	PF 1	29.70	68.11	69.56	69.56	69.93	0.008709	3.24	14.05	20.03	0.88

Tabella 17 - Risultati simulazione AO pk 17+520 – 17+595

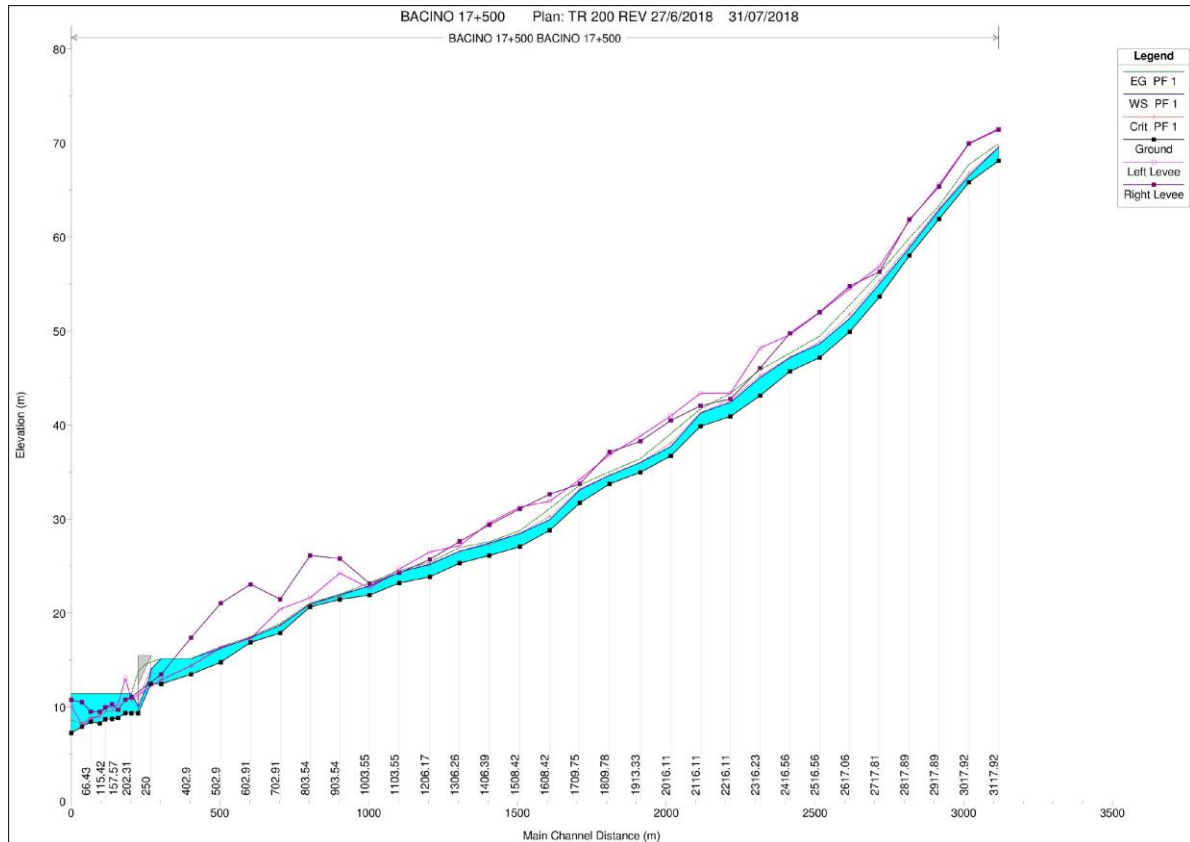


Figura 22 - Profilo di corrente AO pk 17+520-17+595

6.4.10 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 13 – pk 18+075

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 217 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 4;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 25.82 m e massimo di 93.97 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002042A è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - RipaltaRELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORIPROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 92 DI 217

Non sono presenti opere di attraversamento lungo il tratto d'asta in analisi.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 3.40 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 23.47 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, essendo il corso d'acqua in questione un tributario in sinistra idraulica del corso d'acqua inerente alla simulazione n. 10 – pk 15+650-20+000, è stato imposto il livello idrico corrispondente alla sezione di confluenza pari a 12.43 m s.l.m., desunto dalla relativa simulazione numerica (Tr 200 anni), sempre sviluppata nell'ambito del presente studio idraulico.

Nella configurazione attuale si evidenziano fenomeni esondativi in sinistra e destra idraulica nel tratto di valle del corso d'acqua qui esaminato (di lunghezza pari a circa 100 m), determinati dal livello idrico del canale interessato dalla simulazione n. 10 – pk 15+650-20+000, assunto come condizione al contorno di valle. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 200_RV River: ALIGNMENT 18+075 Reach: ALIGNMENT 18+075 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
ALIGNMENT 18+075	20	PF 1	26.10	10.90	12.43	12.22	12.49	0.002615	1.29	34.41	104.00	0.40
ALIGNMENT 18+075	45.82	PF 1	26.10	10.94	12.52	12.34	12.54	0.001532	1.13	54.68	169.91	0.32
ALIGNMENT 18+075	139.79	PF 1	26.10	11.41	13.42	13.42	13.94	0.018278	3.21	8.14	7.76	1.00
ALIGNMENT 18+075	217.03	PF 1	26.10	12.64	14.65	14.44	15.02	0.010637	2.67	9.77	8.18	0.78

Tabella 18 - Risultati simulazione AO pk 18+075

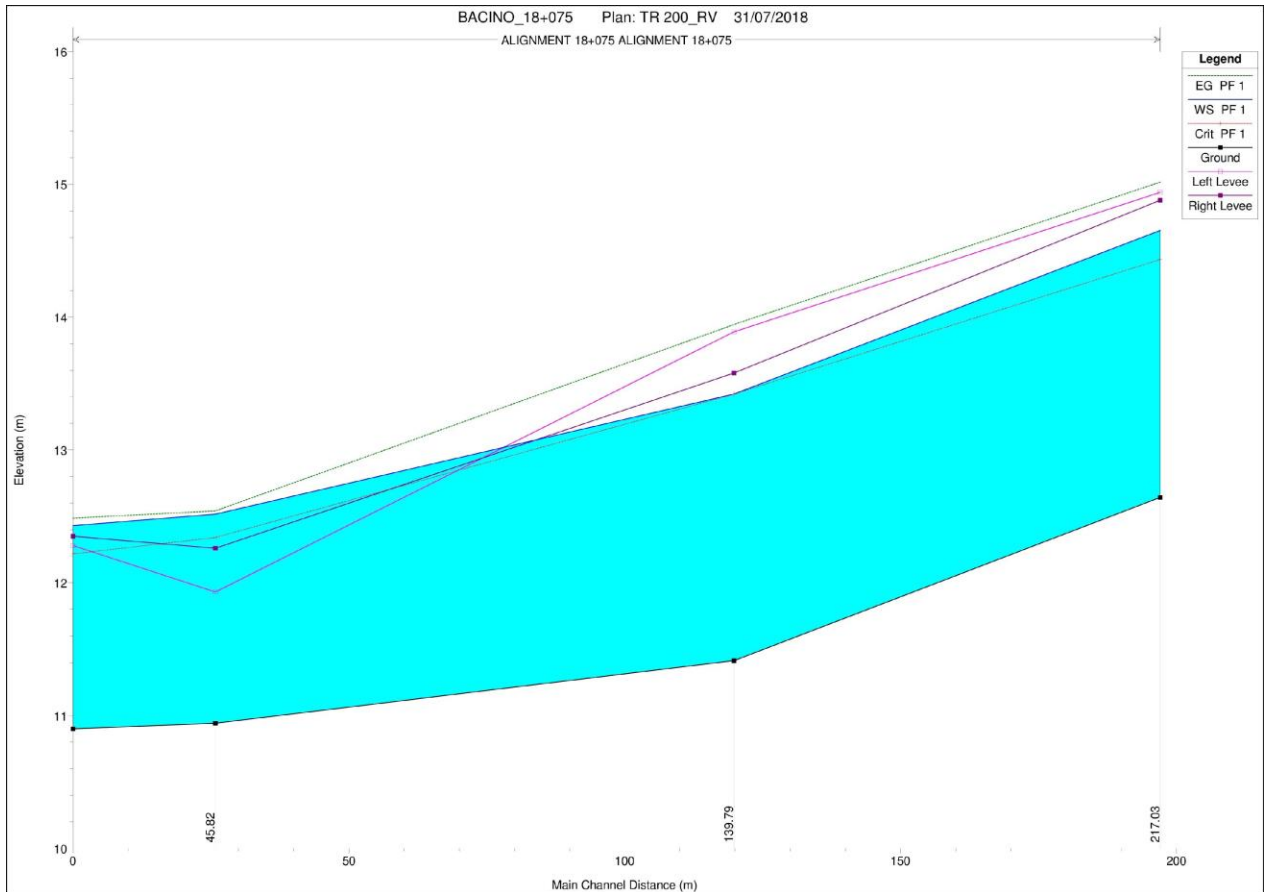


Figura 23 - Profilo di corrente AO pk 18+075

6.4.11 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 14 – pk 19+305,39

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 304 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 8;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 9.09 m e massimo di 63.45 m.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGGIO 94 DI 217

Per l'interferenza in oggetto non sono stati redatti elaborati relativi alla condizione ante operam. La traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione corrisponde a quella del post operam alla quale si rimanda (LI0202D78PZID0002047A).

Non sono presenti opere di attraversamento lungo il tratto d'asta in analisi.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.05 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 4.60 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.01.

Nella configurazione attuale non si riscontrano particolari criticità in relazione al contenimento della portata di progetto nelle sezioni d'alveo, con anche il rispetto del franco idraulico minimo di 50 cm. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 200 River: BACINO 19+300 Reach: BACINO 19+300 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
BACINO 19+300	1.07	PF 1	4.60	7.59	7.69	7.66	7.71	0.010007	0.64	8.06	82.54	0.71
BACINO 19+300	37.44	PF 1	4.60	8.04	8.19	8.22	8.27	0.028115	1.48	4.53	55.75	1.28
BACINO 19+300	78.21	PF 1	4.60	8.91	9.07	9.10	9.17	0.039145	1.74	3.91	44.55	1.51
BACINO 19+300	117.46	PF 1	4.60	9.70	9.97	9.98	10.05	0.014596	1.48	4.25	31.91	1.00
BACINO 19+300	126.55	PF 1	4.60	9.88	10.09	10.16	10.32	0.052823	2.34	2.54	24.19	1.82
BACINO 19+300	177.56	PF 1	4.60	11.12	11.42	11.43	11.51	0.012848	1.55	4.30	28.38	0.96
BACINO 19+300	240.73	PF 1	4.60	12.83	13.03	13.12	13.36	0.103847	2.60	1.91	19.04	2.40
BACINO 19+300	304.18	PF 1	4.60	14.61	14.91	14.91	14.98	0.011042	1.39	4.66	32.14	0.89

Tabella 19 - Risultati simulazione AO pk 19+305,39

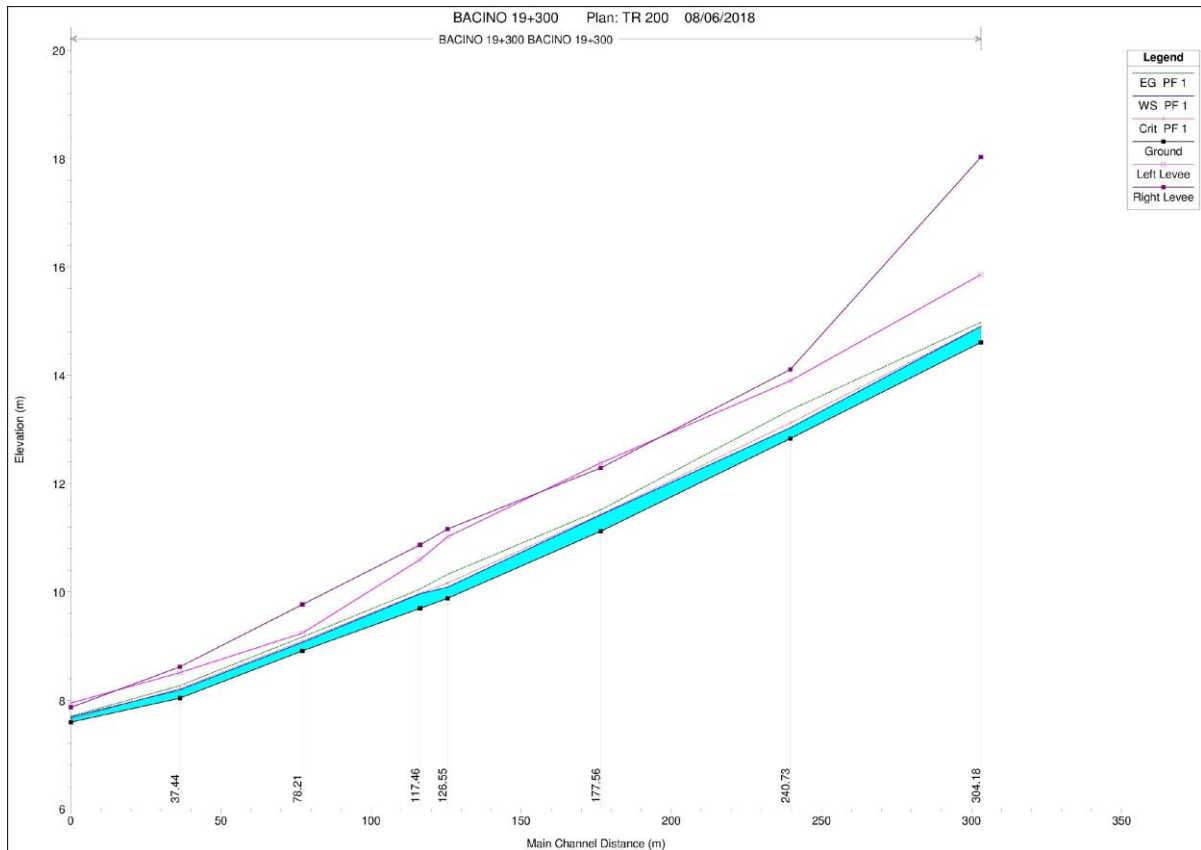


Figura 24 - Profilo di corrente AO pk 19+305,39

6.4.12 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 15 – pk 20+250

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 711 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 7;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 65.92 m e massimo di 239.32 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002049A è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 96 DI 217

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino scatolare per attraversamento con Autostrada A14.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.20 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 11.39 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello. Si evidenzia che al valore di portata determinato col metodo cinematico (6.29 m³/s) è stata sommata l'aliquota di portata (5.10 m³/s) che sarà derivata, una volta realizzato l'intervento progettuale previsto nel progetto definitivo "*Interventi di mitigazione del rischio idraulico sul Canale della Castagna*", dal "Canale Collettore di bonifica delle Colline di Chieuti" all'asta finale del "Canale della Castagna".

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.01.

Nella configurazione attuale non si riscontrano particolari criticità in relazione al contenimento della portata di progetto nelle sezioni d'alveo, sebbene il franco idraulico minimo di 50 cm non sia ovunque rispettato. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 97 DI 217

HEC-RAS Plan: TR 200 SIT FUT River: ALIGNMENT_20+250 Reach: ALIGNMENT_20+250 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
ALIGNMENT_20+250	0.61	PF 1	11.39	6.11	6.35	6.35	6.35	0.000227	0.14	67.86	232.71	0.10
ALIGNMENT_20+250	239.93	PF 1	11.39	9.80	10.40	10.56	10.98	0.035362	3.35	3.40	6.25	1.45
ALIGNMENT_20+250	400.14	PF 1	11.39	12.40	13.54	13.54	13.93	0.011166	2.86	4.58	6.48	0.92
ALIGNMENT_20+250	470.59	PF 1	11.39	12.69	14.12	13.44	14.21	0.001781	1.31	8.81	7.07	0.36
ALIGNMENT_20+250	574.08	PF 1	11.39	13.44	14.35	14.30	14.67	0.012691	2.49	4.57	5.95	0.91
ALIGNMENT_20+250	640	Bridge										
ALIGNMENT_20+250	710.55	PF 1	11.39	15.75	16.67	16.33	16.76	0.003254	1.35	8.43	10.57	0.48

Tabella 20 - Risultati simulazione AO pk 20+250

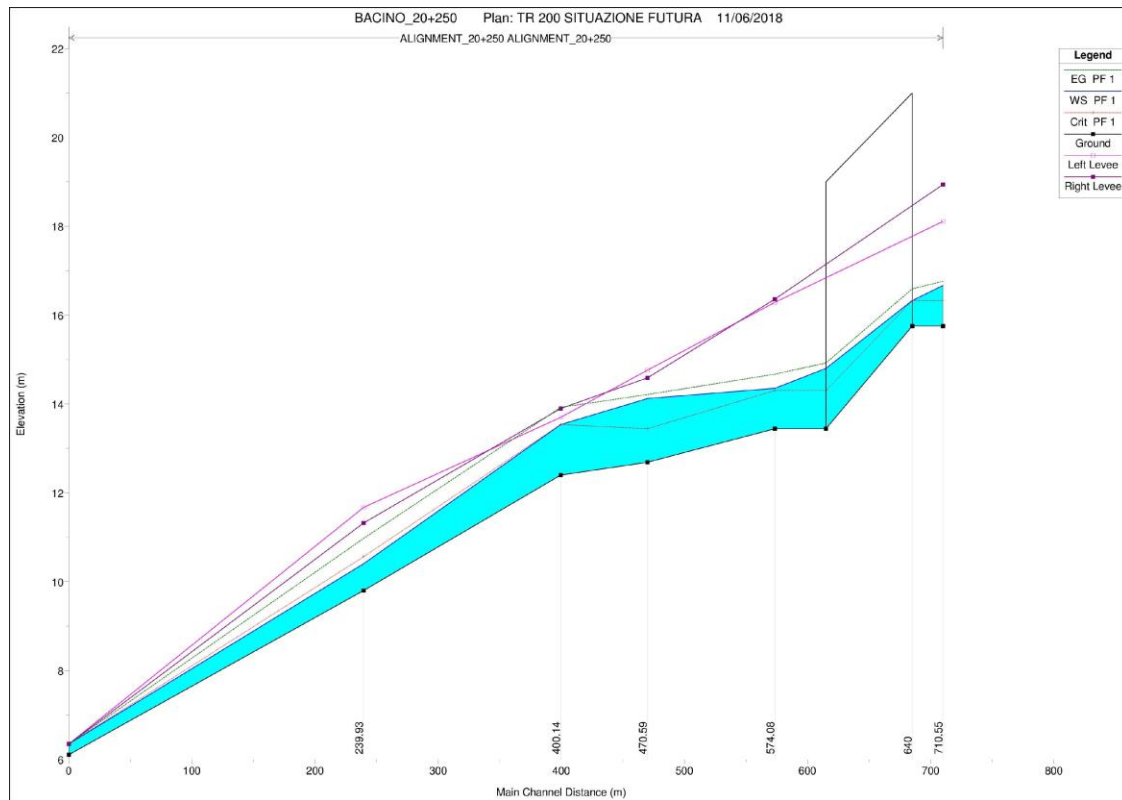


Figura 25 – Profilo di corrente AO pk 20+250

6.4.13 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 16 – pk 20+600

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 98 DI 217

- Lunghezza totale tratto di studio: 413 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 6;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 53.37 m e massimo di 112.75 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002051A è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino scatolare di sezione interna 6.0 x 4.0 m per attraversamento con Autostrada A14.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.67 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 18.90 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.01.

Nella configurazione attuale non si riscontrano particolari criticità in relazione al contenimento della portata di progetto nelle sezioni d'alveo, con anche il rispetto del franco idraulico minimo di 50 cm. L'unica eccezione riguarda il tratto immediatamente a monte dell'attraversamento con l'Autostrada A14, con esondazione in sinistra idraulica, seppure di modesta entità. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 200 River: ALIGNEMENT 20+60 Reach: ALIGNEMENT 20+60 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
ALIGNEMENT 20+60	0.1	PF 1	18.90	8.85	9.57	9.75	10.14	0.054335	3.39	5.80	16.84	1.79
ALIGNEMENT 20+60	79.02	PF 1	18.90	11.40	11.95	11.96	12.13	0.014026	1.96	11.27	34.86	0.94
ALIGNEMENT 20+60	191.77	PF 1	18.90	14.45	15.14	15.41	16.28	0.179947	4.73	4.00	16.28	3.04
ALIGNEMENT 20+60	300.15	PF 1	18.90	17.52	19.02	19.02	19.50	0.011420	3.26	6.81	7.56	0.96
ALIGNEMENT 20+60	360	Bridge										
ALIGNEMENT 20+60	413.37	PF 1	18.90	21.83	23.61	22.49	23.61	0.000139	0.45	68.66	73.40	0.12

Tabella 21 - Risultati simulazione AO pk 20+600

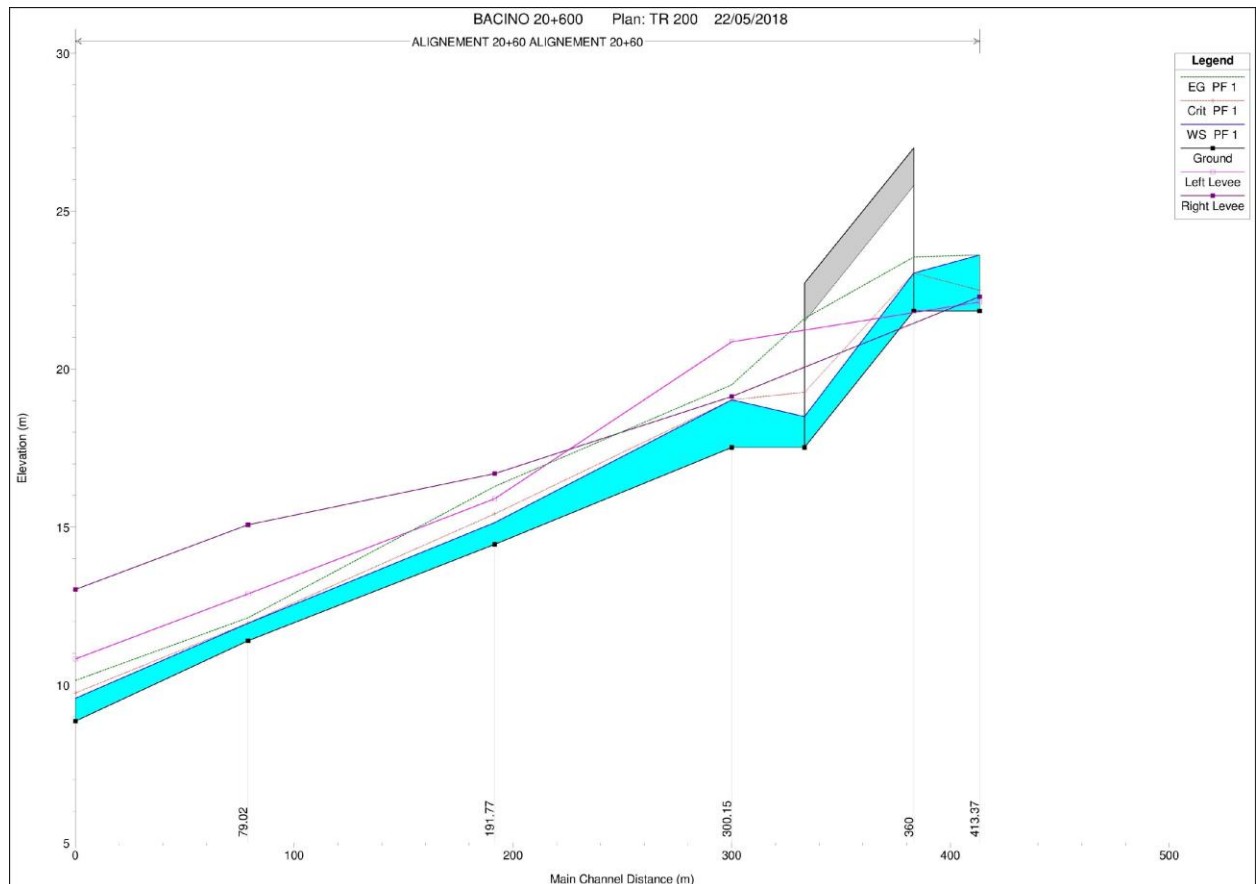


Figura 26 - Profilo di corrente AO pk 20+600

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 100 DI 217

6.4.14 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 17 – pk 21+150

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 1777 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 18;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 18.26 m e massimo di 244.94 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78P7ID0002004A è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino scatolare di sezione interna 3.0 x 3.0 m per attraversamento con Autostrada A14.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 1.57 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 19.30 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.01.

Nella configurazione attuale non si riscontrano particolari criticità in relazione al contenimento della portata di progetto nelle sezioni d'alveo, sebbene il franco idraulico minimo di 50 cm non sia ovunque rispettato. L'unica eccezione riguarda la sezione 449.35, in corrispondenza della quale si produce un fenomeno esondativo di lieve entità in sinistra idraulica, comunque contenuto in alveo nel tratto immediatamente a monte e a valle. Il



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 101 DI 217

tombino scatolare per l'attraversamento con l'Autostrada A14 produce un lieve rigurgito a monte, il quale non è comunque causa di sormonto dell'infrastruttura viaria. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 200 River: ALIGNEMNT 21+150 Reach: ALIGNEMNT 21+150 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
ALIGNEMNT 21+150	0	PF 1	19.30	0.10	2.06	1.97	2.45	0.010019	2.77	7.11	10.61	0.88
ALIGNEMNT 21+150	54.16	PF 1	19.30	0.30	2.63	2.46	2.89	0.006519	2.38	9.26	11.65	0.69
ALIGNEMNT 21+150	87	PF 1	19.30	0.60	2.94	2.24	3.03	0.002299	1.33	14.61	17.21	0.44
ALIGNEMNT 21+150	154.67	PF 1	19.30	0.90	3.08	2.28	3.14	0.001121	1.05	18.35	16.84	0.32
ALIGNEMNT 21+150	221.67	PF 1	19.30	1.20	3.00	3.00	3.45	0.012896	2.97	6.50	7.22	1.00
ALIGNEMNT 21+150	338.39	PF 1	19.30	1.50	3.59	2.51	3.60	0.000293	0.46	42.35	54.00	0.16
ALIGNEMNT 21+150	449.35	PF 1	19.30	1.80	3.68	3.68	3.76	0.014995	2.00	17.46	90.08	0.55
ALIGNEMNT 21+150	555.85	PF 1	19.30	2.10	5.06	4.64	5.61	0.017065	3.36	6.45	10.64	0.71
ALIGNEMNT 21+150	614.88	PF 1	19.30	2.54	5.68	3.83	5.68	0.000106	0.36	54.01	43.58	0.10
ALIGNEMNT 21+150	731.04	PF 1	19.30	5.88	7.04	7.04	7.33	0.013074	2.39	8.06	13.82	1.00
ALIGNEMNT 21+150	842.23	PF 1	19.30	8.20	8.64	8.87	9.38	0.061491	3.85	5.12	14.36	2.03
ALIGNEMNT 21+150	935.69	PF 1	19.30	12.00	13.65	14.04	14.94	0.054206	5.81	4.68	10.53	1.78
ALIGNEMNT 21+150	1010			Bridge								
ALIGNEMNT 21+150	1028.26	PF 1	19.30	13.84	16.63	15.76	16.69	0.000847	1.36	21.98	20.53	0.28
ALIGNEMNT 21+150	1214.64	PF 1	19.30	19.45	20.58	20.70	20.94	0.036171	4.16	8.33	26.61	1.36
ALIGNEMNT 21+150	1351.78	PF 1	19.30	23.33	24.27	24.27	24.43	0.018728	2.66	11.16	31.82	1.03
ALIGNEMNT 21+150	1532.16	PF 1	19.30	25.25	26.02	26.47	29.00	0.261463	9.60	3.03	10.44	3.69
ALIGNEMNT 21+150	1777.1	PF 1	19.30	39.25	39.52	39.52	39.65	0.016581	1.61	12.06	45.90	1.00

Tabella 22 - Risultati simulazione AO pk 21+150

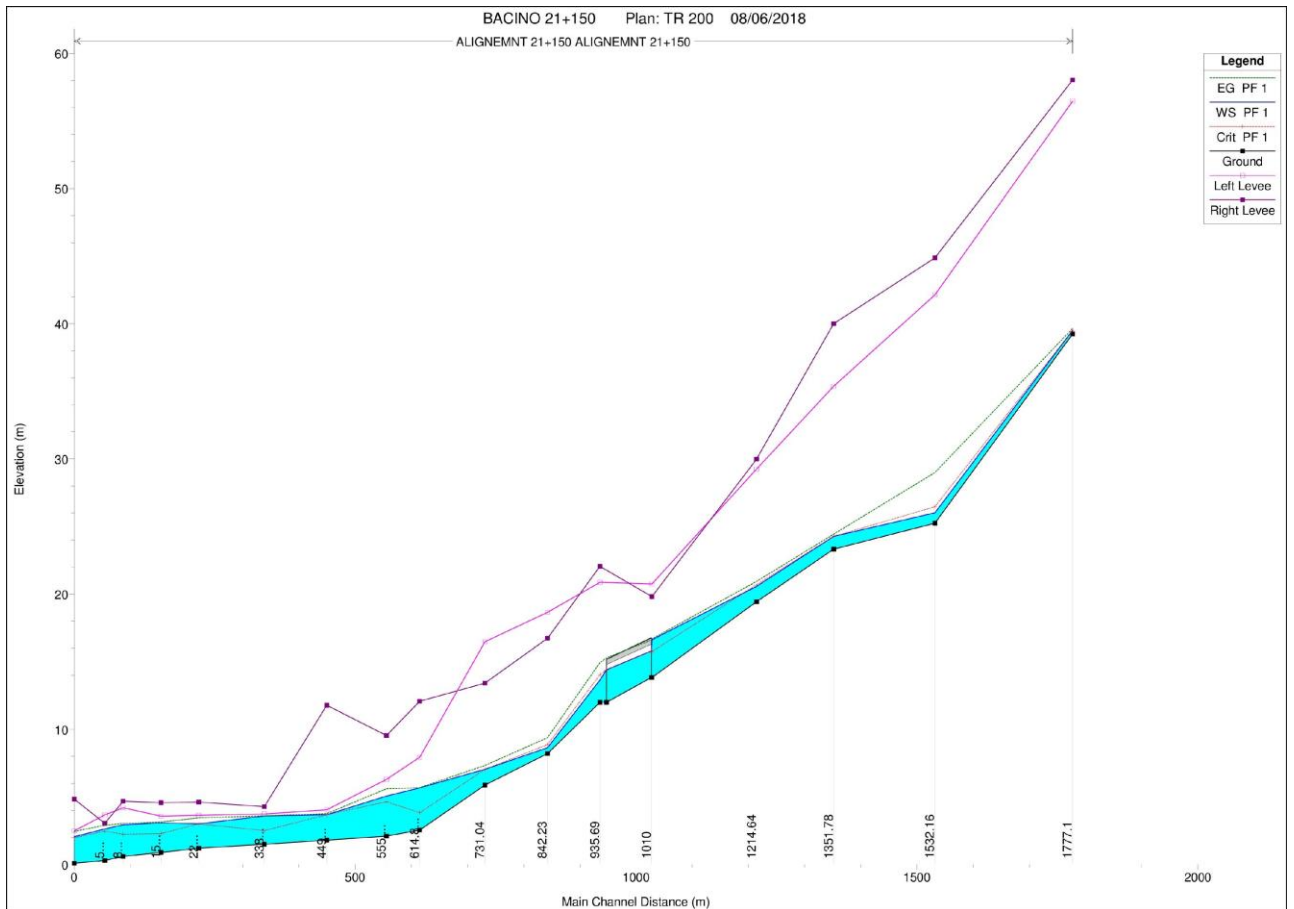


Figura 27 - Profilo di corrente AO pk 21+150

6.4.15 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 18 – pk 22+025

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 3063 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 15;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 5 m e massimo di 25 m.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 103 DI 217

Nell'elaborato grafico LI0202D78P6ID0002023A è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- Tombino scatolare di sezione interna 6.0 x 4.5 m per attraversamento con Autostrada A14;
- Tombino scatolare di sezione interna 5.0 x 3.0 m per attraversamento con Strada Statale N. 16 Adriatica;
- Tombino scatolare di sezione interna circolare di raggio 2.0 m per attraversamento con linea ferroviaria Bologna - Otranto esistente.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 10.27 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 300 anni, con portata idrologica pari a 35.95 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello che arriva a 48.58 m³/s a valle dell'immissione in destra idrografica. Successivamente, è stata eseguita una simulazione con la portata ricavata dal modello 2D dell'intero sistema pari a 10 m³/s per verificare il comportamento 2D del corso d'acqua.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.01;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di tirante uniforme dato che si sfocia in mare.

Nella configurazione attuale, con la portata di 10 m³/s non si riscontrano particolari criticità in relazione al contenimento della portata nei canali e nei tombini (nessuno va in pressione) sebbene in corrispondenza della sezione 5 si bagni il rilevato stradale della SS16. Inoltre, il

tombino per l'attraversamento con la linea ferroviaria Bologna - Otranto esistente produce un lieve rigurgito.

Con la portata invece corrispondente a TR 300 anni, si evidenziano rilevanti esondazioni a valle del tombino dell'Autostrada A14. In particolare, la piena non è più contenuta in alveo allagando le aree circostanti, bagnando il rilevato stradale della SS16 fino al sormonto dell'infrastruttura viaria

La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Capo d'acqua	14	Q=10 mc/s	10.00	24.17	25.04	25.03	25.20	0.010616	2.09	6.64	17.88	0.74
Capo d'acqua	13	Q=10 mc/s	10.00	19.85	21.01		21.21	0.010577	2.30	5.37	9.47	0.76
Capo d'acqua	12	Q=10 mc/s	10.00	17.63	18.62	18.59	18.72	0.009293	1.49	8.45	39.04	0.67
Capo d'acqua	11	Q=10 mc/s	10.00	12.37	13.39	13.39	13.65	0.021072	2.26	4.42	8.70	1.01
Capo d'acqua	10.5		Culvert									
Capo d'acqua	10	Q=10 mc/s	10.00	11.77	12.56	12.56	12.57	0.001314	0.56	21.36	57.53	0.24
Capo d'acqua	9	Q=10 mc/s	10.00	4.55	6.05	6.05	6.51	0.023574	3.01	3.38	4.35	0.94
Capo d'acqua	8	Q=10 mc/s	10.00	3.36	4.38	4.20	4.42	0.002769	0.90	15.30	60.22	0.38
Capo d'acqua	7	Q=10 mc/s	10.00	2.41	4.15	3.65	4.24	0.003768	1.34	7.44	8.27	0.45
Capo d'acqua	6	Q=10 mc/s	10.00	2.22	3.87	2.96	3.87	0.000097	0.30	43.02	48.46	0.08
Capo d'acqua	5	Q=10 mc/s	10.00	2.80	3.79	3.32	3.80	0.000766	0.56	18.66	26.94	0.20
Capo d'acqua	4.1414	Q=10 mc/s	10.00	1.26	2.93	1.97	2.97	0.001153	0.89	11.29	8.58	0.25
Capo d'acqua	4	Q=10 mc/s	10.00	1.01	2.89	1.75	2.94	0.001185	1.06	9.44	9.43	0.25
Capo d'acqua	3.5		Culvert									
Capo d'acqua	3	Q=10 mc/s	10.00	0.81	2.86	1.55	2.91	0.000574	0.97	10.34	10.76	0.22
Capo d'acqua	2	Q=10 mc/s	10.00	1.12	2.77	2.18	2.86	0.002698	1.34	7.45	48.87	0.41
Capo d'acqua	1.5		Bridge									
Capo d'acqua	1	Q=10 mc/s	10.00	1.12	2.26	2.26	2.57	0.019495	2.47	4.05	6.57	0.99
Capo d'acqua	0	Q=10 mc/s	10.00	0.00	1.14	1.14	1.45	0.020004	2.46	4.06	6.57	1.00

Tabella 23 - Risultati simulazione AO pk 22+025 – Q = 10 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
Capo d'acqua	14	QTr300	48.58	24.17	25.70	25.61	26.03	0.010580	3.10	19.77	21.39	0.82
Capo d'acqua	13	QTr300	48.58	19.85	21.90	21.85	22.42	0.011754	3.80	16.20	14.34	0.90
Capo d'acqua	12	QTr300	48.58	17.63	19.09	18.97	19.24	0.007530	1.97	29.88	47.66	0.66
Capo d'acqua	11	QTr300	48.58	12.37	15.71	14.30	15.76	0.000687	1.01	53.49	45.93	0.23
Capo d'acqua	10.5		Culvert									
Capo d'acqua	10	QTr300	48.58	11.77	12.61	12.61	12.82	0.020600	2.35	24.20	57.74	0.95
Capo d'acqua	9	QTr300	48.58	4.55	6.11	6.11	6.20	0.003318	1.16	37.47	41.50	0.36
Capo d'acqua	8	QTr300	48.58	3.36	5.08	4.50	5.08	0.000083	0.26	206.17	194.64	0.07
Capo d'acqua	7	QTr300	48.58	2.41	5.07	4.25	5.07	0.000034	0.19	245.57	150.74	0.05
Capo d'acqua	6	QTr300	48.58	2.22	5.06	3.37	5.06	0.000035	0.27	228.18	129.74	0.05
Capo d'acqua	5	QTr300	35.95	2.80	5.04	3.66	5.04	0.000081	0.35	134.64	101.09	0.08
Capo d'acqua	4.1414	QTr300	35.95	1.26	4.99	2.82	5.01	0.000344	0.68	73.03	104.03	0.15
Capo d'acqua	4	QTr300	35.95	1.01	4.80	2.74	4.98	0.001835	1.88	19.07	29.75	0.31
Capo d'acqua	3.5		Culvert									
Capo d'acqua	3	QTr300	35.95	0.81	4.54	2.54	4.73	0.001014	1.91	18.79	80.93	0.32
Capo d'acqua	2	QTr300	35.95	1.12	4.50	3.09	4.67	0.001492	1.86	19.38	156.48	0.35
Capo d'acqua	1.5		Bridge									
Capo d'acqua	1	QTr300	35.95	1.12	2.58	3.07	4.24	0.063359	5.74	6.41	100.80	1.90
Capo d'acqua	0	QTr300	35.95	0.00	1.36	1.36	1.48	0.011351	2.15	27.51	94.18	0.78

Tabella 24 - Risultati simulazione AO pk 22+025 – QTr300

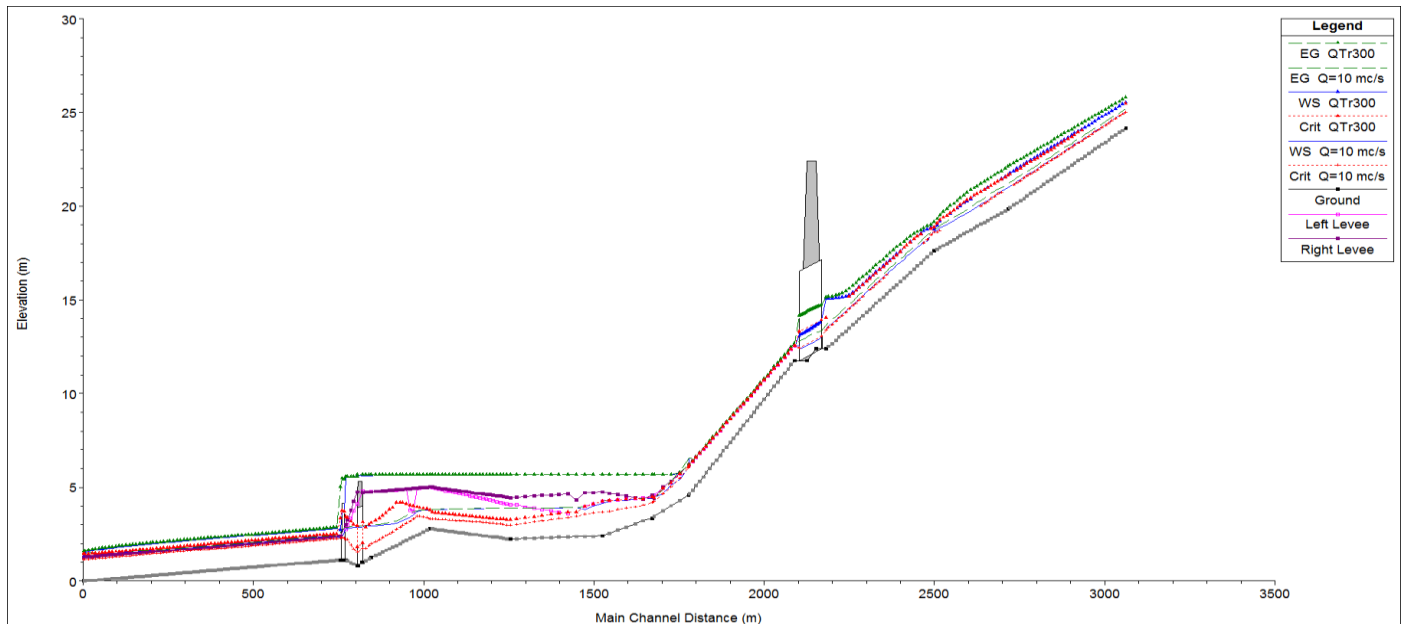


Figura 28 - Profilo di corrente AO pk 22+025

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 106 DI 217

6.4.16 Simulazione numerica ante operam interferenza n. 19 – pk 22+361,57

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 281 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 8;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 11.96 m e massimo di 56.85 m.

Per l'interferenza in oggetto non sono stati redatti elaborati relativi alla condizione ante operam. La traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione corrisponde a quella del post operam alla quale si rimanda (LI0202D78PZID0002054A).

Non sono presenti opere di attraversamento lungo il tratto d'asta in analisi.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.17 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 7.20 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.01.

Nella configurazione attuale non si riscontrano particolari criticità in relazione al contenimento della portata di progetto nelle sezioni d'alveo, con anche il rispetto del franco idraulico minimo di 50 cm. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02	D 78 RI ID0002 002	A	107 DI 217

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR200 River: BACINO 22+370 Reach: BACINO 22+370 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
BACINO 22+370	4.65	PF 1	7.20	5.92	6.62	6.83	7.30	0.051047	3.66	1.97	5.65	1.98
BACINO 22+370	61.5	PF 1	7.20	9.38	10.02	10.30	11.00	0.081272	4.38	1.64	5.09	2.46
BACINO 22+370	117.78	PF 1	7.20	16.29	16.77	17.14	18.91	0.263427	6.48	1.11	4.67	4.24
BACINO 22+370	157.22	PF 1	7.20	21.25	21.51	21.55	21.64	0.028229	1.57	4.58	30.76	1.30
BACINO 22+370	169.18	PF 1	7.20	21.86	22.00	22.10	22.40	0.167382	2.80	2.61	28.99	2.93
BACINO 22+370	207.96	PF 1	7.20	23.81	24.00	24.01	24.07	0.018825	1.30	7.18	61.22	1.07
BACINO 22+370	240.03	PF 1	7.20	25.05	25.15	25.24	25.53	0.171972	2.79	2.73	33.28	2.96
BACINO 22+370	281.21	PF 1	7.20	26.46	26.90	26.90	27.02	0.014803	1.48	4.87	22.15	1.01

Tabella 25 - - Risultati simulazione AO pk 22+361,57

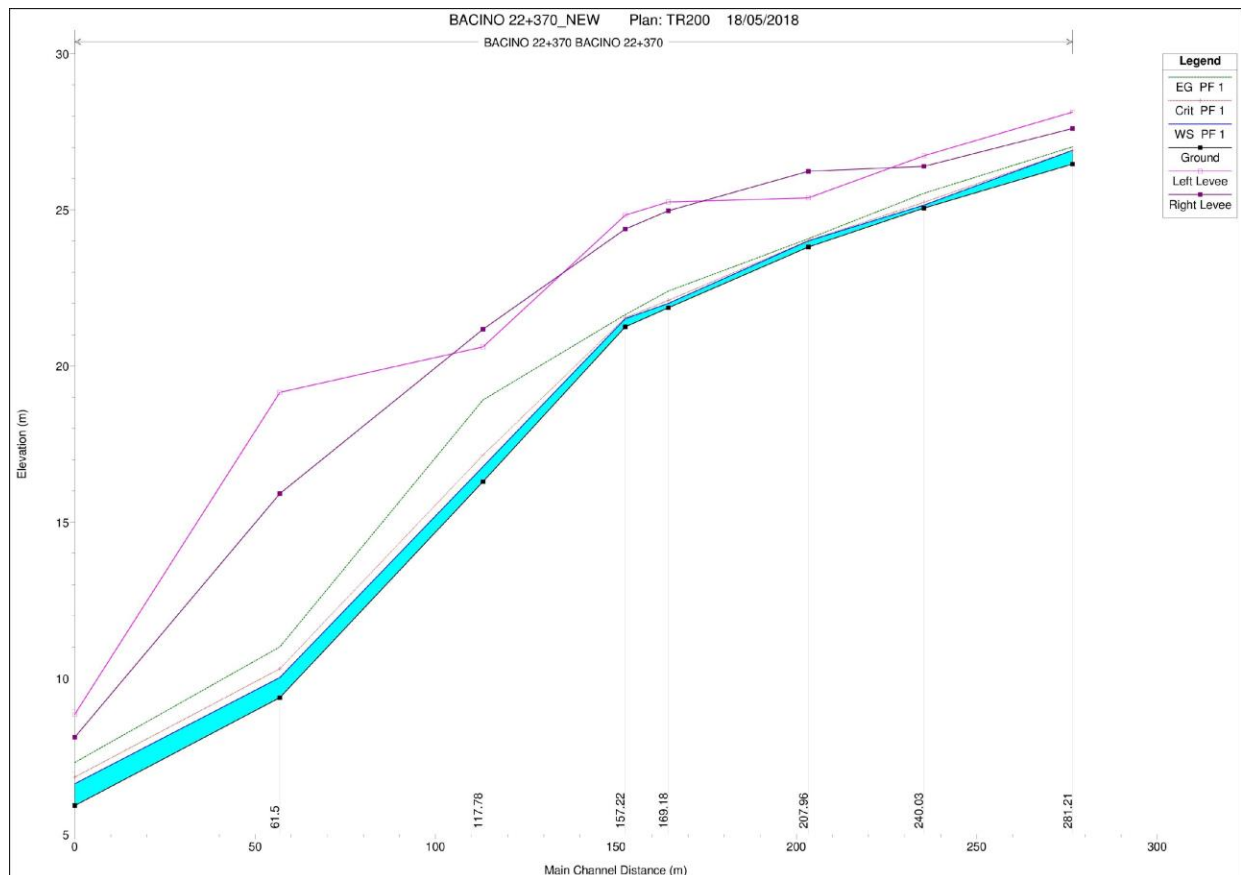


Figura 29 – Profilo di corrente AO pk 22+361,57

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 108DI217

6.5 Simulazioni numeriche delle interferenze idrauliche in condizioni post operam

Nei paragrafi seguenti, i manufatti in progetto verranno indicati in grassetto nel testo e la loro numerazione in lista verrà ripresa nelle tabelle d'esposizione dei risultati salienti.

6.5.1 *Simulazione numerica post operam interferenza n. 01 – pk 2+790*

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 1026 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 26;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 1.6 m e massimo di 119.06 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002026B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

1. Tombino circolare DN200 per attraversamento con la viabilità locale;
2. Tombamento di canale;
3. Ponte sulla SS16;
- 4. Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI01);**
5. Tombino scatolare di sezione interna 5.0 x 1.5 m, tombino scatolare di sezione interna 5.0 x 2.5 e tombino scatolare di sezione interna 5.0 x 3.0 m per attraversamento con la viabilità locale.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 109 DI 217

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 12.11 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 300 anni, con portata pari a 95.20 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.01.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni inalveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
01 – IN04	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI01) e inalveamento in canale in cls (trapezio e rettangolare)	Trapezio per 40 m a monte della ferrovia (larghezza al fondo 9 m e sponde 2:3); rettangolare per 90.5 m a valle della ferrovia (larghezza al fondo 9 m)	Viadotto ferroviario VI01	-

Tabella 26 - Caratteristiche intervento pk 2+790

Il progetto prevede, inoltre, la demolizione dell'esistente tombino scatolare (3.5x3.0) m al disotto della linea ferroviaria esistente e del tombino scatolare (5.00x1.50) m tra le sezioni 8 e 9 simulate.

Nella configurazione di progetto si evidenziano, lungo l'intero tratto di asta studiato, fenomeni di esondazione in destra idraulica, mentre in sinistra idraulica le portate sono ben contenute nell'alveo sino alla sezione 486.29. Il miglioramento significativo delle condizioni di deflusso in seno al corso d'acqua si ottiene a cavallo dell'attraversamento con la linea ferroviaria in progetto, **mediante inalveamento in canale in cls a sezione trapezia e**

rettangolare, rispettivamente a monte e a valle di detto attraversamento. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
VI01	300	95.20	5.25	5.71	10.12	4.87	4.41

Tabella 27 - Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 2+790

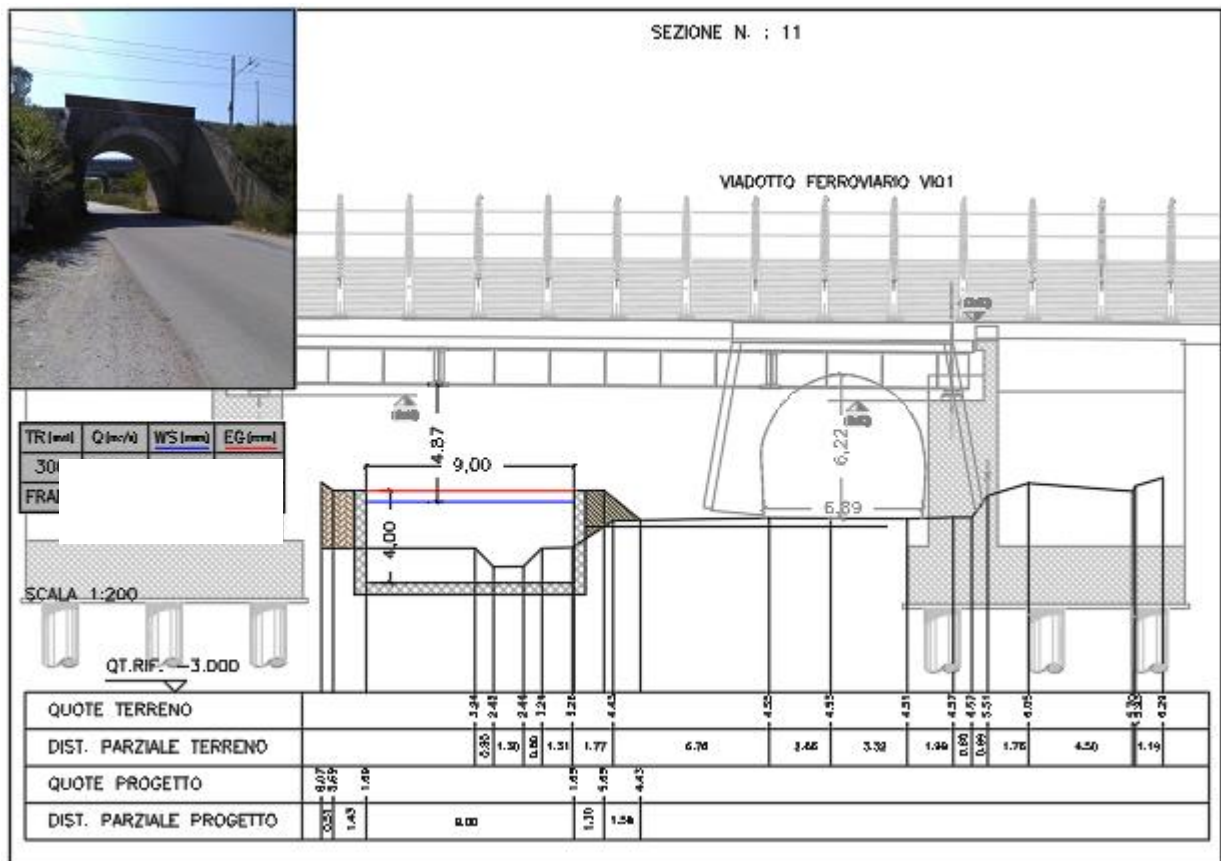


Figura 30 - Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (VI01) pk 2+7+90

La quota di intradosso dell'opera rispetta i franchi idraulici al paragrafo 6.3.



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 111 DI 217

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 300 River: ALIGNMENT 2+790 Reach: ALIGNMENT 2+790 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
ALIGNMENT 2+790	0.01	PF 1	95.20	0.17	3.69	3.69	4.61	0.004650	4.36	24.60	15.04	0.88
ALIGNMENT 2+790	101.35	PF 1	95.20	0.33	4.41	3.83	4.96	0.002151	3.46	33.29	14.42	0.62
ALIGNMENT 2+790	120	Bridge										
ALIGNMENT 2+790	137.29	PF 1	95.20	0.36	5.30	3.72	5.39	0.000370	1.66	83.12	30.22	0.27
ALIGNMENT 2+790	236.97	PF 1	95.20	0.78	5.40	3.53	5.41	0.000027	0.44	323.81	114.33	0.07
ALIGNMENT 2+790	295.8	PF 1	95.20	0.99	5.39	4.08	5.42	0.000177	1.08	155.36	86.27	0.18
ALIGNMENT 2+790	305	Bridge										
ALIGNMENT 2+790	315.69	PF 1	95.20	1.10	5.38	4.12	5.43	0.000289	1.40	117.04	77.19	0.23
ALIGNMENT 2+790	385.89	PF 1	95.20	0.94	5.41	3.74	5.45	0.000189	1.14	124.95	56.72	0.19
ALIGNMENT 2+790	486.31	PF 1	95.20	1.28	5.15	3.68	5.61	0.000808	3.00	31.75	8.20	0.49
ALIGNMENT 2+790	500.05	PF 1	95.20	1.30	5.20	3.65	5.63	0.000735	2.89	32.90	8.44	0.47
ALIGNMENT 2+790	510.7	PF 1	95.20	1.36	5.26	3.61	5.64	0.000619	2.71	35.11	9.00	0.44
ALIGNMENT 2+790	567.19*	PF 1	95.20	1.65	5.26	3.90	5.70	0.000768	2.93	32.45	9.00	0.49
ALIGNMENT 2+790	575	Bridge										
ALIGNMENT 2+790	576.6	PF 1	95.20	1.70	5.25	3.95	5.71	0.000798	2.98	31.99	9.00	0.50
ALIGNMENT 2+790	613.58*	PF 1	95.20	2.13	3.96	4.74	6.37	0.007770	6.88	13.83	9.23	1.79
ALIGNMENT 2+790	622.83	PF 1	95.20	2.73	5.44	5.77	6.55	0.003890	6.47	35.28	31.00	1.32
ALIGNMENT 2+790	635	Bridge										
ALIGNMENT 2+790	649.04	PF 1	95.20	2.69	6.45	5.85	6.70	0.001591	3.12	51.46	26.84	0.53
ALIGNMENT 2+790	720.96	PF 1	95.20	2.77	6.70	6.07	6.79	0.000797	2.29	91.86	73.30	0.38
ALIGNMENT 2+790	804.18	PF 1	95.20	2.69	6.67	6.64	6.95	0.001987	3.51	72.20	110.53	0.58
ALIGNMENT 2+790	820	Bridge										
ALIGNMENT 2+790	845.44	PF 1	95.20	2.74	6.88	6.77	7.13	0.001646	3.30	65.75	63.07	0.54
ALIGNMENT 2+790	964.5	PF 1	95.20	2.97	7.17	6.24	7.25	0.000526	2.02	94.45	56.74	0.32
ALIGNMENT 2+790	980	Culvert										
ALIGNMENT 2+790	1025.73	PF 1	95.20	1.92	7.90	6.22	7.95	0.000371	1.54	108.39	58.54	0.21

Tabella 28 - Risultati simulazione PO pk 2+790

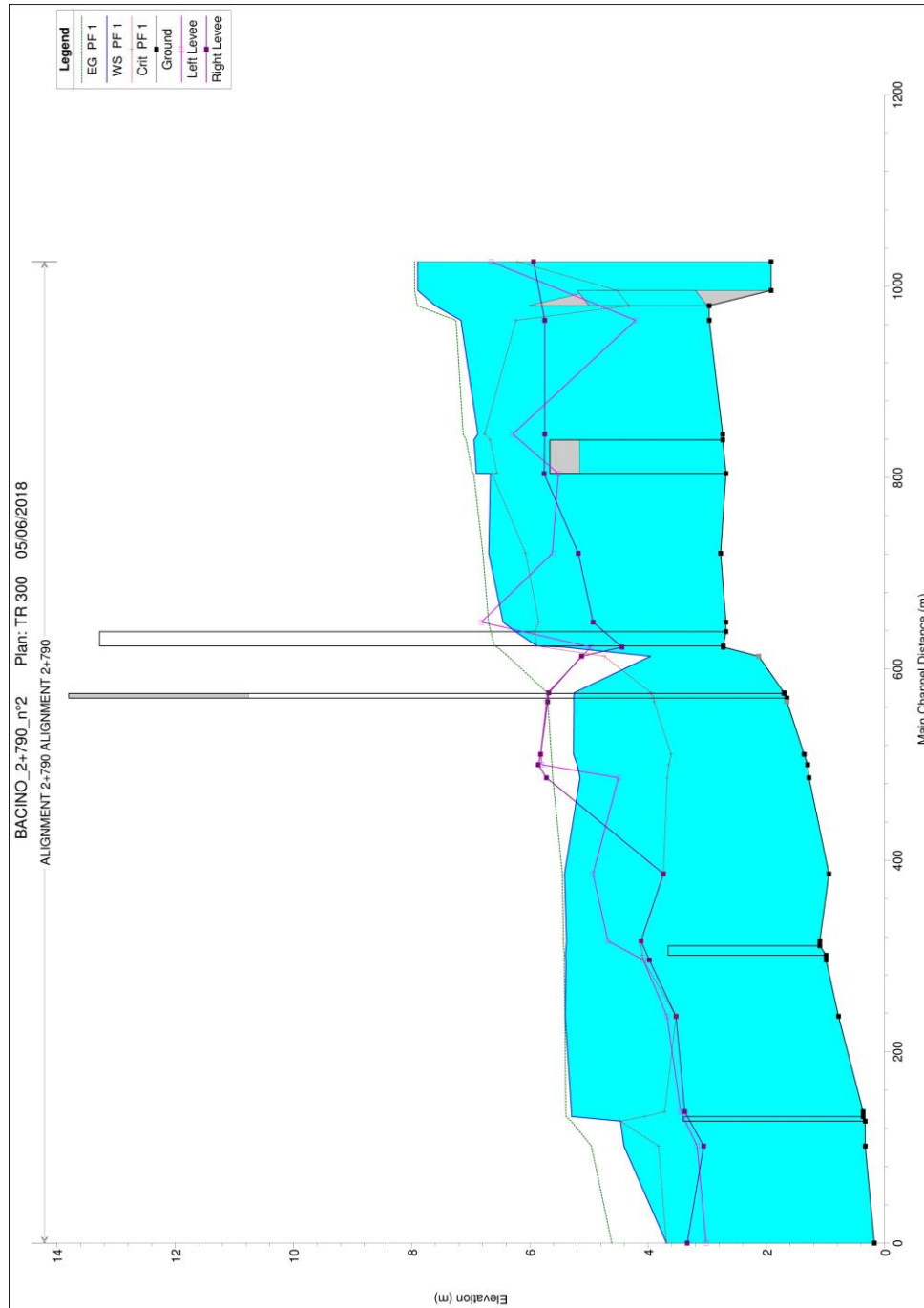


Figura 31 - Profilo di corrente PO pk 2+790

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 113DI217

6.5.2 *Simulazione numerica post operam interferenza n. 02 – pk 3+425*

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 694 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 20;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 7.03 m e massimo di 111.79 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002028B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

1. Sottopasso viabilità di accesso;
2. Attraversamento con la SS16;
3. **Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI02);**
4. Tombino per attraversamento con la ferrovia esistente.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 3.35 km².

L'intervento in oggetto riguarda la sistemazione di un tratto di canale facente parte di un complesso reticolo gestito dal Consorzio per lo Sviluppo Industriale della Valle del Biferno pertanto, per non alterare il funzionamento idraulico della rete, si è preferito determinare il valore massimo di portata smaltibile (22,00 m³/s) dal canale nel tratto indagato ed utilizzare tale valore come riferimento per la progettazione delle opere di seguito descritte.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 114DI217

- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.0001.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

ID - WBS	Pk	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni inalveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
02 – IN05	3+450	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI02) e inalveamento in canale rettangolare in cls	Rettangolare per circa 102 m a cavallo della ferrovia (larghezza al fondo 12 m)	Viadotto ferroviario VI02	-

Tabella 29 - Caratteristiche intervento pk 3+425

Nella configurazione di progetto, il previsto inalveamento in canale rettangolare in cls migliora di molto le condizioni di deflusso, garantendo la sufficienza idraulica delle sezioni d'alveo a valle dell'attraversamento con la SS16 e sino alla sezione 94.46, nel tratto finale dell'asta indagata. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
VI02	200	22.00	2.56	2.59	8.42	6.00	5.97

Tabella 30- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 3+425

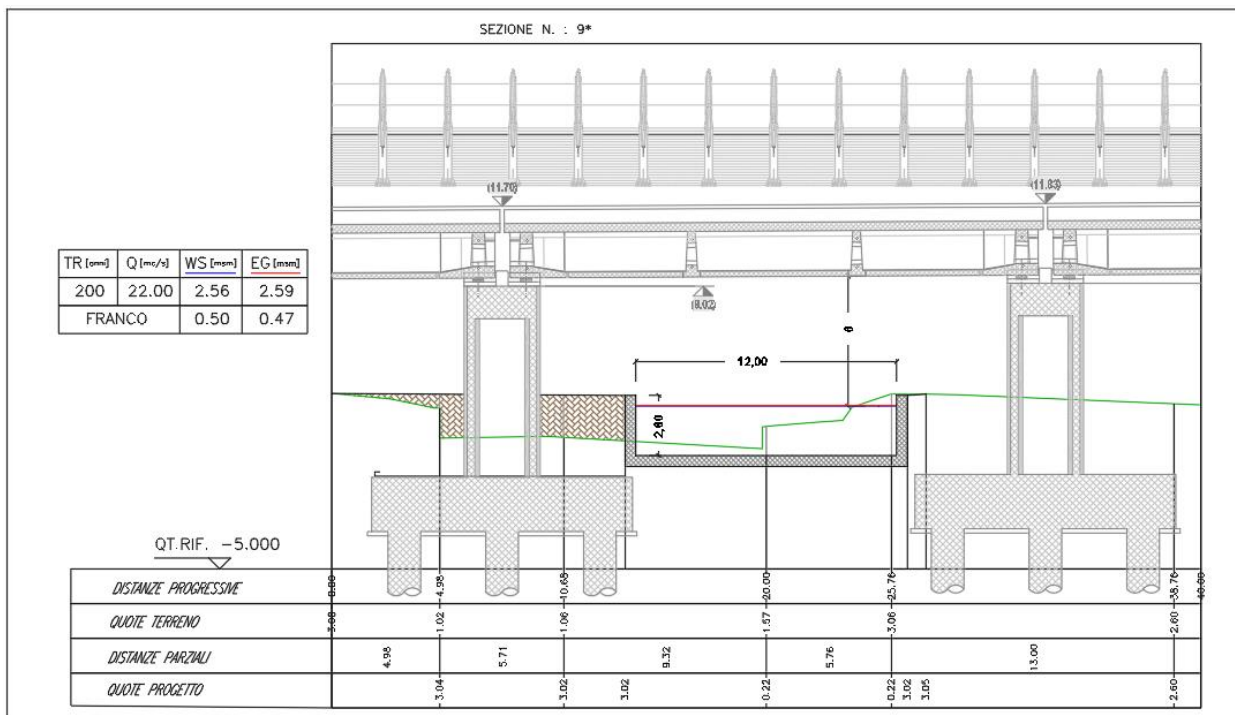


Figura 32- Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (VI01) pk 3+425

La quota di intradosso dell'opera rispetta i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 116DI217

HEC-RAS Plan: TR 200 River: ALIGNMENT 3+450 Reach: ALIGNMENT 3+450 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
ALIGNMENT 3+450	0	PF 1	22.00	0.04	2.15	0.90	2.19	0.000100	0.94	31.86	35.94	0.22
ALIGNMENT 3+450	94.46	PF 1	22.00	-0.02	2.15	0.87	2.20	0.000096	0.94	28.31	24.34	0.22
ALIGNMENT 3+450	184.2	PF 1	22.00	0.09	2.16	0.93	2.21	0.000116	1.00	22.33	13.96	0.24
ALIGNMENT 3+450	295.99	PF 1	22.00	0.02	2.17	0.89	2.22	0.000107	0.97	22.97	13.94	0.23
ALIGNMENT 3+450	403.11	PF 1	22.00	0.05	2.19	0.89	2.23	0.000103	0.96	23.28	14.12	0.22
ALIGNMENT 3+450	494.19	PF 1	22.00	0.07	2.19	0.98	2.24	0.000120	1.00	22.33	14.02	0.24
ALIGNMENT 3+450	523.16	PF 1	22.00	0.12	2.40	2.40	2.44	0.000090	0.88	25.21	12.23	0.19
ALIGNMENT 3+450	537.97	PF 1	22.00	0.15	2.32	1.28	2.48	0.000242	1.74	12.66	14.12	0.38
ALIGNMENT 3+450	545											
ALIGNMENT 3+450	552.78	PF 1	22.00	0.18	2.40	1.38	2.57	0.000264	1.84	11.94	11.00	0.39
ALIGNMENT 3+450	567.59	PF 1	22.00	0.21	2.56	0.91	2.59	0.000068	0.78	28.18	12.00	0.16
ALIGNMENT 3+450	580											
ALIGNMENT 3+450	588.57	PF 1	22.00	0.25	2.56	0.95	2.59	0.000072	0.79	27.71	12.00	0.17
ALIGNMENT 3+450	608.29	PF 1	22.00	0.29	2.56	0.99	2.59	0.000076	0.81	27.23	12.00	0.17
ALIGNMENT 3+450	630.24	PF 1	22.00	0.32	2.56	1.02	2.59	0.000078	0.82	26.88	12.00	0.17
ALIGNMENT 3+450	640											
ALIGNMENT 3+450	652.67	PF 1	22.00	0.24	2.55	1.51	2.66	0.000236	1.52	17.27	16.04	0.34
ALIGNMENT 3+450	660											
ALIGNMENT 3+450	671.35	PF 1	22.00	0.33	2.77	1.84	2.80	0.000105	1.05	49.68	40.76	0.23
ALIGNMENT 3+450	693.63	PF 1	22.00	0.43	2.77	1.68	2.80	0.000088	0.93	52.31	44.53	0.21

Tabella 31 - Risultati simulazione PO pk 3+450

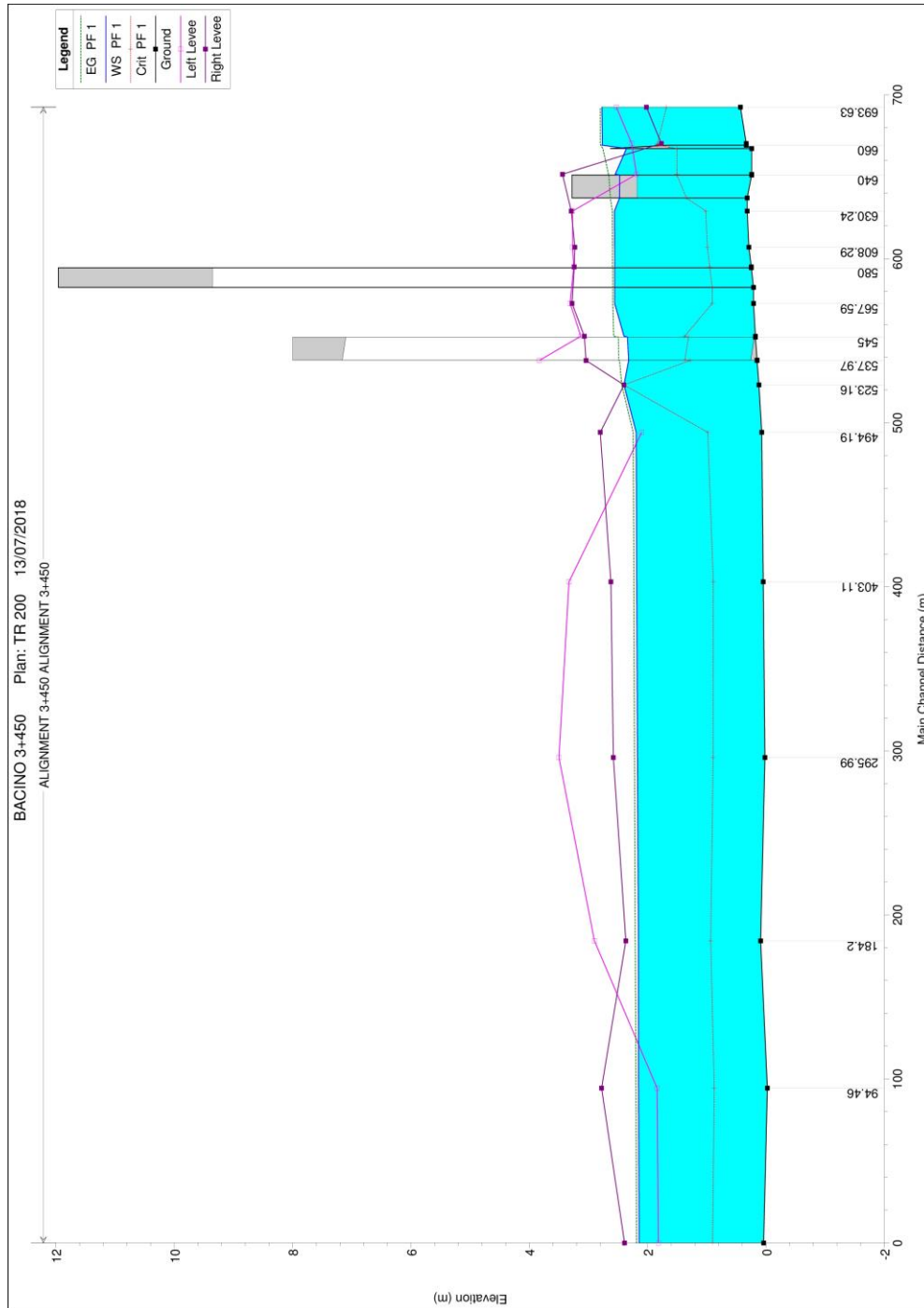


Figura 33 - Profilo di corrente PO pk 3+450

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 118DI217

6.5.3 Simulazione numerica post operam interferenza n. 03 – pk 7+150

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 996 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 34;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 2.81 m e massimo di 59.71 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78P7ID0002002B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

1. Tombino circolare DN200 per attraversamento con la viabilità locale;
2. Attraversamento con la A14 mediante tombino scatolare di sezione interna 8.0 x 4.0 m;
3. **Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI03);**
4. **Attraversamento con viabilità in viadotto di progetto (NV04A – IV02);**
5. **Attraversamento con viabilità in viadotto di progetto (NV03 – IV01).**

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 3.67 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 35,23 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La verifica è stata condotta anche con riferimento al valore di portata fornito dall'autorità di bacino (42,50 m³/s). Per quest'ultima si riportano solo i risultati, in termini di livello idrico ed energetico, in corrispondenza dell'attraversamento in progetto.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 119DI217

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.02.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:


ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni inalveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
03 – IN10	Attraversamento con la linea ferroviaria (VI03) e con la viabilità in viadotto di progetto (NV03-IV01 e NV04A-IV02) e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria	Trapezio per 500 m a cavallo della linea ferroviaria (larghezza al fondo 3 m e sponde 2:3)	Viadotto ferroviario VI03 e Viadotti stradali IV01-IV02	-

Tabella 32 - Caratteristiche intervento pk 7+150

Nella configurazione di progetto, il previsto inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria garantisce il rispetto del franco idraulico minimo di 50 cm rispetto alla quota del ciglio spondale/coronamento arginale, nel tratto interessato da detta sistemazione. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
Portata Metodo Cinematico							
VI03	200	35.20	27.54	28.34	32.04	4.50	3.70
IV01	200	35.20	25.02	25.41	29.11	4.09	3.70
IV02	200	35.20	23.65	24.03	36.35	12.70	12.32
Portata AdB							
VI03	-	42.50	28.45	28.61	32.04	3.59	3.43
IV01	-	42.50	25.22	25.64	29.11	3.89	3.47
IV02	-	42.50	24.18	24.21	36.35	12.17	12.14

Tabella 33- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 7+150

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 120DI217

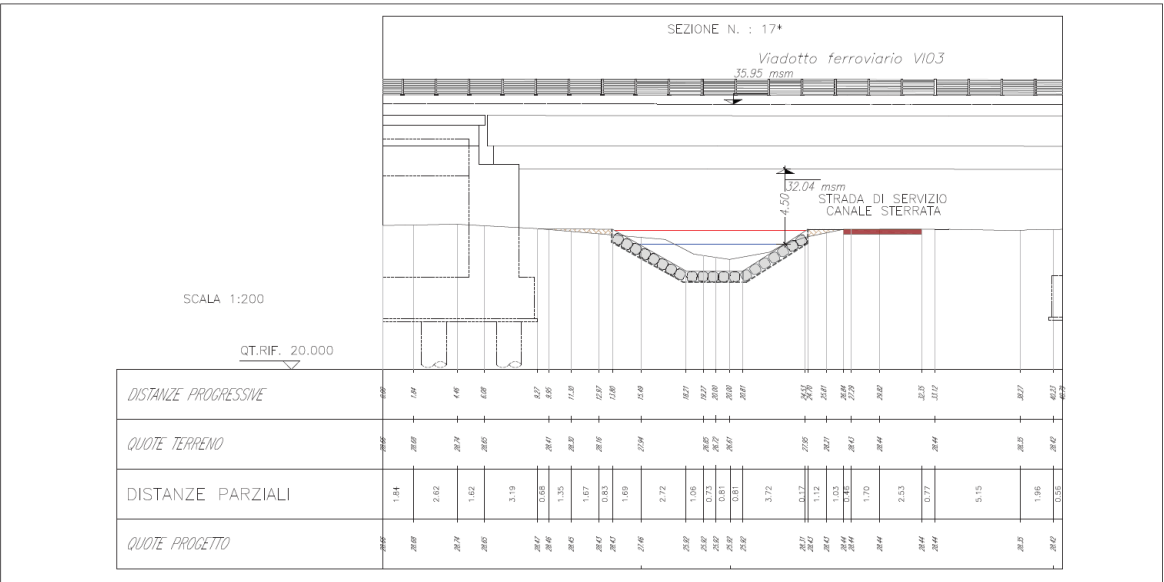


Figura 34- Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (VI03) pk 7+150

Le quote di intradosso delle opere rispettano i franchi idraulici raccomandati di cui al paragrafo 6.3.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 121 DI 217

HEC-RAS Plan: TR 200 River: ALIGNMENT 7+150 Reach: ALIGNMENT 7+150 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
ALIGNMENT 7+150	0	PF 1	35.20	17.35	18.96	18.98	19.25	0.014034	3.69	16.28	27.44	1.04
ALIGNMENT 7+150	57.48	PF 1	35.20	18.59	19.77	19.77	20.06	0.014188	3.17	15.55	25.19	1.06
ALIGNMENT 7+150	97.48	PF 1	35.20	18.95	20.01	20.33	21.08	0.036701	5.61	9.36	17.58	1.82
ALIGNMENT 7+150	131.86	PF 1	35.20	19.45	21.36	21.36	21.60	0.006248	2.78	21.09	37.73	0.74
ALIGNMENT 7+150	172.7	PF 1	35.20	19.64	21.47	21.43	22.04	0.012113	3.34	10.53	8.50	0.96
ALIGNMENT 7+150	220.1	PF 1	35.20	20.26	21.71	22.06	22.86	0.031140	4.74	7.42	7.23	1.50
ALIGNMENT 7+150	257.19	PF 1	35.20	21.20	23.01	23.01	23.64	0.013380	3.49	10.08	8.11	1.00
ALIGNMENT 7+150	260		Bridge									
ALIGNMENT 7+150	278.36	PF 1	35.20	21.49	23.65	23.31	24.03	0.006713	2.71	12.97	8.98	0.72
ALIGNMENT 7+150	288.94	PF 1	35.20	21.63	23.71	23.43	24.11	0.007521	2.81	12.51	9.04	0.76
ALIGNMENT 7+150	328.89	PF 1	35.20	22.42	24.21	24.21	24.82	0.013301	3.46	10.17	8.37	1.00
ALIGNMENT 7+150	370		Bridge									
ALIGNMENT 7+150	378.40	PF 1	35.20	22.93	25.02	24.73	25.41	0.007213	2.76	12.75	9.25	0.75
ALIGNMENT 7+150	393.71	PF 1	35.20	23.19	24.84	24.99	25.63	0.018633	3.93	8.96	7.84	1.17
ALIGNMENT 7+150	445.58	PF 1	35.20	24.20	25.82	25.99	26.64	0.019809	4.01	8.79	7.86	1.21
ALIGNMENT 7+150	487.2	PF 1	35.20	25.00	26.64	26.81	27.46	0.019677	4.02	8.77	7.71	1.20
ALIGNMENT 7+150	511.06*	PF 1	35.20	25.46	27.25	27.25	27.86	0.013232	3.45	10.19	8.38	1.00
ALIGNMENT 7+150	530		Bridge									
ALIGNMENT 7+150	535.35*	PF 1	35.20	25.92	27.55	27.71	28.34	0.018957	3.94	8.93	7.91	1.18
ALIGNMENT 7+150	551.69	PF 1	35.20	26.23	27.93	28.02	28.64	0.016270	3.73	9.45	8.10	1.10
ALIGNMENT 7+150	585.47	PF 1	35.20	26.87	28.45	28.66	29.32	0.021856	4.15	8.49	7.77	1.27
ALIGNMENT 7+150	622.32	PF 1	35.20	27.61	29.34	29.40	30.01	0.015278	3.64	9.68	8.24	1.07
ALIGNMENT 7+150	671.32	PF 1	35.20	28.60	30.05	30.38	31.16	0.029945	4.66	7.55	7.37	1.47
ALIGNMENT 7+150	706.91	PF 1	35.20	29.45	31.04	31.23	31.88	0.013552	4.78	10.20	9.73	1.22
ALIGNMENT 7+150	735		Bridge									
ALIGNMENT 7+150	772.24	PF 1	35.20	29.37	32.75	31.80	32.86	0.001339	1.79	29.90	24.82	0.34
ALIGNMENT 7+150	796.5	PF 1	35.20	29.74	32.83	31.99	32.89	0.001063	1.86	38.06	35.57	0.34
ALIGNMENT 7+150	822.15	PF 1	35.20	29.88	32.85	32.29	32.93	0.001793	1.97	32.95	34.57	0.37
ALIGNMENT 7+150	858.59	PF 1	35.20	30.67	32.71	32.32	33.13	0.004132	2.90	12.69	7.33	0.69
ALIGNMENT 7+150	866		Culvert									
ALIGNMENT 7+150	872.66	PF 1	35.20	31.12	35.89	33.39	35.90	0.000031	0.35	130.77	43.85	0.05
ALIGNMENT 7+150	898.25	PF 1	35.20	32.39	35.90	33.67	35.90	0.000030	0.33	143.60	58.61	0.06
ALIGNMENT 7+150	936.5	PF 1	35.20	33.11	35.90	34.33	35.90	0.000066	0.39	121.20	71.74	0.08
ALIGNMENT 7+150	996.21	PF 1	35.20	34.15	35.90	34.95	35.91	0.000261	0.64	76.11	62.47	0.16

Tabella 34 - Risultati simulazione PO pk 7+150

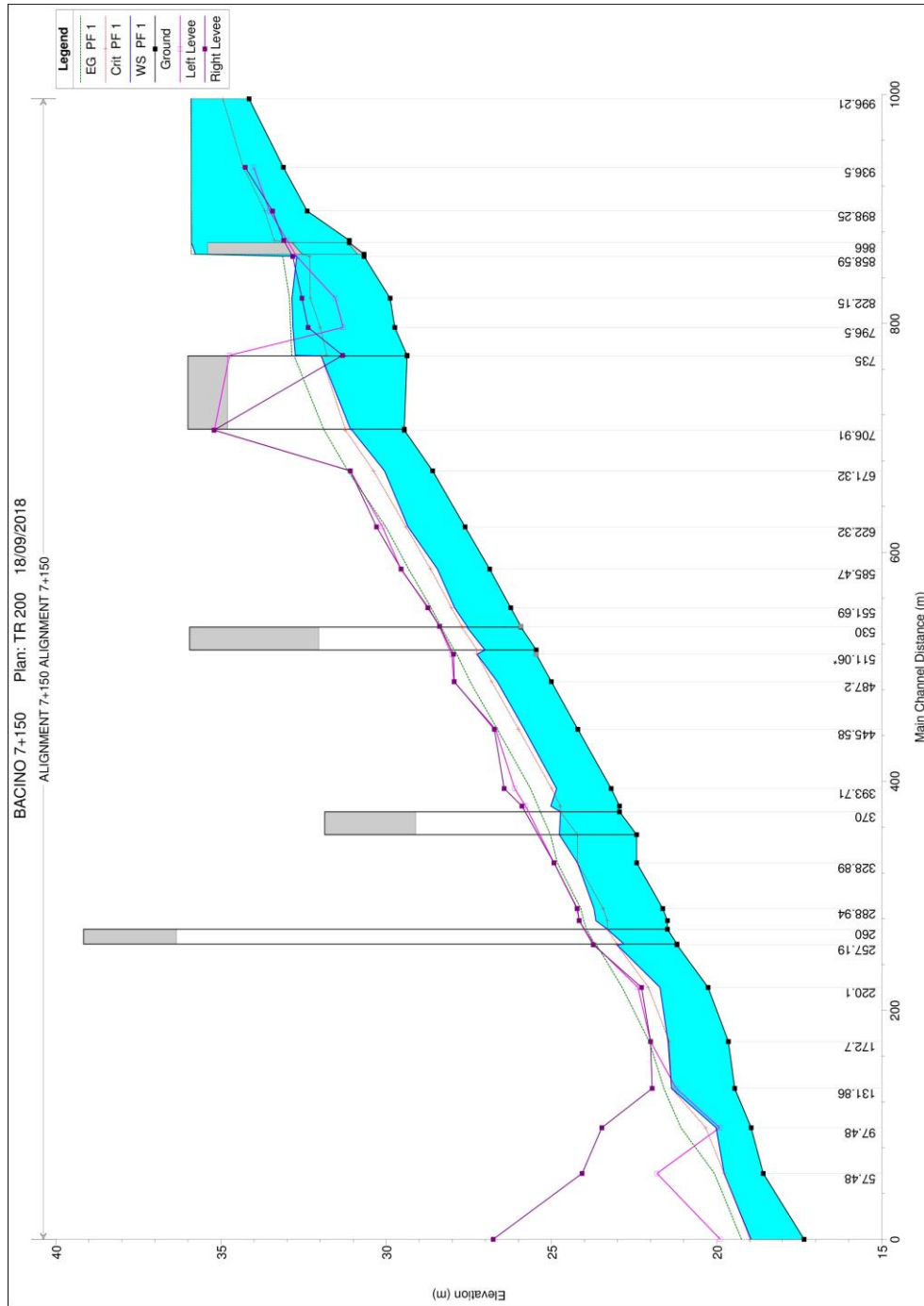


Figura 35 - Profilo di corrente PO pk 7+150

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 123 DI 217

6.5.4 Simulazione numerica post operam interferenza n. 04 – pk 7+865,80

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 605 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 20;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 0.11 m e massimo di 124.18 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002032B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- 1. Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto, mediante tombino scatolare di sezione interna 4.5 x 2.2 m;**
- 2. Attraversamento con la nuova viabilità in rilevato di progetto (NV08C), mediante tombino scatolare di sezione interna 3.5 x 2.5 m.**

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.07 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 5,50 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.05.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 124DI217

ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni inalveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
04 – IN11	Attraversamento con la linea ferroviaria e con la viabilità in rilevato di progetto (NV08C) tramite tombini scatolari rettangolari in cls e inalveamento in canale trapezio in cls	Trapezio per 80 m a monte della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 5 m e sponde 2:3) e trapezio per 171 m a cavallo della viabilità di progetto (larghezza al fondo 5 m e sponde 2:3)	Tombino ferroviario IN11 Tombino stradale IN75	Rettangolare in cls di sezione interna 4.5 x 2.2 m per l'attraversamento con la ferrovia in progetto; rettangolare in cls di sezione interna 3.5 x 2.5 m per l'attraversamento con la nuova viabilità

Tabella 35 - Caratteristiche intervento pk 7+865,80

Nella configurazione di progetto, il previsto inalveamento in canale trapezio rivestito in cls garantisce il rispetto del franco idraulico minimo di 50 cm rispetto alla quota del ciglio spondale/coronamento arginale, per tutto il tratto d'asta indagato. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
IN11	200	5.50	31.06	31.14	32.40	1.34	1.26
IN75	200	5.50	25.29	25.38	26.77	1.48	1.39

Tabella 36- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 7+865,80

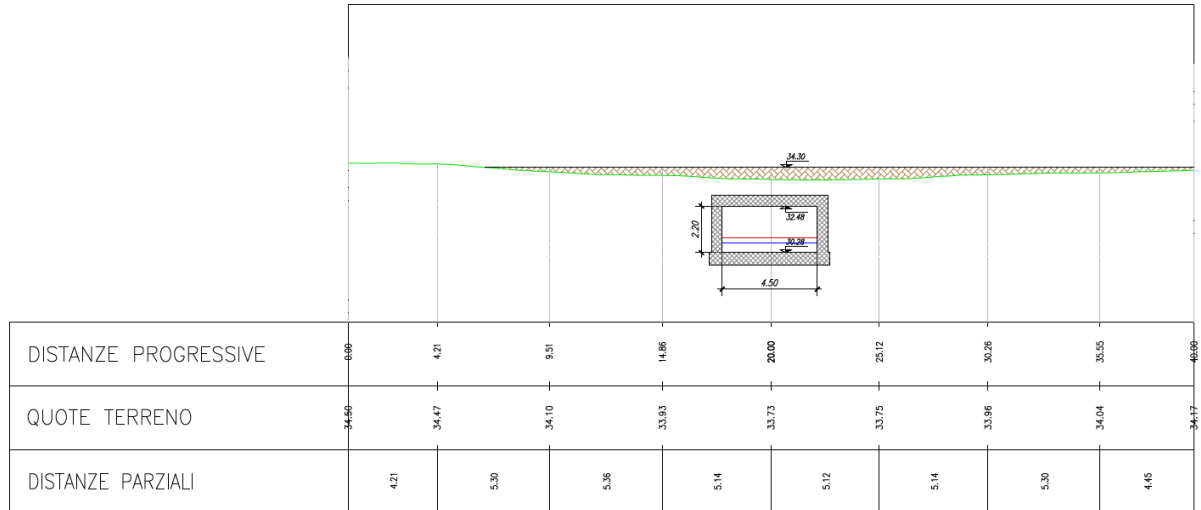


Figura 36 - Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (IN11-Tombino ferroviario) pk 7+865,80

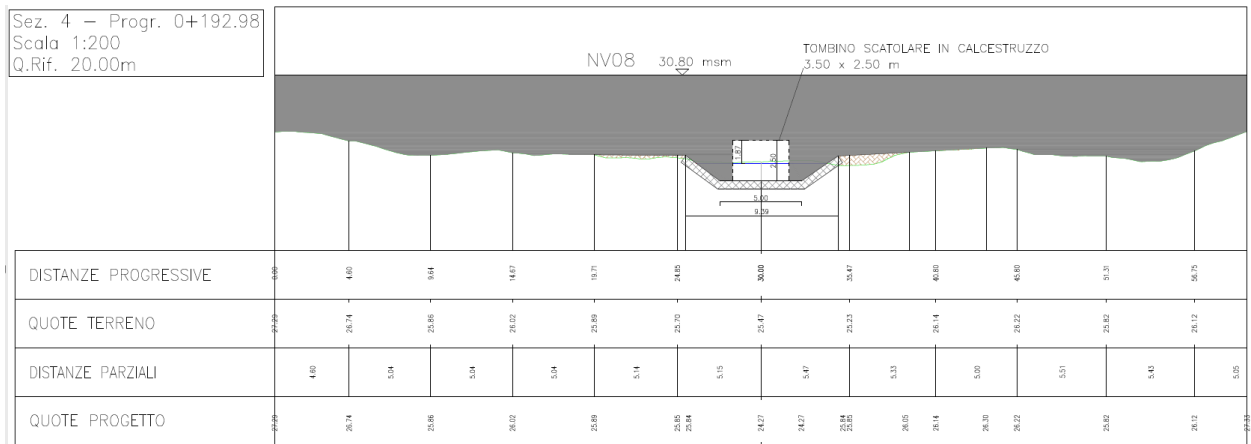


Figura 37- Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (IN75-Tombino stradale) pk 7+865,80

Le quote di intradosso delle opere rispettano i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

ID	G.R. [%]	V [m/s]_Monte	V [m/s]_Valle
IN11	35.90	2.29	3.71
IN75	40.80	2.49	4.34

Tabella 37 – Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombini pk 7+865,80



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 126 DI 217

I valori del grado di riempimento e velocità rispettano i limiti da manuale di progettazione Italferr.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: Alignment 7+900 Reach: Alignment 7+900 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
Alignment 7+900_	42.9	PF 1	5.50	17.80	18.18	18.26	18.43	0.039958	2.72	2.92	13.90	1.51
Alignment 7+900_	87.79	PF 1	5.50	20.07	20.46	20.81	22.96	0.299244	7.37	0.93	5.20	4.10
Alignment 7+900_	160.07	PF 1	5.50	23.77	24.19	24.33	24.69	0.007046	3.13	1.76	7.10	1.55
Alignment 7+900_	190											
Alignment 7+900_	192.97	PF 1	5.50	24.27	25.29	24.83	25.38	0.000369	1.30	4.24	8.00	0.41
Alignment 7+900_	241.25	PF 1	5.50	25.50	25.73	25.98	26.79	0.034259	4.59	1.27	6.01	3.08
Alignment 7+900_	292.33	PF 1	5.50	27.09	27.36	27.56	28.07	0.018371	3.76	1.59	6.38	2.32
Alignment 7+900_	335.82	PF 1	5.50	27.80	28.13	28.29	28.68	0.010521	3.28	1.69	6.68	1.82
Alignment 7+900_	460											
Alignment 7+900_	491.58	PF 1	5.50	30.20	31.07	30.66	31.13	0.000356	1.14	4.81	10.49	0.39
Alignment 7+900_	495.39	PF 1	5.50	30.60	31.06	30.92	31.14	0.000985	1.25	4.48	9.79	0.59
Alignment 7+900_	495.5											
Alignment 7+900_	496.34	PF 1	5.50	31.60	31.92	31.92	32.07	0.003249	1.76	3.18	10.23	1.00
Alignment 7+900_	497											
Alignment 7+900_	497.29	PF 1	5.50	32.60	32.90	32.90	33.06	0.003322	1.74	3.31	10.87	1.01
Alignment 7+900_	498											
Alignment 7+900_	499.27	PF 1	5.50	33.08	33.32	33.56	34.24	0.027453	4.28	1.38	6.17	2.78
Alignment 7+900_	534	PF 1	5.50	34.01	34.24	34.55	35.80	0.061273	6.08	1.28	5.99	4.09
Alignment 7+900_	570.89	PF 1	5.50	35.93	36.26	36.44	36.86	0.014524	3.61	1.85	6.27	2.08
Alignment 7+900_	604.82	PF 1	5.50	37.14	37.43	37.43	37.49	0.020088	1.69	5.72	38.58	1.04

Tabella 38 - Risultati simulazione PO pk 7+865,80

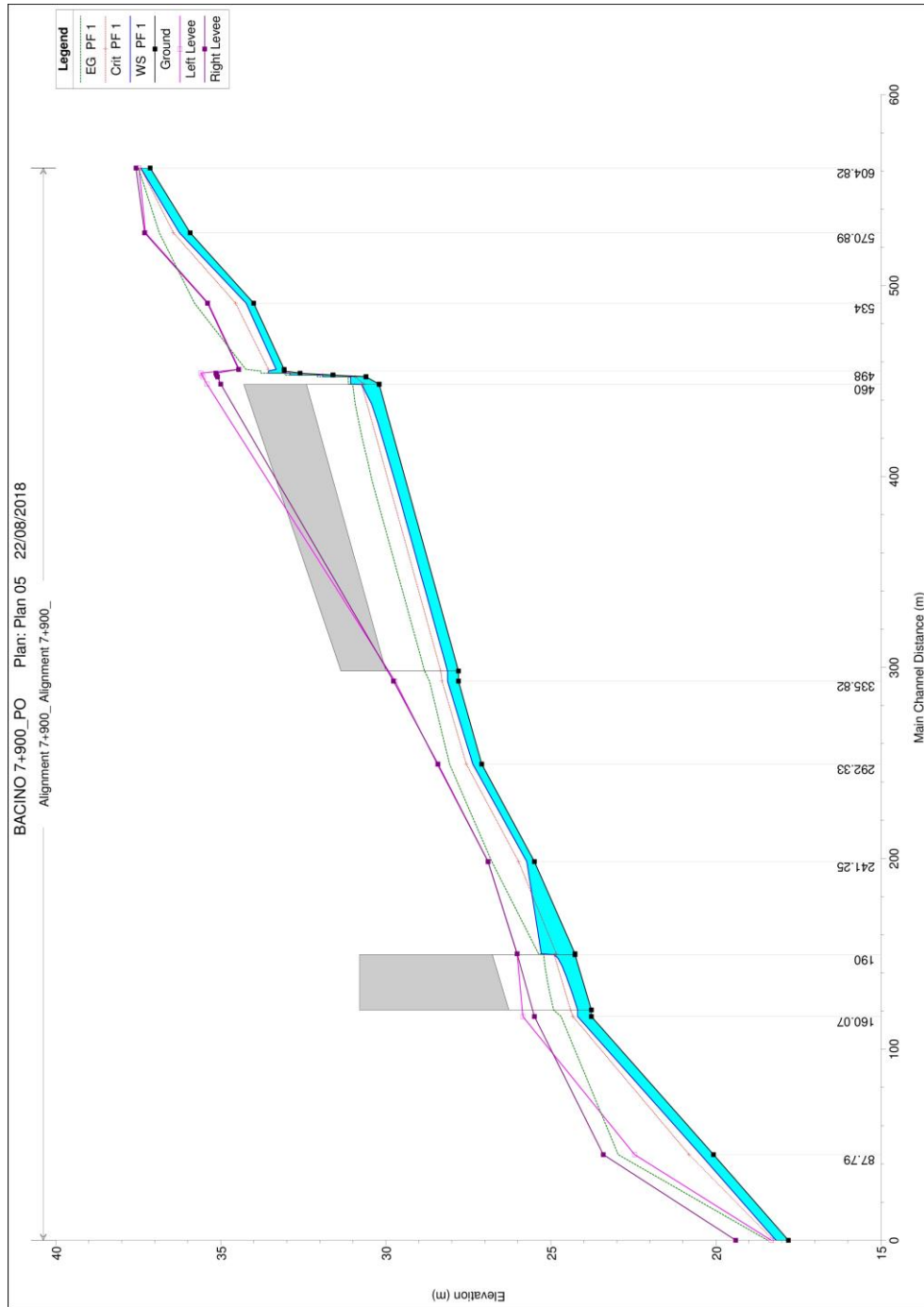


Figura 38 - Profilo di corrente PO pk 7+865,80

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 128 DI 217

6.5.5 Simulazione numerica post operam interferenza n. 05 – pk 8+675

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 521 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 13;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 4.42 m e massimo di 69.15 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78P7ID0002003B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

1. Attraversamento Autostrada A14;
2. **Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI04).**

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 8.3 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 54,50 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.006.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 129 DI 217

ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni inalveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
05 – IN12	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI04) e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria	Trapezio per 183 m a cavallo della linea ferroviaria (larghezza al fondo 5 m e sponde 2:3)	Viadotto ferroviario VI04	-

Tabella 39 - Caratteristiche intervento pk 8+675

Nella configurazione di progetto è previsto l'inalveamento del corso d'acqua in un canale a sezione trapezia rivestita in massi naturali di prima categoria, dalla sezione 332.73 alla 120.65. Tale sistemazione consente ivi il rispetto del franco idraulico minimo di 50 cm, computato rispetto alla quota del ciglio spondale / coronamento arginale. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
VI04	200	54.50	9.78	10.12	20.51	10.73	10.39

Tabella 40- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 8+675

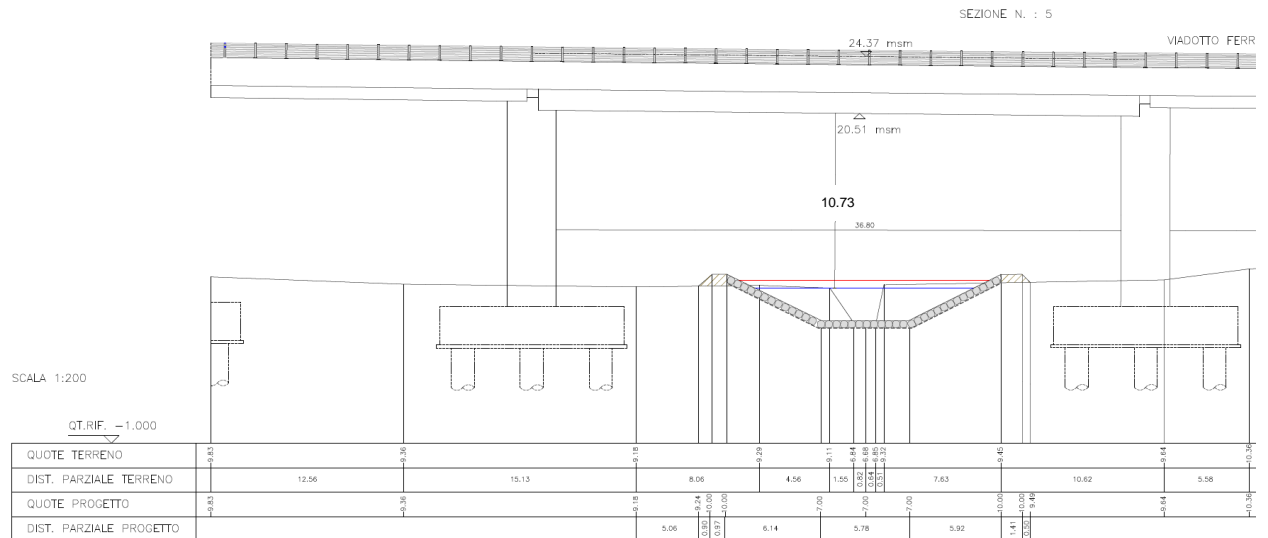


Figura 39 - Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (VI04) pk 8+675

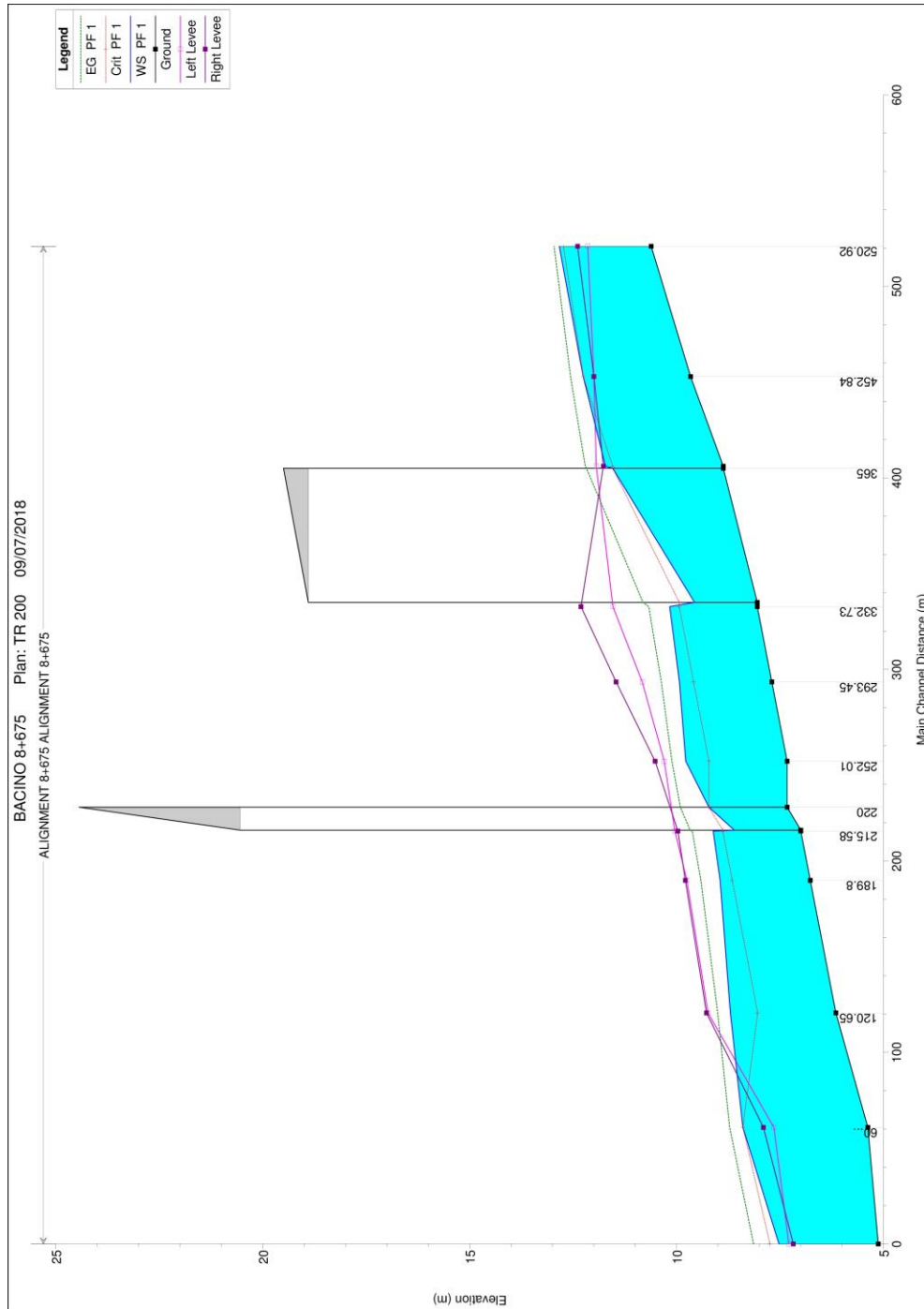
La quota di intradosso dell'opera rispetta i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 200 River: ALIGNMENT 8+675 Reach: ALIGNMENT 8+675 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
ALIGNMENT 8+675	0	PF 1	54.50	5.12	7.53	7.74	8.14	0.015557	4.11	22.24	49.22	1.03
ALIGNMENT 8+675	60.83	PF 1	54.50	5.38	8.40	8.40	8.72	0.005884	2.98	30.55	48.11	0.68
ALIGNMENT 8+675	120.65	PF 1	54.50	6.15	8.70	8.04	9.01	0.003938	2.44	22.34	12.51	0.58
ALIGNMENT 8+675	189.8	PF 1	54.50	6.77	8.95	8.66	9.41	0.007177	3.03	17.99	11.53	0.77
ALIGNMENT 8+675	215.58	PF 1	54.50	7.00	9.11	8.89	9.62	0.008015	3.15	17.28	11.34	0.82
ALIGNMENT 8+675	220	Bridge										
ALIGNMENT 8+675	252.01	PF 1	54.50	7.33	9.78	9.22	10.12	0.004547	2.56	21.25	12.35	0.62
ALIGNMENT 8+675	293.45	PF 1	54.50	7.70	9.93	9.59	10.37	0.006501	2.92	18.65	11.70	0.74
ALIGNMENT 8+675	332.73	PF 1	54.50	8.05	10.17	9.94	10.67	0.007988	3.15	17.30	11.35	0.81
ALIGNMENT 8+675	365	Bridge										
ALIGNMENT 8+675	406.04	PF 1	54.50	8.87	11.72	11.55	12.21	0.008638	3.09	17.97	16.07	0.82
ALIGNMENT 8+675	452.84	PF 1	54.50	9.66	12.26	12.26	12.56	0.005037	2.73	30.75	54.04	0.61
ALIGNMENT 8+675	520.92	PF 1	54.50	10.61	12.83	12.73	12.96	0.006173	2.40	42.72	80.80	0.61

Tabella 41 - Risultati simulazione PO pk 8+675


Figura 40 - Profilo di corrente PO pk 8+675

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 132DI217

6.5.6 Simulazione numerica post operam interferenza n. 06 – pk 9+900

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 1049 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 24;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 0.99 m e massimo di 160.82 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002035B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

1. Attraversamento con Autostrada A14;
2. Tombino per attraversamento con strada sterrata;
- 3. Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI05).**

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 15.54 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 300 anni, con portata pari a 78,40 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.01.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 133DI217

ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni inalveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
06 – IN13	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI05) e deviazione dell'attuale sedime del corso d'acqua con inalveamento in canale trapezio in cls	Trapezio per 656 m a cavallo della linea ferroviaria (larghezza al fondo 9 m e sponde 2:3)	Viadotto ferroviario VI05	-

Tabella 42 - Caratteristiche intervento pk 9+900

Nella configurazione post operam, l'unico intervento significativo riguarda la deviazione del canale esistente, con inalveamento in una sezione trapezia rivestita in cls. Tale intervento garantisce il rispetto del franco minimo di 50 cm rispetto alla quota del ciglio spondale/ coronamento arginale per la piena di progetto nel tratto interessato da detta sistemazione idraulica. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
VI05	300	78.40	6.01	6.89	9.65	3.64	2.76

Tabella 43- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 9+900

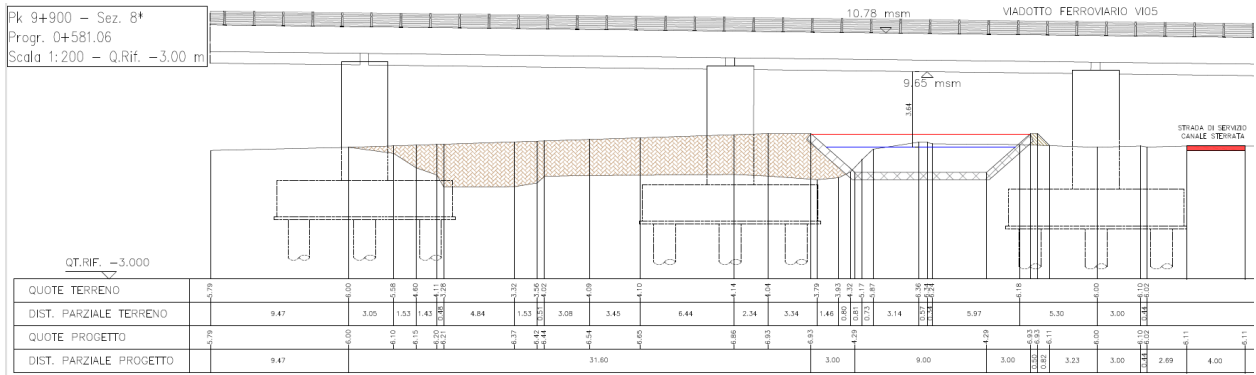


Figura 41 - Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (VI05) pk 9+900

La quota di intradosso dell'opera rispetta i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 300 River: Asse 9+900 Reach: Asse 9+900 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
Asse 9+900	0	PF 1	78.40	2.66	3.64	4.05	5.01	0.007900	5.19	15.32	19.13	1.83
Asse 9+900	83.95	PF 1	78.40	2.88	4.66	4.66	5.39	0.002146	3.77	20.80	14.35	1.00
Asse 9+900	190.11	PF 1	78.40	2.95	5.02	4.77	5.58	0.001396	3.32	23.61	13.80	0.81
Asse 9+900	350.93	PF 1	78.40	3.27	4.70	5.08	6.02	0.004888	5.08	15.43	12.54	1.46
Asse 9+900	439.84	PF 1	78.40	3.82	5.39	5.62	6.41	0.003463	4.48	17.50	13.32	1.25
Asse 9+900	519.56	PF 1	78.40	4.09	5.90	5.90	6.66	0.002170	3.85	20.38	13.51	1.00
Asse 9+900	566.91	PF 1	78.40	4.20	5.70	5.99	6.81	0.003957	4.67	16.79	13.35	1.33
Asse 9+900	580	Bridge										
Asse 9+900	581.06	PF 1	78.40	4.29	6.01	6.11	6.89	0.002658	4.15	18.88	12.92	1.10
Asse 9+900	602.52	PF 1	78.40	4.36	6.18	6.18	6.95	0.002189	3.89	20.18	13.14	1.00
Asse 9+900	676.26	PF 1	78.40	4.60	6.15	6.37	7.14	0.003423	4.40	17.81	13.96	1.24
Asse 9+900	739.39	PF 1	78.40	4.81	6.41	6.59	7.35	0.003110	4.29	18.29	13.81	1.19
Asse 9+900	779.99	PF 1	78.40	4.77	6.37	6.77	7.76	0.023672	5.22	15.01	11.65	1.47
Asse 9+900	820.42	PF 1	78.40	5.08	6.44	7.08	8.69	0.012255	6.65	11.94	14.56	2.28
Asse 9+900	829.01	PF 1	78.40	5.55	8.05	8.05	8.87	0.002049	4.01	19.76	13.12	0.99
Asse 9+900	830	Culvert										
Asse 9+900	837.60	PF 1	78.40	5.86	10.87	8.68	10.91	0.000314	1.19	103.07	64.94	0.19
Asse 9+900	841.9	PF 1	78.40	6.90	10.90	9.71	10.92	0.000223	0.92	137.24	80.01	0.16
Asse 9+900	863.51	PF 1	78.40	6.90	10.90	10.90	10.92	0.000221	0.91	137.64	80.01	0.16
Asse 9+900	910	Bridge										
Asse 9+900	917.06	PF 1	78.40	7.16	11.11	10.23	11.22	0.000926	1.74	67.16	52.81	0.31
Asse 9+900	955.48	PF 1	78.40	7.78	10.98	10.98	11.52	0.007110	3.61	28.04	24.03	0.78
Asse 9+900	1004.28	PF 1	78.40	7.48	11.55	10.96	11.70	0.001655	2.06	56.13	47.61	0.38
Asse 9+900	1049.36	PF 1	78.40	7.48	11.64	10.96	11.77	0.001362	1.91	60.62	47.61	0.35

Tabella 44 - Risultati simulazione PO pk 9+900

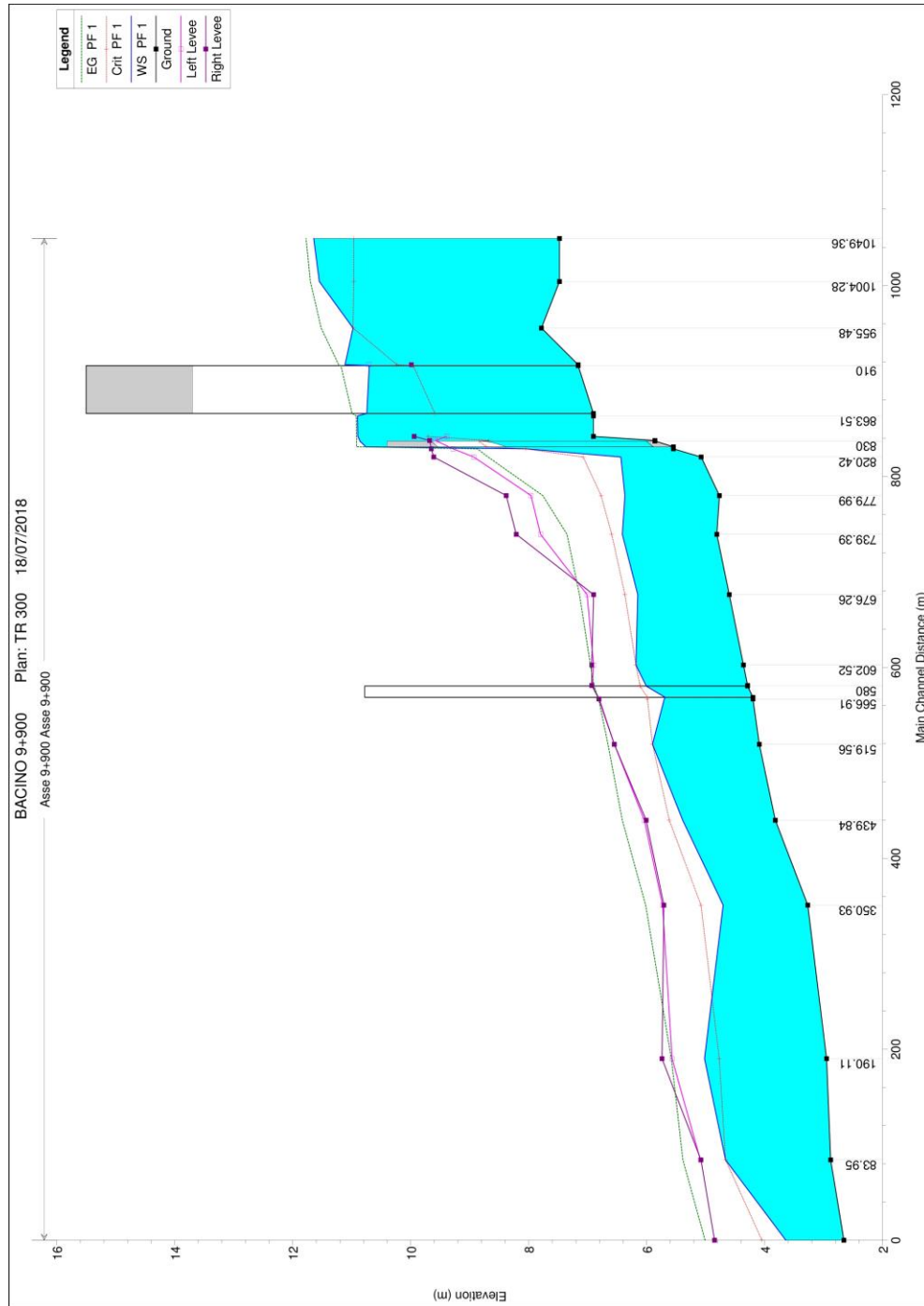


Figura 42 - Profilo di corrente PO pk 9+900

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 136DI217

6.5.7 Simulazione numerica post operam interferenza n. 07 – pk 10+714

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 146 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 6;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 5.65 m e massimo di 41.66 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002036B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

1. Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto, mediante tombino scatolare di sezione interna 3.0 x 2.0 m.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.13 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 7,26 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La verifica è stata condotta anche con riferimento al valore di portata fornito dall'autorità di bacino (8,40 m³/s). Per quest'ultima si riportano solo i risultati, in termini di livello idrico ed energetico, in corrispondenza dell'attraversamento in progetto.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.005;
- A valle è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.005.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 137 DI 217

ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni in alveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
07 – IN14	Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto tramite tombino scatolare rettangolare in cls e in alveamento in canale trapezio rivestito ds	Trapezio per 115 m a valle della linea ferroviaria (larghezza al fondo 2.5 m e sponde 2:3)	Tombino ferroviario IN14	Rettangolare in cls di sezione interna 3.0 x 2.0 m per l'attraversamento con la ferrovia in progetto

Tabella 45 - Caratteristiche intervento pk 10+714

Nella configurazione post operam non si riscontrano particolari criticità: l'intervento di in alveamento in canale a sezione trapezia rivestita in massi naturali di prima categoria garantisce la sufficienza idraulica, nel rispetto del franco idraulico minimo di 50 cm, calcolato rispetto alla quota del ciglio spondale / coronamento arginale. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
Portata Metodo Cinematico							
IN14	200	7.26	3.37	3.86	4.41	1.04	0.55
Portata da AdB							
IN14	-	8,40	3.57	3.93	4.41	0.84	0.48

Tabella 46- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 10+714



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02	D 78 RI	ID0002 002	A	138DI217

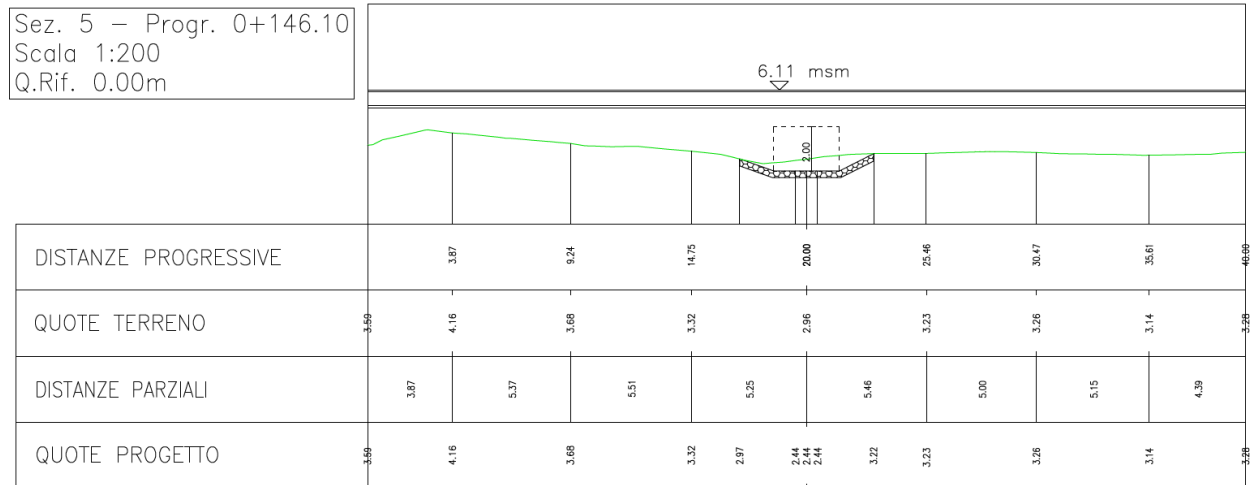


Figura 43 - Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (IN14-Tombino ferroviario) pk 10+714

La quota di intradosso dell'opera rispetta i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

ID	G.R. [%]	V [m/s]_Monte	V [m/s]_Valle
IN14 (Q Met Cinem)	48	2.37	2.27
IN14 (Q AdB)	58	0.82	0.78

Tabella 47 – Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombino pk 10+714

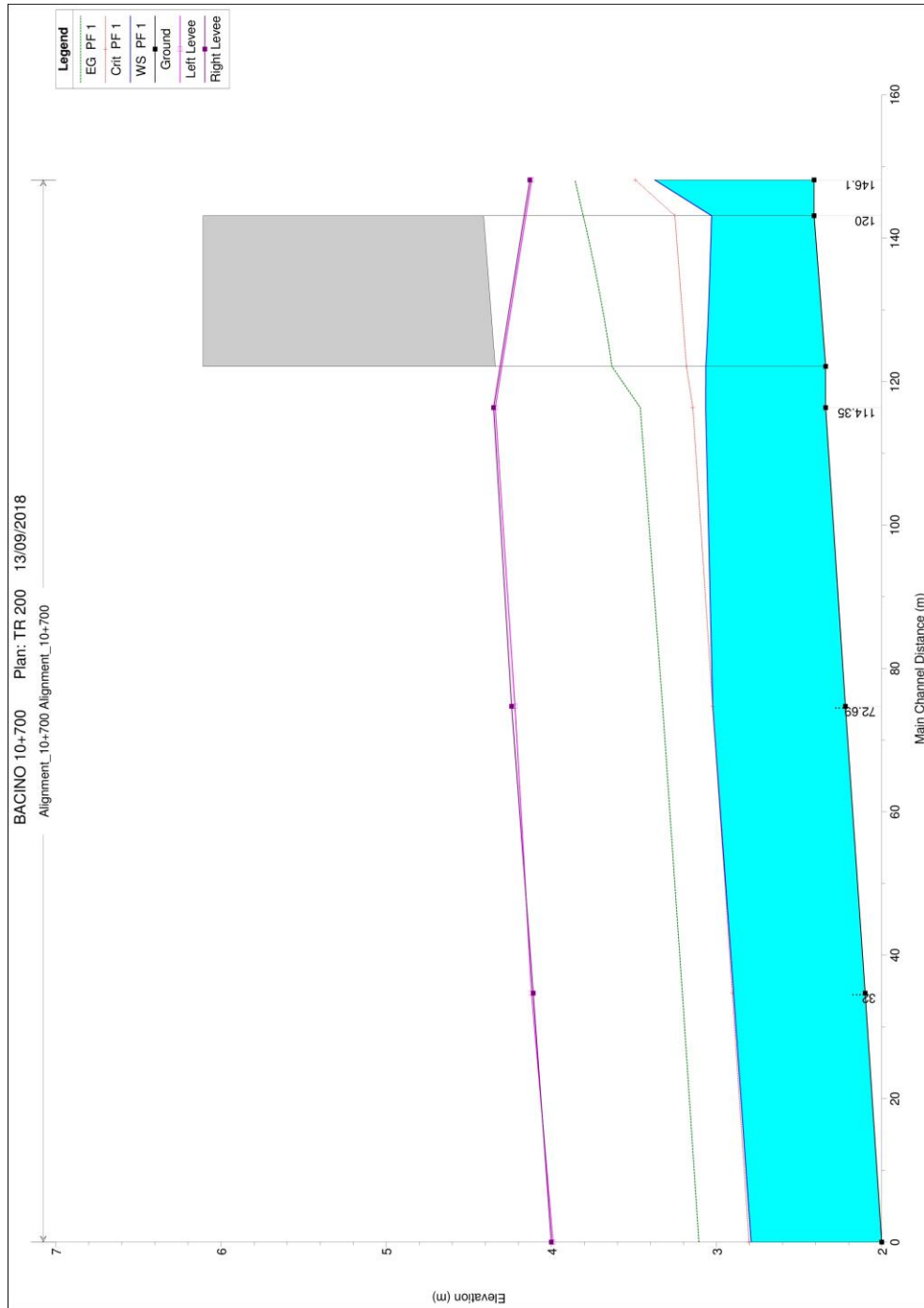
I valori del grado di riempimento e velocità rispettano i limiti da manuale di progettazione Italferr.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 200 River: Alignment_10+700 Reach: Alignment_10+700 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
Alignment_10+700	0	PF 1	7.26	2.00	2.79	2.80	3.11	0.003133	2.49	2.92	4.87	1.03
Alignment_10+700	32.69	PF 1	7.26	2.10	2.90	2.91	3.21	0.003049	2.47	2.94	4.89	1.01
Alignment_10+700	72.69	PF 1	7.26	2.22	3.02	3.02	3.33	0.002960	2.44	2.98	4.91	1.00
Alignment_10+700	114.35	PF 1	7.26	2.34	3.07	3.14	3.46	0.004293	2.79	2.61	4.68	1.19
Alignment_10+700	120	Culvert										
Alignment_10+700	146.1	PF 1	7.26	2.41	3.37	3.49	3.86	0.005001	3.08	2.36	3.89	1.26

Tabella 48 - Risultati simulazione PO pk 10+714


Figura 44 - Profilo di corrente PO pk 10+714

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 140 DI 217

6.5.8 Simulazione numerica post operam interferenza n. 08 – pk 12+197

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 295 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 17;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 10 m e massimo di 27.93 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002037B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- 1. Attraversamento con la nuova viabilità in viadotto di progetto (NV09-IV03);**
- 2. Attraversamento con la linea ferroviaria mediante tombino scatolare di sezione interna 4.0 x 2.3 m.**

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 1.00 km².

L'intervento in oggetto riguarda la sistemazione di un tratto di canale facente parte di un complesso reticolo gestito dal Consorzio di Bonifica Trigno e Biferno pertanto, per non alterare il funzionamento idraulico della rete, si è preferito determinare il valore massimo di portata smaltibile (6,92 m³/s) dal canale nel tratto indagato ed utilizzare tale valore come riferimento per la progettazione delle opere di seguito descritte.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.00035.

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 141 DI217

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni inalveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
08 – IN15	Attraversamento con la linea ferroviaria tramite tombino scatolare rettangolare in cls, attraversamento con la viabilità in viadotto di progetto (NV09-IV03) e inalveamento in canale trapezio in cls	Trapezio per 263 m a cavallo della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 1.6 m e sponde 2:3)	Viadotto stradale IV03 e tombino ferroviario IN15	Rettangolare in cls di sezione interna 4.0 x 2.3 m per l'attraversamento con la ferrovia e con l'adiacente viabilità in progetto

Tabella 49 - Caratteristiche intervento pk 12+197

Nella configurazione post operam non si riscontrano particolari criticità: l'intervento di inalveamento in canale a sezione trapezia rivestita in cls garantisce la sufficienza idraulica, nel rispetto del franco idraulico minimo di 50 cm, calcolato rispetto alla quota del ciglio spondale / coronamento arginale. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
IV03	-	6.92	3.26	3.37	10.74	7.48	7.37
IN15	-	6.92	3.18	3.29	4.23	1.05	0.94

Tabella 50- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 12+197

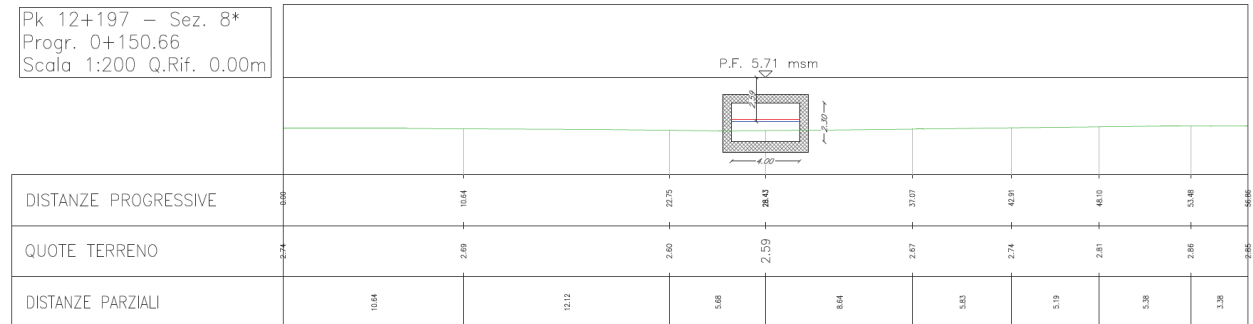


Figura 45 - Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (IN15-Tombino ferroviario) pk 12+197

Le quote di intradosso delle opere rispettano i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

ID	G.R. [%]	V [m/s]_Monte	V [m/s]_Valle
IN15	54.34	1.45	1.43

Tabella 51– Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombino pk 12+197

I valori del grado di riempimento e velocità rispettano i limiti da manuale di progettazione Italferr.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR200 River: ASSE 12+250 Reach: ASSE 12+250 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
ASSE 12+250	0	PF 1	6.92	1.82	2.72	2.72	3.03	0.002990	2.44	2.84	4.69	1.00
ASSE 12+250	20	PF 1	6.92	1.83	2.90	2.73	3.08	0.001506	1.89	3.65	5.25	0.73
ASSE 12+250	40	PF 1	6.92	1.84	2.94	2.74	3.11	0.001309	1.80	3.85	5.38	0.68
ASSE 12+250	60	PF 1	6.92	1.86	2.97	2.76	3.13	0.001260	1.77	3.90	5.41	0.67
ASSE 12+250	80	PF 1	6.92	1.87	3.01	2.77	3.16	0.001150	1.71	4.04	5.50	0.64
ASSE 12+250	100	PF 1	6.92	1.88	3.04	2.78	3.18	0.001070	1.67	4.15	5.57	0.62
ASSE 12+250	120	PF 1	6.92	1.89	3.06	2.79	3.20	0.001007	1.63	4.24	5.62	0.60
ASSE 12+250	132.07	PF 1	6.92	1.90	3.08	2.80	3.21	0.000991	1.62	4.27	5.64	0.60
ASSE 12+250	160	Culvert										
ASSE 12+250	180.16	PF 1	6.92	1.93	3.18	2.83	3.29	0.000767	1.48	4.69	5.89	0.53
ASSE 12+250	200	PF 1	6.92	1.94	3.20	2.84	3.31	0.000746	1.46	4.74	5.92	0.52
ASSE 12+250	220	PF 1	6.92	1.95	3.22	2.85	3.32	0.000729	1.45	4.78	5.95	0.52
ASSE 12+250	240	PF 1	6.92	1.97	3.23	2.87	3.34	0.000756	1.47	4.72	5.91	0.52
ASSE 12+250	260	PF 1	6.92	1.98	3.24	2.88	3.35	0.000738	1.45	4.76	5.94	0.52
ASSE 12+250	270	Bridge										
ASSE 12+250	280	PF 1	6.92	1.99	3.26	2.89	3.37	0.000726	1.45	4.79	5.94	0.51
ASSE 12+250	294.6	PF 1	6.92	2.00	3.27	2.90	3.38	0.000724	1.44	4.79	5.94	0.51

Tabella 52 - Risultati simulazione PO pk 12+197

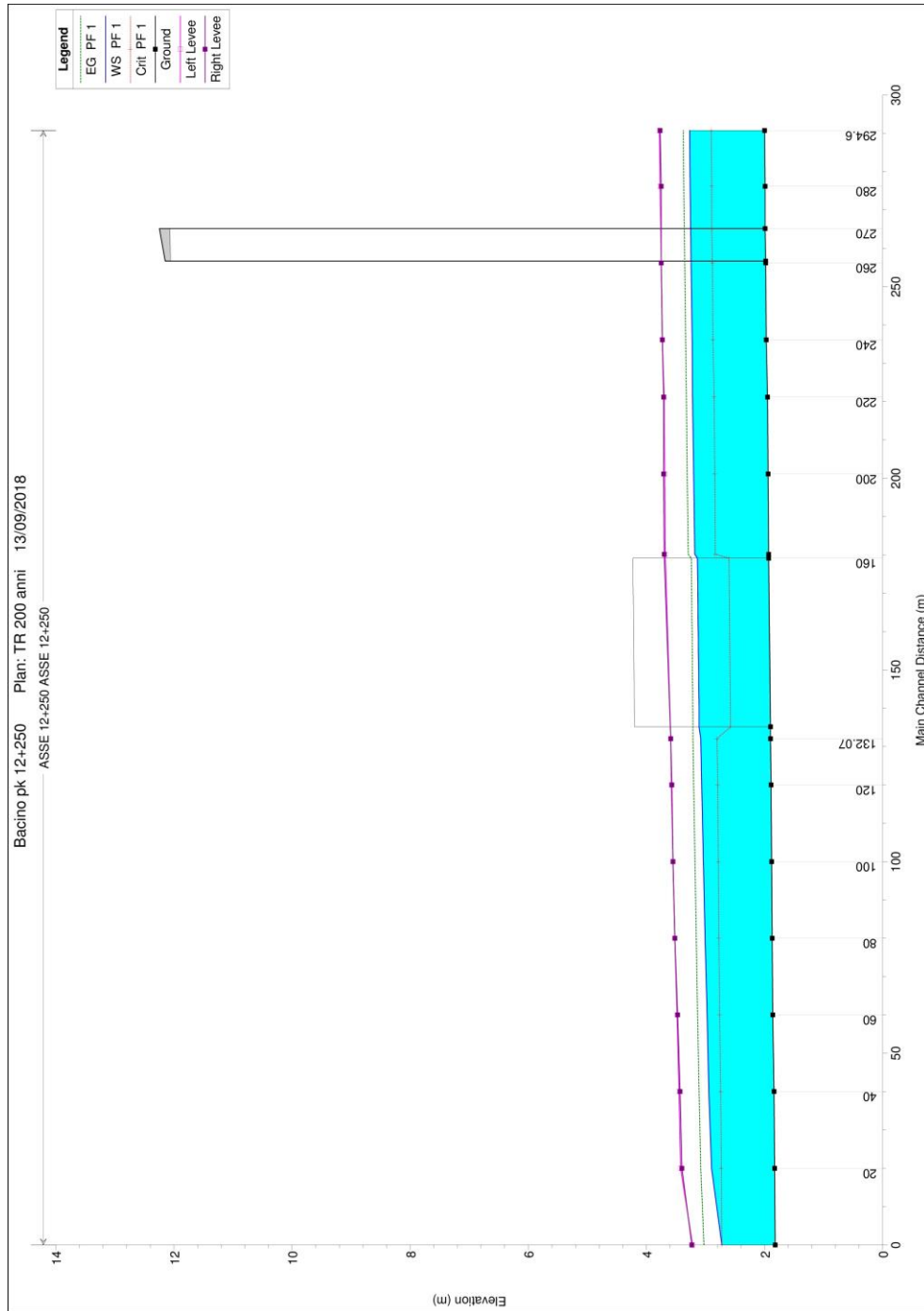


Figura 46 - Profilo di corrente PO pk 12+197

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 144 DI 217

6.5.9 Simulazione numerica post operam interferenza n. 09 – pk 13+900-15+100

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 1578 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 12;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 5.65 m e massimo di 280.05 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78P6ID0002001B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

1. Tombino per l'attraversamento con la SP129;

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 5.90 km².

L'intervento in oggetto riguarda la sistemazione di un tratto di canale facente parte di un complesso reticolo gestito dal Consorzio di Bonifica Trigno e Biferno pertanto, per non alterare il funzionamento idraulico della rete, si è preferito determinare il valore massimo di portata smaltibile (22,68 m³/s) dal canale nel tratto indagato ed utilizzare tale valore come riferimento per la progettazione delle opere di seguito descritte.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.0001.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 145DI217

ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni inalveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
09 – IN22	Deviazione dell'attuale sedime del corso d'acqua, a garanzia del rispetto della distanza minima di 10 m dal piede del rilevato ferroviario in progetto, con inalveamento in canale trapezio in cls	Trapezio per 1005 m parallelamente alla linea ferroviaria (larghezza al fondo 7 m e sponde 2:3)	-	-

Tabella 53 - Caratteristiche intervento pk 13+900 – 15+100

Nella configurazione post operam non si riscontrano particolari criticità: l'intervento di inalveamento in canale a sezione trapezia rivestita in cls garantisce la sufficienza idraulica, nel rispetto del **franco idraulico minimo di 50 cm**, calcolato rispetto alla quota del ciglio spondale/coronamento arginale. Fenomeni esondativi di modesta entità, in sinistra e destra idraulica, si verificano solo a valle del detto intervento di sistemazione idraulica, ovvero negli ultimi 400 m circa di asta indagata.

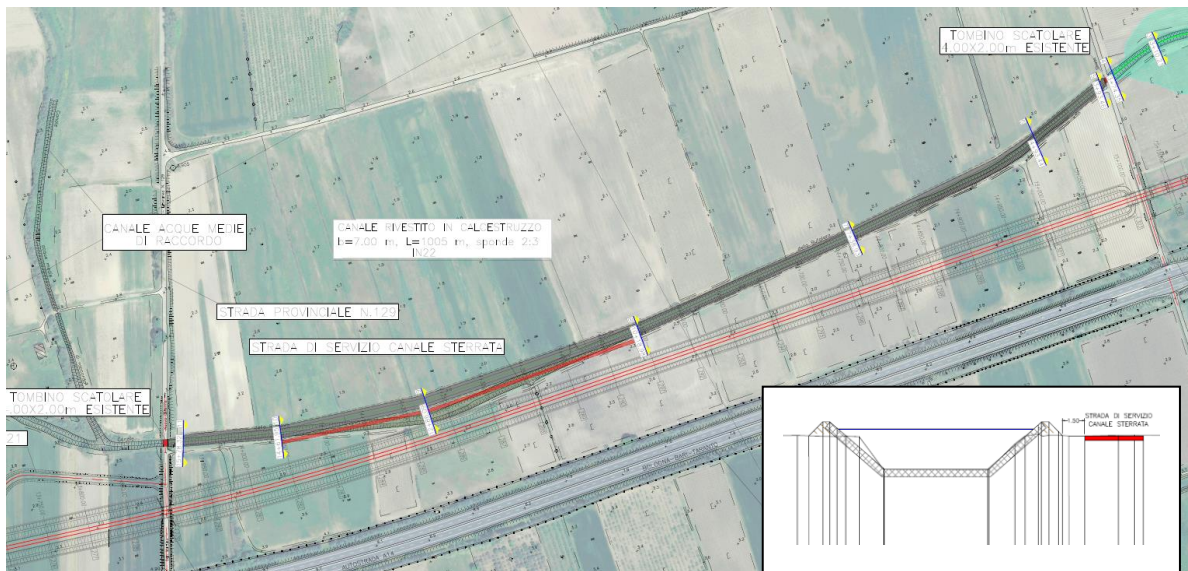


Figura 47 - Stralcio planimetrico e sezione tipo sistemazione "Canale orientale delle Acque medie" pk 13+900-15+100



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

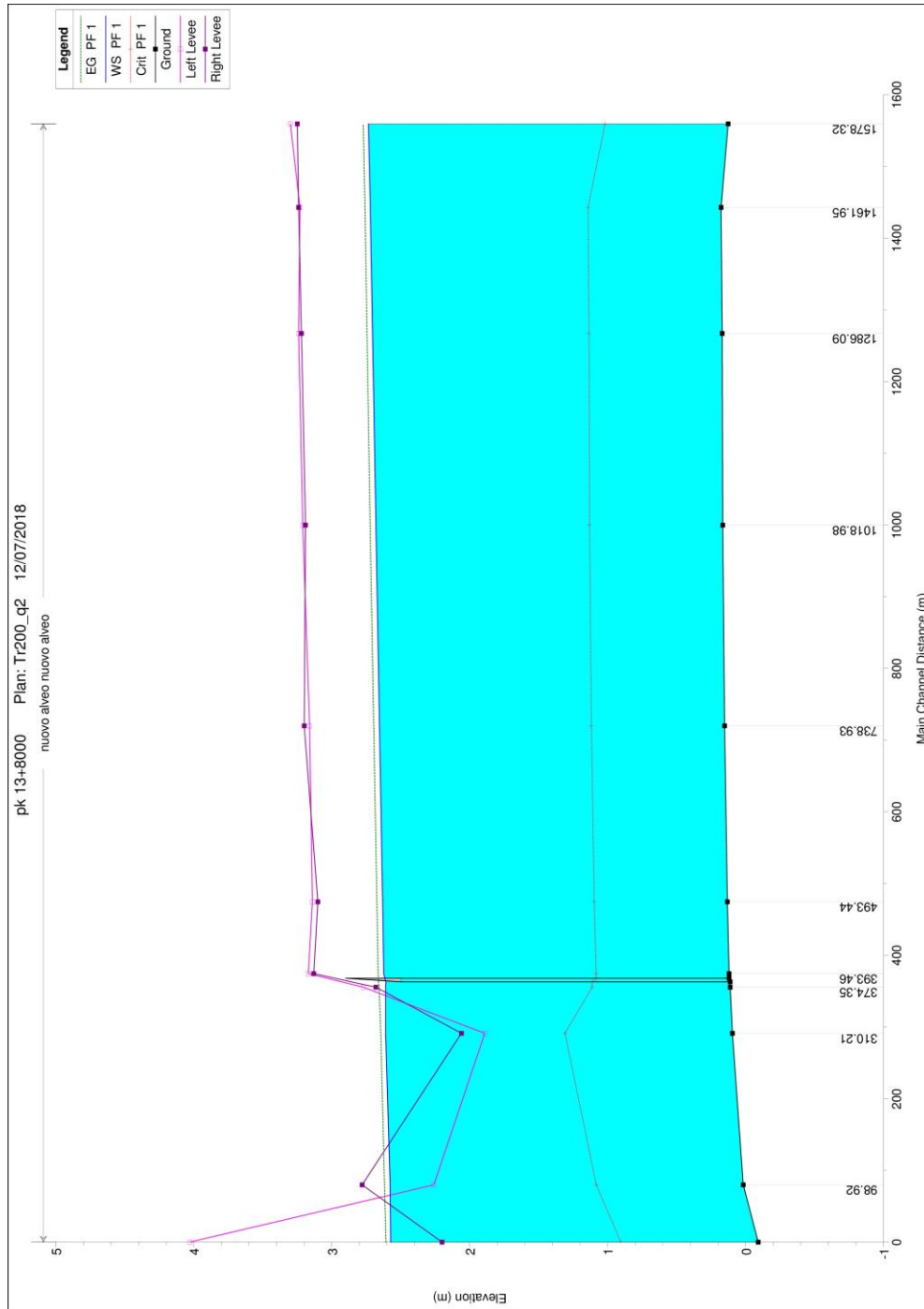
PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 146DI217

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: Tr200_Q2 River: nuovo alveo Reach: nuovo alveo 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
nuovo alveo	19	PF 1	22.68	-0.09	2.57	0.90	2.61	0.000100	0.84	35.14	48.82	0.18
nuovo alveo	98.92	PF 1	22.68	0.02	2.58	1.08	2.62	0.000129	0.91	30.32	28.68	0.21
nuovo alveo	310.21	PF 1	22.68	0.10	2.61	1.31	2.64	0.000122	0.90	38.07	41.61	0.21
nuovo alveo	374.35	PF 1	22.68	0.11	2.61	1.11	2.66	0.000152	0.97	23.48	14.29	0.22
nuovo alveo	380	Bridge										
nuovo alveo	393.46	PF 1	22.68	0.12	2.62	1.08	2.66	0.000091	0.90	25.09	13.05	0.21
nuovo alveo	493.44	PF 1	22.68	0.13	2.63	1.10	2.67	0.000092	0.91	25.05	13.05	0.21
nuovo alveo	738.93	PF 1	22.68	0.15	2.65	1.12	2.70	0.000091	0.90	25.09	13.05	0.21
nuovo alveo	1018.98	PF 1	22.68	0.17	2.68	1.13	2.72	0.000090	0.90	25.24	13.08	0.21
nuovo alveo	1286.09	PF 1	22.68	0.17	2.70	1.14	2.74	0.000087	0.89	25.51	13.13	0.20
nuovo alveo	1461.95	PF 1	22.68	0.18	2.72	1.14	2.76	0.000086	0.89	25.61	13.15	0.20
nuovo alveo	1578.32	PF 1	22.68	0.13	2.73	1.02	2.77	0.000110	0.87	26.23	11.94	0.18

Tabella 54 - Risultati simulazione PO pk 13+900-15+100


Figura 48 - Profilo di corrente PO pk 13+800-15+100

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 148 DI 217

6.5.10 Simulazione numerica post operam interferenza n. 10 – pk 15+650-20+000

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 5410 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 38;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 3.61 m e massimo di 546.87 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78P6ID0002004B e LI0202D78P6ID0002005B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

1. Tombino per attraversamento con strada poderale;
2. Tombino per attraversamento con A14;
3. **Attraversamento con la viabilità in viadotto di progetto (NV14/B – IV06)**
4. **Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI09)**
5. Tombino per attraversamento con strada locale;
6. **Attraversamento con la viabilità in viadotto di progetto (NV13-IV04);**
7. Tombino per attraversamento con strada locale.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 23.77 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 300 anni, con portata pari a:

- 56.60 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello;

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 149 DI 217

- 76.00 m³/s dalla sezione 3007.09 (sezione di confluenza del corso d'acqua simulato sito alla progressiva 18+075 della linea ferroviaria in progetto);
- 87.30 m³/s dalla sezione 1643.06 (sezione di confluenza del corso d'acqua simulato sito alla progressiva 16+695,58 della linea ferroviaria in progetto).

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, essendo il corso d'acqua in questione un tributario in destra idraulica del Torrente Saccione, è stato imposto il livello idrico corrispondente alla sezione di confluenza pari a 4.35 m s.l.m., desunto dalla relativa simulazione numerica, sviluppata nell'ambito dello studio idraulico del Torrente Saccione.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02	D 78	RI ID0002 002	A	150DI217

ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni inalveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
10 – IN31/IN44/IN45	1.A (IN31_A) Attraversamento con la linea ferroviaria (VI09) e con la viabilità in viadotto di progetto (NV14/B-IV06) e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria (pk 18+620)	1. IN31_Trapezio per 220 m a cavallo della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 4.80 m e sponde 2:3)	Viadotto ferroviario VI09 e viadotti stradali IV04 e IV06	-
	1.B (IN31_B) Attraversamento con la viabilità in viadotto di progetto (NV13-IV04) e rivestimento del fondo alveo con massi naturali di prima categoria			
	2. (IN44) Deviazione dell'attuale sedime del corso d'acqua, a garanzia del rispetto della distanza minima di 10 m dalla linea ferroviaria in progetto, con inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria (dalla pk 15+650 alla pk 16+695,58)	2. IN44_Trapezio per 1050 m in adiacenza alla linea in progetto (larghezza al fondo 4.80 m e sponde 2:3)		
	3. (IN45) Deviazione dell'attuale sedime del corso d'acqua, a garanzia del rispetto della distanza minima di 10 m dal rilevato ferroviario in progetto, con inalveamento in canale in terra (dalla pk 19+650 alla pk 20+000) e inalveamento	3. IN45_Trapezio per 120 m in adiacenza al rilevato ferroviario in progetto (larghezza al fondo 9.15 m e sponde 2:3)		

Tabella 55 - Caratteristiche intervento pk 15+650 – 20+000

Nella configurazione di progetto gli interventi di sistemazione idraulica previsti garantiscono il contenimento della portata di progetto trecentennale all'interno delle sezioni d'alveo, fatta eccezione per il tratto di valle, in corrispondenza della confluenza nel torrente Saccione, il cui livello idrico assunto come condizione al contorno, influenza le condizioni di deflusso a monte. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 152DI217

Le quote di intradosso delle opere rispettano i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 300 River: ALIGNMENT 15+650 Reach: ALIGNMENT 15+650 Profile: TR300

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
ALIGNMENT 15+650	0	TR300	87.30	1.79	4.35	2.84	4.35	0.000008	0.11	758.12	309.65	0.03
ALIGNMENT 15+650	206.21	TR300	87.30	1.82	4.35	3.10	4.35	0.000009	0.10	748.34	310.83	0.02
ALIGNMENT 15+650	282.37	TR300	87.30	1.77	4.32	3.48	4.37	0.001019	1.16	93.40	64.29	0.27
ALIGNMENT 15+650	357.53	TR300	87.30	2.06	4.38	3.32	4.38	0.000033	0.22	485.61	302.42	0.05
ALIGNMENT 15+650	618.37	TR300	87.30	2.28	4.77	4.77	5.63	0.011679	4.12	21.20	12.26	1.00
ALIGNMENT 15+650	745.06	TR300	87.30	2.28	5.98	4.76	6.25	0.002349	2.28	38.30	15.90	0.47
ALIGNMENT 15+650	1291.93	TR300	87.30	4.31	7.55	6.80	7.94	0.004069	2.79	31.25	14.51	0.61
ALIGNMENT 15+650	1438.58	TR300	87.30	4.74	8.15	7.23	8.49	0.003302	2.59	33.76	15.02	0.55
ALIGNMENT 15+650	1522.38	TR300	87.30	4.98	8.43	7.46	8.76	0.003132	2.54	34.43	15.15	0.54
ALIGNMENT 15+650	1643.06	TR300	87.30	5.33	8.81	7.82	9.13	0.003015	2.50	34.92	15.25	0.53
ALIGNMENT 15+650	2131.69	TR300	76.00	6.52	9.97	9.30	10.32	0.001922	2.71	33.10	21.77	0.60
ALIGNMENT 15+650	2459.76	TR300	76.00	7.76	10.67	10.13	11.05	0.002524	2.76	27.54	15.23	0.66
ALIGNMENT 15+650	2465		Inl Struct									
ALIGNMENT 15+650	2468.61	TR300	76.00	7.72	10.83	10.12	11.16	0.001987	2.54	29.94	15.65	0.59
ALIGNMENT 15+650	2493.69	TR300	76.00	7.57	10.92	10.07	11.21	0.001641	2.38	31.98	15.98	0.54
ALIGNMENT 15+650	2500		Bridge									
ALIGNMENT 15+650	2520.81	TR300	76.00	8.14	11.14	10.35	11.42	0.001578	2.34	34.21	21.44	0.53
ALIGNMENT 15+650	2693.87	TR300	76.00	8.42	11.36	10.51	11.68	0.001321	2.56	32.49	16.32	0.52
ALIGNMENT 15+650	2700		Bridge									
ALIGNMENT 15+650	2763.94	TR300	76.00	9.19	11.74	11.15	12.11	0.002254	2.70	28.19	15.01	0.63
ALIGNMENT 15+650	2770		Bridge									
ALIGNMENT 15+650	2787.24	TR300	76.00	8.18	12.11	10.20	12.21	0.000397	1.44	65.31	50.53	0.28
ALIGNMENT 15+650	3007.09	TR300	76.00	8.29	12.23	10.80	12.31	0.000410	1.39	84.17	54.58	0.27
ALIGNMENT 15+650	3332.29	TR300	56.60	8.76	12.35	10.91	12.50	0.000782	1.76	32.12	14.03	0.37
ALIGNMENT 15+650	3584.89	TR300	56.60	8.93	12.62	10.89	12.73	0.001000	1.48	38.13	15.87	0.31
ALIGNMENT 15+650	3600		Bridge									
ALIGNMENT 15+650	3707.06	TR300	56.60	9.14	12.76	11.10	12.88	0.001087	1.53	36.96	15.65	0.32
ALIGNMENT 15+650	3951.88	TR300	56.60	10.19	12.97	12.24	13.27	0.001868	2.41	23.44	12.52	0.56
ALIGNMENT 15+650	4230.08	TR300	56.60	12.91	15.13	15.13	15.97	0.004977	4.18	15.76	10.77	0.95
ALIGNMENT 15+650	4704.69	TR300	56.60	13.95	16.82	15.83	17.01	0.001065	1.95	30.72	18.72	0.44
ALIGNMENT 15+650	4963.20	TR300	56.60	15.41	16.52	17.07	18.33	0.028732	6.00	9.80	12.22	2.07
ALIGNMENT 15+650	5205.75	TR300	56.60	16.99	19.84	19.84	20.73	0.004741	4.34	16.10	10.80	0.91
ALIGNMENT 15+650	5300		Bridge									
ALIGNMENT 15+650	5310.17	TR300	56.60	18.59	20.27	20.74	21.77	0.022674	5.42	10.45	10.62	1.74
ALIGNMENT 15+650	5375.71	TR300	56.60	19.70	21.87	22.06	22.80	0.009695	4.27	13.35	11.17	1.22
ALIGNMENT 15+650	5390		Bridge									
ALIGNMENT 15+650	5395.05	TR300	56.60	20.03	22.39	22.25	23.00	0.004394	3.50	17.18	11.45	0.86
ALIGNMENT 15+650	5410.32	TR300	56.60	20.26	22.41	22.39	23.11	0.006110	3.71	15.27	10.53	0.98

Tabella 57 - Risultati simulazione PO pk 15+650-20+000

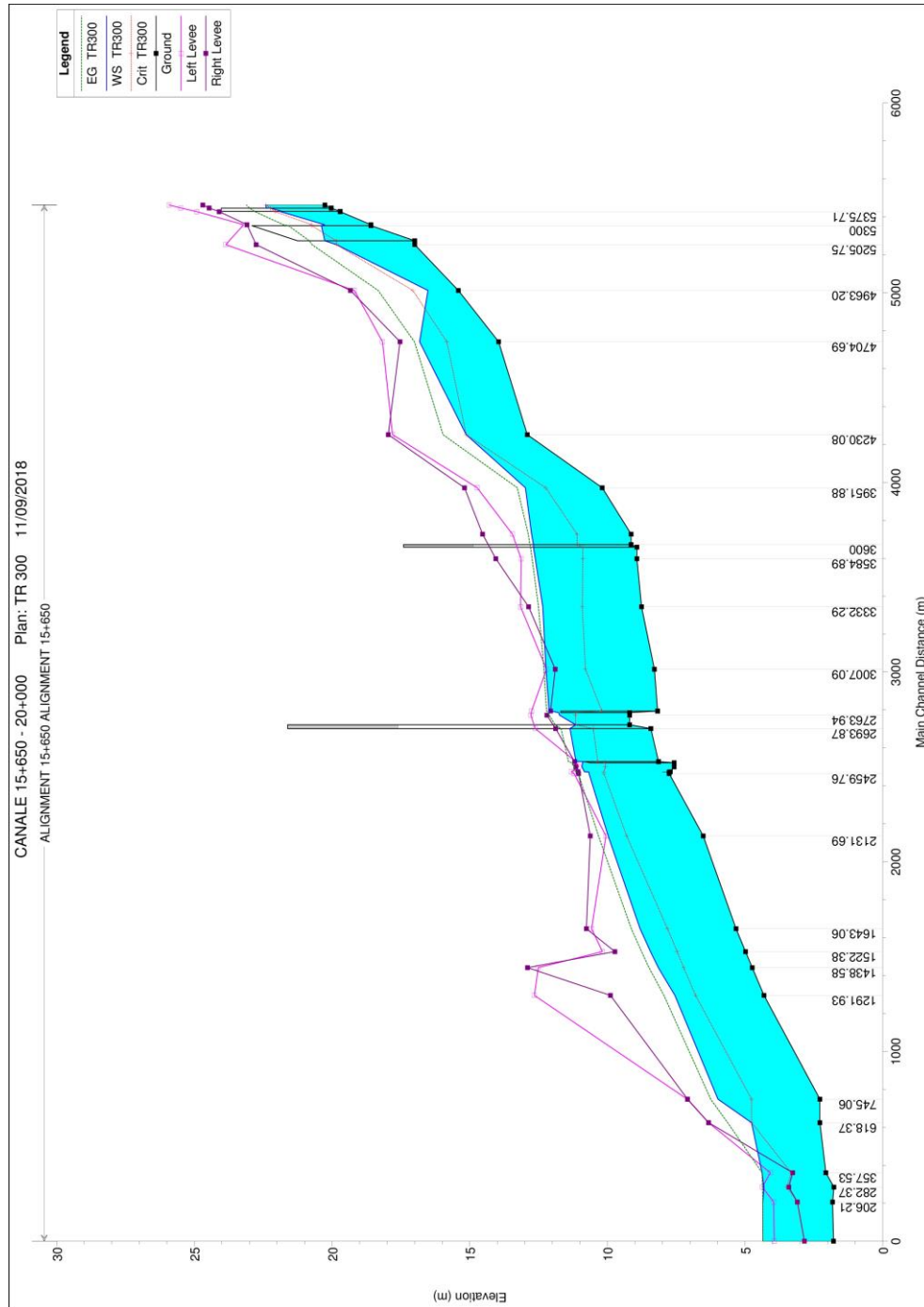


Figura 51 - Profilo di corrente PO pk 15+650-20+000

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 154DI217

6.5.11 Simulazione numerica post operam interferenza n. 11 – pk 16+695,58

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 124 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 7;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 0.51 m e massimo di 22.83 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002039B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

1. Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto, mediante tombino scatolare di sezione interna 6.0 x 2.5 m.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.96 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 20,80 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, essendo il corso d'acqua in questione un tributario in sinistra idraulica del corso d'acqua inerente alla simulazione n. 10 – pk 15+650-20+000, è stato imposto il livello idrico corrispondente alla sezione di confluenza pari a 8.73 m s.l.m., desunto dalla relativa simulazione numerica, sempre sviluppata nell'ambito del presente studio idraulico.

In via cautelativa è stato simulato il deflusso della portata di progetto impostando anche come condizione di valle il tirante di moto uniforme e stato critico. Per

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 155DI217

quest'ultime si riportano solo i risultati, in termini di livello idrico ed energetico, in corrispondenza dell'attraversamento in progetto.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni inalveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
11 – IN26	Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto tramite tombino scatolare rettangolare in cls e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria	Trapezio per 55 m a monte della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 5 m e sponde 2:3); trapezio per 16 m a valle della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 6 m e sponde 2:3)	Tombino ferroviario IN26	Rettangolare in cls di sezione interna 6.0 x 2.5 m per l'attraversamento con la linea ferroviaria in progetto

Tabella 58 - Caratteristiche intervento pk 16+695,58

Nella configurazione attuale non si riscontrano particolari criticità: l'intervento di inalveamento in canale a sezione trapezia rivestita in massi naturali di prima categoria garantisce il franco idraulico minimo di 50 cm rispetto alla quota del ciglio spondale / coronamento arginale. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
Condizione di valle: Tirante Noto (8.73 m slm)							
1	200	20.80	10.80	11.00	11.80	1.00	0.80
Condizione di valle: Tirante di moto uniforme							
1	200	20.80	10.82	11.00	11.80	0.98	0.80
Condizione di valle: Tirante di stato critico							
1	200	20.80	10.82	11.00	11.80	0.98	0.80

Tabella 59- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 16+695,58

Sez. 3 – Progr. 0+070.52
Scala 1:200
Q.Rif. 0.00m

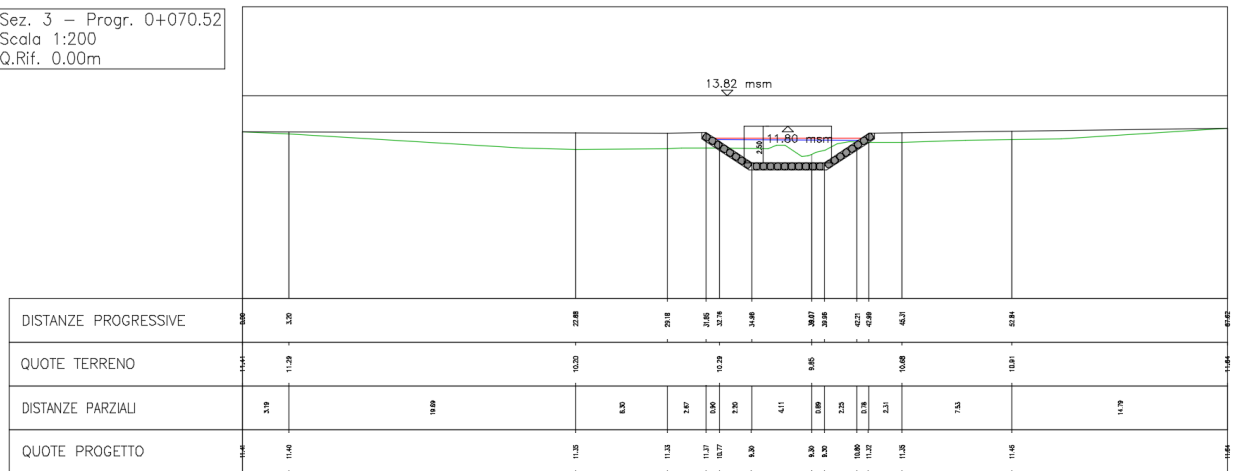


Figura 52 - Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (IN26-Tombino ferroviario) pk 16+695,58

Le quote di intradosso delle opere rispettano i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

ID	G.R. [%]	V [m/s]_Monte	V [m/s]_Valle
1 (Tirante Noto)	60.80	3.24	3.11
1 (Tirante MU)	60.80	3.24	3.11
1 (Tirante SC)	60.80	3.24	3.11

Tabella 60 – Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombino pk 16+695,58

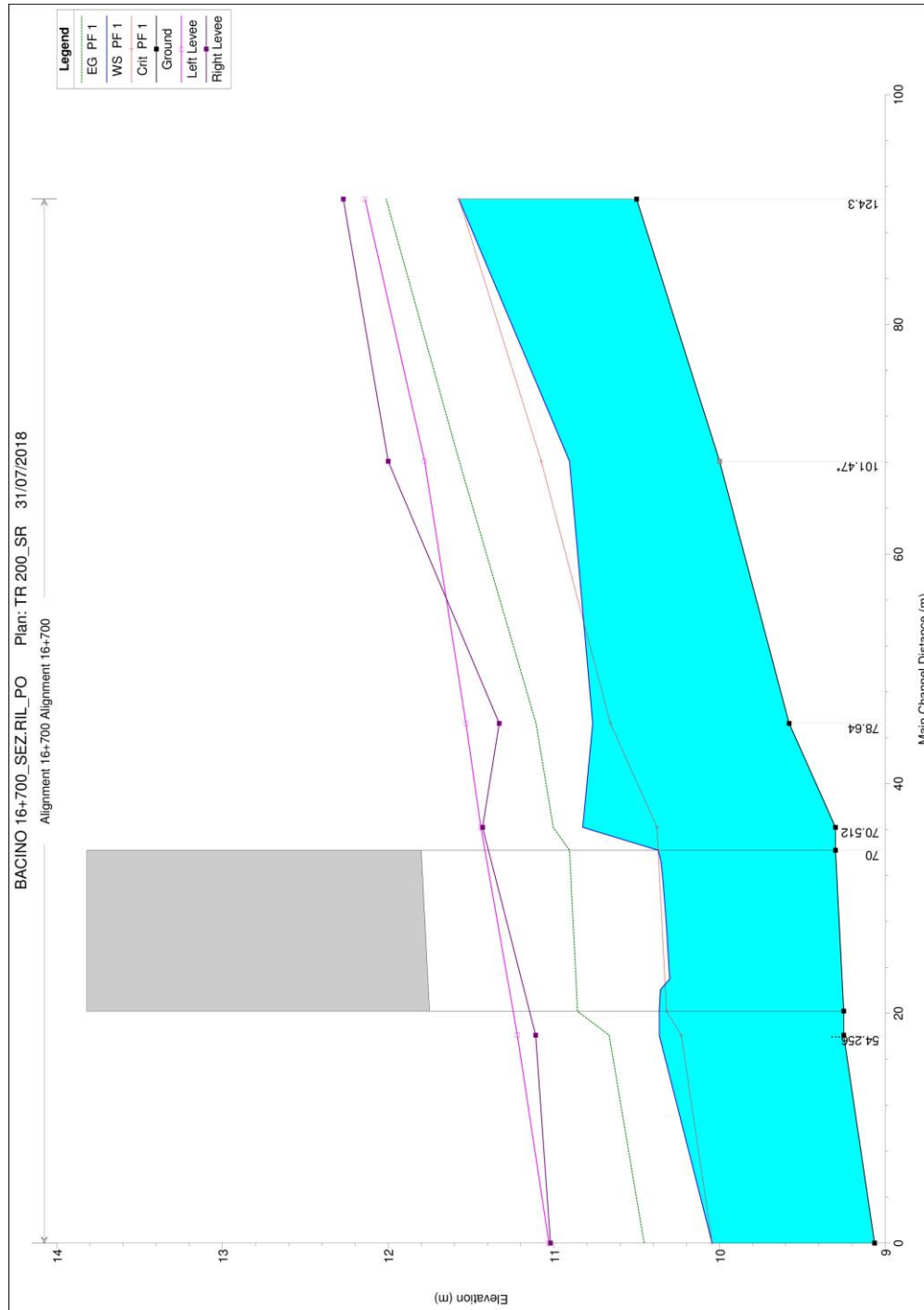
I valori del grado di riempimento e velocità rispettano i limiti da manuale di progettazione Italferr.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 200_SR River: Alignment 16+700 Reach: Alignment 16+700 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
Alignment 16+700	38	PF 1	20.80	9.06	10.04	10.04	10.46	0.014010	2.84	7.33	8.95	1.00
Alignment 16+700	54.256	PF 1	20.80	9.25	10.36	10.23	10.67	0.008988	2.44	8.54	9.34	0.81
Alignment 16+700	70	Culvert										
Alignment 16+700	70.512	PF 1	20.80	9.30	10.82	10.38	11.00	0.003934	1.87	11.11	9.68	0.55
Alignment 16+700	78.64	PF 1	20.80	9.58	10.77	10.66	11.11	0.009928	2.59	8.04	8.56	0.85
Alignment 16+700	101.47*	PF 1	20.80	10.00	10.91	11.08	11.57	0.025888	3.61	5.76	7.72	1.34
Alignment 16+700	124.3	PF 1	20.80	10.50	11.57	11.57	12.01	0.013659	2.93	7.10	8.42	1.00

Tabella 61 - Risultati simulazione PO pk 16+695,58


Figura 53 - Profilo di corente PO pk 16+695,58

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 158DI217

6.5.12 Simulazione numerica post operam interferenza n. 12 – pk 17+520 - 17+795

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 3118 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 40;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 7.57 m e massimo di 103.55 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002041B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

1. Attraversamento con Autostrada A14, mediante tombino scatolare di sezione interna 5.0 x 3.0 m;
2. **Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI07).**

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 2.71 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 29,70 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La verifica è stata condotta anche con riferimento al valore di portata fornito dall'autorità di bacino (41,70 m³/s). Per quest'ultima si riportano solo i risultati, in termini di livello idrico ed energetico, in corrispondenza dell'attraversamento in progetto.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, essendo il corso d'acqua in questione un tributario in sinistra idraulica del corso d'acqua inerente alla simulazione n. 10 – pk 15+650-20+000, è stato imposto il livello idrico corrispondente alla sezione di confluenza pari a 10.87 m

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. FOGLIO A 159DI217

s.l.m., desunto dalla relativa simulazione numerica, sempre sviluppata nell'ambito del presente studio idraulico.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

ID - WBS	Pk	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni in alveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
12 – IN28	17+520 – 17+595	Riprofilatura e rivestimento dell'alveo attivo e del terreno naturale sotto l'impronta della linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI07) con massi naturali.	-	Viadotto ferroviario VI07	-

Tabella 62 - Caratteristiche intervento pk 17+520-17+595

Nella configurazione post operam si evidenziano, per un tratto di lunghezza pari a circa 400 m a monte dell'attraversamento con l'Autostrada Adriatica A14, fenomeni di esondazione significativi in sinistra idraulica; a valle di detta infrastruttura, fenomeni esondativi interessano anche la destra idraulica, causati sostanzialmente dal livello idrico del canale inerente alla simulazione n. 10 – pk 15+650-20+000, assunto come condizione al contorno di valle. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
Portata Metodo Cinematico (Condizione di valle: Tirante noto)							
2	200	29.70	10.87	10.87	12.49	1.62	1.62
Portata da AdB (Condizione di valle: Tirante noto)							
2	-	41.70	10.87	10.87	12.49	1.62	1.62

Tabella 63- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 17+520-17+595

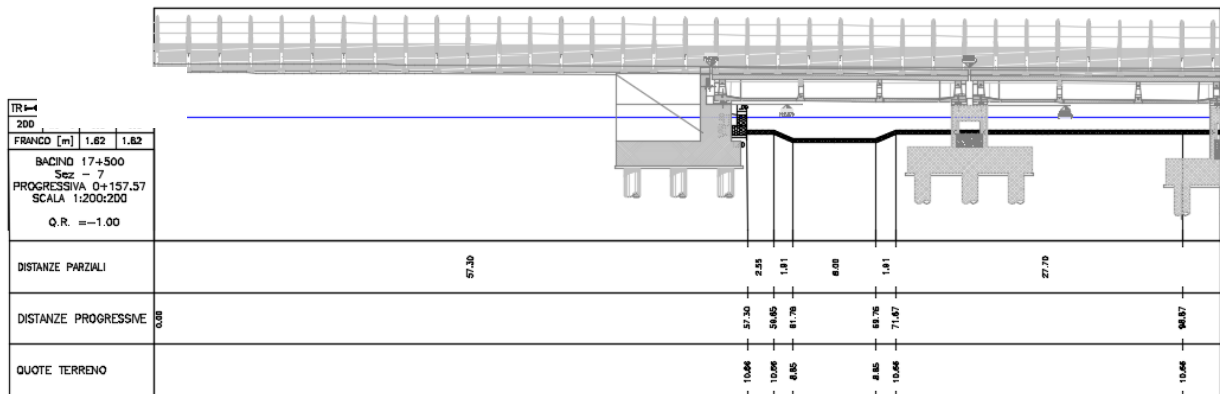


Figura 54 - Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (VI07) pk 17+520 – 17+595

La quota di intradosso dell'opera rispetta i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 161 DI 217

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
BACINO 17+500	3117.92	PF 1	29.70	68.11	69.56	69.56	69.93	0.008709	3.24	14.05	20.03	0.88
BACINO 17+500	3017.92	PF 1	29.70	65.81	66.49	66.78	67.72	0.108870	6.38	7.72	27.68	2.72
BACINO 17+500	2917.89	PF 1	29.70	61.92	62.88	63.01	63.32	0.021795	3.88	12.69	27.66	1.31
BACINO 17+500	2817.89	PF 1	29.70	58.01	58.84	59.12	59.91	0.057936	5.58	8.46	23.94	2.08
BACINO 17+500	2717.81	PF 1	29.70	53.65	55.02	55.35	56.16	0.026193	4.84	6.70	7.17	1.46
BACINO 17+500	2617.06	PF 1	29.70	49.91	51.34	51.79	52.76	0.044315	5.28	5.73	7.77	1.77
BACINO 17+500	2516.56	PF 1	29.70	47.18	48.63	48.85	49.46	0.022946	4.03	7.37	7.40	1.29
BACINO 17+500	2416.56	PF 1	29.70	45.71	47.17	47.21	47.64	0.013314	3.35	10.70	12.80	1.03
BACINO 17+500	2316.23	PF 1	29.70	43.12	45.04	45.25	45.89	0.022723	4.09	7.28	7.17	1.25
BACINO 17+500	2216.11	PF 1	29.70	40.90	42.43	42.70	43.36	0.028073	4.81	8.17	12.16	1.46
BACINO 17+500	2116.11	PF 1	29.70	39.88	41.28	41.28	41.74	0.011572	3.06	10.56	14.25	0.96
BACINO 17+500	2016.11	PF 1	29.70	36.72	37.71	38.11	39.08	0.099535	5.89	6.39	15.81	2.52
BACINO 17+500	1913.33	PF 1	29.70	34.97	36.01	36.01	36.41	0.013345	2.79	10.65	13.77	1.00
BACINO 17+500	1809.78	PF 1	29.70	33.74	34.66	34.66	35.02	0.013421	2.65	11.25	16.16	0.99
BACINO 17+500	1709.75	PF 1	29.70	31.72	33.10	33.19	33.64	0.013817	3.40	10.12	13.71	1.06
BACINO 17+500	1608.42	PF 1	29.70	28.79	29.92	30.27	31.10	0.054445	4.96	6.76	14.14	1.93
BACINO 17+500	1508.42	PF 1	29.70	27.06	28.45	28.49	28.76	0.012927	3.07	14.35	24.58	0.98
BACINO 17+500	1406.39	PF 1	29.70	26.12	27.45	27.26	27.60	0.004008	1.85	21.77	39.96	0.58
BACINO 17+500	1306.26	PF 1	29.70	25.31	26.58	26.58	26.96	0.010429	2.89	11.93	15.84	0.93
BACINO 17+500	1206.17	PF 1	29.70	23.85	25.20	25.11	25.39	0.007358	2.43	18.05	28.94	0.77
BACINO 17+500	1103.55	PF 1	29.70	23.19	24.34	24.34	24.53	0.009606	2.14	18.78	48.65	0.83
BACINO 17+500	1003.55	PF 1	29.70	21.91	22.88	22.95	23.20	0.018791	3.08	14.79	41.41	1.17
BACINO 17+500	903.54	PF 1	29.70	21.45	21.95	21.75	21.99	0.004424	1.02	32.43	69.59	0.52
BACINO 17+500	803.54	PF 1	29.70	20.66	20.93	20.93	21.07	0.029254	1.65	18.25	67.42	1.19
BACINO 17+500	702.91	PF 1	29.70	17.88	18.69	18.73	18.89	0.016628	2.71	19.22	62.66	1.09
BACINO 17+500	602.91	PF 1	29.70	16.87	17.39	17.34	17.48	0.014882	1.96	23.63	80.49	0.96
BACINO 17+500	502.9	PF 1	29.70	14.77	16.24	16.24	16.43	0.007767	2.31	21.26	57.69	0.77
BACINO 17+500	402.9	PF 1	29.70	13.48	15.14	14.38	15.14	0.000106	0.33	112.52	95.83	0.10
BACINO 17+500	302.65	PF 1	29.70	12.46	15.14	12.90	15.14	0.000007	0.13	316.93	154.30	0.03
BACINO 17+500	250		Culvert									
BACINO 17+500	202.31	PF 1	29.70	9.34	10.03	10.84	16.93	0.601677	11.64	2.55	6.48	5.92
BACINO 17+500	182.42	PF 1	29.70	9.34	10.88	10.78	10.88	0.000116	0.30	134.66	158.96	0.10
BACINO 17+500	157.57	PF 1	29.70	8.85	10.87	9.92	10.88	0.000144	0.52	90.32	76.31	0.12
BACINO 17+500	140		Bridge									
BACINO 17+500	137.19	PF 1	29.70	8.73	10.87	9.77	10.87	0.000063	0.36	120.12	78.08	0.08
BACINO 17+500	115.42	PF 1	29.70	8.70	10.87	9.52	10.87	0.000002	0.07	486.68	186.45	0.01
BACINO 17+500	96.62	PF 1	29.70	8.24	10.87	9.05	10.87	0.000001	0.05	605.42	189.42	0.01
BACINO 17+500	66.43	PF 1	29.70	8.44	10.87	8.88	10.87	0.000001	0.05	656.19	196.39	0.01
BACINO 17+500	36.3	PF 1	29.70	7.90	10.87	8.27	10.87	0.000001	0.05	668.13	191.91	0.01
BACINO 17+500	0.31	PF 1	29.70	7.25	10.87	8.61	10.87	0.000002	0.08	467.15	144.39	0.01

Tabella 64 - Risultati simulazione PO pk 17+520-17+595



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02	D 78	RI ID0002 002	A	162 DI 217

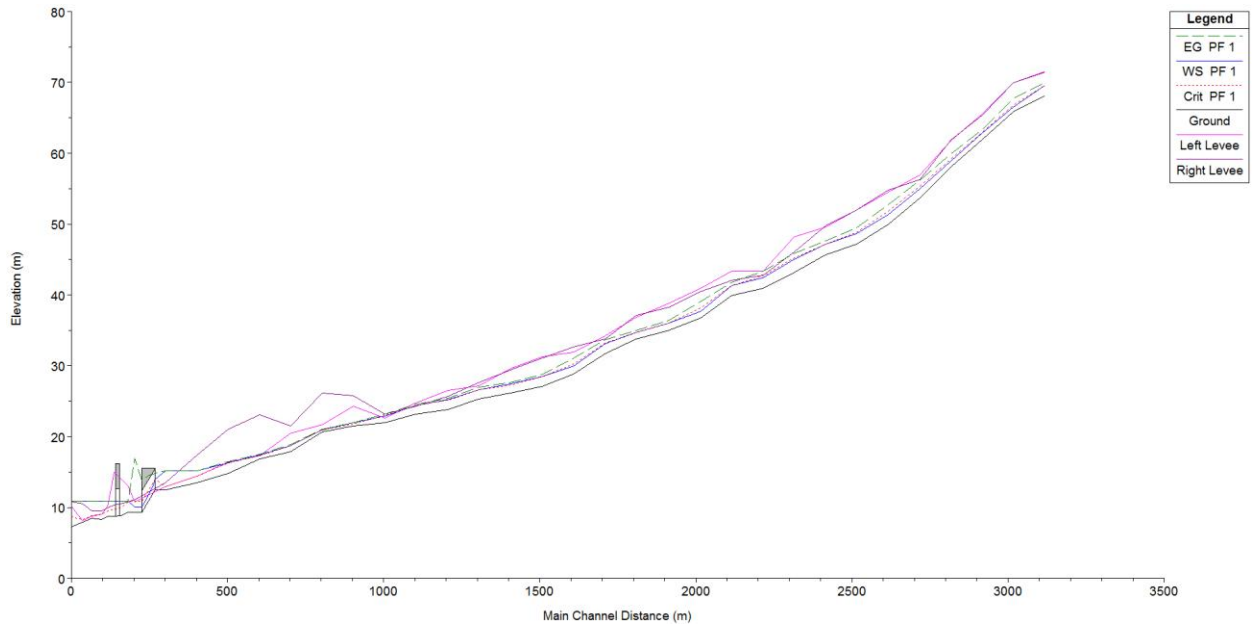


Figura 55 - Profilo di corrente PO pk 17+520 -17+595

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 163 DI 217

6.5.13 Simulazione numerica post operam interferenza n. 13 – pk 18+075

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 226 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 14;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 6.36 m e massimo di 20 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002043B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- 1. Attraversamento con la viabilità in rilevato di progetto (NV14 A/B), mediante tombini scatolari di sezione interna 13x4.0m (NV14A) e 13x5.1m (NV14B)**
- 2. Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI08).**

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 3.40 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 23,47 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, essendo il corso d'acqua in questione un tributario in sinistra idraulica del corso d'acqua inerente alla simulazione n. 10 – pk 15+650-20+000, è stato imposto il livello idrico corrispondente alla sezione di confluenza pari a 12.15 m s.l.m., desunto dalla relativa simulazione numerica, sempre sviluppata nell'ambito del presente studio idraulico.

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 164DI217

In via cautelativa è stato simulato il deflusso della portata di progetto impostando anche come condizioni di valle il tirante di moto uniforme e stato critico. Per quest'ultime si riportano solo i risultati, in termini di livello idrico ed energetico, in corrispondenza dell'attraversamento in progetto.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

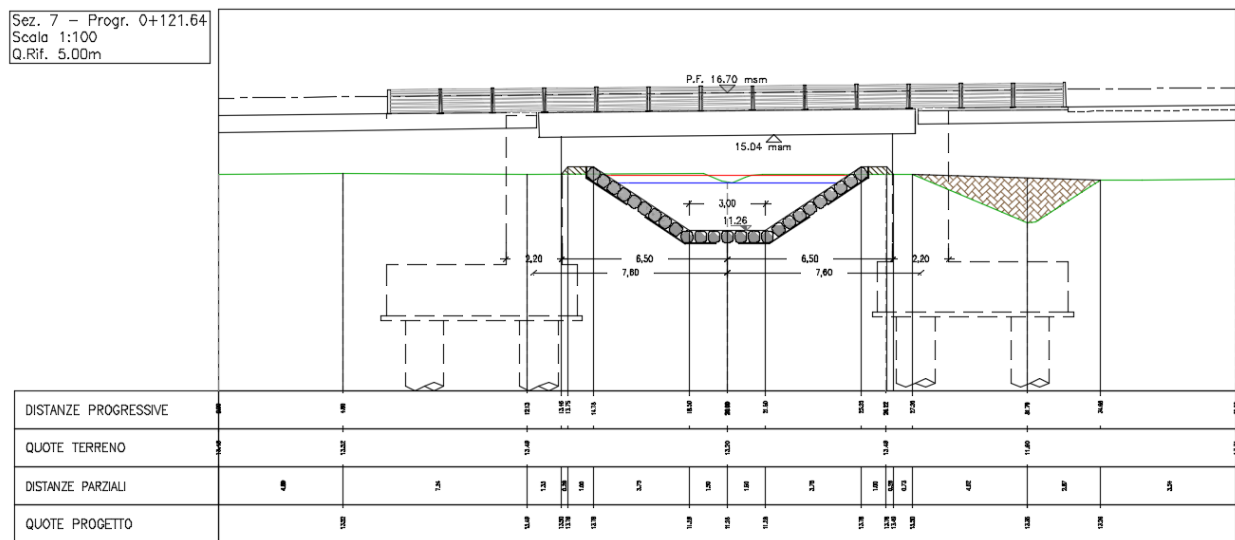
ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni in alveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
13 – IN30	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto (VI08) e con le viabilità di progetto (NV14 A/B) tramite tombini scatolari rettangolari in cls e in alveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria	Trapezio per 200 m a cavallo della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 3 m e sponde 2:3)	Viadotto ferroviario VI07 e tombini stradali IN78 e IN79	Rettangolare in cls di sezione interna 13.0 x 4.0 m per l'attraversamento con la viabilità NV14A e 13x5.10 per l'attraversamento con la viabilità NV14B

Tabella 65 - Caratteristiche intervento pk 18+075

Nella configurazione attuale si evidenziano fenomeni esondativi in sinistra e destra idraulica nel tratto di valle del corso d'acqua qui esaminato (di lunghezza pari a circa 100 m), determinati dal livello idrico del canale interessato dalla simulazione n. 10 – pk 15+650-20+000, assunto come condizione al contorno di valle. Per il restante tratto d'asta indagato, l'intervento di sistemazione idraulica in progetto garantisce il franco idraulico minimo di 50 cm rispetto alla quota del ciglio spondale / coronamento arginale. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
Condizione al contorno di valle: Tirante noto (12.15 m slm)							
VI08	200	26.10	13.16	13.45	15.04	1.88	1.59
NI04 (IN78)	200	26.10	12.48	12.95	14.40	1.92	1.45

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
NI05 (IN79)	200	26.10	13.27	13.68	15.52	2.25	1.84
Condizione al contorno di valle: Tirante di moto uniforme							
VI08	200	26.10	13.17	13.46	15.04	1.87	1.58
NI04 (IN78)	200	26.10	12.49	12.96	14.40	1.91	1.44
NI05 (IN79)	200	26.10	13.28	13.69	15.52	2.24	1.83
Condizione al contorno di valle: Tirante di stato critico							
VI08	200	26.10	13.16	13.45	15.04	1.88	1.59
NI04 (IN78)	200	26.10	12.49	12.96	14.40	1.91	1.44
NI05 (IN79)	200	26.10	13.28	13.69	15.52	2.24	1.83

Tabella 66- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 18+075

Figura 56 - Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (VI08) pk 18+075



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 166DI217

La quota di intradosso delle opere rispetta i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 200 River: ASSE 18+075 Reach: ASSE 18+075 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
ASSE 18+075	20	PF 1	26.10	10.00	12.15	11.51	12.33	0.003248	1.89	13.85	9.88	0.51
ASSE 18+075	40	PF 1	26.10	10.25	12.17	11.78	12.44	0.005526	2.31	11.28	8.76	0.65
ASSE 18+075	50.04	PF 1	26.10	10.41	12.18	11.94	12.53	0.007586	2.60	10.04	8.32	0.76
ASSE 18+075	60	PF 1	26.10	10.50	12.25	12.03	12.61	0.007959	2.65	9.86	8.26	0.77
ASSE 18+075	80	PF 1	26.10	10.77	12.36	12.30	12.83	0.011611	3.04	8.58	7.78	0.92
ASSE 18+075	90.000	PF 1	26.10	10.89	12.48	12.42	12.95	0.011751	3.05	8.54	7.76	0.93
ASSE 18+075	110		Bridge									
ASSE 18+075	120	PF 1	26.10	11.28	13.16	12.81	13.45	0.006002	2.39	10.94	8.64	0.68
ASSE 18+075	140	PF 1	26.10	11.53	13.24	13.06	13.62	0.008819	2.75	9.49	8.12	0.81
ASSE 18+075	160	PF 1	26.10	11.79	13.38	13.32	13.85	0.011801	3.06	8.53	7.76	0.93
ASSE 18+075	180	PF 1	26.10	12.05	13.60	13.58	14.11	0.012909	3.16	8.26	7.65	0.97
ASSE 18+075	200	PF 1	26.10	12.32	13.85	13.85	14.38	0.013517	3.22	8.12	7.60	0.99
ASSE 18+075	220	PF 1	26.10	12.56	13.80	14.09	14.76	0.030531	4.33	6.03	6.72	1.46
ASSE 18+075	226.36	PF 1	26.10	12.64	14.41	14.41	14.94	0.017865	3.25	8.04	7.47	1.00

Tabella 67 - Risultati simulazione PO pk 18+075

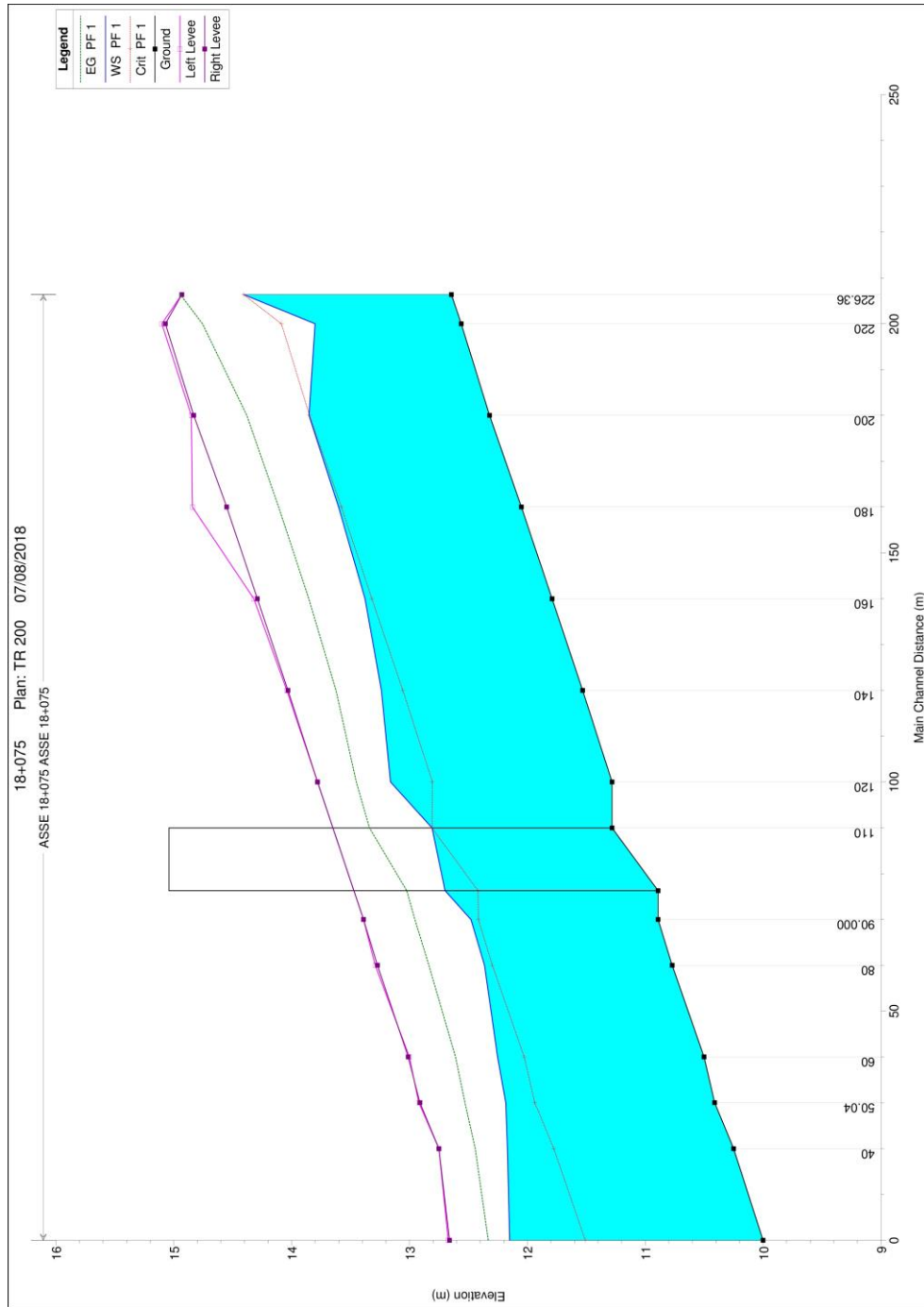


Figura 57 - Profilo di corrente PO pk 18+075

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 168 DI 217

6.5.14 Simulazione numerica post operam interferenza n. 14 – pk 19+305,39

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 304 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 13;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 0.95 m e massimo di 63.45 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002047B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

- 1. Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto, mediante tombino scatolare di sezione interna 4.0 x 2.0 m.**

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.05 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 4,60 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.01.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 169 DI 217

ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni in alveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
14 –IN33	Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto tramite tombino scatolare rettangolare in cls e in alveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria	Trapezio per 64 m a monte e per 55 m a valle della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 4 m e sponde 2:3)	Tombino ferroviario IN33	Rettangolare in cls di sezione interna 4.0 x 2.0 m per l'attraversamento con la ferrovia in progetto

Tabella 68 - Caratteristiche intervento pk 19+305,39

Nella configurazione di progetto, come in quella ante operam, non si riscontrano particolari criticità in relazione al contenimento della portata di progetto nelle sezioni d'alveo, con anche il rispetto del franco idraulico minimo di 50 cm rispetto alla quota del ciglio spondale / coronamento arginale. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
1	200	4.60	11.16	11.22	12.32	1.16	1.10

Tabella 69- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 19+305,39

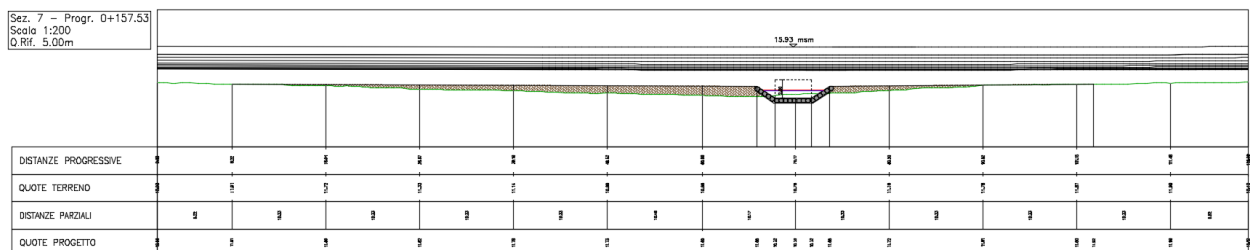


Figura 58 - Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (IN33) pk 19+305,39

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 170 DI 217	

Le quote di intradosso delle opere rispettano i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

ID	G.R. [%]	V [m/s] Monte	V [m/s] Valle
1	42.00	2.24	3.52

Tabella 70 – Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombino pk 19+305,39

I valori del grado di riempimento e velocità rispettano i limiti da manuale di progettazione Italferr.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 200 River: BACINO 19+300 Reach: BACINO 19+300 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
BACINO 19+300	1.07	PF 1	4.60	7.50	7.68	7.66	7.70	0.010003	0.76	7.21	80.46	0.74
BACINO 19+300	37.44	PF 1	4.60	8.04	8.16	8.22	8.34	0.083806	2.14	2.95	45.56	2.11
BACINO 19+300	78.21	PF 1	4.60	8.64	9.12	9.12	9.33	0.011180	2.03	2.26	5.44	1.01
BACINO 19+300	117.46	PF 1	4.60	9.22	9.55	9.70	10.05	0.041194	3.13	1.47	4.98	1.84
BACINO 19+300	122.23*	PF 1	4.60	9.29	9.53	9.77	10.52	0.118491	4.41	1.04	4.72	2.99
BACINO 19+300	123.18	PF 1	4.60	9.81	10.14	10.29	10.64	0.041068	3.13	1.47	4.98	1.84
BACINO 19+300	150			Culvert								
BACINO 19+300	157.53	PF 1	4.60	10.32	11.16	10.80	11.22	0.001561	1.04	4.44	6.53	0.40
BACINO 19+300	176.56*	PF 1	4.60	10.60	10.84	11.08	11.87	0.126164	4.50	1.02	4.71	3.08
BACINO 19+300	177.56	PF 1	4.60	11.12	11.43	11.60	11.99	0.048658	3.30	1.39	4.93	1.99
BACINO 19+300	209.15*	PF 1	4.60	11.98	12.46	12.46	12.67	0.011179	2.03	2.26	5.44	1.01
BACINO 19+300	240.73	PF 1	4.60	12.83	13.03	13.12	13.36	0.103232	2.59	1.91	19.06	2.40
BACINO 19+300	304.18	PF 1	4.60	14.61	14.91	14.91	14.98	0.011077	1.39	4.66	32.15	0.89

Tabella 71 - Risultati simulazione PO pk 19+305,39

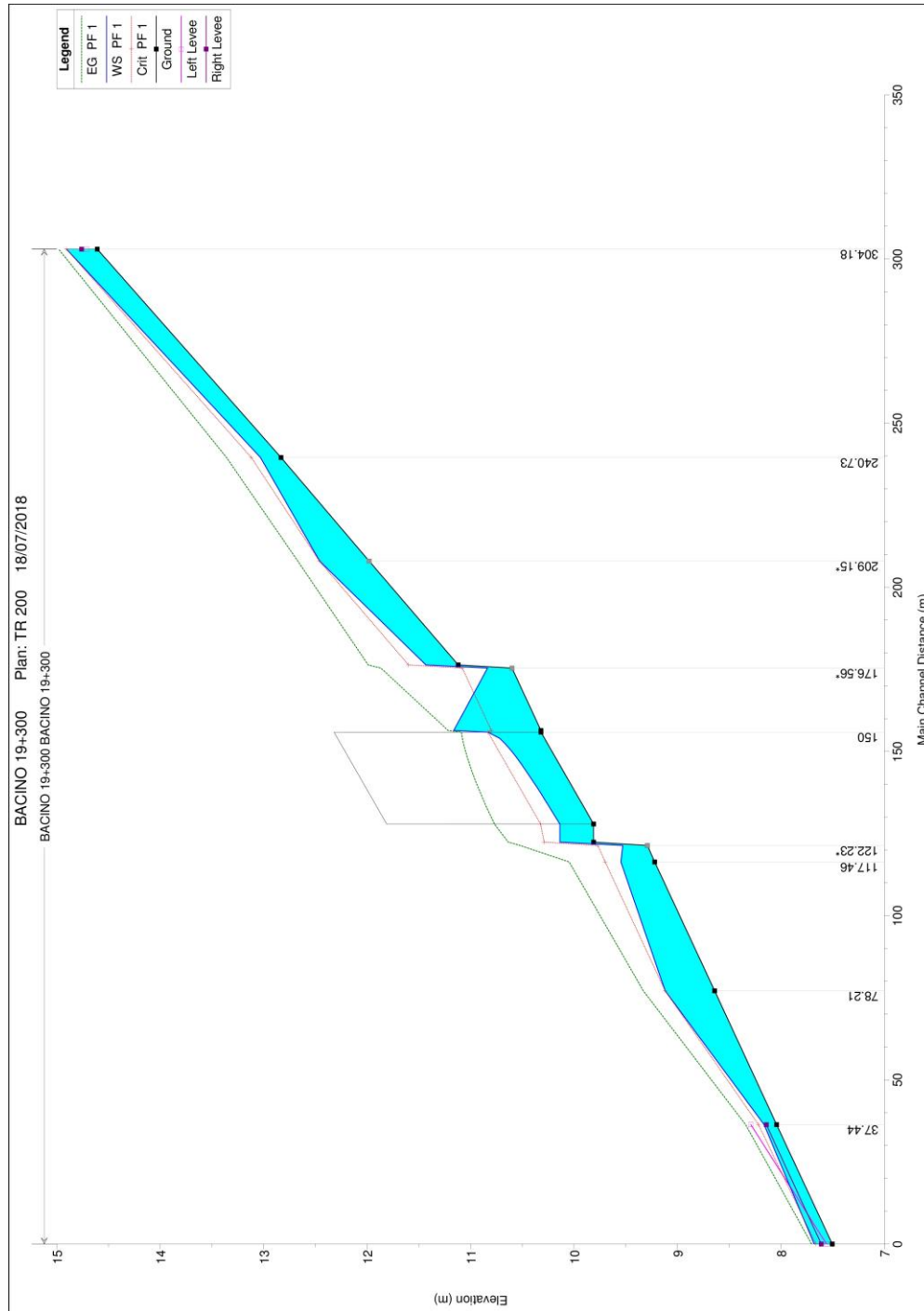


Figura 59 - Profilo di corrente PO pk 19+305,39

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 172DI217

6.5.15 Simulazione numerica post operam interferenza n. 15 – pk 20+250

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 711 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 8;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 20.59 m e massimo di 239.32 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002050B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

1. Tombino scatolare per attraversamento con Autostrada A14;
2. **Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI10) e con nuova viabilità (NV17-IV07).**

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.20 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni. Si evidenzia che al valore di portata determinato col metodo cinematico (6.29 m³/s) è stata sommata l'aliquota di portata (5.10 m³/s) che sarà derivata, una volta realizzato l'intervento progettuale previsto nel progetto definitivo "*Interventi di mitigazione del rischio idraulico sul Canale della Castagna*", dal "Canale Collettore di bonifica delle Colline di Chieuti" all'asta finale del "Canale della Castagna".

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.015.

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 173DI217

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni in alveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
15 – IN35	Attraversamento con la linea ferroviaria (VI10) e con la viabilità in viadotto di progetto (NV17-IV07) e in alveamento in canale trapezio con fondo rivestito in materassi tipo Reno di spessore 30 cm	Trapezio per 121 m a cavallo della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 5 m e sponde 2:3)	Viadotto ferroviario VI10 e viadotto stradale IV07	-

Tabella 72 - Caratteristiche intervento pk 20+250

Nella configurazione post operam non si riscontrano particolari criticità in relazione al contenimento della portata di progetto nelle sezioni d'alveo, con anche il rispetto del franco idraulico minimo di 50 cm, misurato sulla quota del ciglio spondale / coronamento arginale. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
VI10	200	11.39	13.76	13.93	17.73	3.97	3.80
IV07	200	11.39	13.44	13.50	15.20	1.74	1.70

Tabella 73- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 20+250

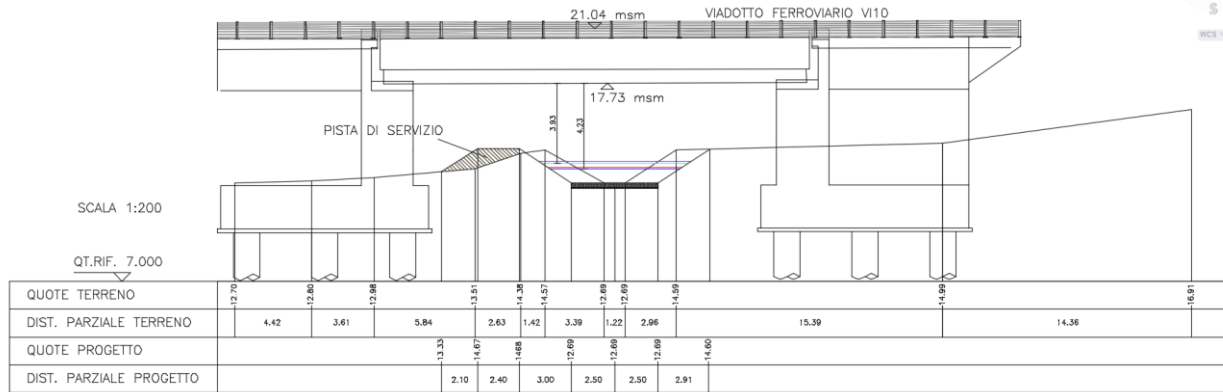


Figura 60 - Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (VI10) pk 20+250

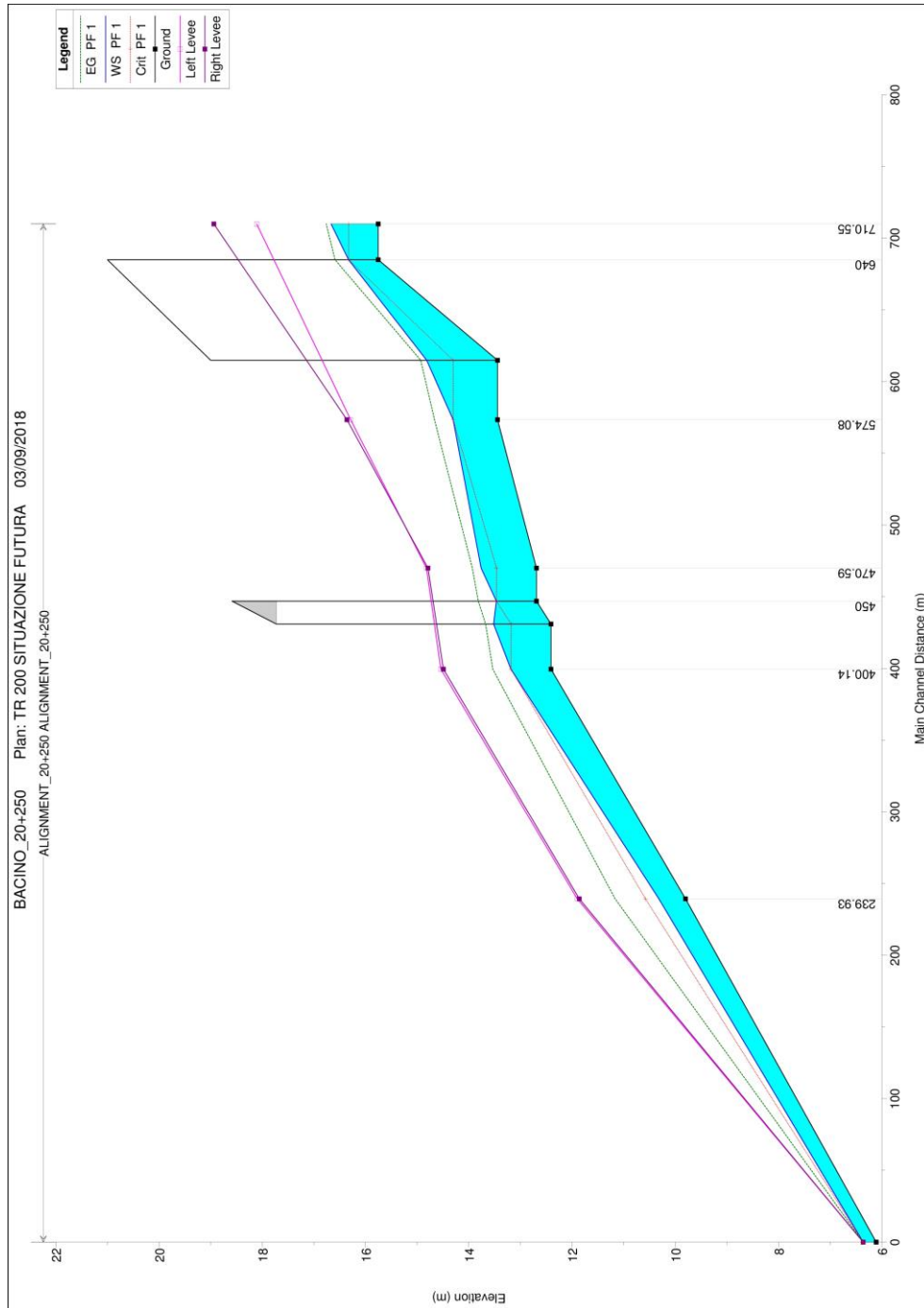
La quota di intradosso dell'opera rispetta i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 200 SIT FUT River: ALIGNMENT_20+250 Reach: ALIGNMENT_20+250 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
ALIGNMENT_20+250	0.61	PF 1	11.39	6.11	6.36	6.36	6.36	0.000207	0.20	70.20	232.71	0.13
ALIGNMENT_20+250	239.93	PF 1	11.39	9.80	10.32	10.58	11.17	0.032750	4.17	2.99	6.55	1.85
ALIGNMENT_20+250	400.14	PF 1	11.39	12.41	13.18	13.18	13.53	0.008113	2.72	4.78	7.33	0.98
ALIGNMENT_20+250	450	Bridge										
ALIGNMENT_20+250	470.59	PF 1	11.39	12.69	13.76	13.46	13.93	0.002600	1.91	7.09	8.22	0.59
ALIGNMENT_20+250	574.08	PF 1	11.39	13.44	14.30	14.30	14.67	0.015546	2.67	4.27	5.85	1.00
ALIGNMENT_20+250	640	Bridge										
ALIGNMENT_20+250	710.55	PF 1	11.39	15.75	16.67	16.33	16.76	0.003254	1.35	8.43	10.57	0.48

Tabella 74 - Risultati simulazione PO pk 20+250


Figura 61 - Profilo di corrente PO pk 20+250

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 176 DI 217

6.5.16 Simulazione numerica post operam interferenza n. 16 – pk 20+600

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 413 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 10;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 1.86 m e massimo di 93.96 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002052B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

1. Tombino scatolare di sezione interna 6.0 x 4.0 m per attraversamento con Autostrada A14;
2. **Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI11) e con la nuova viabilità (NV17-IV08)**

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.67 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 19,90 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.03.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 177 DI 217

ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni inalveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
16 – IN36	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI11) e con la viabilità in viadotto di progetto (NV17-IV08) e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria	Trapezio per 221 m a cavallo della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 4 m e sponde 2:3)	Viadotto ferroviario VI11 e viadotto stradale IV08	-

Tabella 75 - Caratteristiche intervento pk 20+600

Nella configurazione di progetto non si riscontrano particolari criticità in relazione al contenimento della portata di progetto nelle sezioni d'alveo, con anche il rispetto del franco idraulico minimo di 50 cm, computato sulla quota del ciglio spondale / coronamento arginale. L'unica eccezione riguarda il tratto immediatamente a monte dell'attraversamento con l'Autostrada A14, con esondazione in sinistra idraulica, seppure di modesta entità. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
VI11	200	18.90	15.60	16.48	18.52	2.92	2.04
IV08	200	18.90	16.22	17.15	17.60	1.38	0.45

Tabella 76- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 20+600

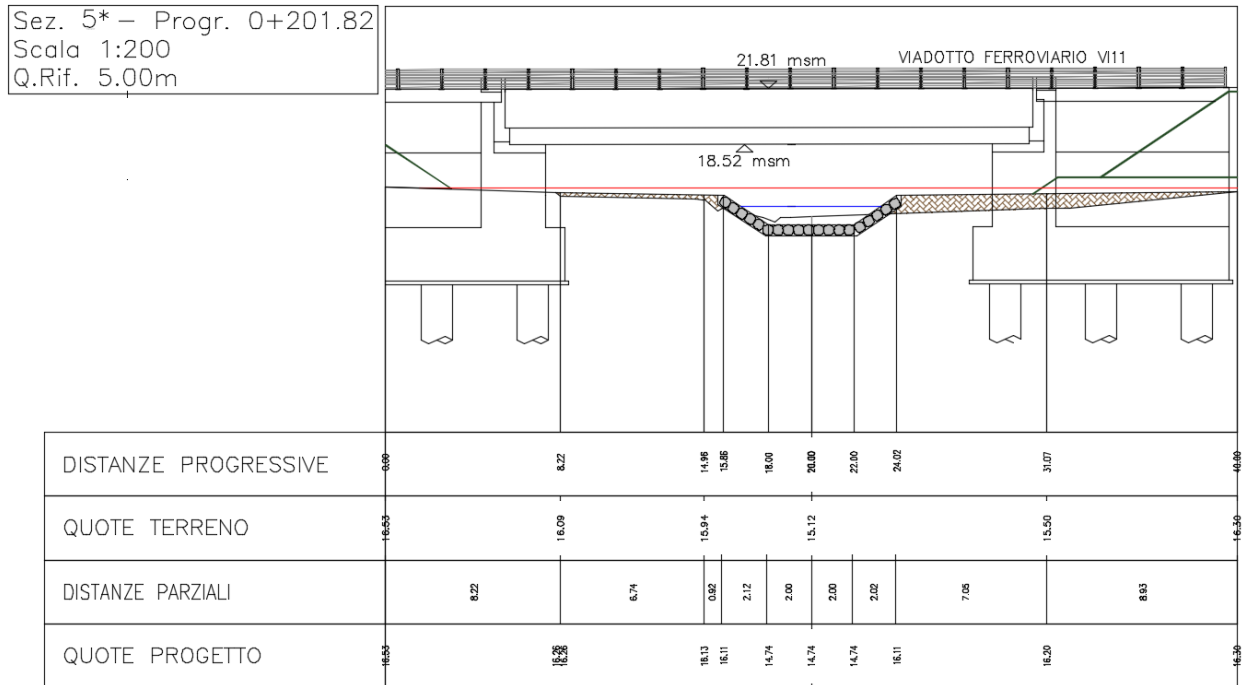


Figura 62 - Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (VI11) pk 20+600

La quota di intradosso dell'opera rispetta i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 200 River: ALIGNEMENT 20+60 Reach: ALIGNEMENT 20+60 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
ALIGNEMENT 20+60	0.1	PF 1	18.90	8.85	9.66	9.75	10.02	0.026418	2.72	7.28	17.49	1.29
ALIGNEMENT 20+60	79.02	PF 1	18.90	10.86	11.65	12.00	12.76	0.039051	4.67	4.05	6.29	1.86
ALIGNEMENT 20+60	172.98	PF 1	18.90	13.94	14.84	15.07	15.63	0.024045	3.93	4.80	6.69	1.48
ALIGNEMENT 20+60	182.61	PF 1	18.90	14.21	15.15	15.34	15.85	0.019932	3.69	5.13	6.82	1.36
ALIGNEMENT 20+60	200											
ALIGNEMENT 20+60	201.86	PF 1	18.90	14.74	15.60	15.87	16.48	0.028511	4.17	4.53	6.58	1.61
ALIGNEMENT 20+60	211.48	PF 1	18.90	15.01	15.85	16.14	16.78	0.030623	4.28	4.42	6.52	1.66
ALIGNEMENT 20+60	300.15	PF 1	18.90	17.52	18.41	18.65	19.21	0.024451	3.96	4.77	6.66	1.49
ALIGNEMENT 20+60	360											
ALIGNEMENT 20+60	413.37	PF 1	18.90	21.83	23.61	22.49	23.61	0.000139	0.45	68.66	73.40	0.12

Tabella 77 - Risultati simulazione PO pk 20+600

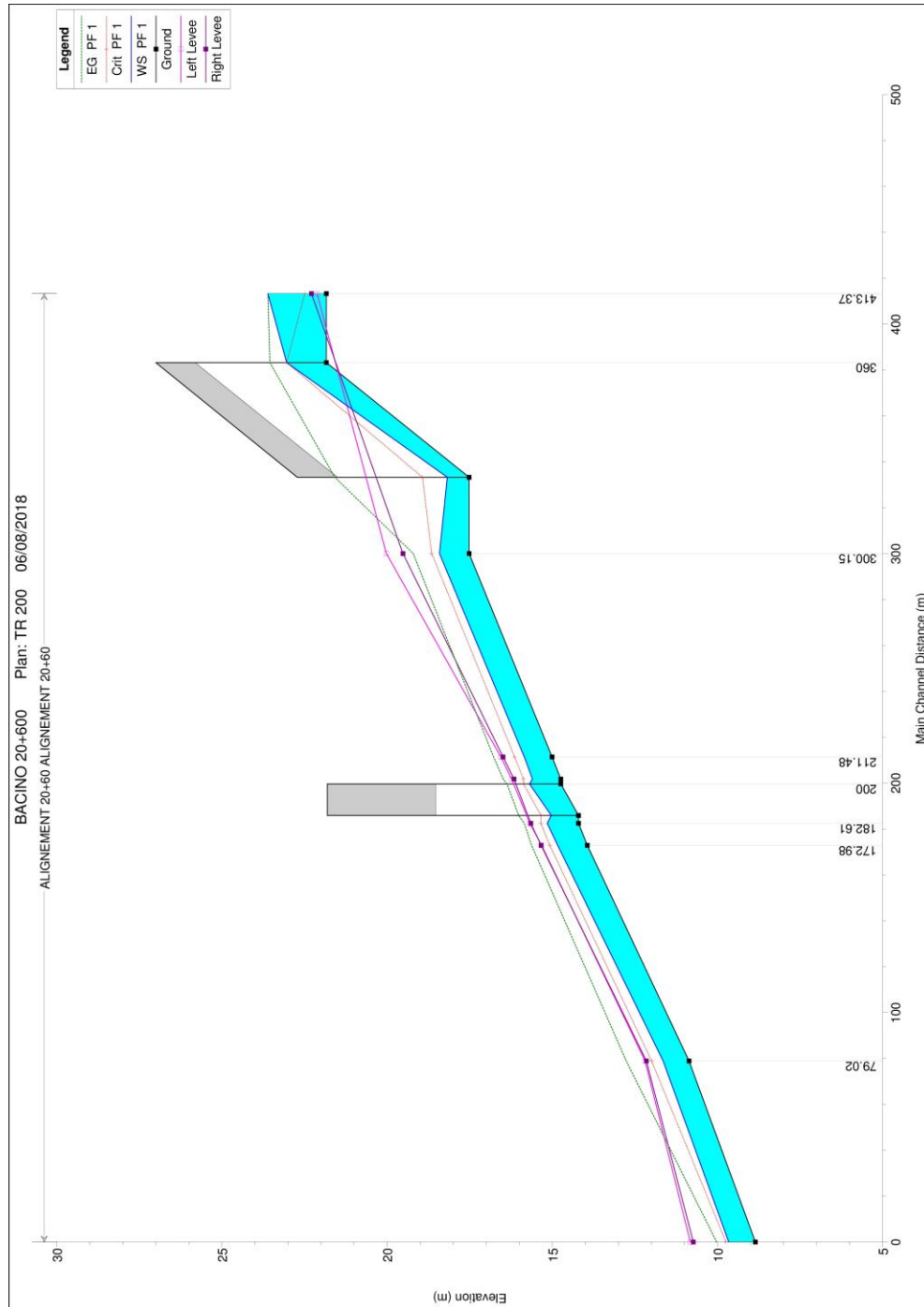


Figura 63 - Profilo di corrente PO pk 20+600

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 180 DI 217

6.5.17 Simulazione numerica post operam interferenza n. 17 – pk 21+150

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 1777 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 20;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 6.3 m e massimo di 244.94 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78P7ID0002004B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

1. Tombino scatolare di sezione interna 3.0 x 3.0 m per attraversamento con Autostrada A14;
2. **Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI12).**

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 1.57 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 19,30 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.01.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 181 DI 217

ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni in alveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
17 – IN37	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI12) e inalveamento in canale a sezione variabile rivestito in massi naturali di prima categoria	A sezione variabile per 323 m a cavallo della linea ferroviaria in progetto; trapezio per 321 m a valle della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 2 m e sponde 2:3)	Viadotto ferroviario VI12	-

Tabella 78 - Caratteristiche intervento pk 21+150

Nella configurazione post operam non si riscontrano particolari criticità in relazione al contenimento della portata di progetto nelle sezioni d'alveo. A valle dell'attraversamento con l'Autostrada A14, il previsto intervento di inalveamento in canale a sezione variabile rivestita in massi naturali di prima categoria garantisce il rispetto del franco idraulico minimo di 50 cm. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
2	200	19.30	8.99	9.15	19.12	10.13	9.97

Tabella 79- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 21+150

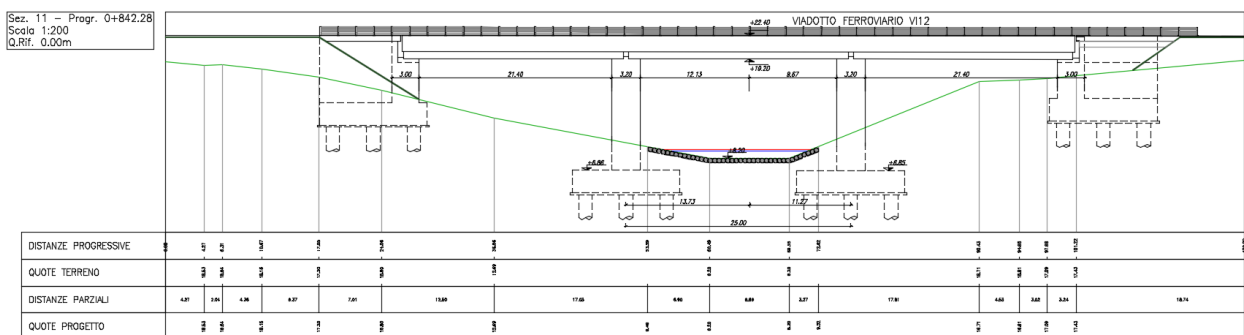


Figura 64 - Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (VI12) pk 21+150



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 182DI217

La quota di intradosso dell'opera rispetta i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR 200 anni River: ALIGNEMNT 21+150 Reach: ALIGNEMNT 21+150 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
ALIGNEMNT 21+150	0	PF 1	19.30	0.10	2.30	2.15	2.45	0.010008	1.75	11.01	21.76	0.79
ALIGNEMNT 21+150	54.16	PF 1	19.30	0.30	2.72	2.44	2.89	0.006608	1.87	10.34	12.34	0.65
ALIGNEMNT 21+150	87	PF 1	19.30	0.60	2.95	2.24	3.04	0.002788	1.30	14.86	17.50	0.45
ALIGNEMNT 21+150	154.67	PF 1	19.30	0.90	3.11	2.28	3.16	0.001185	1.03	18.79	17.03	0.31
ALIGNEMNT 21+150	221.67	PF 1	19.30	1.20	3.14	2.68	3.35	0.004697	2.03	9.50	7.81	0.59
ALIGNEMNT 21+150	338.39	PF 1	19.30	1.50	3.64	2.98	3.79	0.003071	1.73	11.13	8.41	0.48
ALIGNEMNT 21+150	449.35	PF 1	19.30	1.80	3.97	3.28	4.12	0.002850	1.69	11.44	8.52	0.46
ALIGNEMNT 21+150	555.85	PF 1	19.30	2.10	4.28	3.58	4.42	0.002831	1.68	11.47	8.53	0.46
ALIGNEMNT 21+150	614.88	PF 1	19.30	2.54	4.44	2.87	4.45	0.000048	0.28	68.02	38.76	0.07
ALIGNEMNT 21+150	731.04	PF 1	19.30	5.88	6.12	6.21	6.42	0.048781	2.42	7.98	33.54	1.58
ALIGNEMNT 21+150	823.70	PF 1	19.30	7.81	8.49	8.49	8.74	0.015198	2.21	8.73	17.45	1.00
ALIGNEMNT 21+150	830		Bridge									
ALIGNEMNT 21+150	842.23	PF 1	19.30	8.20	8.99	8.87	9.15	0.008071	1.78	10.87	18.70	0.74
ALIGNEMNT 21+150	935.69	PF 1	19.30	12.53	12.64	12.86	14.03	0.625492	5.23	3.69	33.14	5.00
ALIGNEMNT 21+150	1010		Bridge									
ALIGNEMNT 21+150	1028.26	PF 1	19.30	13.84	16.65	15.67	16.69	0.000895	0.86	22.32	20.70	0.27
ALIGNEMNT 21+150	1214.64	PF 1	19.30	19.45	20.54	20.66	20.89	0.040275	2.59	7.45	23.95	1.48
ALIGNEMNT 21+150	1351.78	PF 1	19.30	23.33	24.25	24.25	24.42	0.017751	1.82	10.62	31.72	1.00
ALIGNEMNT 21+150	1532.16	PF 1	19.30	25.25	26.02	26.43	28.01	0.266342	6.24	3.09	10.45	3.67
ALIGNEMNT 21+150	1777.1	PF 1	19.30	39.25	39.52	39.52	39.65	0.018698	1.60	12.06	45.90	1.00

Tabella 80 - Risultati simulazione PO pk 21+150

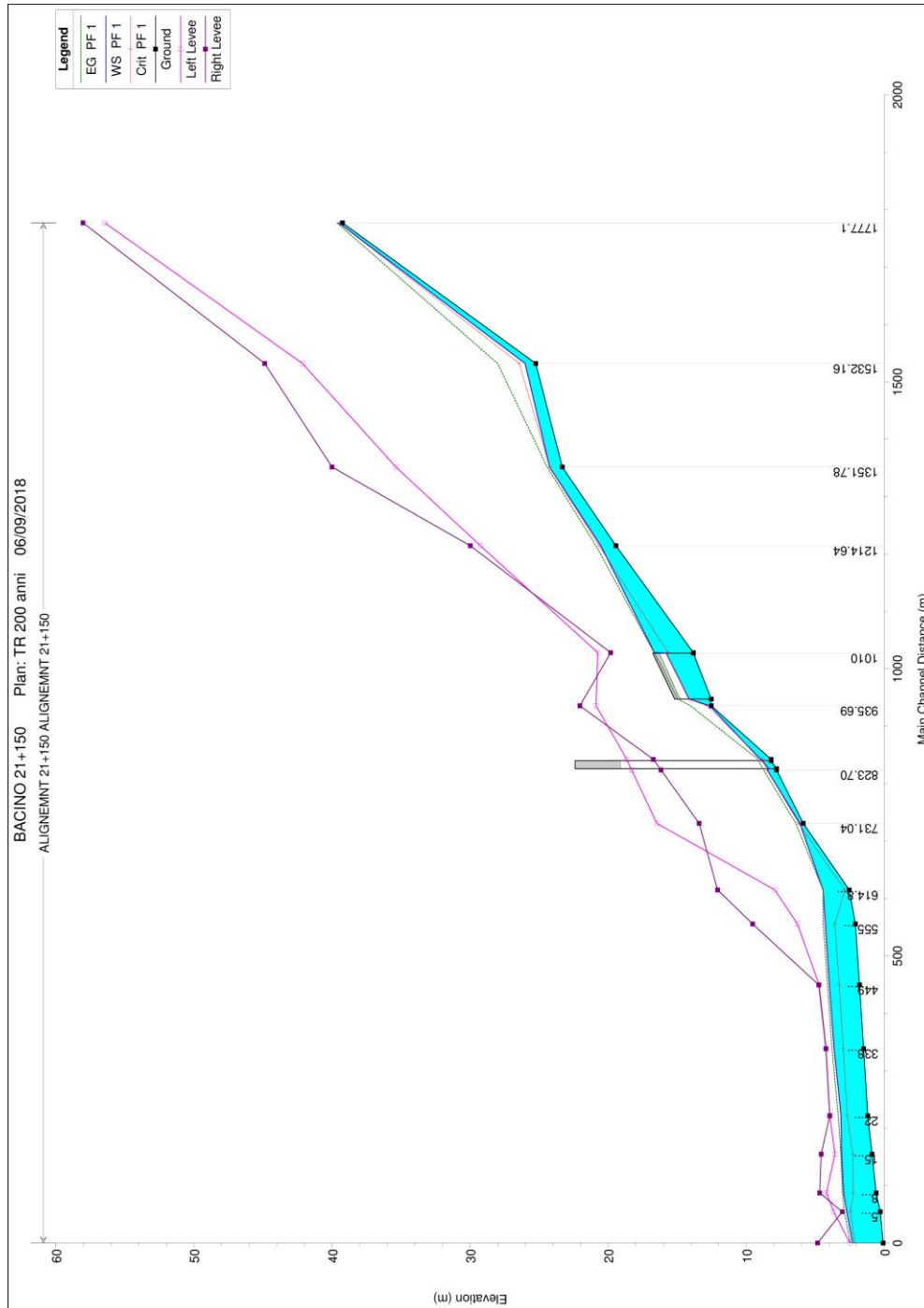


Figura 65 - Profilo di corrente PO pk 21+150

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 184 DI 217

6.5.18 Simulazione numerica post operam interferenza n. 18 – pk 22+025

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

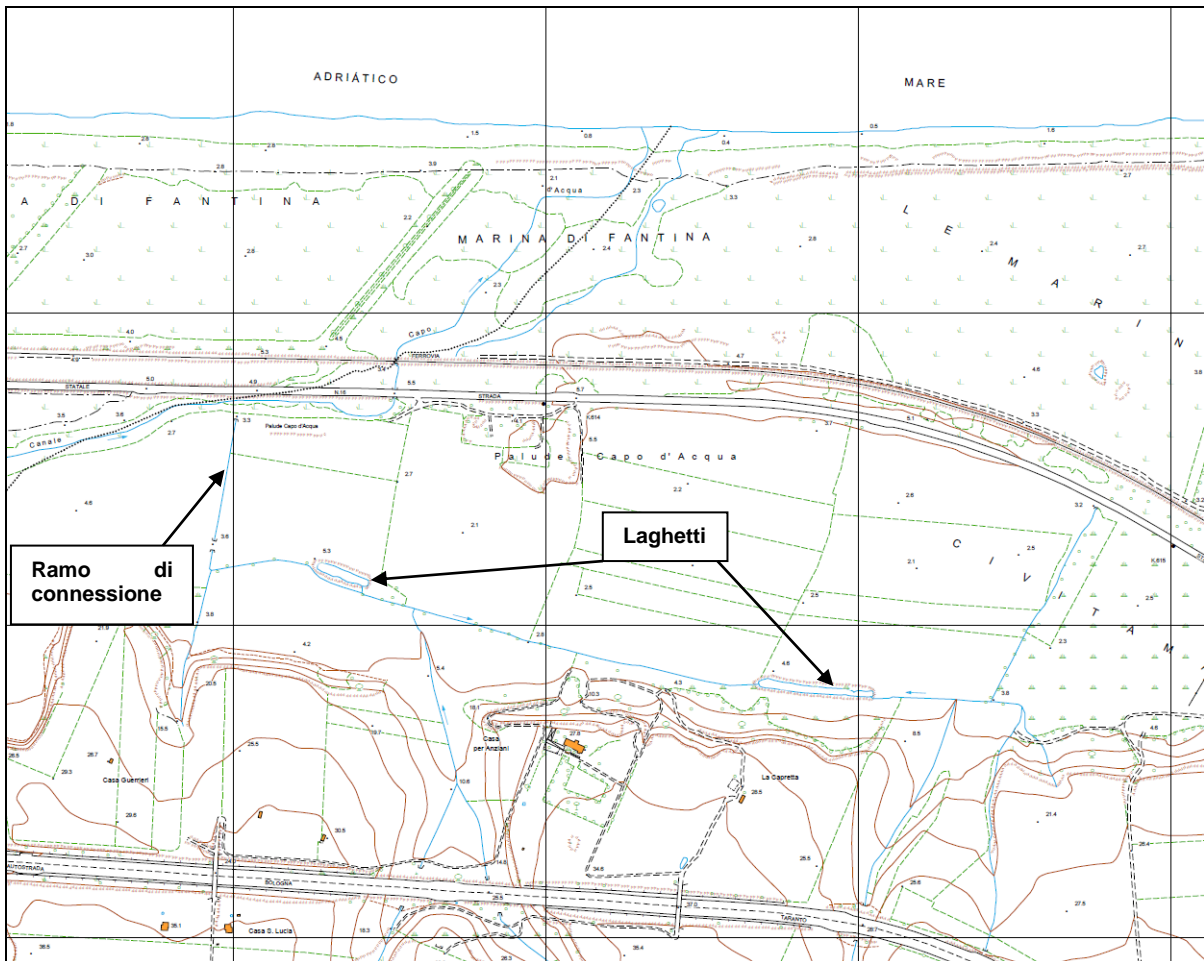
- Lunghezza totale tratto di studio: 3059 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 15;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 5 m e massimo di 25 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78P6ID0002023A è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

1. Tombino scatolare esistente di sezione interna 6.0 x 4.5 m per attraversamento con Autostrada A14;
2. Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto.
3. **2 tombini scatolari rettangolari in cls di sezione interna 3.5 x 3.5 m separati da un setto di 0.4 m per attraversamento con nuova viabilità.**

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 10.27 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 300 anni, con portata idrologica pari a 35.95 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello che arriva a 48.58 m³/s a valle dell'immissione concentrata. L'immissione concentrata tiene conto del contributo del sistema di canali in destra idrografica che, stante alle informazioni disponibili, desunte anche dalla CTR (Elemento n° 382072), recapitano dapprima le acque nei laghetti e successivamente, superata la loro massima capacità d'invaso, iniziano a convogliare nel capo d'acqua tramite il ramo di connessione (vedi figura seguente).



Sistema di canale del complesso capo d'acqua (da CTR Elemento n° 382072)

Data la particolare complessità del terreno di natura paludosa (Palude del capo D'Acqua), per meglio capire il funzionamento dell'intero sistema e valutare l'entità dei fenomeni di esondazione nella propria totalità, è stato implementato un modello 2D (a cui si rimanda per maggiori dettagli). I risultati ottenuti mostrano una sostanziale differenza in termini di portata massima transitante in corrispondenza dell'attraversamento in progetto:

Qmax (Idrologica)	48.58 mc/s
Qmax (modello 2D)	10.00 mc/s

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 186DI217

Vista la non trascurabilità degli effetti di laminazione e di esondazione del corso d'acqua si è scelto, quindi, di eseguire anche una simulazione con la portata ricavata dal modello 2D dell'intero sistema del capo d'acqua pari a 10 m³/s.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.01;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di tirante uniforme dato che si sfocia in mare.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

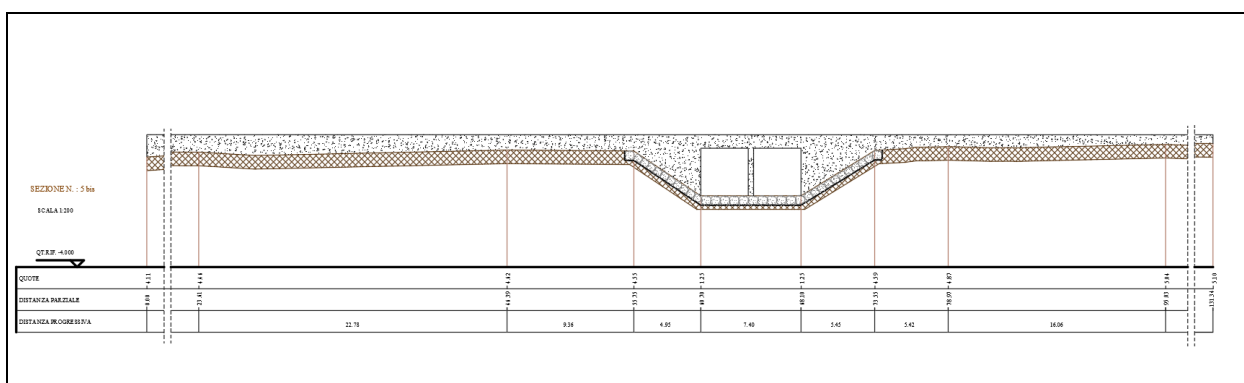
<i>ID - WBS</i>	<i>Tipologia d'intervento in progetto</i>	<i>Dimensioni in alveamento di progetto</i>	<i>Tipologia manufatto</i>	<i>Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto</i>
01 – IN90	Attraversamento con la nuova viabilità NV18 in rilevato di progetto della Strada Statale N. 16 Adriatica tramite doppio tombino scatolare rettangolare in cls e risagomatura del canale	Trapezio cavallo della nuova viabilità in progetto (larghezza al fondo 7 m e sponde 2:3)	Rilevato stradale NV18	2 scatolari rettangolari in cls di sezione interna 3.5 x 3.5 m separati da un setto di 0.4 m di lunghezza totale pari a 23 m

Tabella 81 - Caratteristiche intervento pk 22+025

Il progetto prevede, inoltre, la demolizione dell'esistente tombino ad arco al disotto della linea ferroviaria esistente e del tombino scatolare al disotto della statale adriatica.

Nella configurazione di progetto si riscontrano alcune criticità, ma pur sempre minori rispetto alla configurazione ante operam. In particolare, a valle dell'attraversamento dell'Autostrada A14, si osservano esondazioni meno estese anche se il rilevato stradale della SS16 viene ugualmente bagnato ma non sormontato.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
IN90	300	48.58	4.18	4.27	4.75	0.57	0.48
IN90	300	10	2.57	2.61	4.50	1.93	1.89

Tabella 82- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 22+025

Figura 66- Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto pk 22+025

Le quote di intradosso delle opere, per la condizione di $Q=10$ mc/s, rispettano abbondantemente i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.. Per la condizione $Q=48.58$ mc/s si ottengono valori del franco, che data la non trascurabilità degli effetti di laminazione e delle esondazioni del corso d'acqua, accettabili.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	G.R. [%]	V [m/s]_Monte	V [m/s]_Valle
IN90	300	48.58	83.71	1.38	1.60
IN90	300	10.00	44.57	0.78	0.64

Tabella 83 – Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombino pk 22+025

I valori del grado di riempimento e velocità, per la condizione di $Q = 10$ mc/s, rispettano abbondantemente i limiti da manuale di progettazione Italferr.



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 188DI217

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

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
Capo d'acqua	14	PF 1	10.00	24.17	25.04	25.02	25.20	0.010952	2.11	6.56	17.80	0.76
Capo d'acqua	13	PF 1	10.00	19.85	21.01		21.21	0.010462	2.29	5.39	9.48	0.76
Capo d'acqua	12	PF 1	10.00	17.63	18.63	18.60	18.72	0.008601	1.45	8.79	39.79	0.64
Capo d'acqua	11	PF 1	10.00	12.37	13.39	13.39	13.65	0.020952	2.26	4.43	8.71	1.01
Capo d'acqua	10.5		Culvert									
Capo d'acqua	10	PF 1	10.00	11.77	12.56	12.56	12.57	0.001359	0.48	21.23	57.52	0.24
Capo d'acqua	9.7444	PF 1	10.00	9.93	10.95	10.91	10.96	0.000439	0.36	29.00	54.25	0.14
Capo d'acqua	9.7		Bridge									
Capo d'acqua	9.6805	PF 1	10.00	9.47	10.50	10.50	10.50	0.000487	0.37	27.87	53.08	0.14
Capo d'acqua	9	PF 1	10.00	4.55	6.04	6.04	6.51	0.023720	3.01	3.37	4.33	0.95
Capo d'acqua	8	PF 1	10.00	3.36	4.38	4.20	4.41	0.002937	0.92	14.93	59.91	0.39
Capo d'acqua	7	PF 1	10.00	2.41	4.14	3.65	4.23	0.003883	1.36	7.36	8.22	0.46
Capo d'acqua	6	PF 1	10.00	2.22	3.79	2.96	3.79	0.000129	0.33	39.22	47.76	0.09
Capo d'acqua	5	PF 1	10.00	2.80	3.67	3.31	3.69	0.001322	0.70	15.74	26.47	0.26
Capo d'acqua	4.1293	PF 1	10.00	1.25	2.60	1.80	2.63	0.000936	0.78	12.80	11.62	0.24
Capo d'acqua	4.1		Culvert									
Capo d'acqua	4	PF 1	10.00	1.01	2.57	1.55	2.59	0.000542	0.64	15.52	12.42	0.18
Capo d'acqua	3	PF 1	10.00	0.81	2.57	1.33	2.58	0.000312	0.53	18.94	13.44	0.14
Capo d'acqua	2	PF 1	10.00	1.12	2.44	1.87	2.47	0.001313	0.71	14.05	19.87	0.27
Capo d'acqua	1	PF 1	10.00	1.12	2.43	2.16	2.44	0.001311	0.74	23.36	91.01	0.27
Capo d'acqua	0	PF 1	10.00	0.00	1.34	1.14	1.35	0.001000	0.63	26.29	93.38	0.23

Tabella 84 - Risultati simulazione PO pk 22+025 – Q = 10 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
Capo d'acqua	14	PF 1	35.95	24.17	25.52	25.45	25.80	0.010701	2.87	16.13	20.70	0.81
Capo d'acqua	13	PF 1	35.95	19.85	21.68	21.64	22.11	0.011708	3.48	13.08	13.28	0.88
Capo d'acqua	12	PF 1	35.95	17.63	18.98	18.88	19.10	0.007615	1.83	24.43	46.72	0.65
Capo d'acqua	11	PF 1	35.95	12.37	15.08	14.07	15.14	0.001379	1.15	31.64	26.09	0.31
Capo d'acqua	10.5		Culvert									
Capo d'acqua	10	PF 1	35.95	11.77	12.56	12.56	12.70	0.017551	1.71	21.23	57.52	0.85
Capo d'acqua	9.7444	PF 1	35.95	9.93	11.09	10.91	11.14	0.002639	0.99	36.70	55.16	0.35
Capo d'acqua	9.7		Bridge									
Capo d'acqua	9.6805	PF 1	35.95	9.47	10.50	10.50	10.58	0.006293	1.32	27.87	53.08	0.52
Capo d'acqua	9	PF 1	35.95	4.55	6.11	6.11	6.16	0.001817	0.86	37.47	41.50	0.26
Capo d'acqua	8	PF 1	35.95	3.36	4.76	4.46	4.76	0.000146	0.29	144.23	194.64	0.09
Capo d'acqua	7	PF 1	35.95	2.41	4.74	4.25	4.75	0.000186	0.38	88.30	65.14	0.11
Capo d'acqua	6	PF 1	35.95	2.22	4.73	3.27	4.73	0.000038	0.26	185.85	129.74	0.05
Capo d'acqua	5	PF 1	48.58	2.80	4.60	3.78	4.67	0.001343	1.21	42.59	30.66	0.30
Capo d'acqua	4.1293	PF 1	48.58	1.25	4.18	2.72	4.28	0.001286	1.38	35.09	16.57	0.30
Capo d'acqua	4.1		Culvert									
Capo d'acqua	4	PF 1	48.58	1.01	3.62	2.47	3.75	0.001938	1.60	30.32	15.74	0.37
Capo d'acqua	3	PF 1	48.58	0.81	3.61	2.21	3.71	0.001337	1.40	34.68	16.59	0.31
Capo d'acqua	2	PF 1	48.58	1.12	2.33	2.60	3.17	0.047691	4.06	11.96	18.34	1.61
Capo d'acqua	1	PF 1	48.58	1.12	2.84	2.54	2.87	0.001431	1.03	71.28	138.60	0.30
Capo d'acqua	0	PF 1	48.58	0.00	1.80	1.41	1.82	0.001001	0.86	81.37	144.12	0.25

Tabella 85 - Risultati simulazione PO pk 22+025 – QTr300

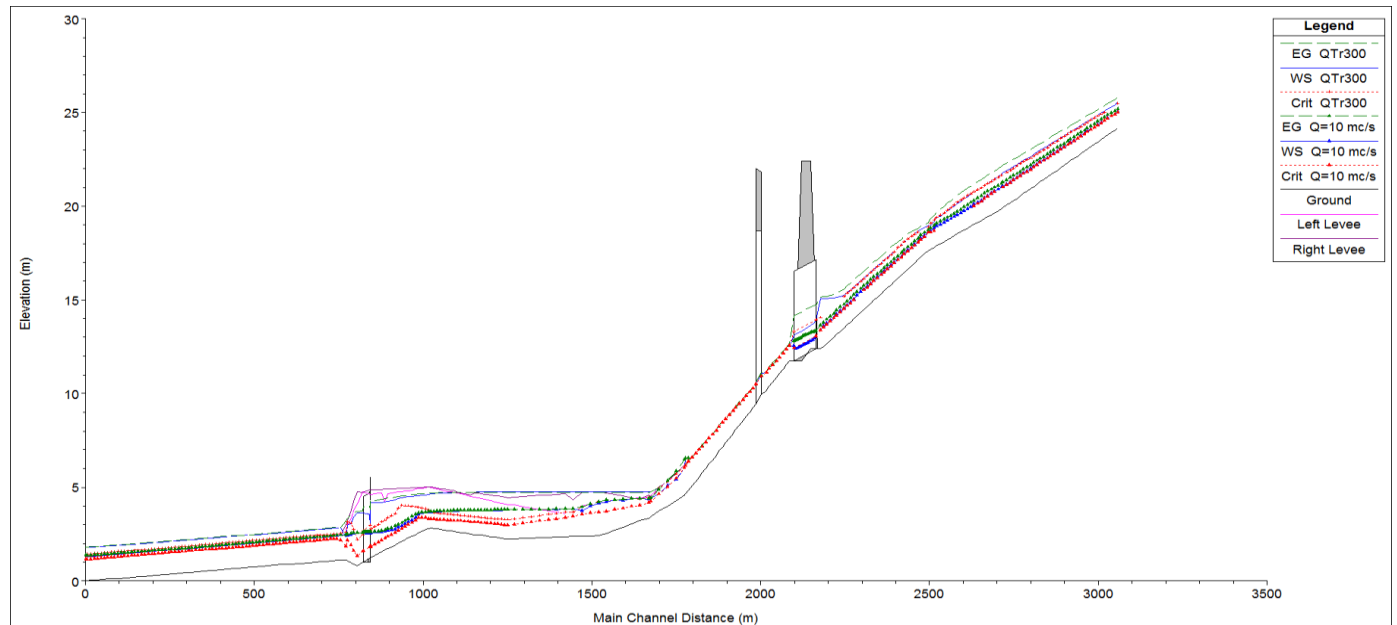


Figura 67 - Profilo di corrente PO pk 22+025

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 190 DI 217

6.5.19 Simulazione numerica post operam interferenza n. 19 – pk 22+361,57

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 281 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 17;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 1.68 m e massimo di 56.85 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002030B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

1. Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto, mediante tombino scatolare di sezione interna 3.0 x 3.1 m.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 0.17 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 7,20 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, è stata imposta la condizione di moto uniforme, con gradiente idraulico pari a 0.01.

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 191 DI 217

ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni in alveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
18 – IN40	Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto tramite tombino scatolare rettangolare in cls e in alveamento in canale rettangolare in cls	Rettangolare per 35 m a monte e 110 m a valle della linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 3 m)	Tombino ferroviario IN40	Rettangolare in cls di sezione interna 3.0 x 3.1 m per l'attraversamento con la ferrovia in progetto

Tabella 86 - Caratteristiche intervento pk 22+361,57

Nella configurazione di progetto non si riscontrano particolari criticità in relazione al contenimento della portata di progetto nelle sezioni d'alveo, con anche il rispetto del franco idraulico minimo di 50 cm, computato sulla quota del ciglio spondale / coronamento arginale (ad eccezione delle sezioni 14, 13 e 4 in cui il tirante è contenuto all'interno dell'alveo di progetto ma il franco minimo non è verificato). Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m³/s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
IN40 - monte	200	7.20	16.10	18.16	18.82	2.72	0.66
IN40 - valle	200	7.20	15.70	16.72	18.32	2.62	1.60

Tabella 87- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 22+361,57

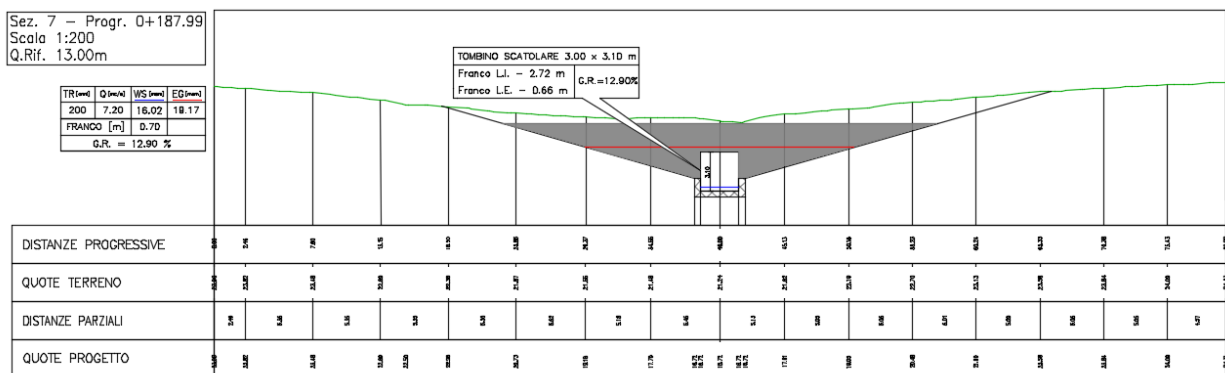


Figura 68- Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (IN40) pk 22+361,57

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 192 DI 217

Le quote di intradosso delle opere rispettano i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

ID	G.R. [%] Monte	G.R. [%] Valle	V [m/s] Monte	V [m/s] Valle
IN40	12.90	16.00	7.85	5.06

Tabella 88 – Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombino pk 22+361,57

I valori del grado di riempimento massimo rispettano i limiti da manuale di progettazione Italferr.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
BACINO 22+370	281.21	PF 1	7.20	26.46	26.90	26.90	27.02	0.015108	1.49	4.84	22.11	1.02
BACINO 22+370	240.03	PF 1	7.20	25.05	25.15	25.24	25.52	0.165788	2.76	2.77	33.35	2.91
BACINO 22+370	222.96	PF 1	7.20	23.30	23.90	24.13	24.72	0.020038	4.02	1.79	3.00	1.66
BACINO 22+370	214.96*	PF 1	7.20	23.21	23.87	24.18	24.54	0.014728	3.61	2.03	5.66	1.42
BACINO 22+370	212.96	PF 1	7.20	20.81	21.12	21.64	24.22	0.150661	7.81	0.92	3.00	4.50
BACINO 22+370	204.59*	PF 1	7.20	20.68	21.07	21.51	23.03	0.073902	6.20	1.16	3.00	3.18
BACINO 22+370	202.91	PF 1	7.20	18.28	18.55	19.11	22.61	0.228908	8.93	0.81	3.00	5.50
BACINO 22+370	194.12*	PF 1	7.20	18.16	18.52	18.99	20.85	0.096525	6.76	1.07	3.00	3.62
BACINO 22+370	192.36	PF 1	7.20	15.76	16.02	16.59	20.38	0.255727	9.25	0.78	3.00	5.80
BACINO 22+370	187.99	PF 1	7.20	15.72	16.03	16.55	19.17	0.153270	7.85	0.92	3.00	4.53
BACINO 22+370	180		Culvert									
BACINO 22+370	170.88	PF 1	7.20	15.51	15.98	16.34	17.29	0.039935	5.06	1.42	3.00	2.35
BACINO 22+370	169.18	PF 1	7.20	15.51	16.01	16.34	17.19	0.034424	4.82	1.49	3.00	2.18
BACINO 22+370	117.78	PF 1	7.20	14.53	15.17	15.36	15.88	0.016119	3.73	1.93	3.00	1.48
BACINO 22+370	81.48	PF 1	7.20	11.26	11.58	12.09	14.40	0.129070	7.43	0.97	3.00	4.17
BACINO 22+370	61.5	PF 1	7.20	9.37	9.73	10.20	12.04	0.095506	6.74	1.07	3.00	3.60
BACINO 22+370	4.65	PF 1	7.20	5.92	6.60	6.83	7.36	0.059156	3.87	1.86	5.48	2.12

Tabella 89 - Risultati simulazione PO pk 22+361,57

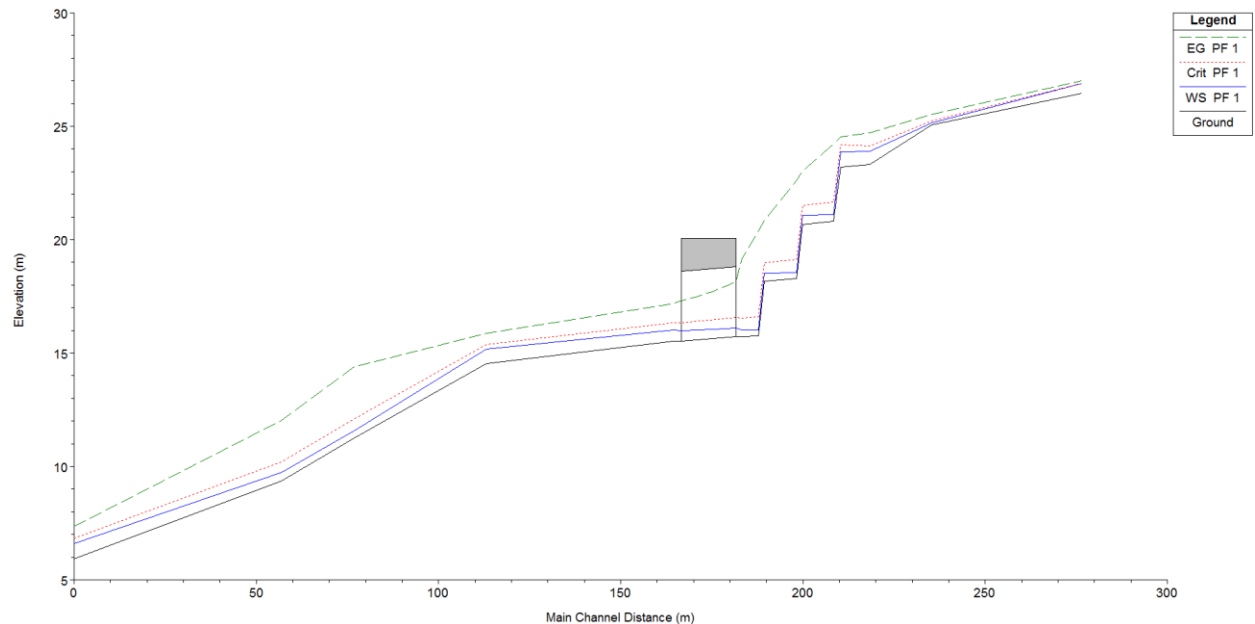


Figura 69 - Profilo di corrente PO pk 22+361,57

6.5.20 Simulazione numerica post operam interferenza n. 20 – pk 24+909,60

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- Lunghezza totale tratto di studio: 250 m;
- Numero di sezioni trasversali estratte: 24;
- Distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 1 m e massimo di 20 m.

Nell'elaborato grafico LI0202D78PZID0002055B è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento maggiori presenti lungo il tratto d'asta in analisi, procedendo da monte verso valle, sono:

4. Tombino esistente per attraversamento con NV18;

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78 RI	DOCUMENTO ID0002 002	REV. A	FOGLIO 194 DI 217

5. Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto, mediante tombino scatolare di sezione interna 5.0 x 2.7 m.

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 1.43 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 200 anni, con portata pari a 22,60 m³/s in ingresso alla sezione di monte del modello.

La verifica è stata condotta anche con riferimento al valore di portata fornito dall'autorità di bacino (23,10 m³/s). Per quest'ultima si riportano solo i risultati, in termini di livello idrico ed energetico, in corrispondenza dell'attraversamento in progetto.

La simulazione numerica è stata eseguita assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di tirante critico;
- A valle, invece, essendo il corso d'acqua in questione un tributario di un altro corso d'acqua, è stato imposto il livello idrico corrispondente alla sezione di confluenza pari a 3.20 m s.l.m..

Le caratteristiche dell'intervento in progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

ID - WBS	Tipologia d'intervento in progetto	Dimensioni in alveamento di progetto	Tipologia Manufatto	Dimensioni manufatto di attraversamento di progetto
19 – IN43	Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto tramite tombino scatolare rettangolare in cls e in alveamento in canale rettangolare rivestito con materassi tipo Reno di spessore 30 cm e gabbioni metallici a sezione 1x1 m	Rettangolare per 180 m compresi fra la nuova viabilità prevista (I) e la linea ferroviaria in progetto (larghezza al fondo 5 m)	Tombino ferroviario IN43	Rettangolare in cls di sezione interna 5.0 x 2.7 m per l'attraversamento con la ferrovia in progetto

Tabella 90 - Caratteristiche intervento pk 24+909,60

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 195DI217

Nella configurazione di progetto, l'intervento di inalveamento in canale a sezione rettangolare rivestita in materassi tipo Reno (sul fondo) e gabbioni metallici (sulle sponde) consente il rispetto del franco idraulico minimo di 50 cm sulla quota del ciglio spondale. Fa eccezione la prima sezione a monte, su cui non si è intervenuti, in corrispondenza della quale si verificano fenomeni esondativi in destra idraulica, comunque contenuti in alveo immediatamente a valle. Nel seguito si sintetizzano i risultati ottenuti, focalizzandoli sulle opere di attraversamento in progetto.

ID	Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Livello energetico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul livello energetico [m]
Portata Metodo Cinematico							
IN43	200	22.60	3.30	3.69	4.37	1.07	0.68
Portata da AdB							
IN43	200	23.10	3.32	3.72	4.37	1.05	0.65

Tabella 91- Livello Idrico ed Energetico in corrispondenza dell'attraversamento in progetto pk 24+909,60

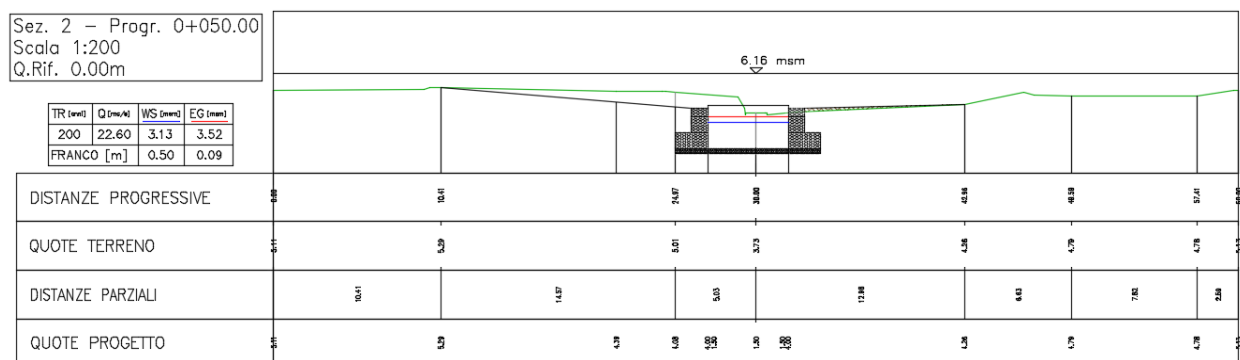


Figura 70- Sezione in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (IN43) pk 24+909,60

Le quote di intradosso delle opere rispettano i franchi idraulici di cui al paragrafo 6.3.

ID	G.R. [%]	V [m/s] Monte	V [m/s] Valle
1 (Q Met Cinematico)	60.37	3.56	2.85
1 (Q AdB)	61.11	3.56	2.85

Tabella 92 – Valori del grado di riempimento e della velocità – Tombino pk 24+909,60



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 196DI217

I valori del grado di riempimento e velocità rispettano i limiti da manuale di progettazione Italferr.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione in forma tabulare ed il profilo idrometrico, mentre in allegato le risultanze delle computazioni per le sezioni di calcolo.

HEC-RAS Plan: TR200 River: prova Reach: prova 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
prova	40	PF 1	22.60	0.88	3.20	2.38	3.44	0.002852	2.24	12.08	14.12	0.47
prova	49.000*	PF 1	22.60	0.96	3.17	2.44	3.49	0.004328	2.52	9.25	5.69	0.54
prova	50	PF 1	22.60	1.50	3.13	2.78	3.52	0.006169	2.78	8.13	5.00	0.70
prova	55		Culvert									
prova	60	PF 1	22.60	1.67	3.30	2.95	3.69	0.006164	2.78	8.14	5.00	0.70
prova	70	PF 1	22.60	1.83	3.31	3.11	3.79	0.008057	3.05	7.40	5.00	0.80
prova	80	PF 1	22.60	1.99	3.14	3.27	3.93	0.016583	3.93	5.76	5.00	1.17
prova	90	PF 1	22.60	2.16	3.33	3.44	4.09	0.015960	3.87	5.83	5.00	1.15
prova	100	PF 1	22.60	2.32	3.48	3.60	4.26	0.016378	3.91	5.78	5.00	1.16
prova	120	PF 1	22.60	2.65	3.80	3.93	4.59	0.016519	3.92	5.77	5.00	1.17
prova	130	PF 1	22.60	2.82	3.98	4.09	4.75	0.016126	3.89	5.81	5.00	1.15
prova	140	PF 1	22.60	2.98	4.15	4.26	4.91	0.015920	3.87	5.84	5.00	1.14
prova	150	PF 1	22.60	3.14	4.31	4.42	5.07	0.015697	3.85	5.87	5.00	1.14
prova	160	PF 1	22.60	3.30	4.46	4.58	5.23	0.016101	3.89	5.82	5.00	1.15
prova	170	PF 1	22.60	3.47	4.69	4.75	5.39	0.013976	3.70	6.11	5.00	1.07
prova	180	PF 1	22.60	3.63	4.78	4.91	5.57	0.016571	3.92	5.76	5.00	1.17
prova	190	PF 1	22.60	3.80	4.97	5.08	5.73	0.015925	3.87	5.84	5.00	1.14
prova	200	PF 1	22.60	3.96	5.14	5.24	5.89	0.015525	3.84	5.89	5.00	1.13
prova	210	PF 1	22.60	4.12	5.32	5.40	6.04	0.014825	3.78	5.98	5.00	1.10
prova	220	PF 1	22.60	4.29	5.37	5.57	6.26	0.020093	4.19	5.39	5.00	1.29
prova	230	PF 1	22.60	4.45	5.35	5.73	6.64	0.034770	5.05	4.48	5.00	1.70
prova	240	PF 1	22.60	4.60	5.32	5.88	7.32	0.066811	6.27	3.61	5.00	2.36
prova	245.00*	PF 1	22.60	4.70	6.80	6.89	7.58	0.013462	4.00	6.09	4.76	1.03
prova	250	PF 1	22.60	6.24	7.51	7.51	7.71	0.016314	2.19	11.60	28.03	0.80

Tabella 93 - Risultati simulazione PO pk 24+909,60

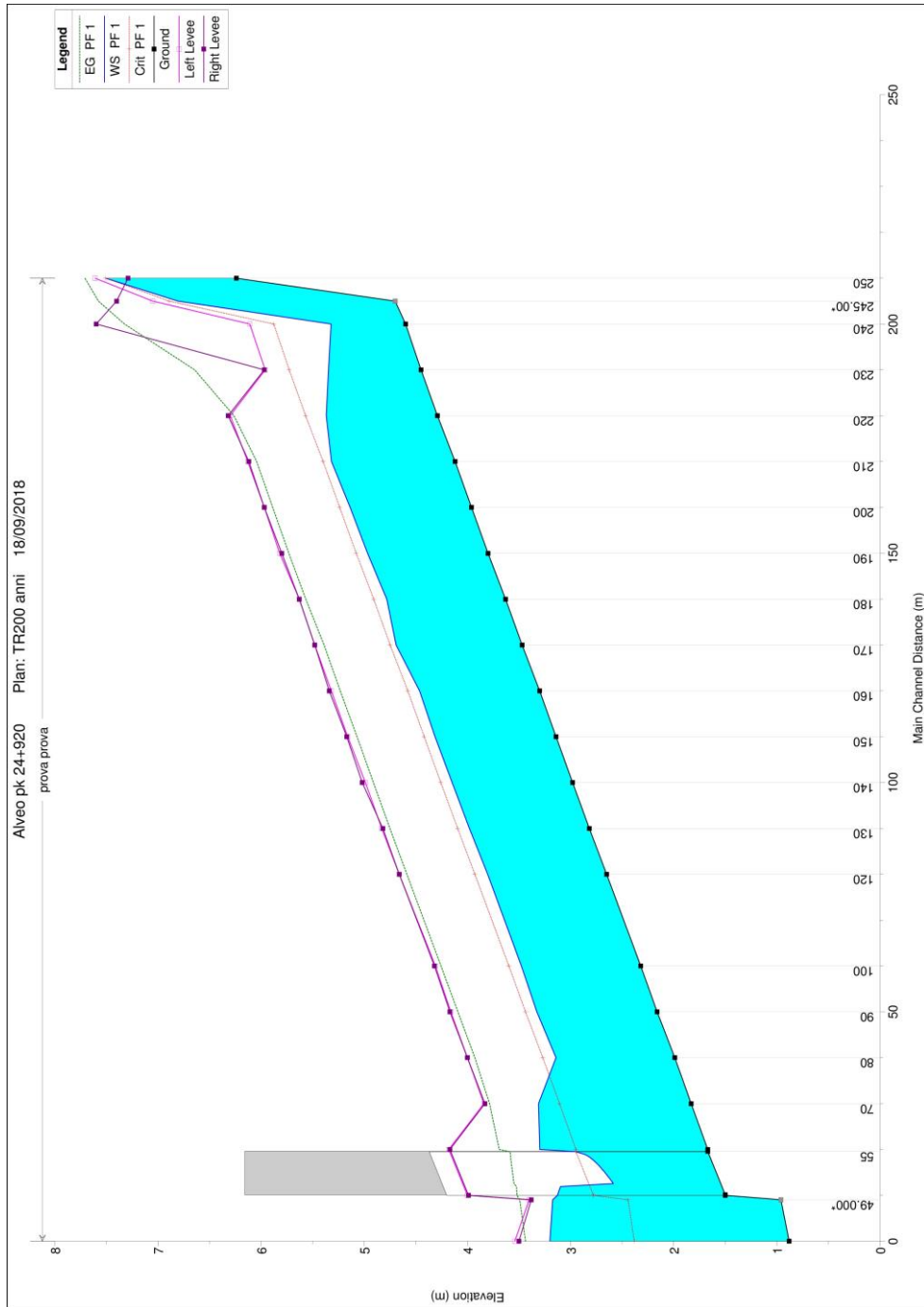


Figura 71 - Profilo di corrente PO pk 24+909,60

7. VERIFICA DELLE CONDIZIONI D'INCIPIENTE EROSIONE

Le inalveazioni in progetto prevedono tre diverse tipologie di rivestimento:

1. Rivestimento in cls
2. Rivestimento con massi naturali
3. Rivestimento con materassi di Tipo Reno e Gabbioni

Nella seguente tabella viene riportata, per ciascuna sistemazione, la tipologia di rivestimento prevista:

<i>ID - WBS</i>	<i>Pk</i>	<i>Tipologia d'intervento in progetto</i>	<i>Tipologia di rivestimento</i>
03 – IN10	7+150	Attraversamento con la linea ferroviaria (VI03) e con la viabilità in viadotto di progetto (NV03-IV01 e NV04A-IV02) e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria	Rivestimento con massi naturali
05 – IN12	8+675	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI04) e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria	Rivestimento con massi naturali
10 – IN31/IN44/IN45	15+650 – 20+000	1. A (IN31_A) Attraversamento con la linea ferroviaria (VI09) e con la viabilità in viadotto di progetto (NV14/B-IV06) e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria (pk 18+620)	Rivestimento con massi naturali
		1. B (IN31_B) Attraversamento con la viabilità in viadotto di progetto (NV13-IV04) e rivestimento del fondo alveo con massi naturali di prima categoria	Rivestimento con massi naturali
		2. (IN44) Deviazione dell'attuale sedime del corso d'acqua, a garanzia del rispetto della distanza minima di 10 m dalla linea ferroviaria in progetto, con inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria (dalla pk 15+650 alla pk 16+695,58)	Rivestimento con massi naturali
		3. (IN45) Deviazione dell'attuale sedime del corso d'acqua, a garanzia del rispetto della distanza minima di 10 m dal rilevato ferroviario in progetto, con inalveamento in canale in terra (dalla pk 19+650 alla pk 20+000)	Canale in terra

<i>ID - WBS</i>	<i>Pk</i>	<i>Tipologia d'intervento in progetto</i>	<i>Tipologia di rivestimento</i>
11 – IN26	16+695,58	Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto tramite tombino scatolare rettangolare in cls e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria	Rivestimento con massi naturali
12 – IN28	17+520- 17+595	Riprofilatura e rivestimento dell'alveo attivo e del terreno naturale sotto l'impronta della linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI07) con massi naturali.	Rivestimento con massi naturali
13 – IN30	18+075	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto (VI08) e con le viabilità di progetto (NV14 A/B) tramite tombini scatolari rettangolari in cls e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria	Rivestimento con massi naturali
14 – IN33	19+305,39	Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto tramite tombino scatolare rettangolare in cls e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria	Rivestimento con massi naturali
15 – IN35	20+250	Attraversamento con la linea ferroviaria (VI10) e con la viabilità in viadotto di progetto (NV17-IV07) e inalveamento in canale trapezio con fondo rivestito in materassi tipo Reno di spessore 30 cm	Rivestimento con materassi Tipo Reno
16 – IN36	20+600	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI11) e con la viabilità in viadotto di progetto (NV17-IV08) e inalveamento in canale trapezio rivestito in massi naturali di prima categoria	Rivestimento con massi naturali
17 – IN37	21+150	Attraversamento con la linea ferroviaria in viadotto di progetto (VI12) e inalveamento in canale a sezione variabile rivestito in massi naturali di prima categoria	Rivestimento con massi naturali
18 – IN90	22+025	Attraversamento con la nuova viabilità NV18 in rilevato di progetto della Strada Statale N. 16 Adriatica tramite doppio tombino scatolare rettangolare in cls e risagomatura del canale	Rivestimento con massi naturali
19 – IN43	24+909,60	Attraversamento con la linea ferroviaria in rilevato di progetto tramite tombino scatolare rettangolare in cls e inalveamento in canale rettangolare rivestito con materassi tipo Reno di spessore 30 cm e gabbioni metallici a sezione 1x1 m	Rivestimento con materassi Tipo Reno e Gabbioni

Tabella 94 - Tipologia di rivestimento Inalveazioni

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle verifiche delle condizioni di incipiente erosione effettuate per i canali rivestiti in massi naturali e materassi Tipo Reno.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 200 DI 217

7.1 Rivestimento in massi naturali

Per quanto riguarda i rivestimenti in progetto per i canali relativi alle interferenze, è stata condotta una verifica delle condizioni di incipiente erosione in corrispondenza delle sezioni critiche (ovvero maggiormente sollecitate), mediante la metodologia basata sulla teoria di Shields, secondo cui il moto del materiale di diametro minore o uguale a d e peso specifico γ_s ha origine quando la tensione tangenziale τ_0 dovuta alla corrente supera il valore critico τ_{cr} , funzione della dimensione del materiale e delle caratteristiche geometriche dell'alveo.

La tensione tangenziale massima esercitata dalla corrente è espressa dalla relazione:

$$\tau_0 = \xi \cdot \gamma_w \cdot R_H \cdot i \quad [\text{N/m}^2]$$

con:

ξ coefficiente che tiene conto della distribuzione delle tensioni tangenziali; è assunto pari a 1 per il fondo alveo e 0.75 in corrispondenza delle sponde;

γ_w è il peso specifico del fluido (9'810 N/m³);

R_H è il raggio idraulico (m);

i è la pendenza locale della linea dell'energia (m/m).

I valori della τ_0 devono essere confrontati con le tensioni tangenziali critiche che mobilitano il materiale sul fondo e sulle sponde. Il valore critico τ_{cr} che mobilita un masso di diametro d con peso specifico γ_s in assenza di coesione ed in regime turbolento ha la seguente espressione, tratta dall'articolo "Criteri di dimensionamento e di verifica delle stabilizzazioni di alveo e di sponda con massi sciolti e massi legati" di Armanini e Scotton, Università degli Studi di Trento - Atti del Corso di Aggiornamento "Moderni criteri di sistemazione degli alvei fluviali" a cura del Politecnico di Milano:



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02	D 78	RI ID0002 002	A	201 DI217

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau_{cr,fondo} = (\gamma_s - \gamma_w) \cdot d \cdot \left[0.06 \cdot \left(1 + 0.67 \cdot \sqrt{\frac{d}{y_0}} \right) \right] \cdot \left(\cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{\tan \varphi} \right) \\ \tau_{cr,sponde} = \tau_{cr,fondo} \cdot \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \vartheta}{\sin^2 \varphi}} \end{array} \right. \quad [\text{N/m}^2]$$

con:

γ_s peso specifico dei massi, pari a 26'000 N/m³;

γ_w peso specifico del fluido, pari a 9'810 N/m³;

d diametro del masso (m);

y_0 tirante idrico (m);

α angolo di inclinazione del fondo alveo rispetto all'orizzontale;

ϑ angolo di inclinazione delle sponde del corso d'acqua rispetto all'orizzontale;

φ angolo di attrito dei massi, pari a 45°, in base a dati di letteratura.

Tale relazione, a differenza di quella formulata da Shields (la quale è da ritenersi valida nel caso di particelle omogenee, non coesive, su fondo orizzontale, con scabrezza relativa sufficientemente piccola), tiene conto degli effetti legati alla pendenza del fondo alveo, alla pendenza delle sponde e alla sommersenza d/y_0 relativamente bassa.

Dalla tabella sottostante si evidenzia che il passaggio dell'onda di piena non è in grado di mobilitare massi del diametro medio previsto per ogni rivestimento in progetto:

- 0.15 m per i materassi tipo Reno di spessore pari a 30 cm;
- 0.30 m per i gabbioni metallici di sezione trasversale 1x1 m;
- 0.60 m per i massi naturali di prima categoria.

Cautelativamente, l'azione di confinamento della rete d'acciaio dei materassi e dei gabbioni non è stata tenuta in conto nelle presenti verifiche.

Sezione	Tipo di rivestimento	h [m]	i [m/m]	d [m]	τ_{0fondo} [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}/\tau_{0fondo}$	$\tau_{0sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}/\tau_{0fondo}$
671.32	Massi naturali di 1a categoria	1.02	0.020	0.6	135.09	864.52	6.40	101.31	419.30	4.14
622.32	Massi naturali di 1a categoria	1.18	0.020	0.6	150.21	843.90	5.62	112.66	409.30	3.63
585.47	Massi naturali di 1a categoria	1.09	0.020	0.6	141.81	854.94	6.03	106.36	414.66	3.90
551.69	Massi naturali di 1a categoria	1.17	0.020	0.6	149.29	845.06	5.66	111.97	409.87	3.66
511.06*	Massi naturali di 1a categoria	1.22	0.020	0.6	153.86	839.39	5.46	115.39	407.12	3.53
487.2	Massi naturali di 1a categoria	1.14	0.020	0.6	146.51	848.65	5.79	109.88	411.60	3.75
445.58	Massi naturali di 1a categoria	1.12	0.020	0.6	144.64	851.11	5.88	108.48	412.80	3.81
393.71	Massi naturali di 1a categoria	1.42	0.020	0.6	171.45	819.78	4.78	128.59	397.60	3.09
378.4	Massi naturali di 1a categoria	1.56	0.010	0.6	91.60	816.73	8.92	68.70	396.12	5.77
328.89	Massi naturali di 1a categoria	0.78	0.020	0.6	110.50	906.64	8.20	82.88	439.73	5.31
288.94	Massi naturali di 1a categoria	1.38	0.010	0.6	84.01	831.88	9.90	63.01	403.47	6.40
257.19	Massi naturali di 1a categoria	1.24	0.030	0.6	233.50	828.46	3.55	175.13	401.81	2.29
220.1	Massi naturali di 1a categoria	1.03	0.010	0.6	68.03	872.03	12.82	51.02	422.95	8.29

Tabella 95 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 03 – pk 07+150

Sezione	Tipo di rivestimento	h [m]	i [m/m]	d [m]	τ_{0fondo} [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}$ [N/m ²]	$t_{cr,fondo}/t_{0fondo}$	$\tau_{0sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}$ [N/m ²]	$t_{cr,sponde}/t_{0fondo}$
332.73	Massi naturali di 1a categoria	1.52	0.01	0.7	103.62	979.21	9.45	77.71	474.93	6.11
293.45	Massi naturali di 1a categoria	1.59	0.01	0.7	107.15	972.40	9.08	80.36	471.63	5.87
215.58	Massi naturali di 1a categoria	1.52	0.01	0.7	103.62	979.21	9.45	77.71	474.93	6.11
189.8	Massi naturali di 1a categoria	1.56	0.01	0.7	105.64	975.26	9.23	79.23	473.01	5.97
120.65	Massi naturali di 1a categoria	1.79	0.01	0.7	116.91	955.18	8.17	87.68	463.28	5.28

Tabella 96 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 05 – pk 08+675

Sezione	Tipo di rivestimento	h [m]	i [m/m]	d [m]	τ_{0fondo} [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}$ [N/m ²]	$t_{cr,fondo}/t_{0fondo}$	$\tau_{0sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}$ [N/m ²]	$t_{cr,sponde}/t_{0fondo}$
3584.89	Massi naturali di 1a categoria	2.4	0.00070	0.7	9.98	925.38	92.72	7.48	448.82	59.96
1643.06	Massi naturali di 1a categoria	2.29	0.00290	0.7	40.00	929.16	23.23	30.00	450.65	15.02
1522.38	Massi naturali di 1a categoria	2.27	0.00290	0.7	39.75	930.26	23.40	29.81	451.19	15.13
1438.58	Massi naturali di 1a categoria	2.25	0.00290	0.7	39.50	931.38	23.58	29.63	451.73	15.25
1291.93	Massi naturali di 1a categoria	2.15	0.00370	0.7	48.80	936.45	19.19	36.60	454.19	12.41
618.37	Massi naturali di 1a categoria	1.73	0.00080	0.7	9.02	969.00	107.40	6.77	469.98	69.45

Tabella 97 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 10 – pk 15+650 - 20+000

Sezione	Tipo di rivestimento	h [m]	i [m/m]	d [m]	ω_{fondo} [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}/\omega_{fondo}$	$\tau_{0sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}/\omega_{fondo}$
124.3	Massi naturali di 1a categoria	0.89	0.022	0.6	150.49	883.38	5.87	112.86	428.45	3.80
101.47*	Massi naturali di 1a categoria	0.75	0.018	0.6	107.07	915.19	8.55	80.30	443.88	5.53
78.64	Massi naturali di 1a categoria	0.94	0.031	0.6	221.57	866.66	3.91	166.17	420.34	2.53
70.51	Massi naturali di 1a categoria	1.17	0.003	0.6	25.48	859.89	33.75	19.11	417.06	21.83
54.26	Massi naturali di 1a categoria	0.91	0.01	0.6	69.64	890.88	12.79	52.23	432.09	8.27
38	Massi naturali di 1a categoria	0.82	0.01	0.6	64.01	907.66	14.18	48.00	440.23	9.17

Tabella 98 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 11 – pk 16+695,58

Sezione	Tipo di rivestimento	h [m]	i [m/m]	d [m]	ω_{fondo} [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}/\omega_{fondo}$	$\tau_{0sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}/\omega_{fondo}$
182.42	Massi naturali di 1a categoria	1.54	0.000116	0.6	1.35	826.49	611.38	1.01	400.86	395.37
157.57	Massi naturali di 1a categoria	2.02	0.000144	0.6	2.07	795.55	383.46	1.56	385.85	247.98
137.19	Massi naturali di 1a categoria	2.14	0.000063	0.6	0.95	789.56	832.40	0.71	382.95	538.30
115.42	Massi naturali di 1a categoria	2.17	0.000002	0.6	0.03	788.18	25899.26	0.02	382.28	16748.63
96.62	Massi naturali di 1a categoria	2.63	0.000001	0.6	0.02	769.36	43787.09	0.01	373.15	28316.41

Tabella 99 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 12 – pk 17+520-17+595

Sezione	Tipo di rivestimento	h [m]	i [m/m]	d [m]	τ_{0fondo} [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}/\tau_{0fondo}$	$\tau_{0sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}/\tau_{0fondo}$
226.36	Massi naturali di 1a categoria	1.08	0.01	0.6	70.43	865.12	12.28	52.82	419.59	7.94
220	Massi naturali di 1a categoria	0.9	0.01	0.6	61.56	892.62	14.50	46.17	432.93	9.38
200	Massi naturali di 1a categoria	1.07	0.01	0.6	69.95	866.46	12.39	52.47	420.25	8.01
180	Massi naturali di 1a categoria	1.08	0.01	0.6	70.43	865.12	12.28	52.82	419.59	7.94
160	Massi naturali di 1a categoria	1.1	0.01	0.6	71.38	862.49	12.08	53.53	418.32	7.81
140	Massi naturali di 1a categoria	1.17	0.01	0.6	74.64	853.82	11.44	55.98	414.11	7.40
90	Massi naturali di 1a categoria	1.1	0.01	0.6	71.38	862.49	12.08	53.53	418.32	7.81
80	Massi naturali di 1a categoria	1.1	0.01	0.6	71.38	862.49	12.08	53.53	418.32	7.81
60	Massi naturali di 1a categoria	1.19	0.01	0.6	75.56	851.48	11.27	56.67	412.98	7.29
50.04	Massi naturali di 1a categoria	1.21	0.02	0.6	152.95	840.50	5.50	114.71	407.65	3.55
40	Massi naturali di 1a categoria	1.29	0.01	0.6	80.07	840.63	10.50	60.05	407.71	6.79
20	Massi naturali di 1a categoria	1.4	0.01	0.6	84.87	830.06	9.78	63.65	402.59	6.32

Tabella 100 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 13 – pk 18+075



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta

**RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI**

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 206DI217

Sezione	Tipo di rivestimento	h [m]	i [m/m]	d [m]	τ_{0fondo} [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}/\tau_{0fondo}$	$\tau_{0sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}/\tau_{0fondo}$
304.18	Massi naturali di 1a categoria	0.25	0.03	0.6	66.63	1151.64	17.28	49.97	558.56	11.18
240.73	Massi naturali di 1a categoria	0.12	0.03	0.6	33.60	1411.70	42.02	25.20	684.69	27.17
209.15*	Massi naturali di 1a categoria	0.42	0.03	0.6	105.60	1017.63	9.64	79.20	493.56	6.23
177.56	Massi naturali di 1a categoria	0.28	0.52	0.6	1279.67	428.24	0.33	959.76	207.70	0.22
176.56*	Massi naturali di 1a categoria	0.22	0.01	0.6	19.76	1215.40	61.51	14.82	589.48	39.77
157.53	Massi naturali di 1a categoria	0.68	0.02	0.6	105.45	930.47	8.82	79.09	451.29	5.71
123.18	Massi naturali di 1a categoria	0.3	0.52	0.6	1361.44	421.05	0.31	1021.08	204.22	0.20
122.23*	Massi naturali di 1a categoria	0.22	0.01	0.6	19.76	1215.40	61.51	14.82	589.48	39.77
117.46	Massi naturali di 1a categoria	0.3	0.01	0.6	26.18	1123.69	42.92	19.64	545.00	27.76
78.21	Massi naturali di 1a categoria	0.42	0.01	0.6	35.20	1039.03	29.52	26.40	503.94	19.09
37.44	Massi naturali di 1a categoria	0.1	0.01	0.6	9.41	1523.90	161.98	7.06	739.11	104.75
1.07	Massi naturali di 1a categoria	0.11	0.01	0.6	10.31	1479.83	143.57	7.73	717.74	92.84

Tabella 101 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 14 – pk 19+305,39

Sezione	Tipo di rivestimento	h [m]	i [m/m]	d [m]	τ_{0fondo} [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}/\tau_{0fondo}$	$\tau_{0sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}/\tau_{0fondo}$
413.37	Massi naturali di 1a categoria	1.78	0.000139	0.7	1.52	965.55	634.95	1.14	468.30	410.61
300.15	Massi naturali di 1a categoria	1.69	0.024451	0.7	257.77	949.10	3.68	193.33	460.33	2.38
211.48	Massi naturali di 1a categoria	1.77	0.030623	0.7	333.68	936.44	2.81	250.26	454.19	1.81
201.86	Massi naturali di 1a categoria	1.74	0.028511	0.7	306.90	940.93	3.07	230.18	456.36	1.98
182.61	Massi naturali di 1a categoria	1.64	0.019934	0.7	205.67	957.94	4.66	154.25	464.62	3.01
172.98	Massi naturali di 1a categoria	1.69	0.024046	0.7	253.50	949.51	3.75	190.12	460.52	2.42
79.02	Massi naturali di 1a categoria	1.9	0.03905	0.7	447.45	918.44	2.05	335.59	445.45	1.33
0.1	Massi naturali di 1a categoria	1.17	0.026418	0.7	212.76	1004.74	4.72	159.57	487.31	3.05

Tabella 102 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 16 – pk 20+600

Sezione	Tipo di rivestimento	h [m]	i [m/m]	d [m]	τ_{0fondo} [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,fondo}/\tau_{0fondo}$	$\tau_{0sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}$ [N/m ²]	$\tau_{cr,sponde}/\tau_{0fondo}$
935.69	Massi naturali di 1a categoria	0.11	0.046	0.6	45.45	1424.54	31.34	34.09	690.92	20.27
823.7	Massi naturali di 1a categoria	0.5	0.021	0.6	75.06	989.17	13.18	56.30	479.76	8.52
731.04	Massi naturali di 1a categoria	0.24	0.029	0.6	57.23	1164.97	20.36	42.92	565.03	13.16

Sezione	Tipo di rivestimento	h [m]	i [m/m]	d [m]	$\tau_{0\text{fondo}}$ [N/m ²]	$\tau_{\text{cr,fondo}}$ [N/m ²]	$t_{\text{cr,fondo}}/t_{0\text{fondo}}$	$\tau_{0\text{sponde}}$ [N/m ²]	$\tau_{\text{cr,sponde}}$ [N/m ²]	$t_{\text{cr,sponde}}/t_{0\text{fondo}}$
614.88	Massi naturali di 1a categoria	1.75	0.008	0.6	70.07	804.98	11.49	52.56	390.42	7.43
555.85	Massi naturali di 1a categoria	1.34	0.003	0.6	21.85	841.61	38.51	16.39	408.19	24.90
449.35	Massi naturali di 1a categoria	1.34	0.003	0.6	21.85	841.61	38.51	16.39	408.19	24.90
338.39	Massi naturali di 1a categoria	1.32	0.003	0.6	21.63	843.57	39.00	16.22	409.14	25.22
221.67	Massi naturali di 1a categoria	1.22	0.005	0.6	34.13	852.40	24.97	25.60	413.43	16.15

Tabella 103 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 17 – pk 21+150

Sezione	Tipo di rivestimento	h [m]	i [m/m]	d [m]	$\tau_{0\text{fondo}}$ [N/m ²]	$\tau_{\text{cr,fondo}}$ [N/m ²]	$t_{\text{cr,fondo}}/t_{0\text{fondo}}$	$\tau_{0\text{sponde}}$ [N/m ²]	$\tau_{\text{cr,sponde}}$ [N/m ²]	$t_{\text{cr,sponde}}/t_{0\text{fondo}}$
5	Massi naturali di 1a categoria	0.87	0.0013	0.6	8.34	905.95	108.60	6.26	439.40	70.23
5bis	Massi naturali di 1a categoria	1.35	0.0009	0.6	8.42	842.38	100.05	6.31	408.57	64.70
2	Massi naturali di 1a categoria	1.56	0.0005	0.6	5.39	824.57	152.86	4.05	399.93	98.85
4	Massi naturali di 1a categoria	1.76	0.0003	0.6	3.39	810.59	239.40	2.54	393.15	154.82

Tabella 104 - Verifica all'erosione del rivestimento previsto per l'interferenza idraulica n. 18 – pk 22+025

Come si evince dalle precedenti tabelle, il rivestimento in progetto è sempre in grado di resistere agli sforzi tangenziali esercitati dalla corrente per il tempo di ritorno di progetto.



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI –
LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - RipaltaRELAZIONE IDRAULICA OPERE DI
ATTRAVERSAMENTO MAGGIORIPROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
LI02 02 D 78 RI ID0002 002 A 209DI217

7.2. Rivestimento in Materassi Tipo Reno

Si riportano di seguito i valori delle velocità della corrente in corrispondenza delle sezioni rivestite:

Sezione	d [m]	V [m/s]
20+250		
470.59	0.15	1.54
400.14	0.15	2.49
239.93	0.15	2.6
0.61	0.15	0.11
24+909,60		
250.00	0.15	1.48
245.00*	0.15	3.78
240.00	0.15	6.29
230.00	0.15	5.08
220.00	0.15	4.23
210.00	0.15	3.8
200.00	0.15	3.87
190.00	0.15	3.91
180.00	0.15	0.8
170.00	0.15	3.57
160.00	0.15	3.91
150.00	0.15	0.9
140.00	0.15	3.56
130.00	0.15	1.25
120.00	0.15	3.56
100.00	0.15	3.99
90.00	0.15	3.73
80.00	0.15	3.91
70.00	0.15	3.07
60.00	0.15	2.79
50.00	0.15	2.85
49.00*	0.15	2.58

	LINEA PESCARA – BARI				
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta				
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 78 RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 210 DI 217

Sezione	d [m]	V [m/s]
40.00	0.15	2.29

Tabella 105 - Verifica Rivestimenti in Materassi Tipo Reno

Come si evince dalla su riportata tabella il valore massimo della velocità di deflusso della corrente risulta sempre inferiore a 5.0 m/s.

Prove di laboratorio mostrano che i rivestimenti in materassi tipo “Reno” dello spessore di 30 cm e riempimento con pezzatura variabile tra i 70-120 mm presentano una velocità critica (primo movimento) di 4.2 m/s e una velocità limite (massima deformazione) pari a 5.5 m/s; se invece si adotta una pezzatura variabile tra 100-150 mm si possono raggiungere velocità critiche (primo movimento) di 5,0 m/s e velocità limite (massima deformazione) di 6,4 m/s.

I gabbioni, invece, dello spessore di 50 cm e riempimento con pezzatura variabile tra i 100-200 mm presentano una velocità critica (primo movimento) di 5.8 m/s e una velocità limite (massima deformazione) pari a 7.6 m/s; se invece si adotta una pezzatura variabile tra 120-250 mm si possono raggiungere velocità critiche (primo movimento) di 6,4 m/s e velocità limite (massima deformazione) di 8,0 m/s.

Type	Thickness (m)	Filling stones		Critical velocity (*)	Limit velocity (*)
		stone size	d ₅₀		
Reno mattress	0,15-0,17	70-100	0.085	3.5	4.2
		70-150	0.110	4.2	4.5
	0,23-0,25	70-100	0.085	3.6	5.5
		70-150	0.120	4.5	6.1
	0,30	70-120	0.100	4.2	5.5
		100-150	0.125	5.0	6.4
Gabions	0,50	100-200	0.150	5.8	7.6
		120-250	0.190	6.4	8.0

Tabella 106 - Velocità critica e Limiti di velocità per materassi reno e gabbioni

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 211 DI 217

8. COMPATIBILITA' IDRAULICA

Le opere in progetto sono tese al raddoppio della linea ferroviaria Pescara – Bari nel tratto compreso tra la stazione di Termoli e di Ripalta per una lunghezza complessiva di circa 25 km compresa tra la progressiva km 0+000 e la km 24+930.

Il tracciato della linea si sviluppa su un territorio percorso da vie d'acqua a regime prevalentemente torrentizio con attraversamento in viadotto del Fiume Biferno, del Torrente Saccione e del Vallone Due Miglia.

Nello studio effettuato è stata valutata la compatibilità idraulica dell'infrastruttura di progetto con il territorio ed è stata analizzata la sicurezza del corpo ferroviario, identificando in termini di funzionalità e sicurezza i manufatti di presidio idraulico più opportuni, garantendo la minima interferenza delle opere ferroviarie con il normale deflusso delle acque.

Gli strumenti normativi presi a riferimento nella valutazione della compatibilità idraulica delle opere di progetto sono:

- *(P.A.I.) - Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini del Fiume Biferno e Minori e del Fiume Saccione* redatto dall'Autorità di Bacino Interregionale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore, approvato dal Comitato Tecnico nella seduta n.25 del 16/12/2004;
- *PGRA (Piano di Gestione Rischio Alluvioni) del distretto idrografico dell'Appennino Meridionale di recente emanazione.*

Nel Piano sono individuate le aree soggette a pericolosità idraulica attraverso l'individuazione, la localizzazione e la caratterizzazione degli eventi alluvionali che abbiano prodotto effetti sul territorio, in particolare danni a persone o cose, o, semplicemente, abbiano creato condizioni di disagio o allarme. Tale individuazione è un importante strumento che ha condotto alla delimitazione delle aree a potenziale rischio inondazione.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 212DI217

I tratti ricadenti all'interno di aree a potenziale rischio di allagamento sono stati previsti secondo una tipologia costruttiva a viadotto al fine di rendere idraulicamente “trasparente” la nuova infrastruttura.

8.1 Studio idrologico

Lo studio idrologico è stato condotto con l'obiettivo di valutare, con i modelli recentemente proposti in letteratura, le portate al colmo di piena nei corsi d'acqua interessati dalle opere in progetto.

Le stime delle portate sono state effettuate mediante l'applicazione del metodo razionale, a partire dai dati di precipitazione calcolati con l'analisi statistica di Gumbel, e attraverso l'applicazione delle formulazioni del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini dei fiumi Biferno e Saccione. Sono state, inoltre, presi in considerazione i valori delle portate al colmo fornite dall'Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore.

I valori di portata di progetto assunti nelle verifiche idrauliche sono quelli determinati con il metodo razionale.

Le stime condotte sono riportate nelle Relazione Idrologica annessa.

8.2 Verifiche idrauliche

Gli attraversamenti sui corsi d'acqua sono stati verificati sulla base delle prescrizioni tecniche ferroviarie, sulla base delle NTA del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini del Fiume Biferno e Minori e del Fiume Saccione e per quanto concerne i ponti secondo le prescrizioni previste dalle Norme Tecniche delle Costruzioni 2008 e relativa Circolare Applicativa.

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 213DI217

Per quanto non espressamente indicato, valgono per analogia le prescrizioni di cui ai paragrafi 5.1, 5.2, 5.3 e 5.4 del presente documento.

8.3 Sistemazioni idrauliche

Gli interventi previsti in alveo sono stati definiti applicando criteri di ingegneria naturalistica ed utilizzando laddove possibile, opere di protezione di tipo “elastico” quali massi sciolti, materassi di tipo Reno, che costituiscono un’affidabile protezione degli stessi dall’azione erosiva della corrente di piena.

Nella progettazione di ponti e viadotti si è cercato di minimizzare la realizzazione di pile nell’alveo di magra dei corsi d’acqua in modo da variare il meno possibile le caratteristiche del moto della corrente di piena.

Gli interventi di sistemazione ripropongono la sagoma delle sezioni attuali d’alveo, e incidono solo localmente sulle pendenze longitudinali dei corsi d’acqua.

Le sistemazioni idrauliche sono state progettate in generale con lo scopo di:

- assicurare con il periodo di ritorno previsto la sicurezza dell’infrastruttura ferroviaria;
- diminuire le eventuali condizioni di rischio, eliminando o riducendo eventuali esondazioni nella zona di intervento;
- non alterare le condizioni di deflusso idrico e solido nel tratto oggetto di studio;
- impedire divagazioni che possano andare ad interessare le opere di fondazione delle pile o delle spalle;
- assicurarsi che l’evoluzione della livelletta d’alveo, non approfondisca l’incisione esistente in corrispondenza dell’opera di attraversamento;

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 214DI217

- evitare le conseguenze derivanti dai fenomeni di erosione localizzata.

Particolari accorgimenti sono stati adottati per una corretta manutenzione delle opere, onde poter ridurre al minimo gli interventi atti a garantirne l'efficienza e, in ogni caso, a ridurre a livelli minimi i costi delle opere.

8.4 L'analisi di compatibilità idraulica

Nell'ambito del progetto si è preceduto con la sovrapposizione dell'impronta del corpo ferroviario con le aree di pericolosità previste dal P.A.I.

L'infrastruttura ferroviaria di progetto è in gran parte esterna alla perimetrazione del Piano di Bacino. Solo in alcuni brevi tratti si ravvisa l'attraversamento in aree a pericolosità idraulica, laddove la tipologia costruttiva prevista è in viadotto.

In particolare, la linea ferroviaria Termoli – Lesina, tratta Termoli – Ripalta, attraversa le aree di pericolosità idraulica dei Fiumi Biferno, Saccione e del Vallone Due Miglia (P3 (alta): aree inondabili per tempo di ritorno minore o uguale a 30 anni; P2 (moderata): aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 30 e uguale a 200 anni; P1 (bassa): aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 200 e minore o uguale a 500 anni).

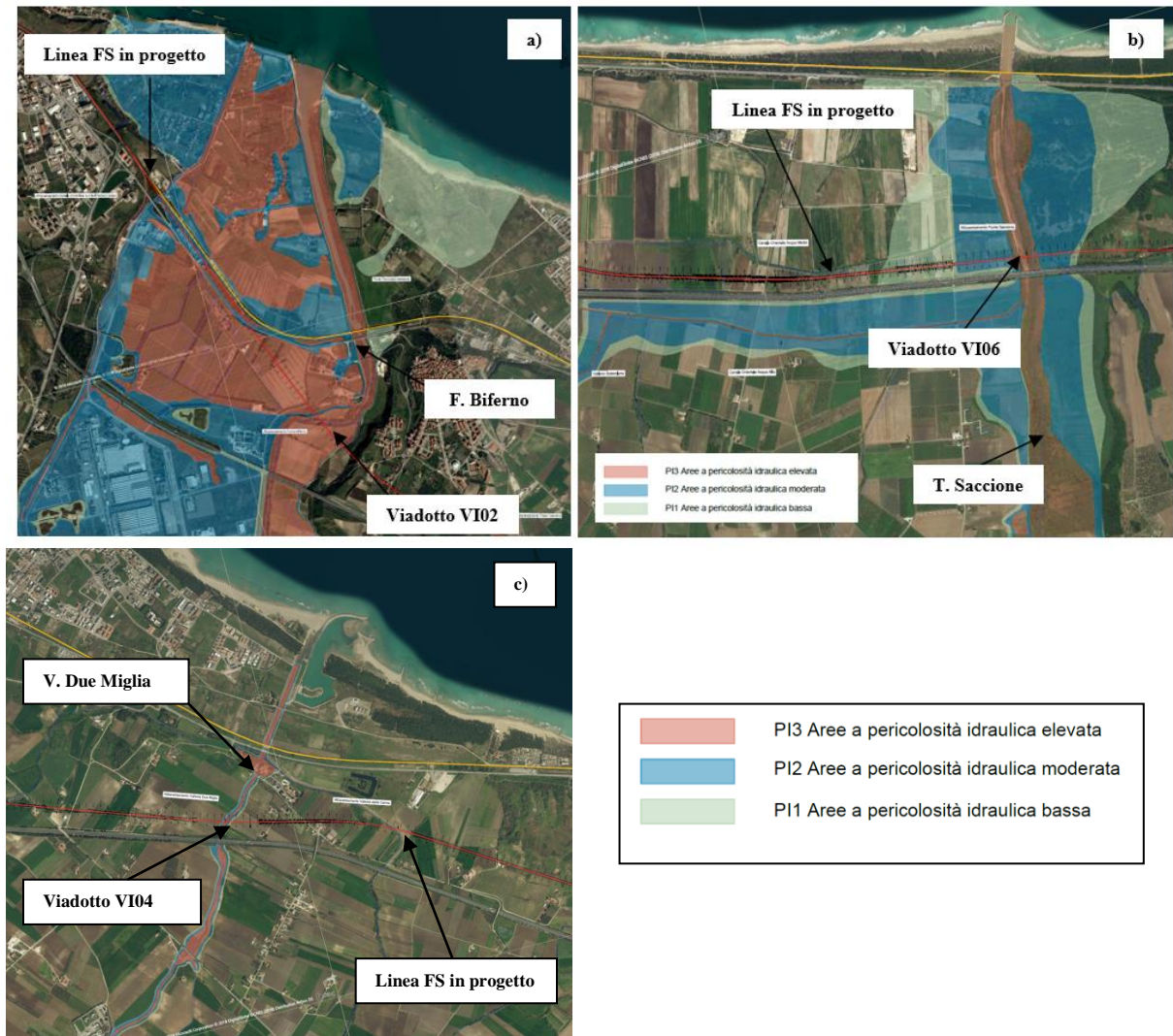


Figura 72 - Aree di pericolosità idraulica (P.A.I.): a) F. Biferno; b) T. Saccione c) V. Due Miglia

Sulla base delle risultanze dello studio idrologico – idraulico sono stati definiti:

- adeguamenti della livelletta ferroviaria ai franchi minimi richiesti per il transito delle portate con periodo di ritorno di 200/300 anni, nel rispetto dei criteri ferroviari, in riferimento agli attraversamenti idraulici principali;

	LINEA PESCARA – BARI					
	RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta					
RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO RI ID0002 002	REV. A	FOGLIO 216DI217

- presidi idraulici sulle aste fluviali principali e secondarie;

Si rimanda ai paragrafi precedenti per la descrizione degli interventi di presidio previsti.

Le soluzioni prescelte seguono gli indirizzi indicati nelle norme nazionali ed in quelle riportate nelle norme di attuazione del PAI, in quanto:

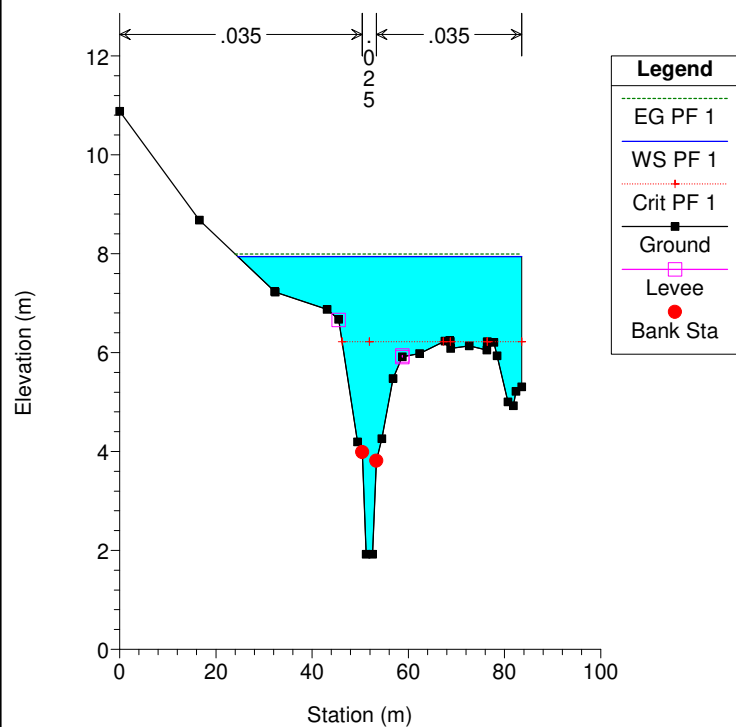
- il potenziamento della linea ferroviaria in progetto risponde a specifiche esigenze di sviluppo ed è legata a fattori di pubblico interesse;
- per ogni opera per evitare fenomeni di erosione all'imbocco ed allo sbocco sono previste opere di raccordo in massi sciolti e/o materassi di tipo reno; tali scelte progettuali permettono di consolidare l'alveo in prossimità dell'opera e stabilizzano il trasporto solido di fondo, non aumentando il rischio idraulico associato al territorio;
- l'insieme delle opere e le deviazioni dei canali non comportano condizionamenti negativi al deflusso della piena, non riducono la loro capacità di invaso e garantiscono il deflusso della piena di progetto;
- per i viadotti la protezione delle pile con scogliere garantisce la sicurezza dell'opera rendendo stabile il fondo dell'alveo e prevenendo eventuali dissesti da erosione;
- il rilevato ferroviario non altera il libero deflusso delle acque per la presenza di una serie di tombini "di continuità" e "di trasparenza", nonché di prolungamento di quelli esistenti che ne garantiscono il libero deflusso;
- l'intervento proposto non aggrava la funzionalità idraulica dell'area in quanto si sviluppa sempre esternamente alle aree di esondazione, eccetto che per l'attraversamento del fiume Biferno, Saccione e del vallone Due Miglia, perseguendo criteri atti al miglioramento delle stesse con i dovuti interventi di sistemazione sviluppati con tecniche di ingegneria naturalistica;

	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA: Lotti 2 e 3: Raddoppio Termoli - Ripalta</p>												
<p>RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI02</td> <td>02</td> <td>D 78</td> <td>RI ID0002 002</td> <td>A</td> <td>217 DI 217</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI02	02	D 78	RI ID0002 002	A	217 DI 217
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
LI02	02	D 78	RI ID0002 002	A	217 DI 217								

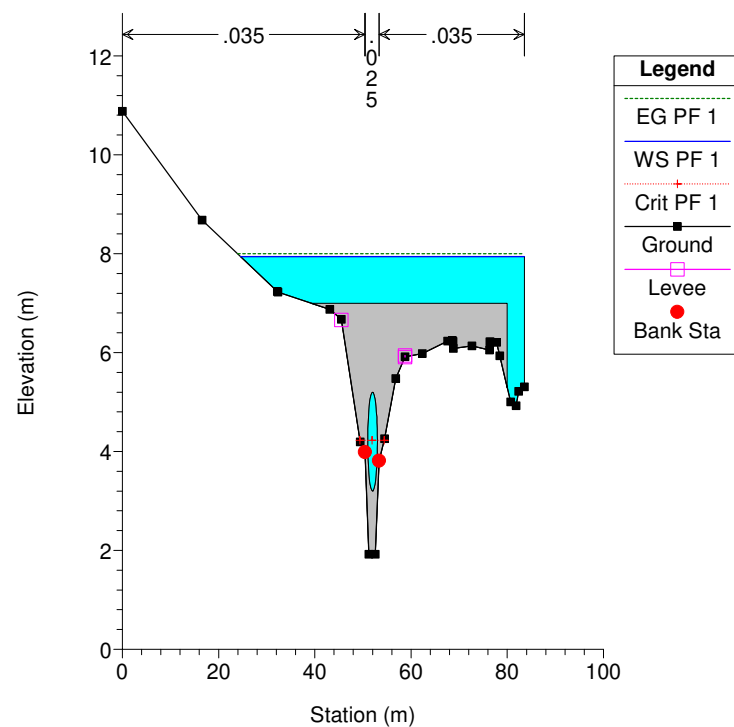
Alla luce delle precedenti considerazioni, la configurazione finale di progetto risulta idraulicamente compatibile con le norme della legislazione vigente di protezione dai rischi idraulici e con la conformazione odierna dei luoghi.

ALLEGATO A: SEZIONI SIMULATE ANTE OPERAM

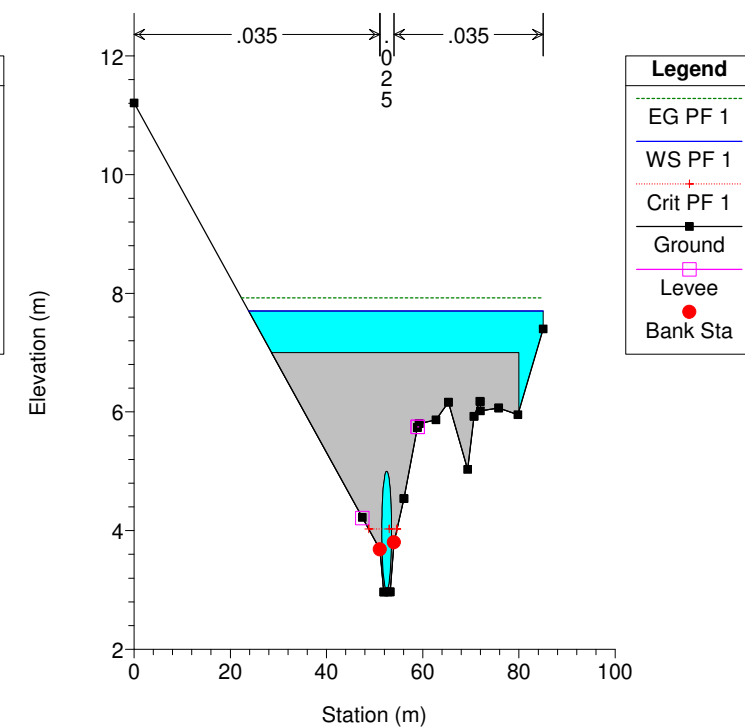
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



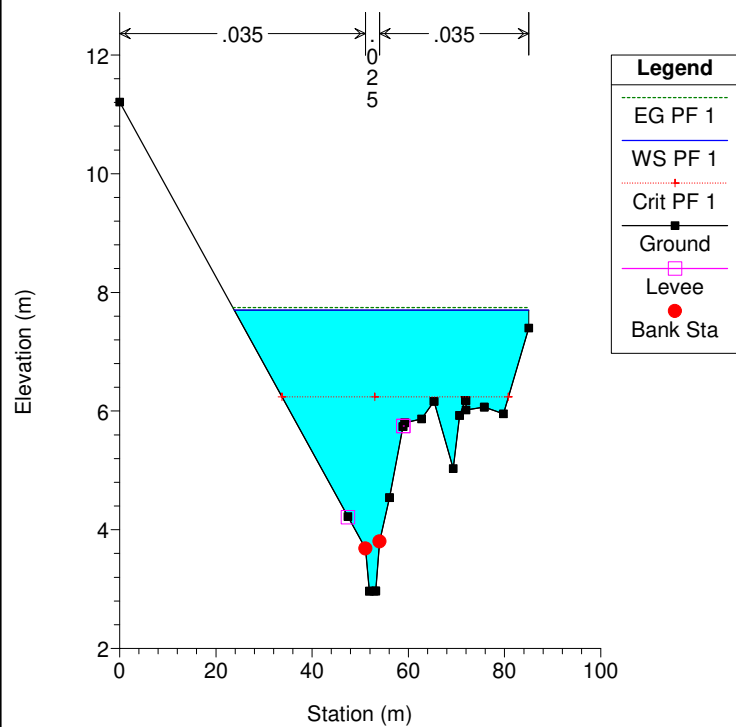
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



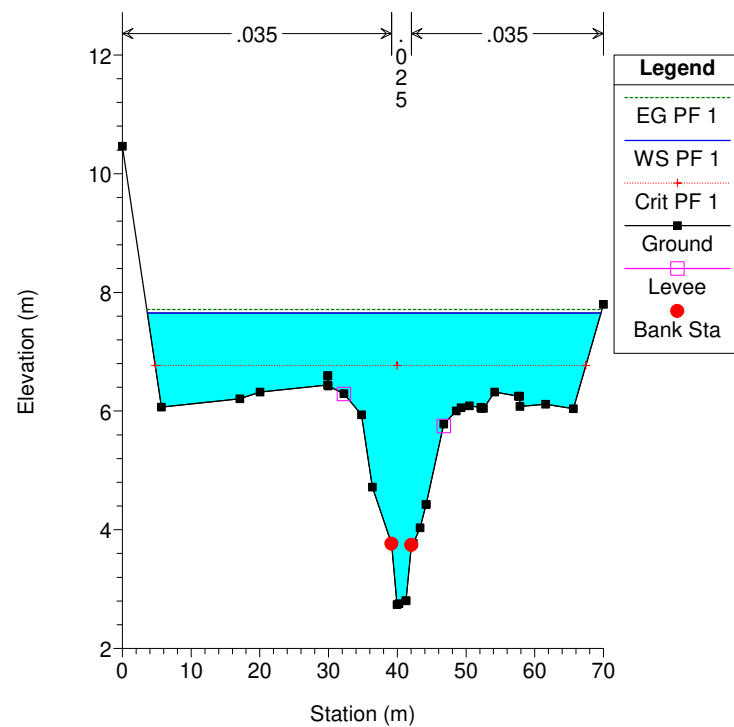
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



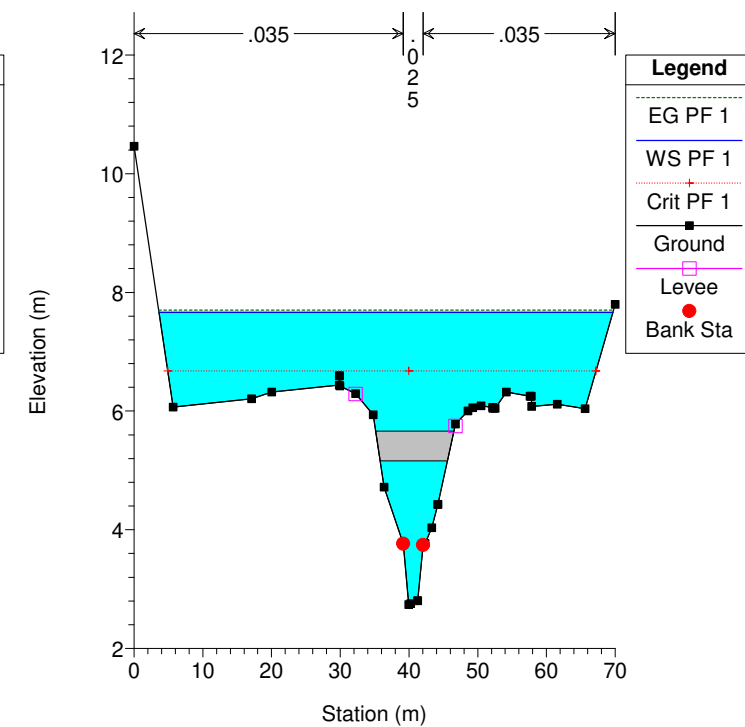
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



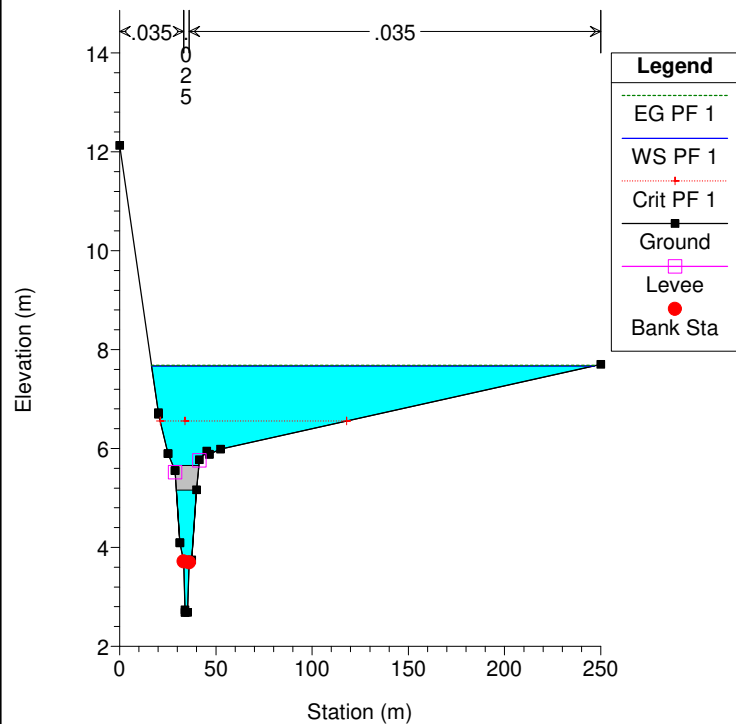
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



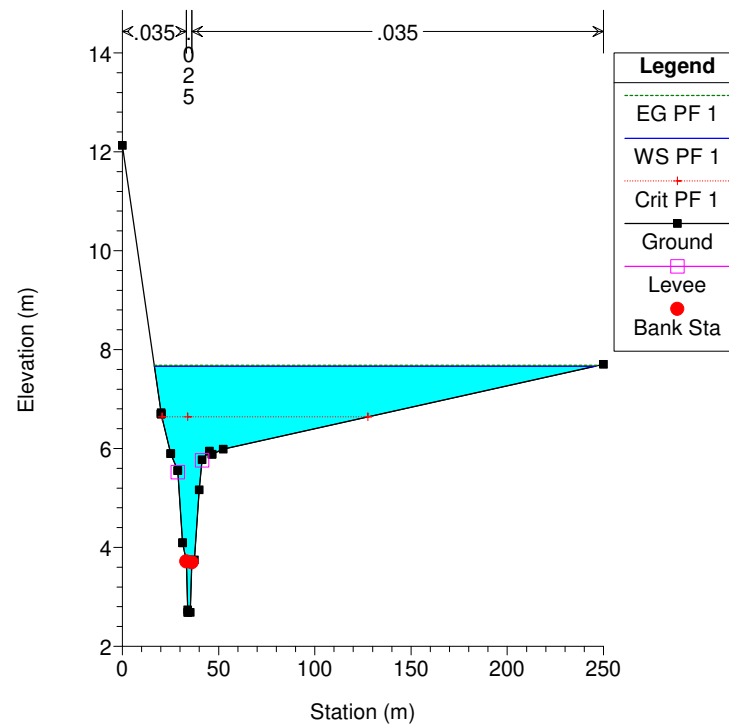
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



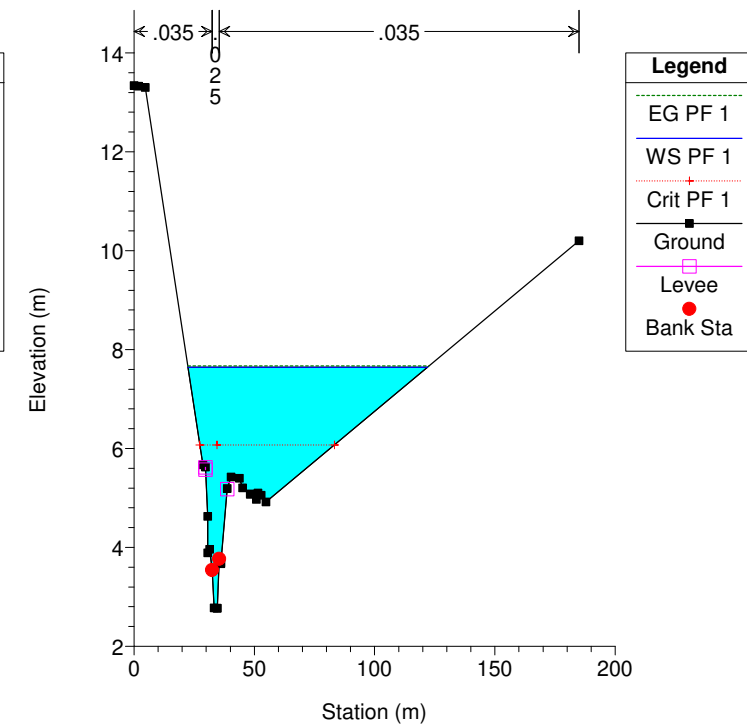
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



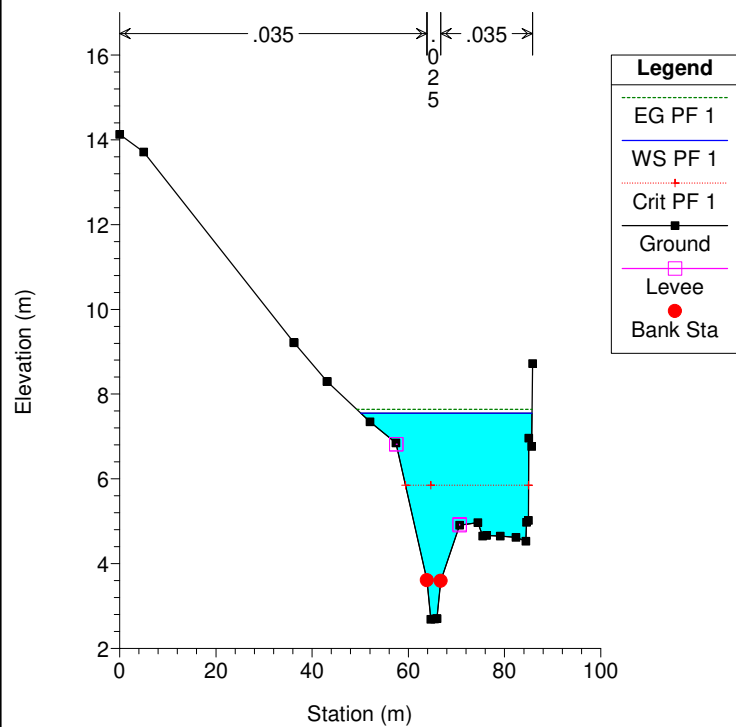
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



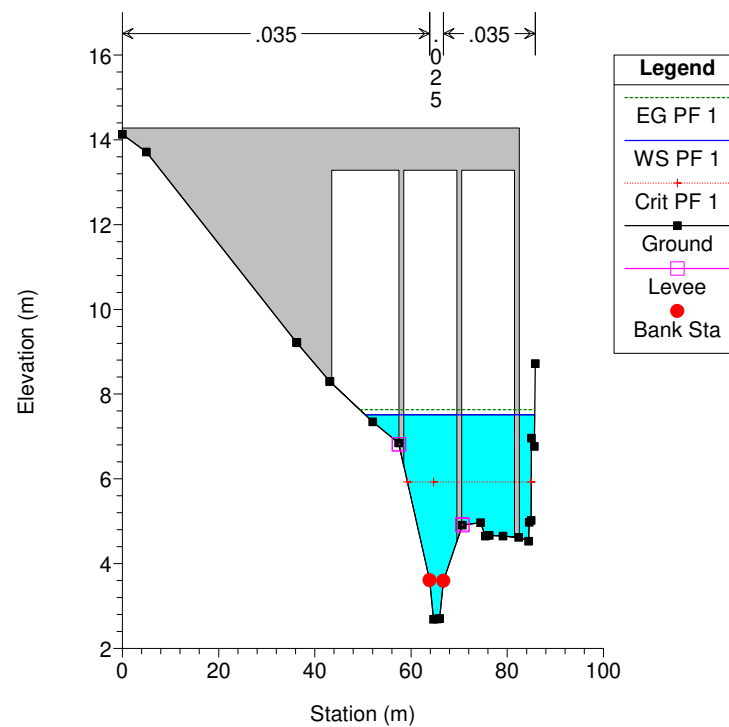
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



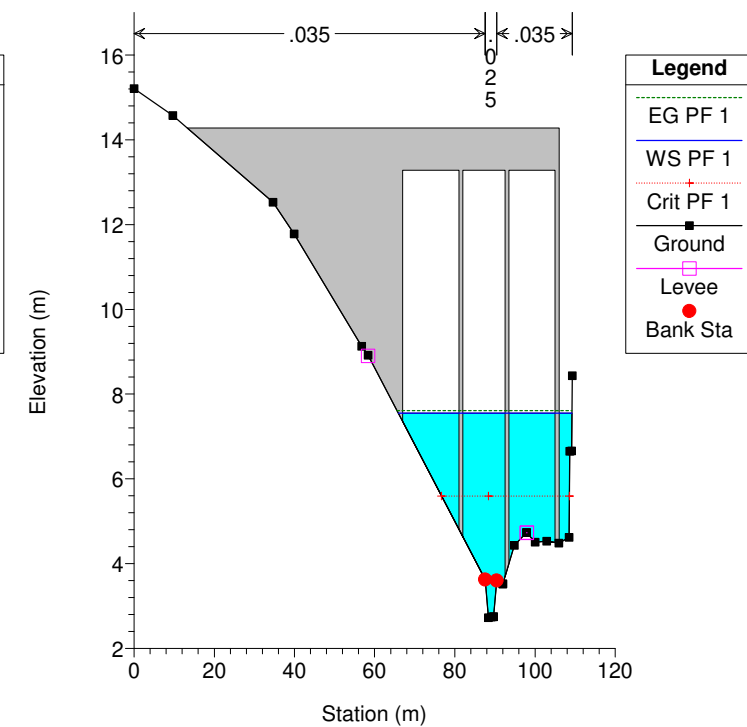
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



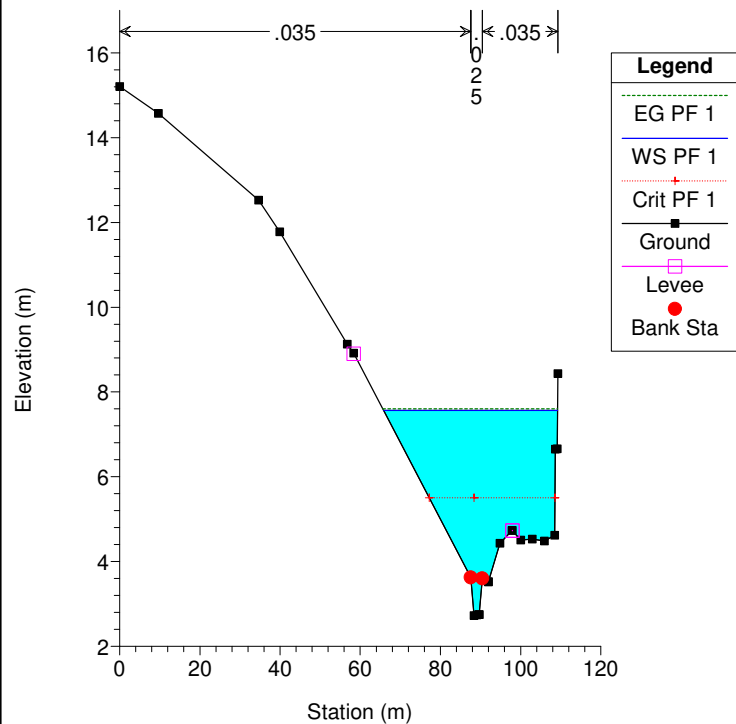
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



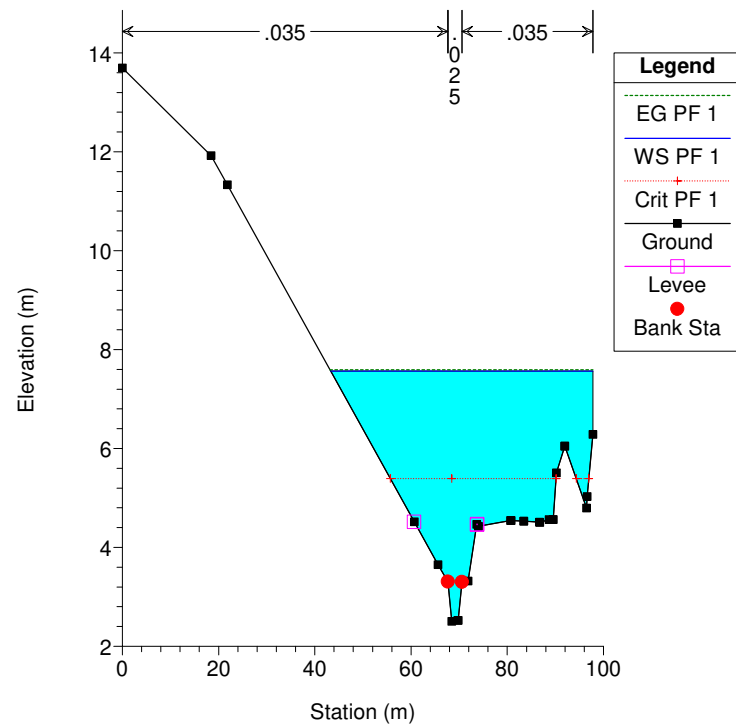
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



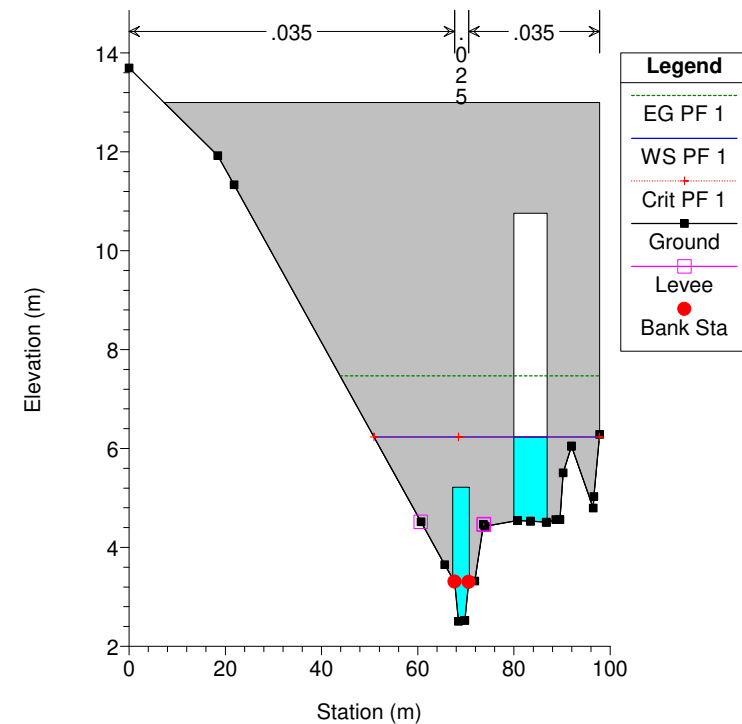
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



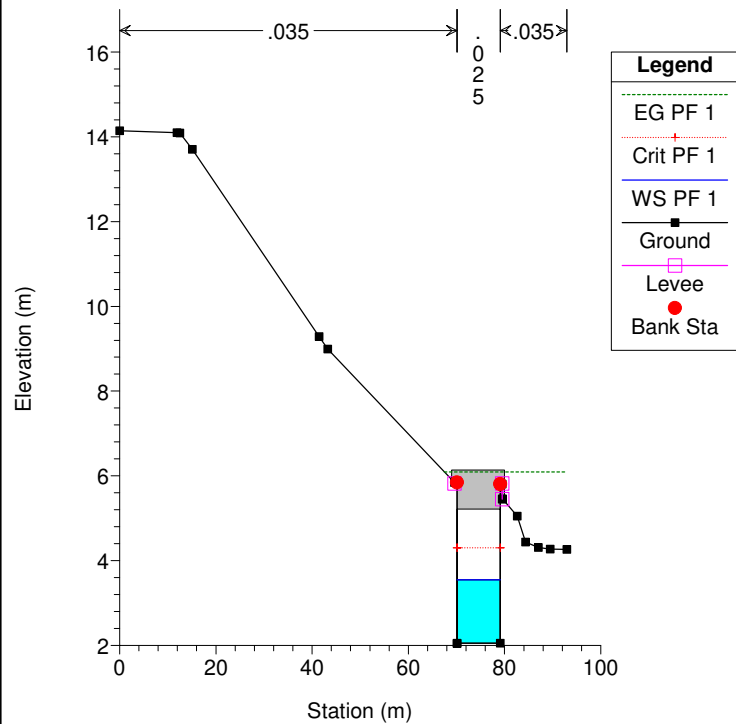
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



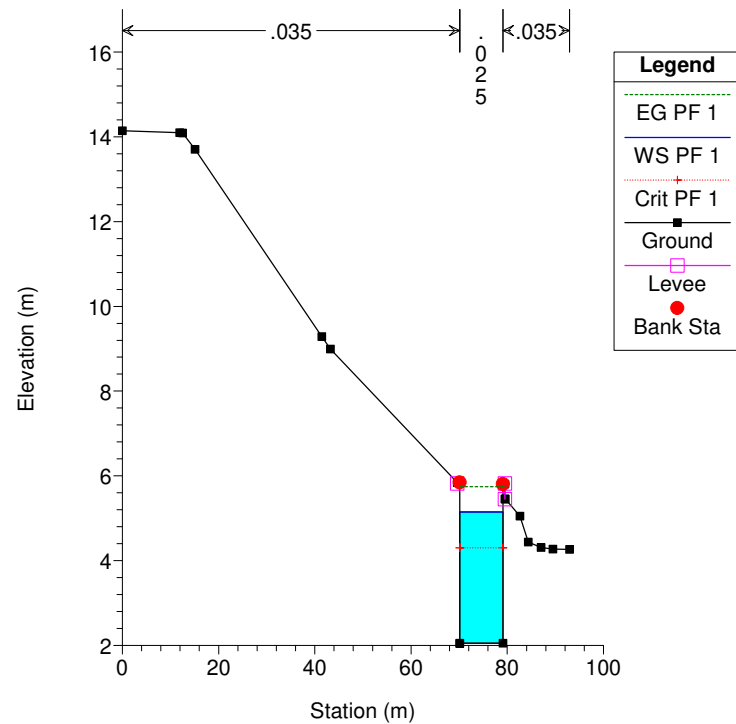
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



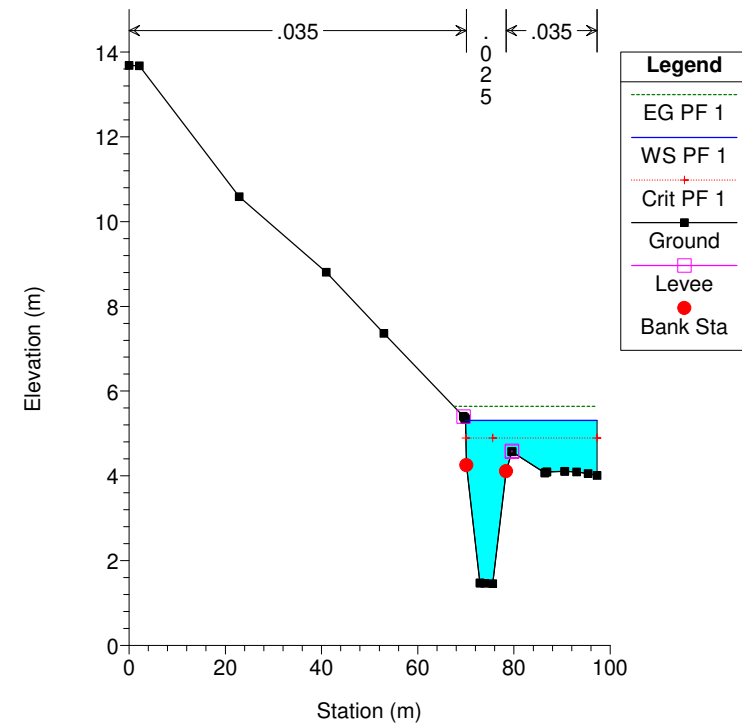
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



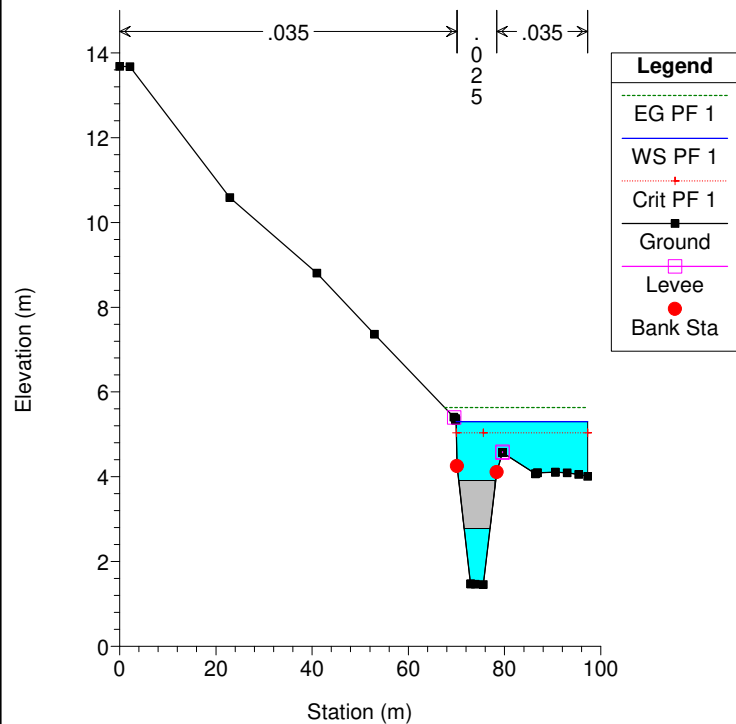
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



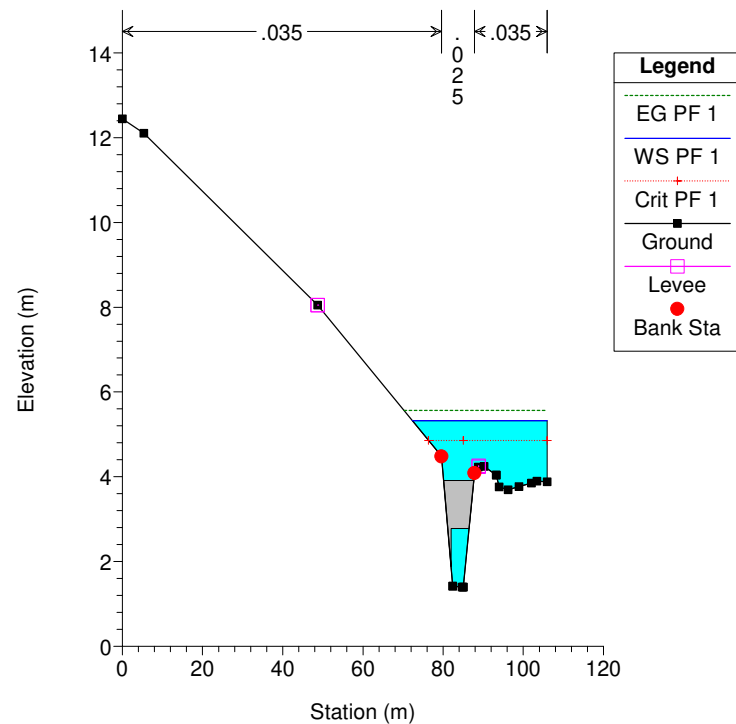
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



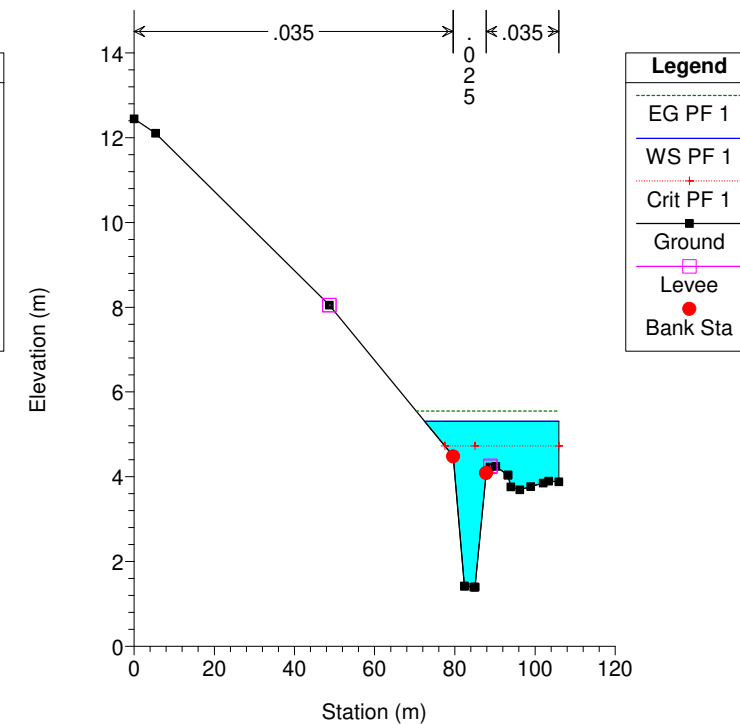
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



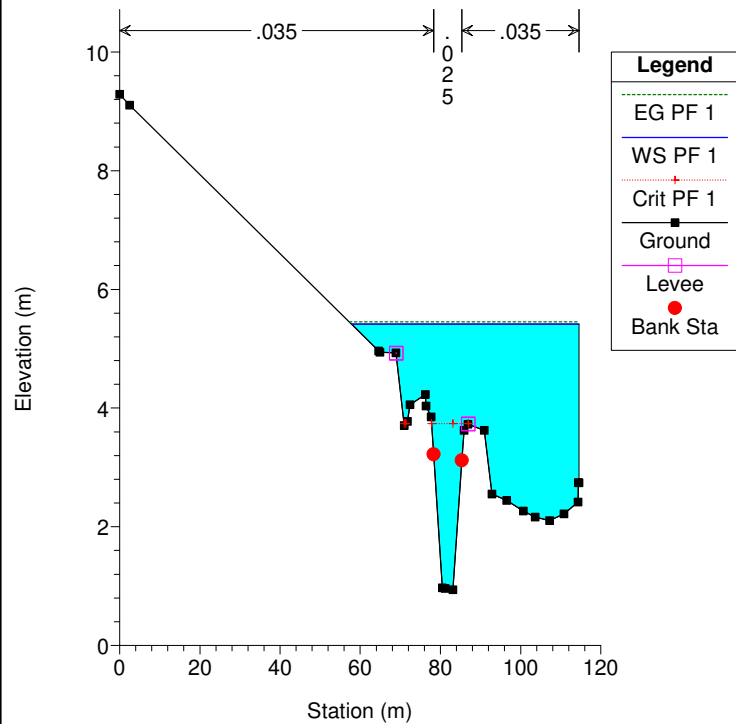
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



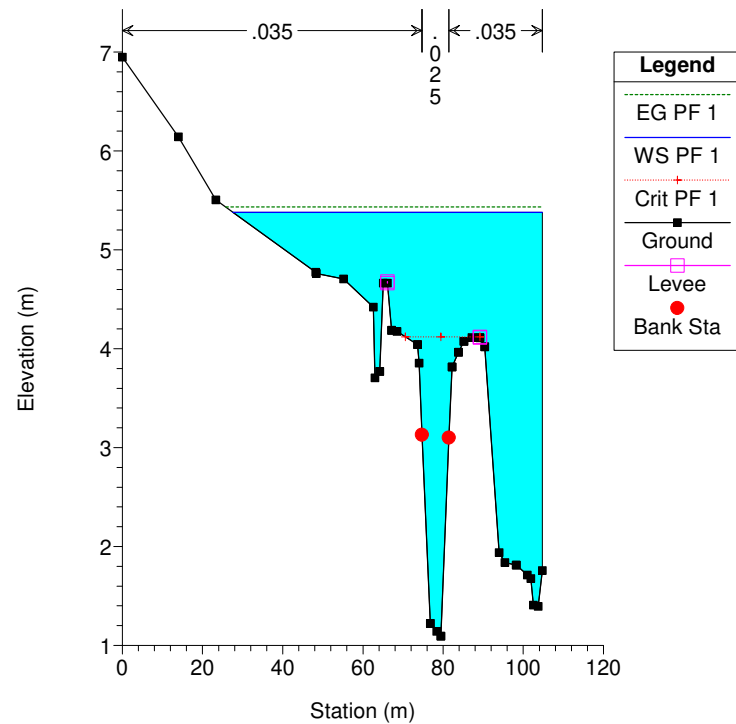
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



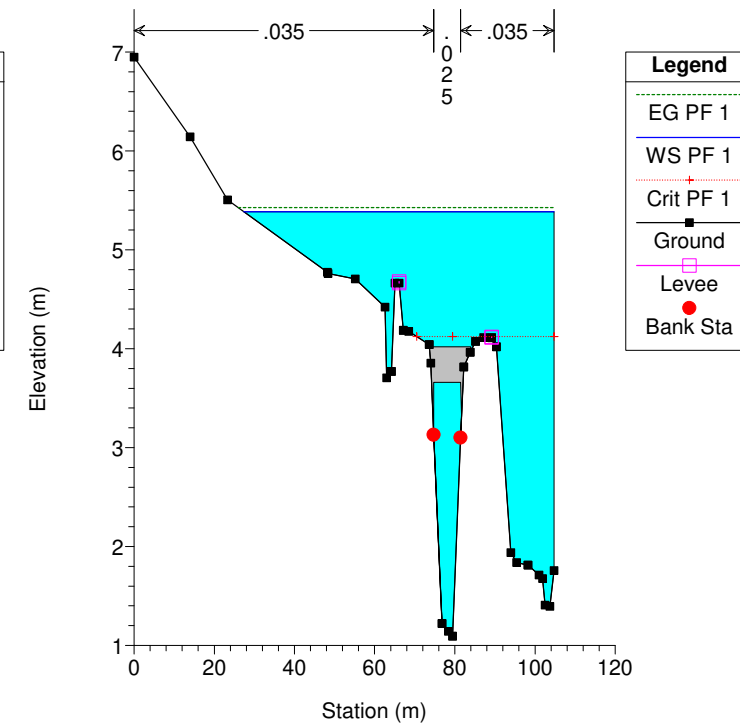
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



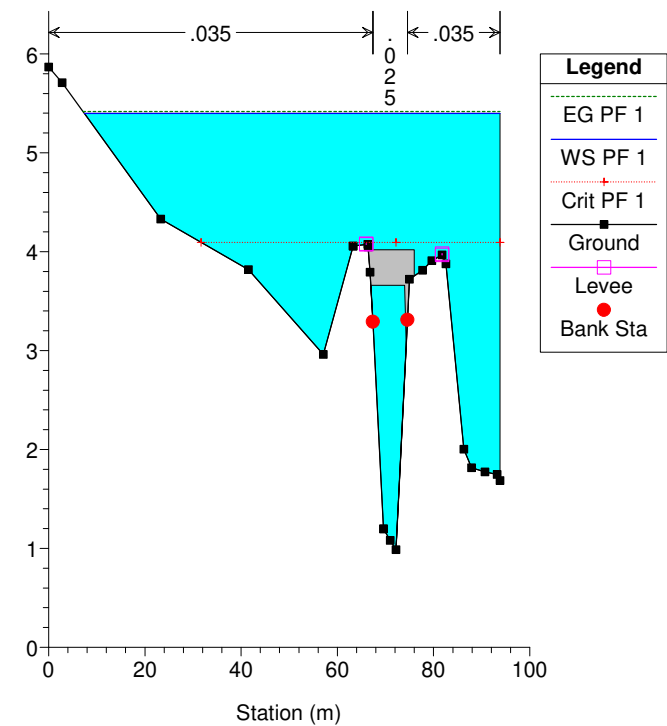
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



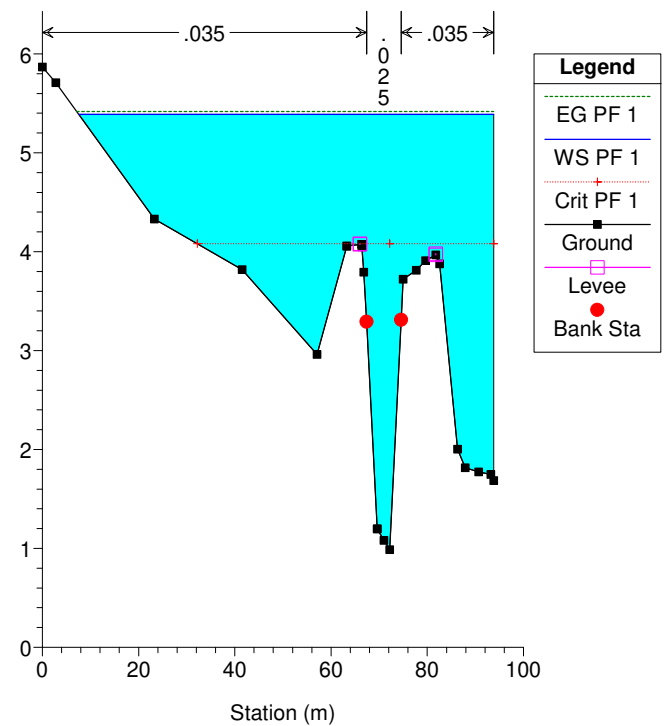
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



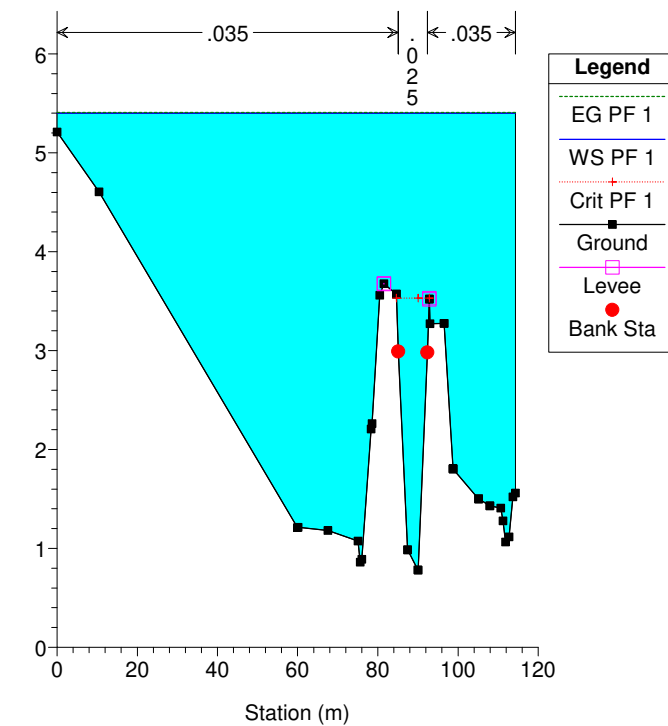
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



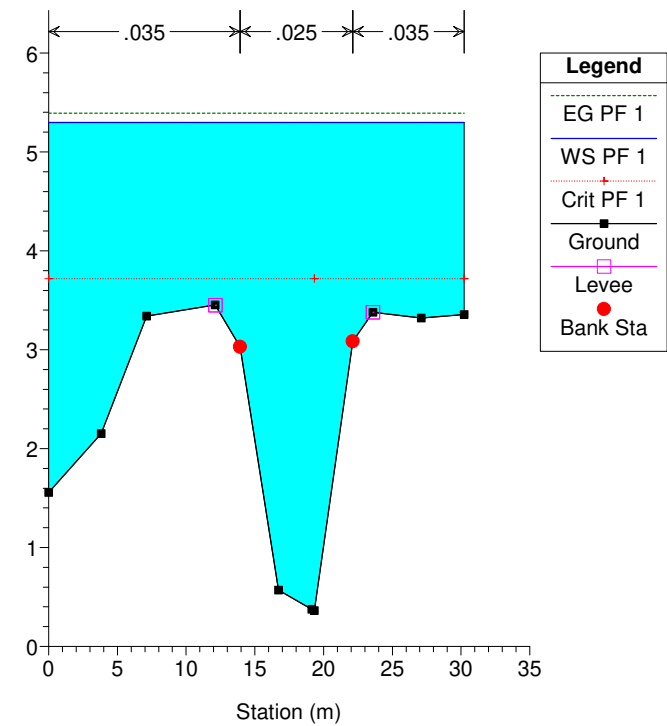
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



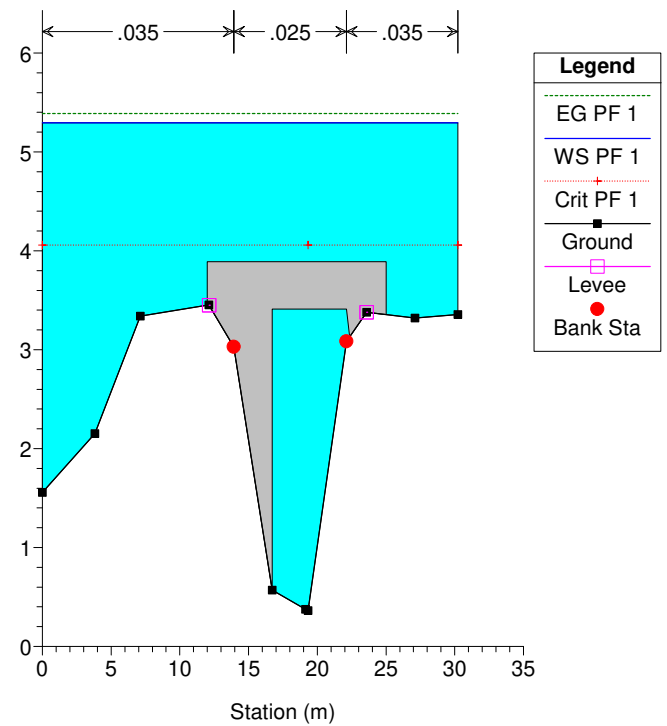
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018



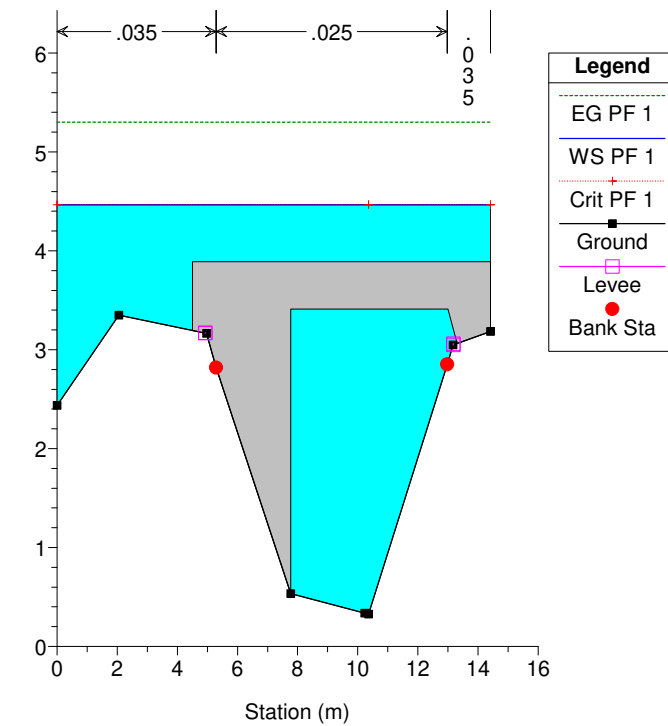
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018

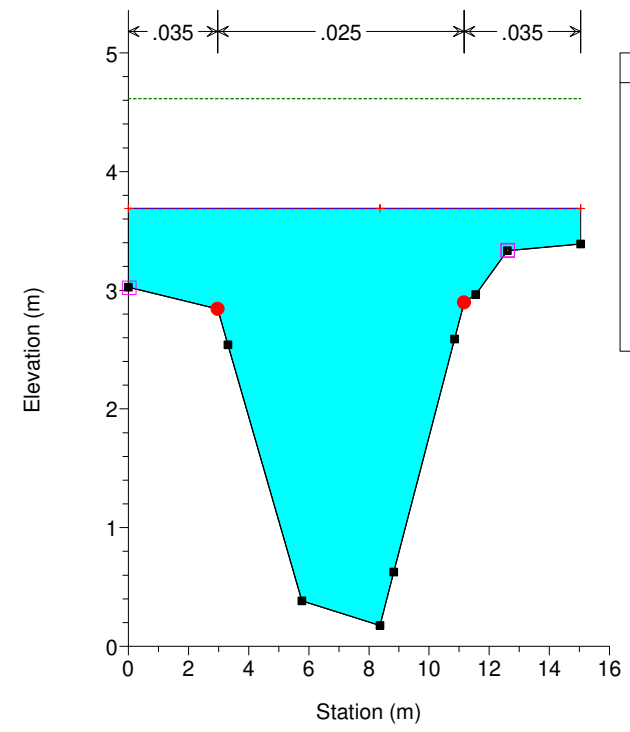
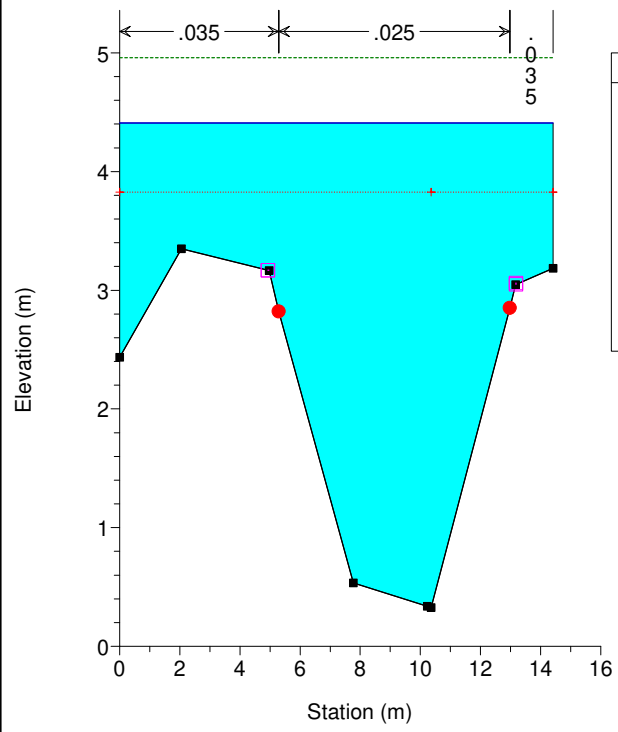


BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018

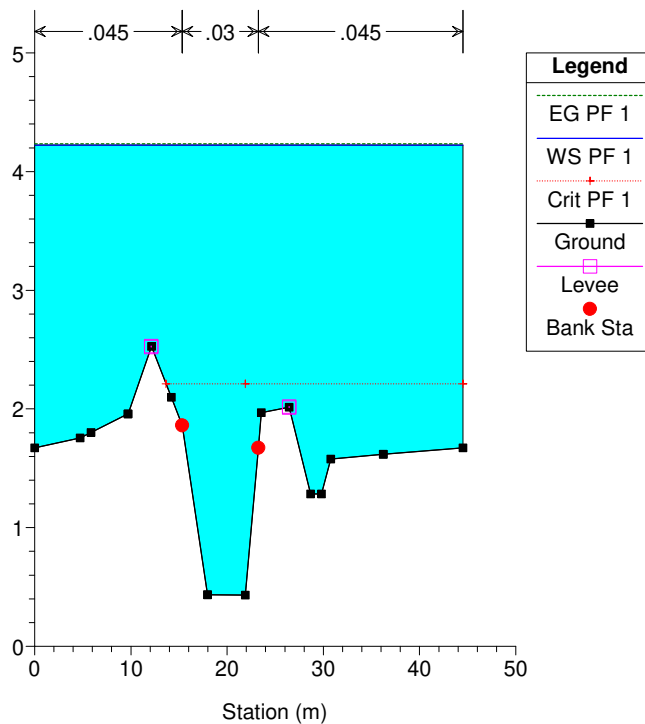


BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 11/06/2018

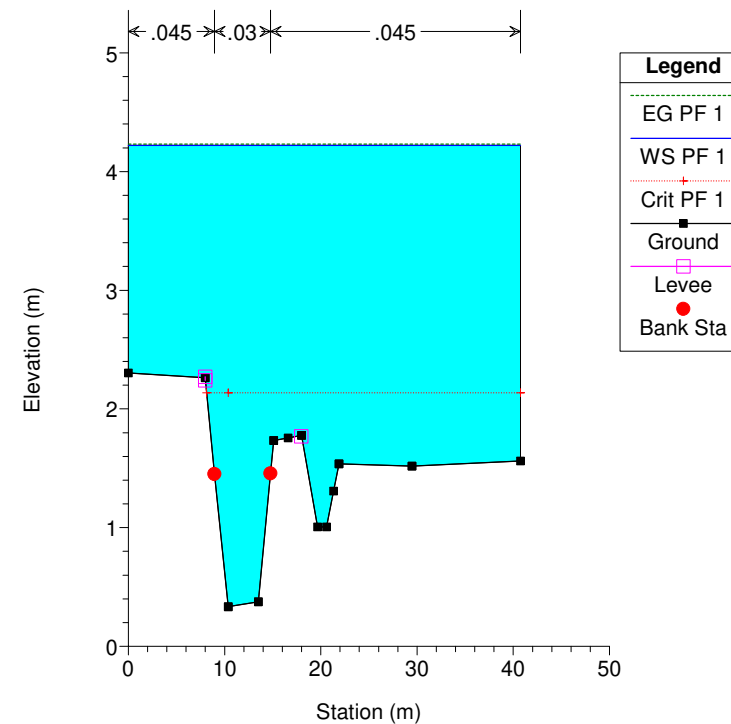




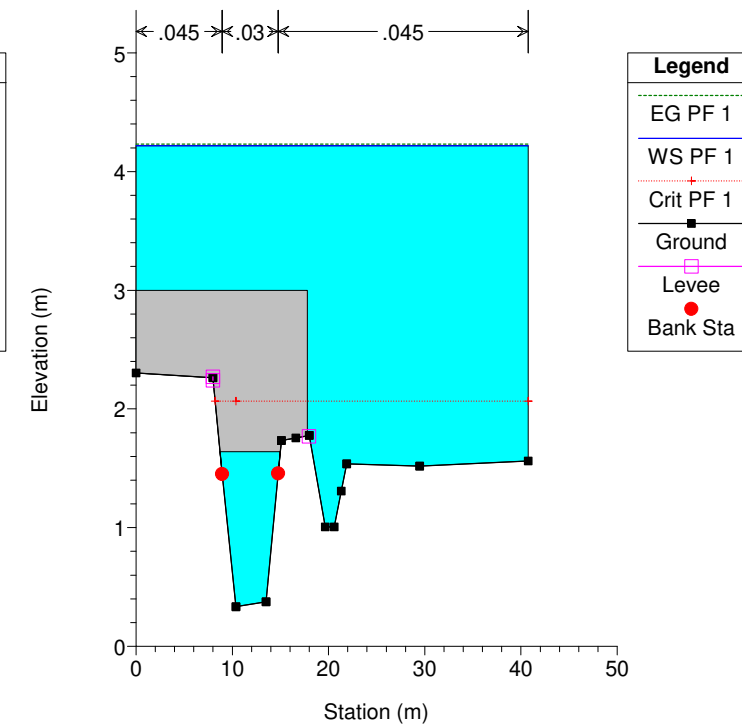
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



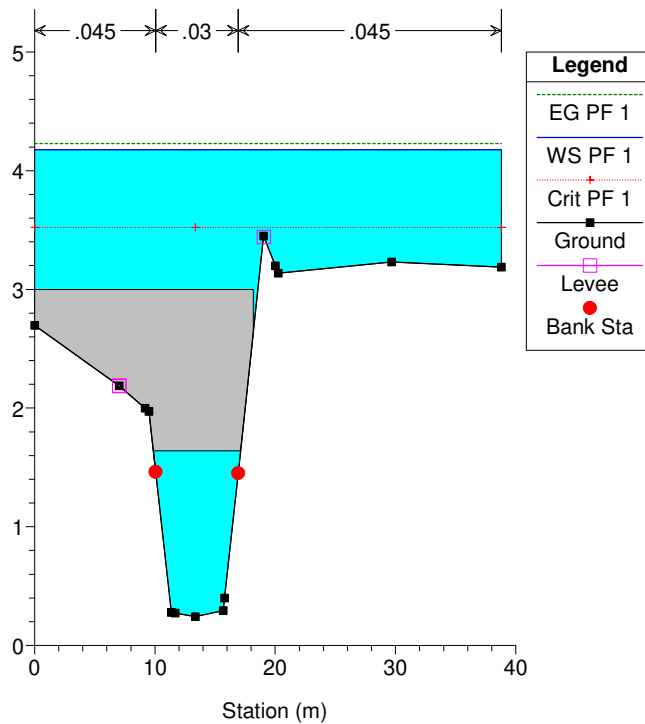
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



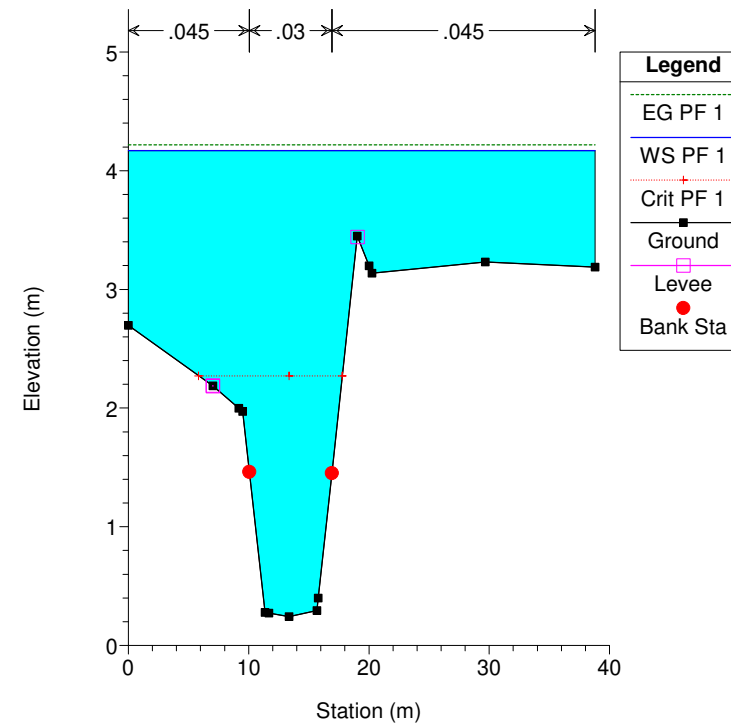
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



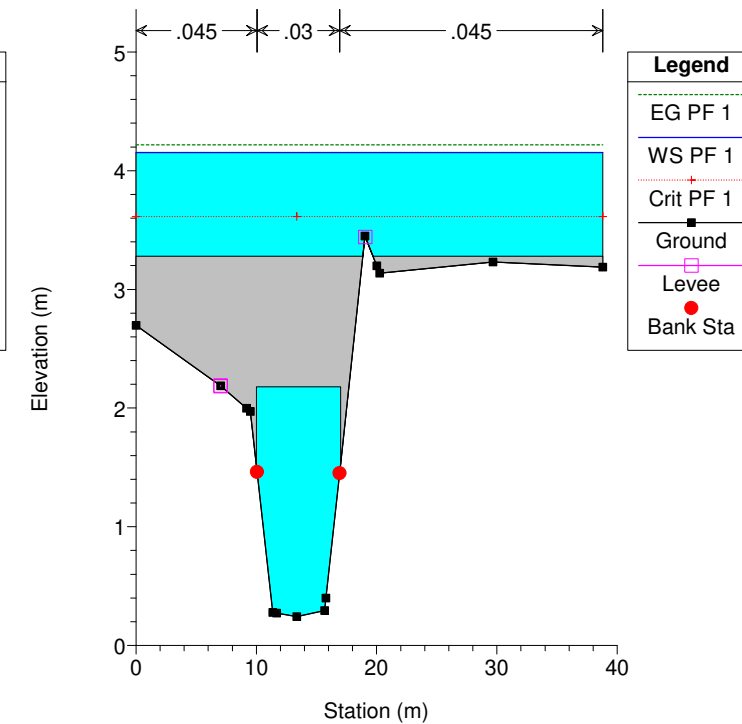
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



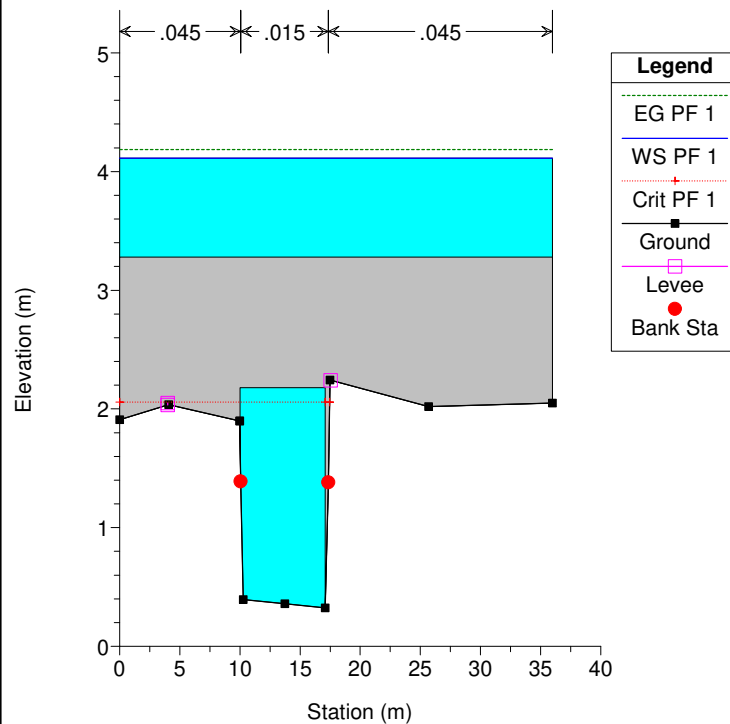
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



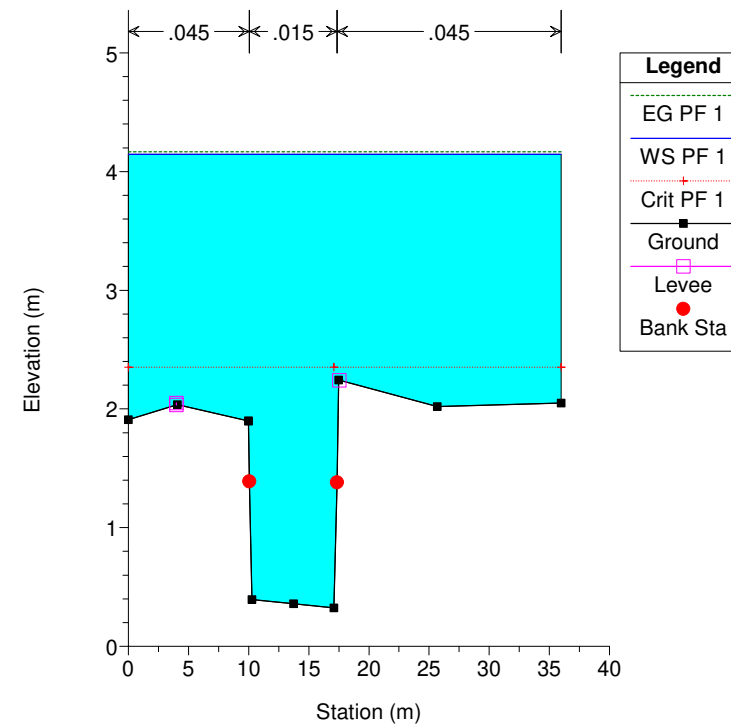
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



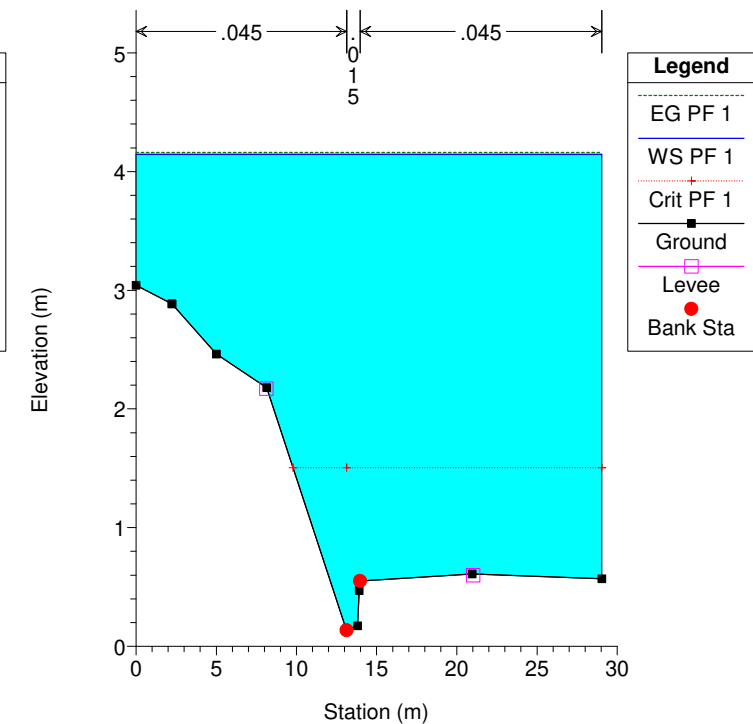
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



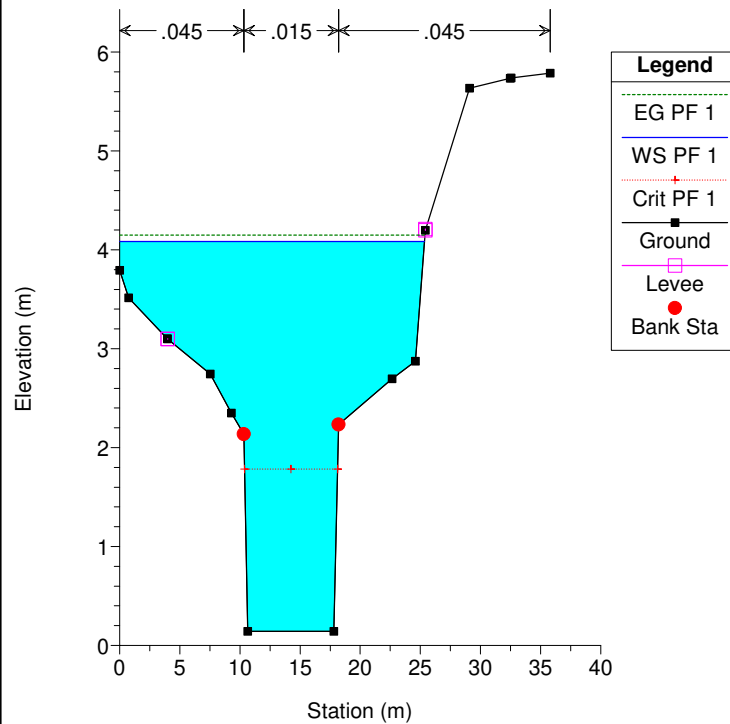
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



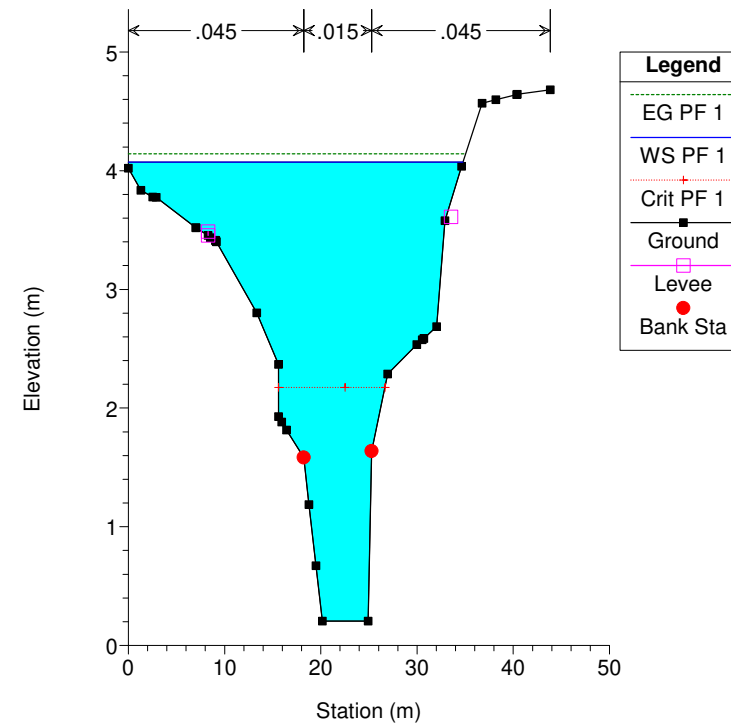
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



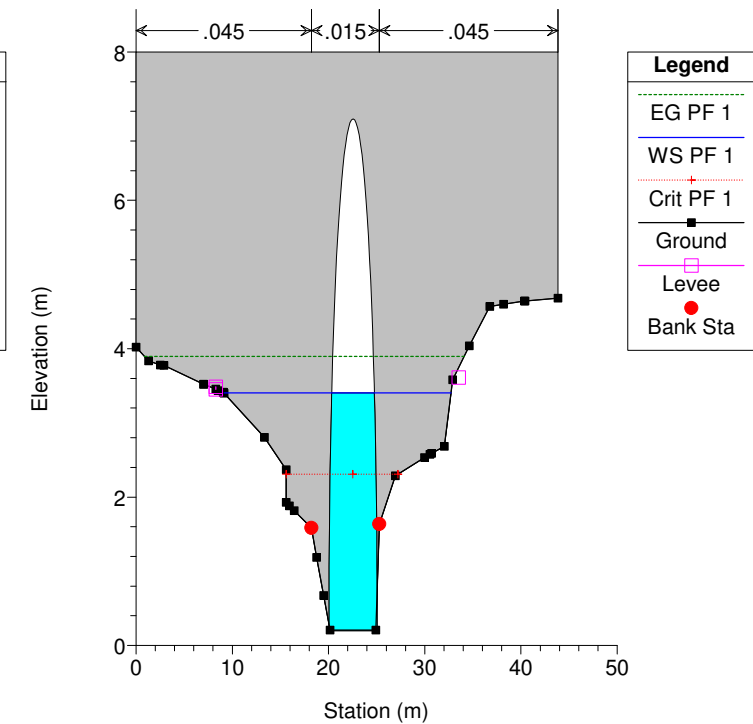
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



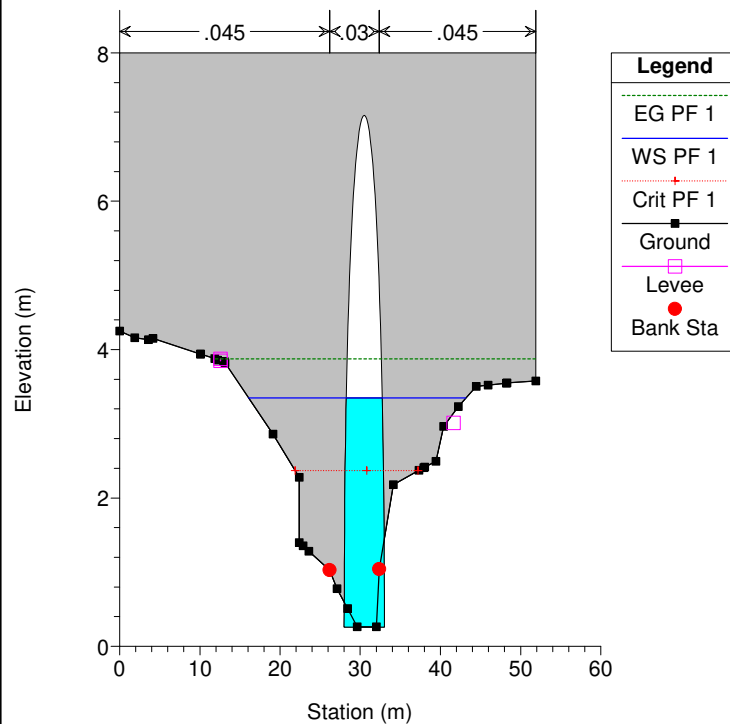
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



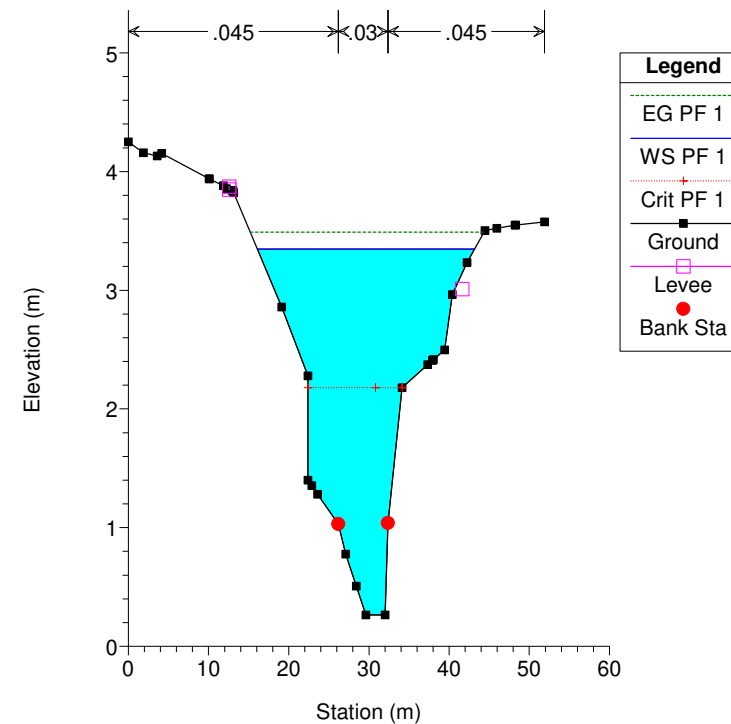
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



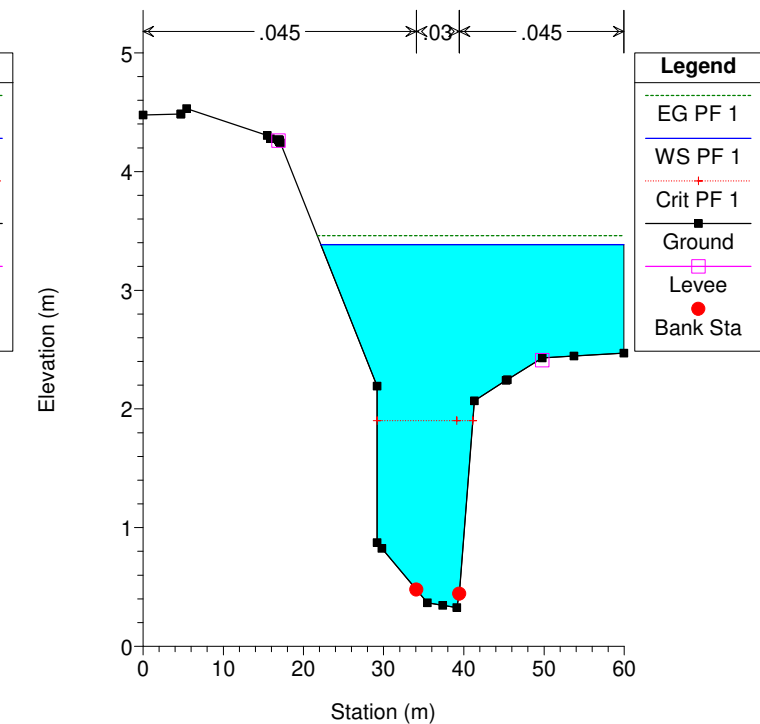
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



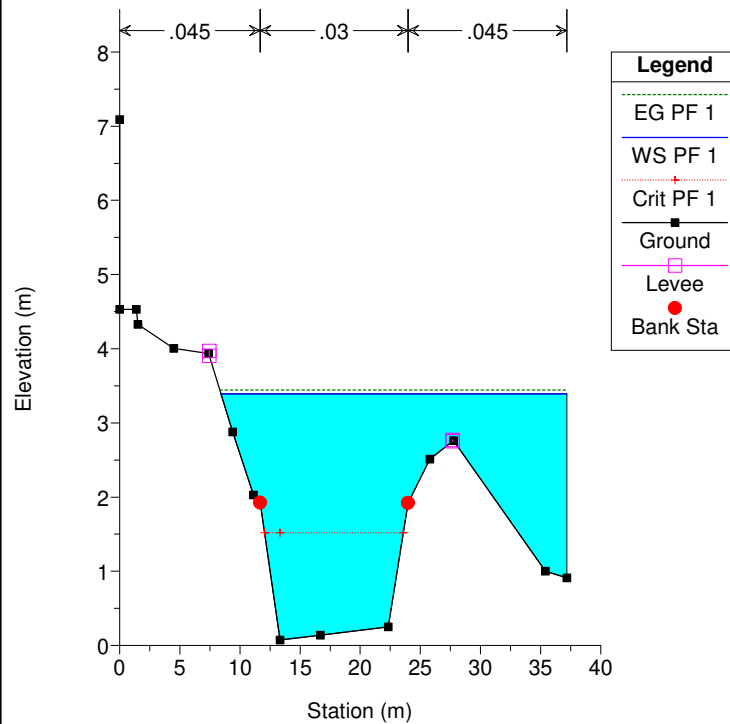
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



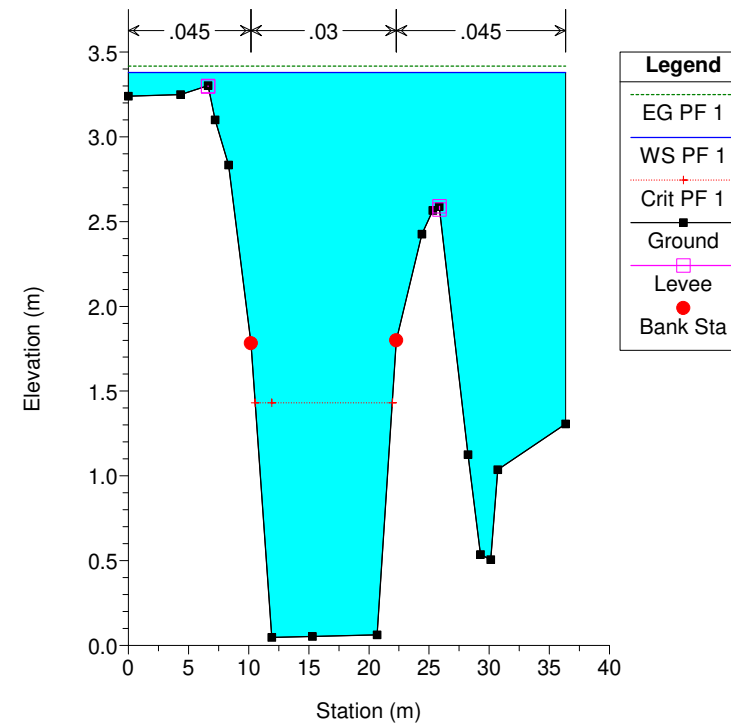
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



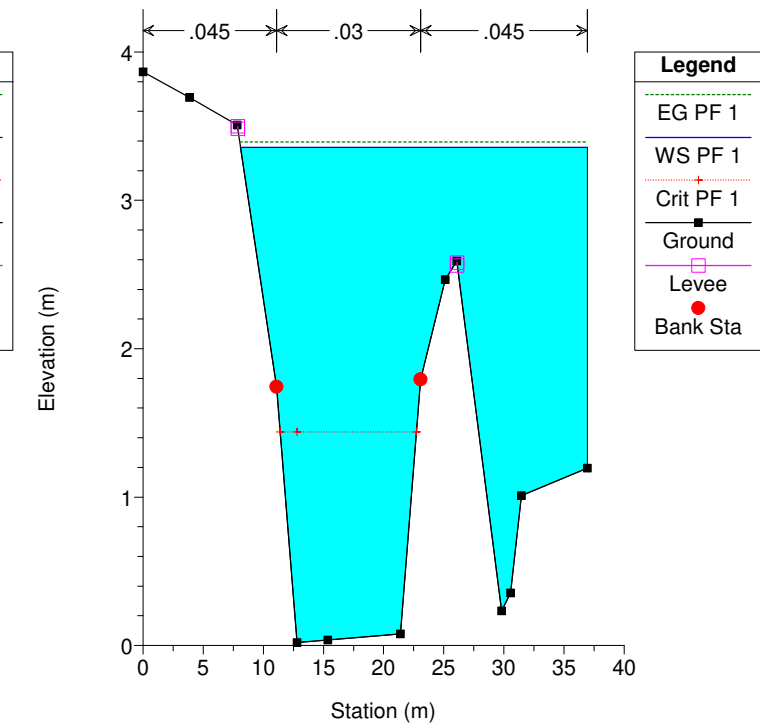
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



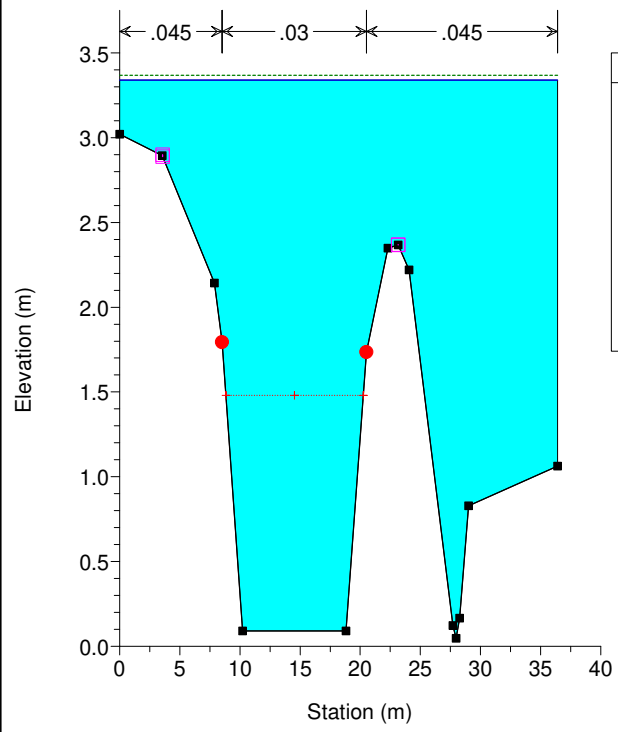
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



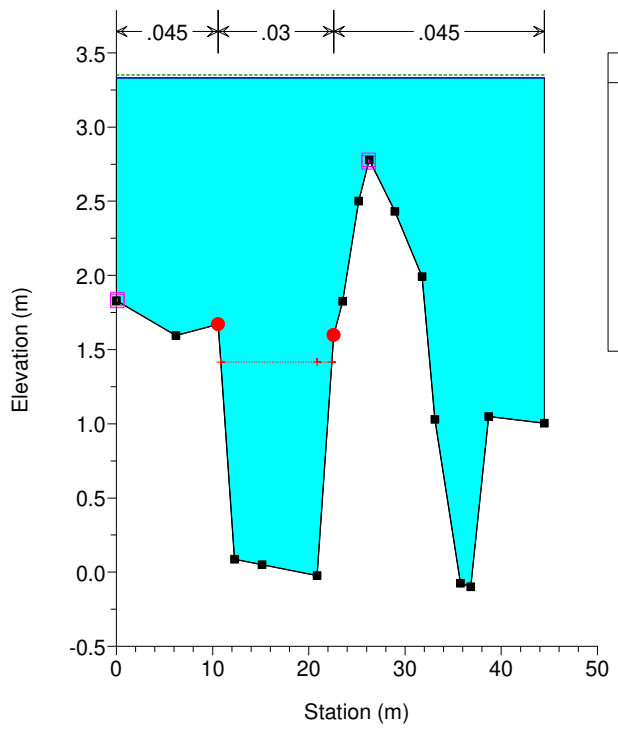
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



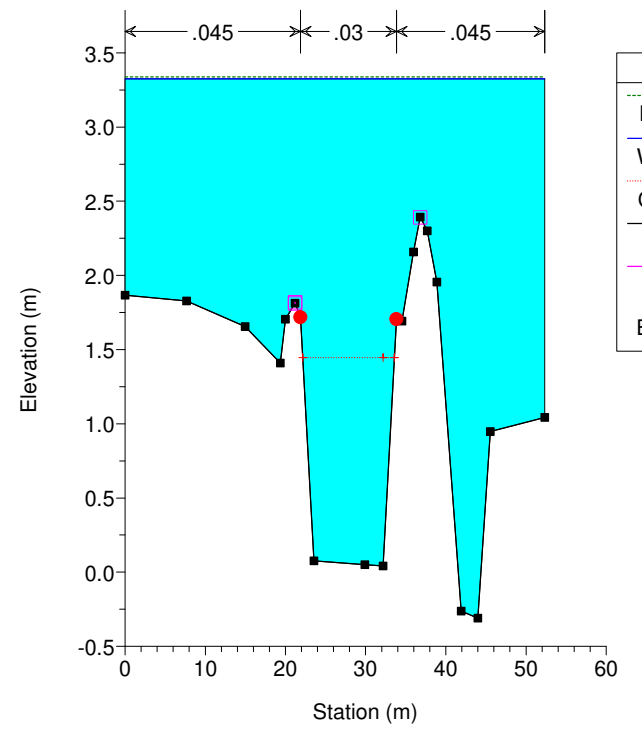
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



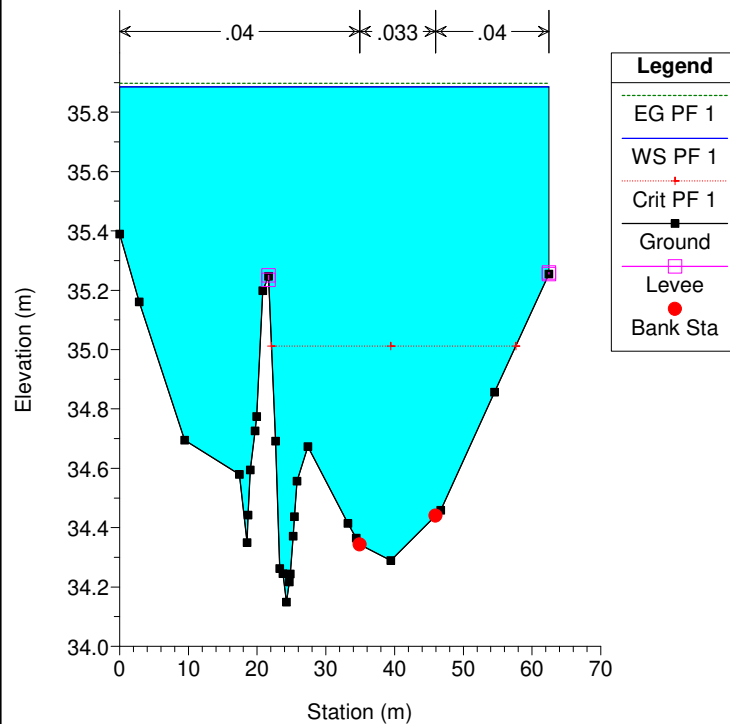
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



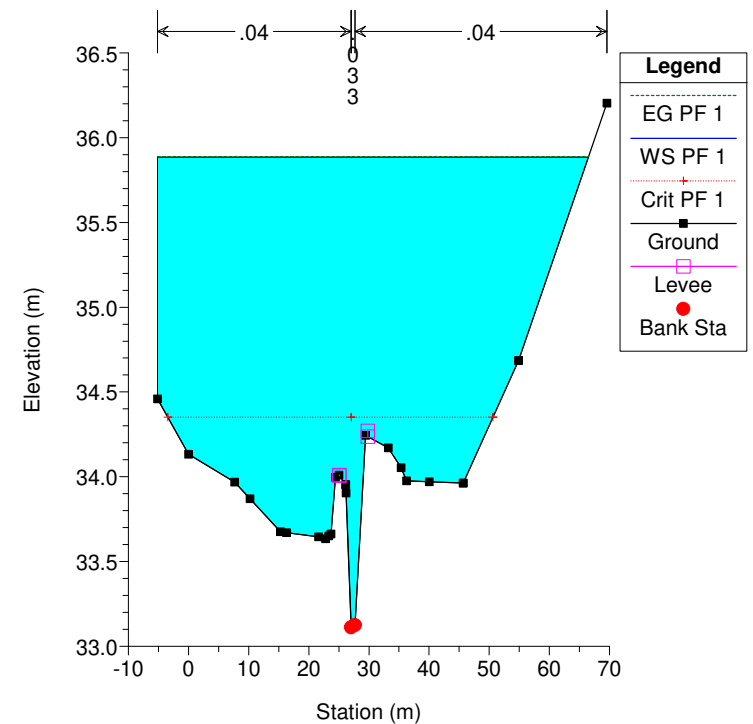
BACINO 3+450 Plan: TR 200 04/06/2018



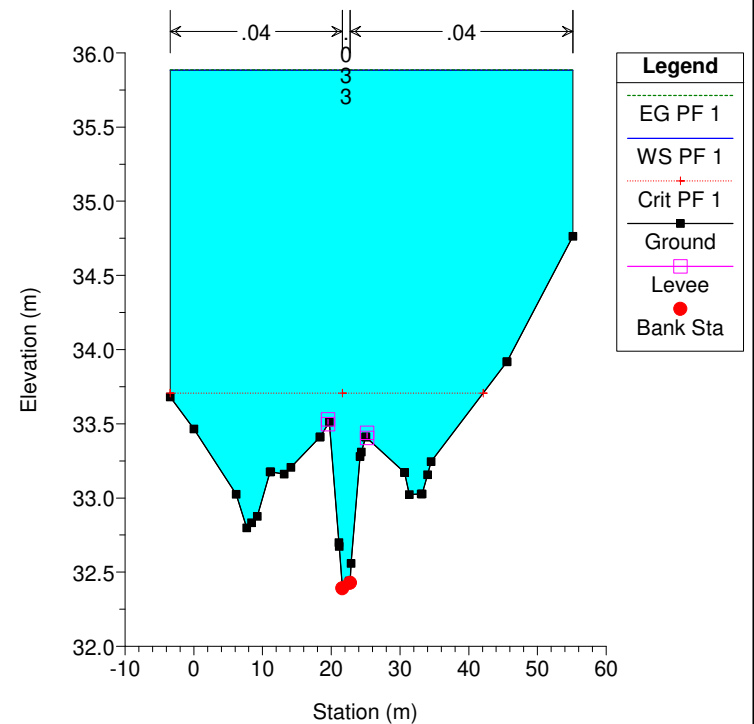
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



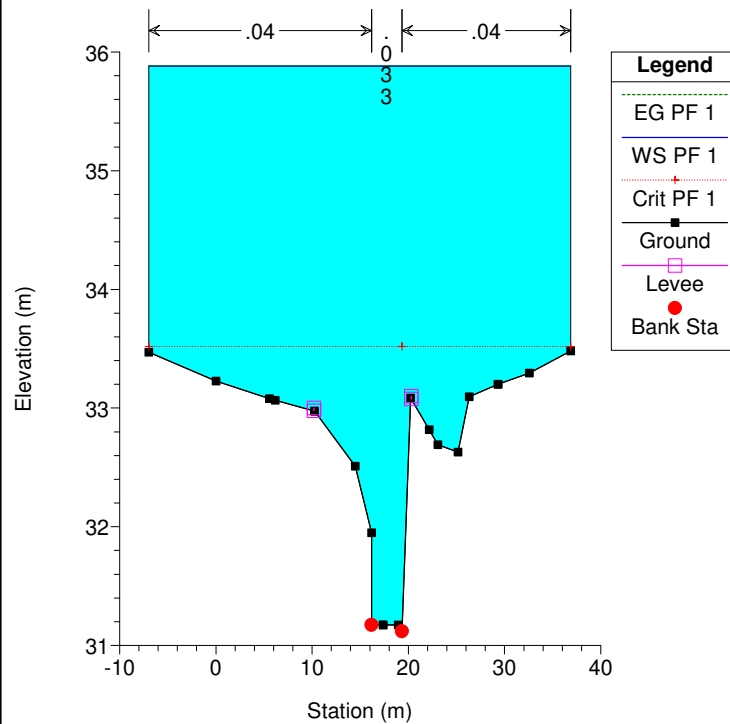
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



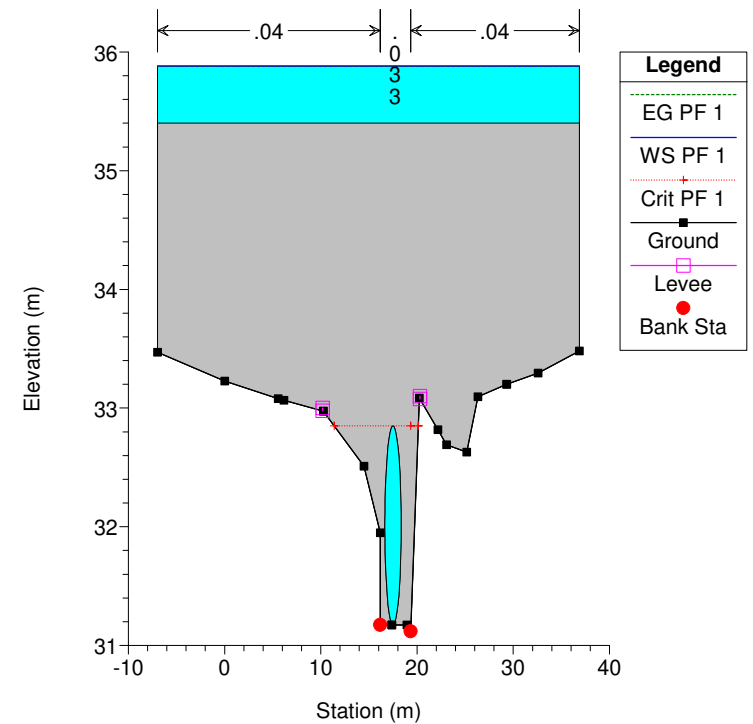
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



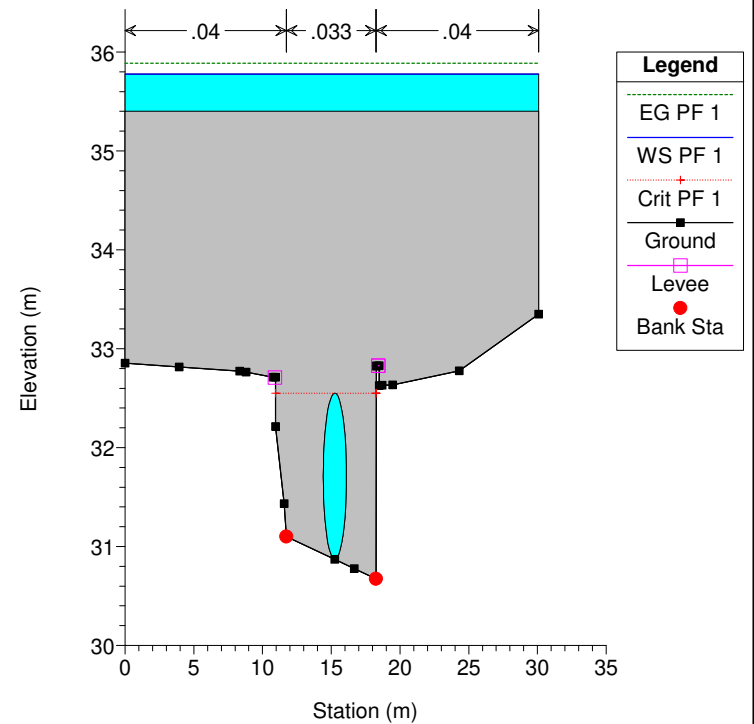
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



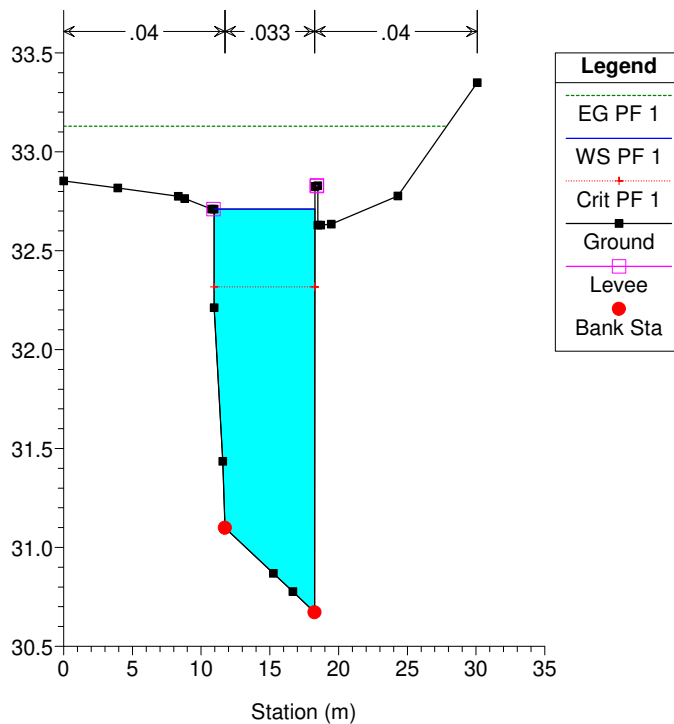
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



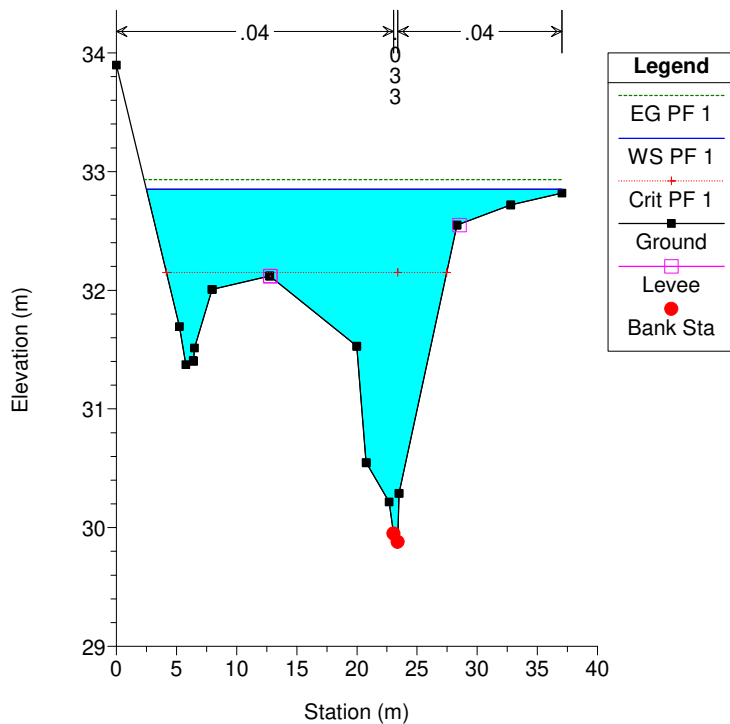
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



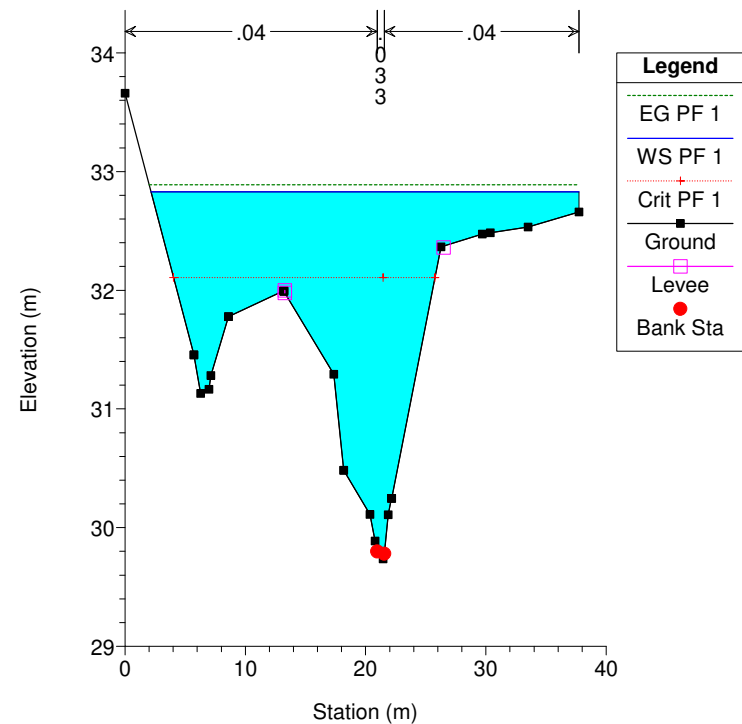
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



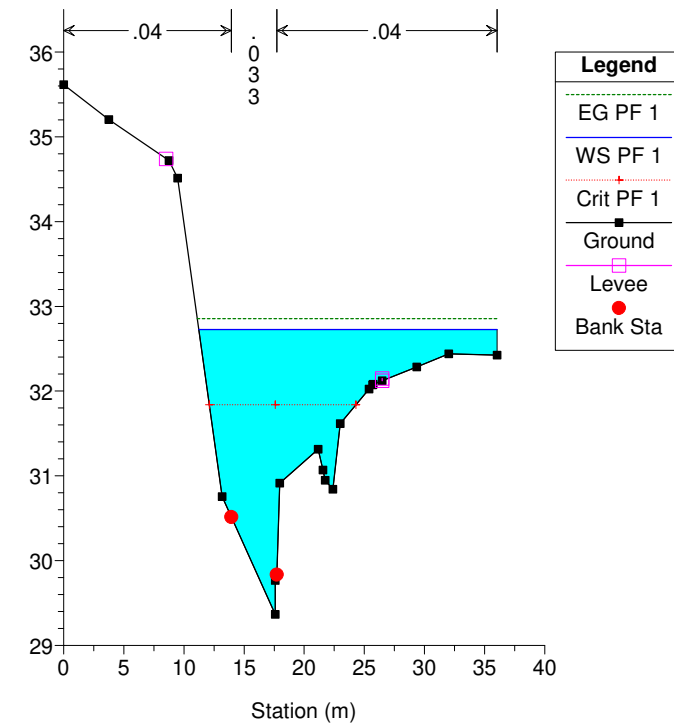
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



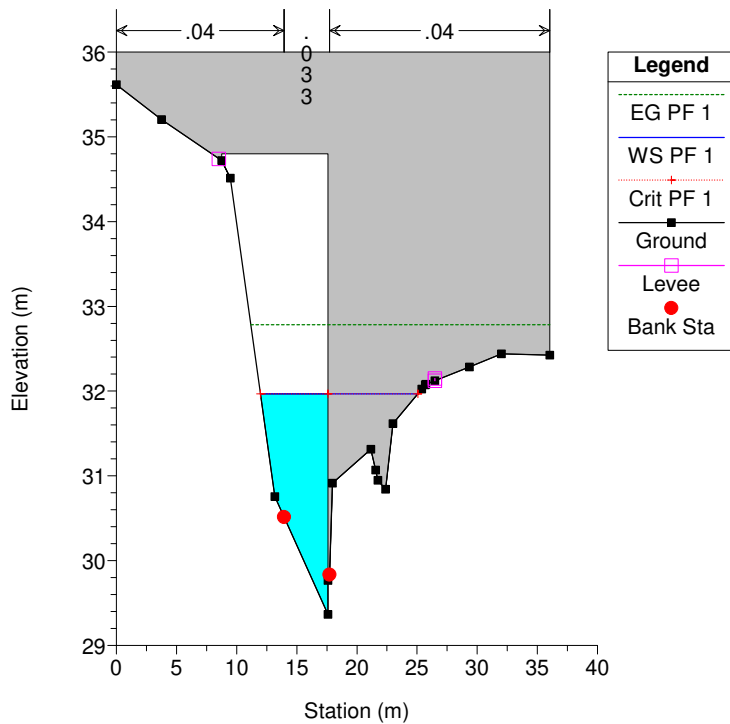
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



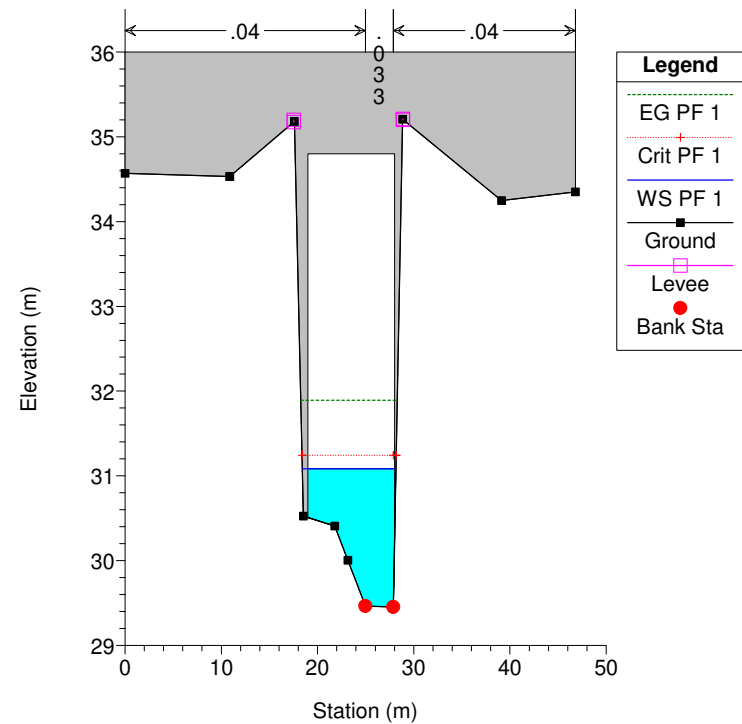
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



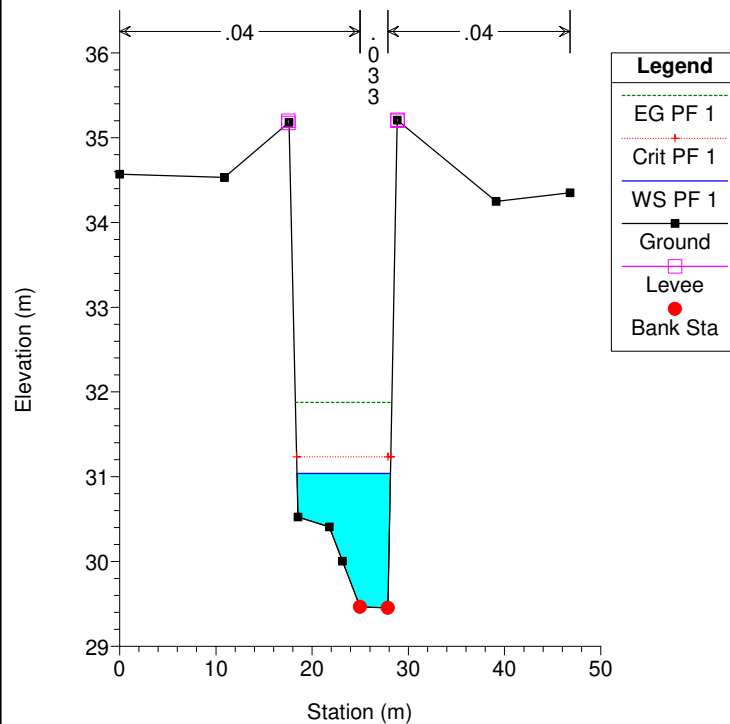
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



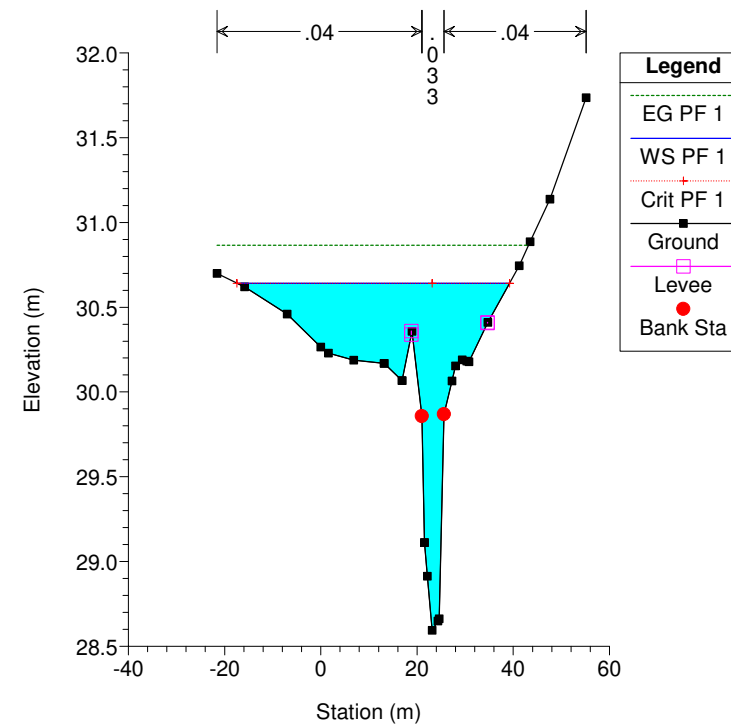
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



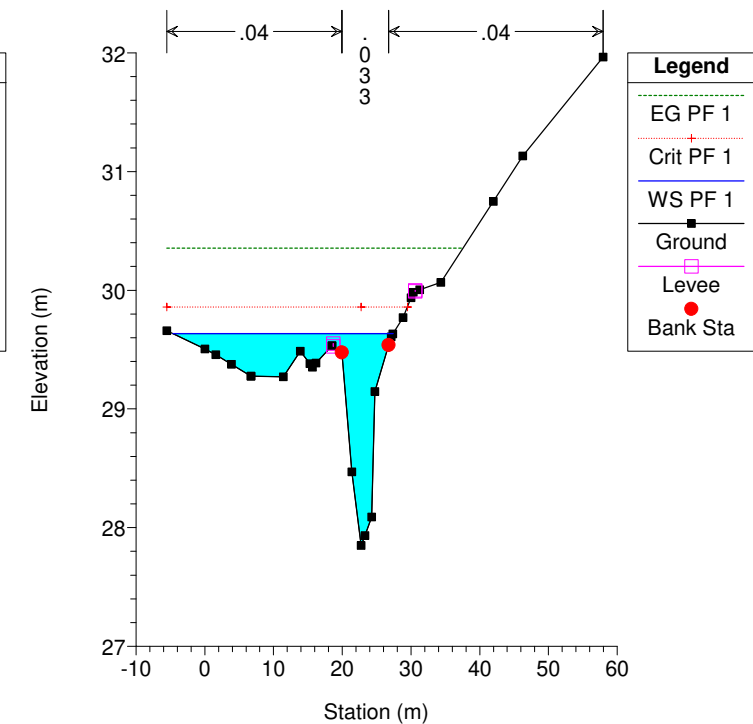
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



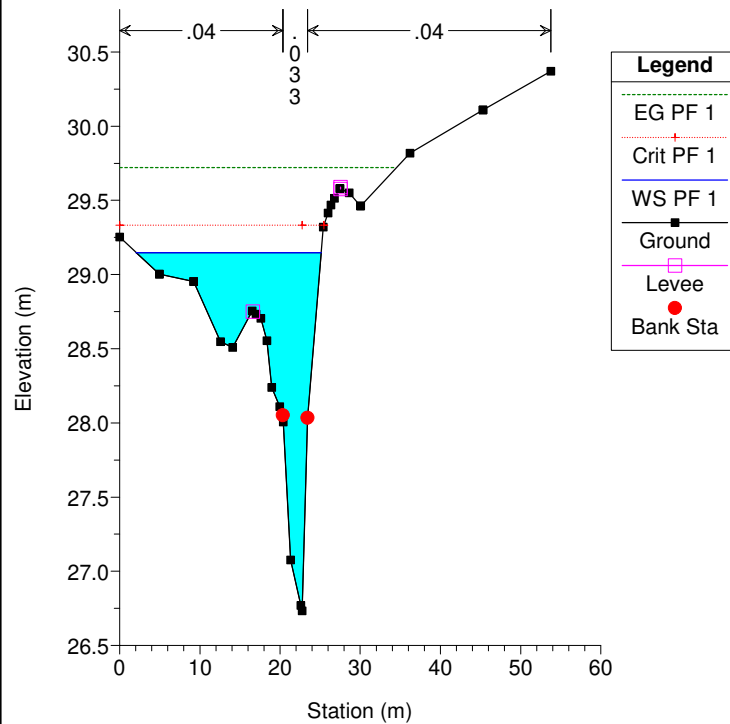
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



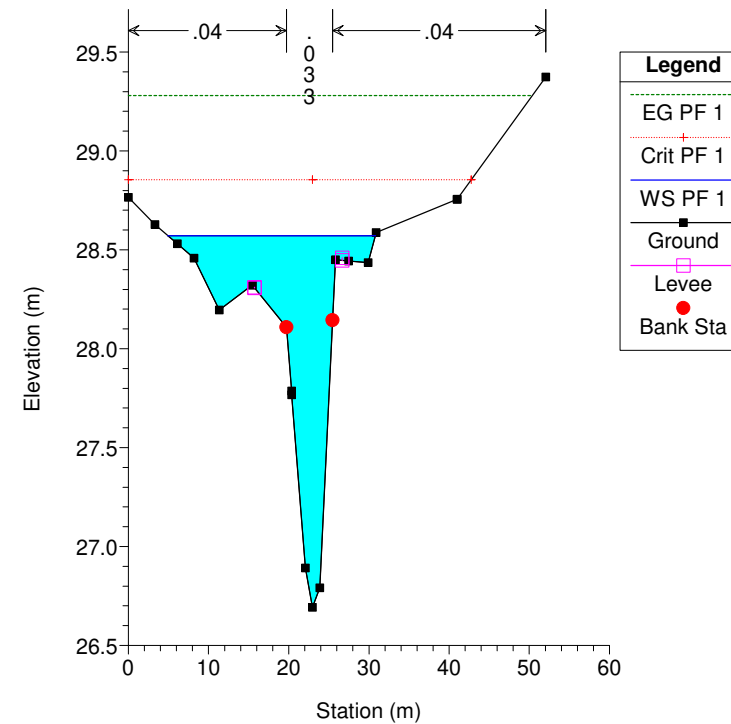
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



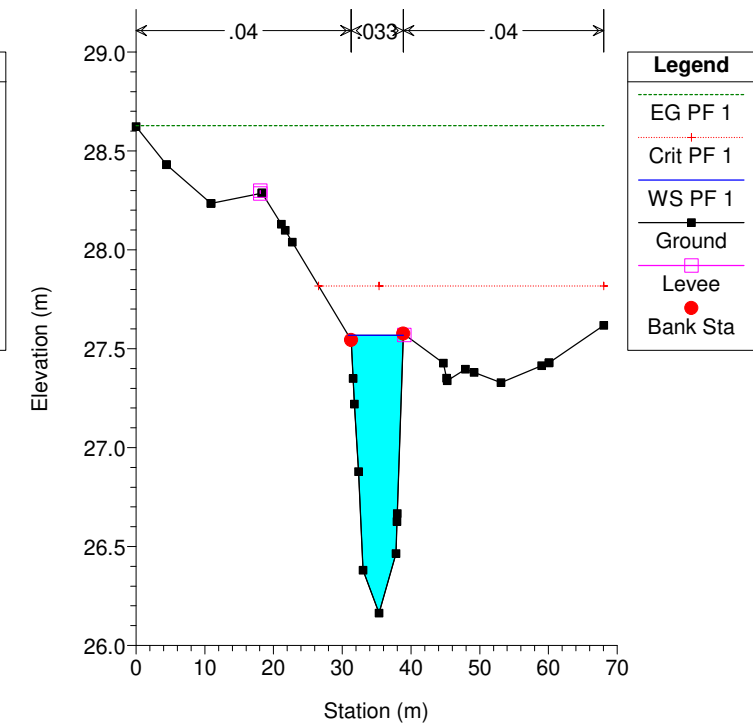
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



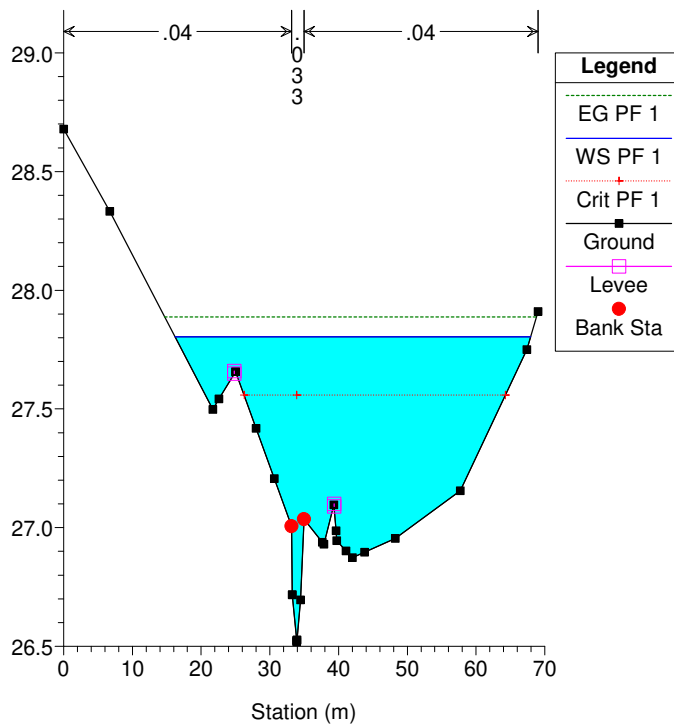
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



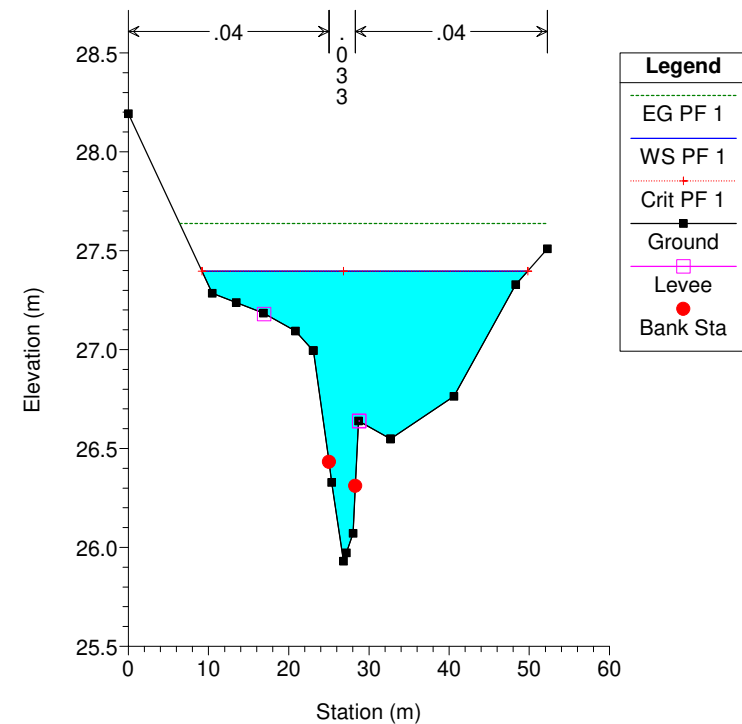
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



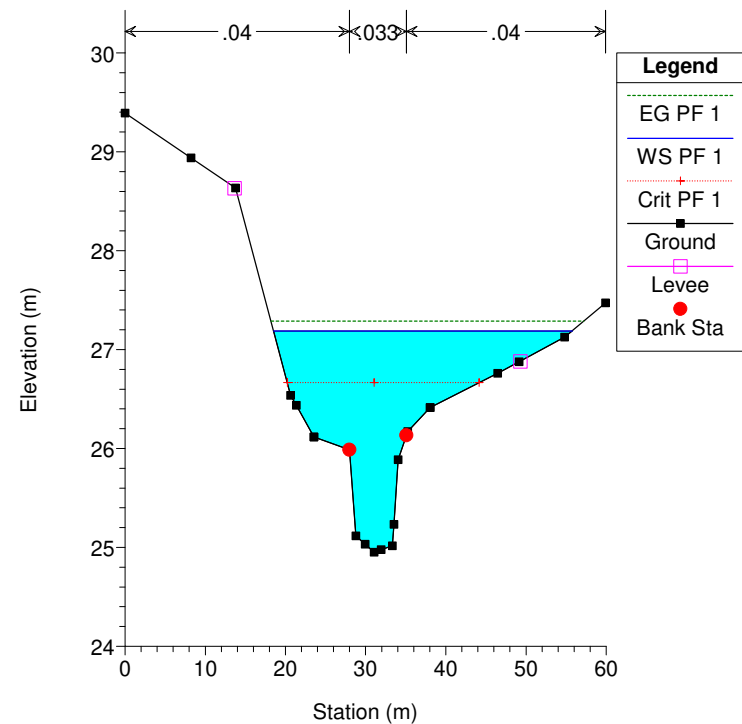
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



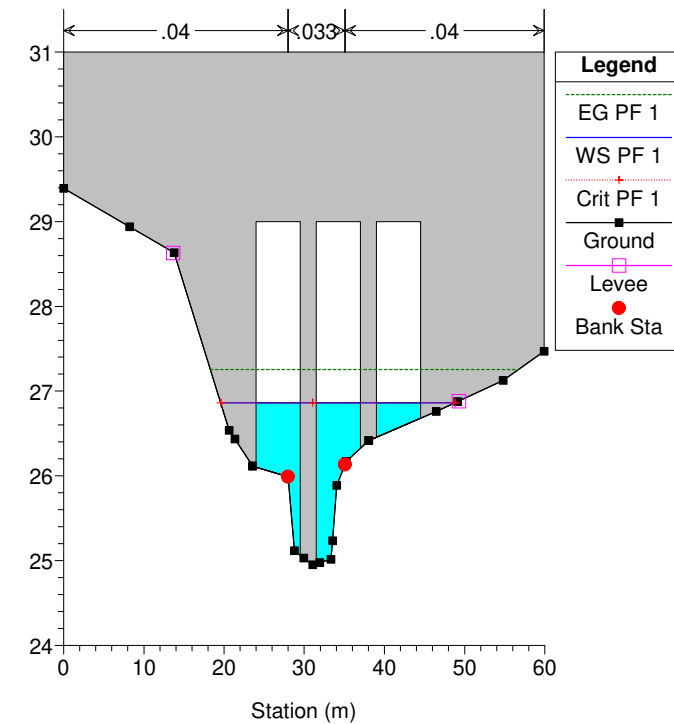
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



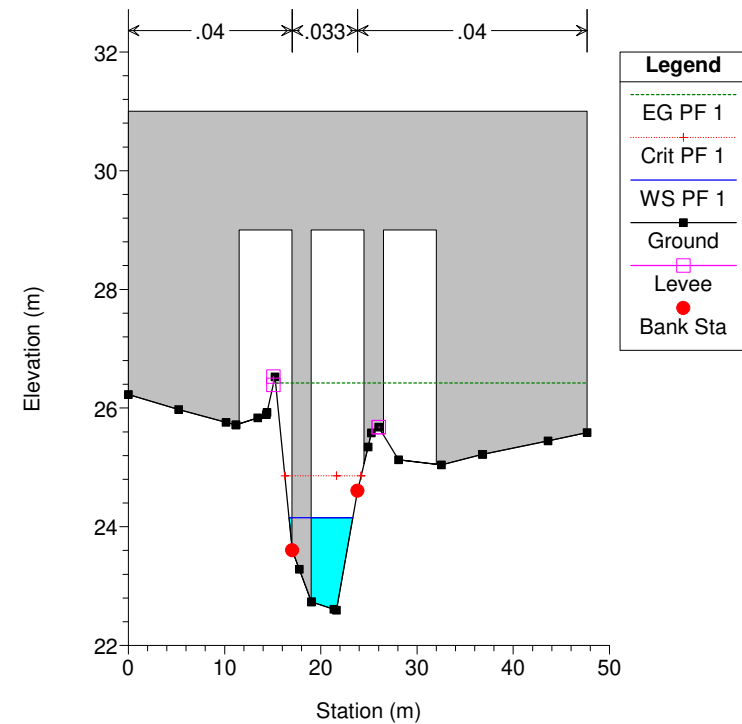
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



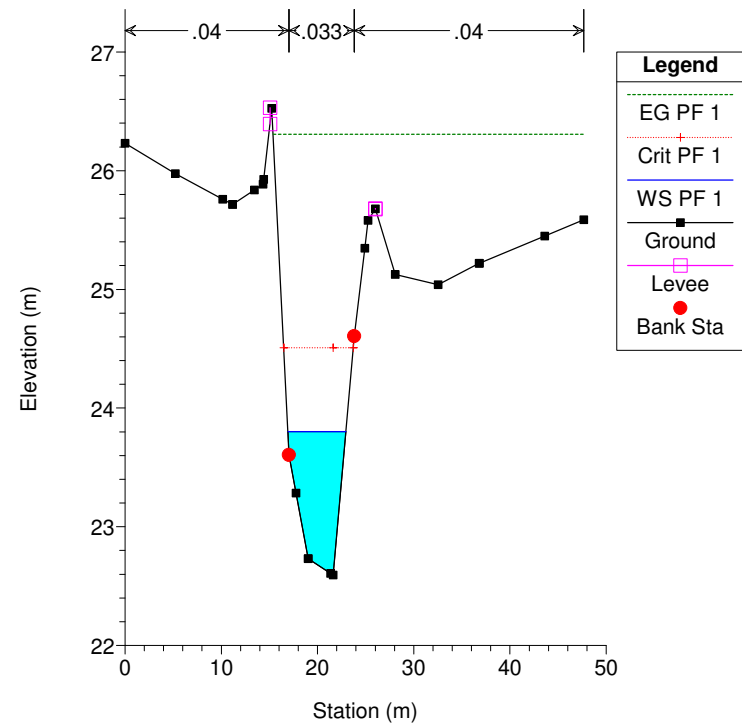
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



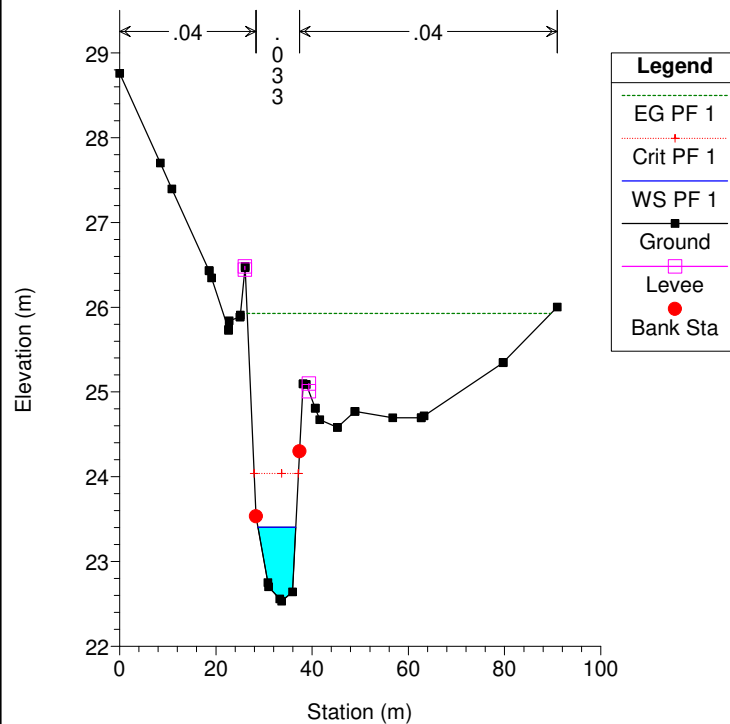
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



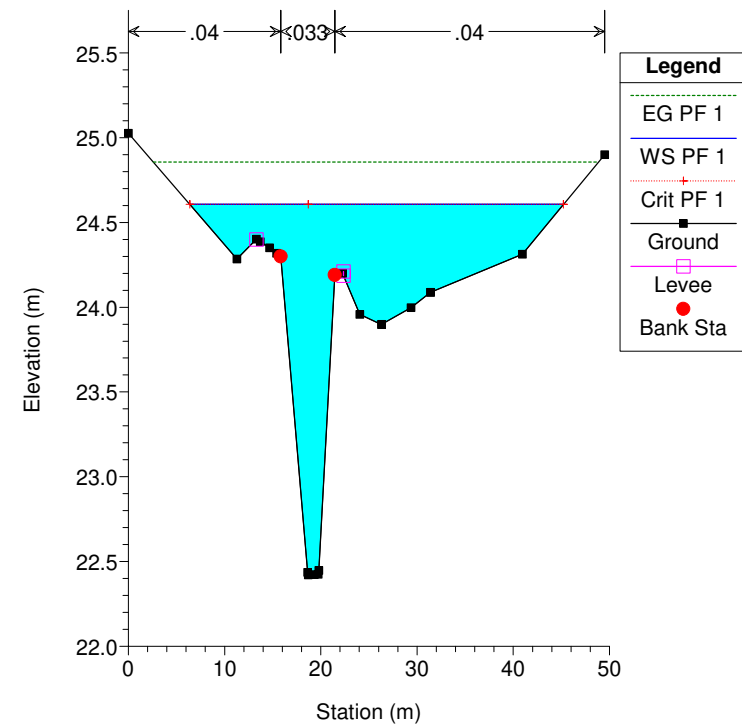
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



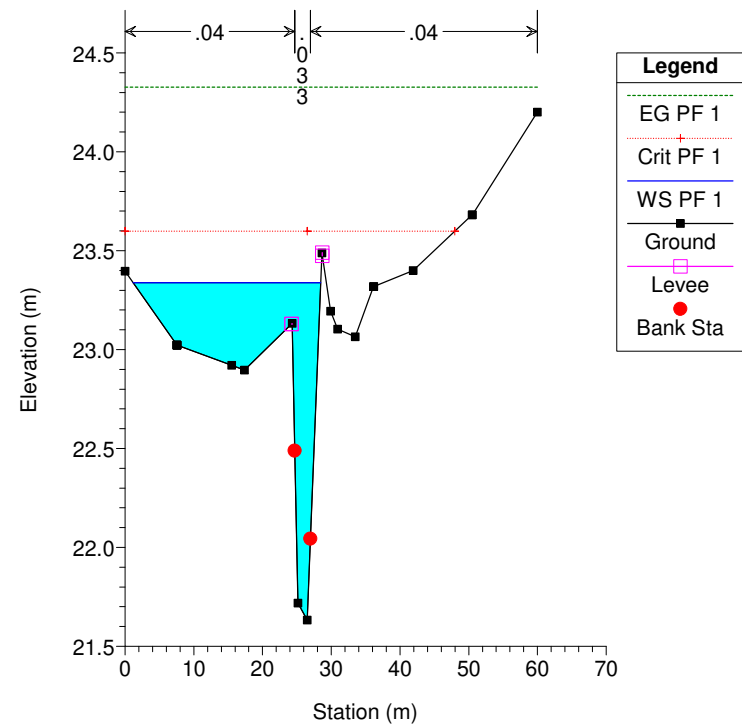
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



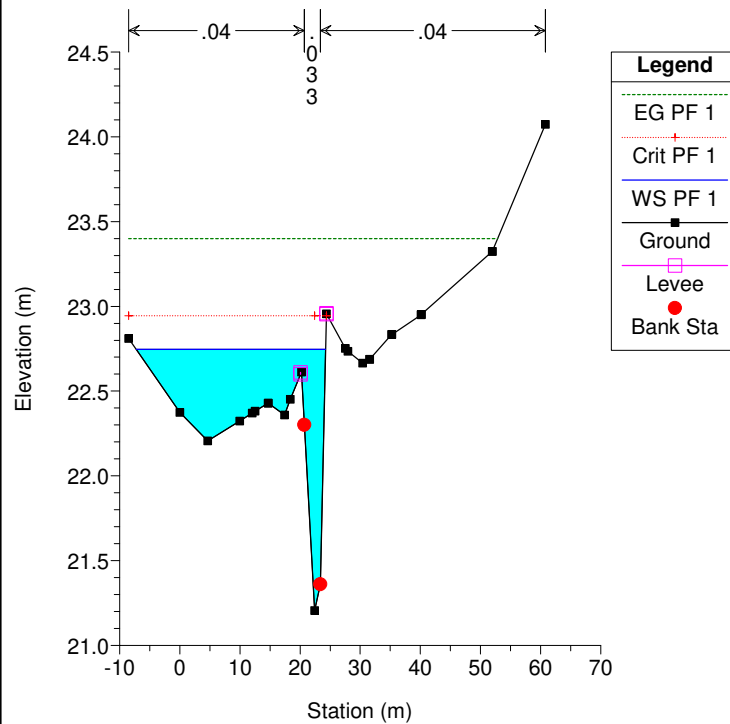
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



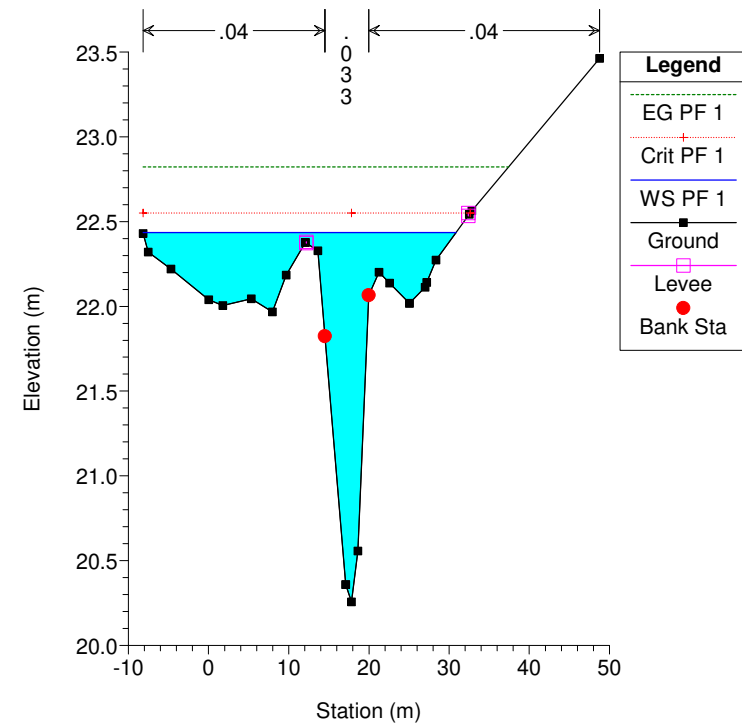
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



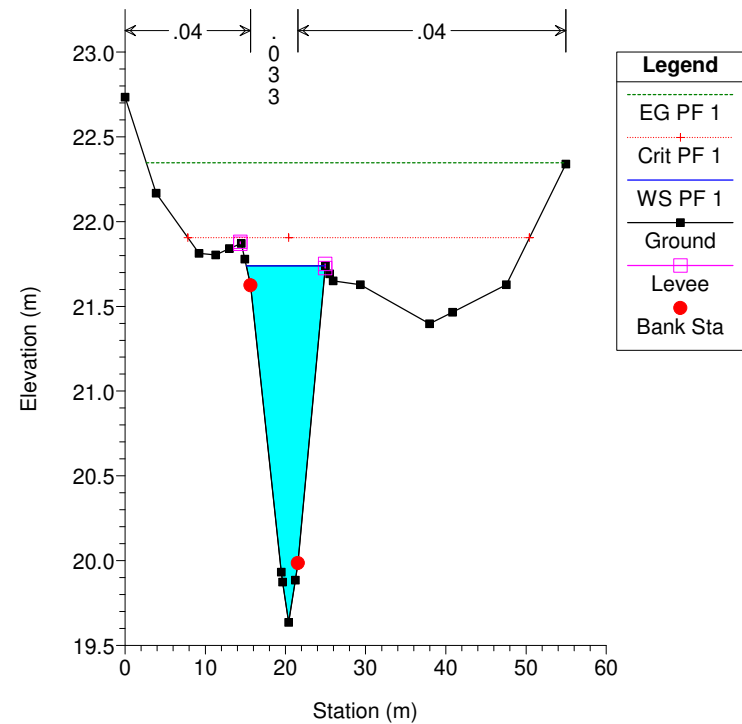
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



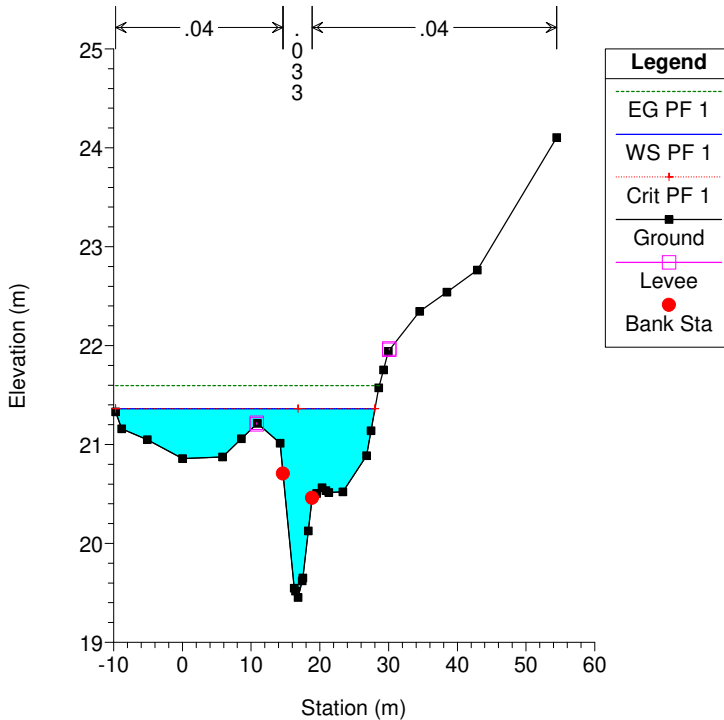
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



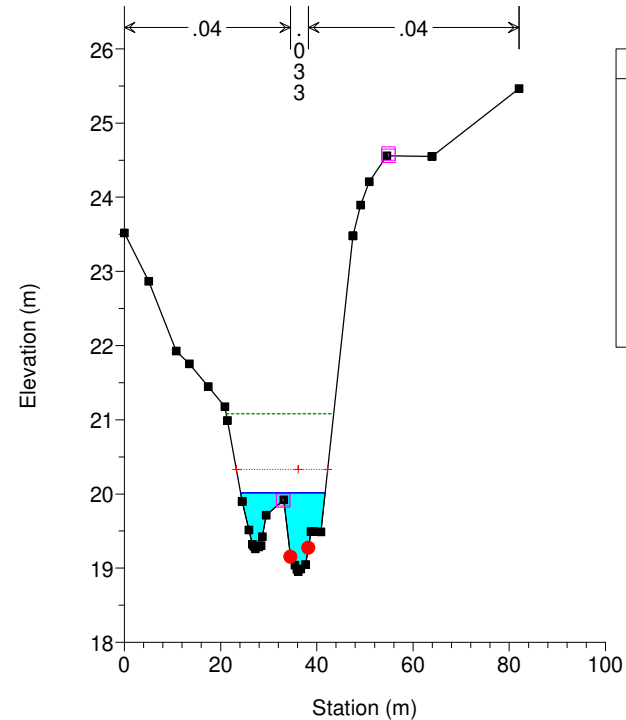
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



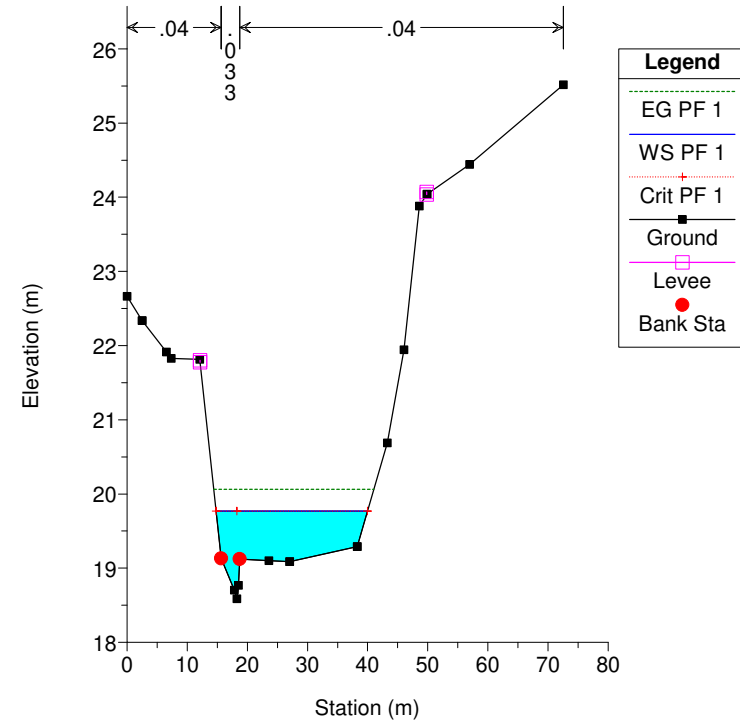
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



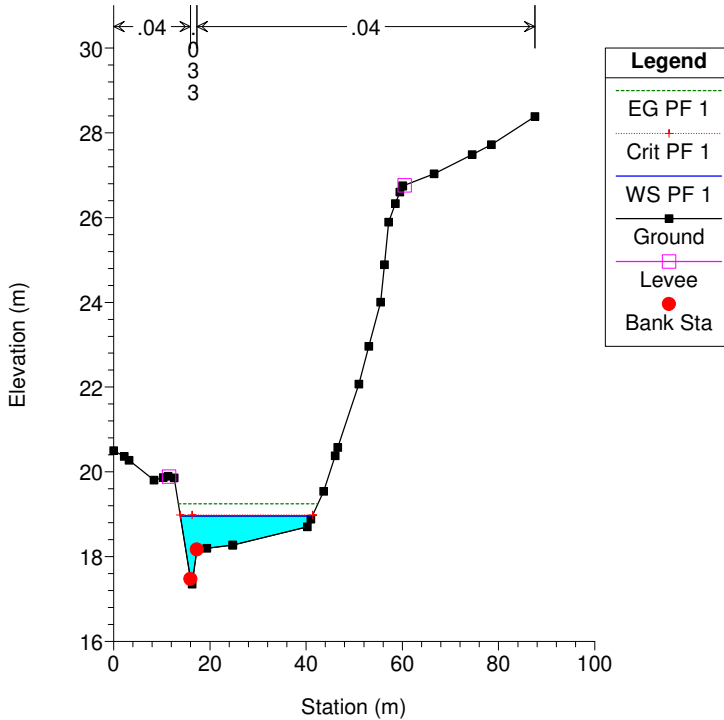
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



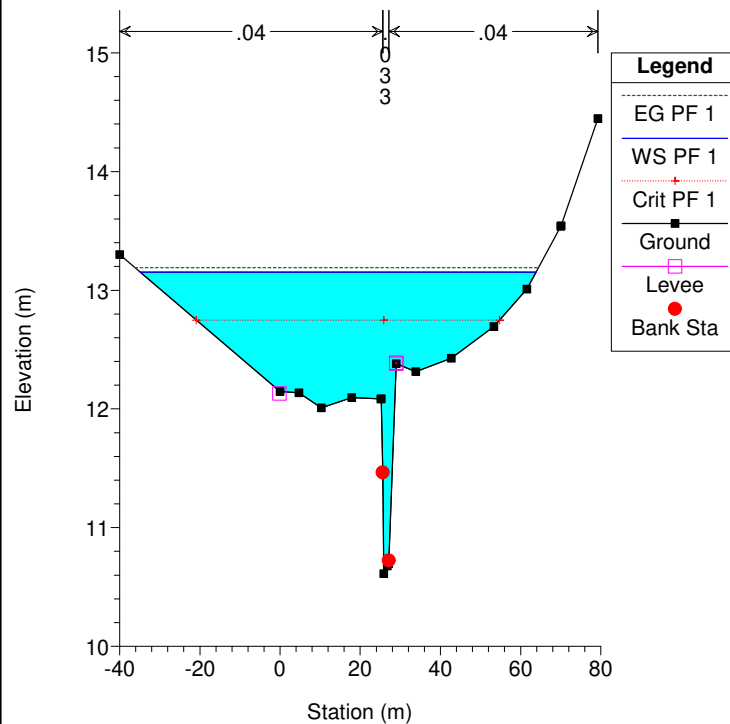
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



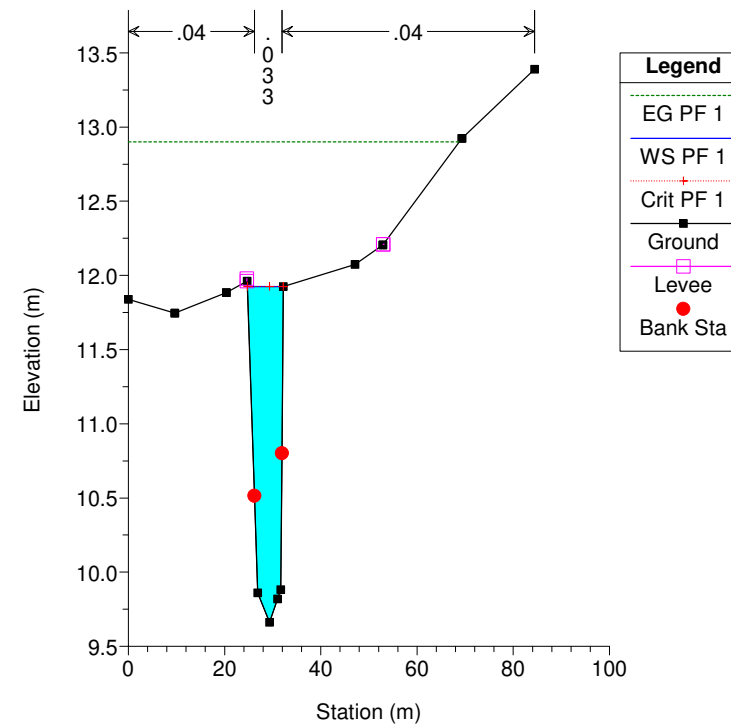
BACINO 7+150 Plan: TR 200 04/06/2018



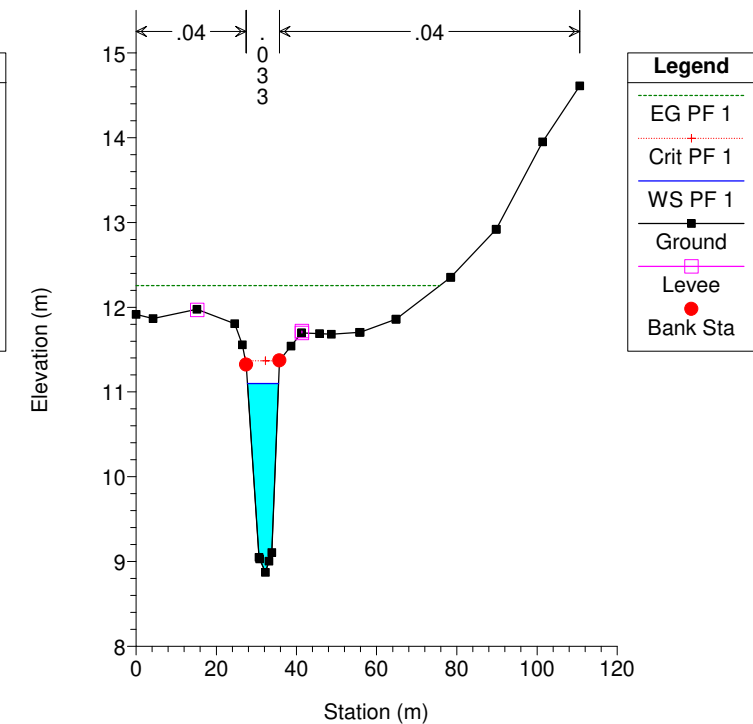
BACINO 8+675 Plan: TR 200 04/06/2018



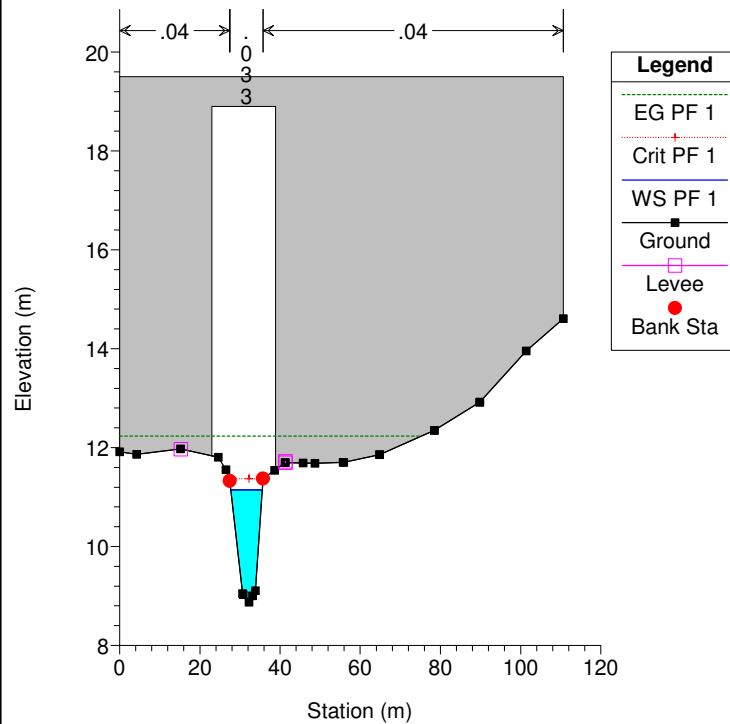
BACINO 8+675 Plan: TR 200 04/06/2018



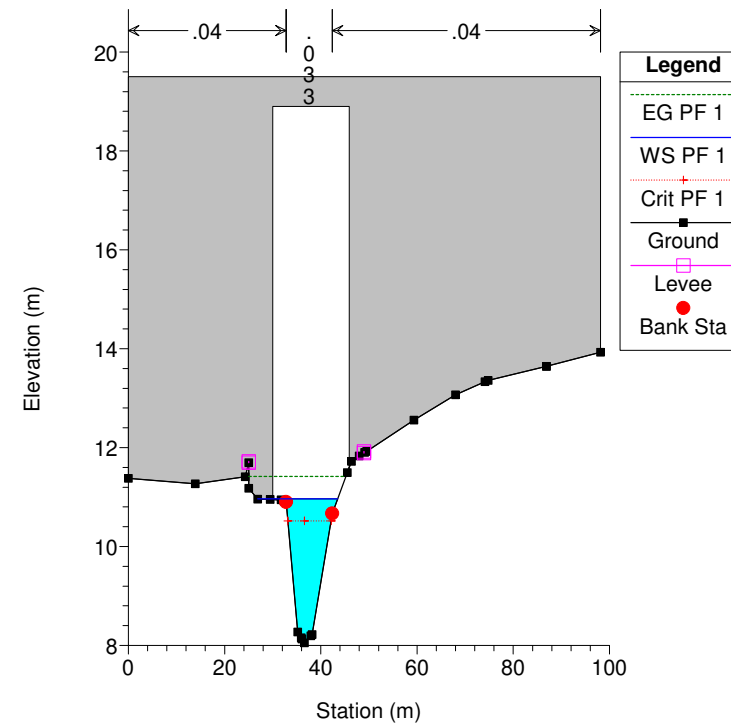
BACINO 8+675 Plan: TR 200 04/06/2018



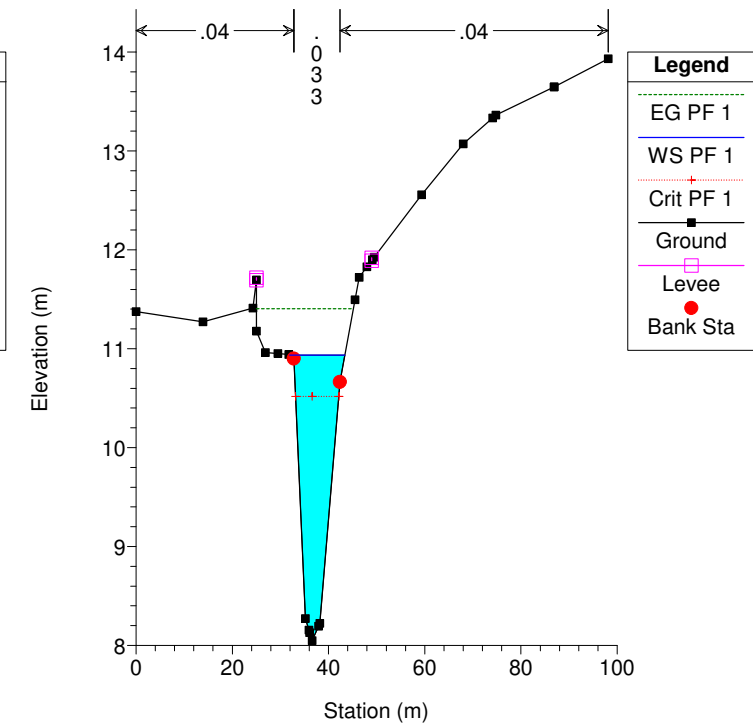
BACINO 8+675 Plan: TR 200 04/06/2018



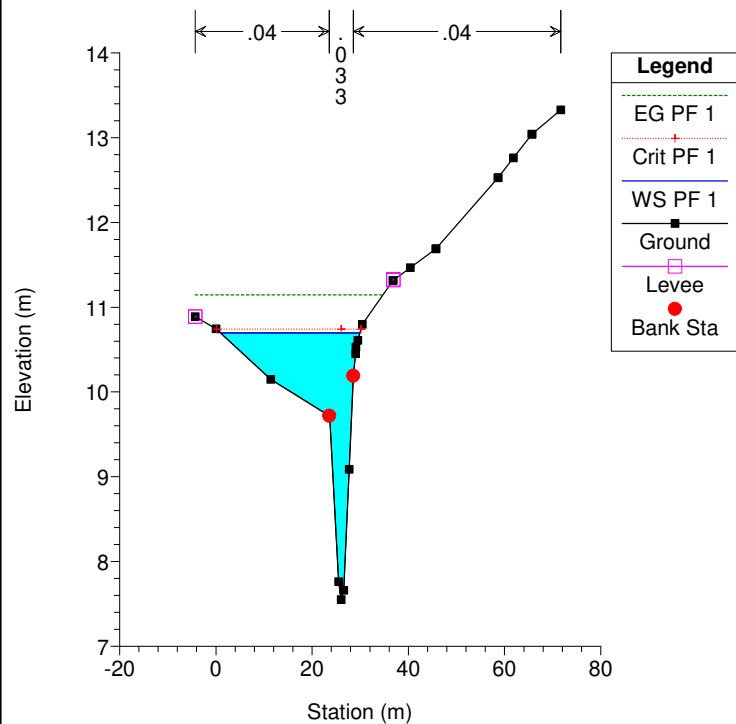
BACINO 8+675 Plan: TR 200 04/06/2018



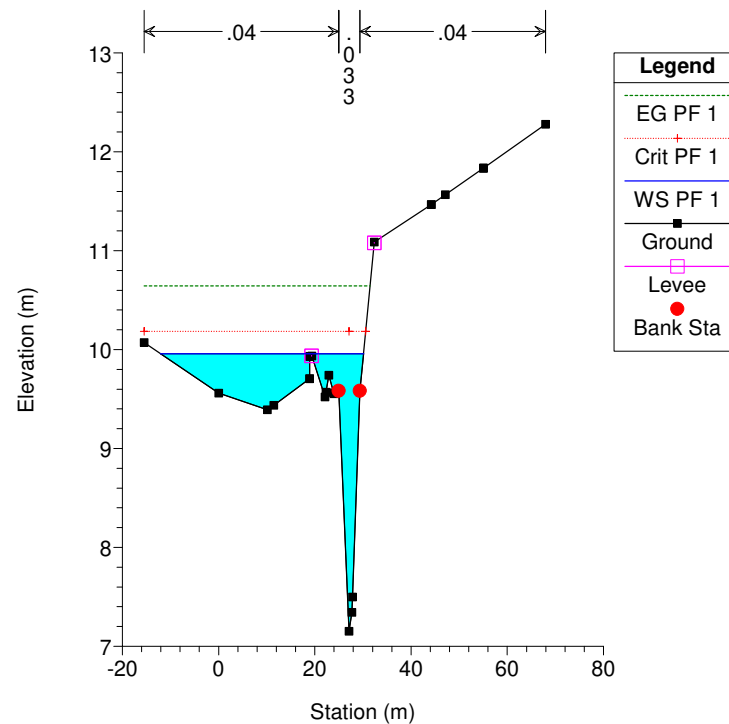
BACINO 8+675 Plan: TR 200 04/06/2018



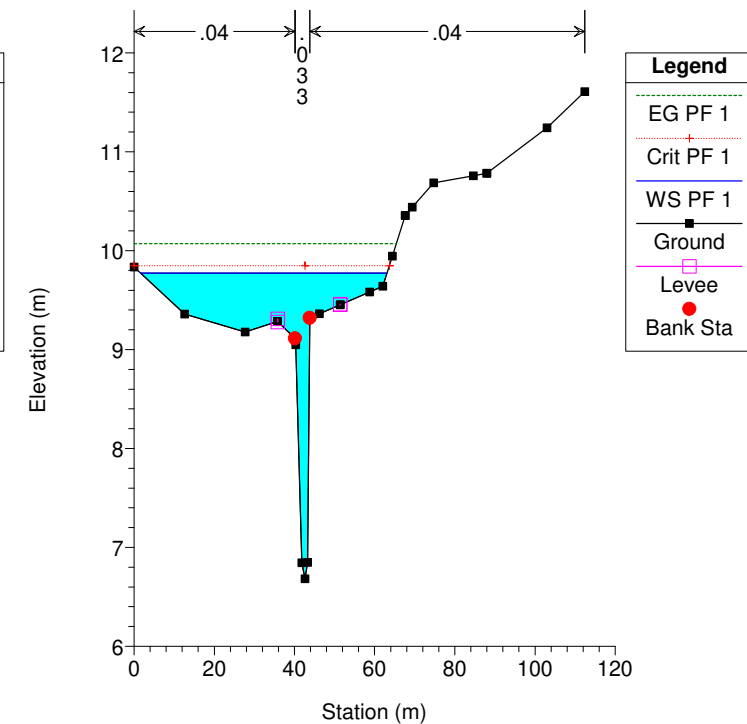
BACINO 8+675 Plan: TR 200 04/06/2018



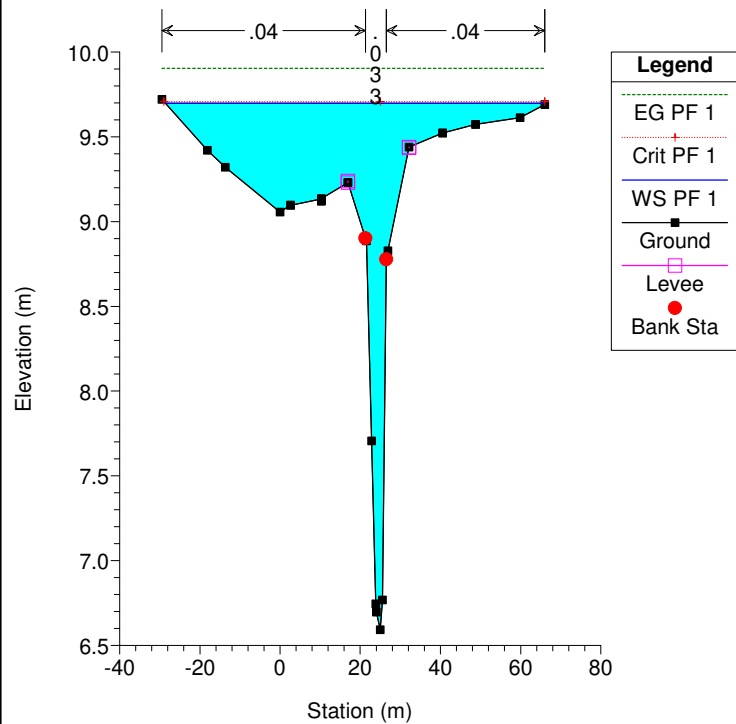
BACINO 8+675 Plan: TR 200 04/06/2018



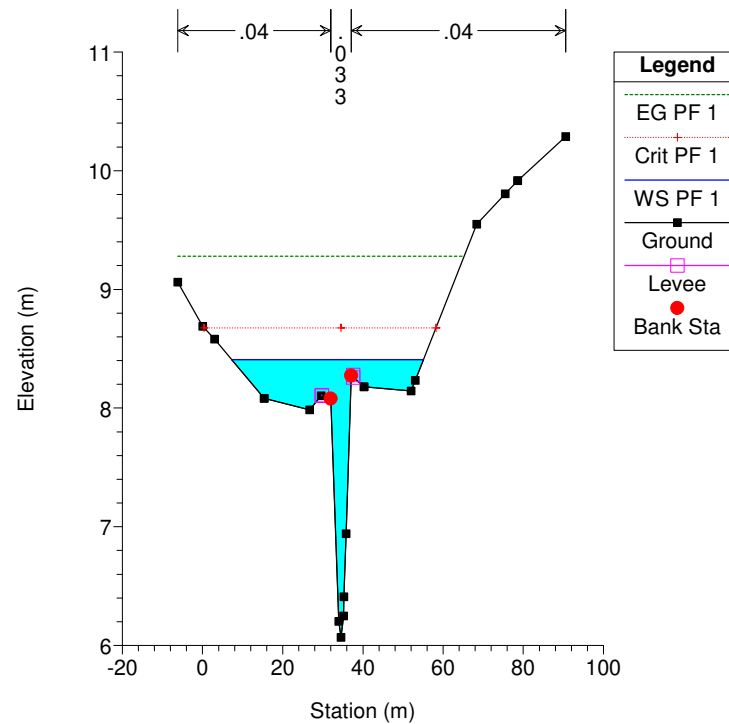
BACINO 8+675 Plan: TR 200 04/06/2018



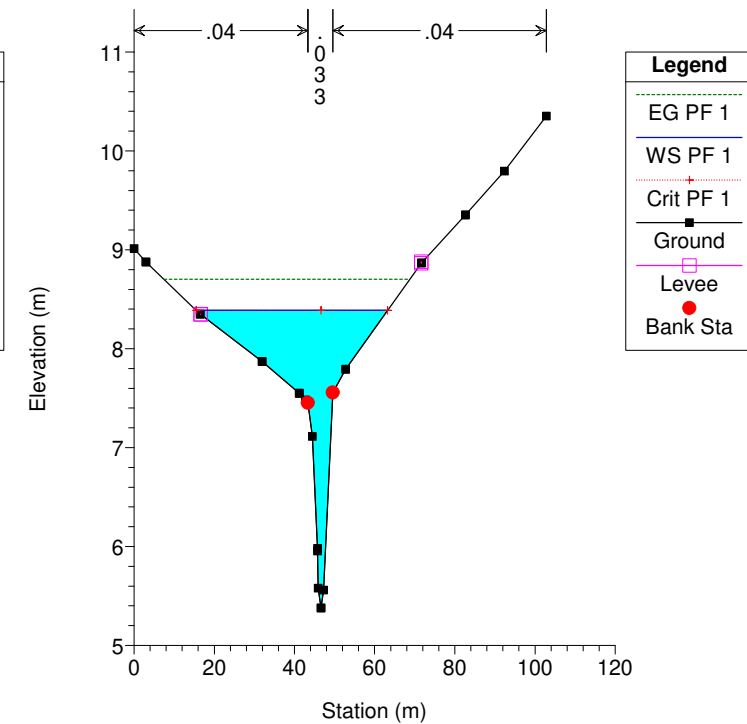
BACINO 8+675 Plan: TR 200 04/06/2018

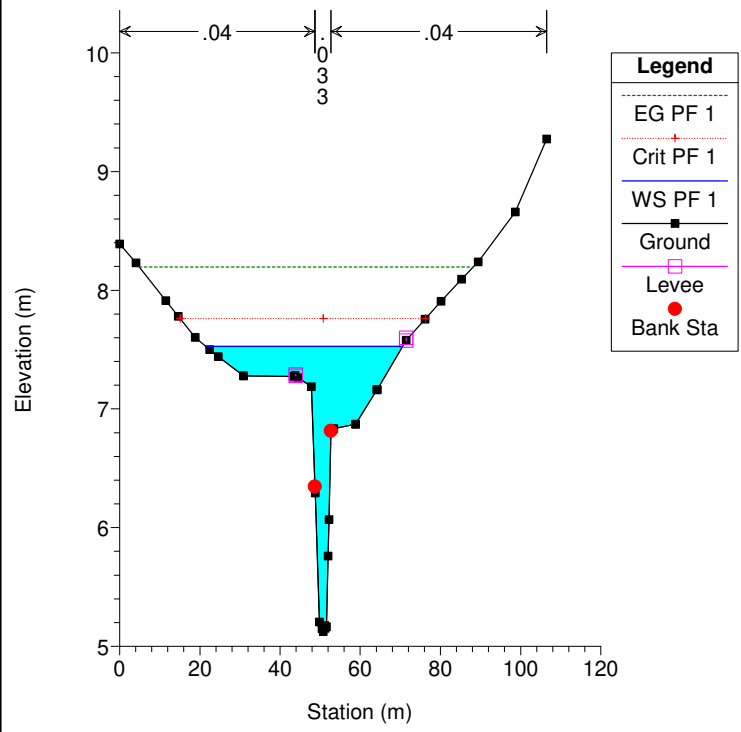


BACINO 8+675 Plan: TR 200 04/06/2018

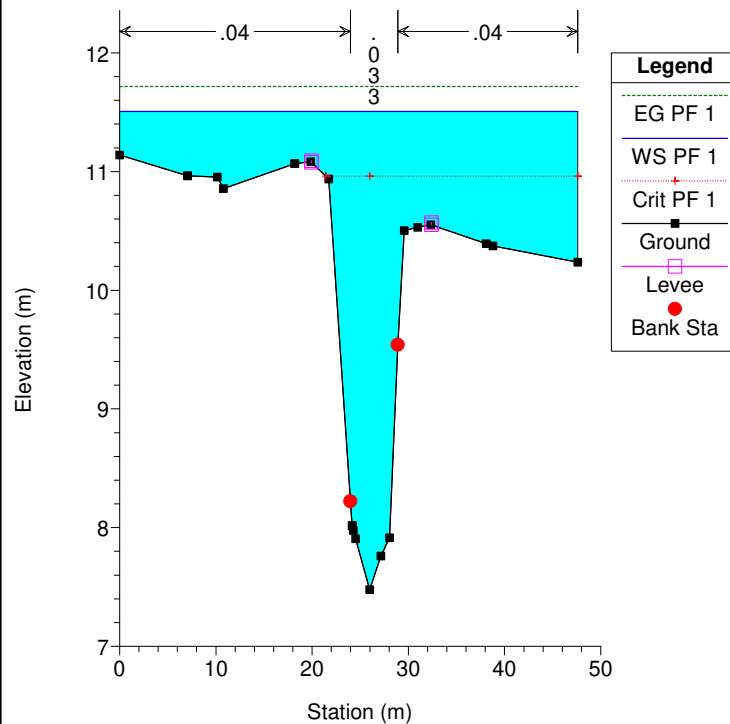


BACINO 8+675 Plan: TR 200 04/06/2018

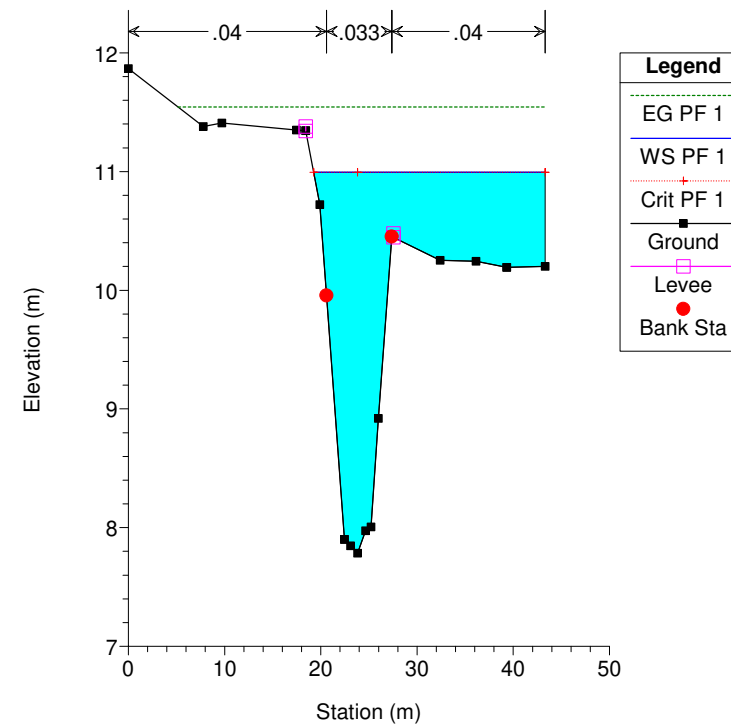




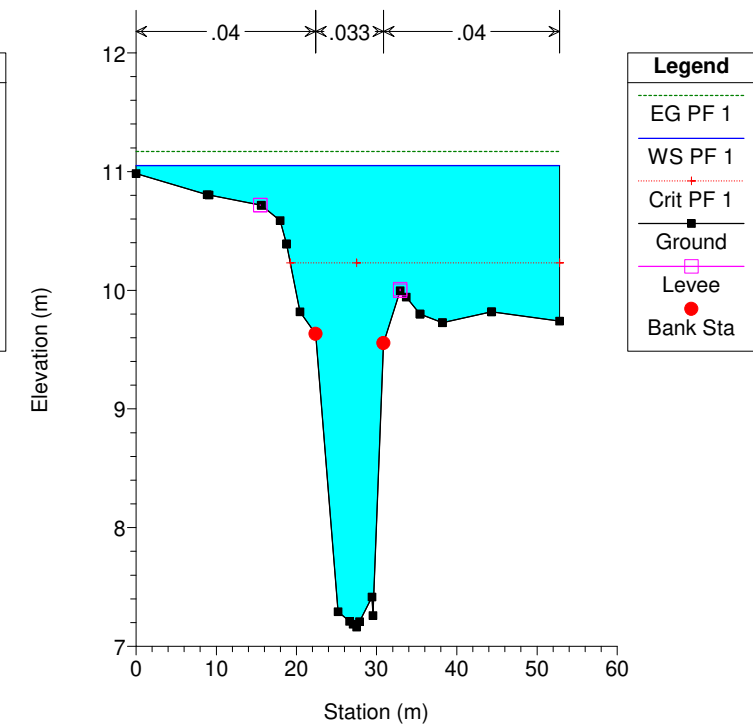
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



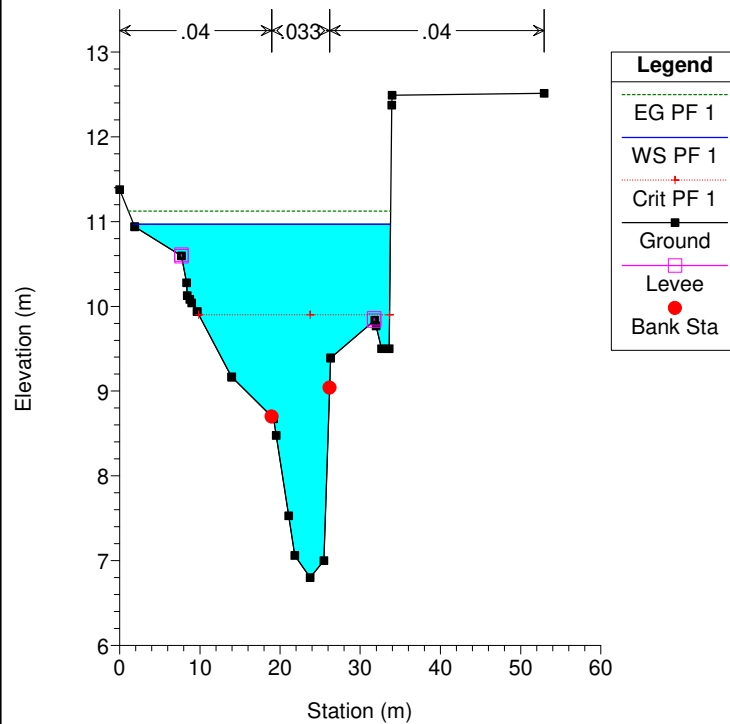
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



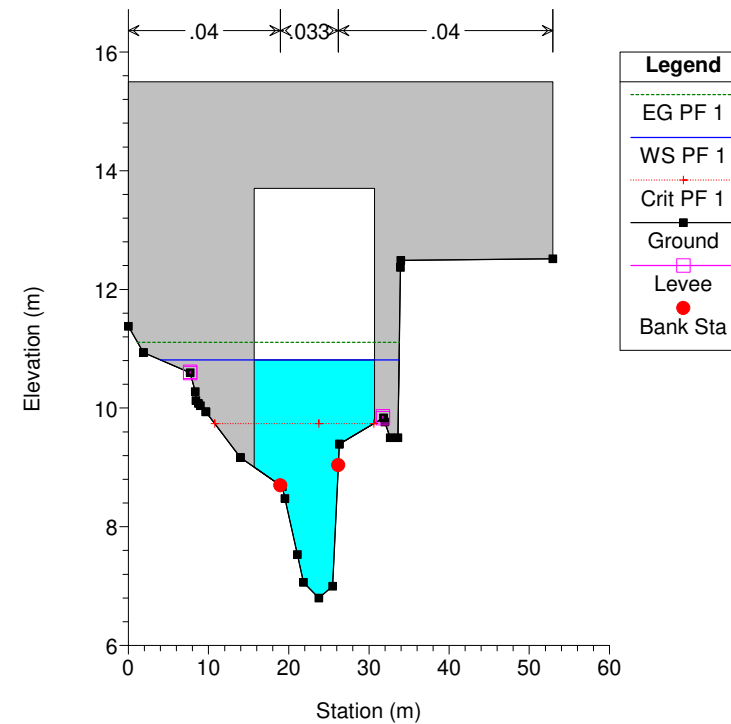
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



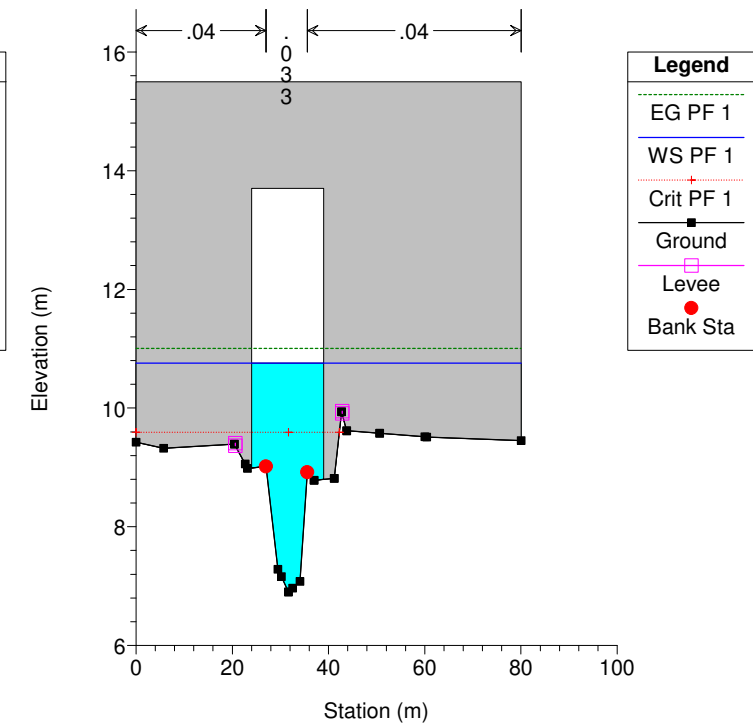
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



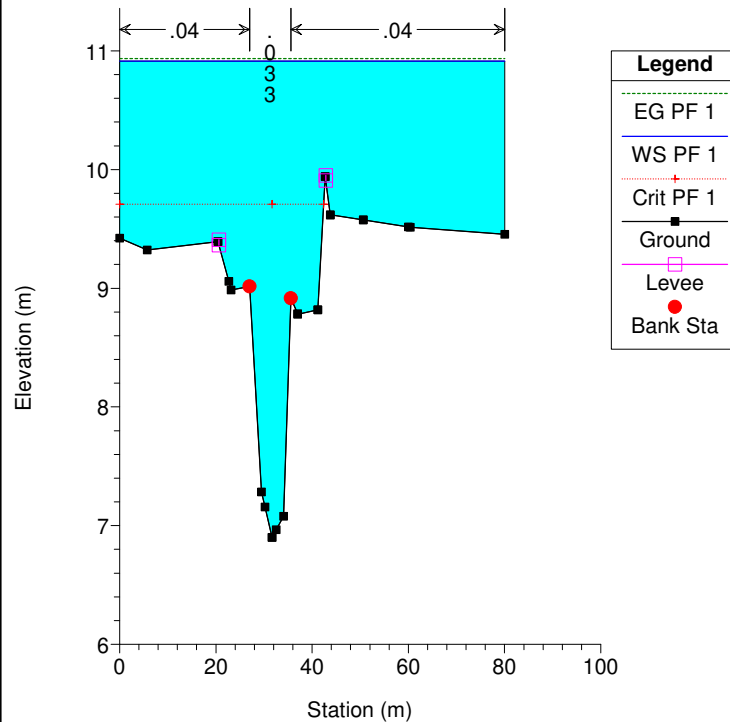
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



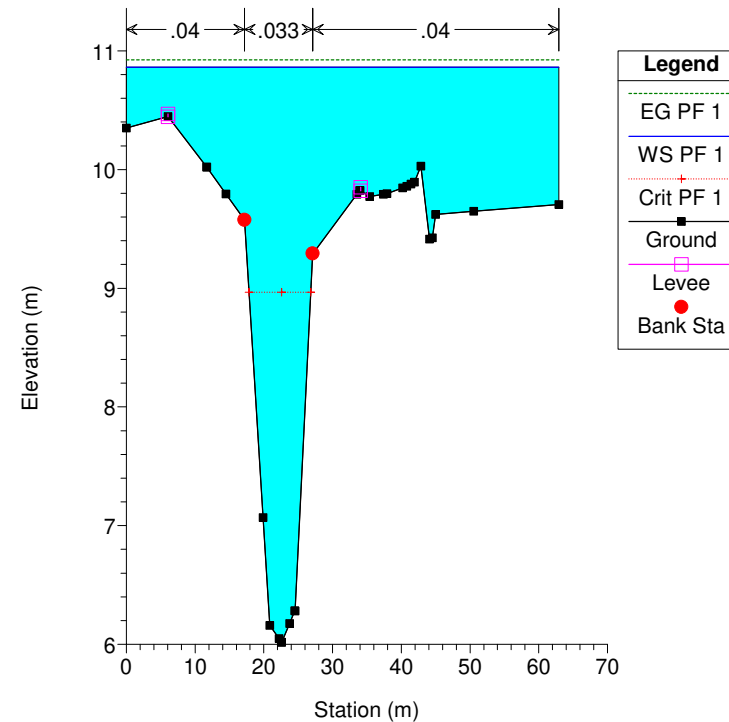
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



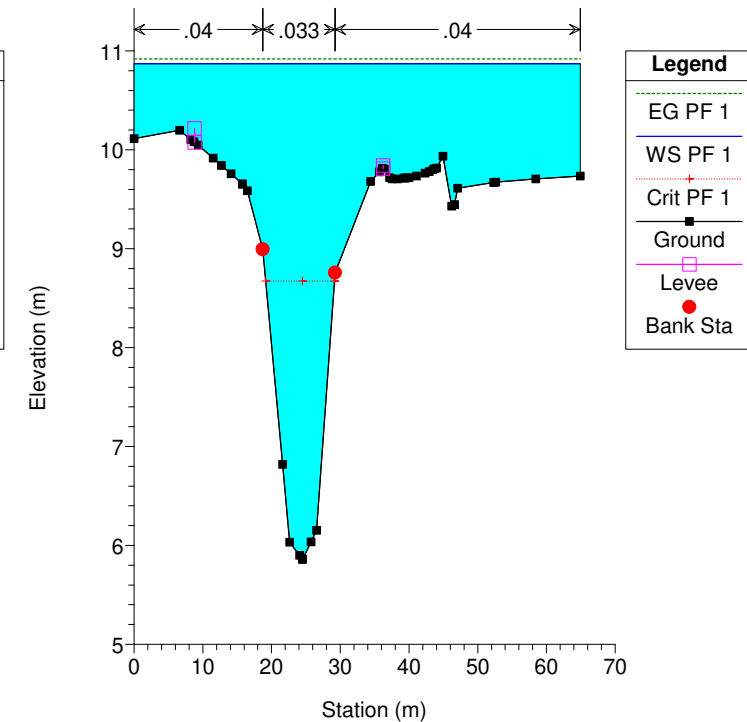
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



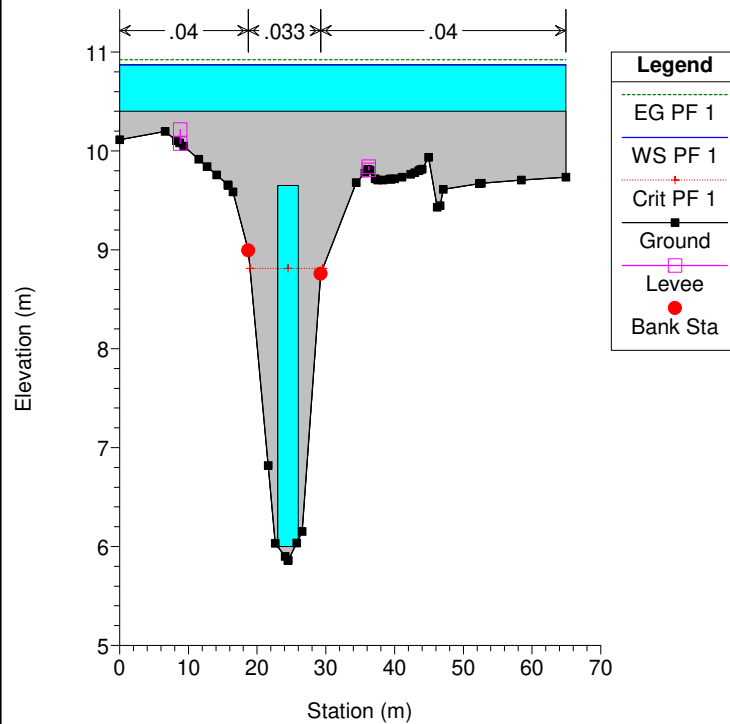
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



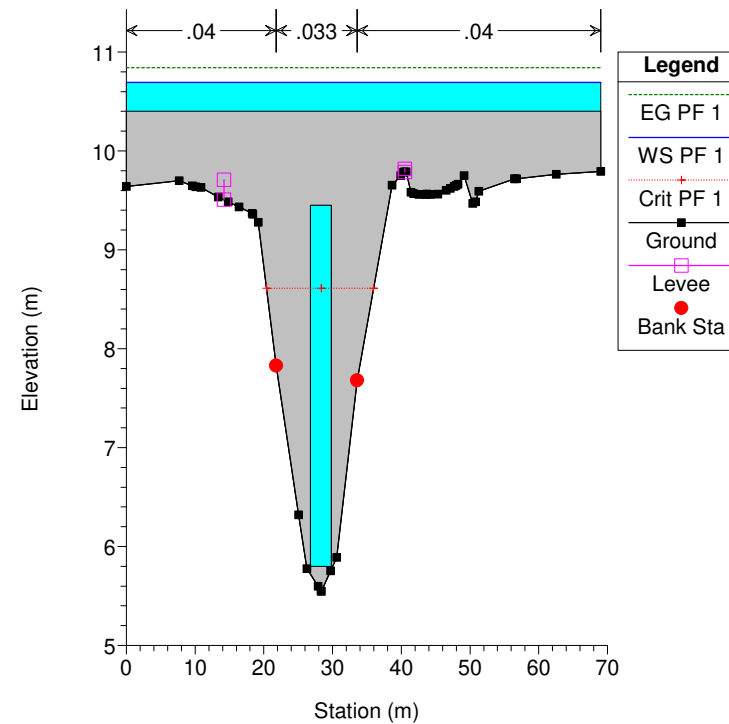
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



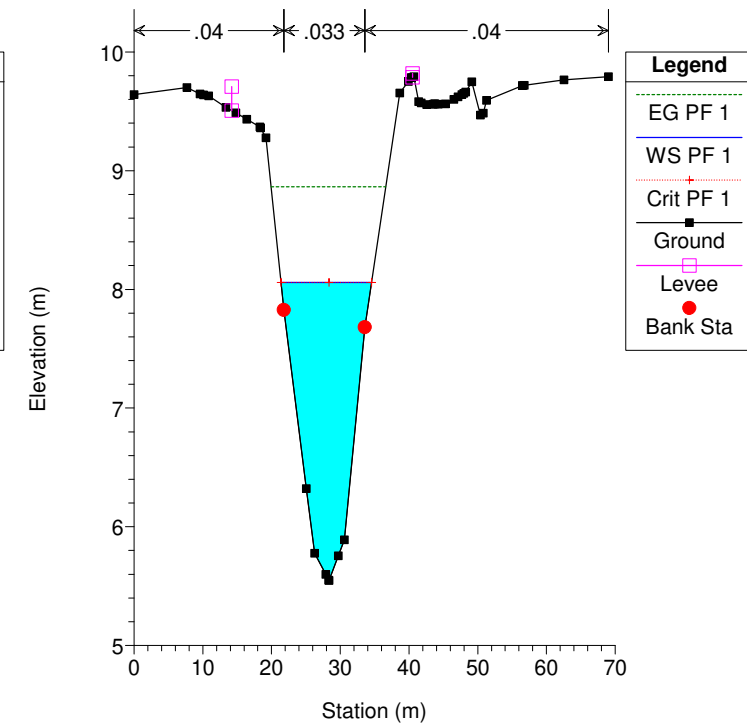
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



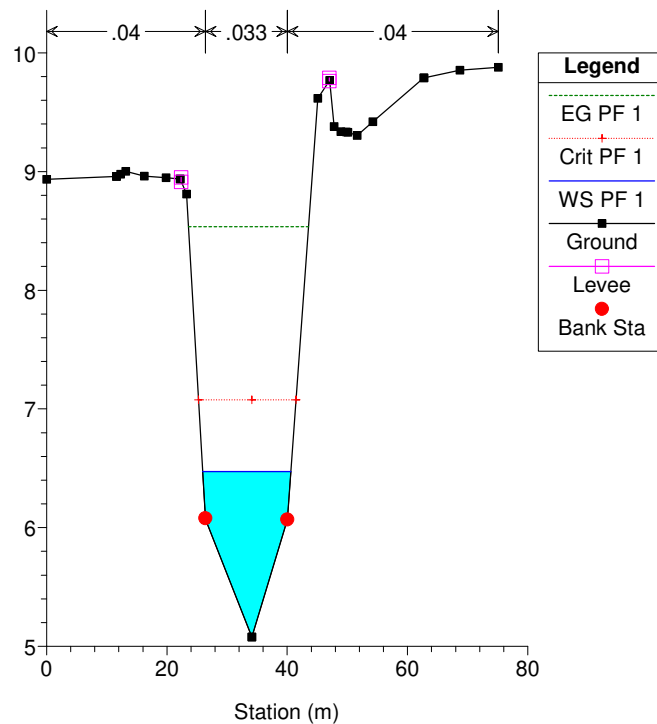
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



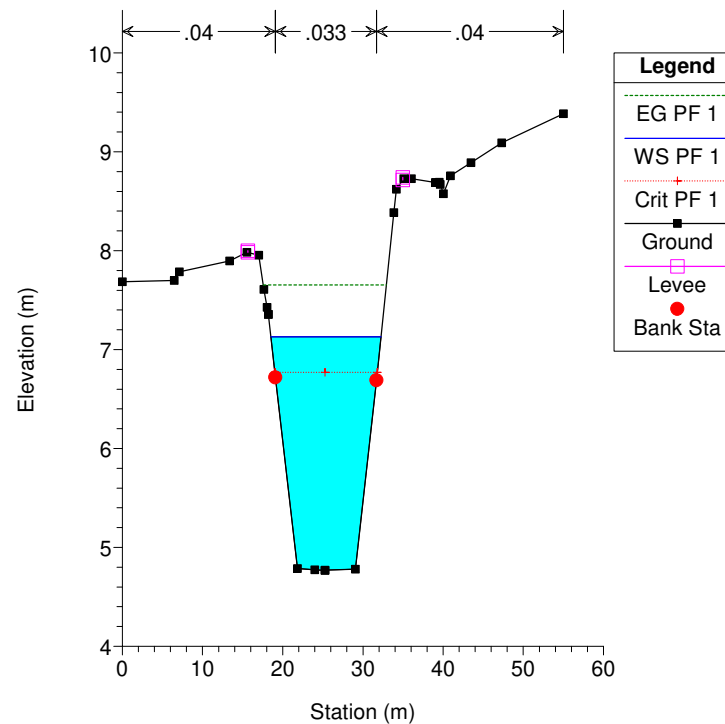
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



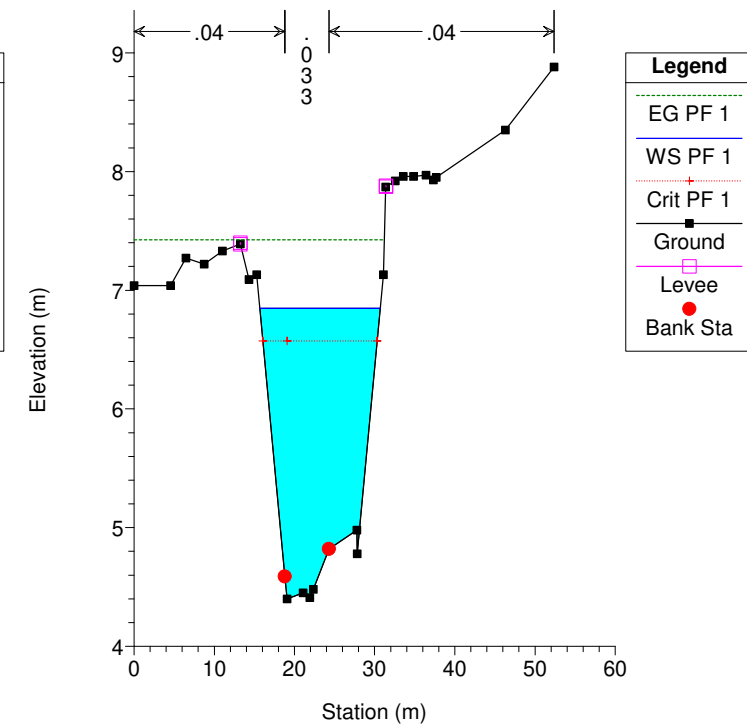
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



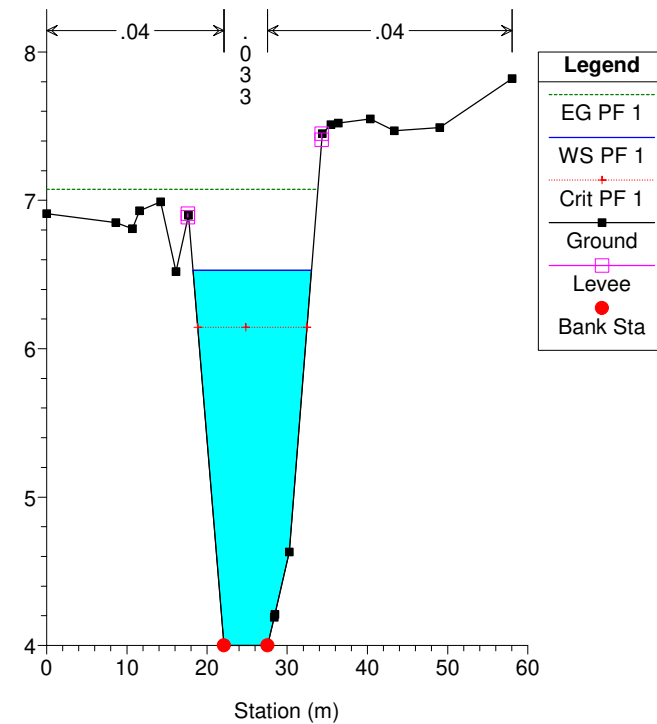
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



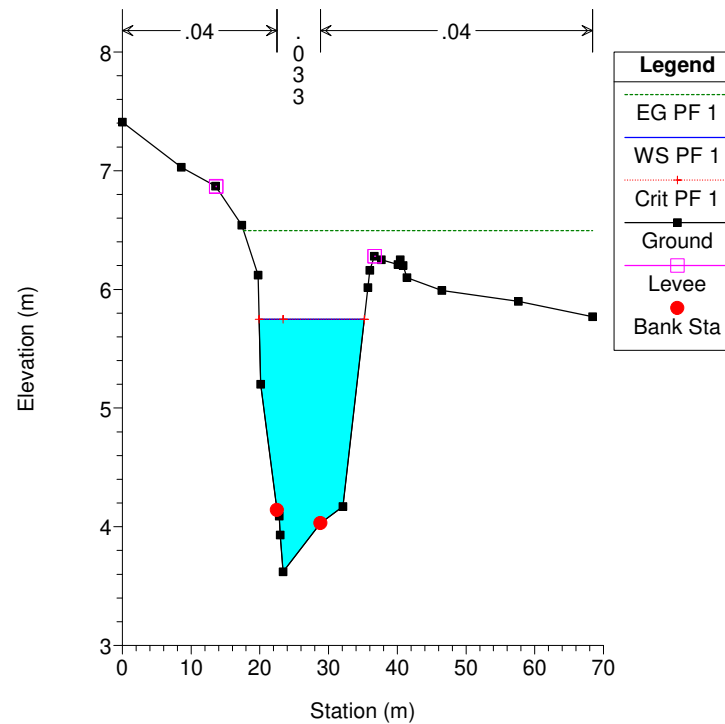
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



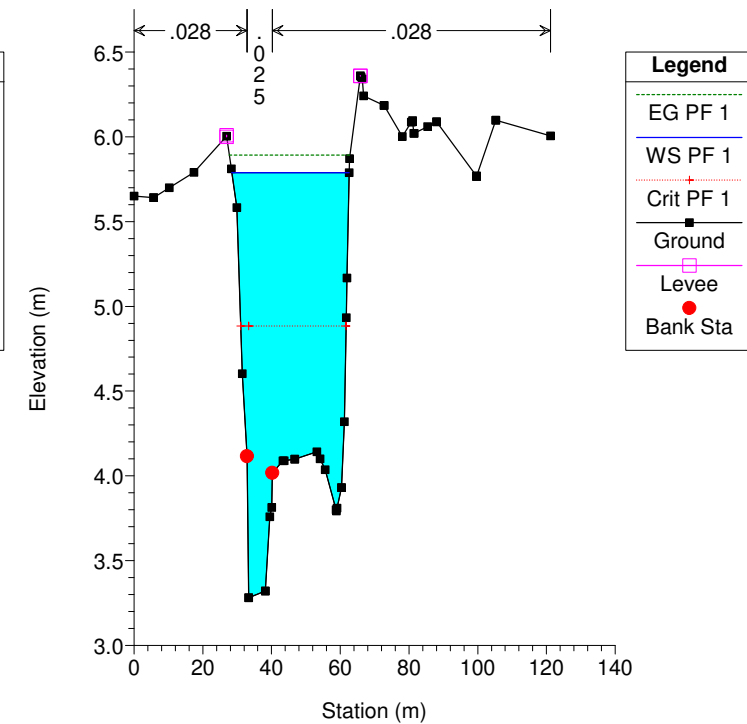
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



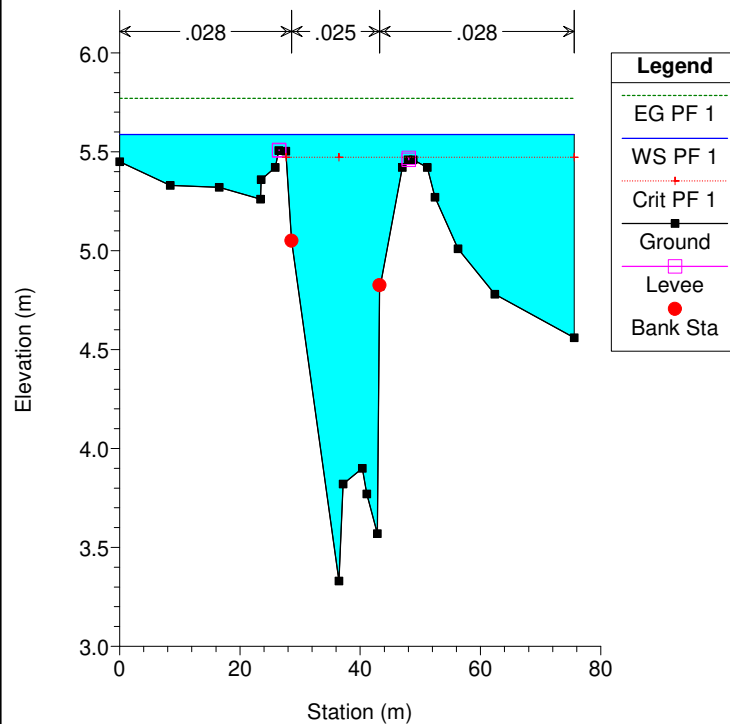
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



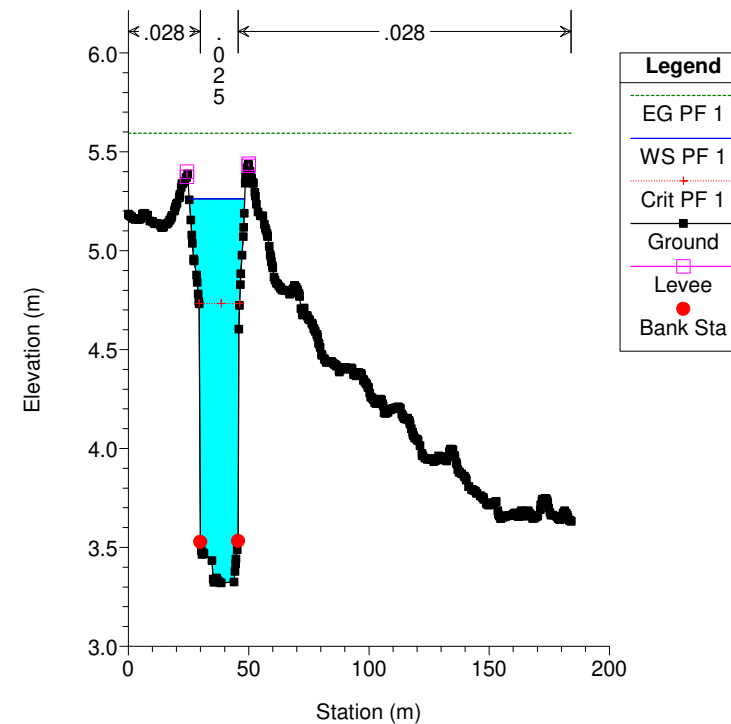
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



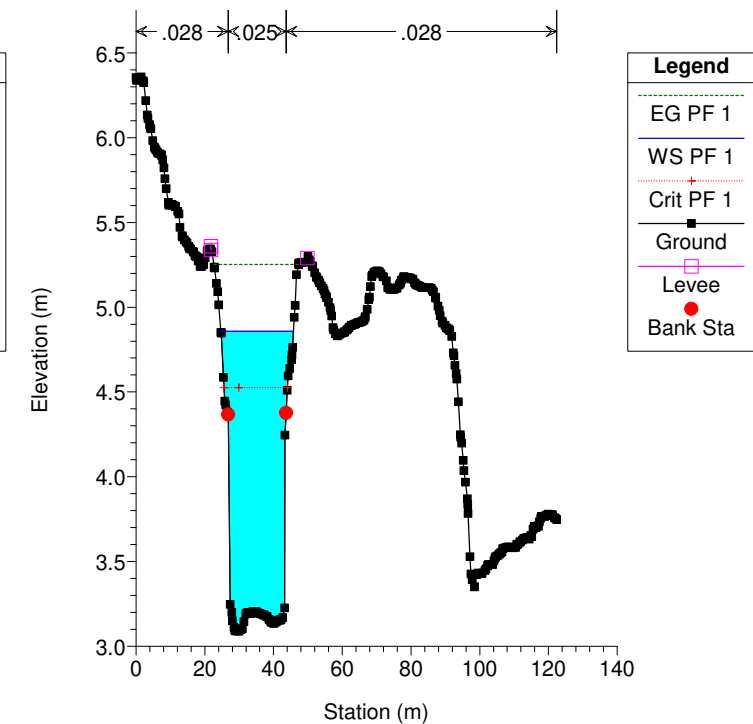
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



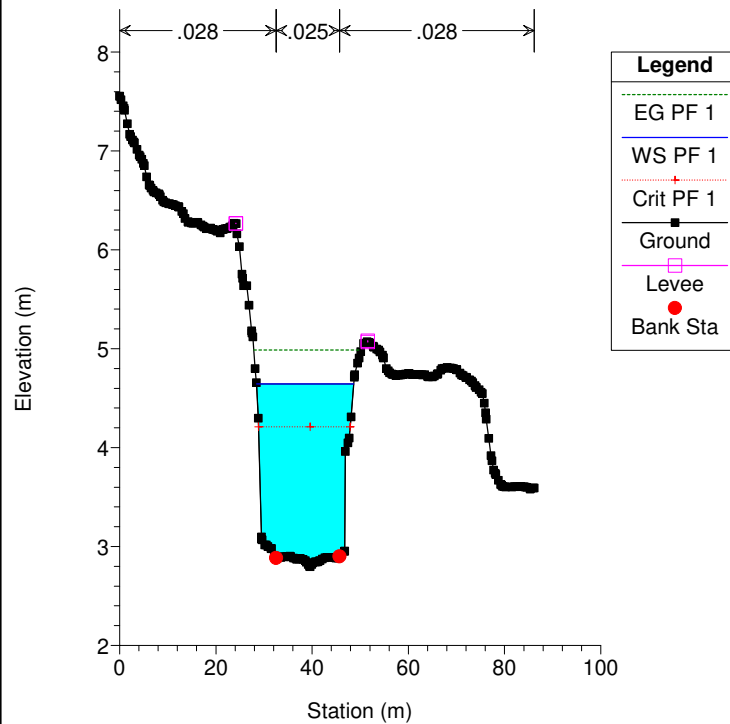
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



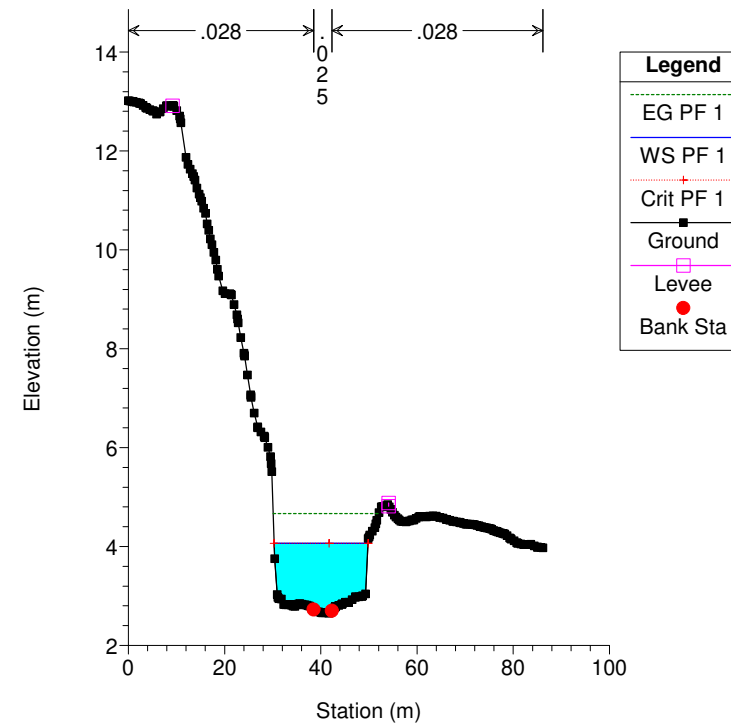
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



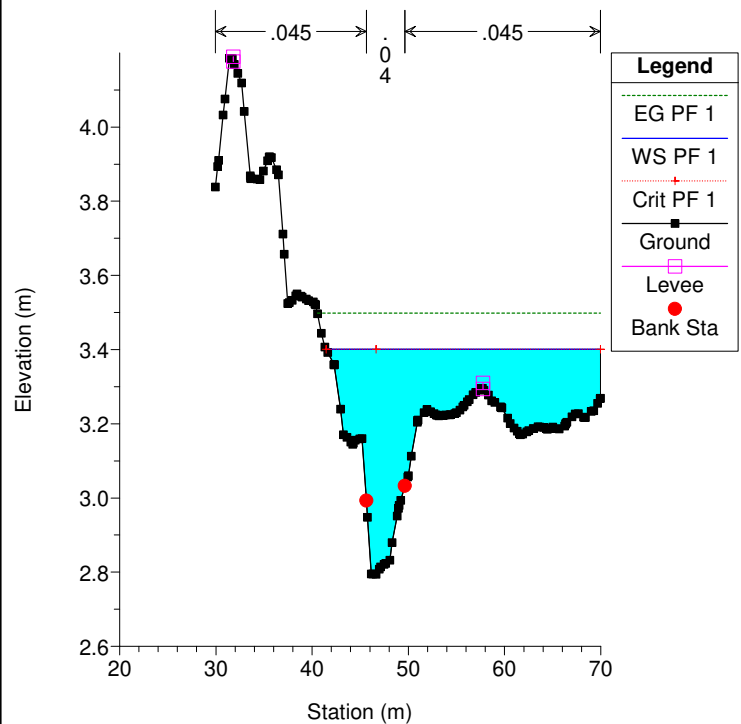
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



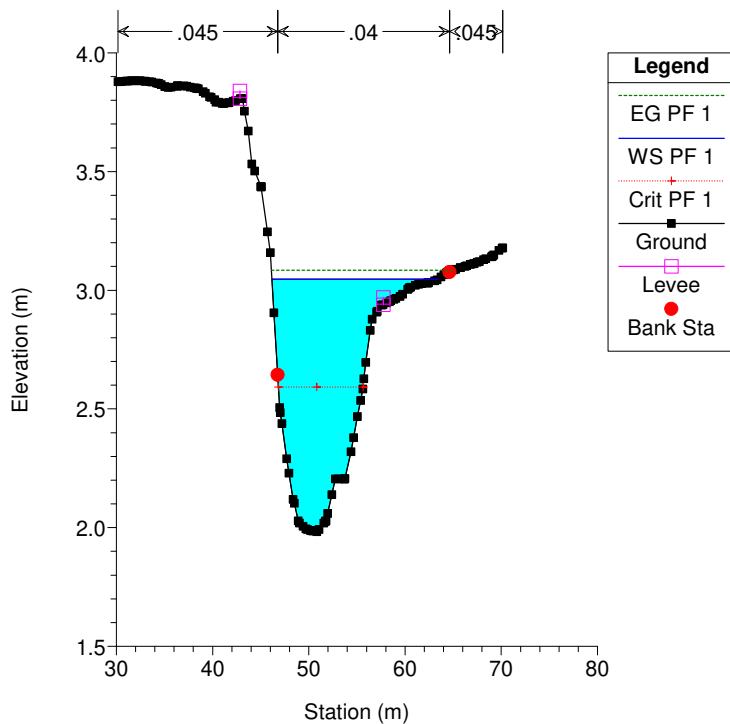
BACINO 9+900 Plan: TR 300 05/06/2018



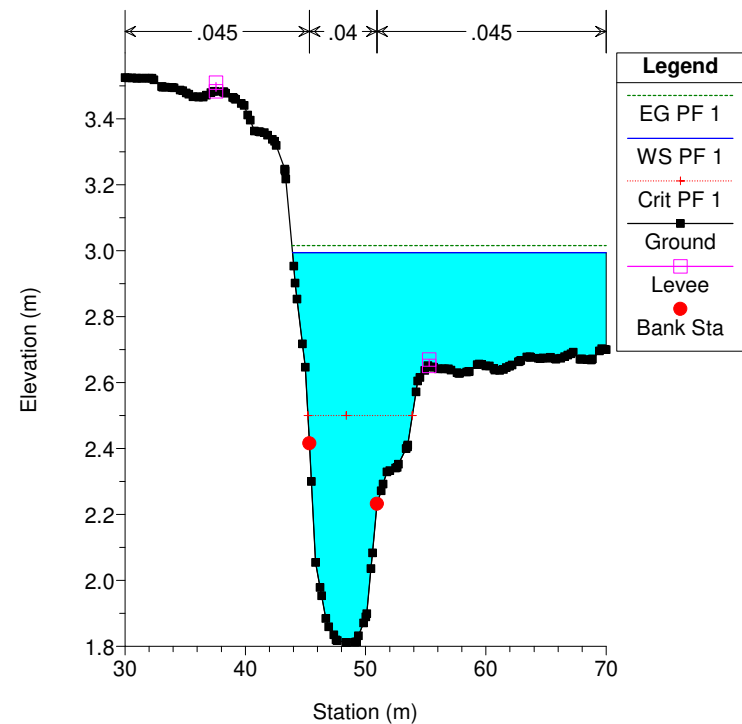
BACINO 10+700 Plan: TR 200 13/09/2018



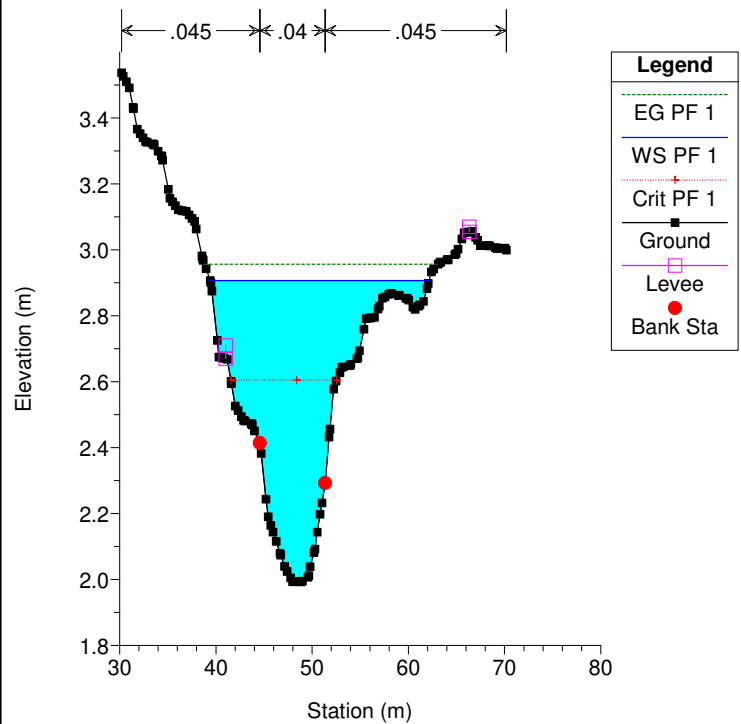
BACINO 10+700 Plan: TR 200 13/09/2018



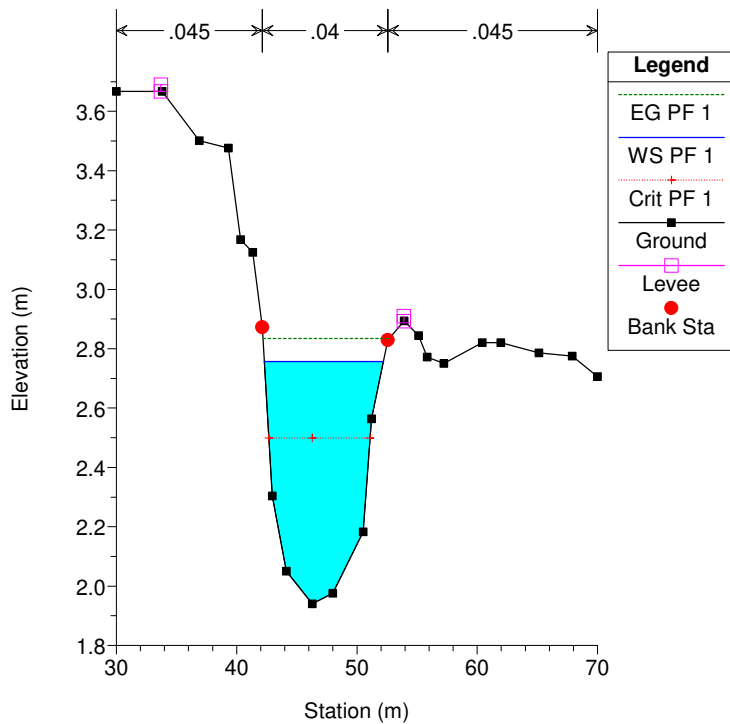
BACINO 10+700 Plan: TR 200 13/09/2018



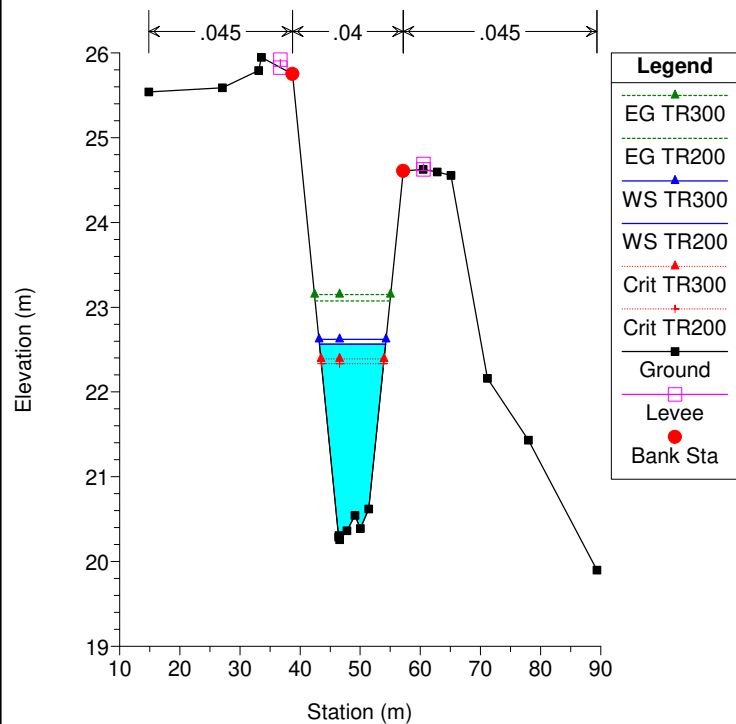
BACINO 10+700 Plan: TR 200 13/09/2018



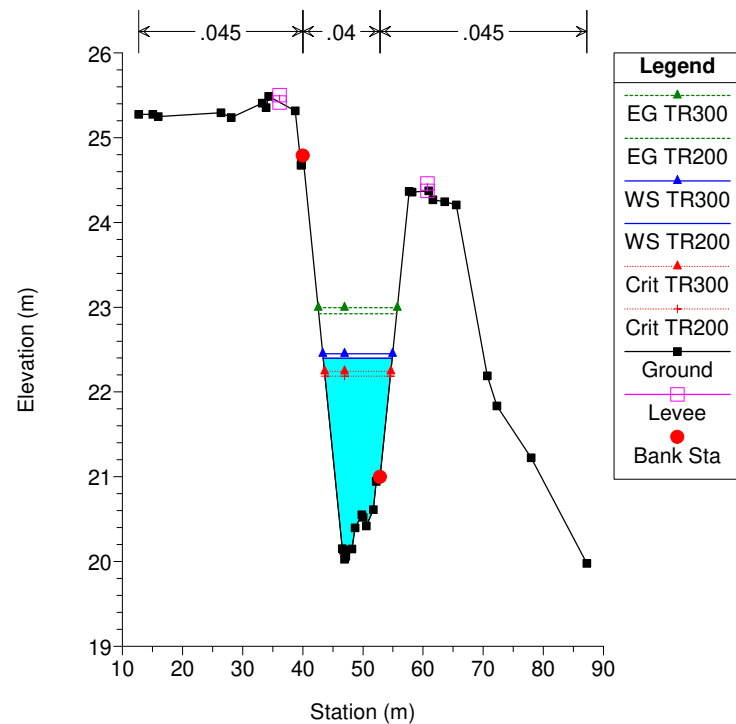
BACINO 10+700 Plan: TR 200 13/09/2018



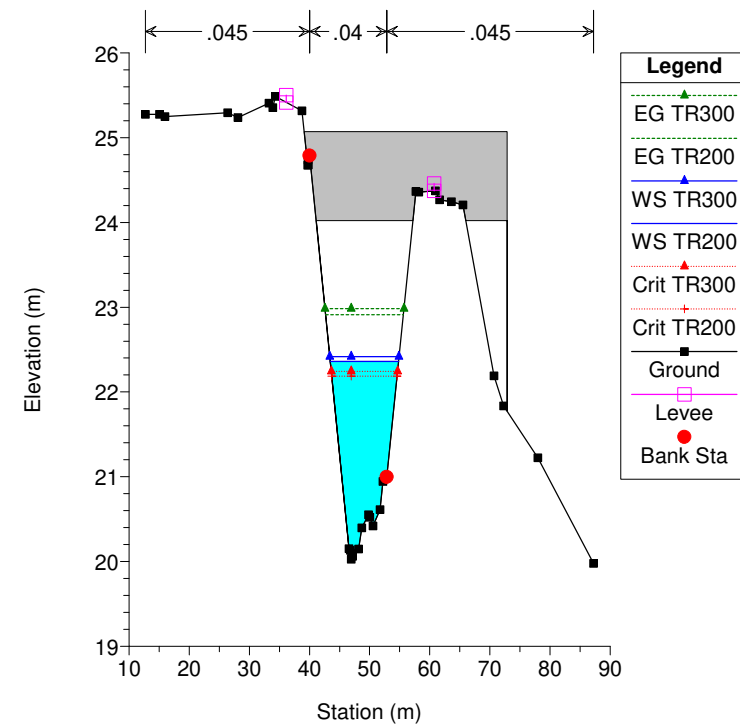
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



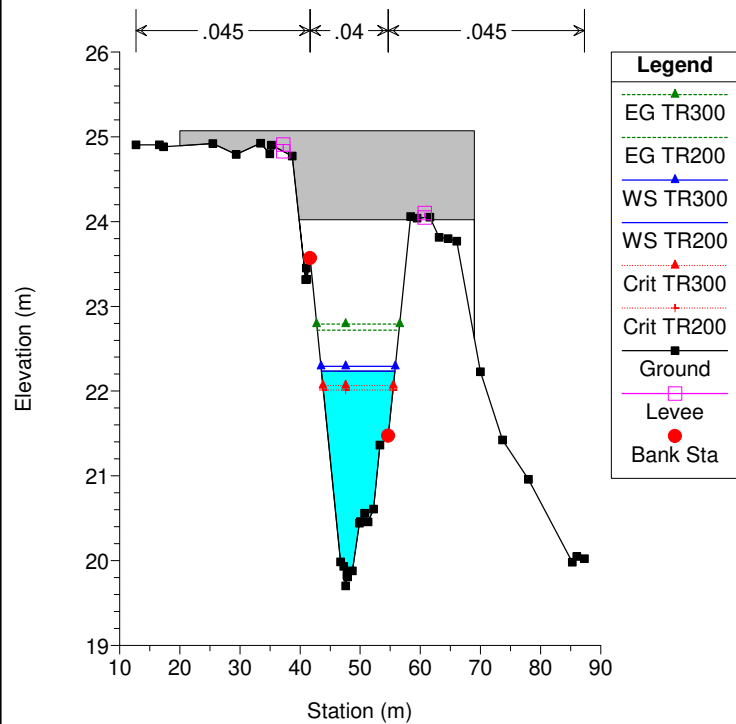
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



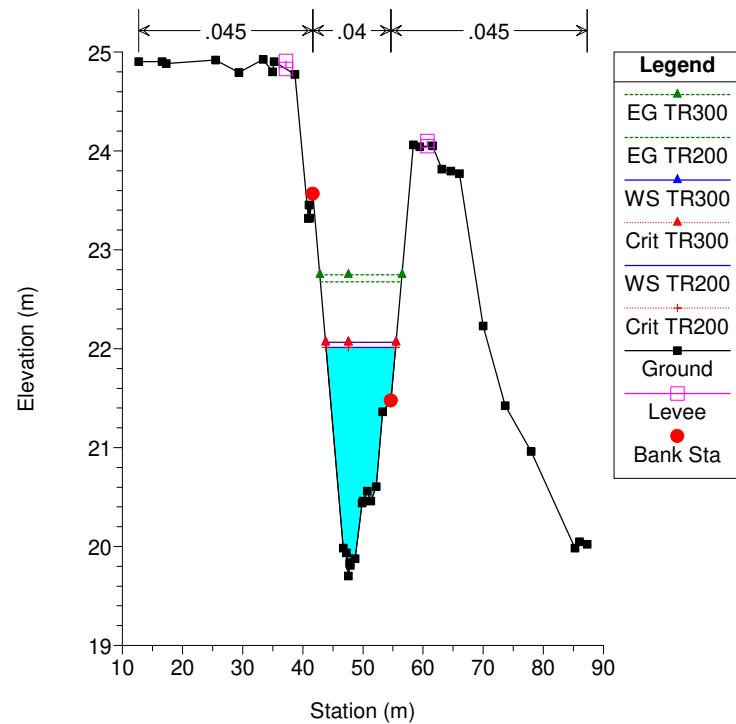
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



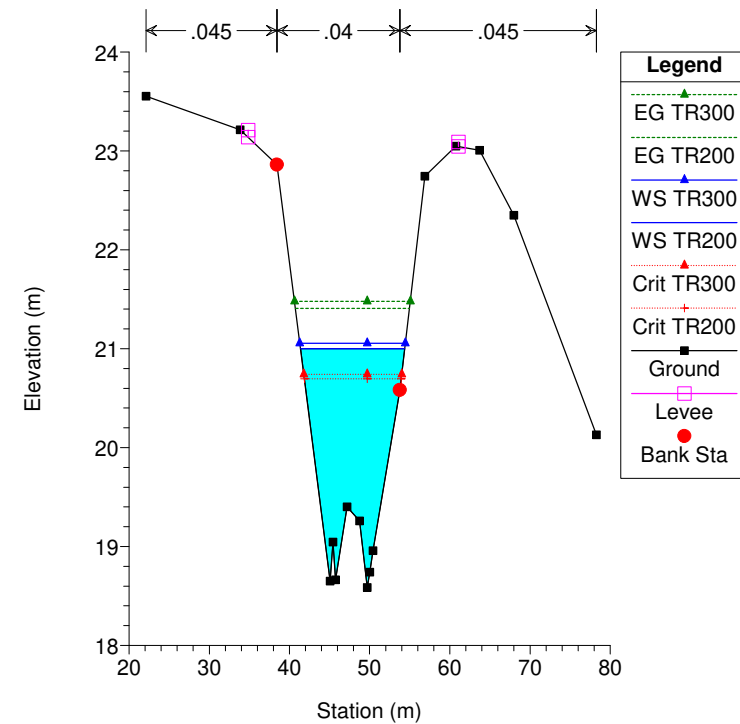
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



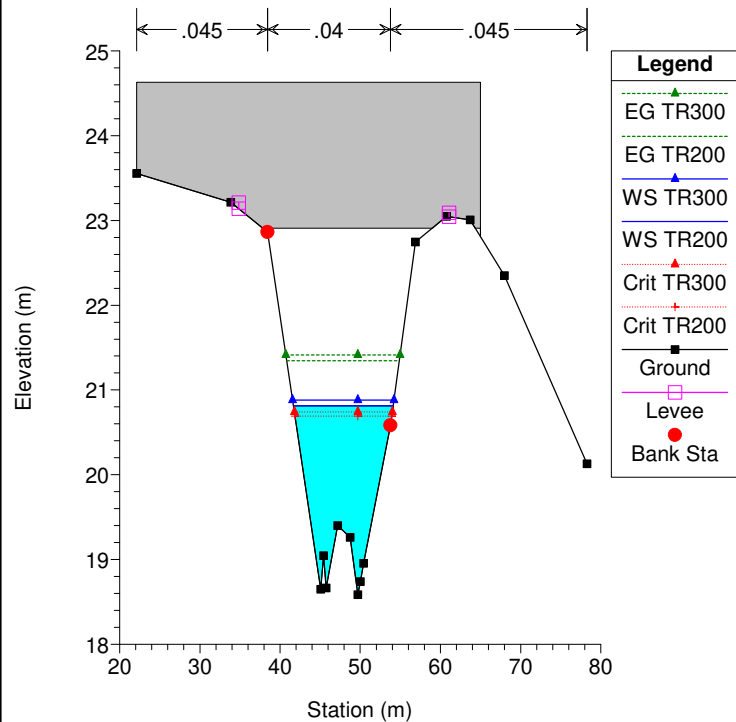
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



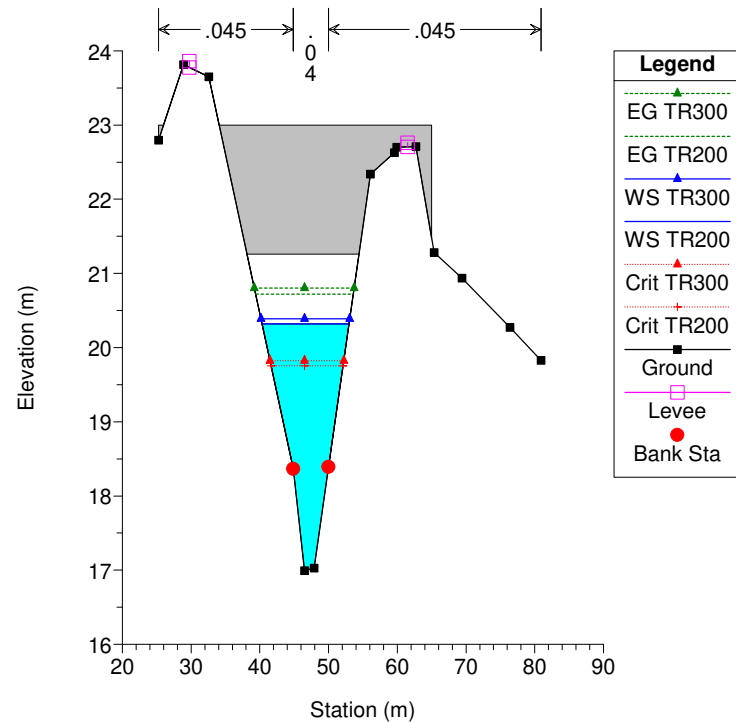
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



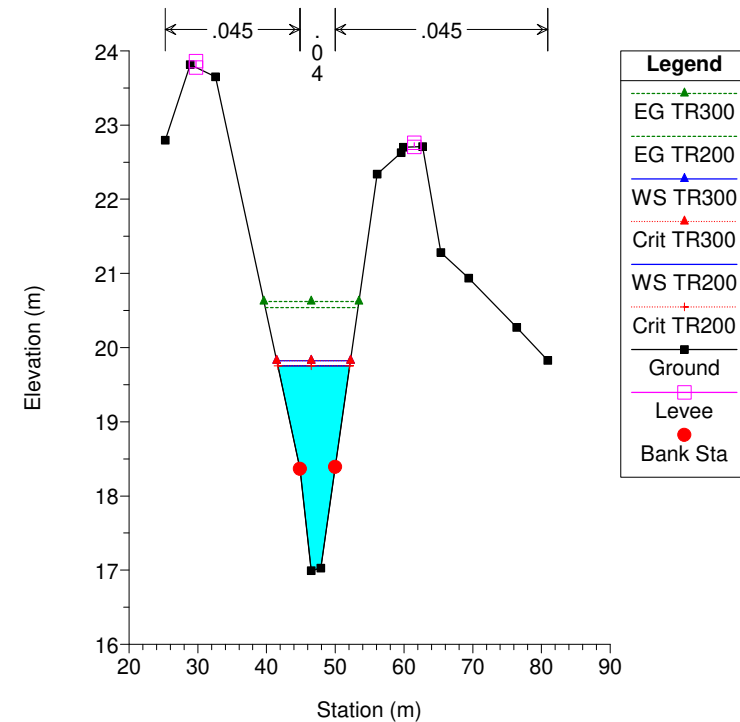
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



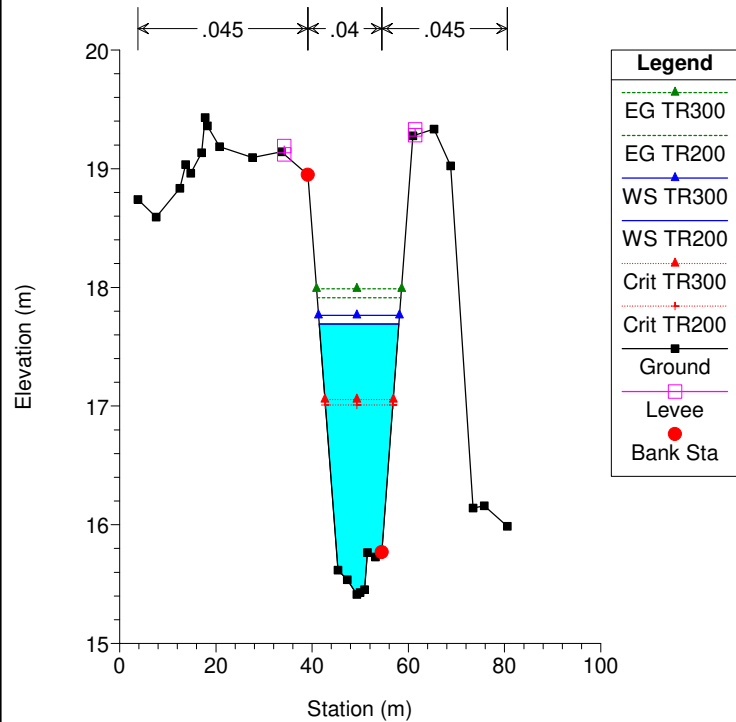
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



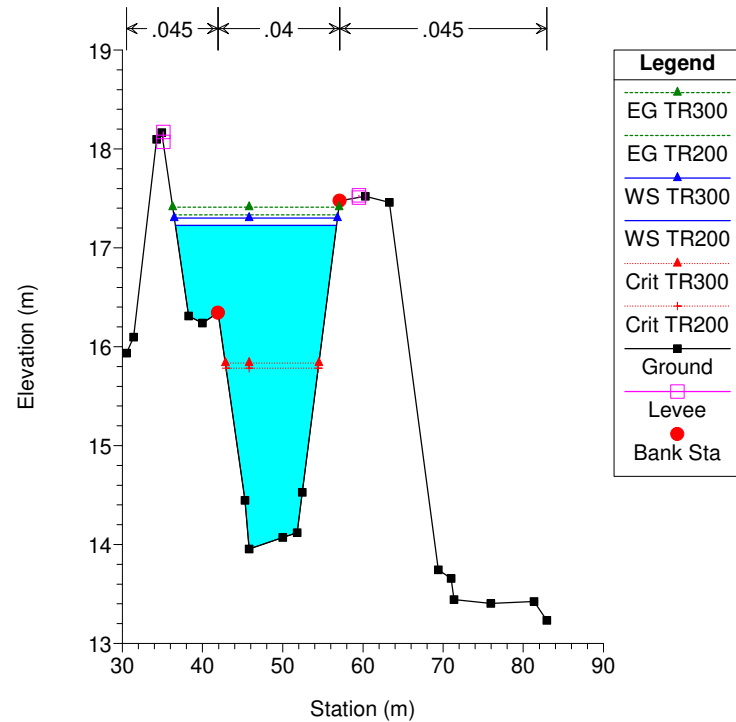
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



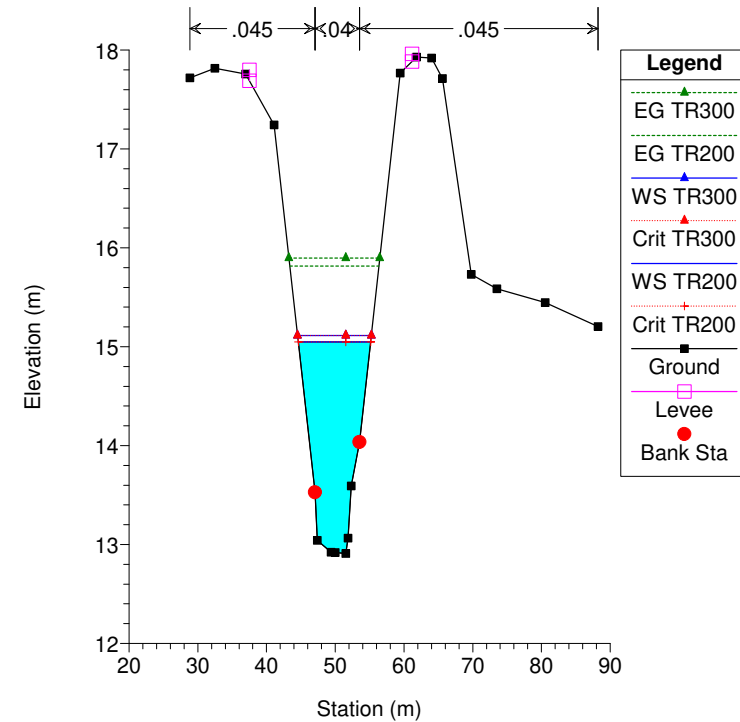
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



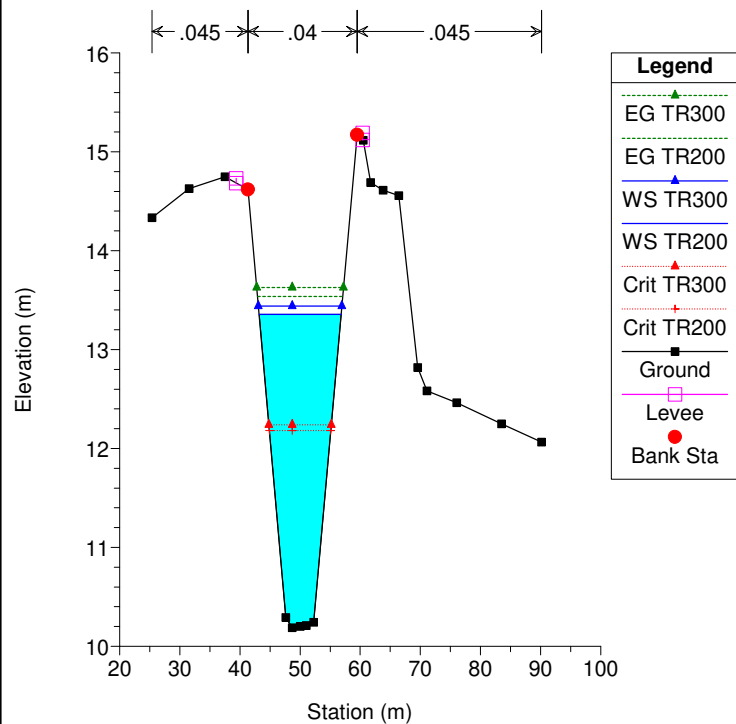
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



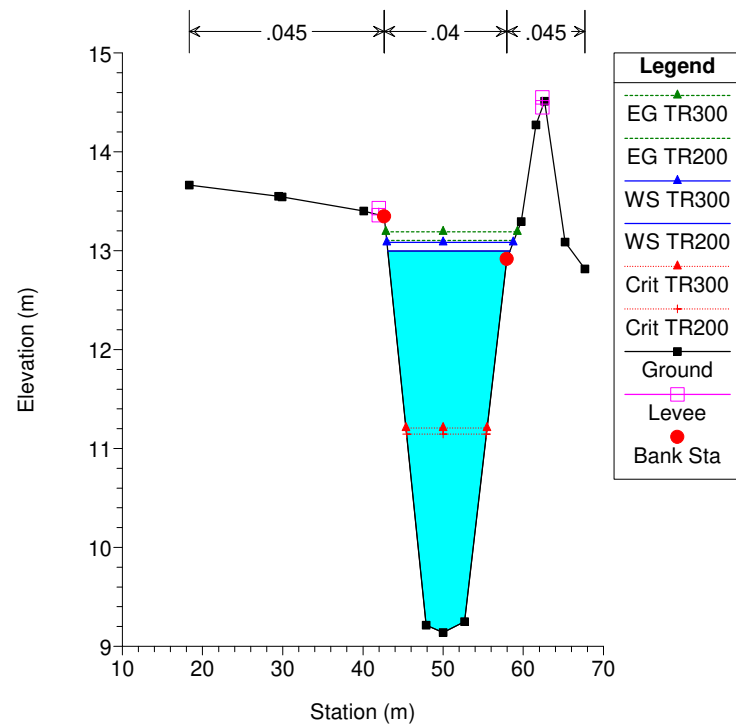
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



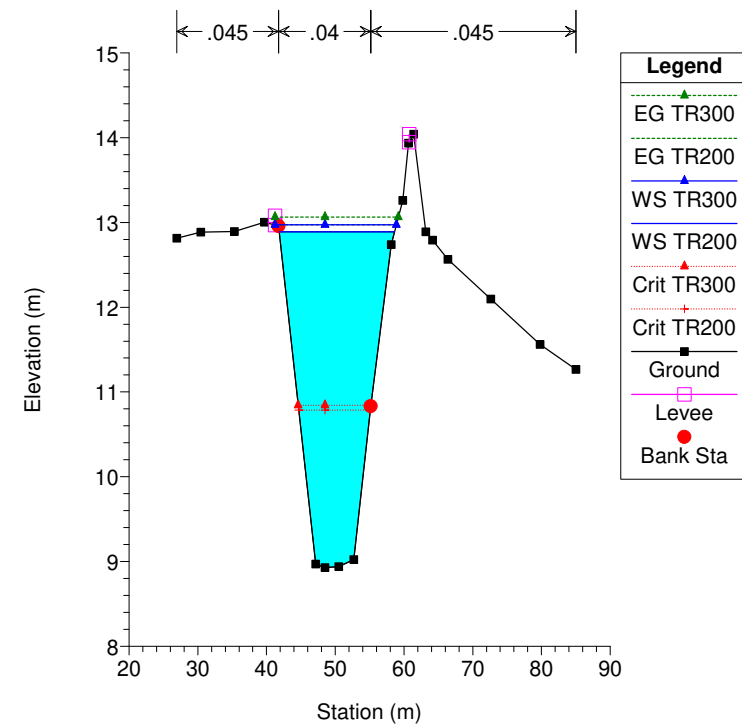
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



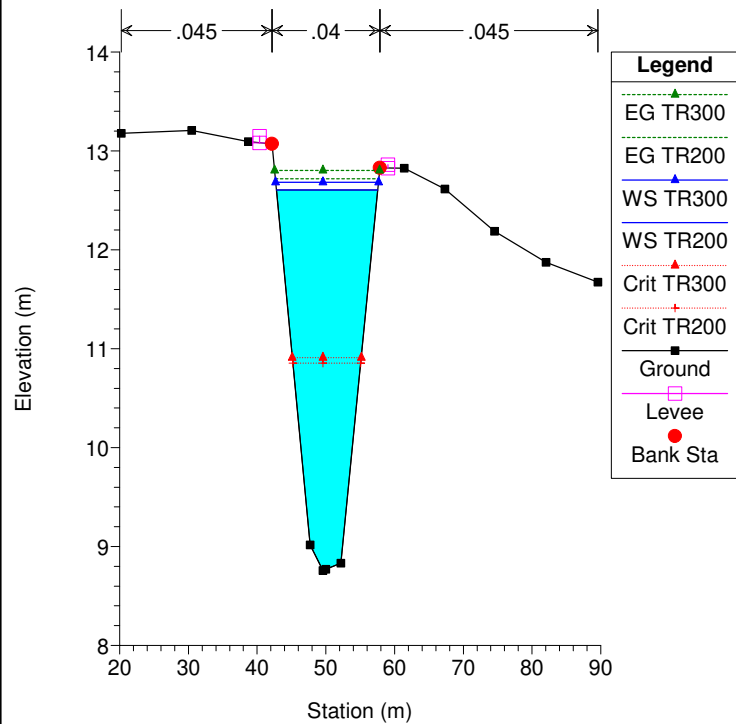
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



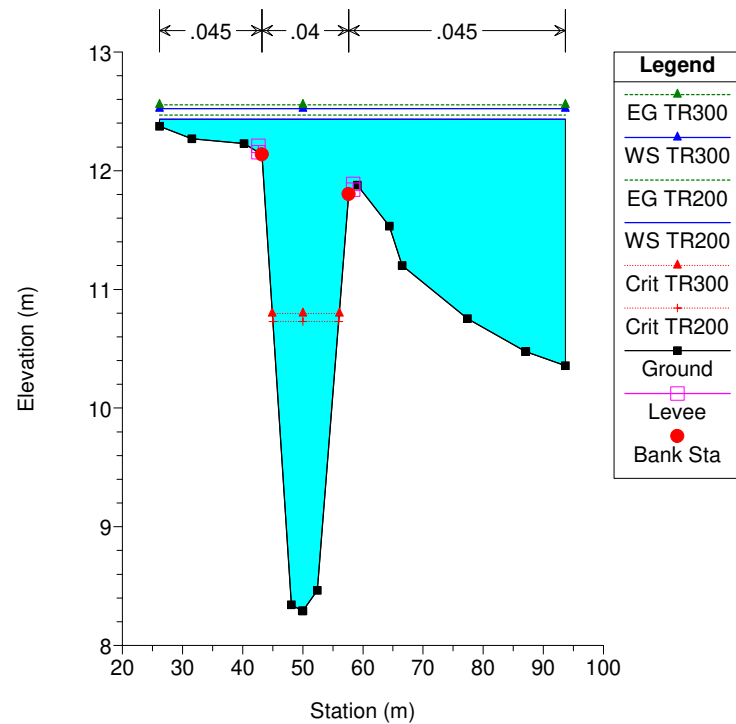
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



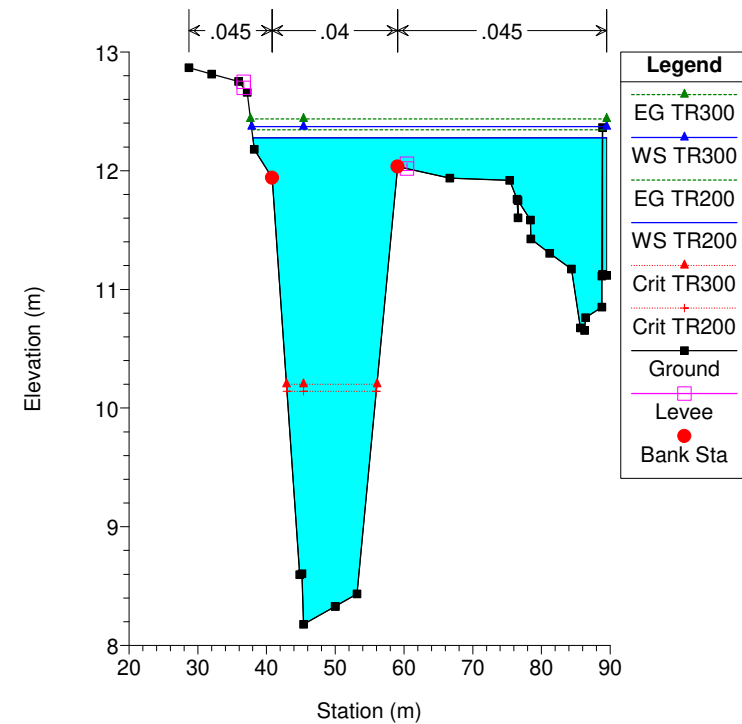
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



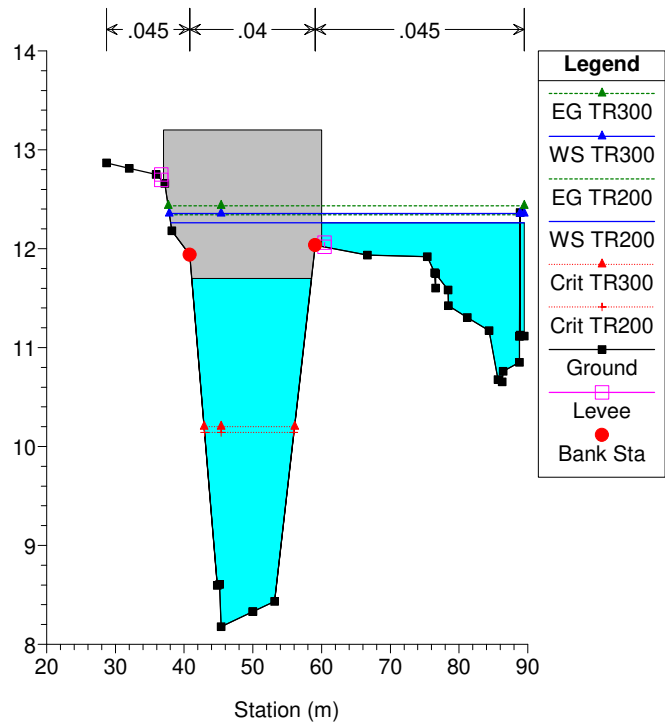
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



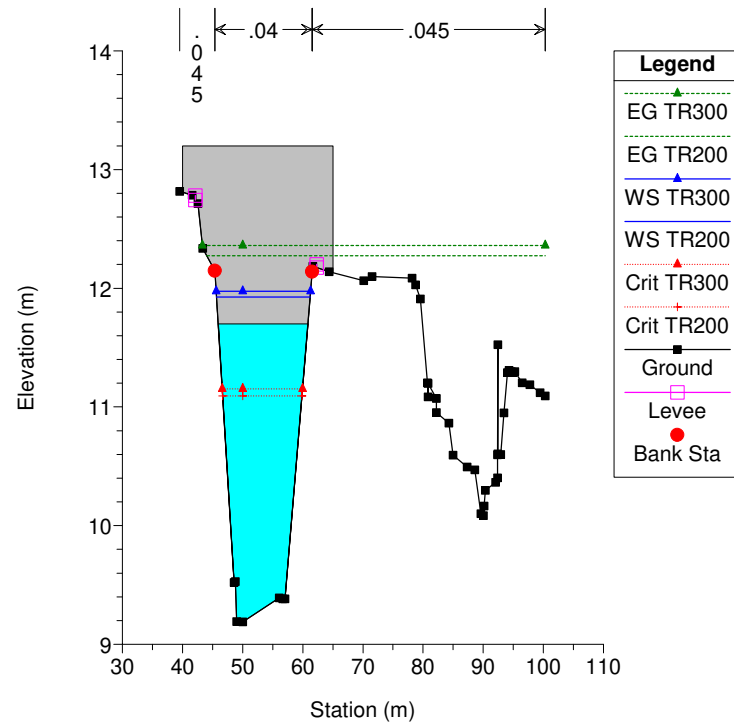
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



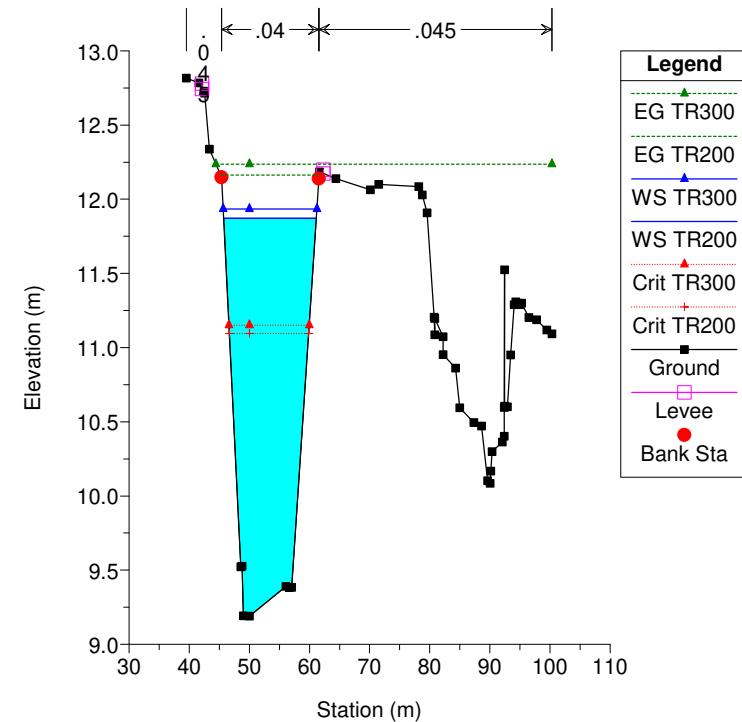
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



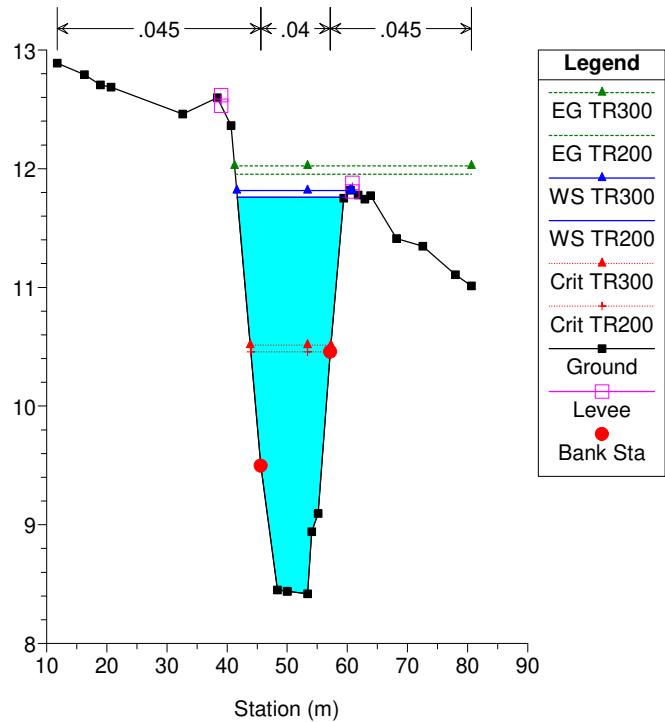
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



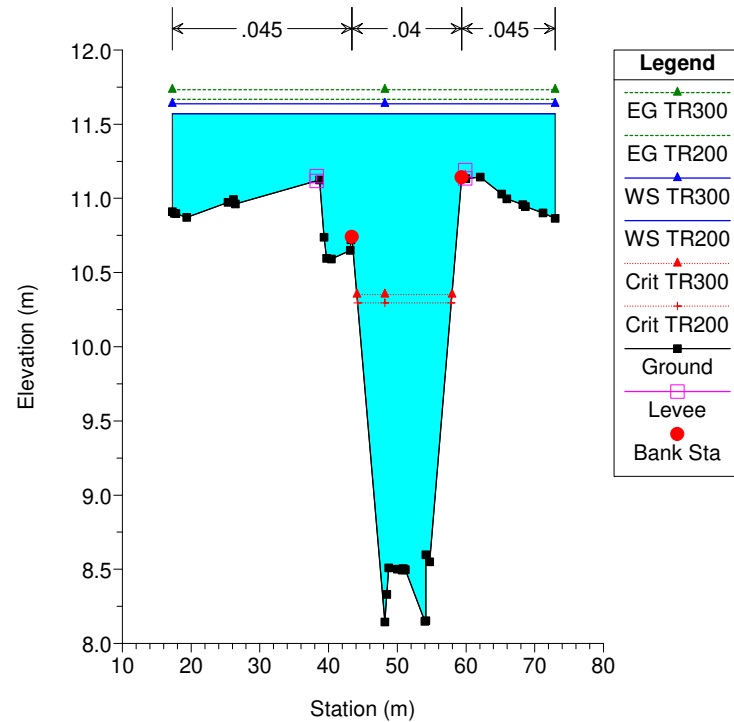
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



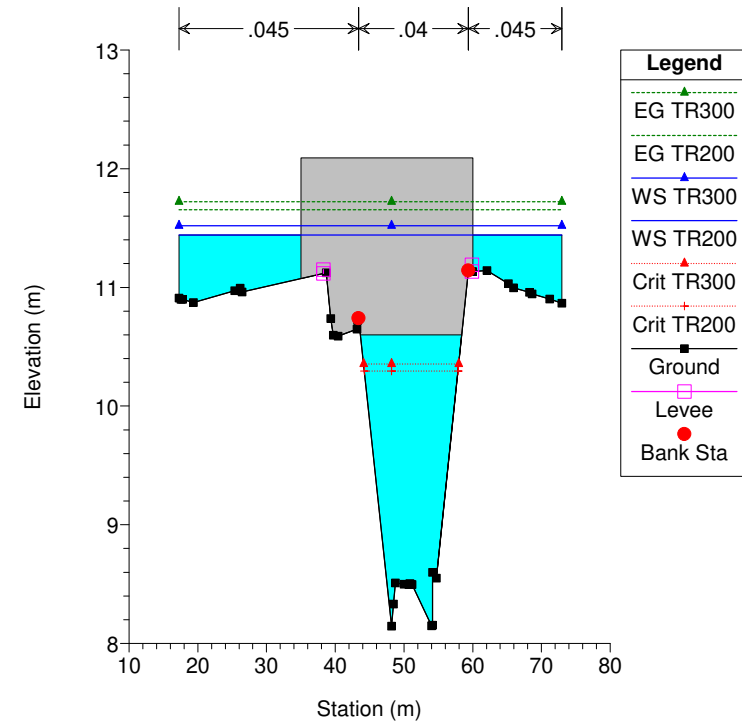
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



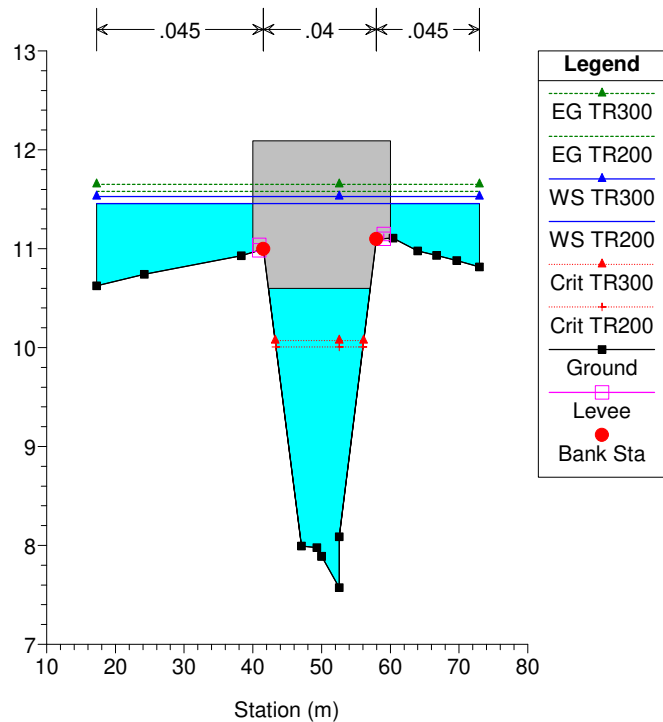
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



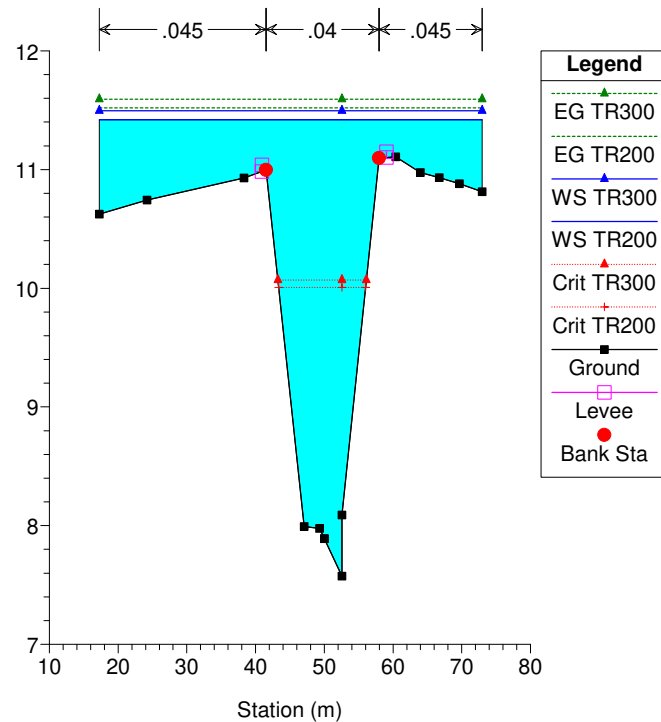
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



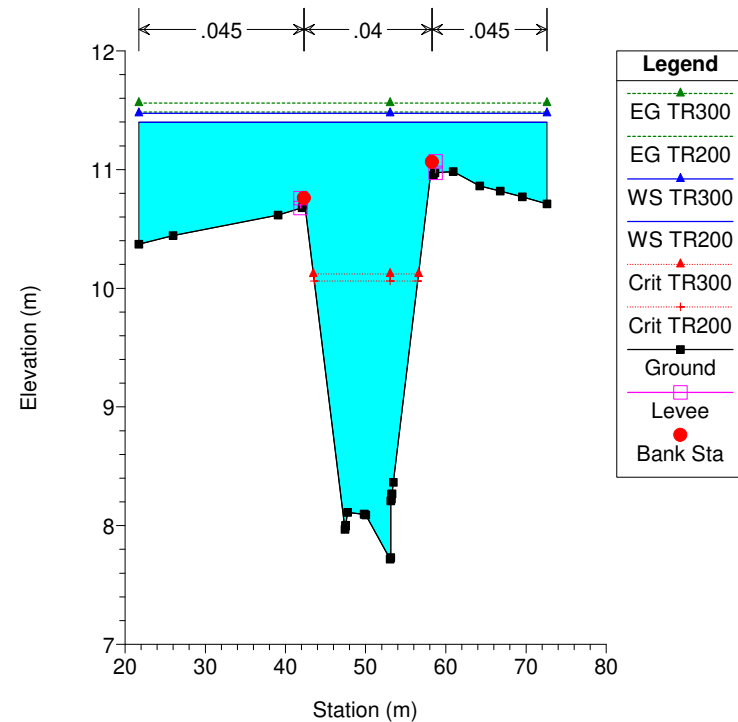
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



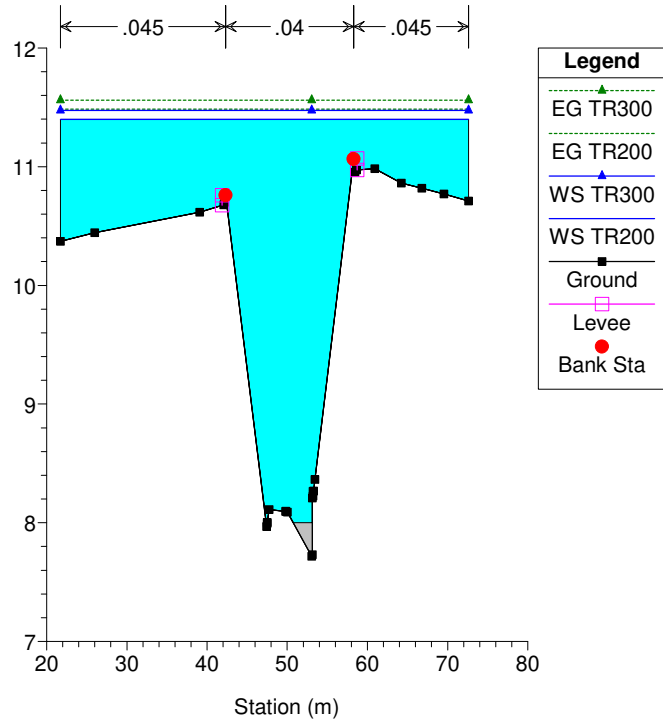
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



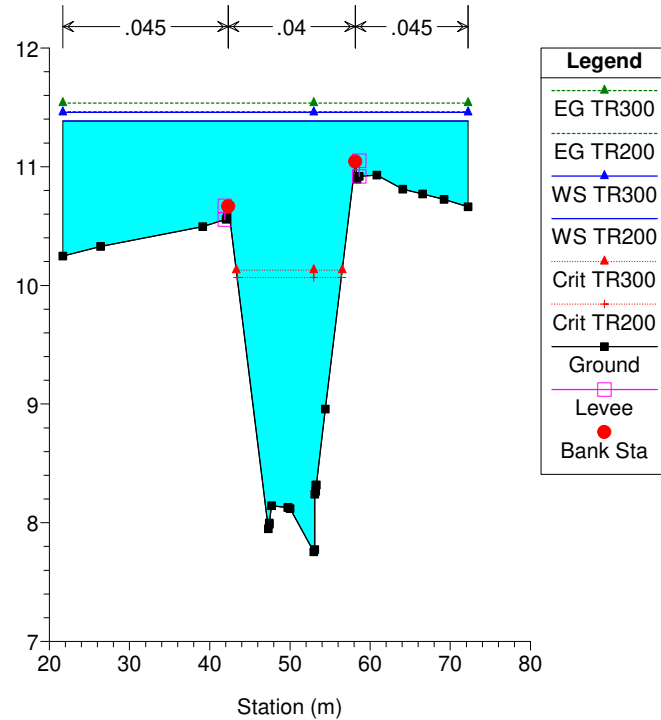
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



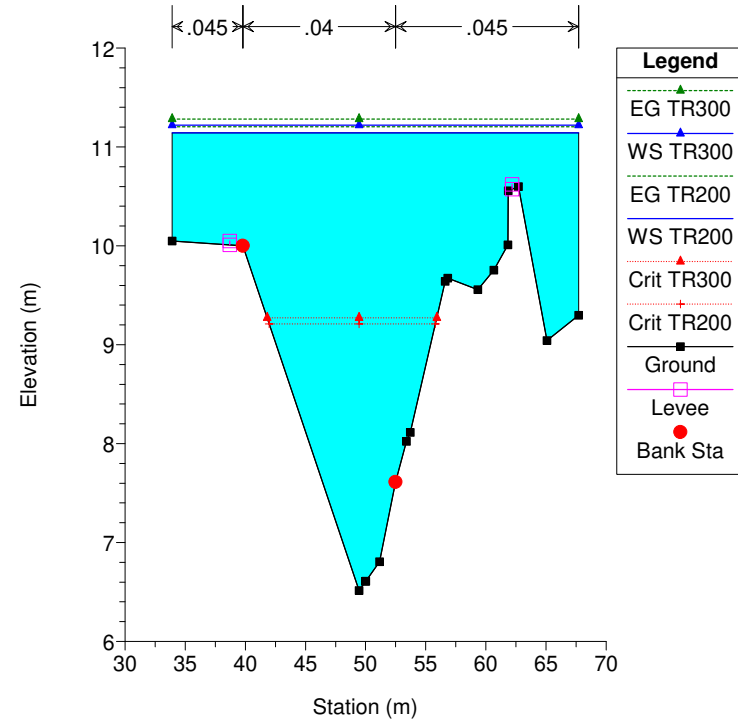
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018
soglia a valle dell'attraversamento alla pk 1930



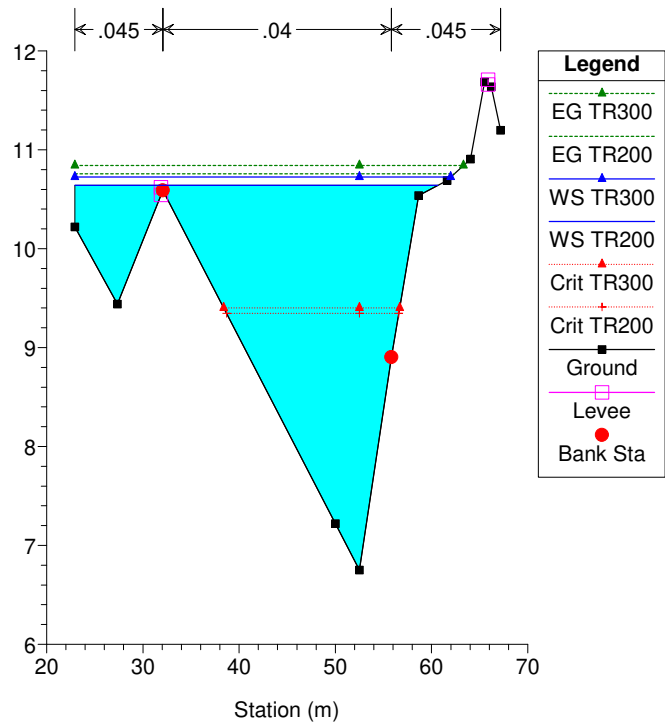
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



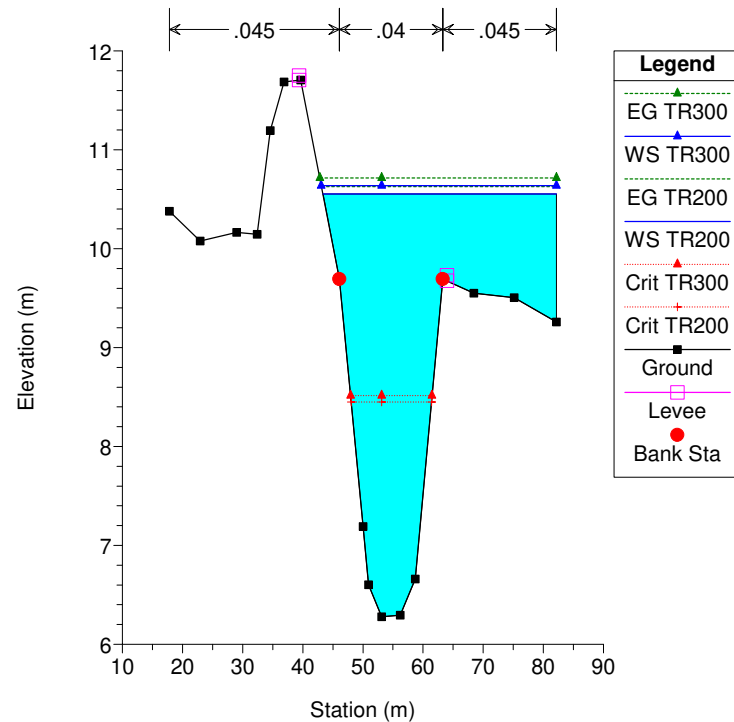
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



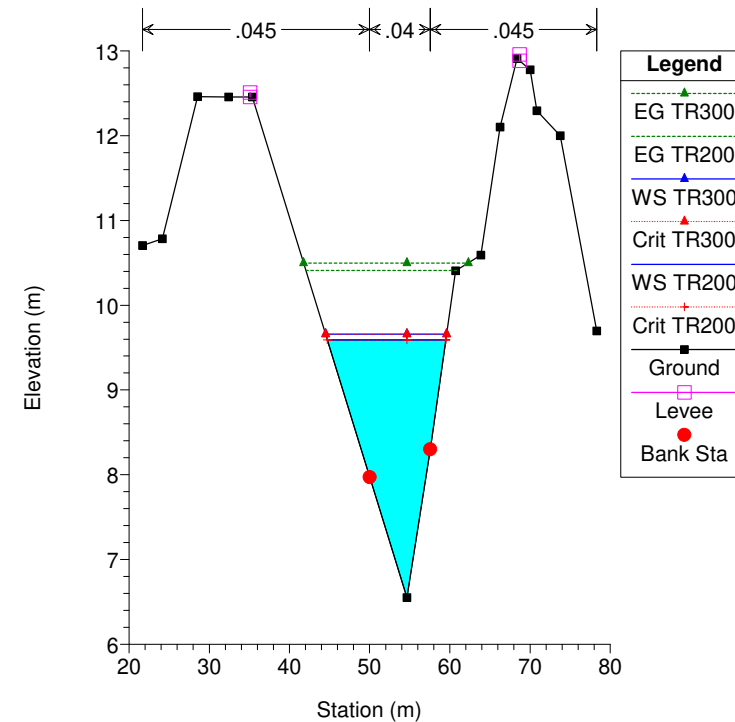
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



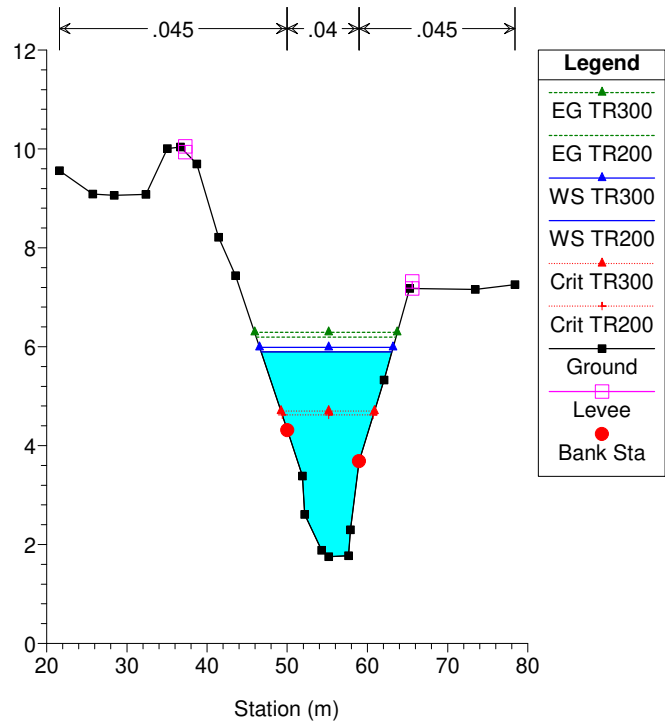
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



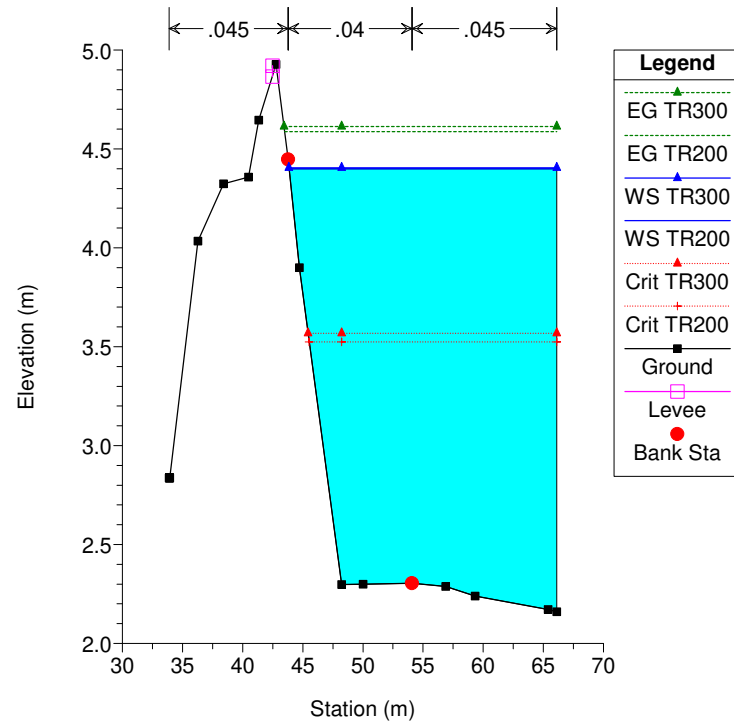
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



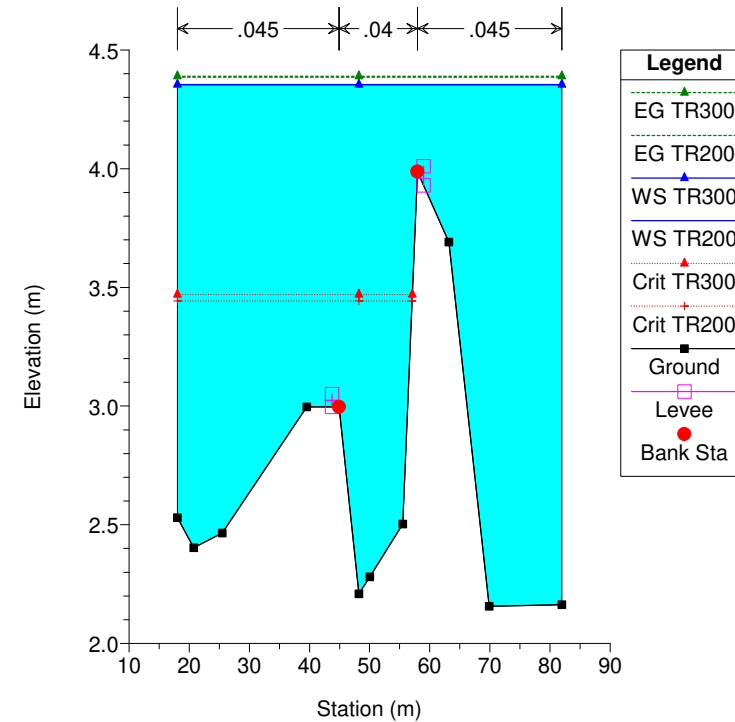
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



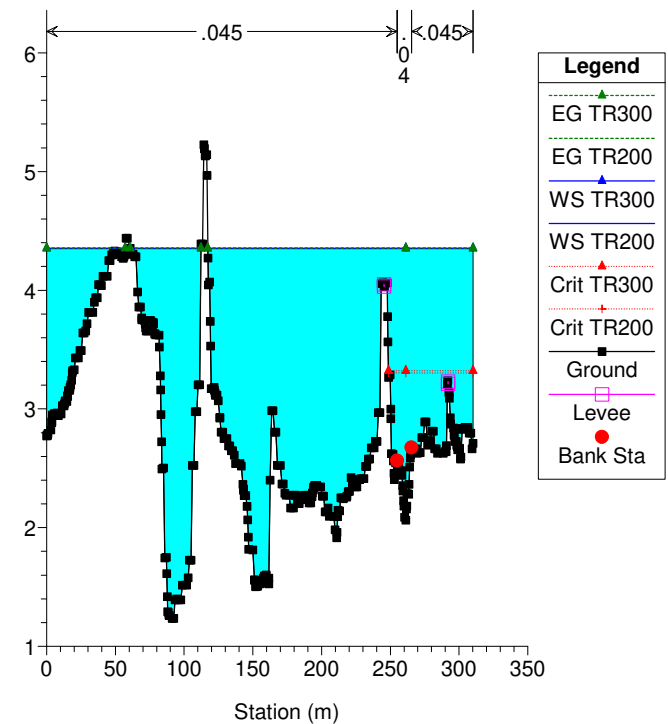
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



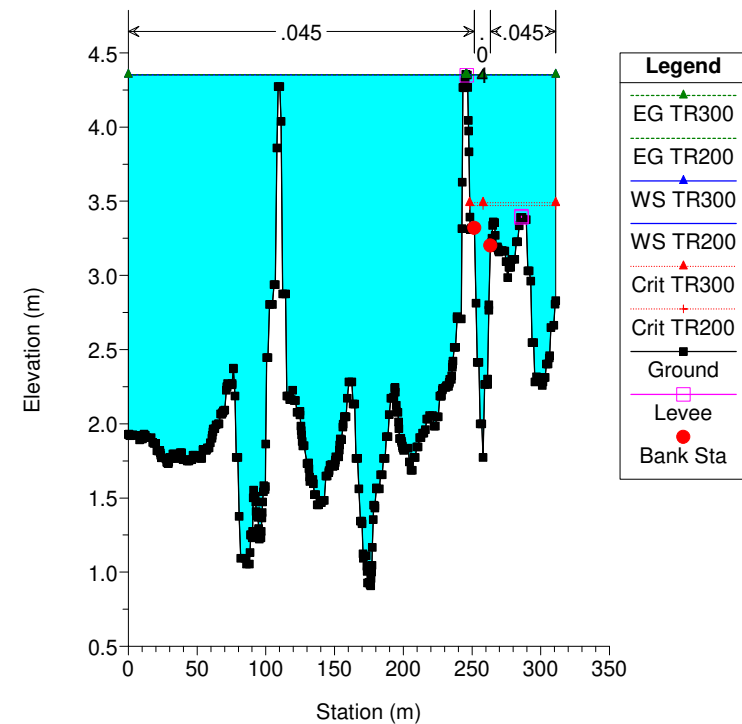
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



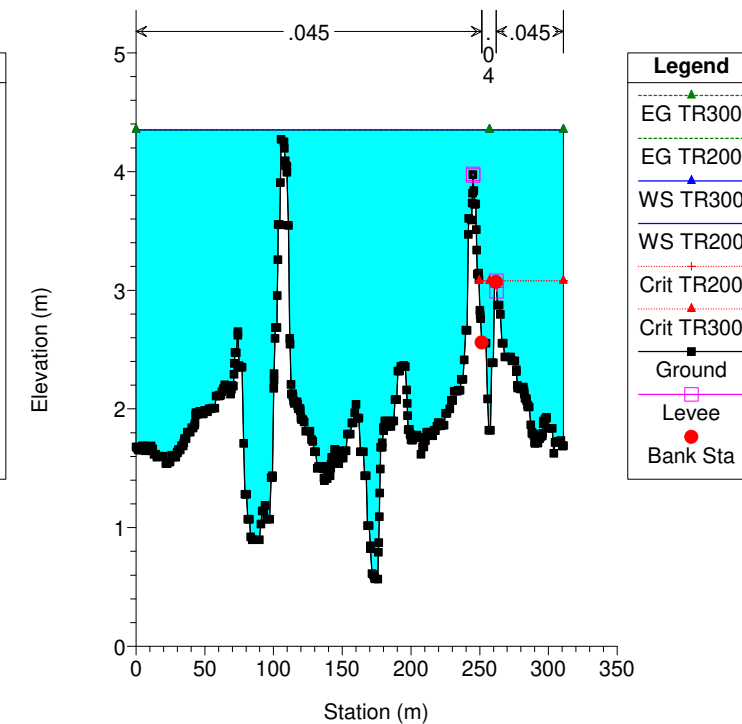
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



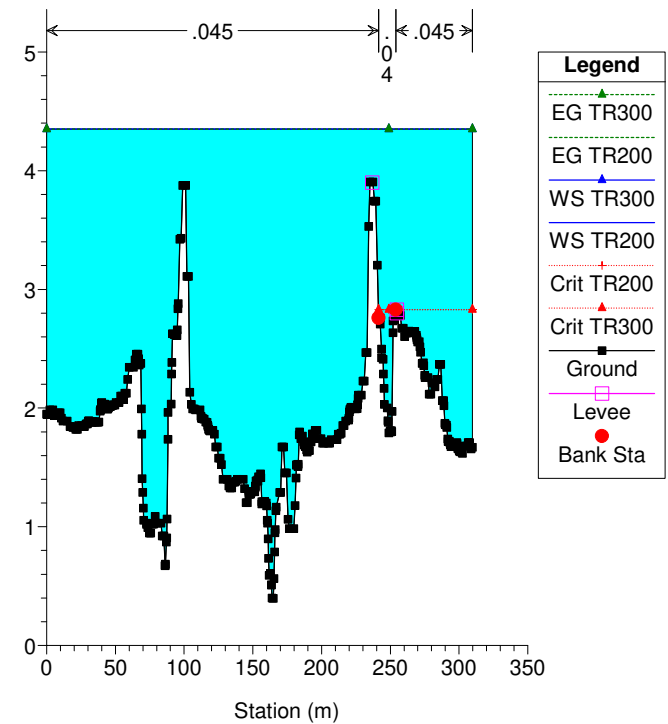
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018

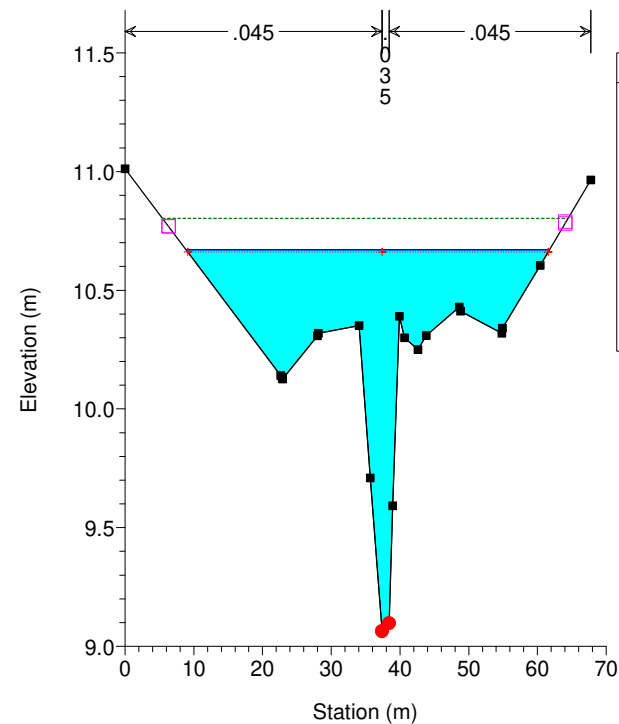
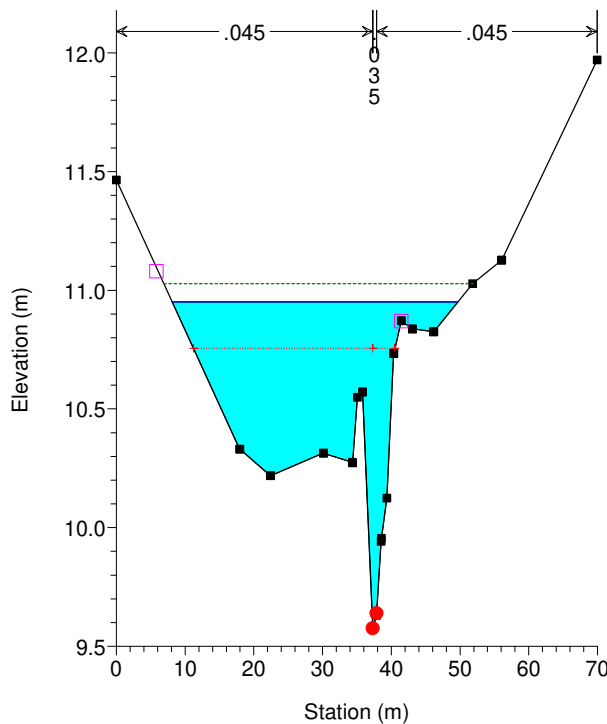
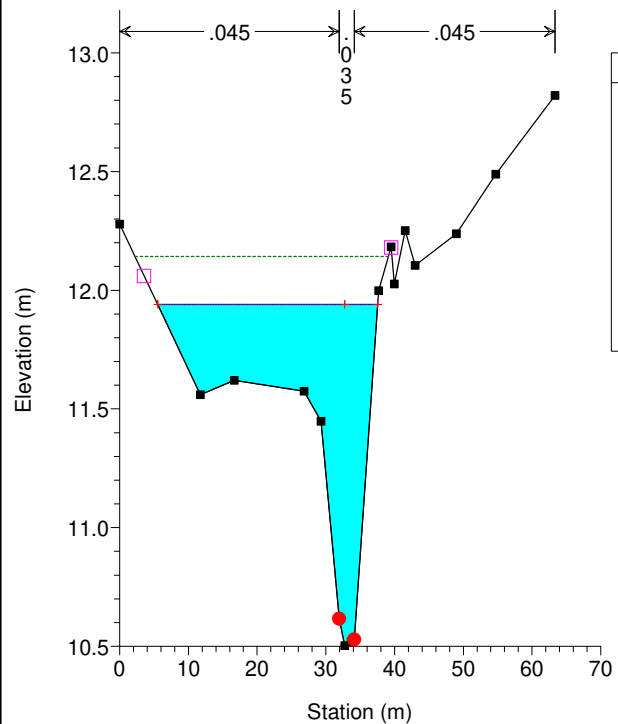


CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018

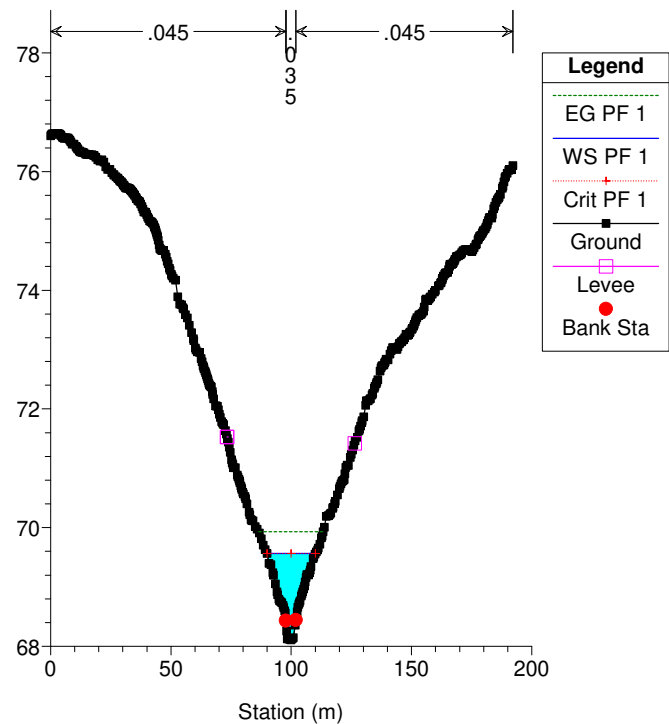


CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018

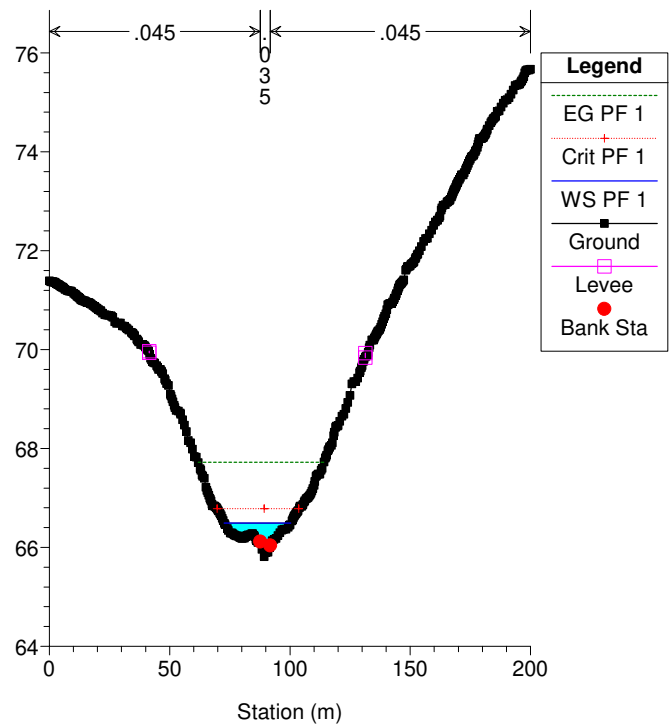




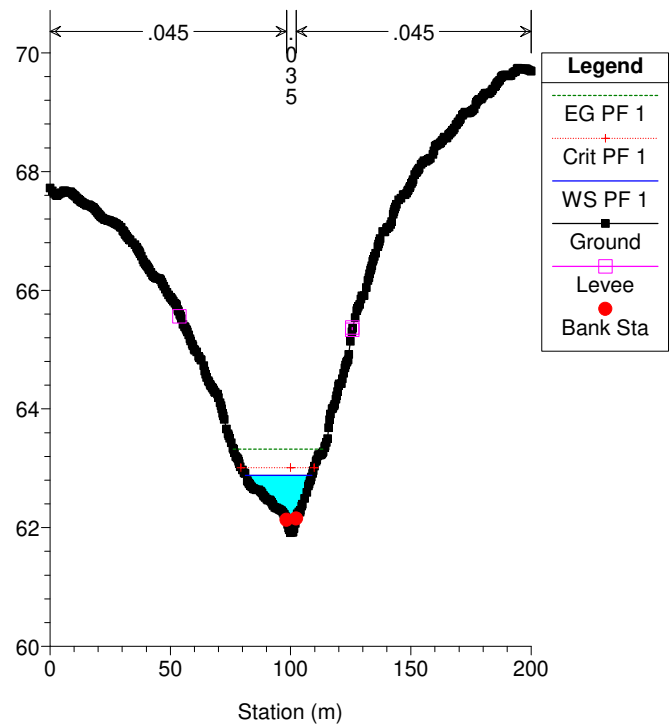
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



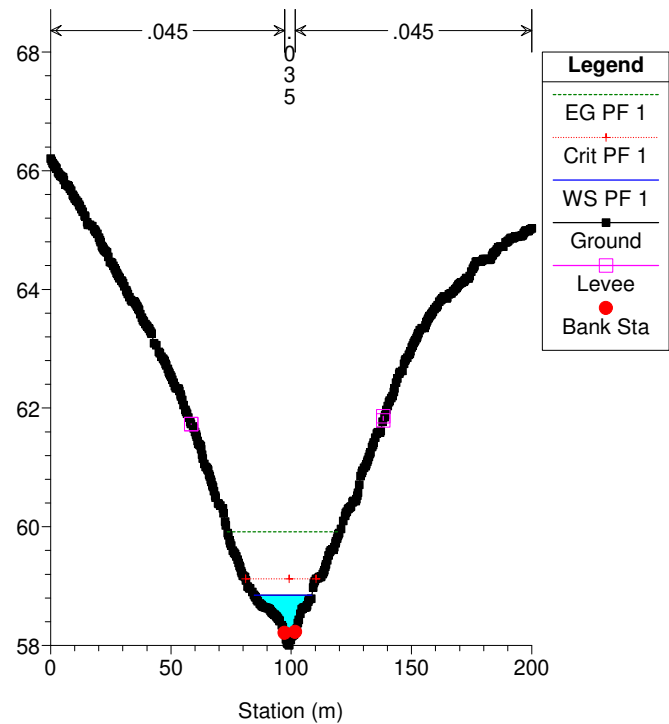
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



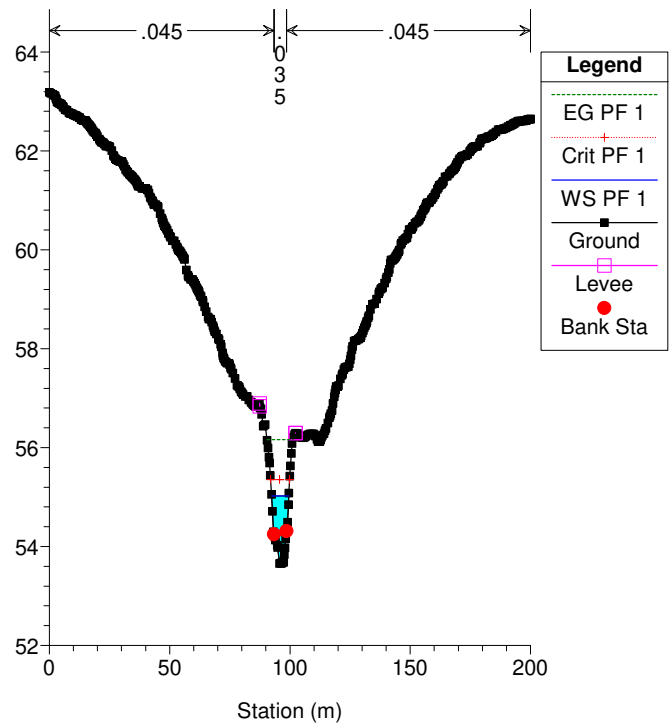
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



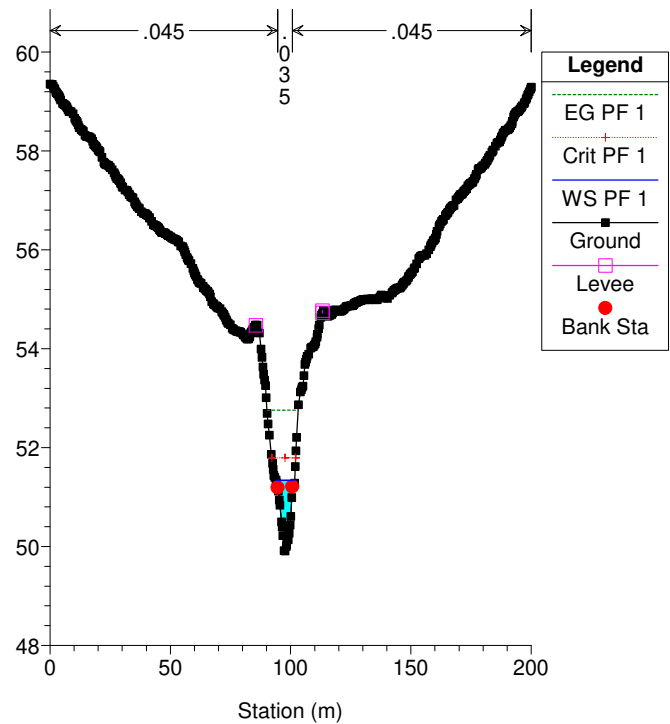
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



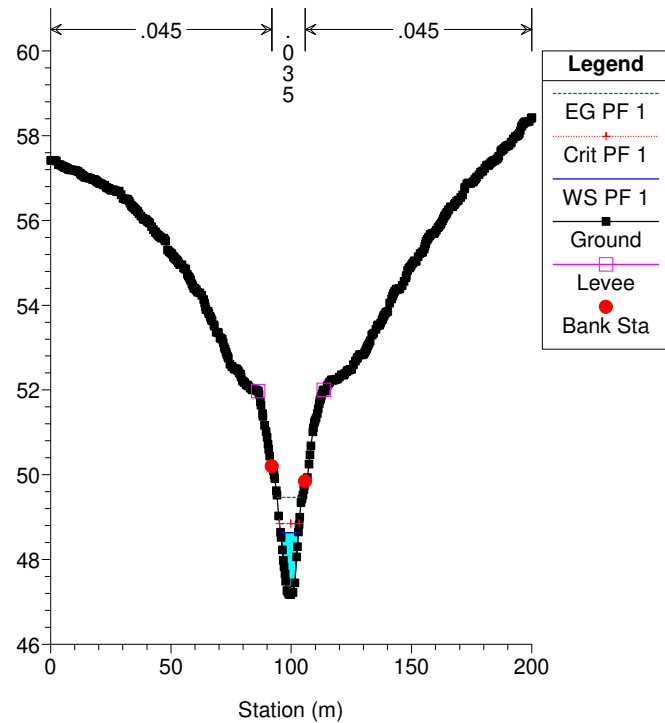
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



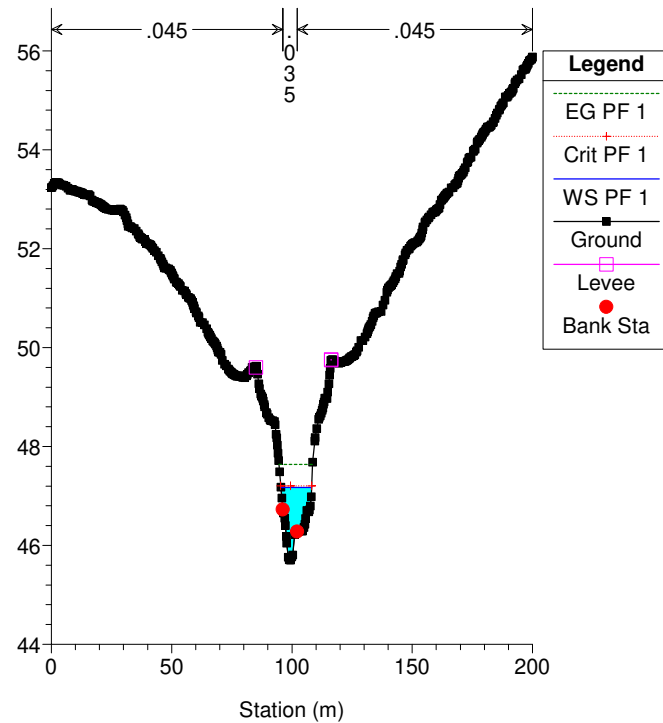
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



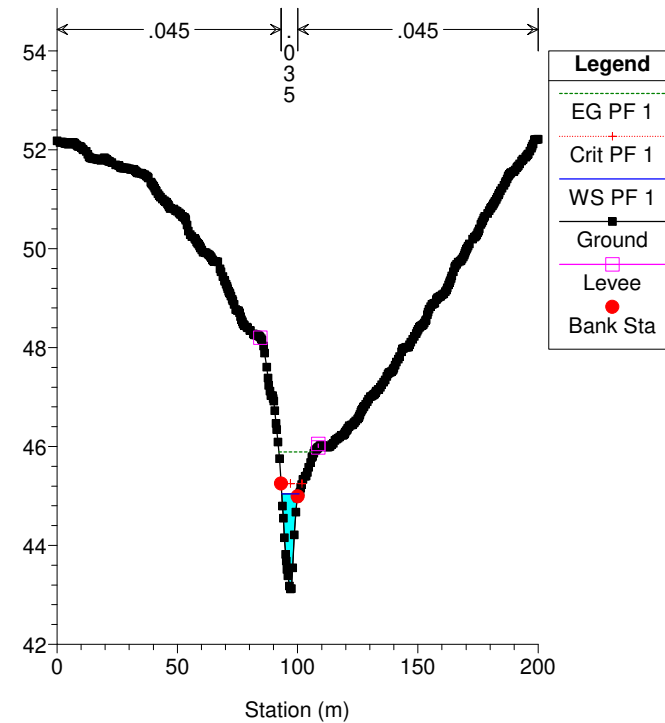
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



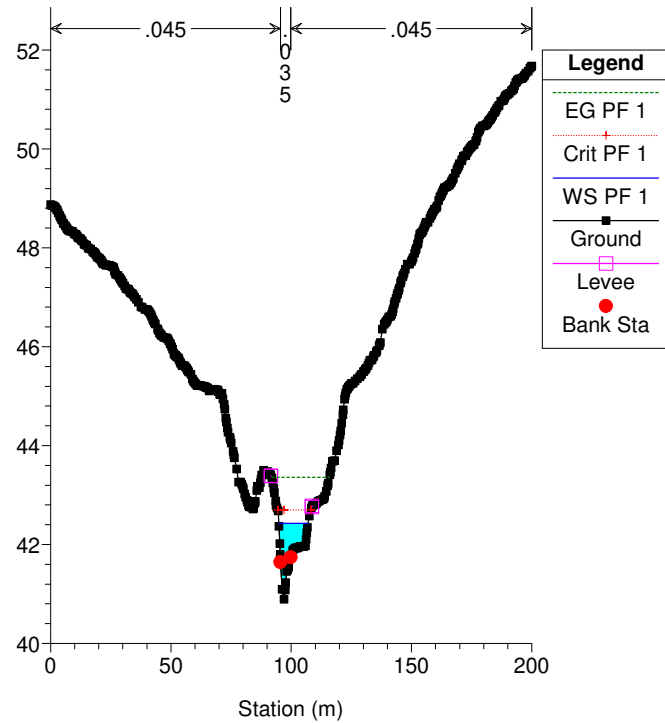
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



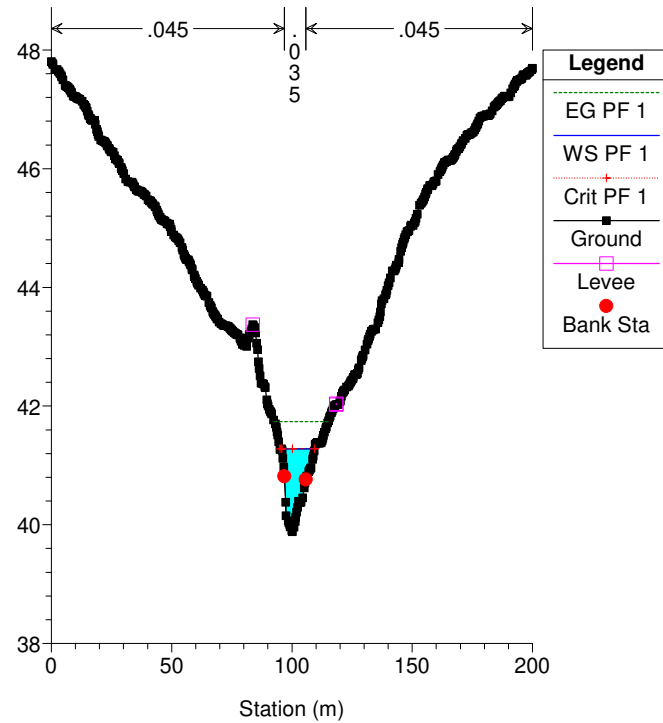
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



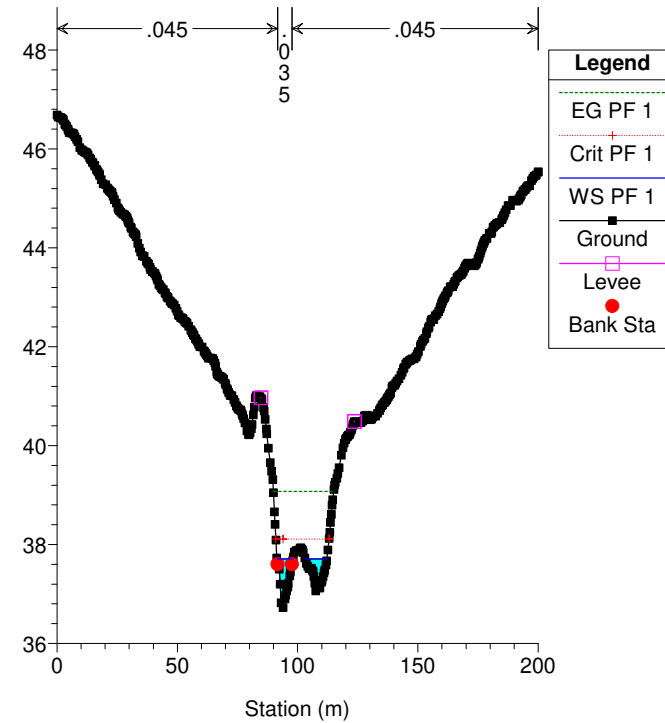
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



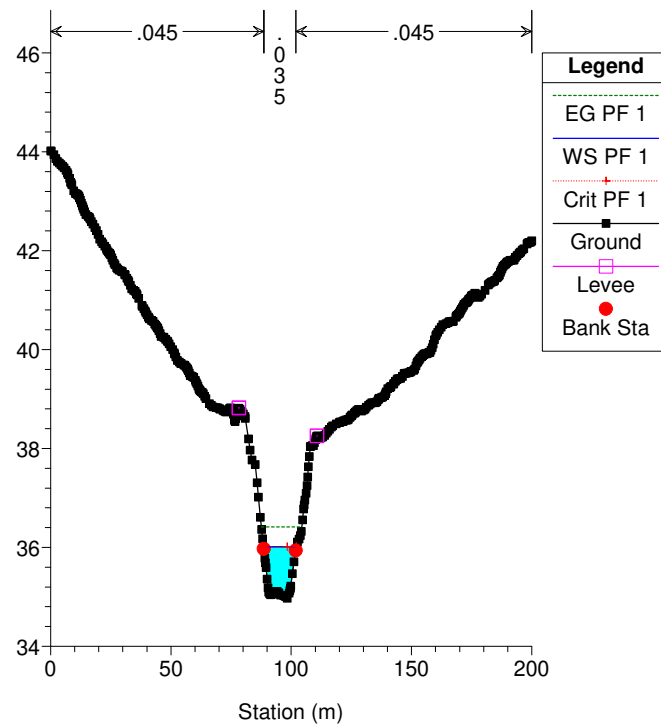
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



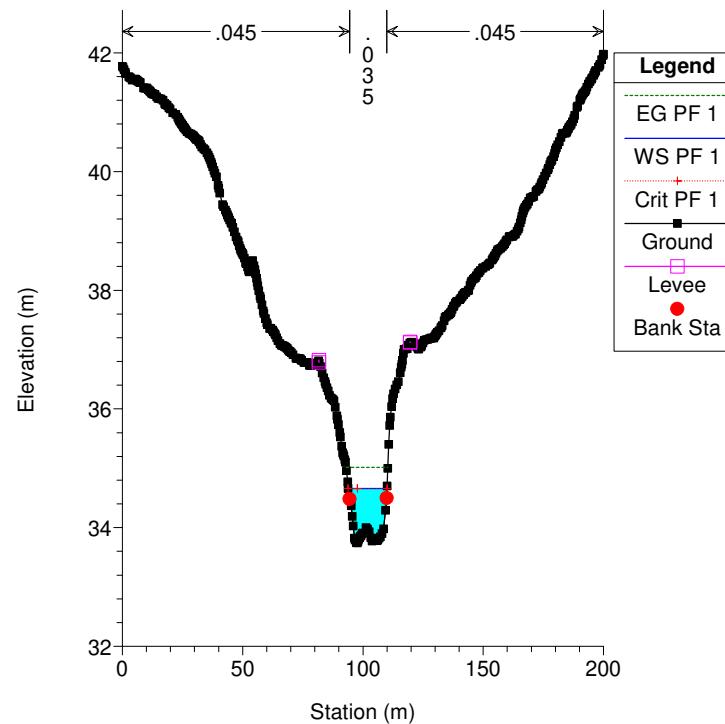
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



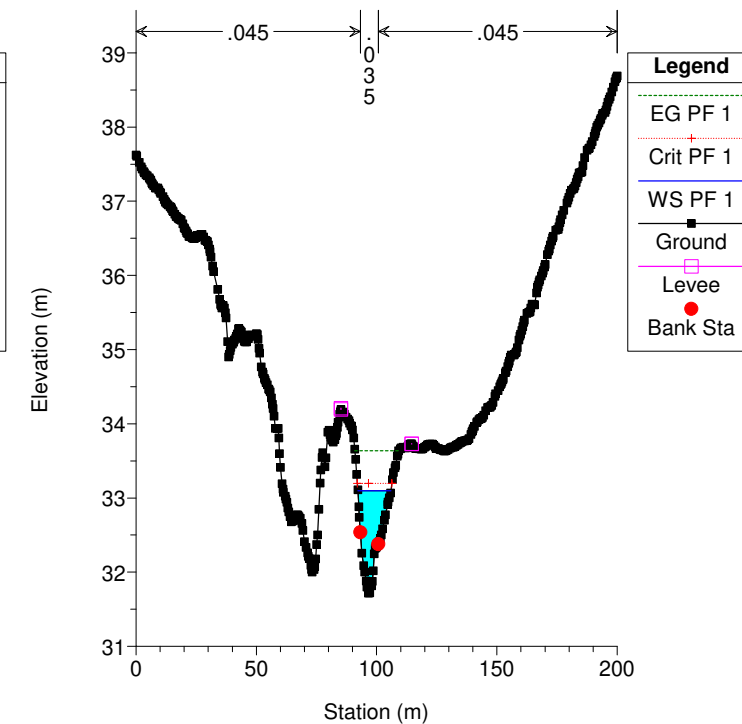
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



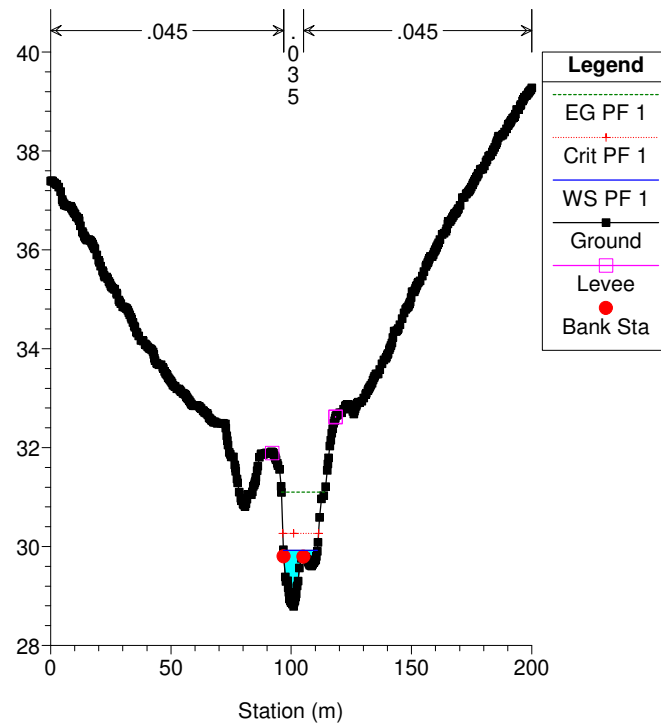
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



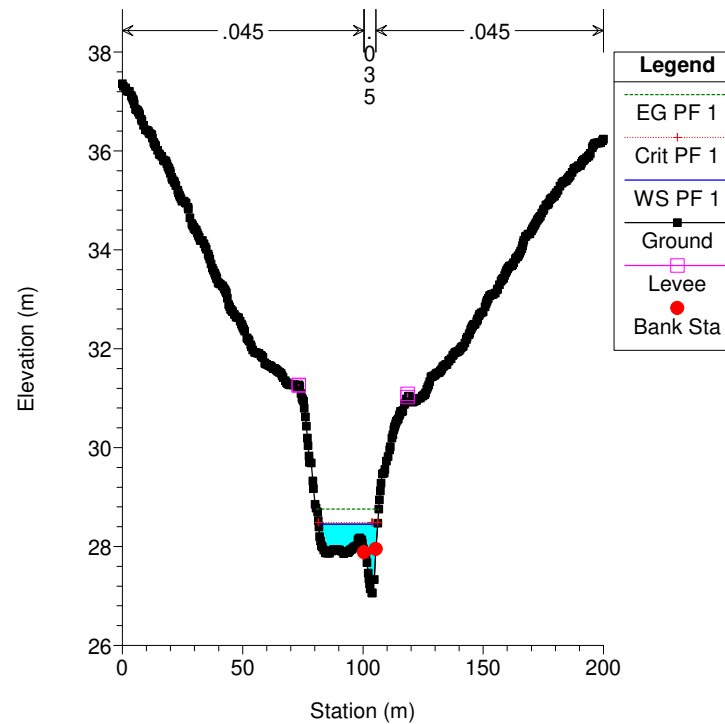
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



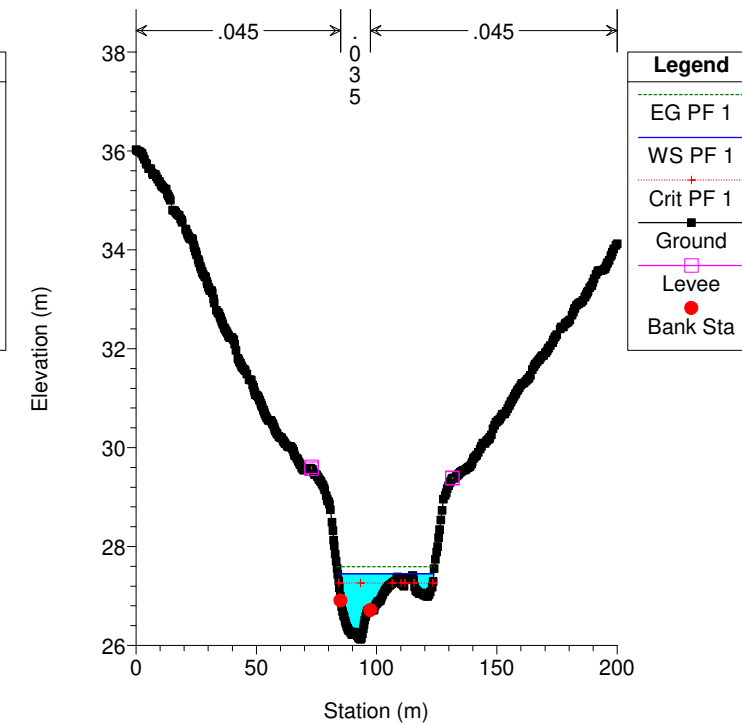
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



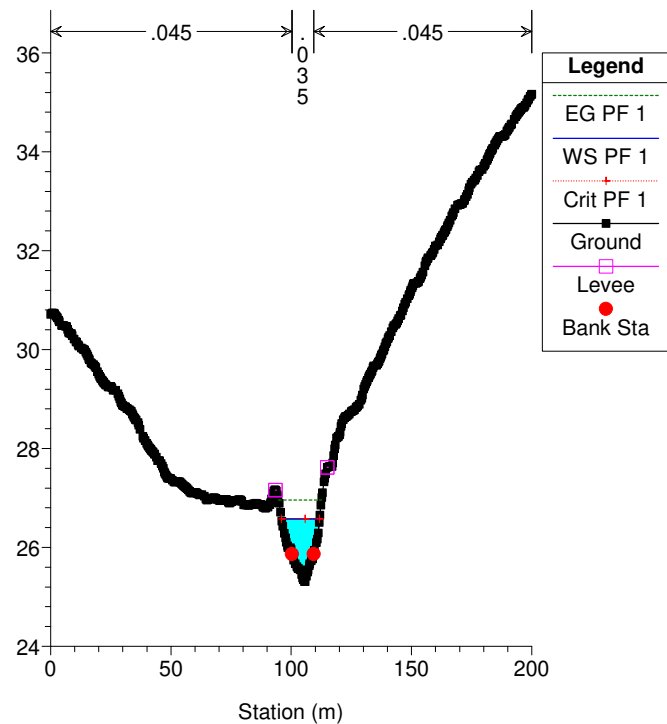
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



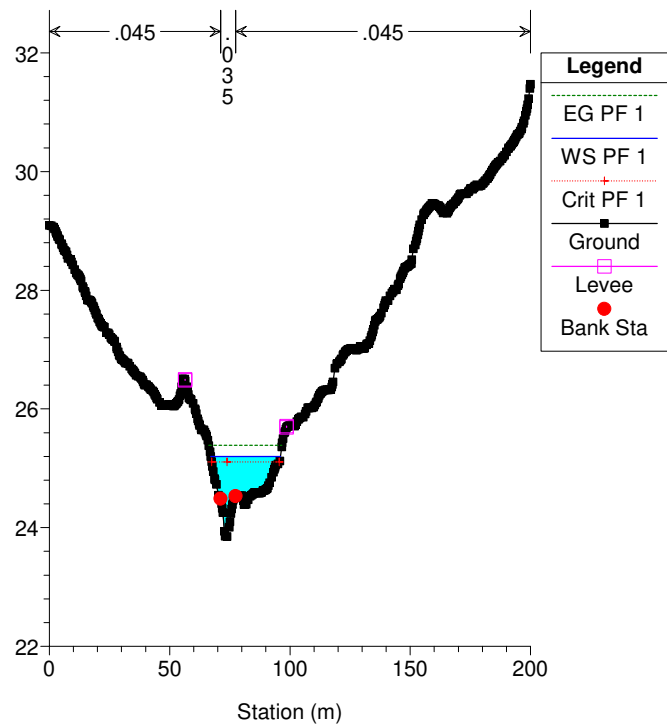
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



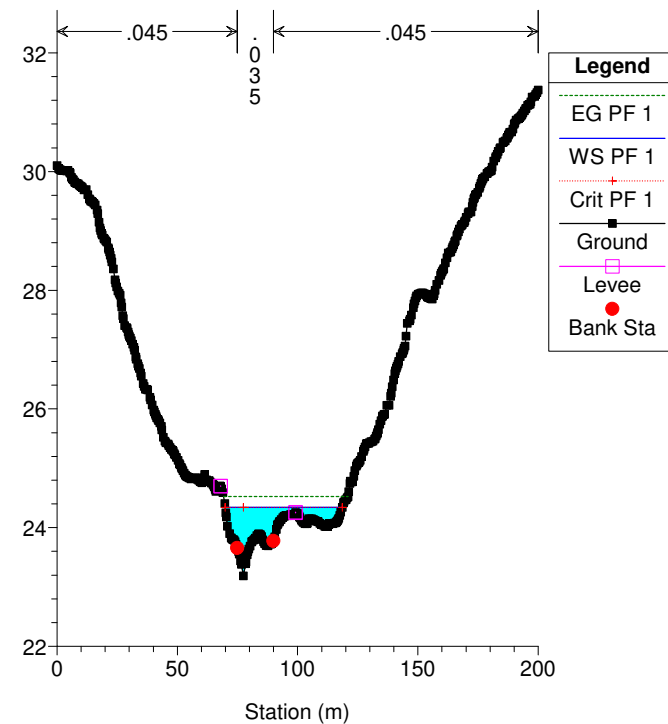
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



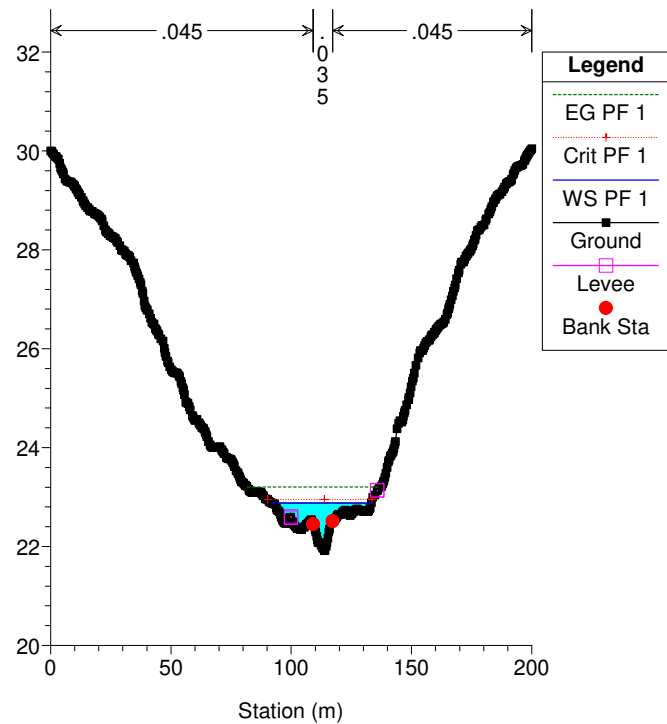
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



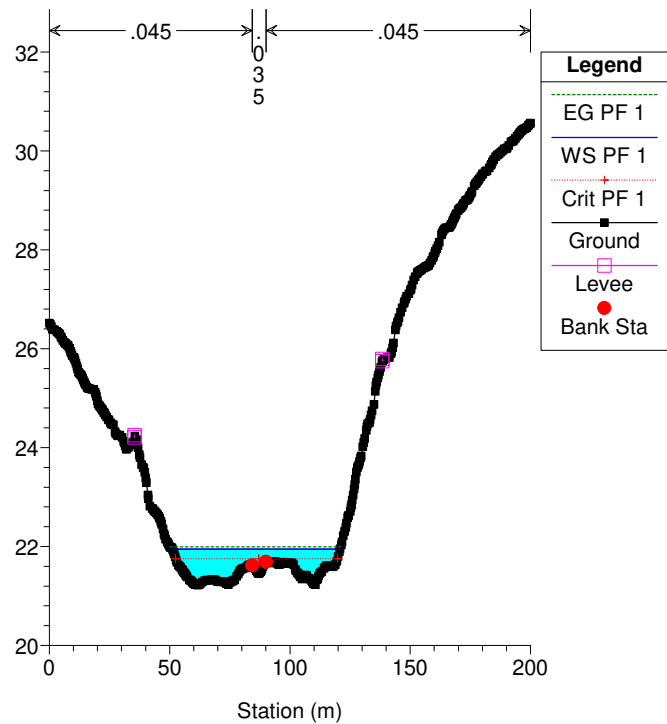
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



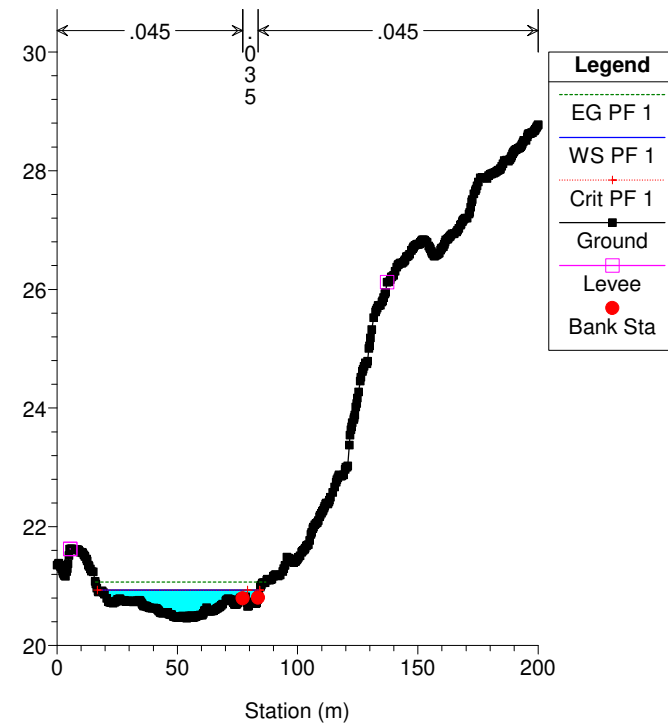
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



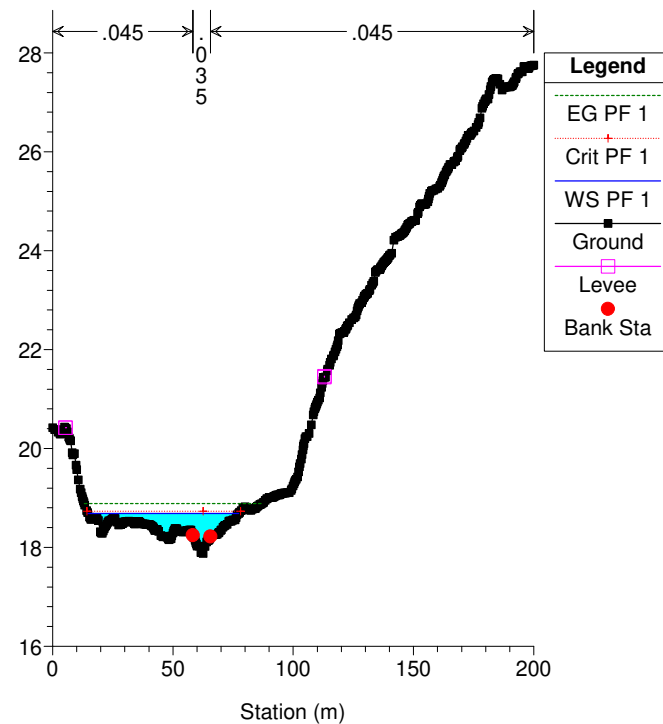
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



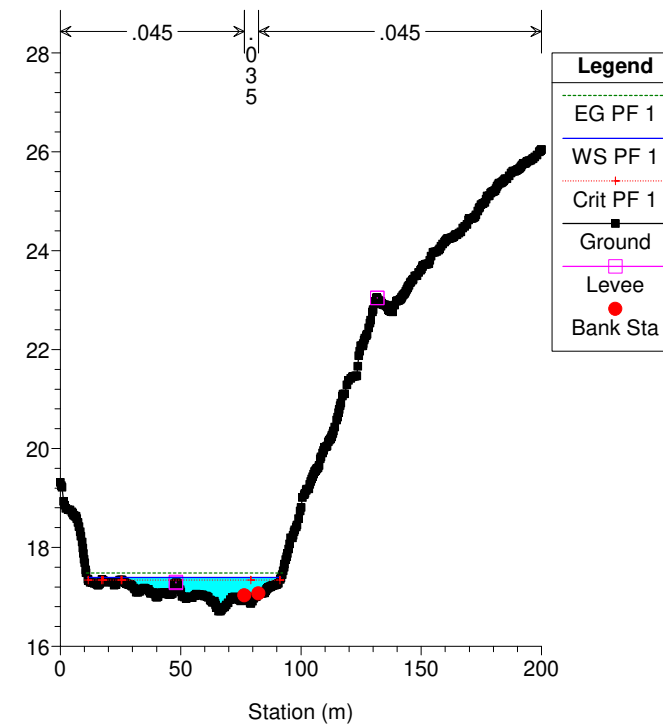
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



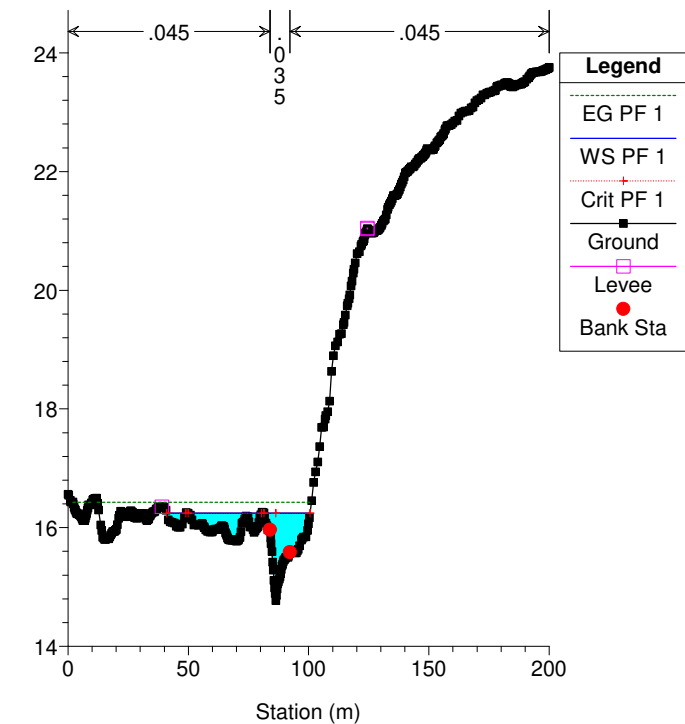
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



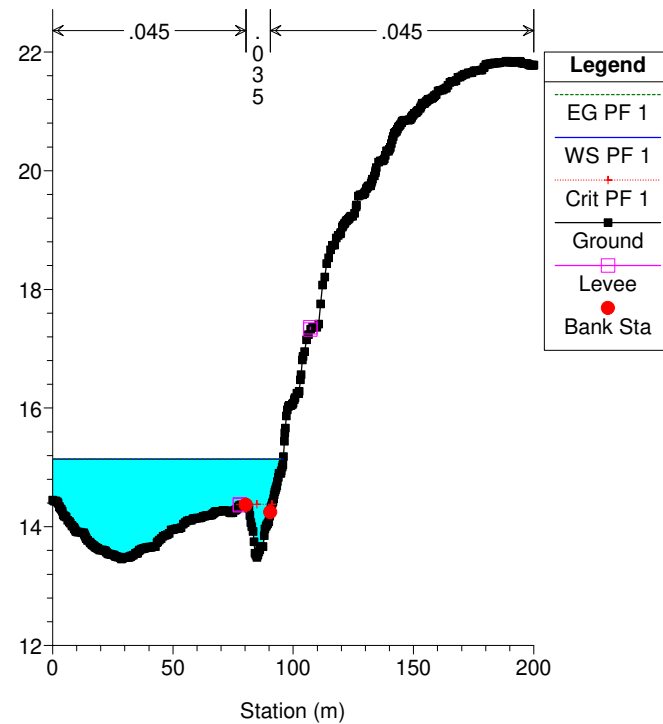
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



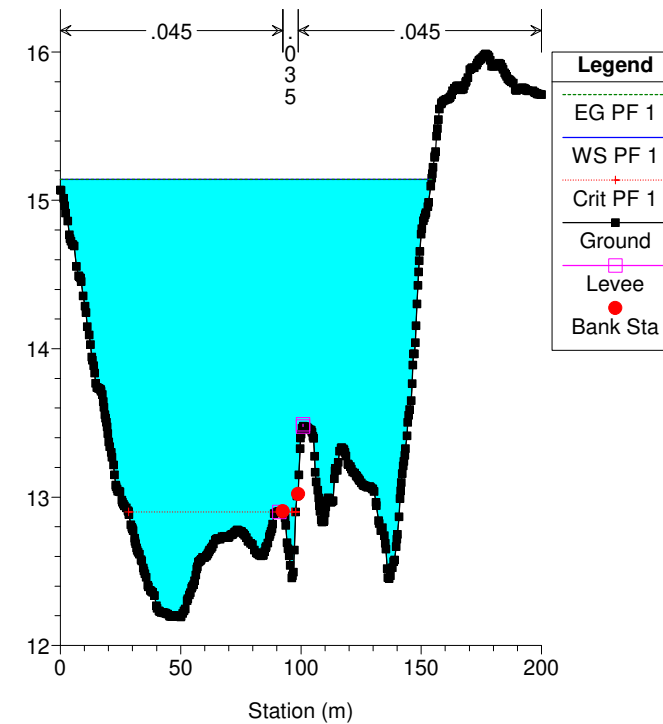
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018



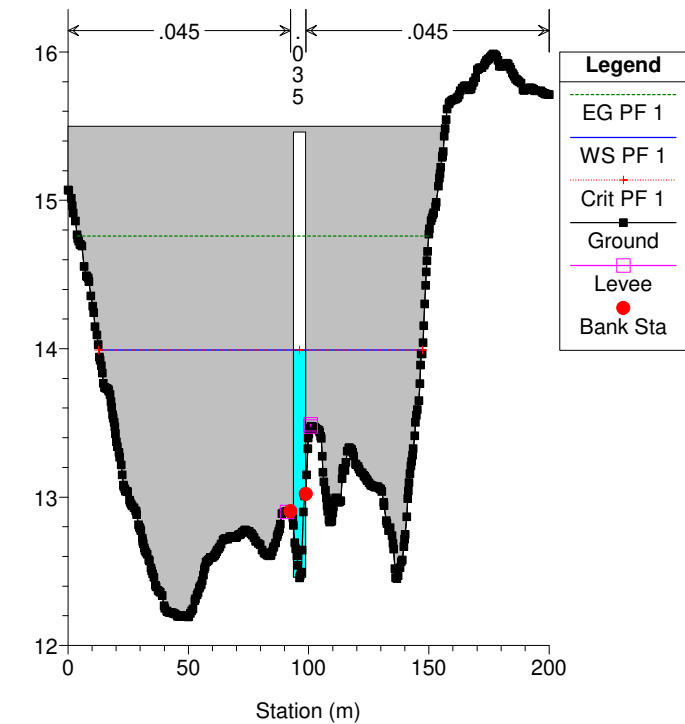
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018

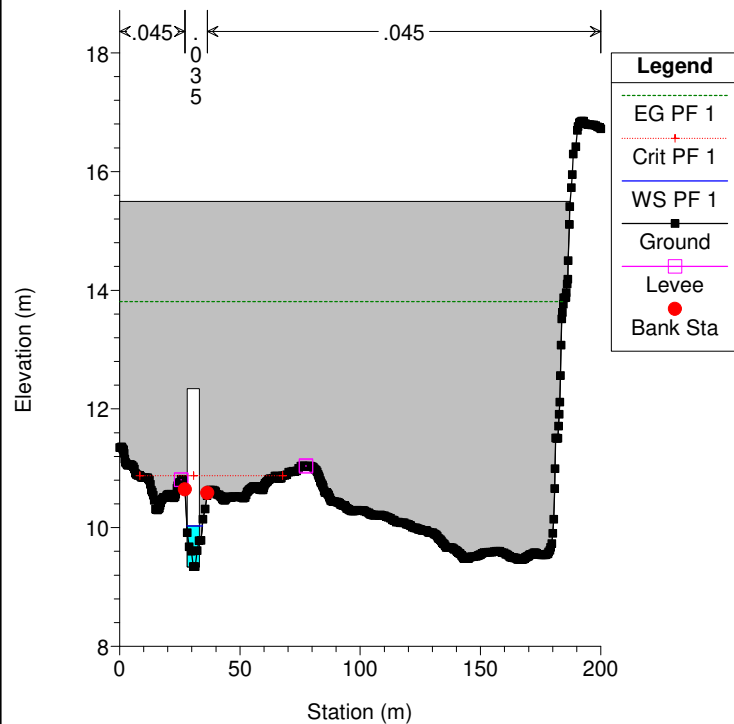


BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018

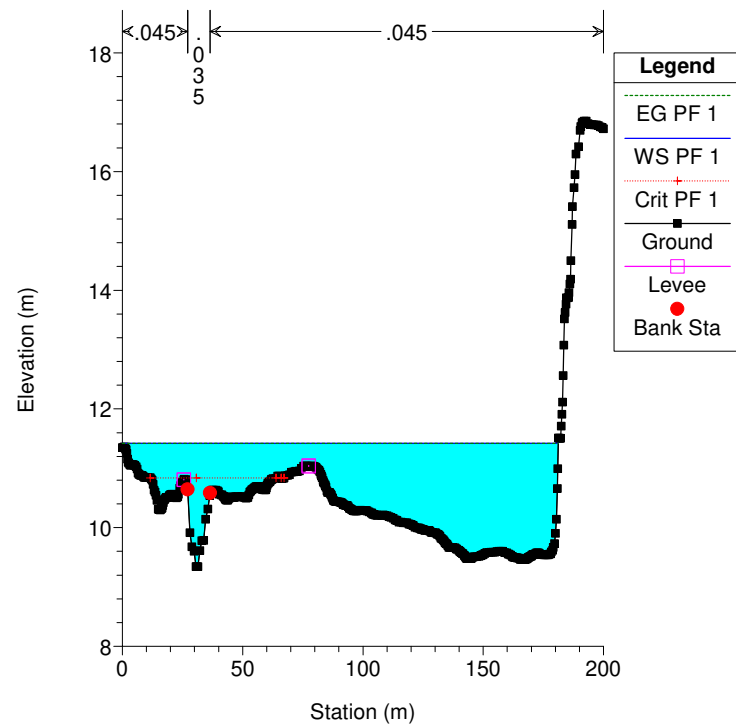


BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018

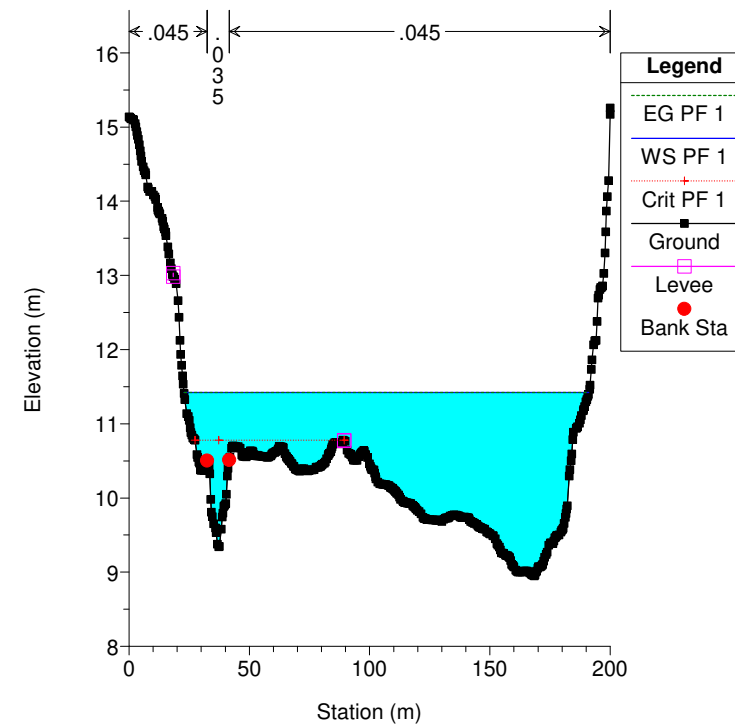




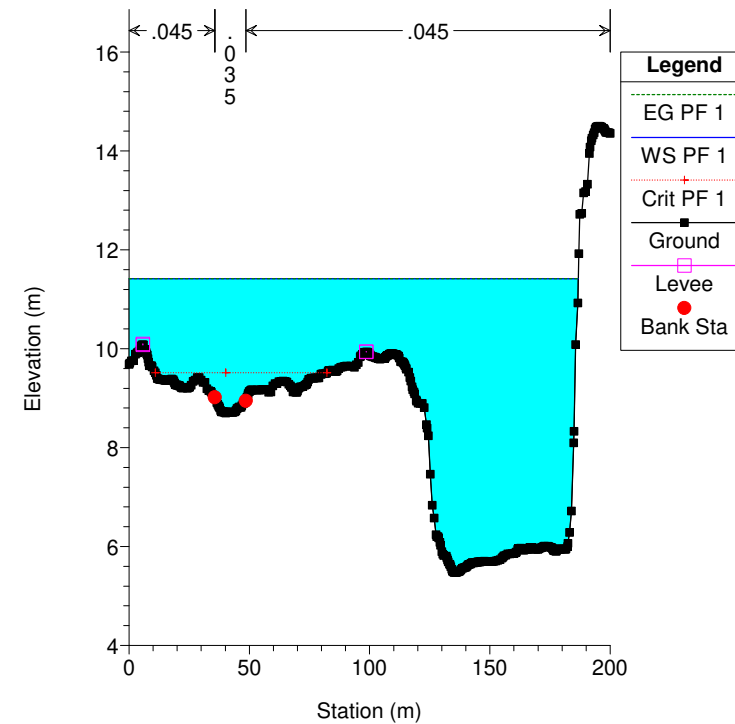
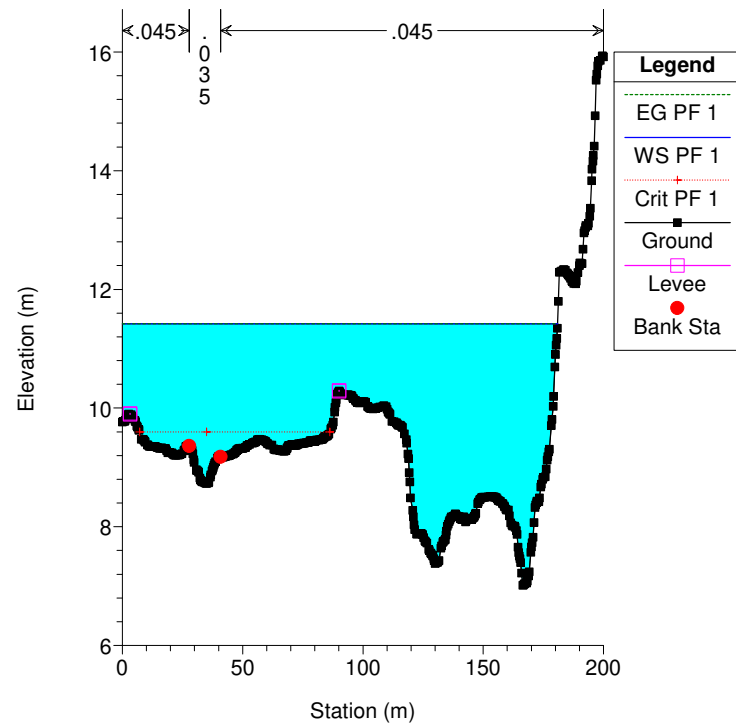
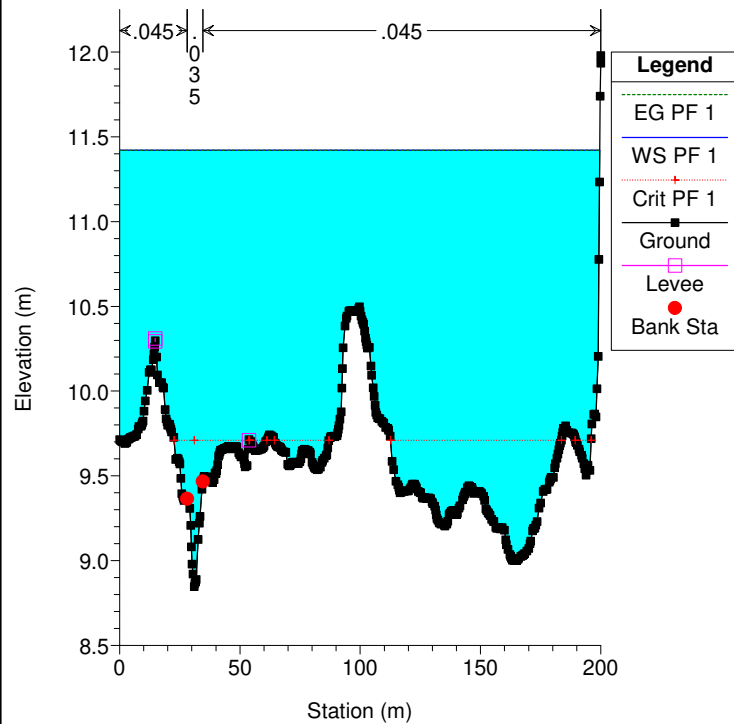
BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018

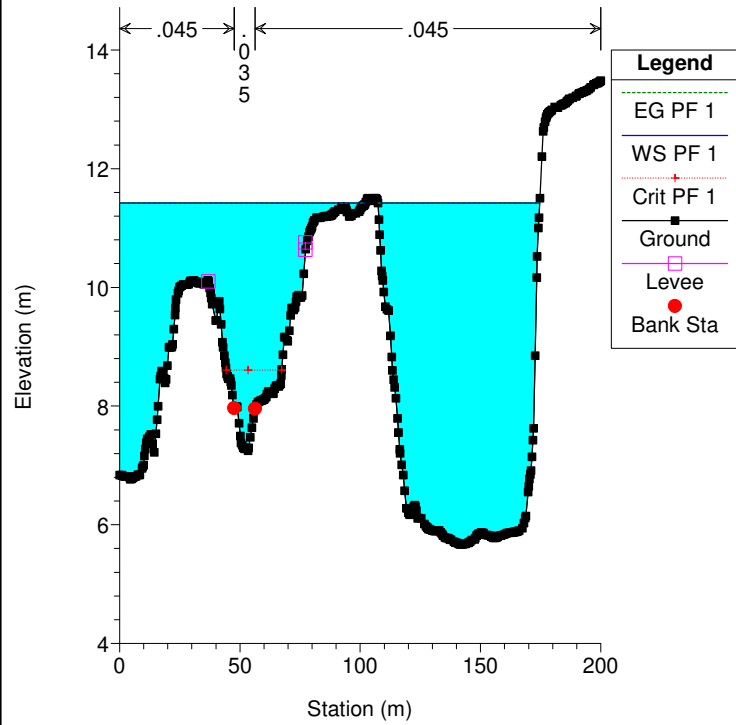
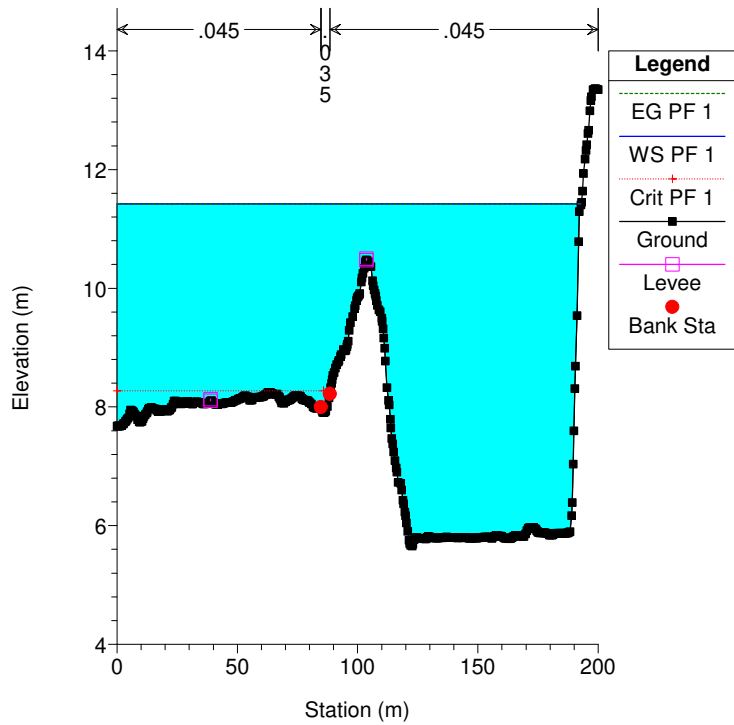
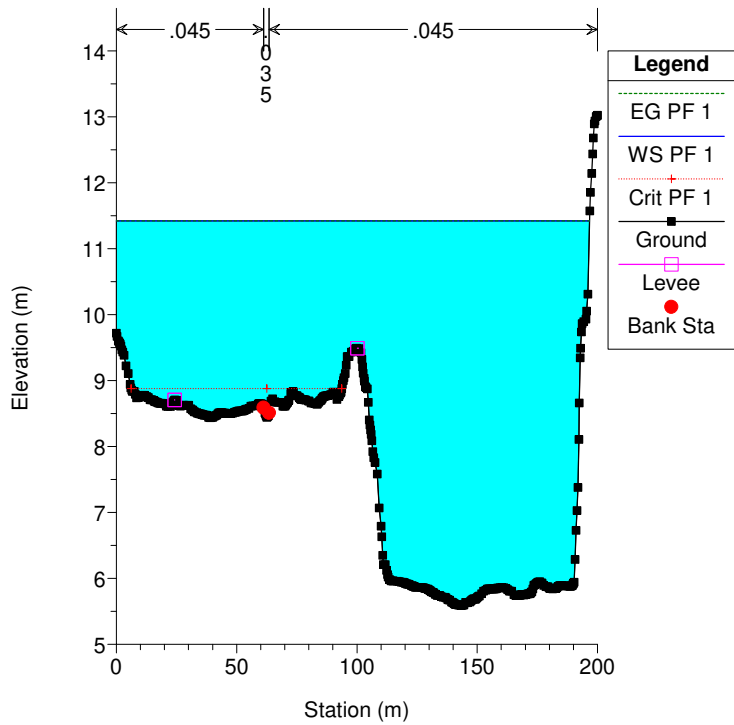
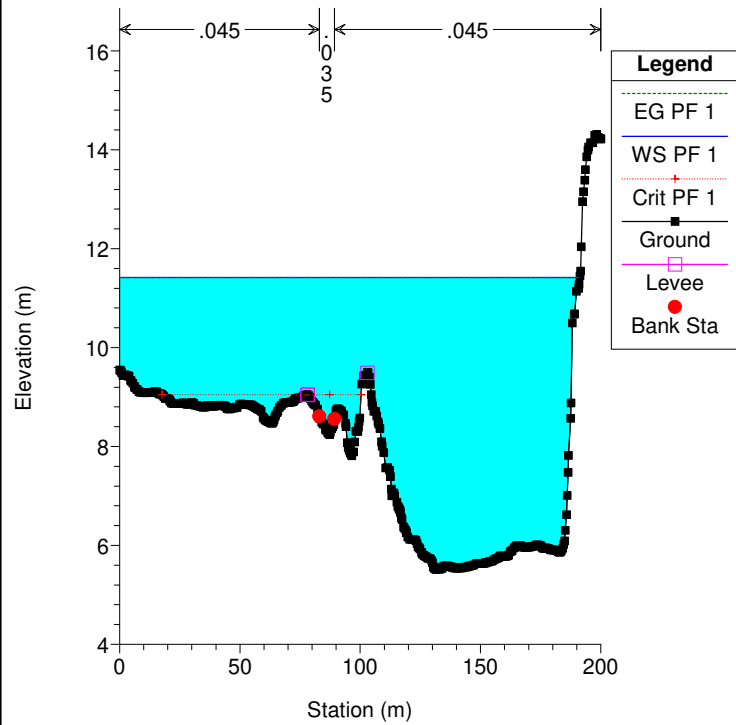


BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018

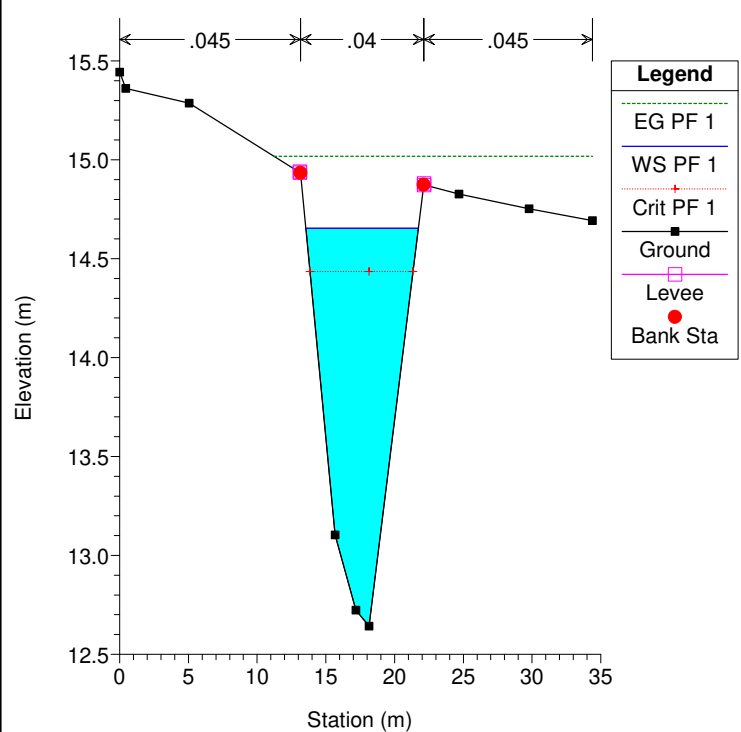


BACINO 17+500 Plan: TR 200 REV 27/6/2018 31/07/2018

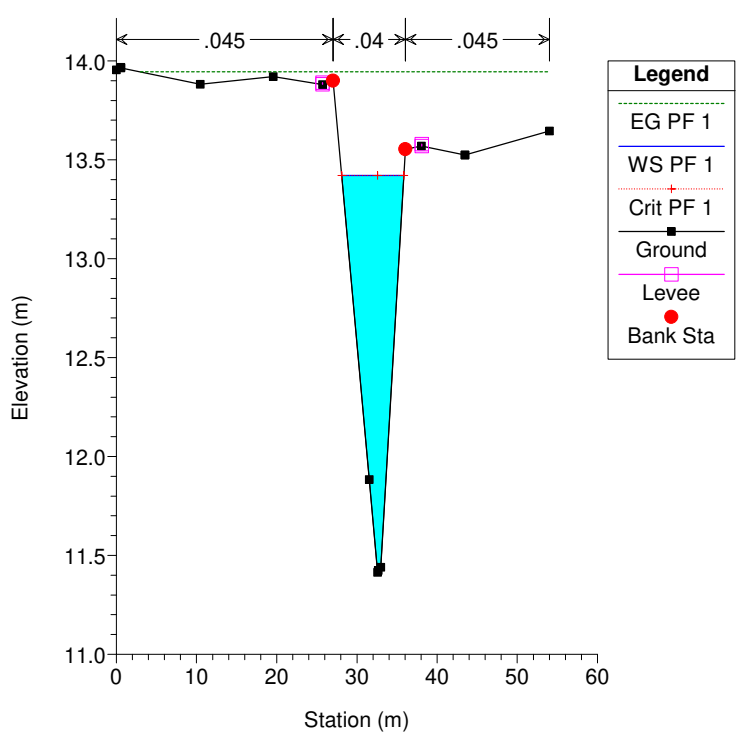




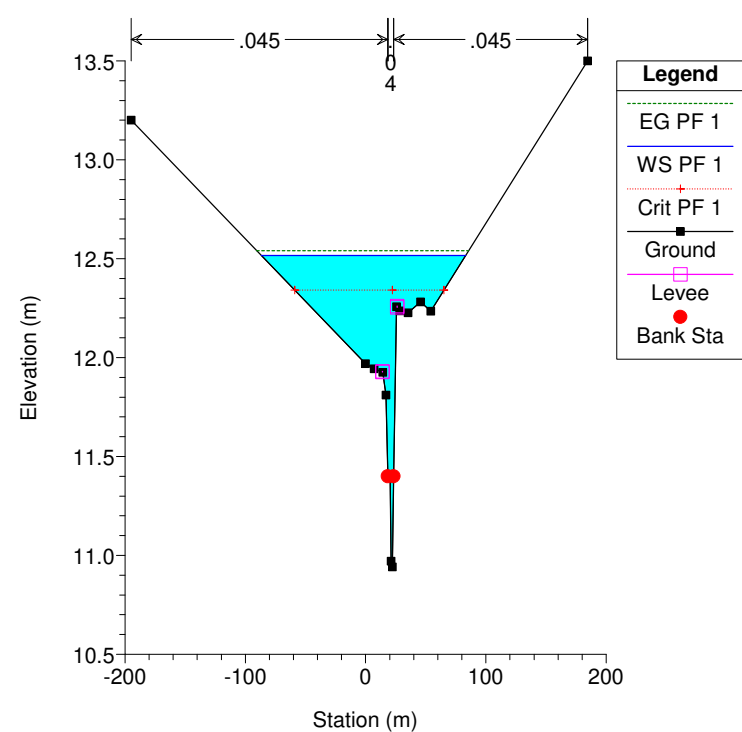
BACINO_18+075 Plan: TR 200_RV 31/07/2018



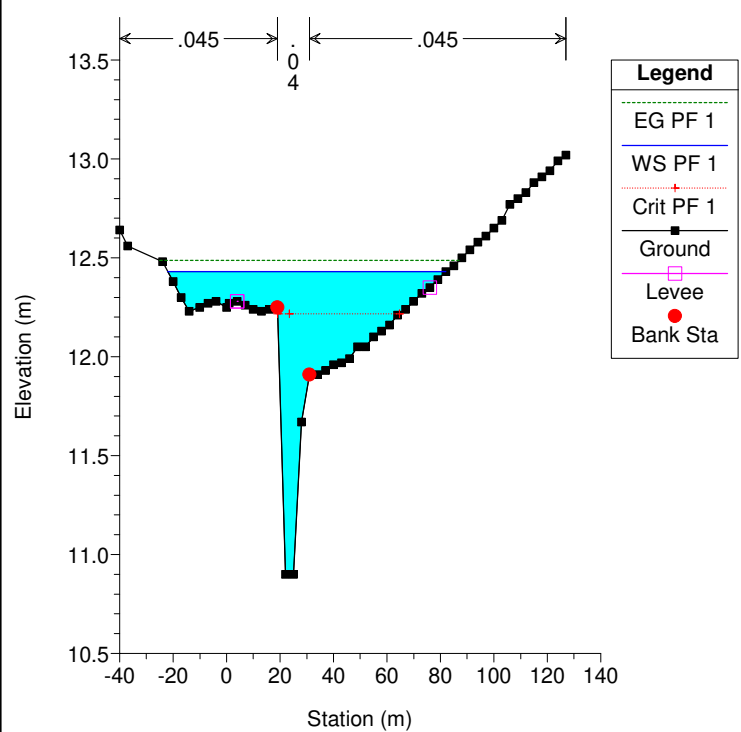
BACINO_18+075 Plan: TR 200_RV 31/07/2018



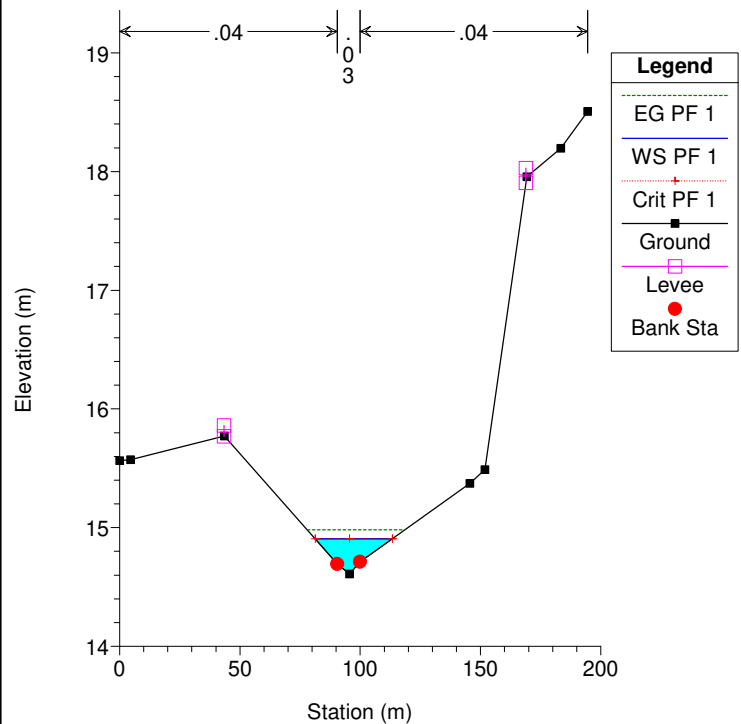
BACINO_18+075 Plan: TR 200_RV 31/07/2018



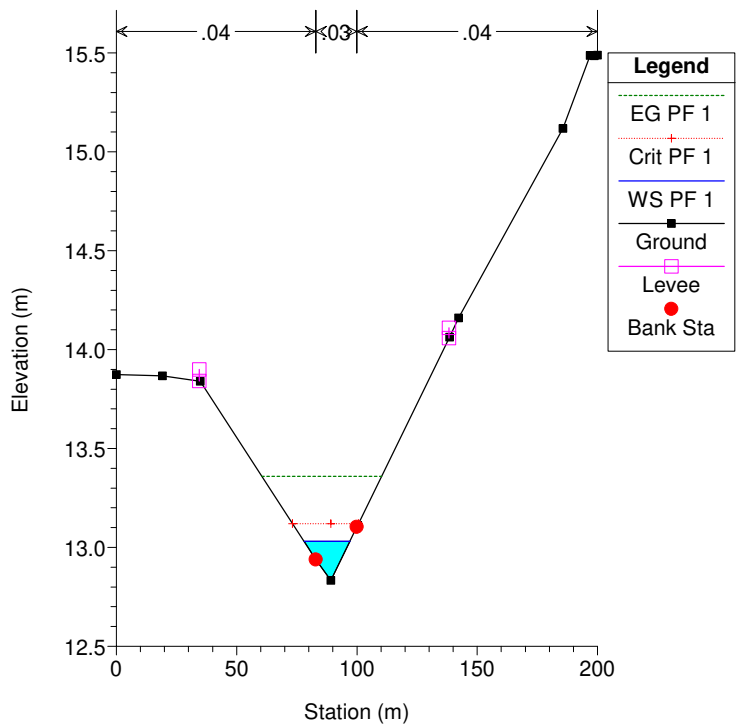
BACINO_18+075 Plan: TR 200_RV 31/07/2018



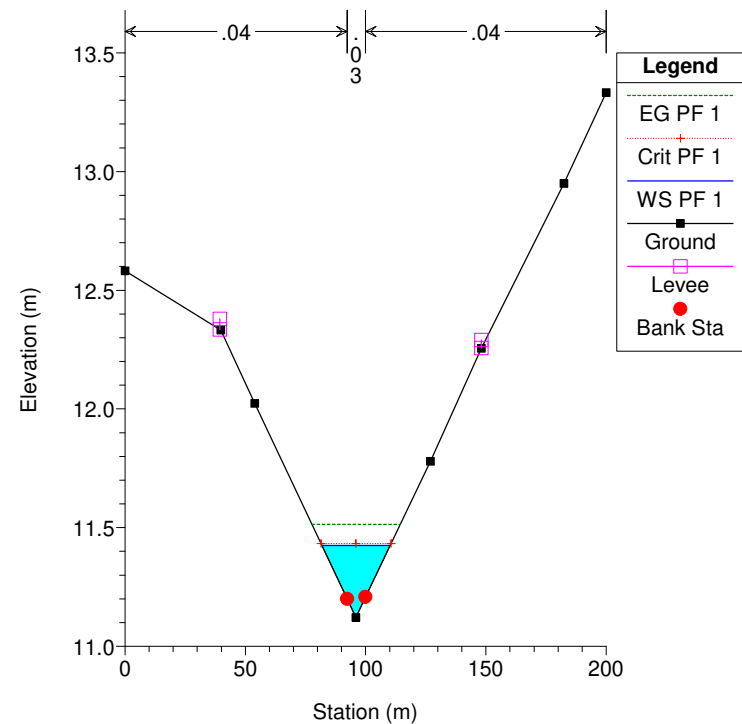
BACINO 19+300 Plan: TR 200 08/06/2018



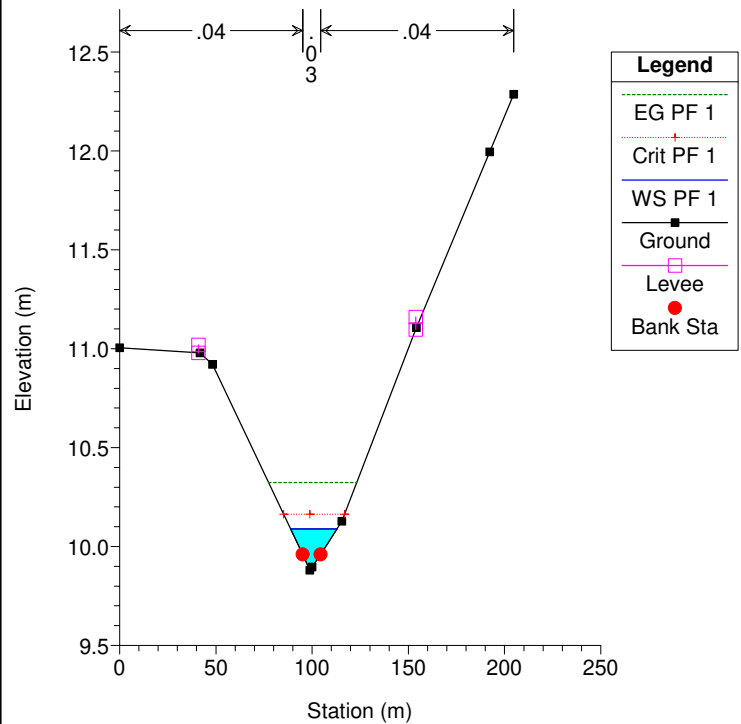
BACINO 19+300 Plan: TR 200 08/06/2018



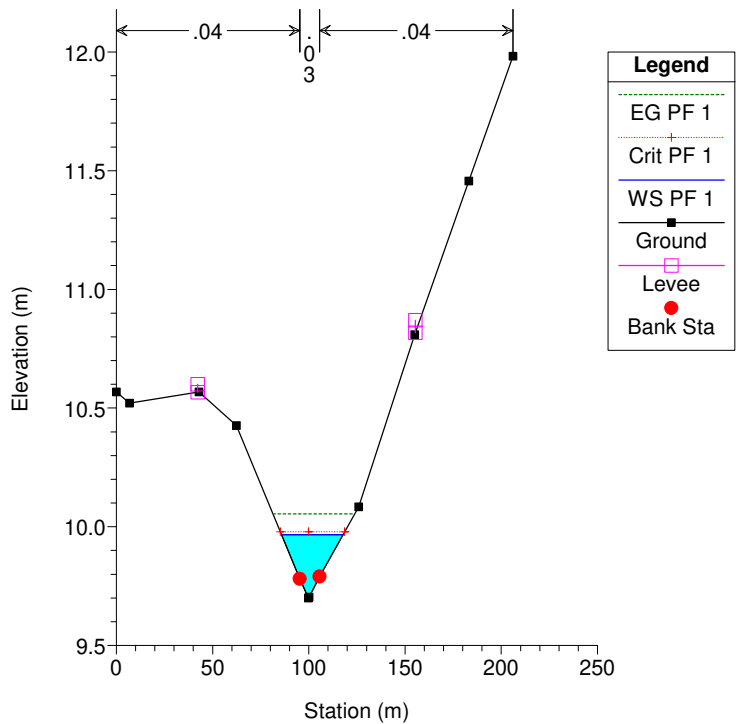
BACINO 19+300 Plan: TR 200 08/06/2018



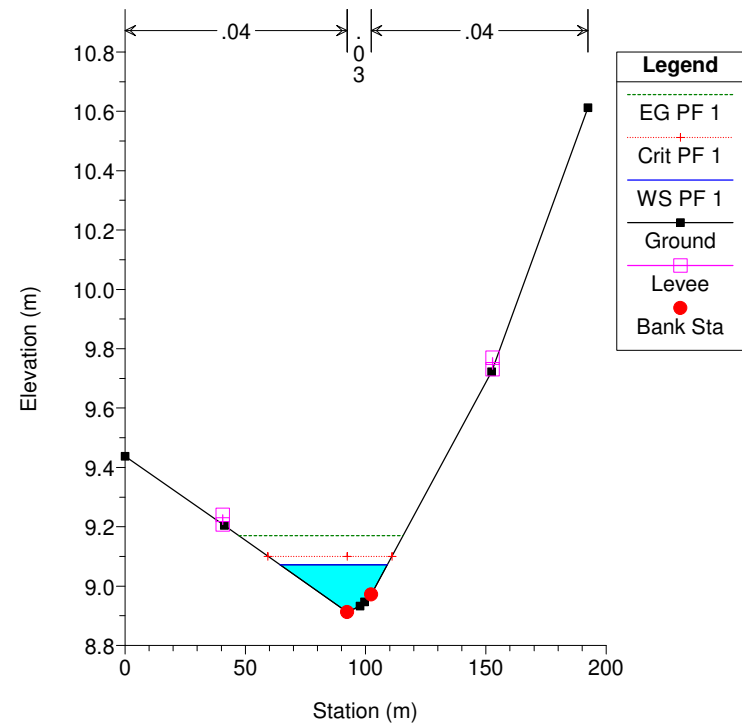
BACINO 19+300 Plan: TR 200 08/06/2018



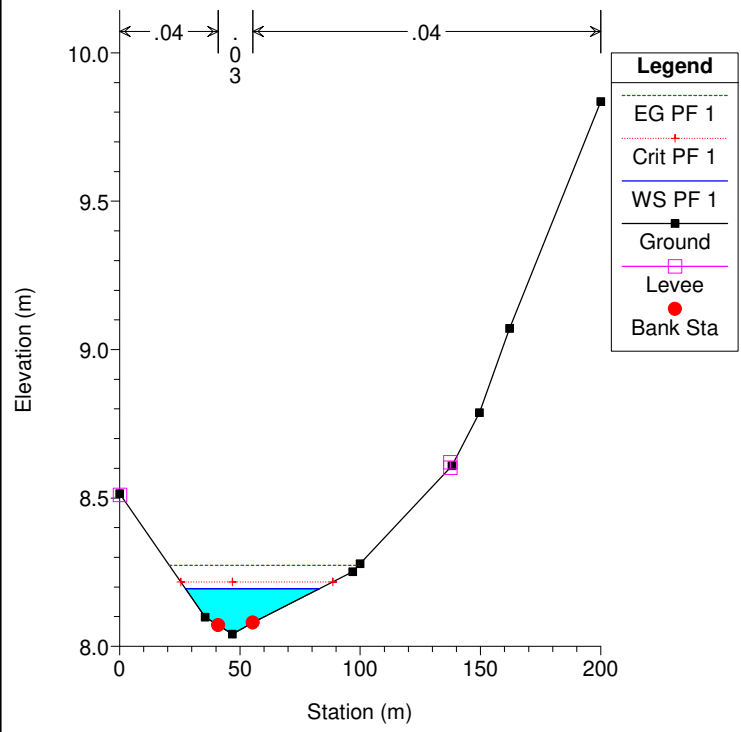
BACINO 19+300 Plan: TR 200 08/06/2018



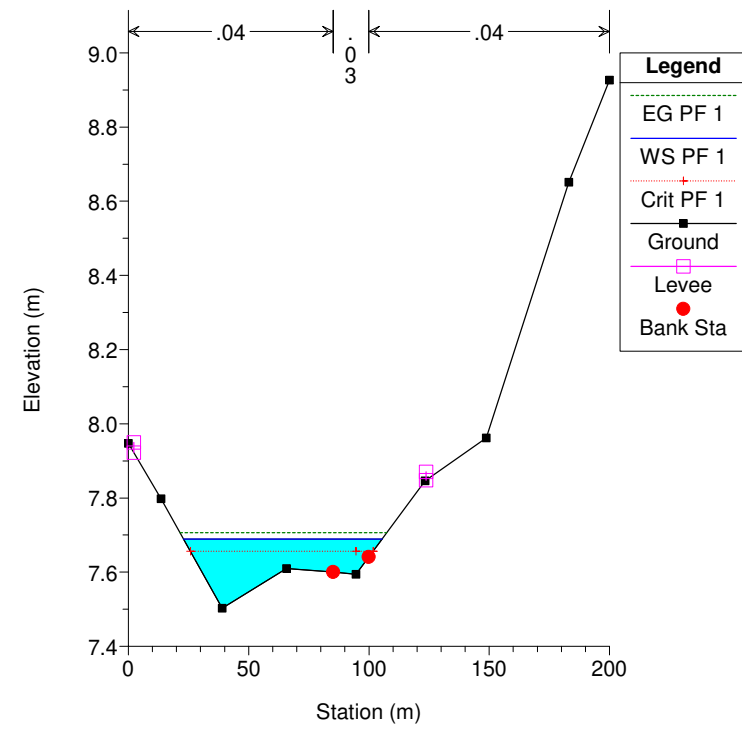
BACINO 19+300 Plan: TR 200 08/06/2018

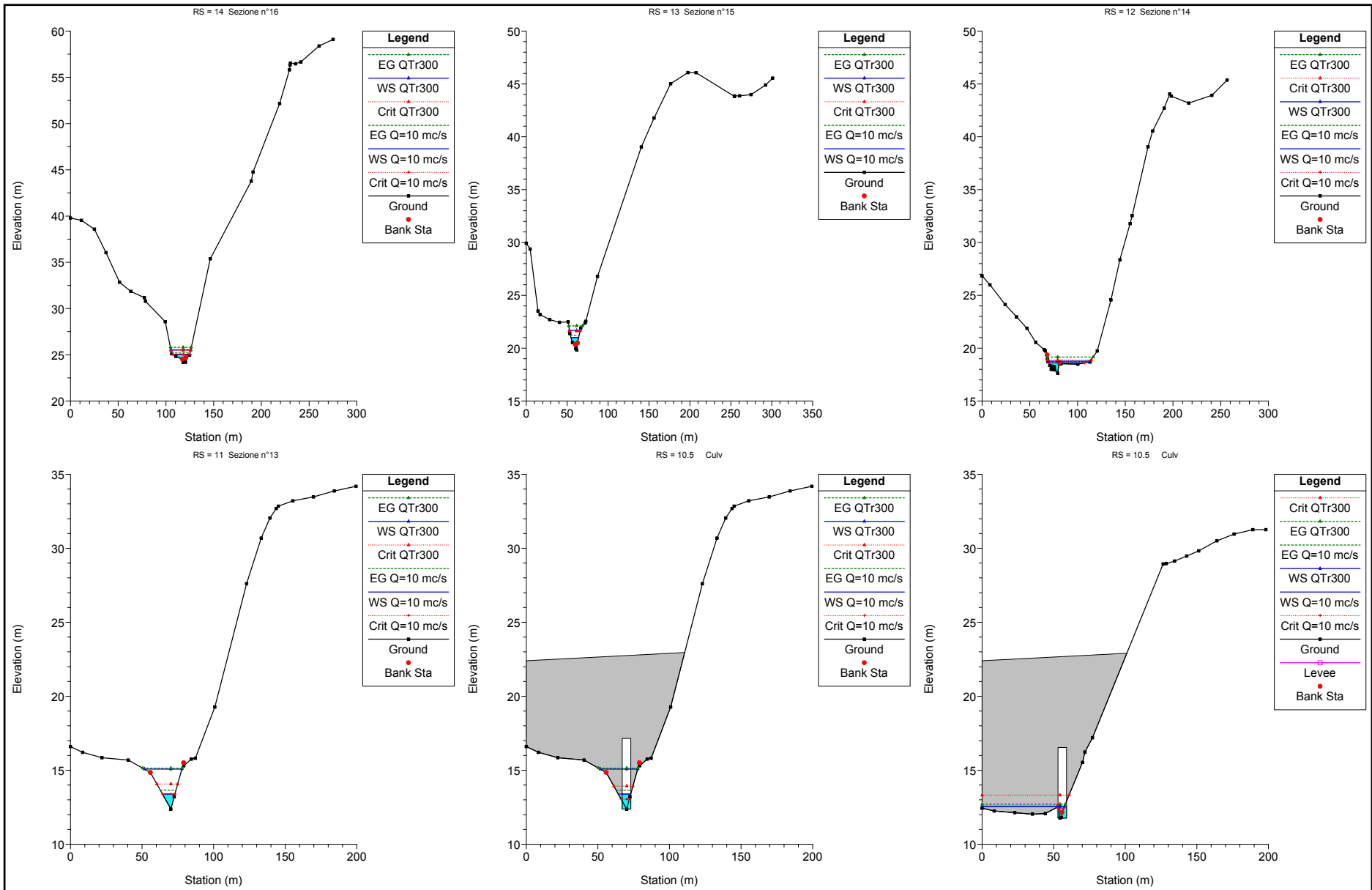


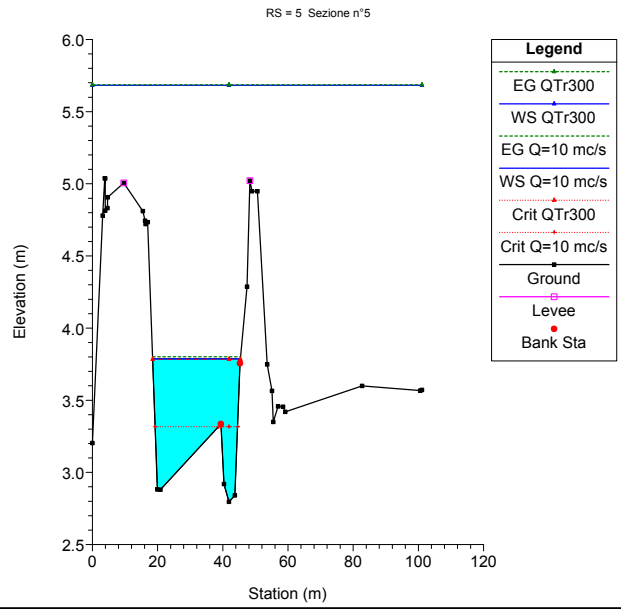
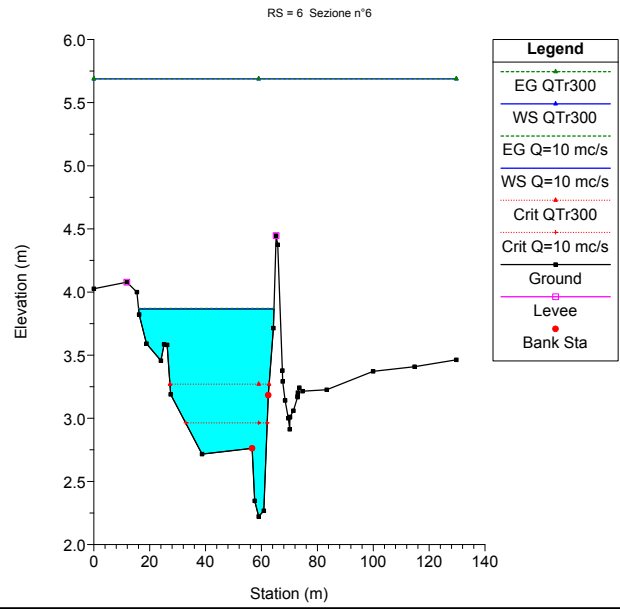
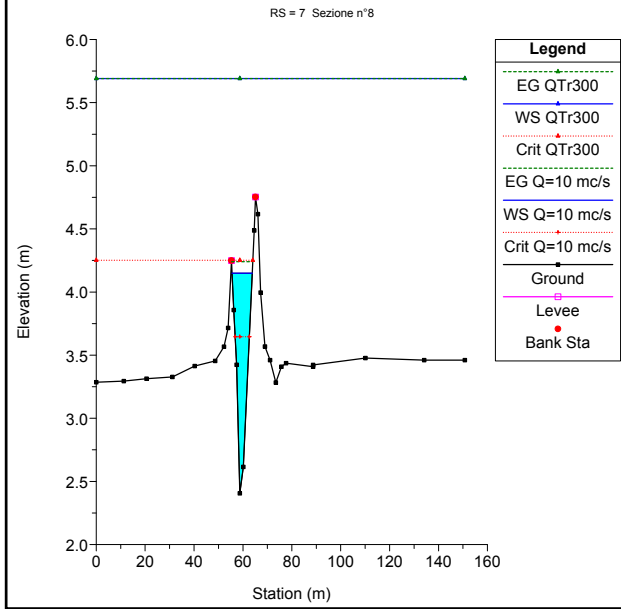
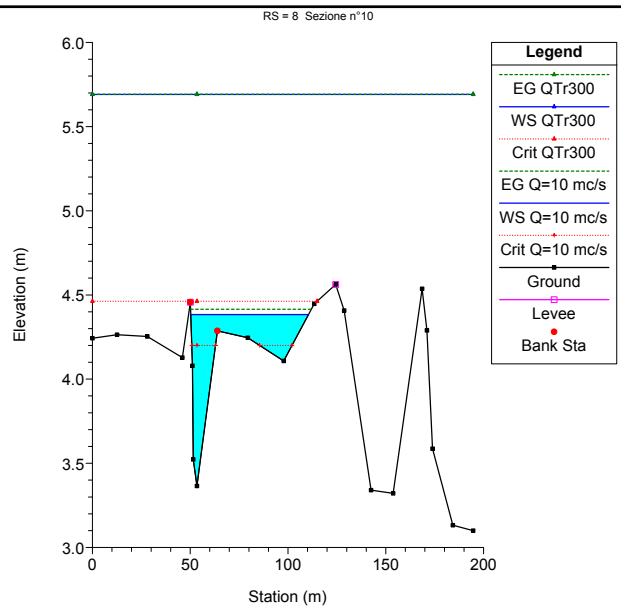
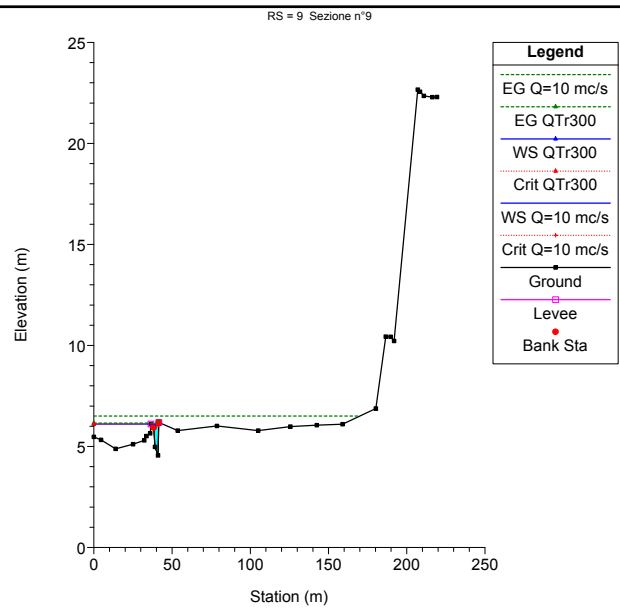
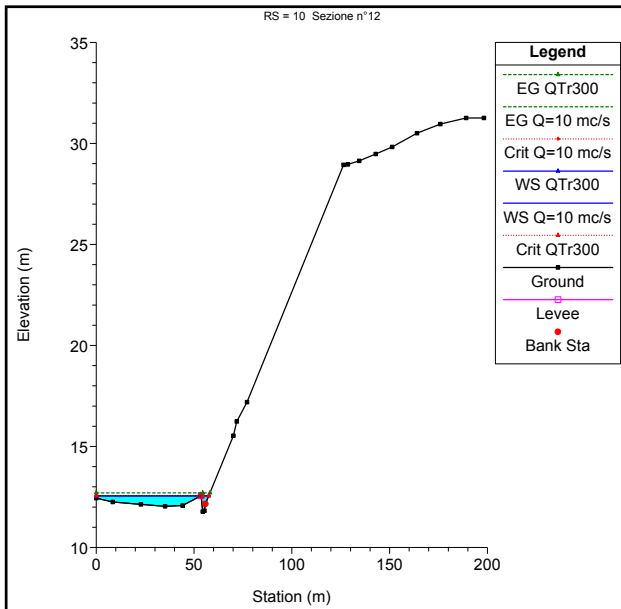
BACINO 19+300 Plan: TR 200 08/06/2018

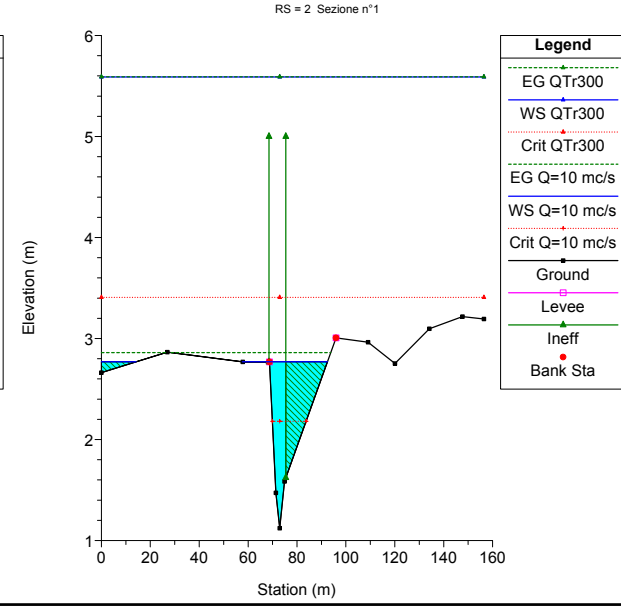
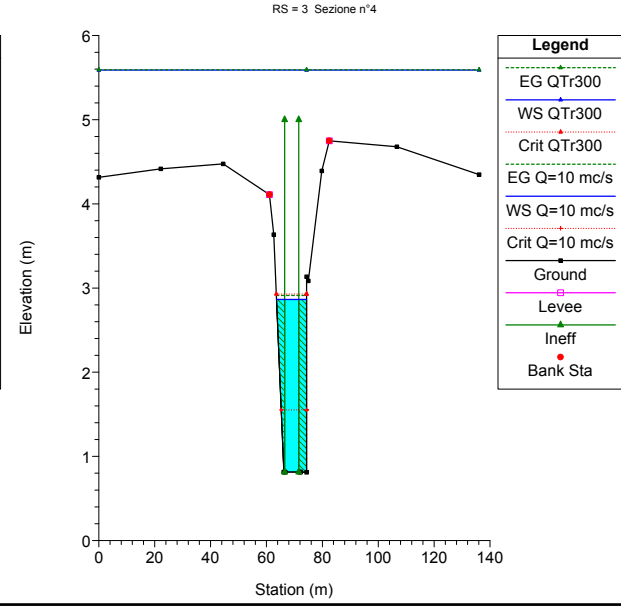
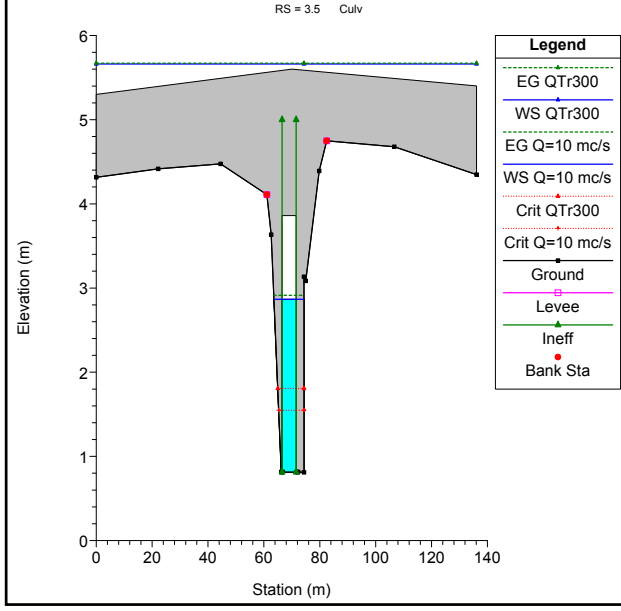
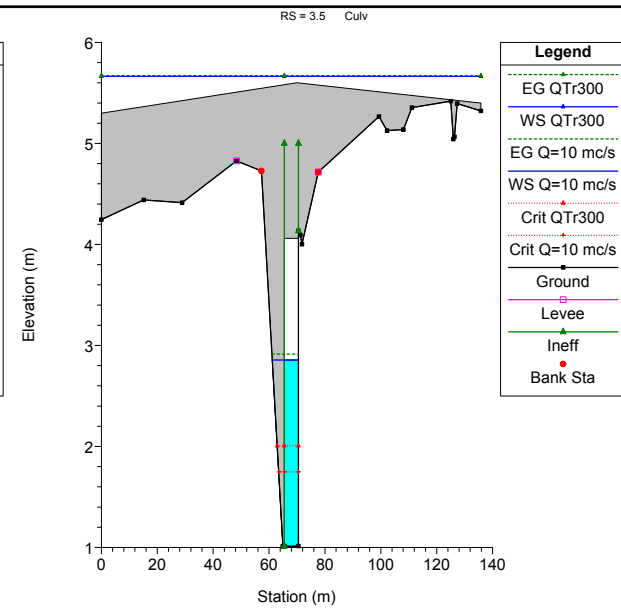
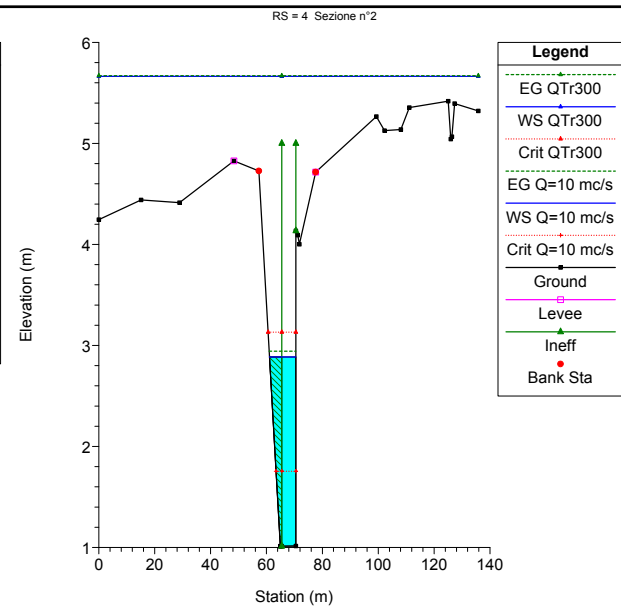
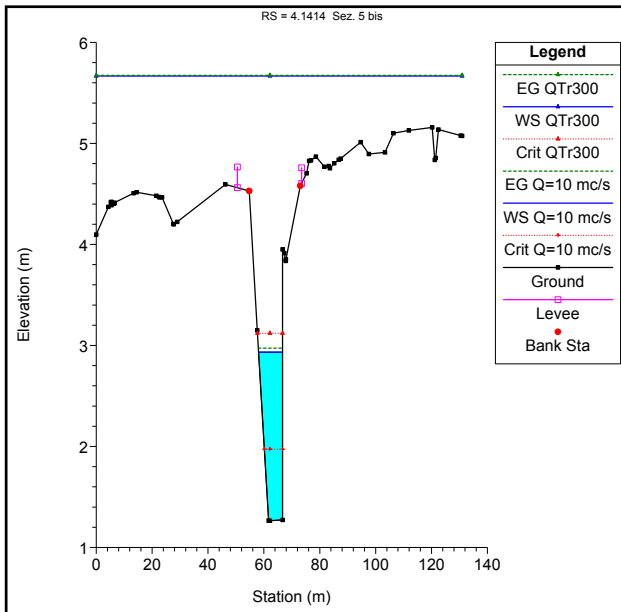


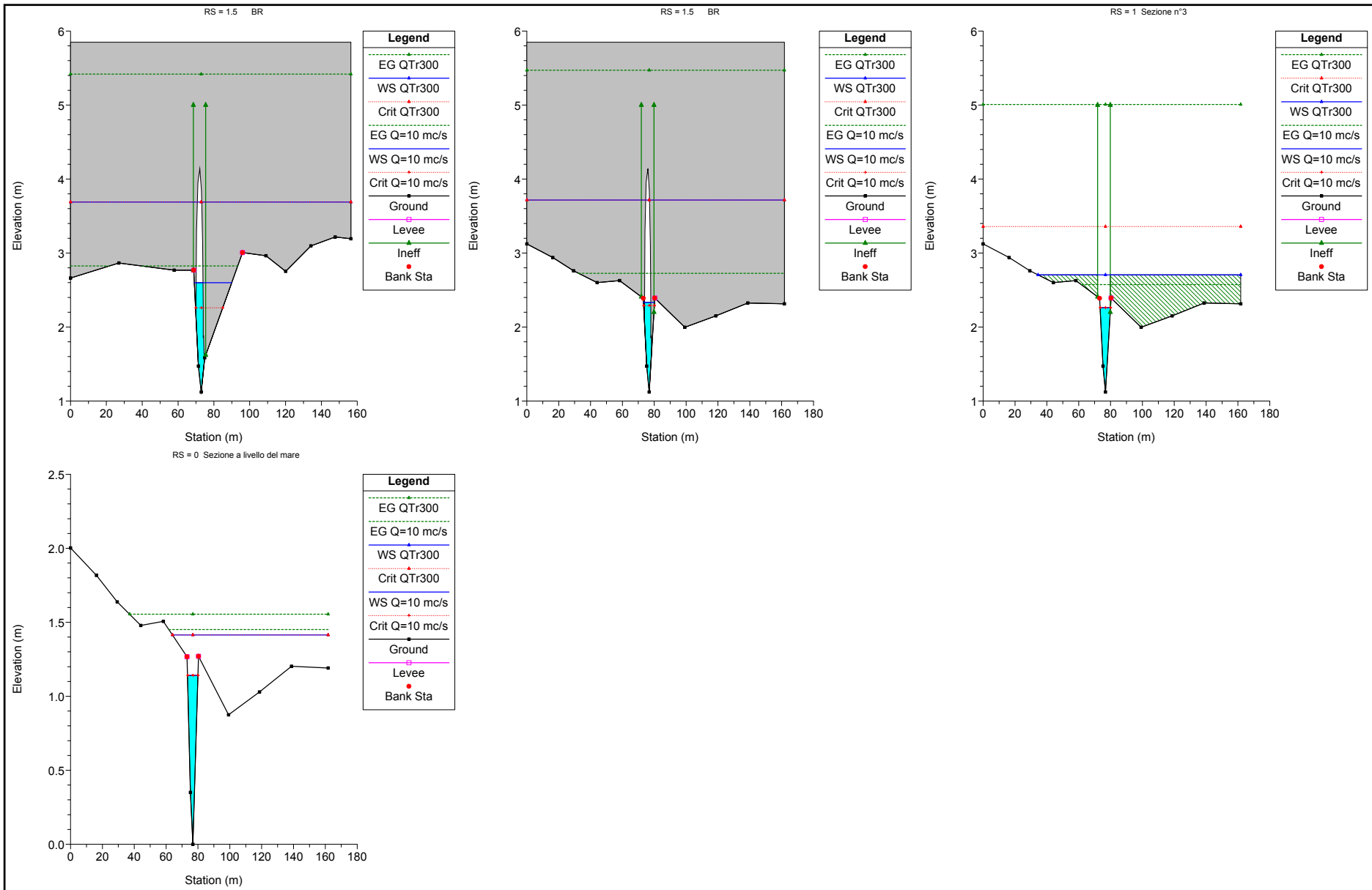
BACINO 19+300 Plan: TR 200 08/06/2018



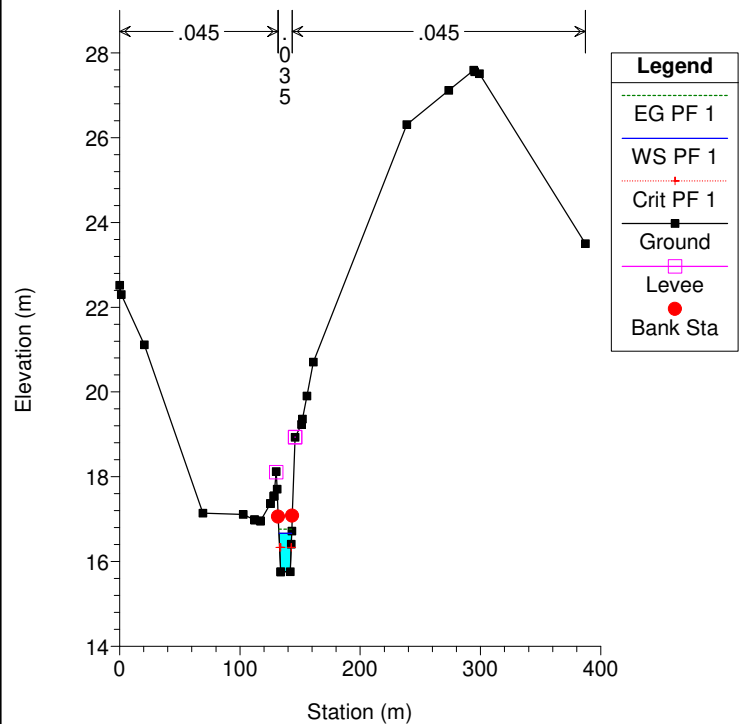




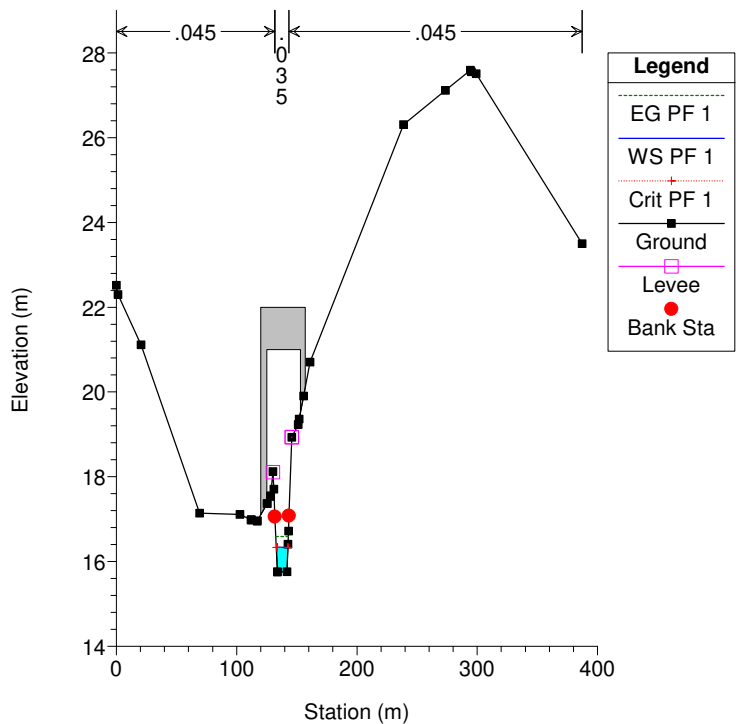




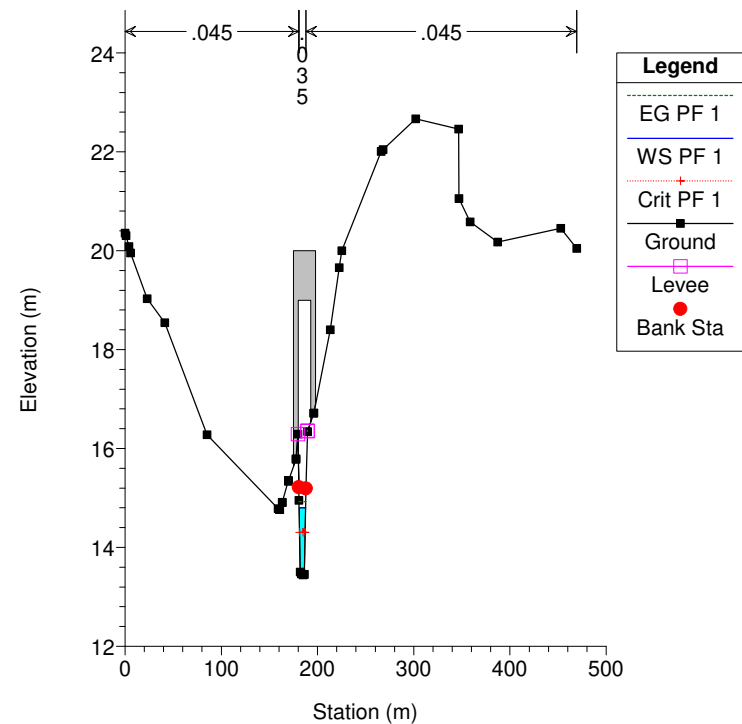
BACINO_20+250 Plan: TR 200 SITUAZIONE FUTURA 11/06/2018



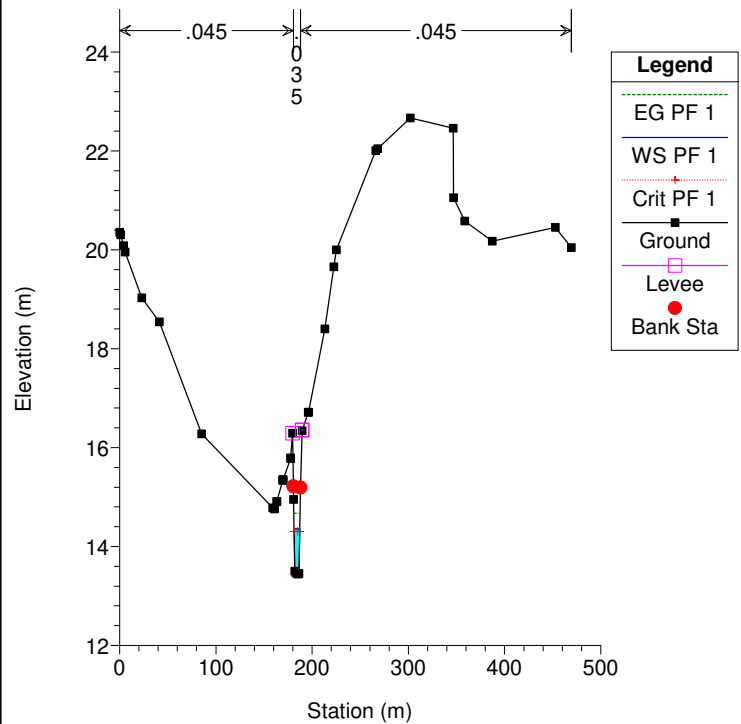
BACINO_20+250 Plan: TR 200 SITUAZIONE FUTURA 11/06/2018



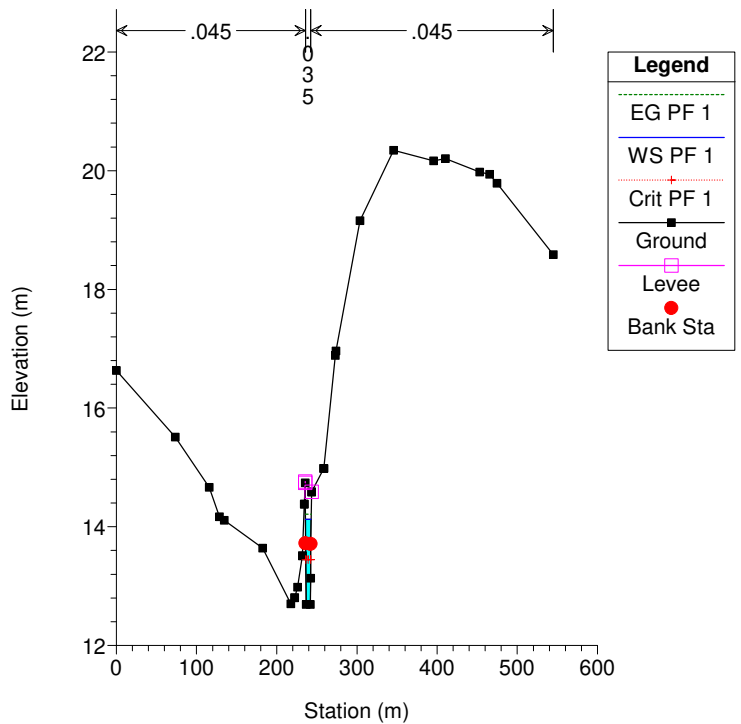
BACINO_20+250 Plan: TR 200 SITUAZIONE FUTURA 11/06/2018



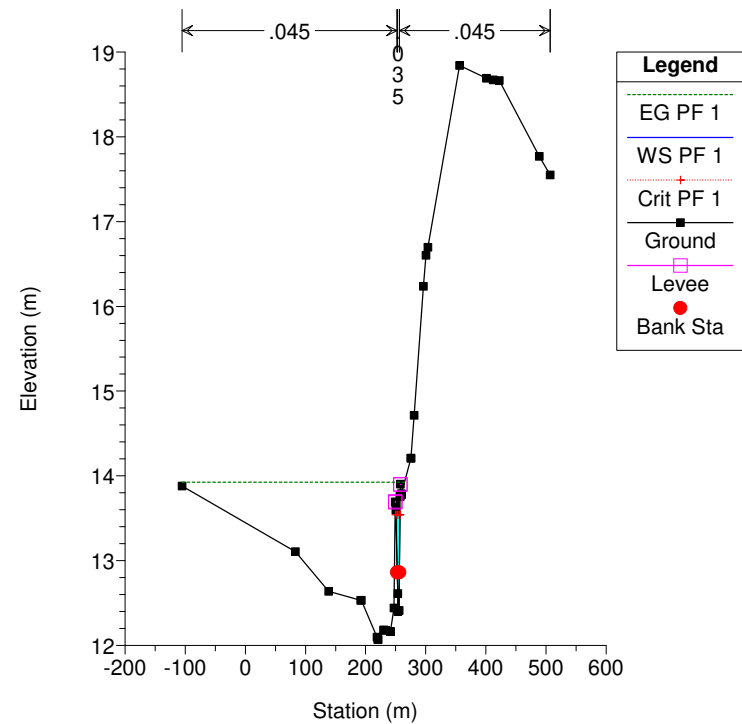
BACINO_20+250 Plan: TR 200 SITUAZIONE FUTURA 11/06/2018

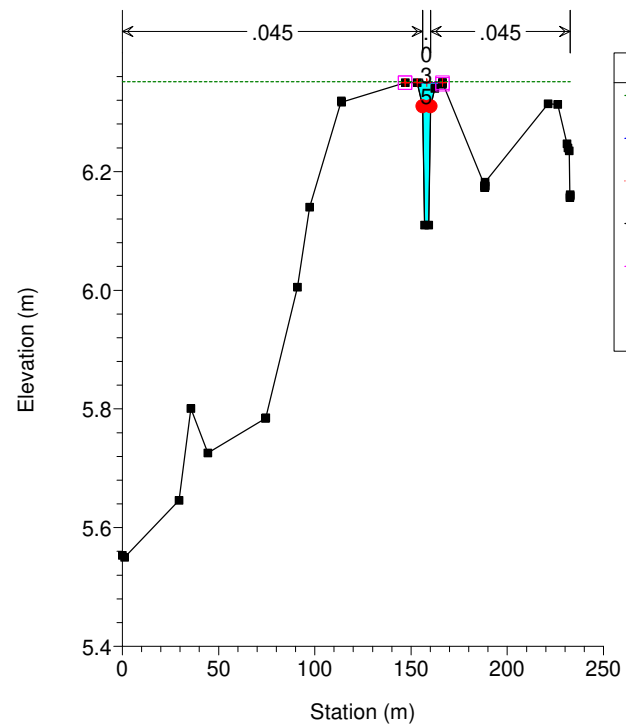
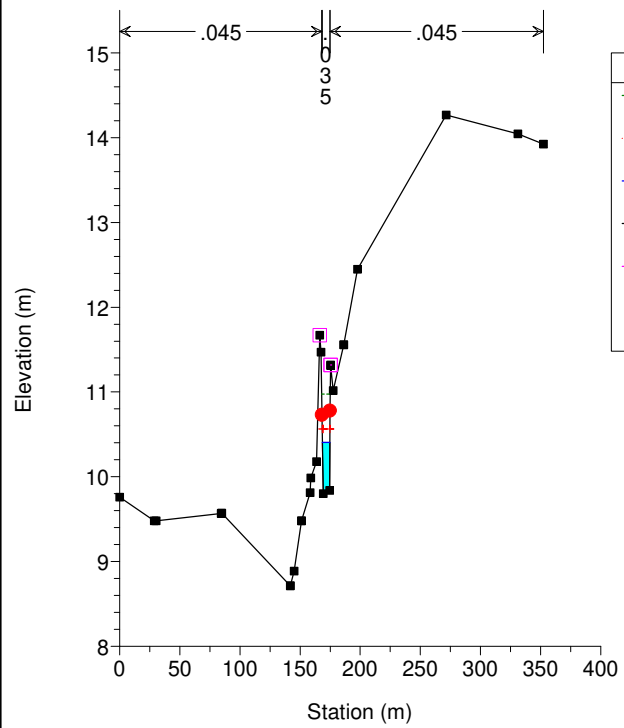


BACINO_20+250 Plan: TR 200 SITUAZIONE FUTURA 11/06/2018

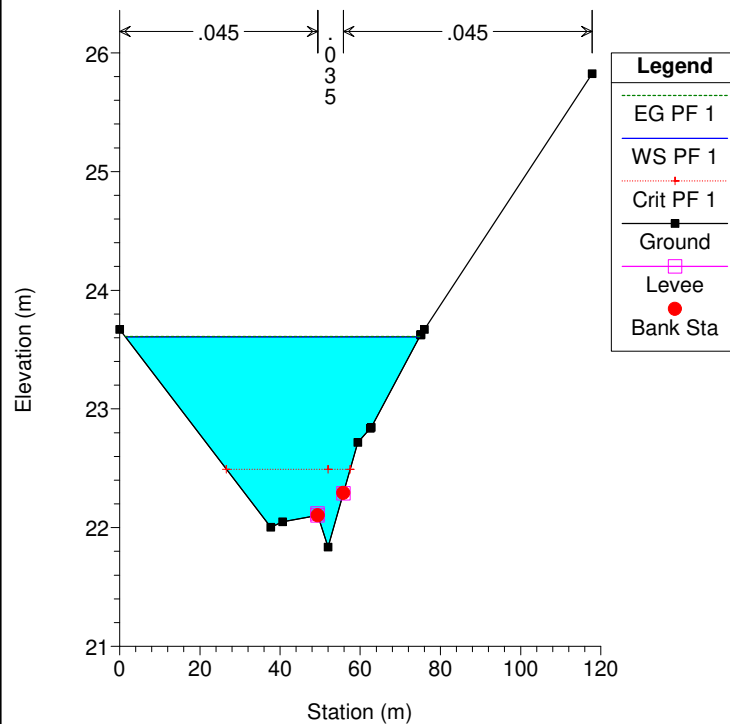


BACINO_20+250 Plan: TR 200 SITUAZIONE FUTURA 11/06/2018

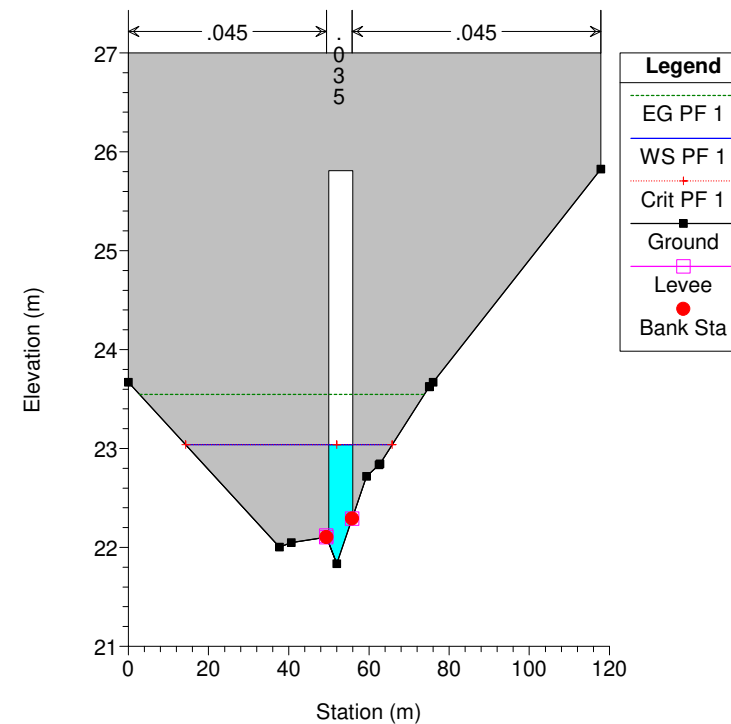




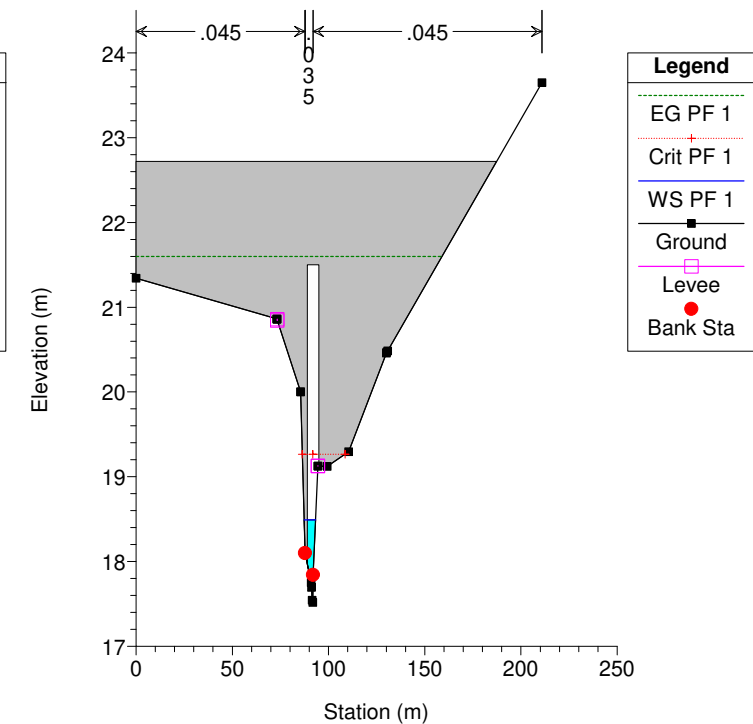
BACINO 20+600 Plan: TR 200 22/05/2018



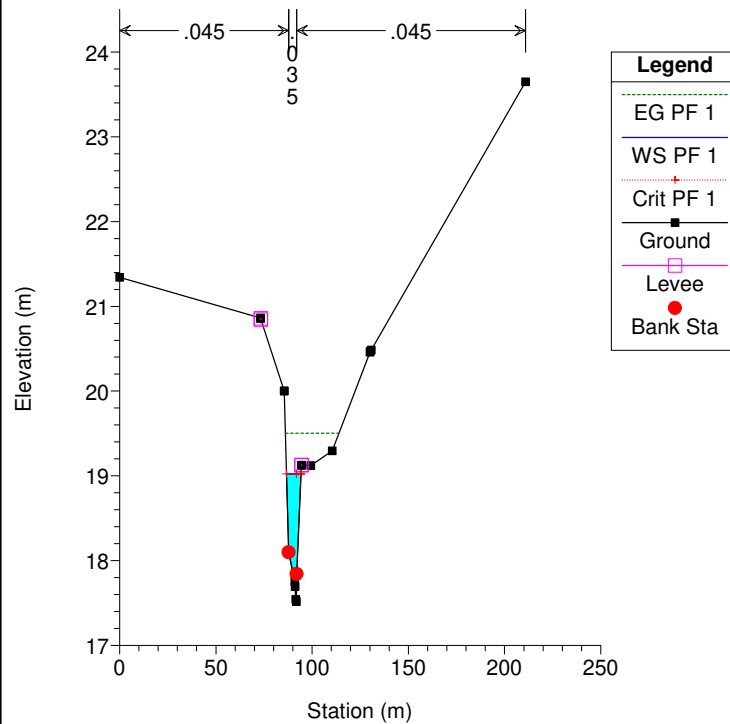
BACINO 20+600 Plan: TR 200 22/05/2018



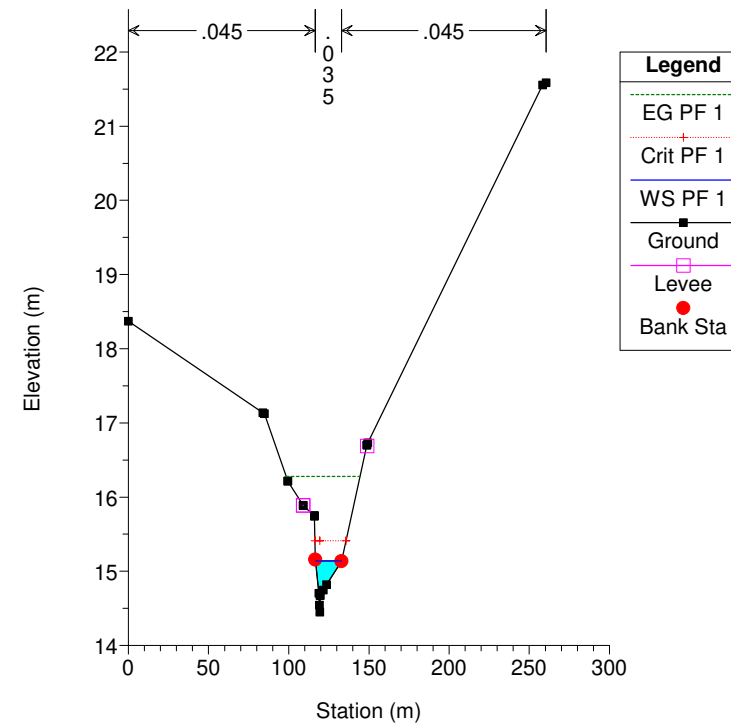
BACINO 20+600 Plan: TR 200 22/05/2018



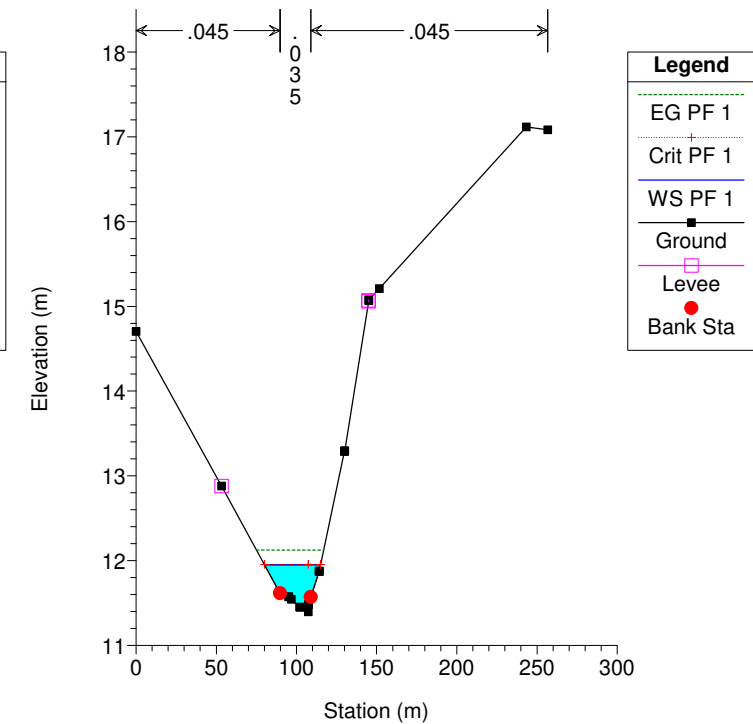
BACINO 20+600 Plan: TR 200 22/05/2018

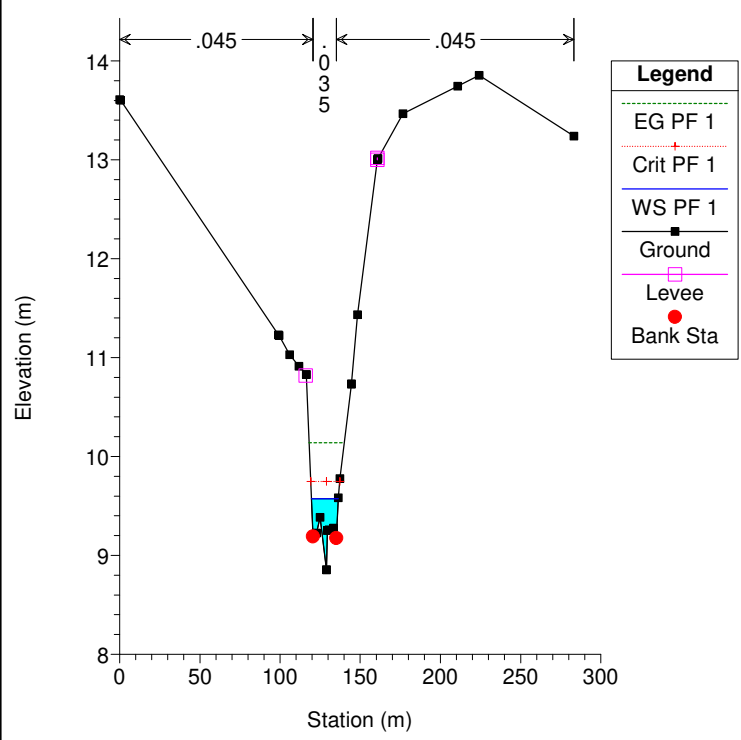


BACINO 20+600 Plan: TR 200 22/05/2018

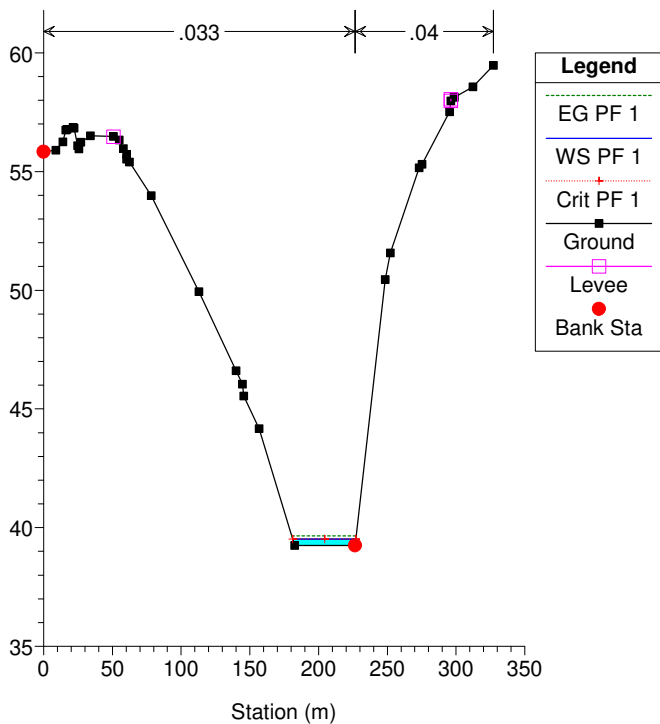


BACINO 20+600 Plan: TR 200 22/05/2018

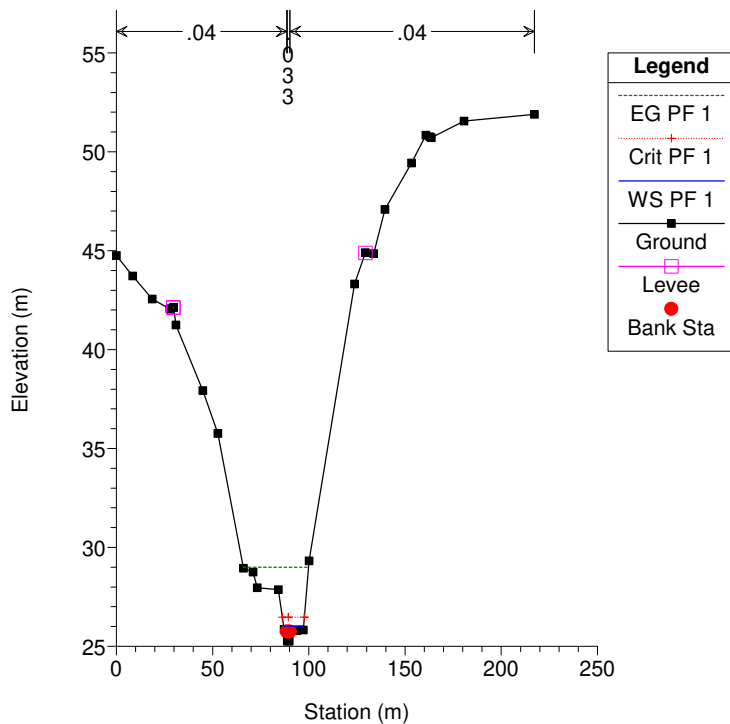




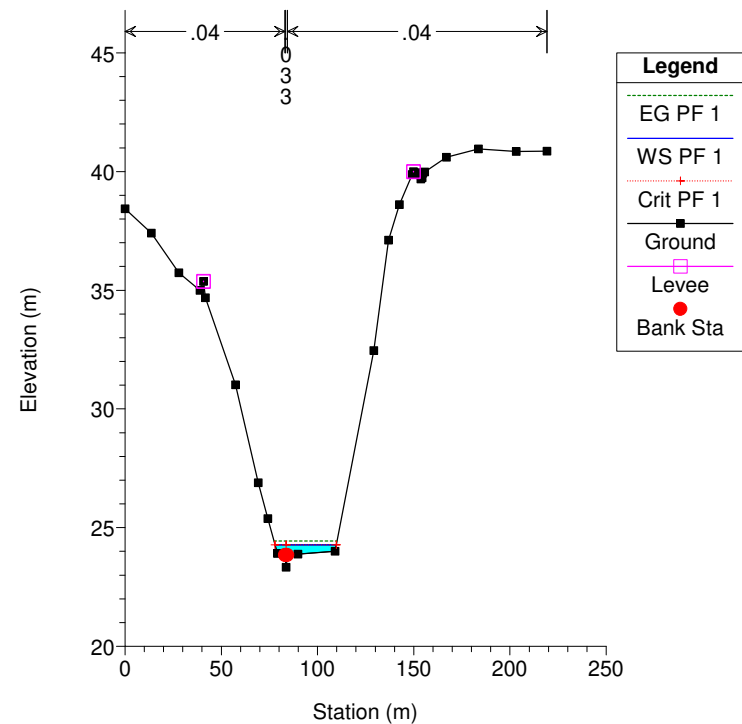
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018



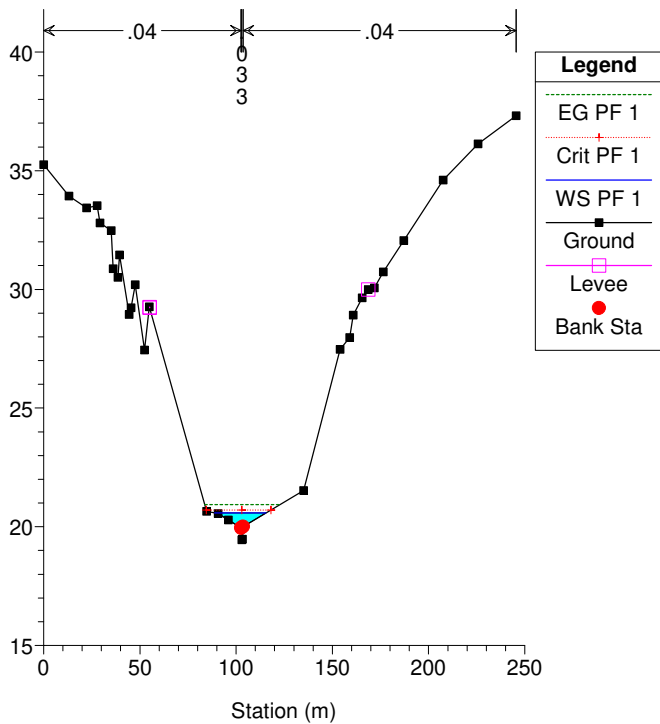
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018



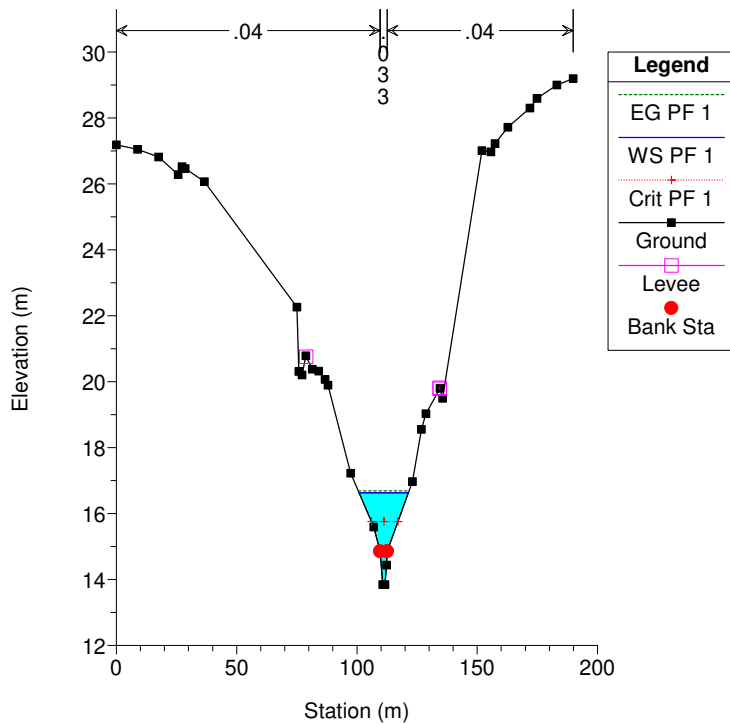
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018



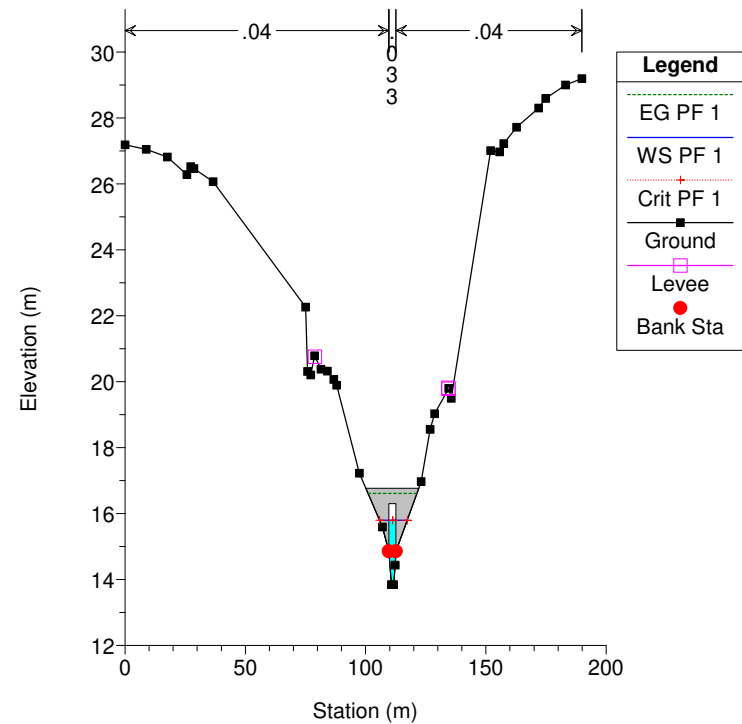
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018



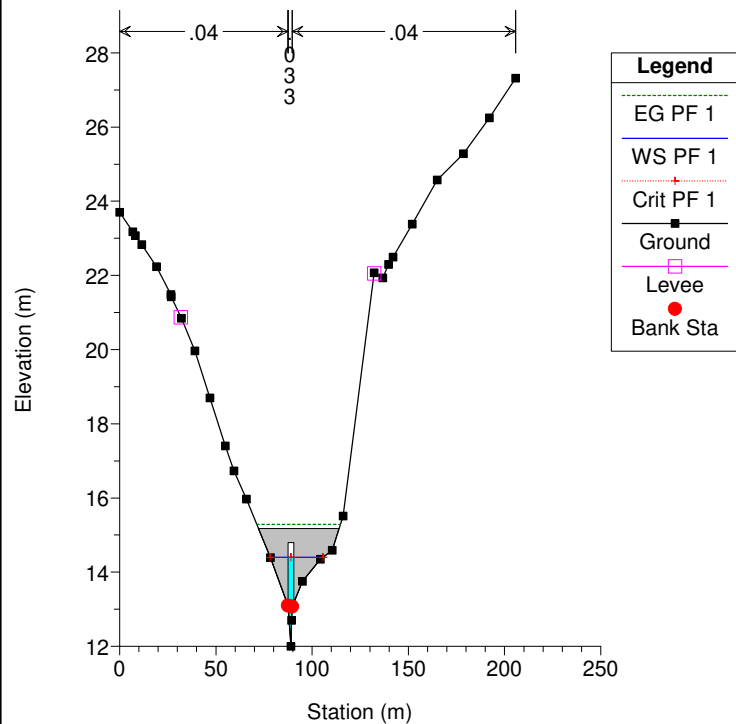
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018



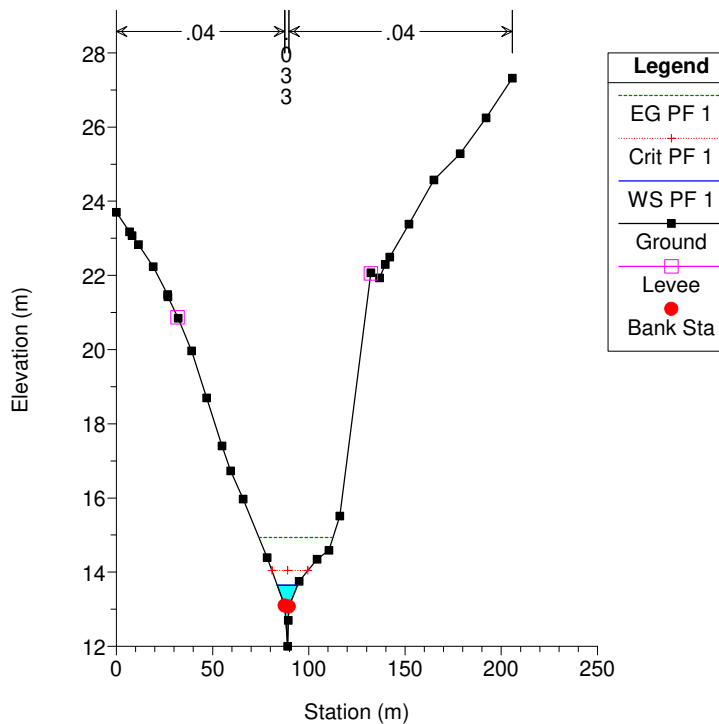
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018



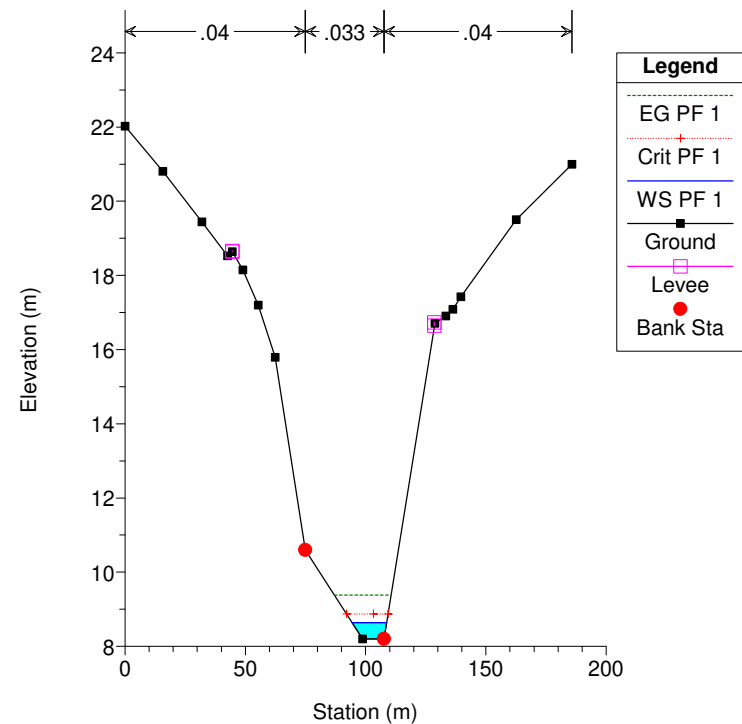
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018



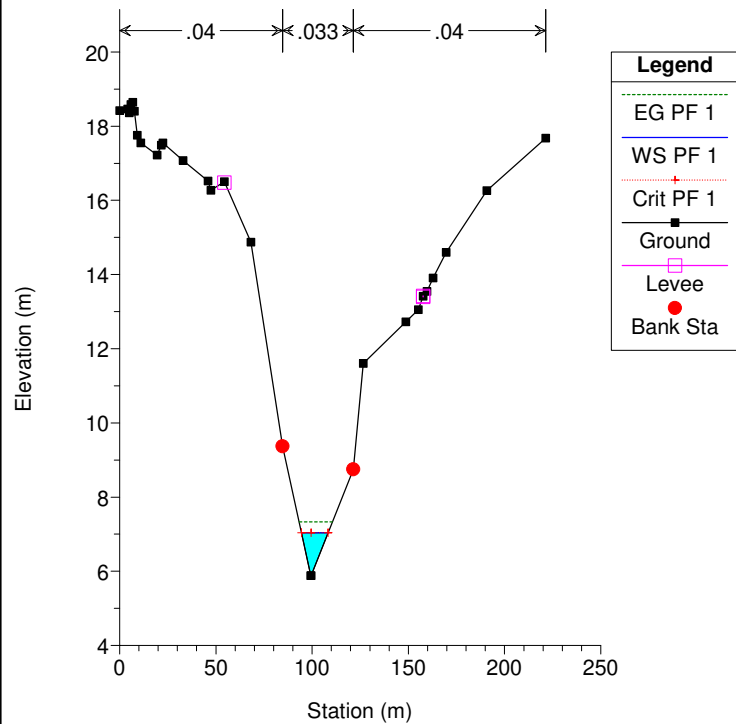
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018



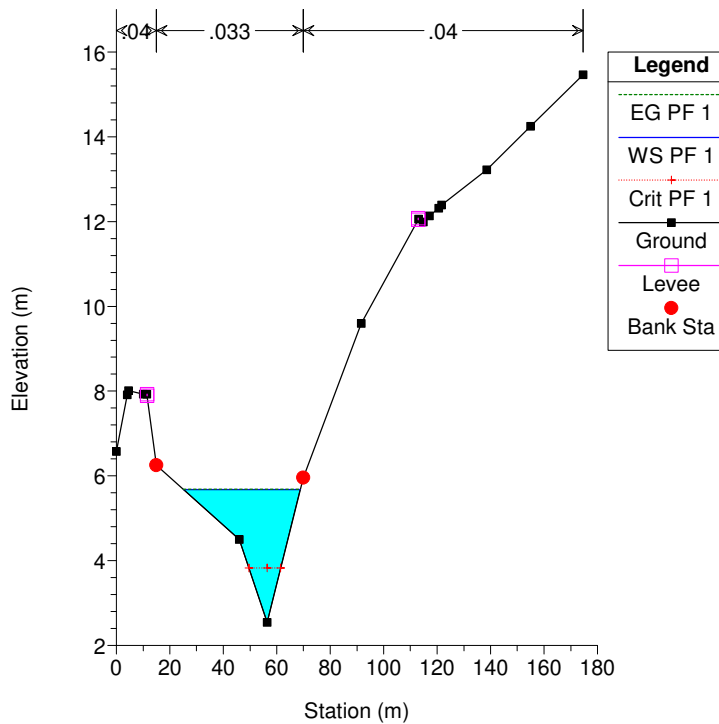
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018



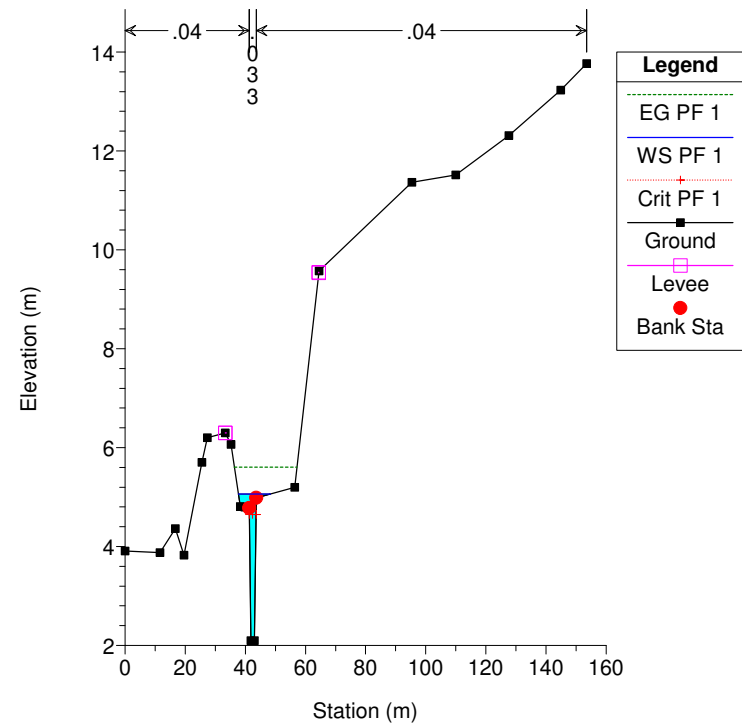
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018



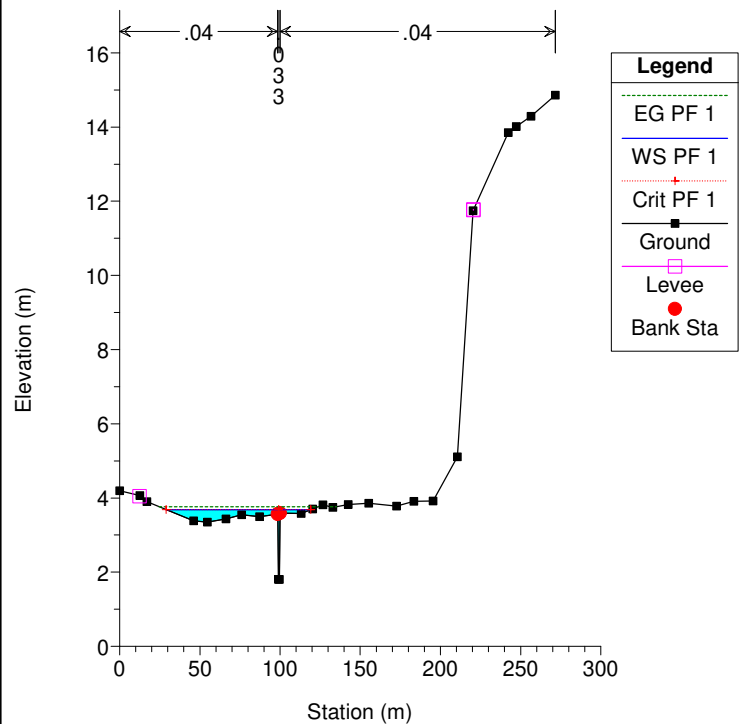
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018



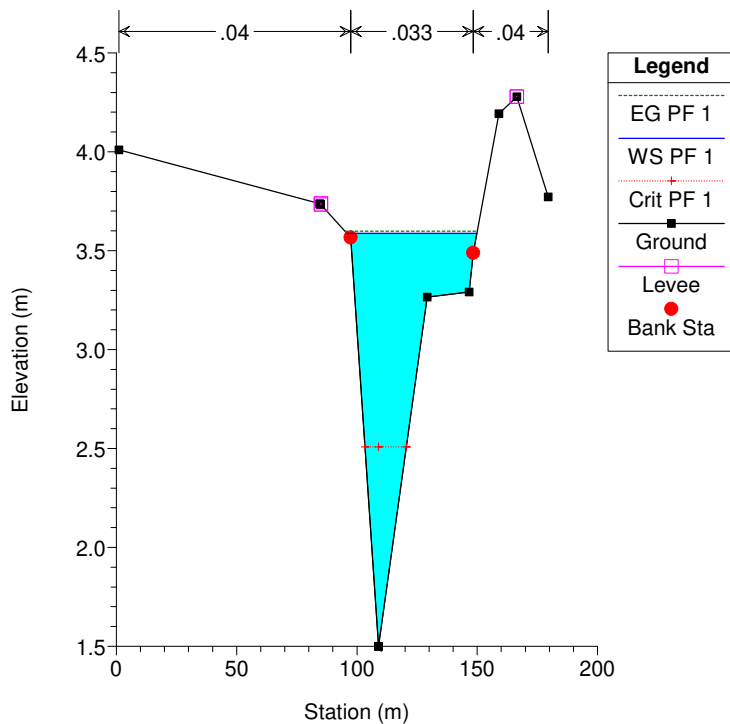
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018



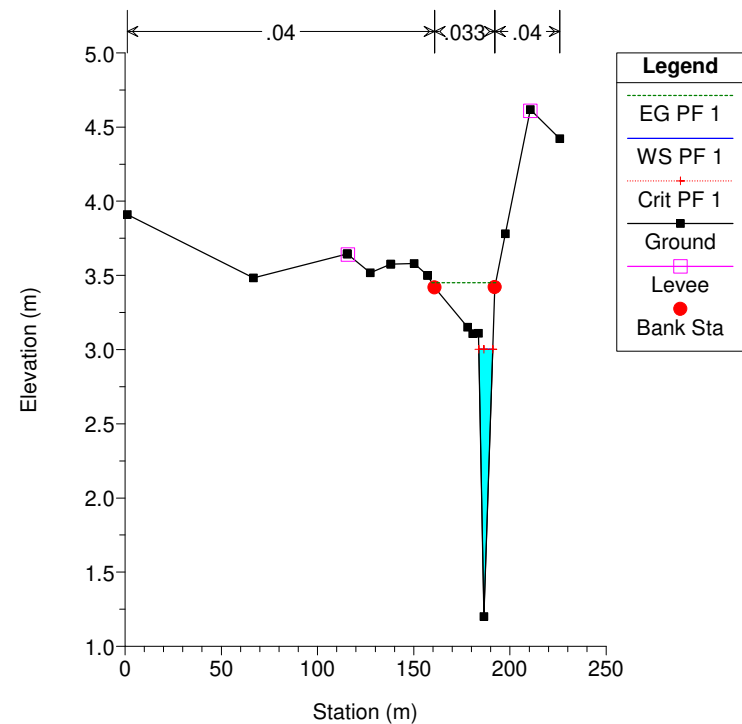
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018



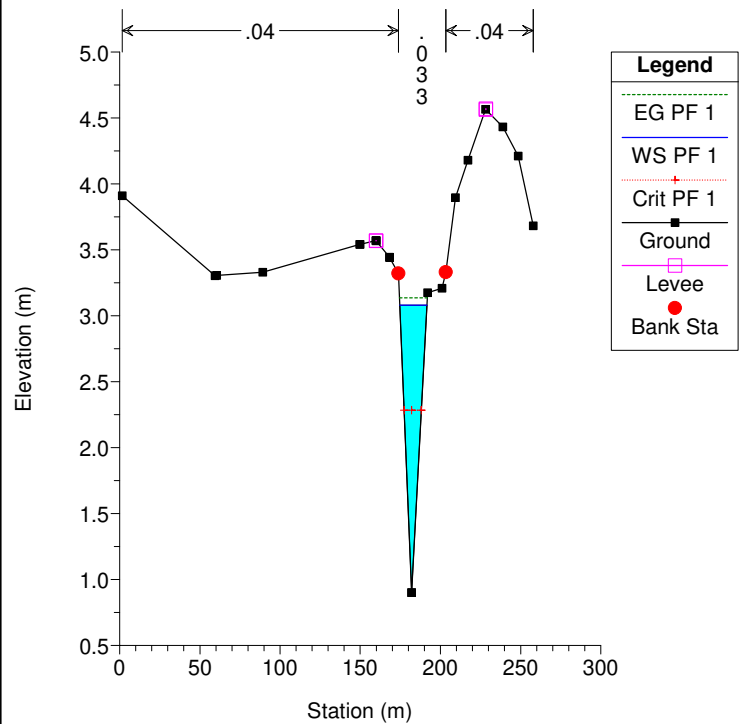
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018



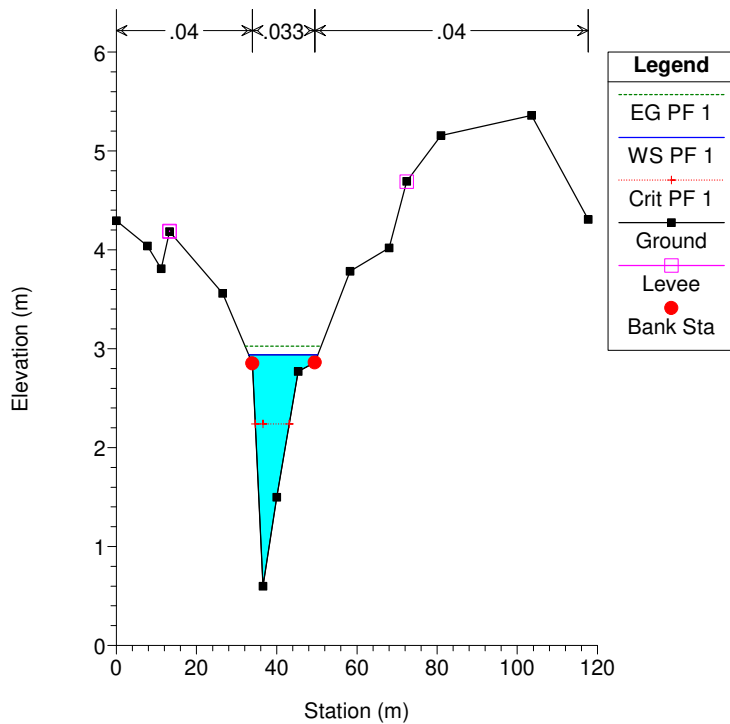
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018



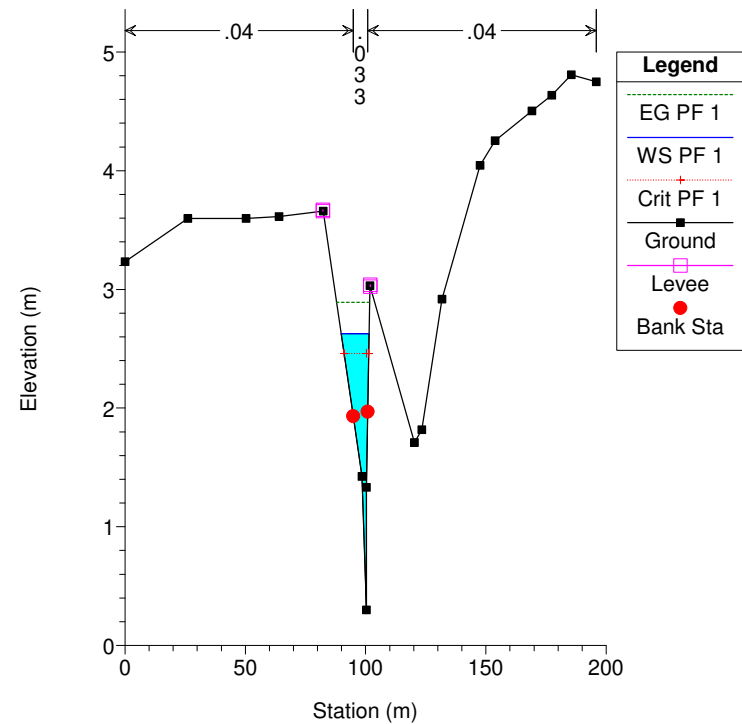
BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018

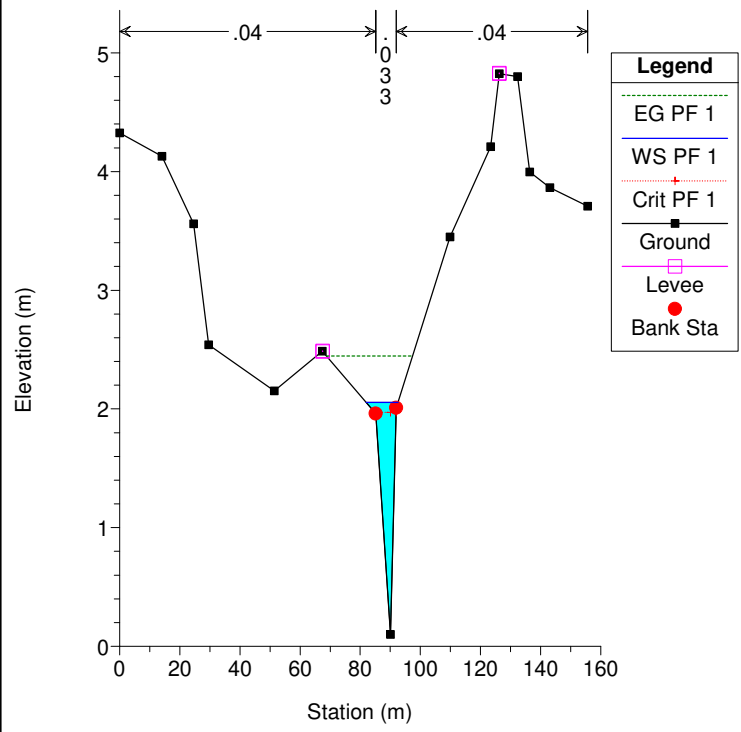


BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018

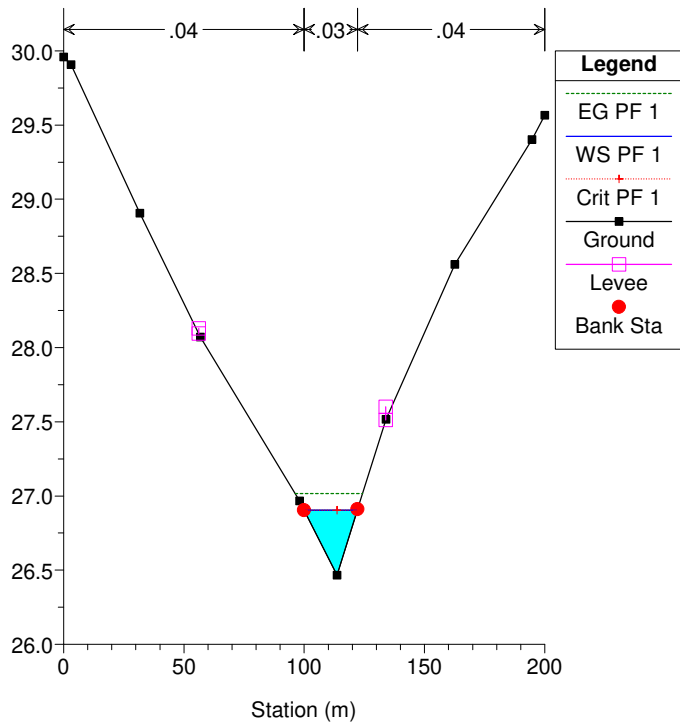


BACINO 21+150 Plan: TR 200 08/06/2018

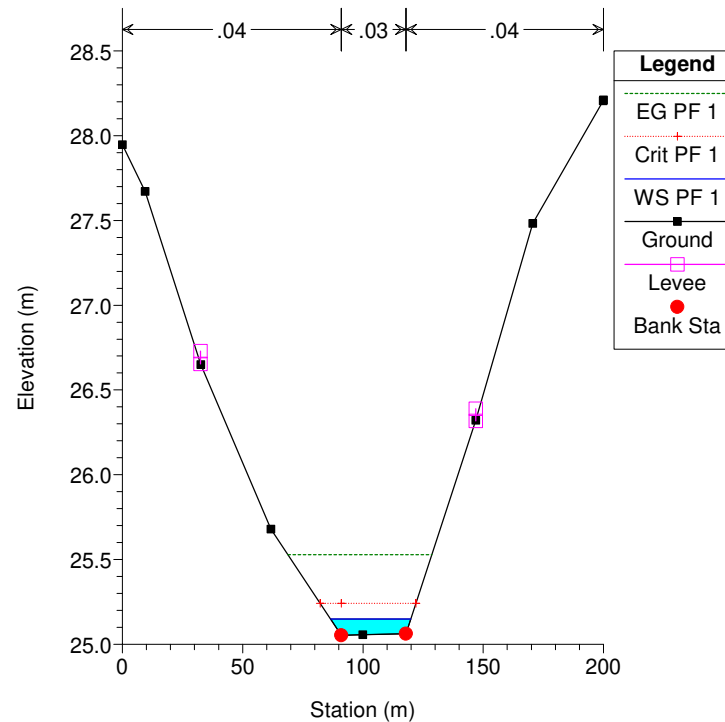




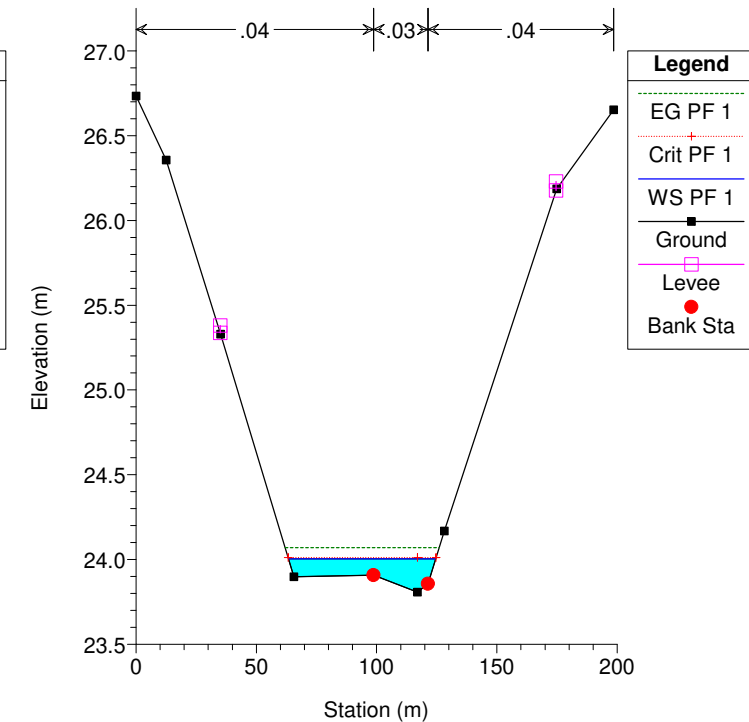
BACINO 22+370_NEW Plan: TR200 18/05/2018



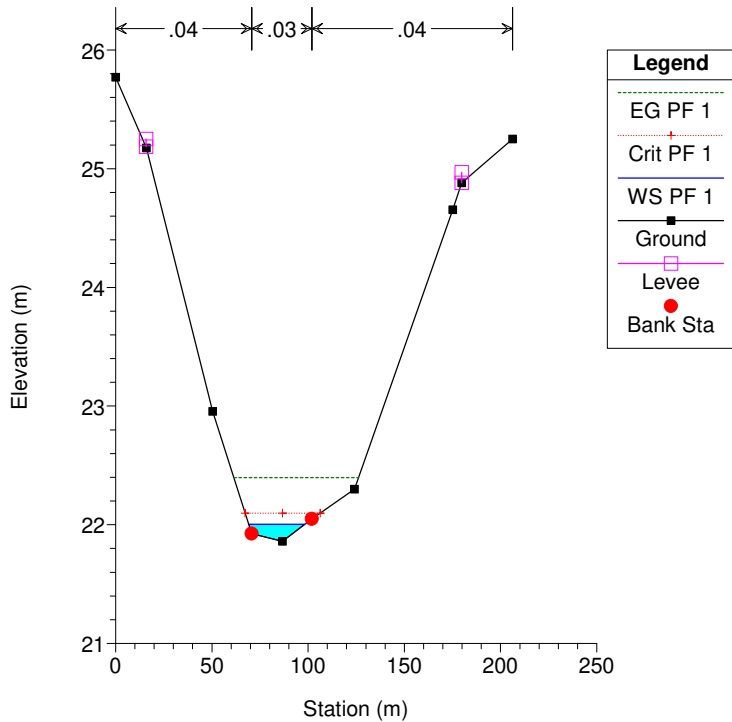
BACINO 22+370_NEW Plan: TR200 18/05/2018



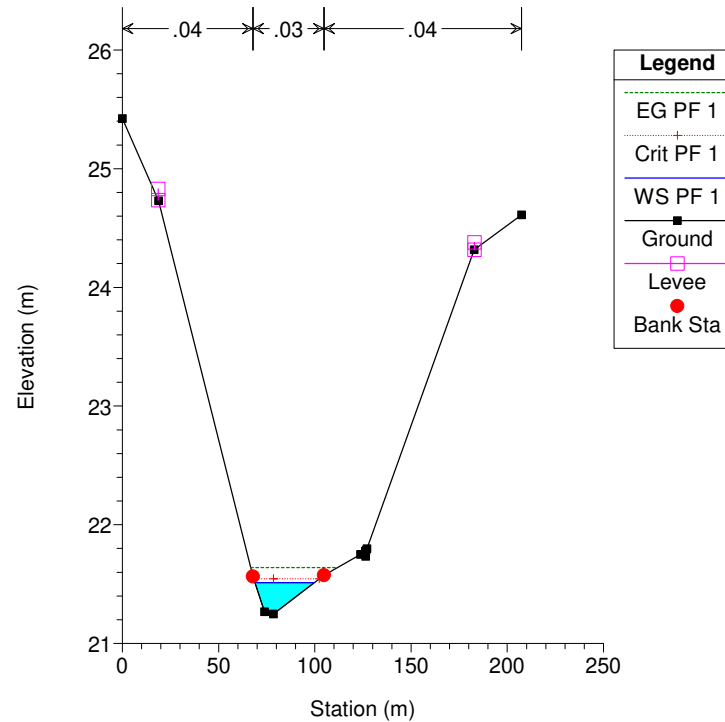
BACINO 22+370_NEW Plan: TR200 18/05/2018



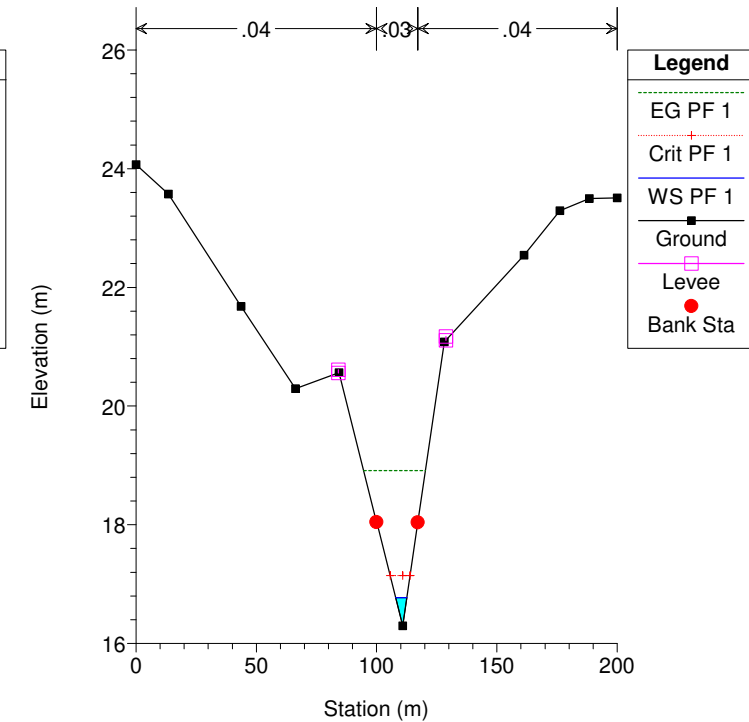
BACINO 22+370_NEW Plan: TR200 18/05/2018

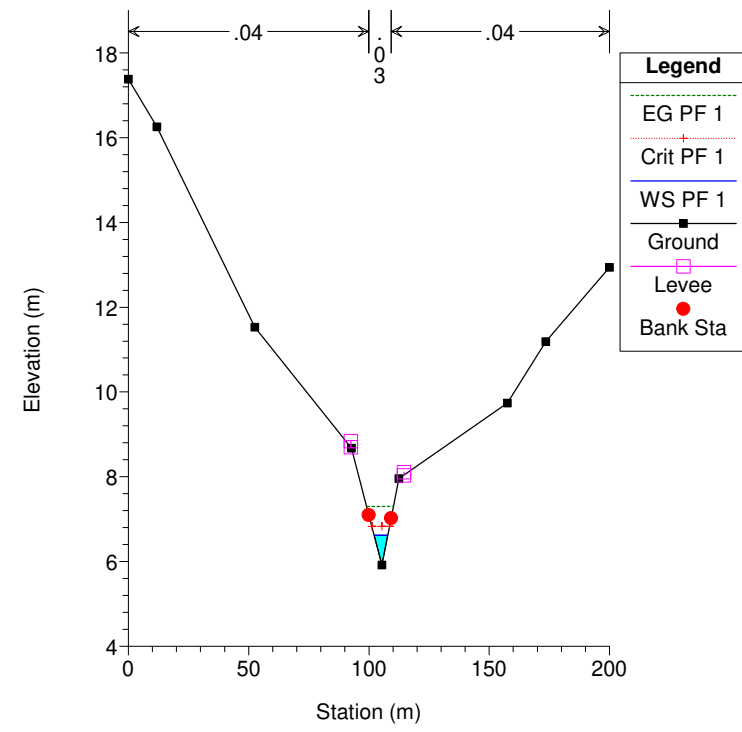
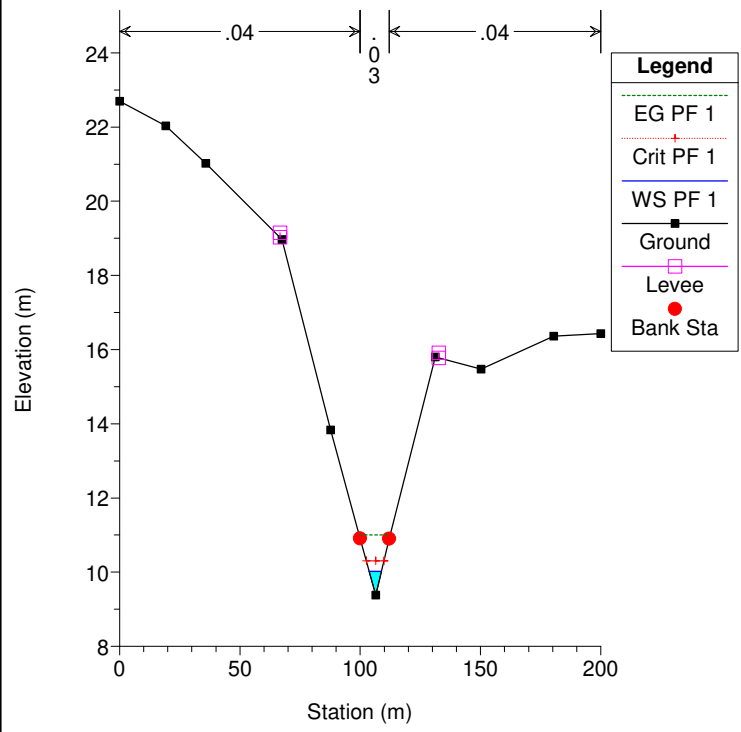


BACINO 22+370_NEW Plan: TR200 18/05/2018



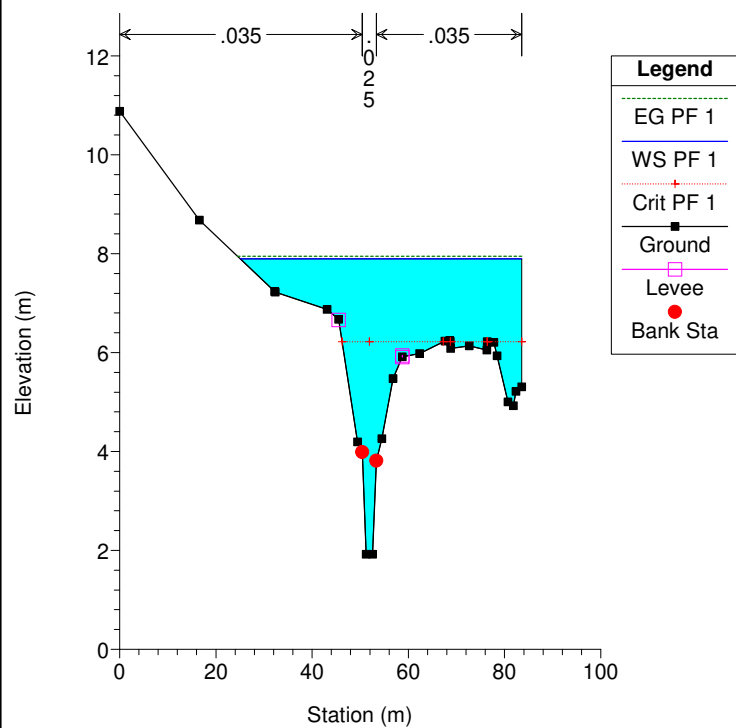
BACINO 22+370_NEW Plan: TR200 18/05/2018



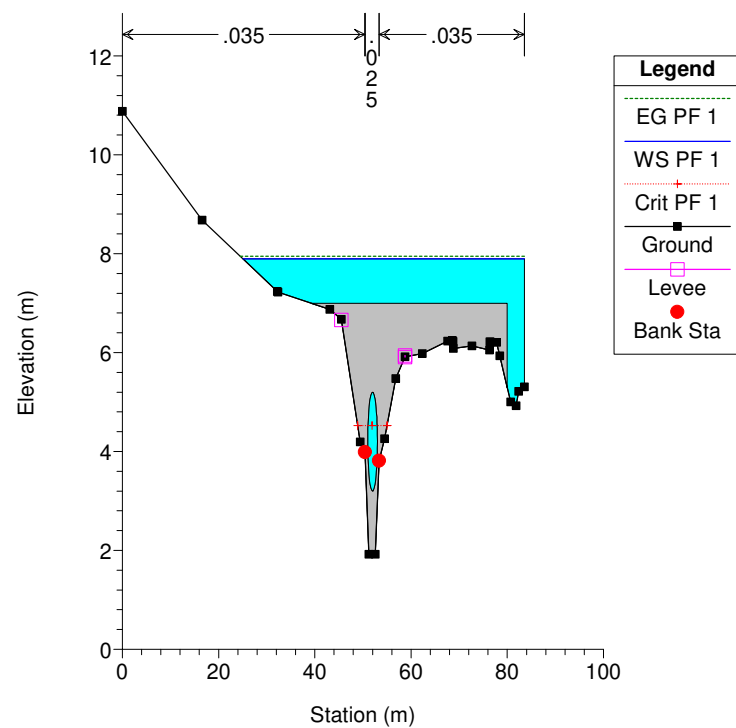


ALLEGATO B: SEZIONI SIMULATE POST OPERAM

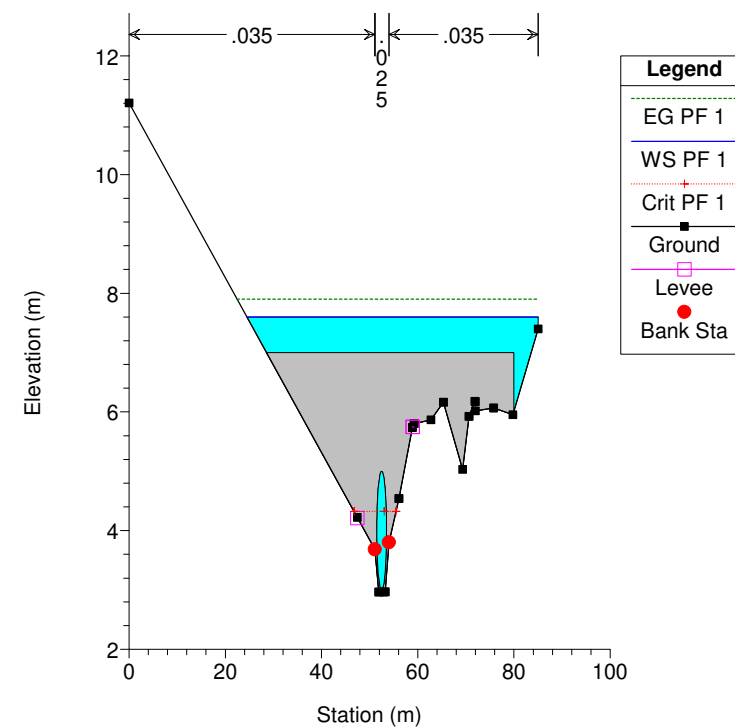
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



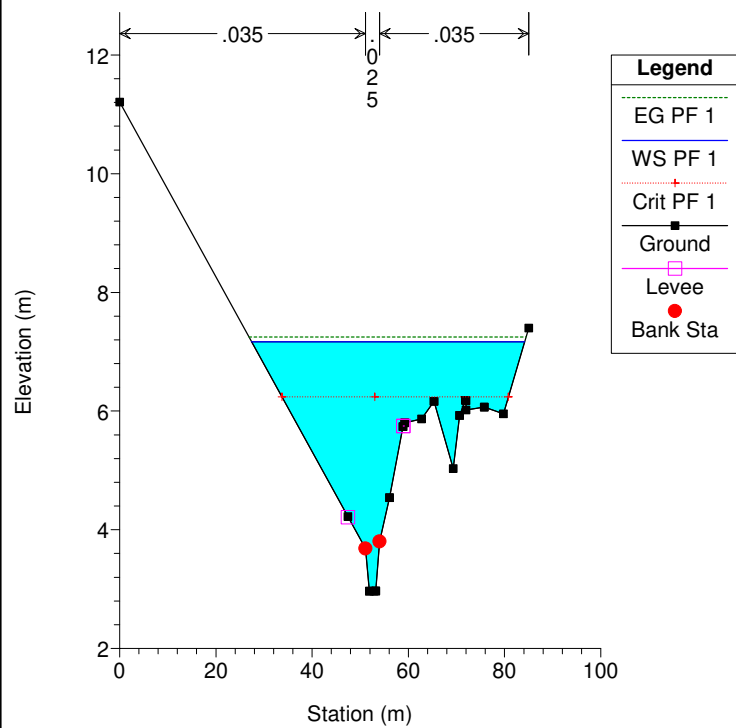
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



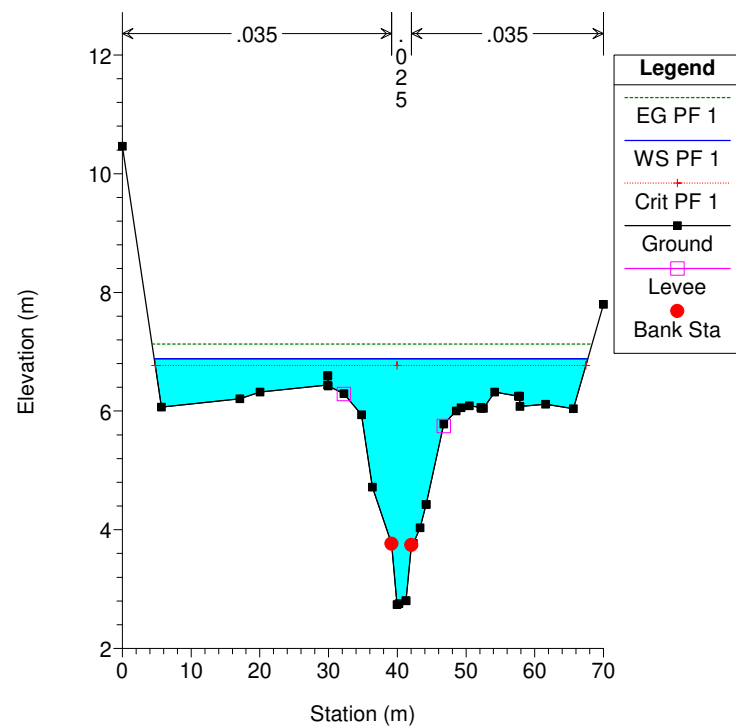
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



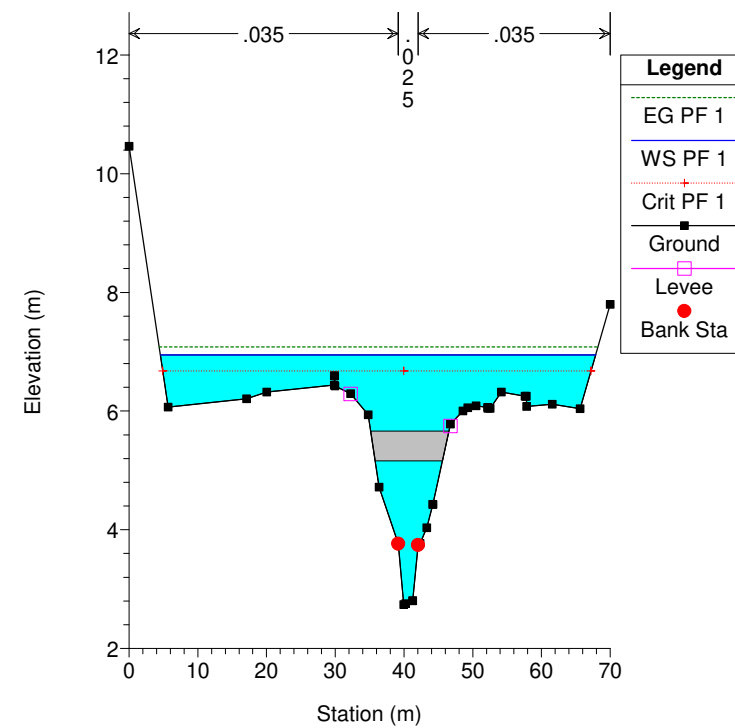
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



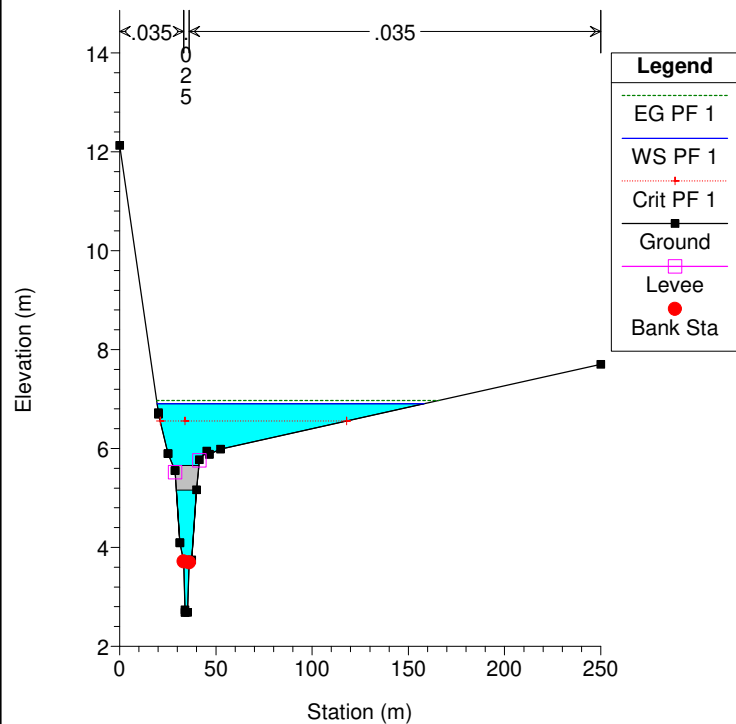
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



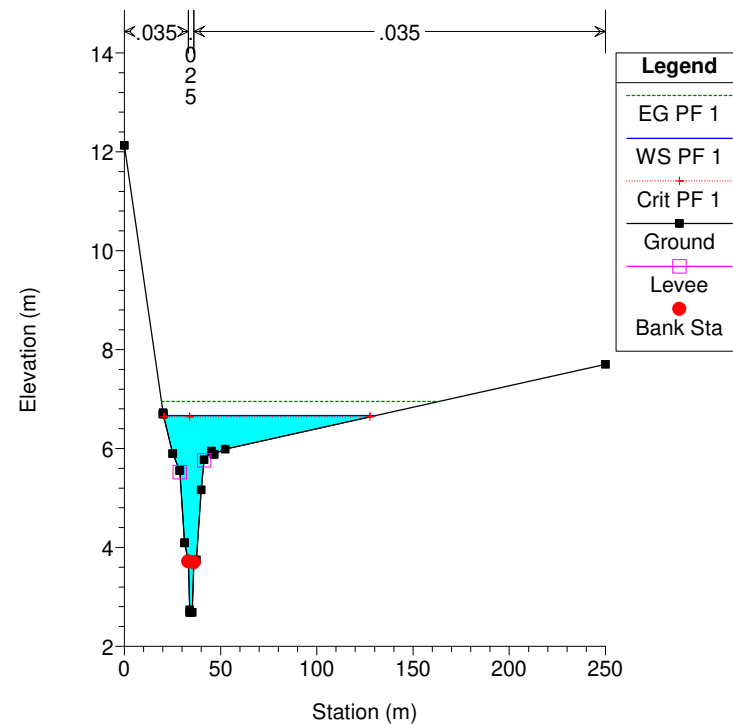
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



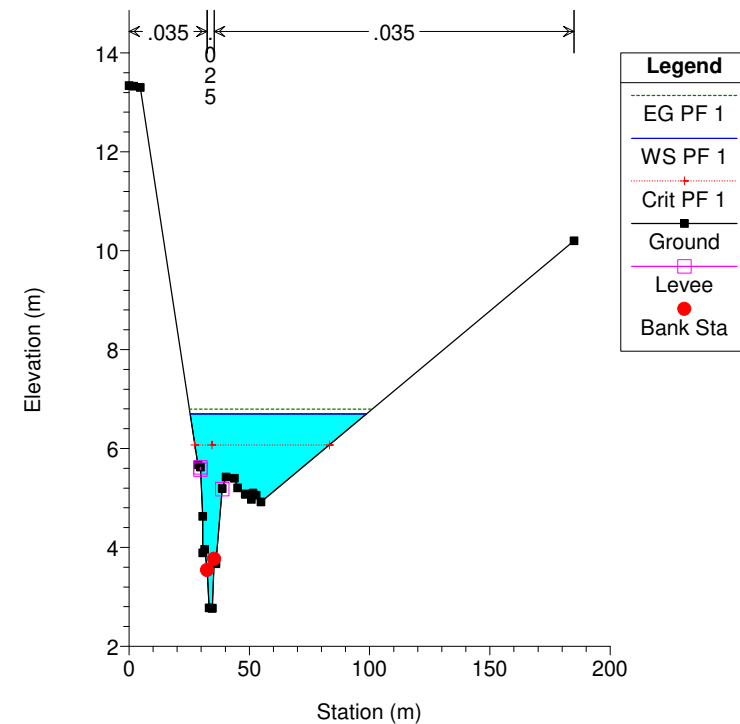
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



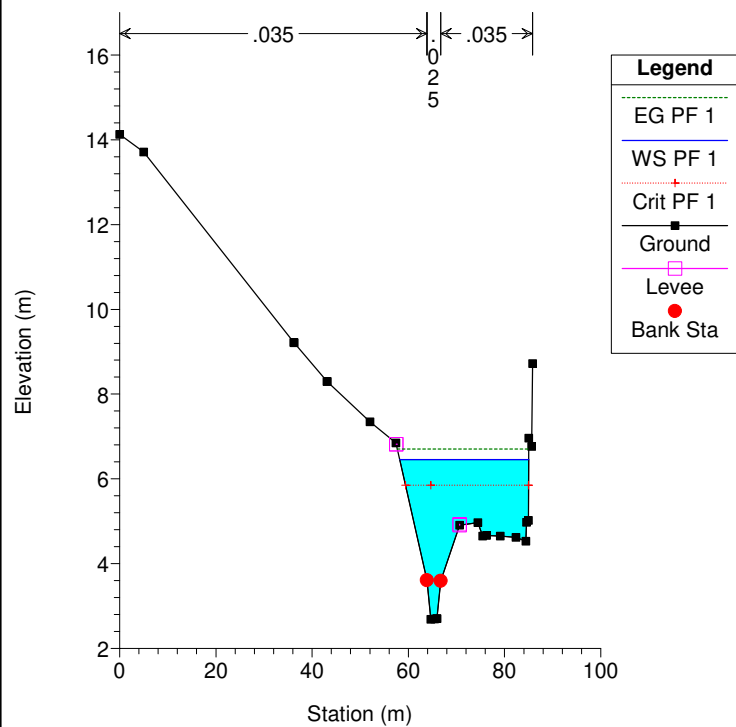
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



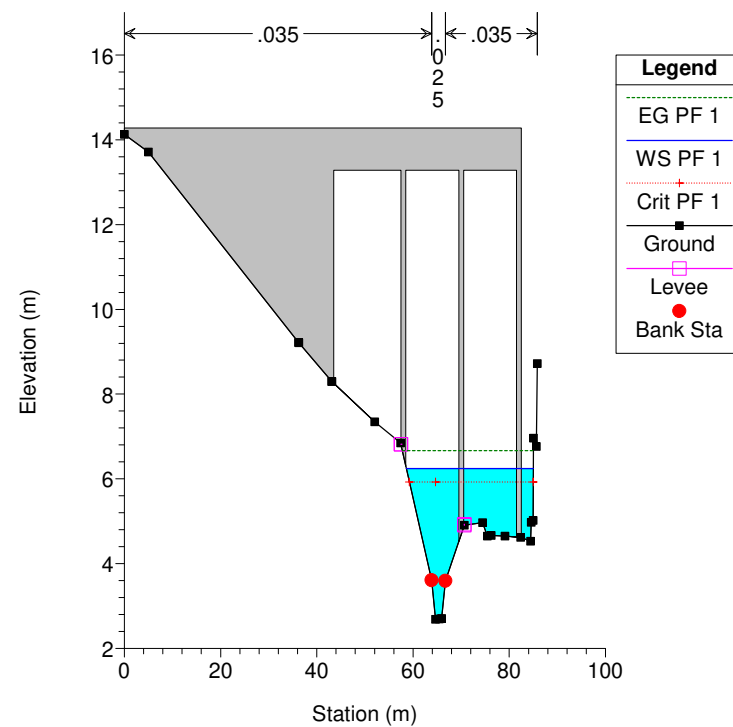
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



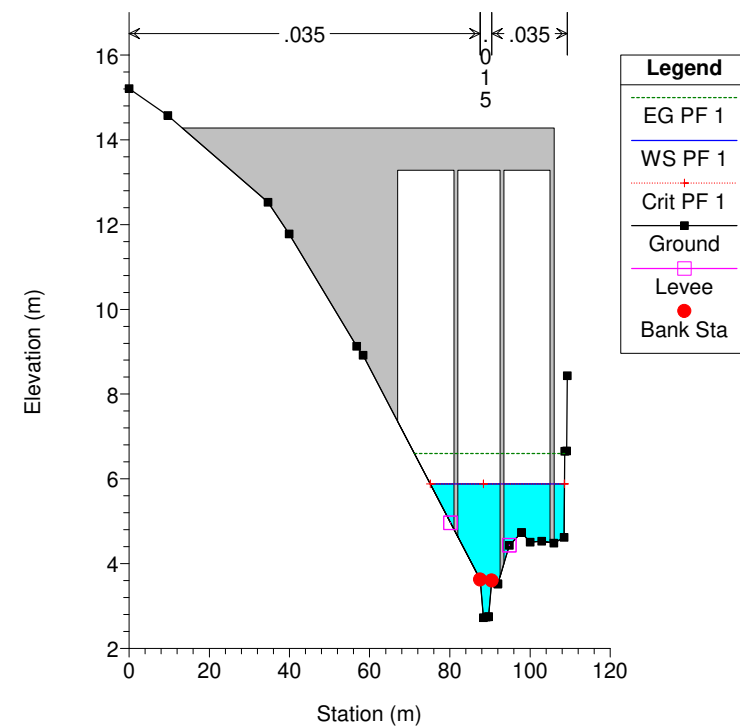
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



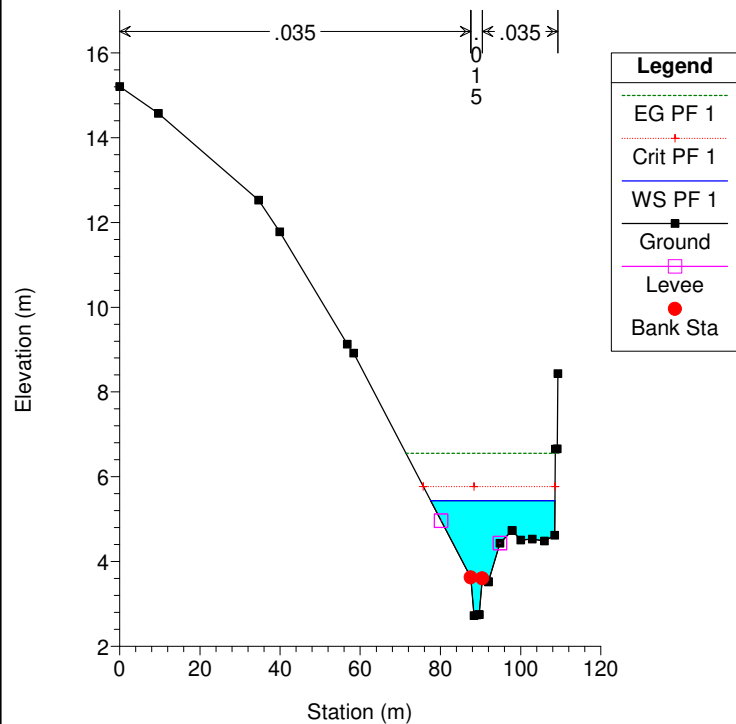
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



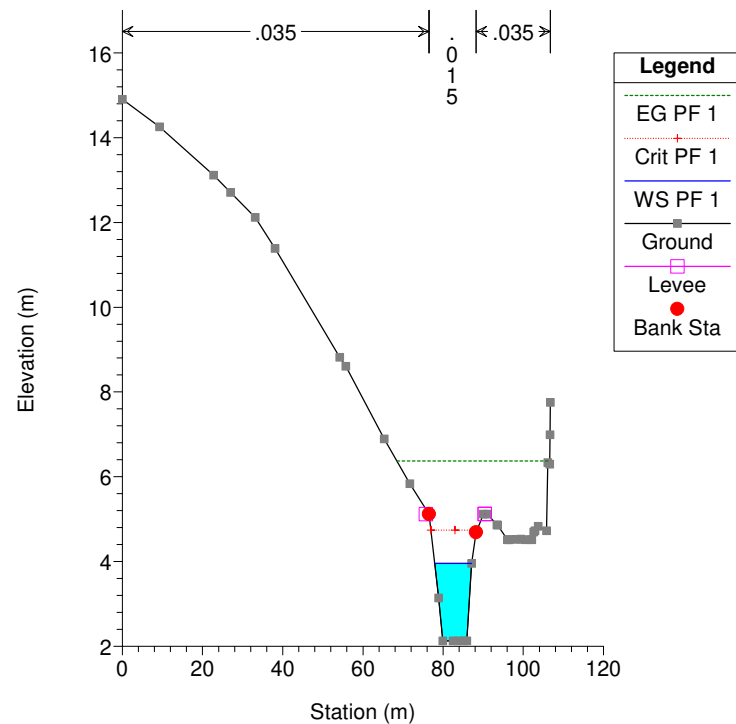
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



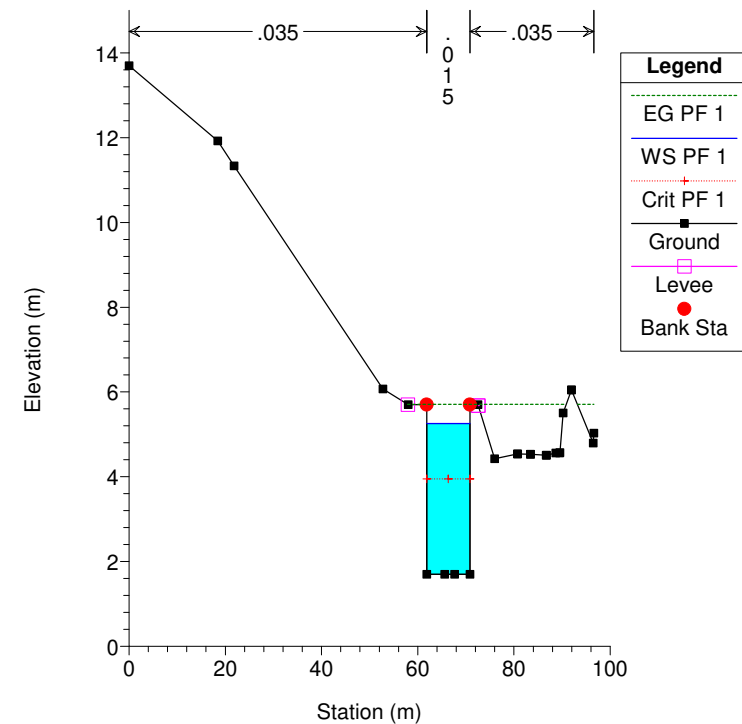
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



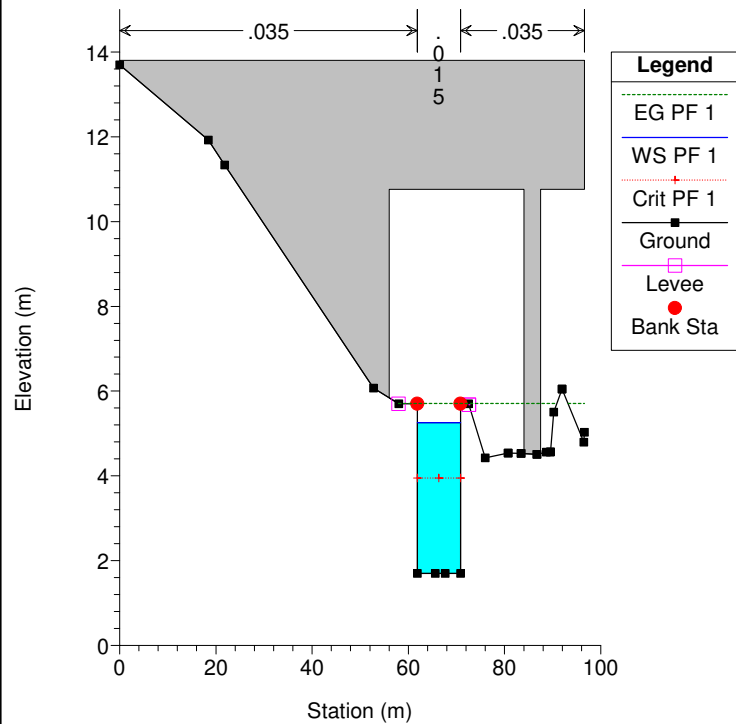
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



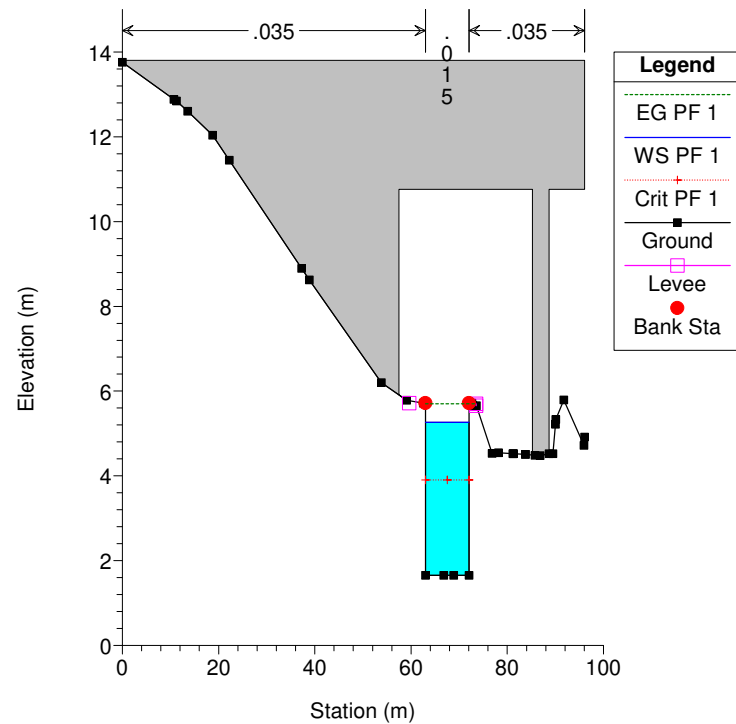
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



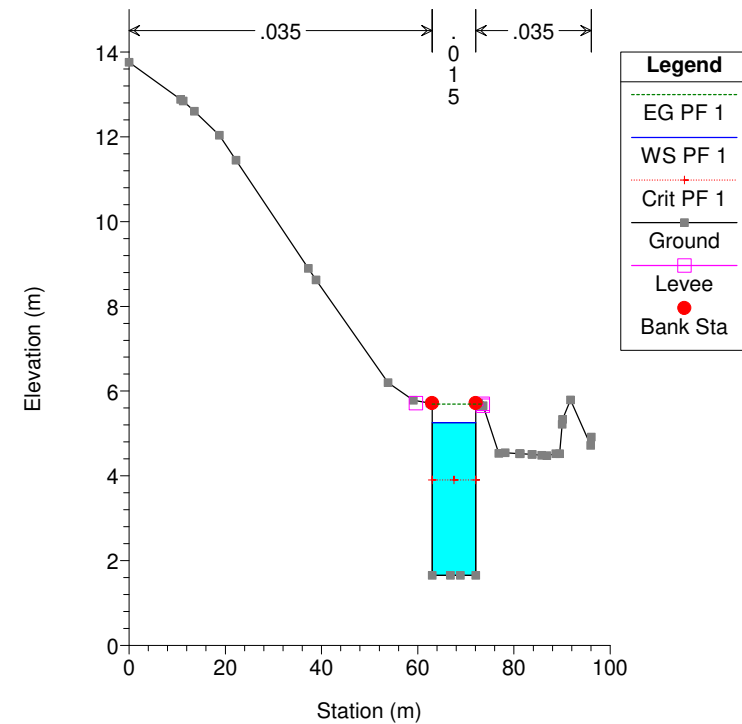
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



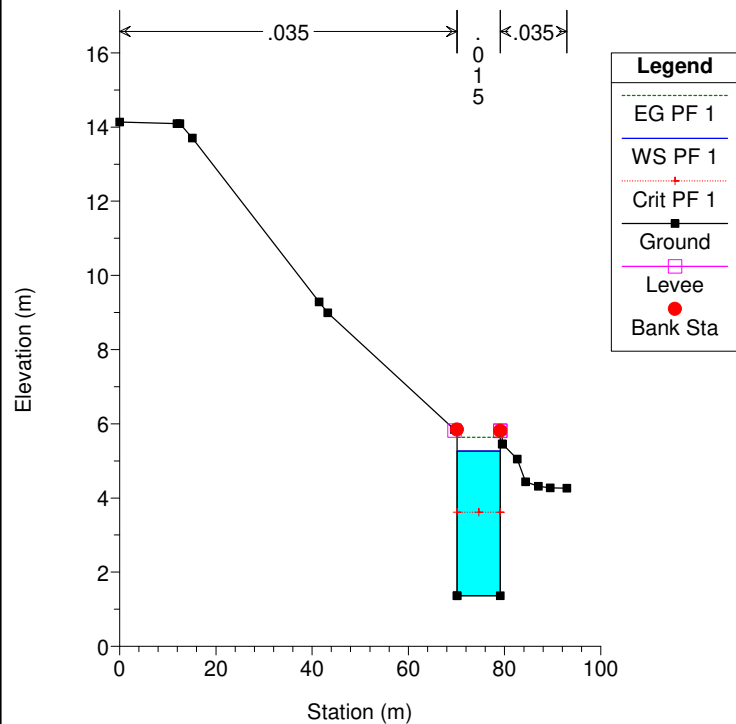
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



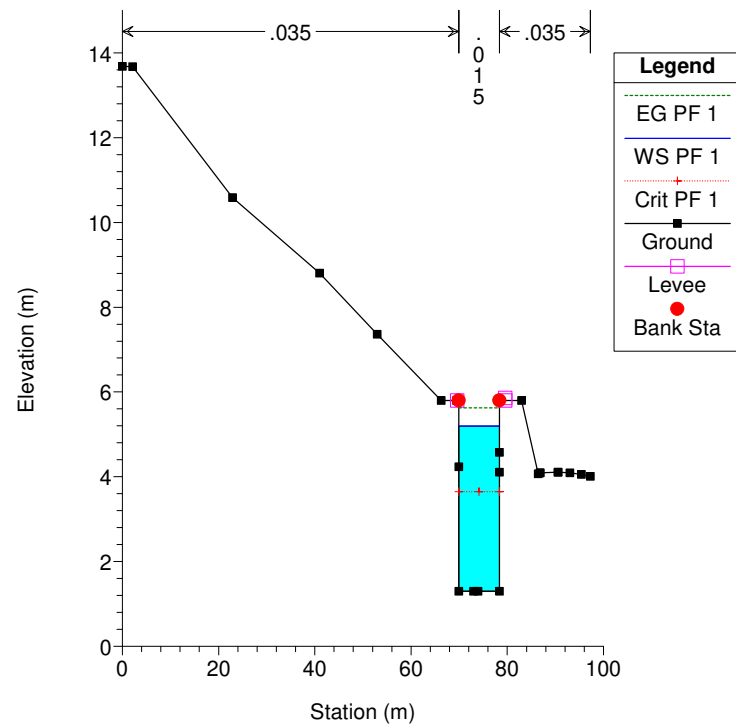
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



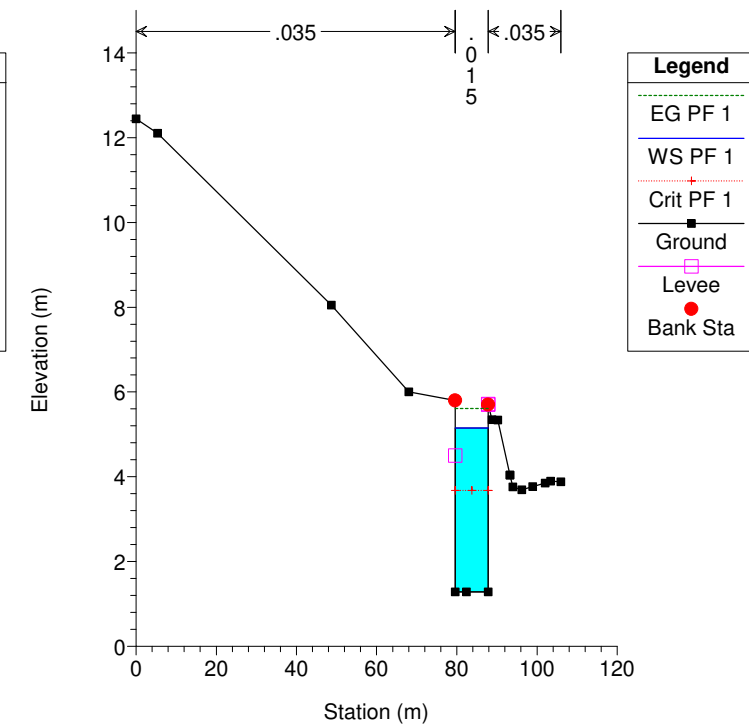
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



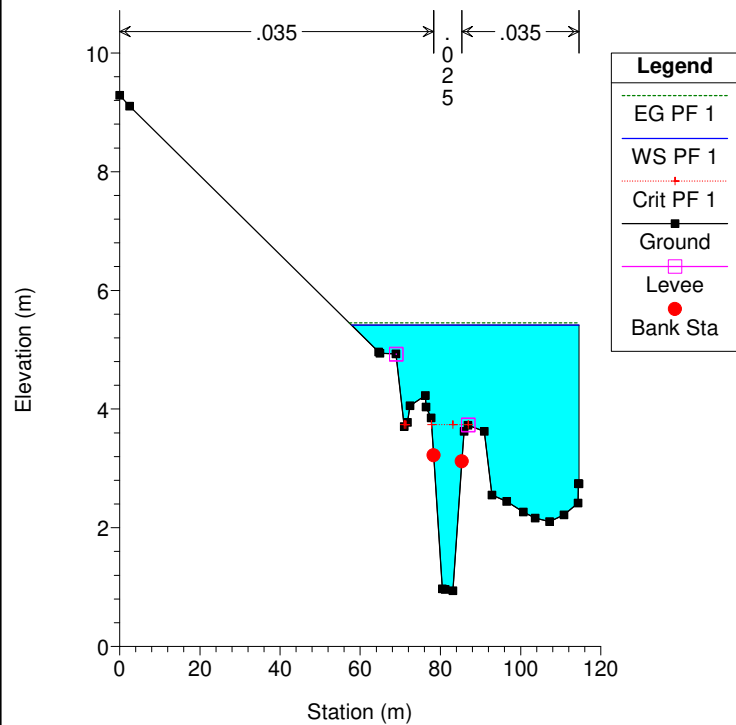
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



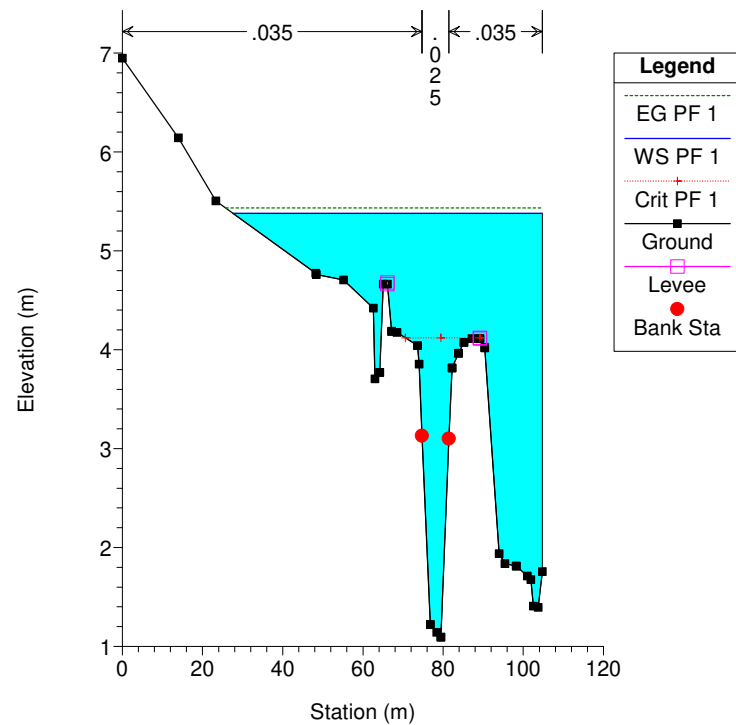
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



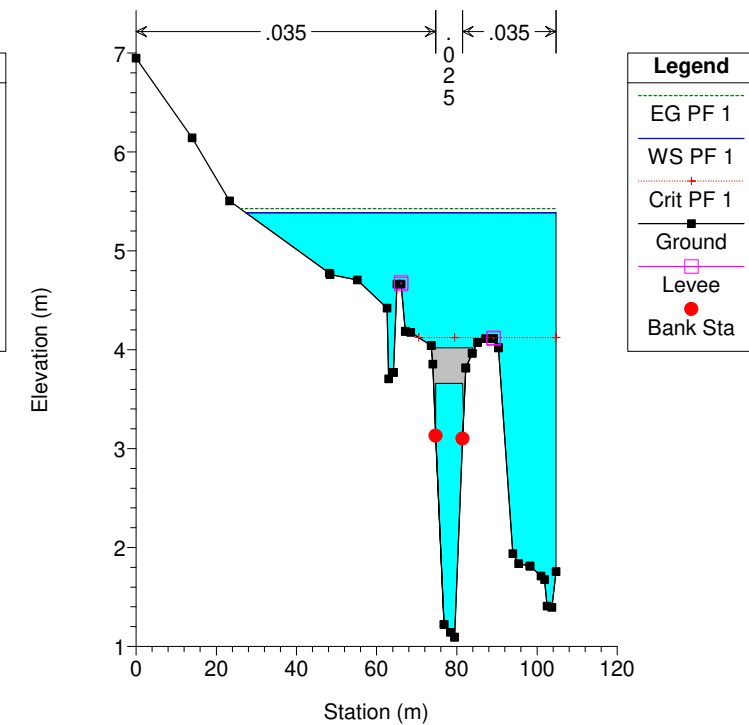
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



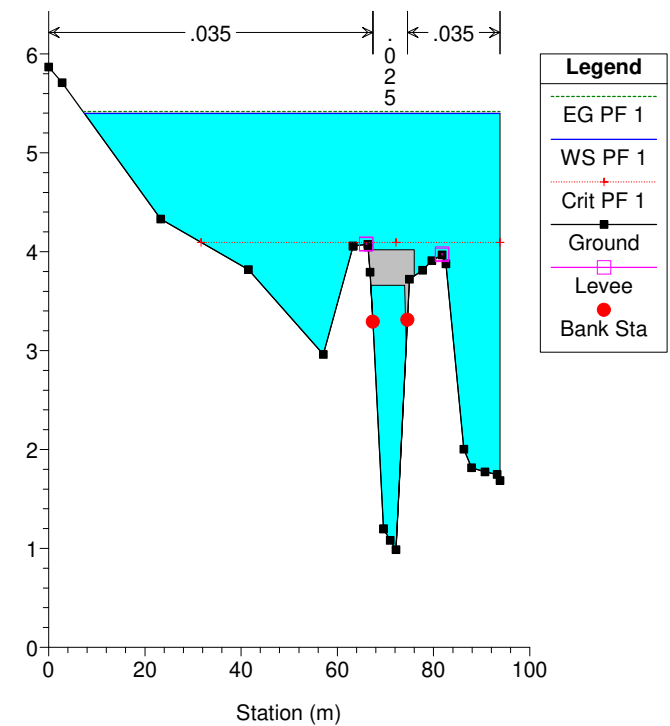
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



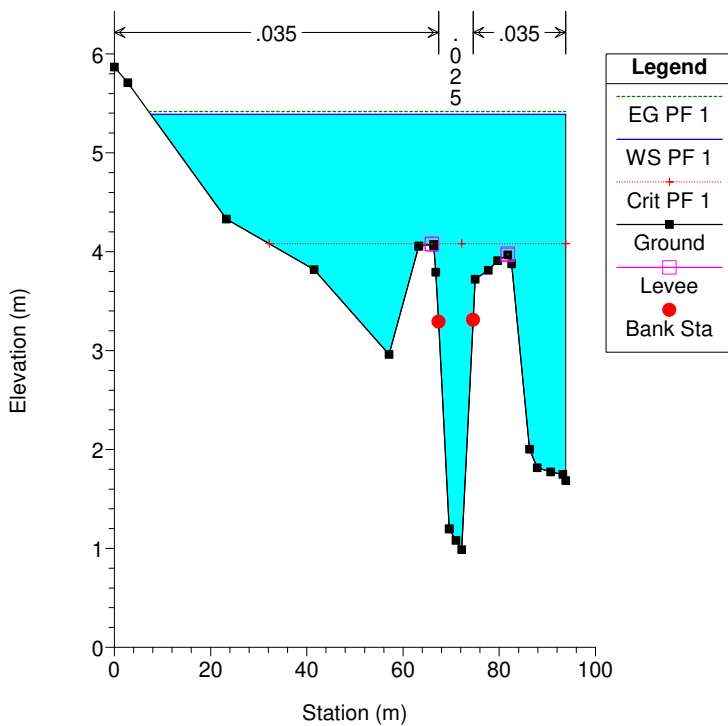
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



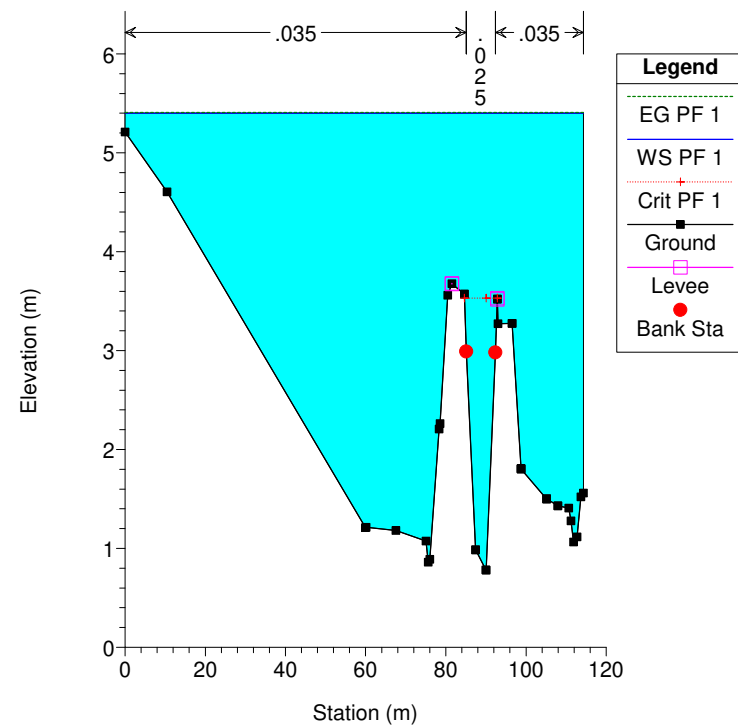
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



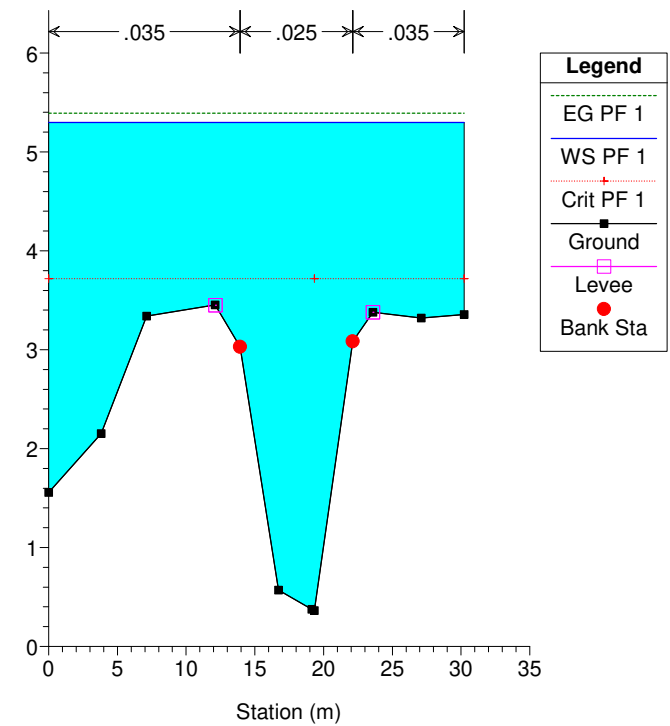
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



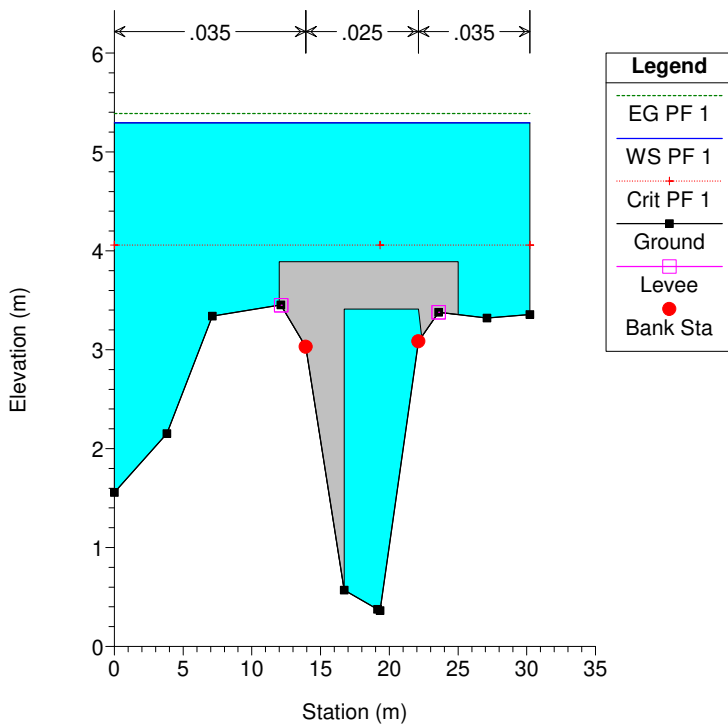
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018



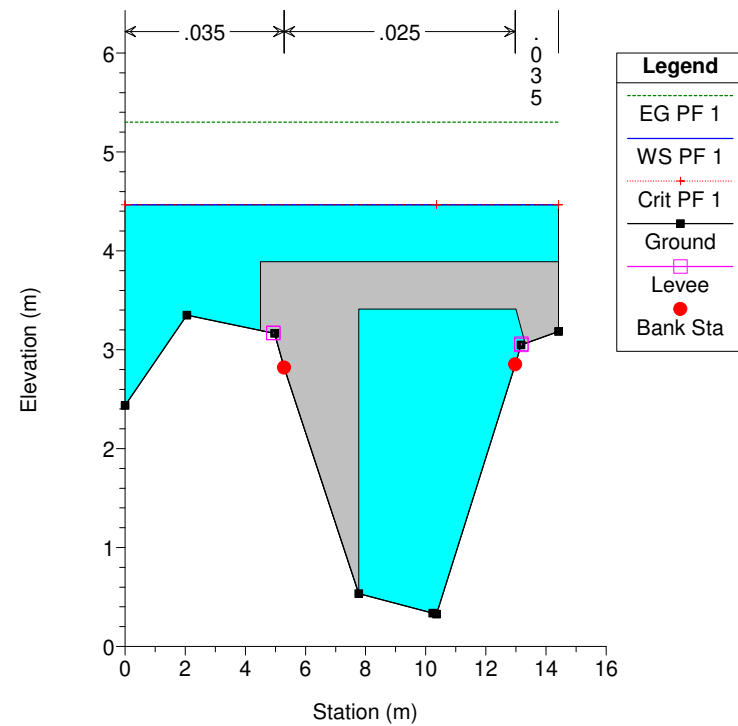
BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018

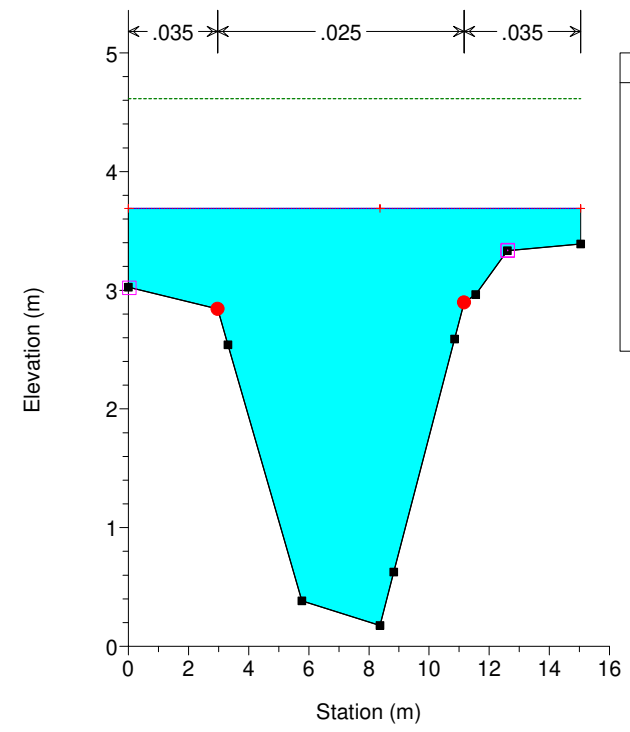
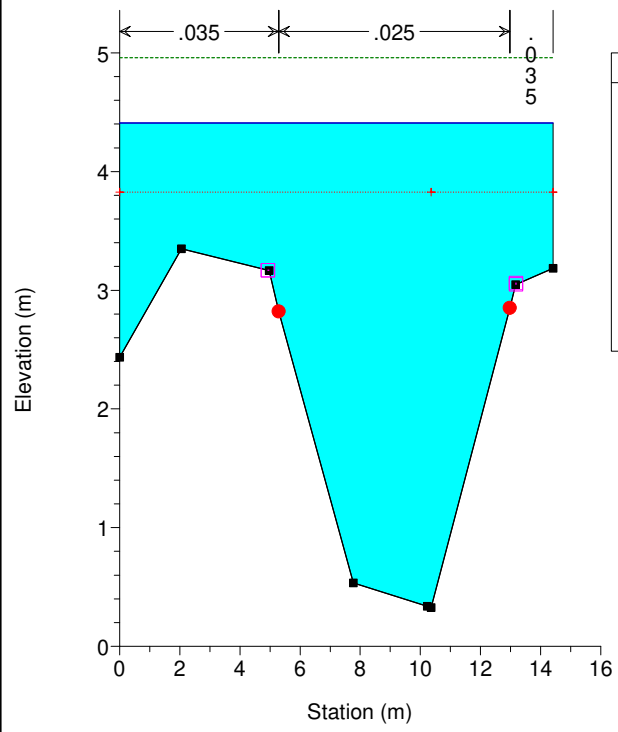


BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018

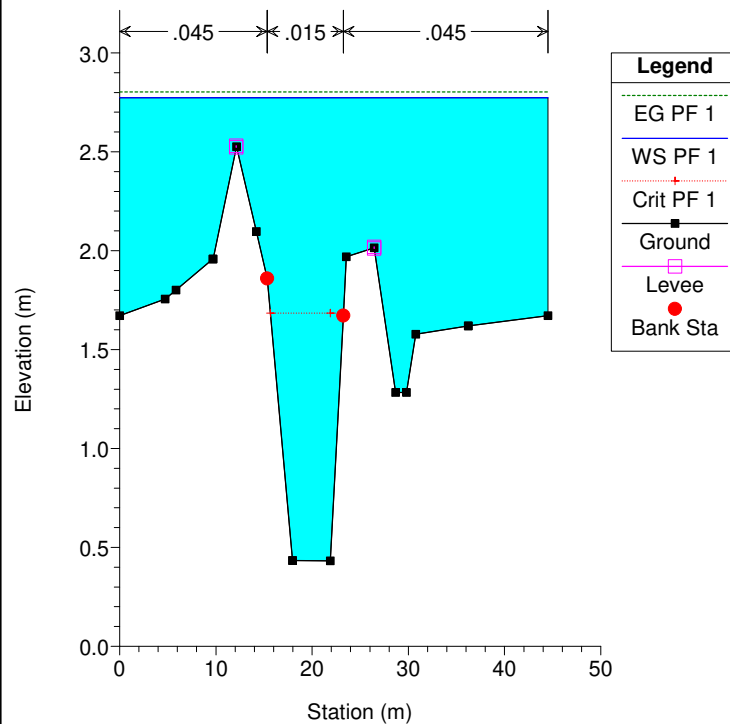


BACINO_2+790_n°2 Plan: TR 300 05/06/2018

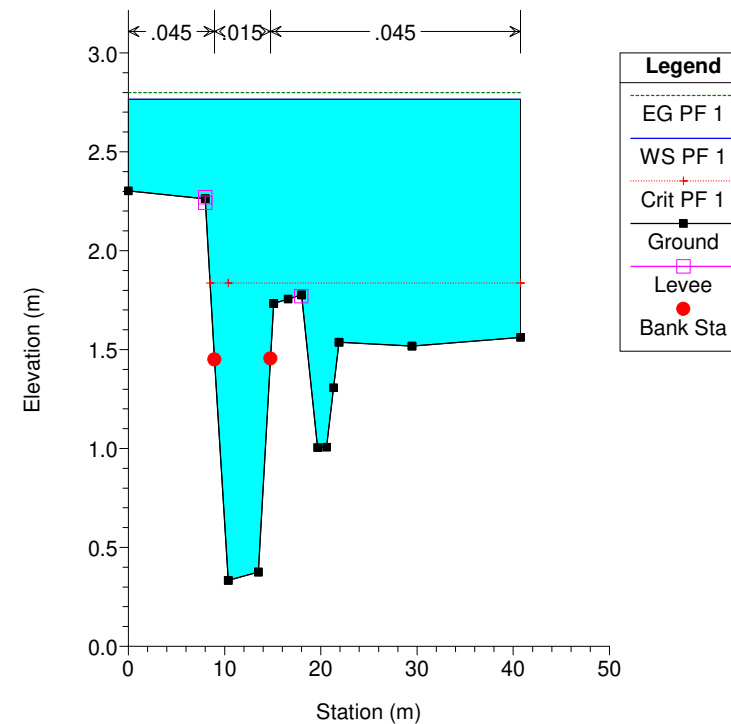




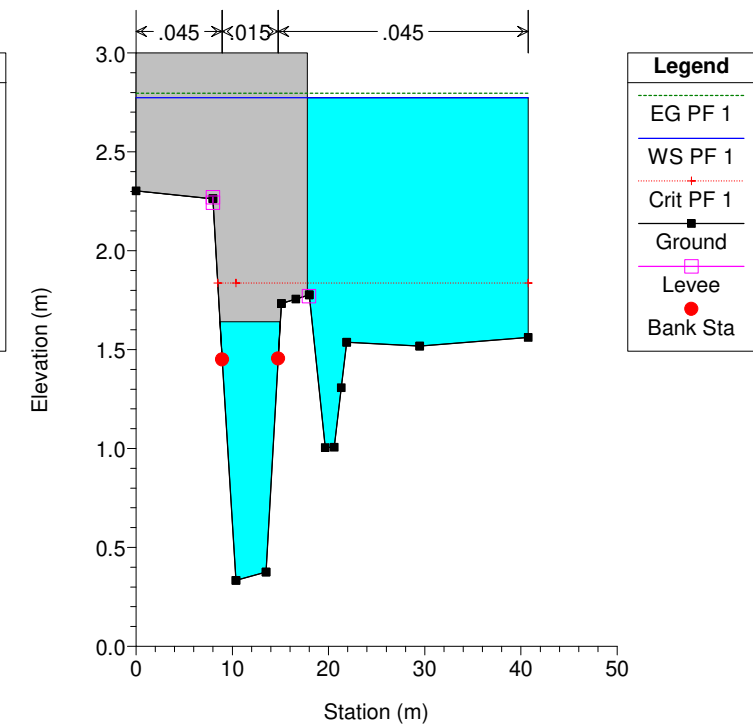
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



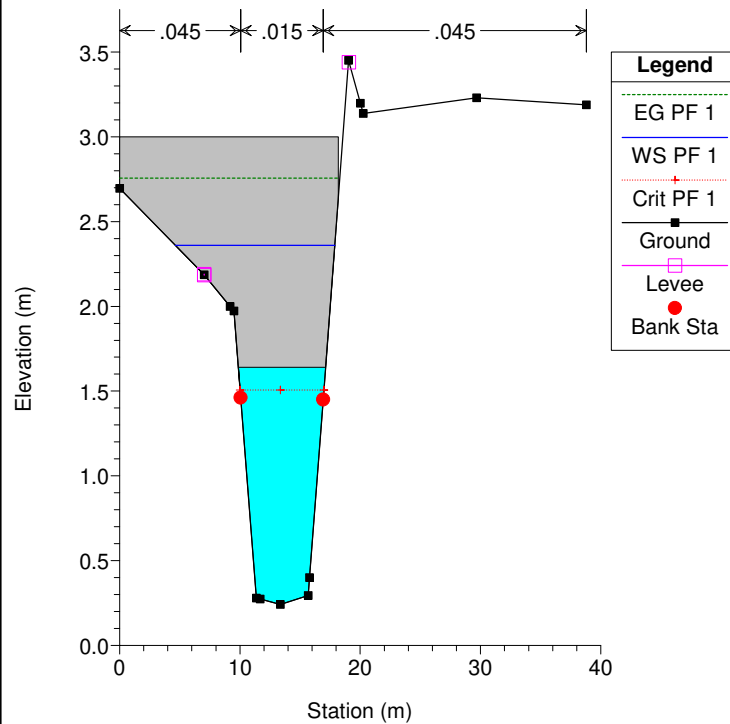
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



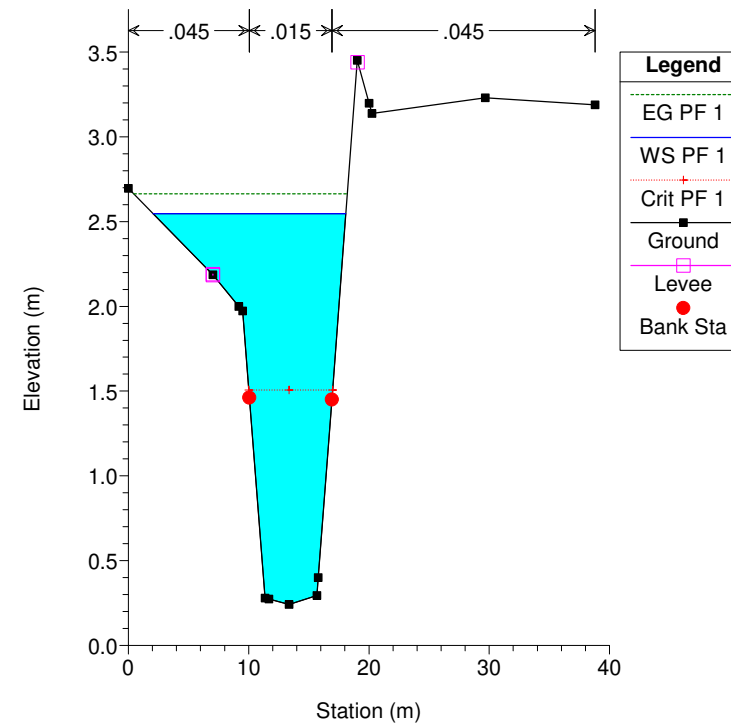
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



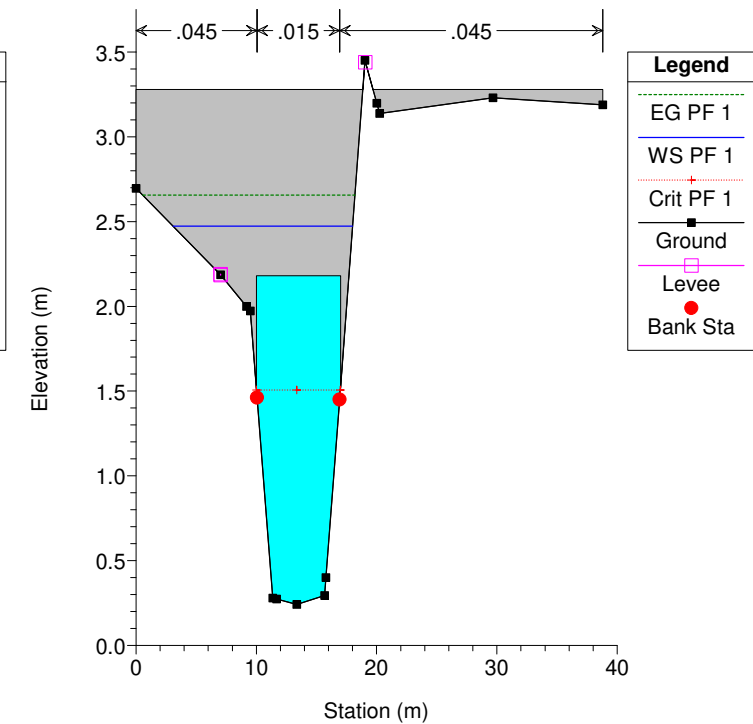
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



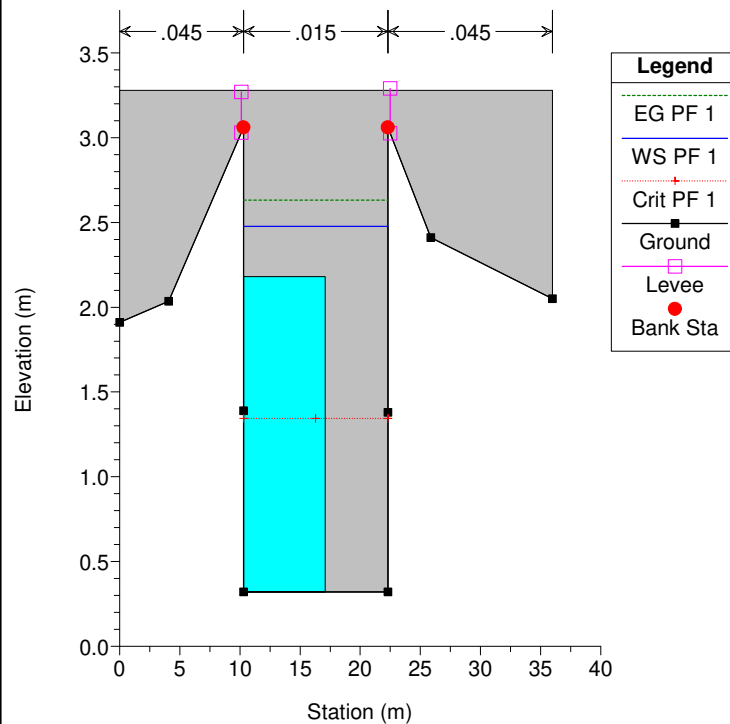
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



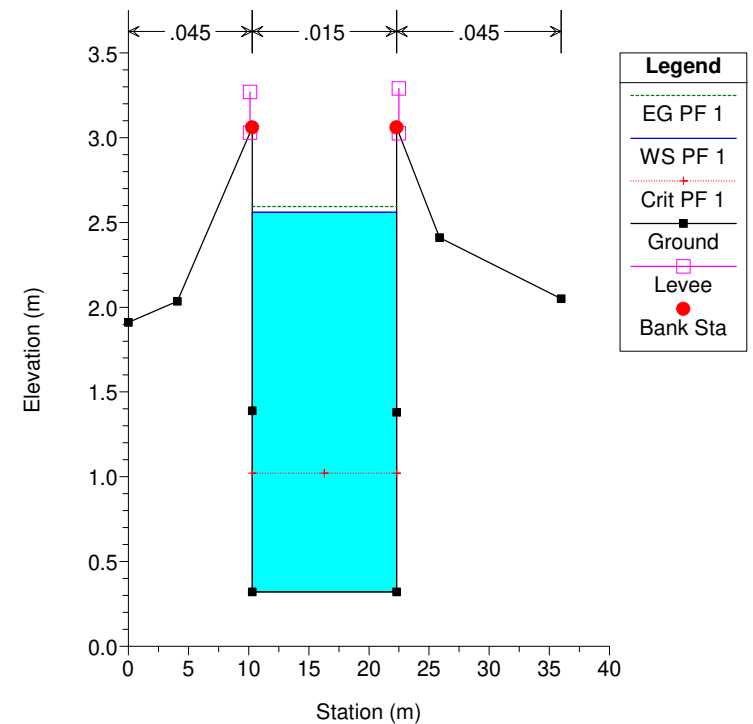
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



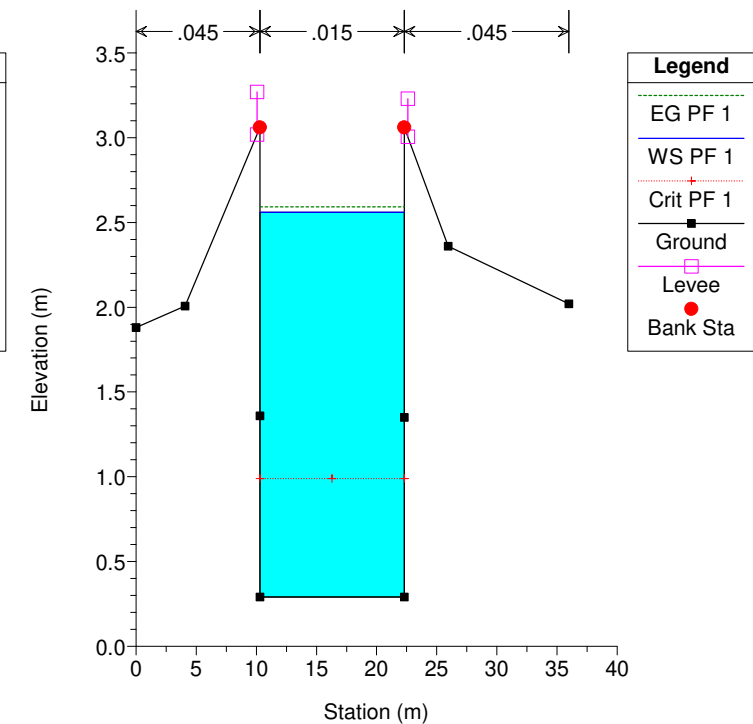
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



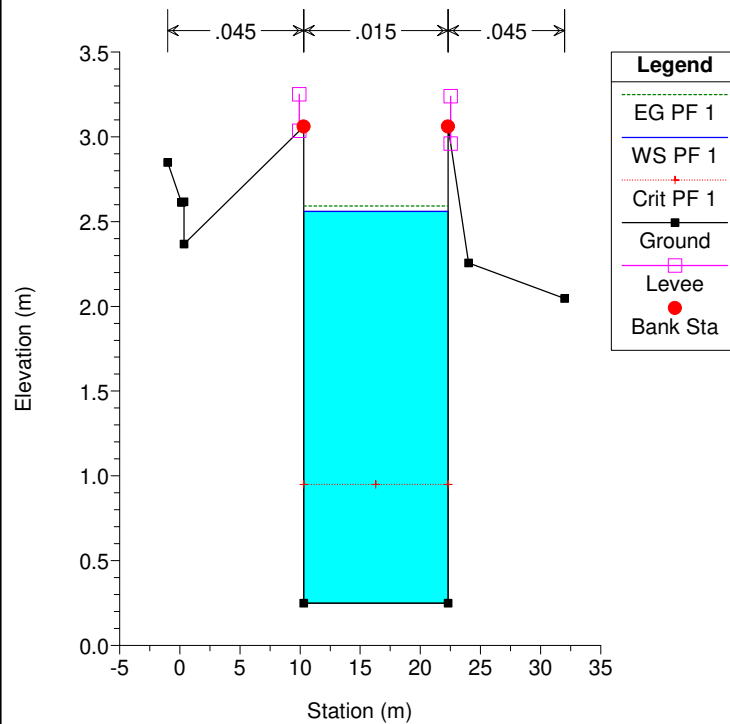
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



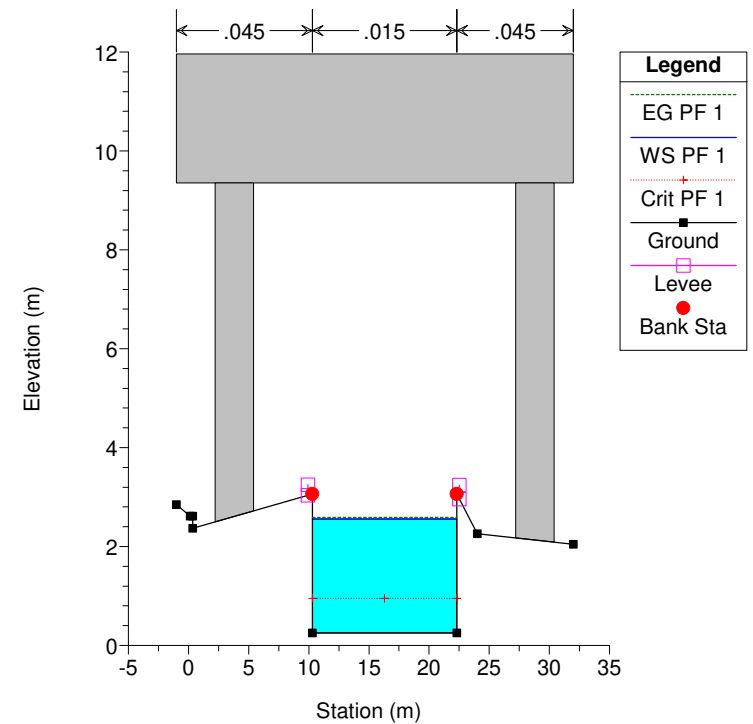
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



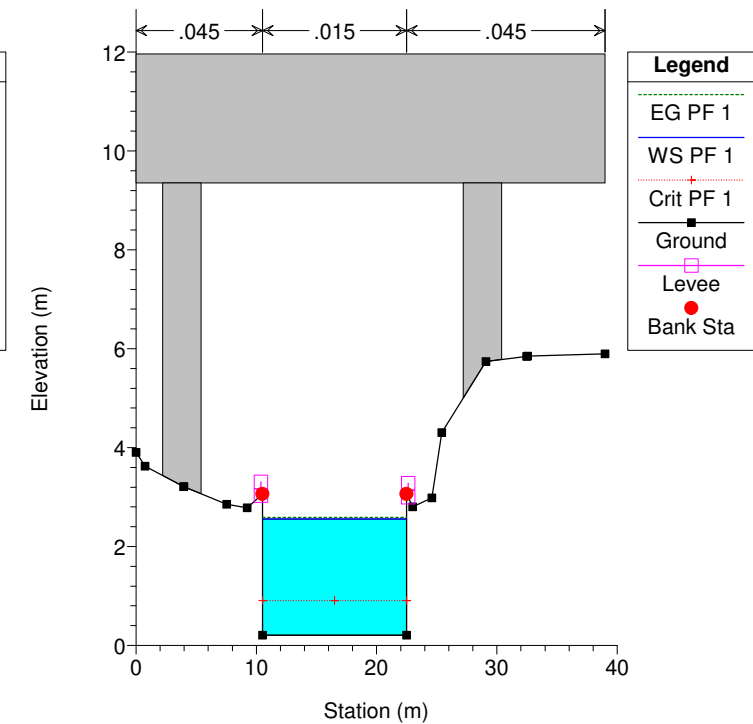
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



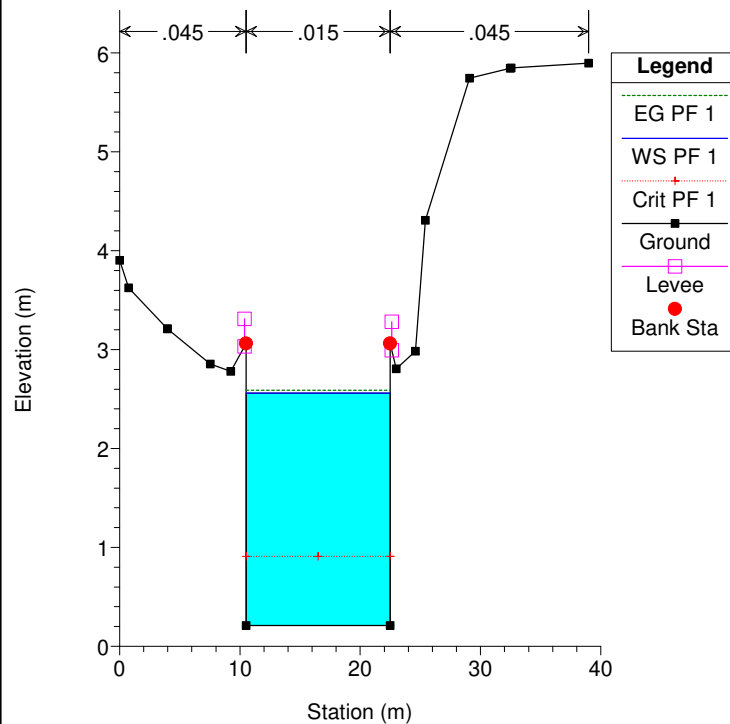
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



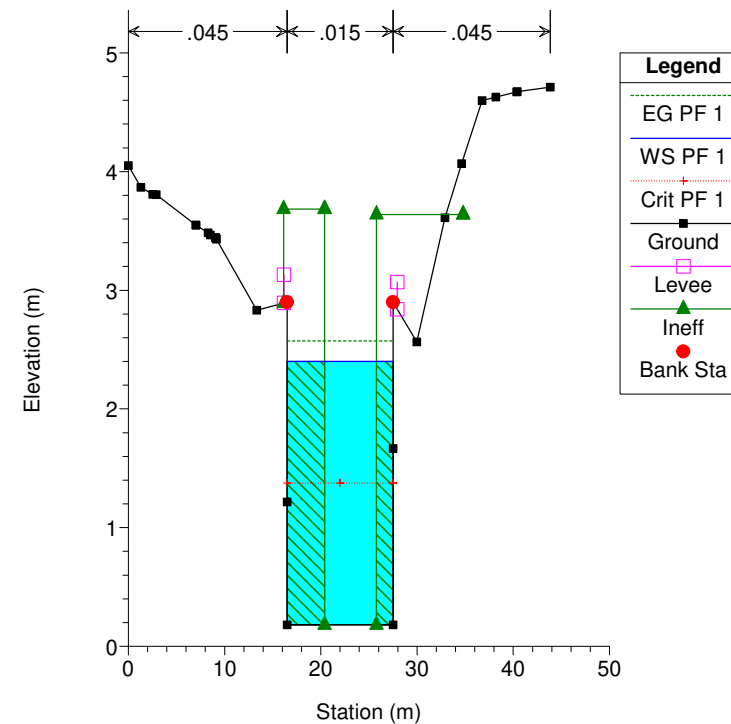
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



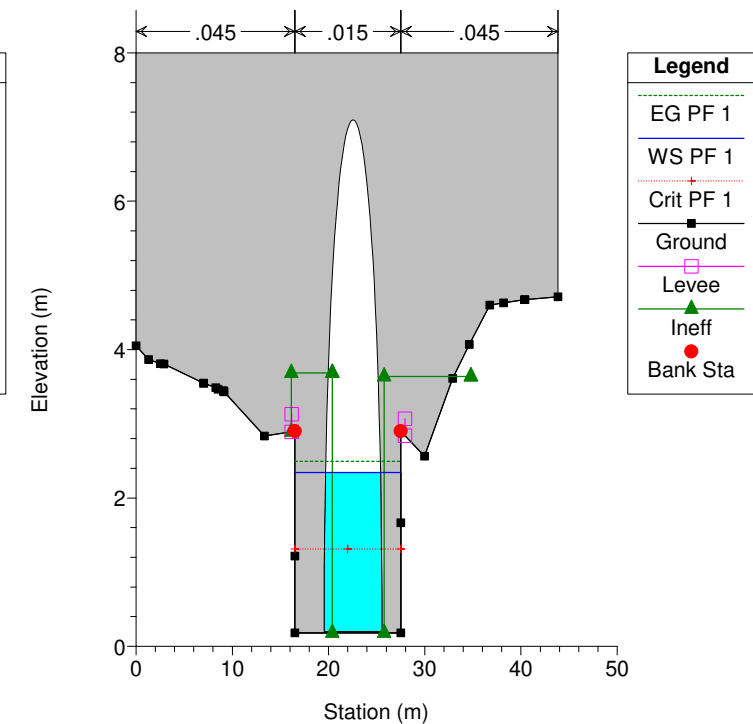
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



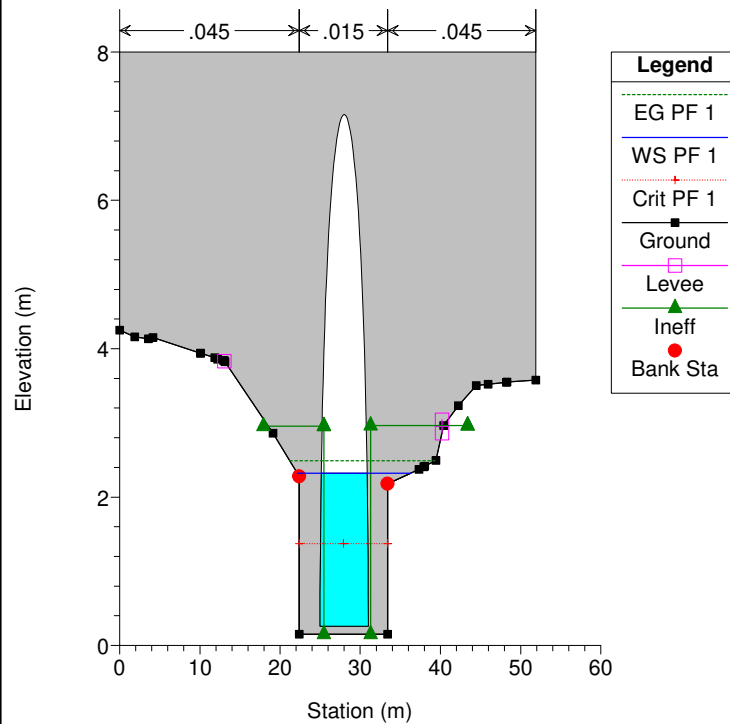
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



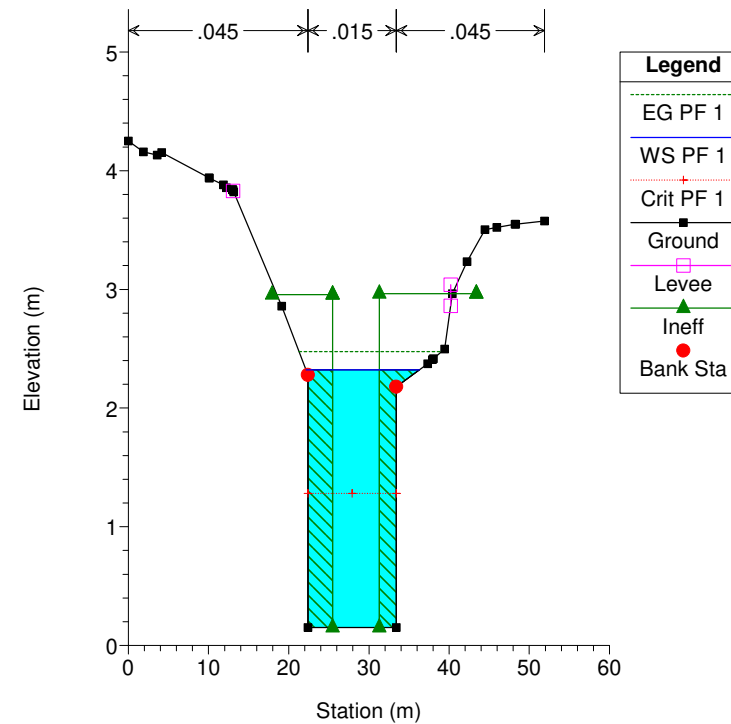
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



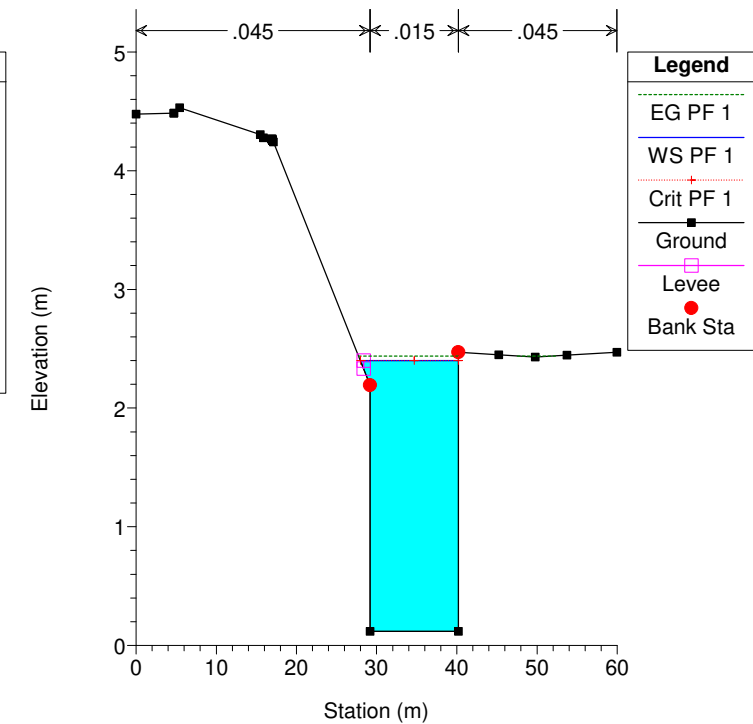
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



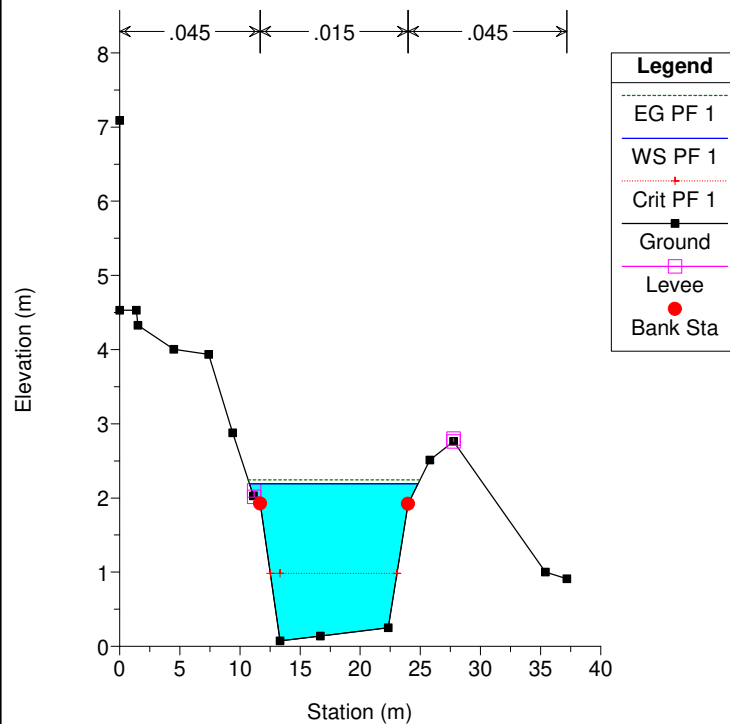
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



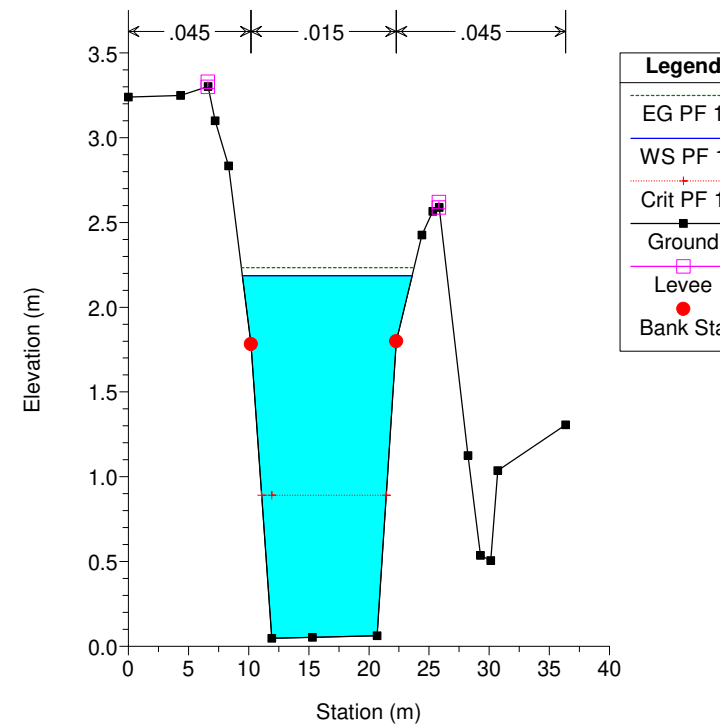
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



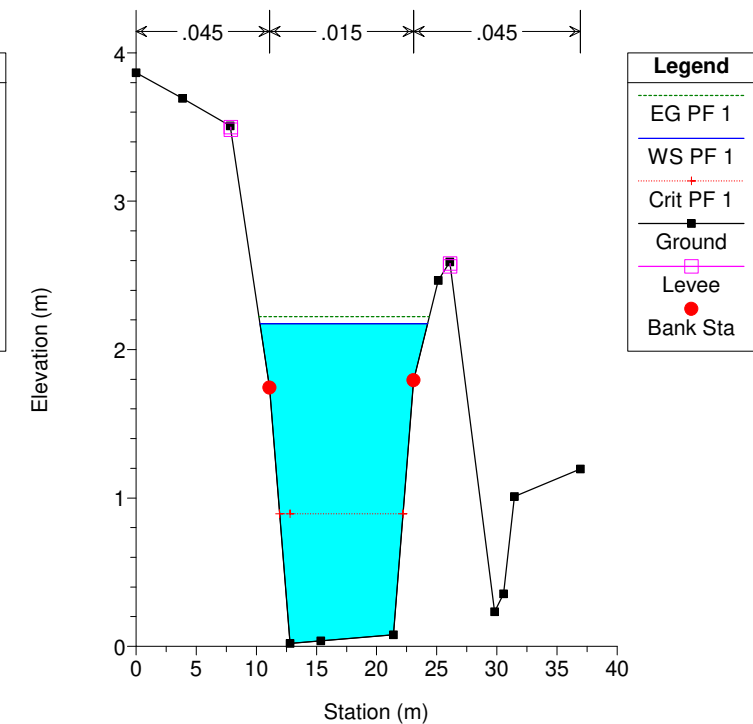
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



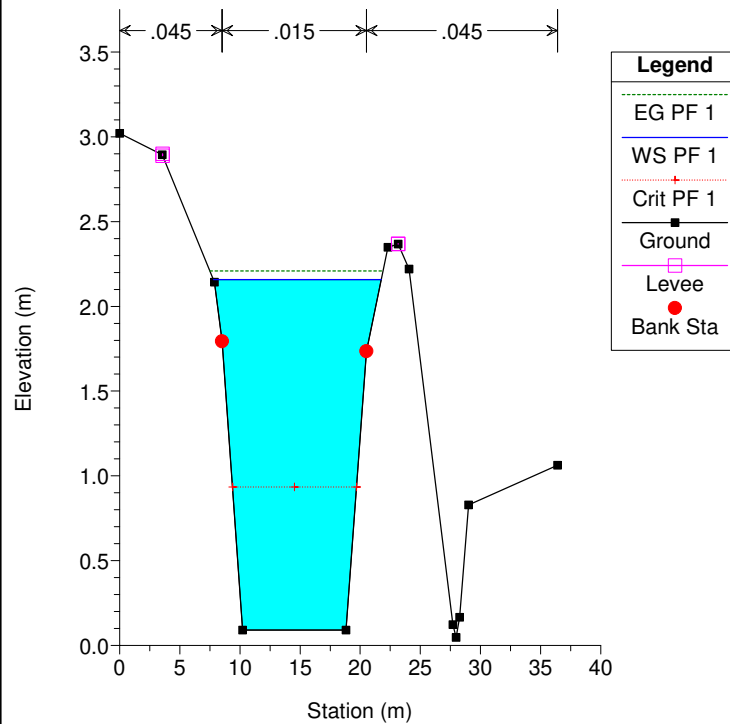
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



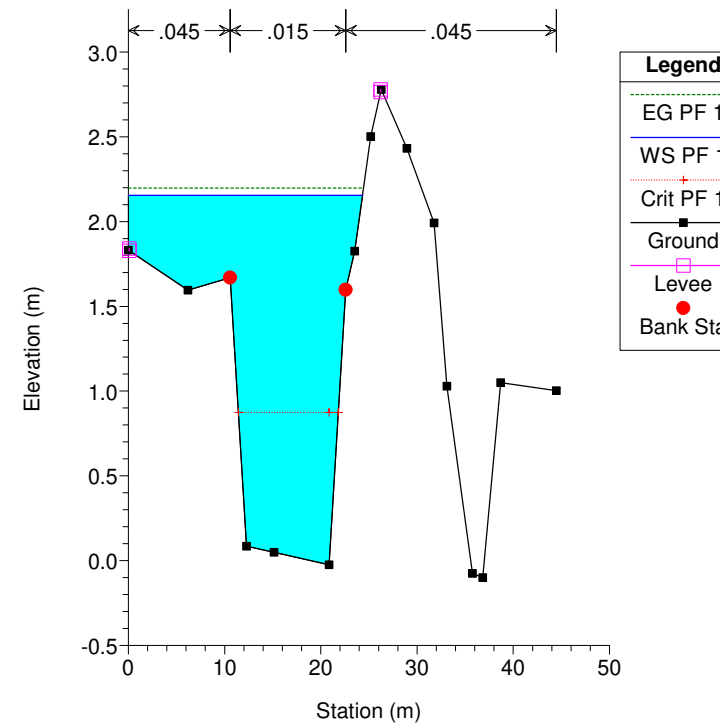
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



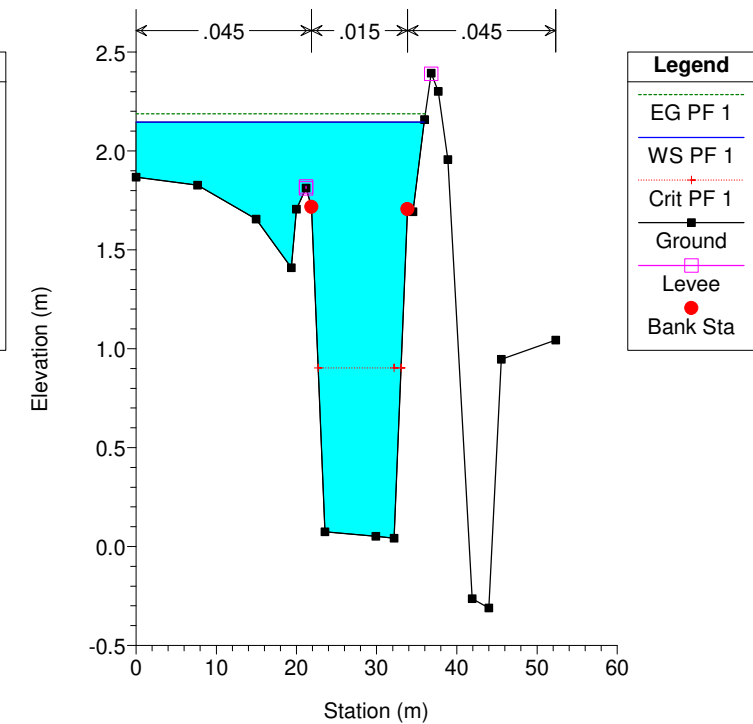
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



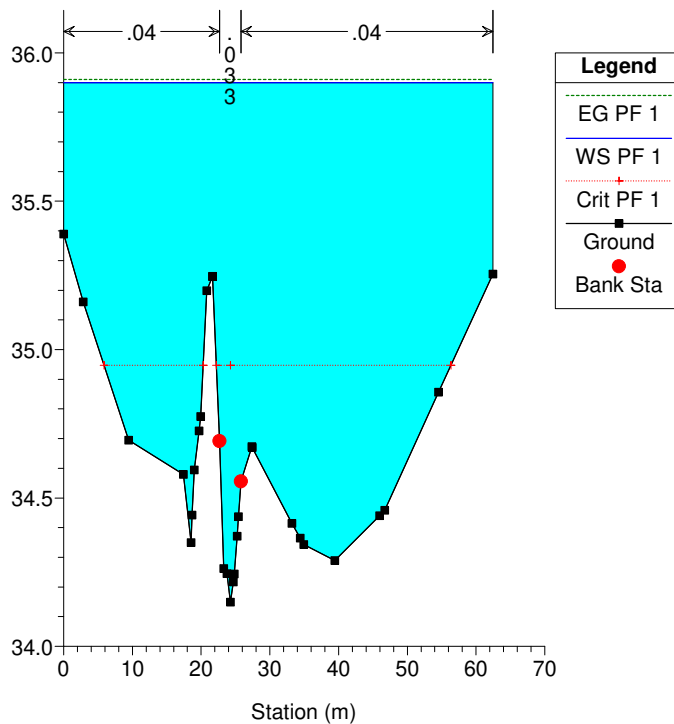
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



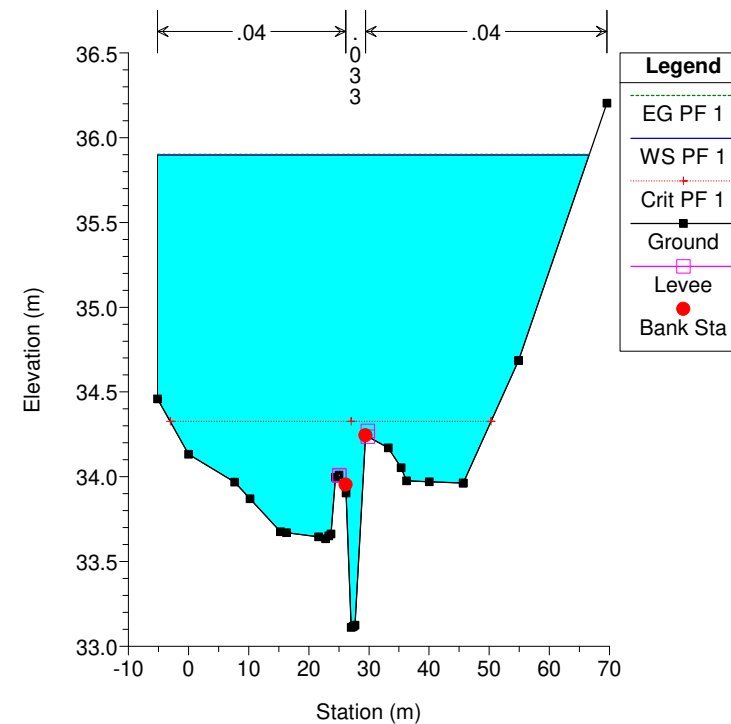
BACINO 3+450 Plan: TR 200 13/07/2018



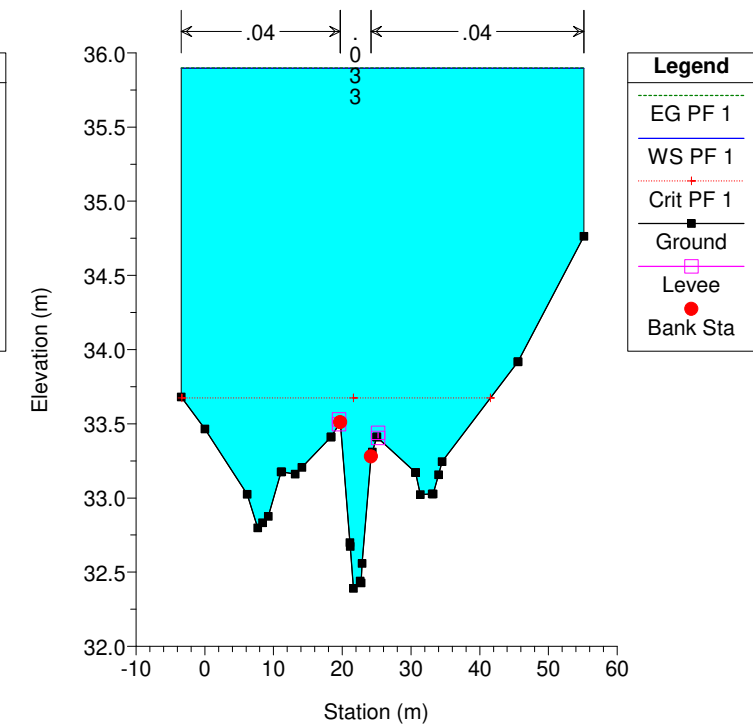
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



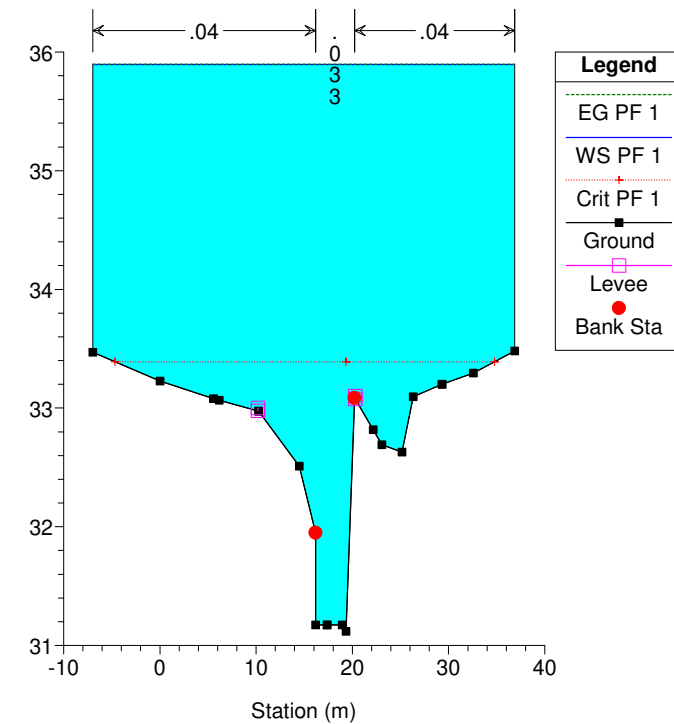
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



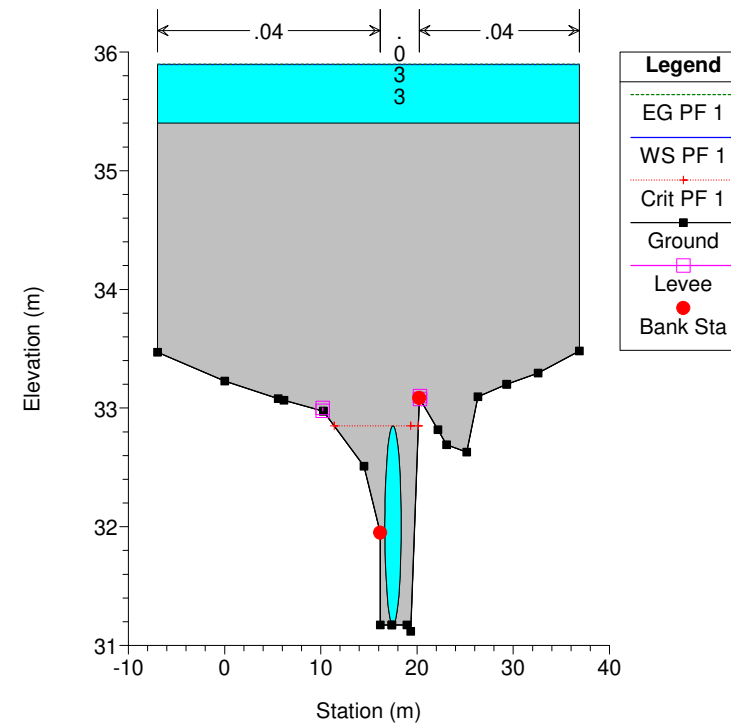
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



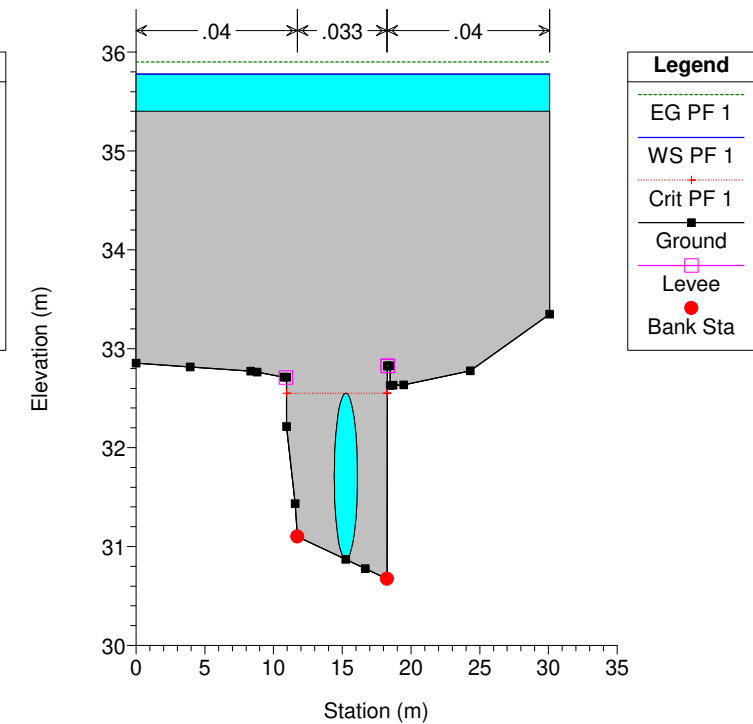
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



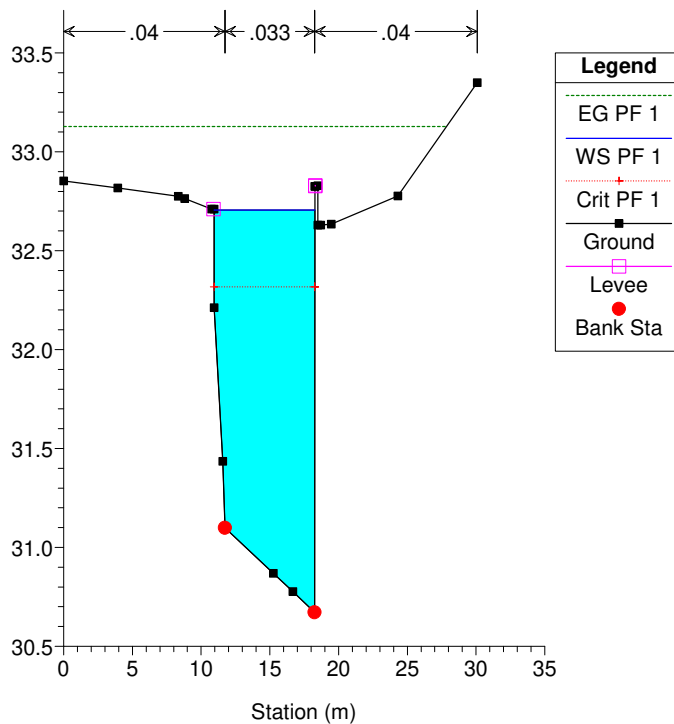
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



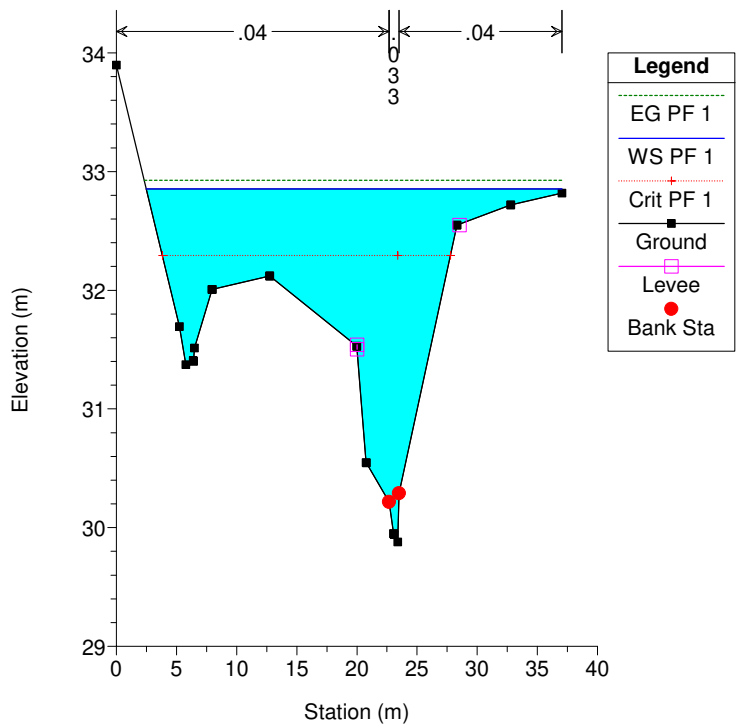
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



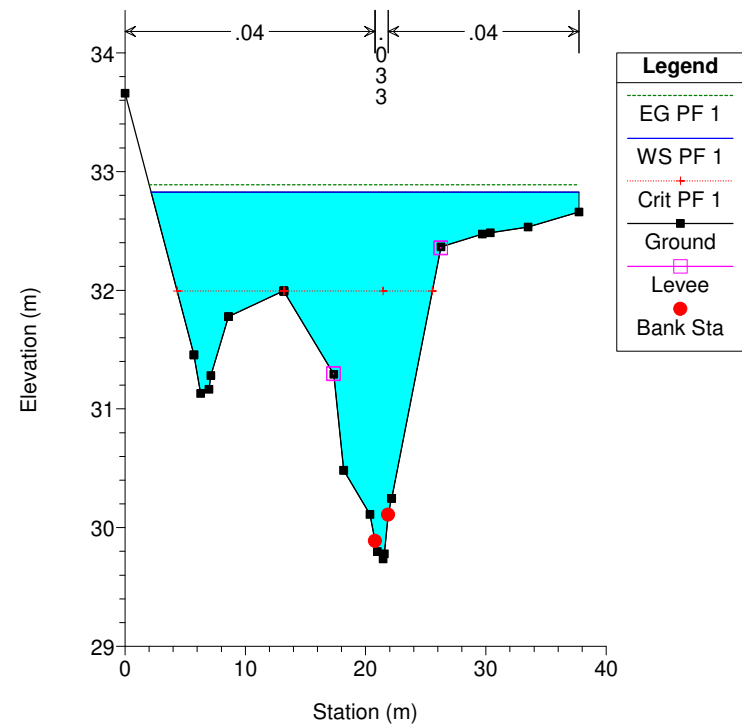
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



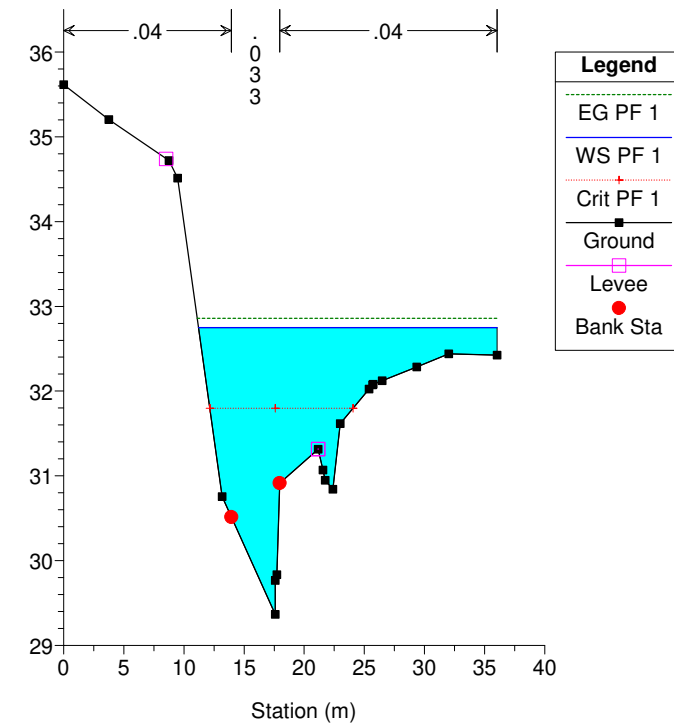
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



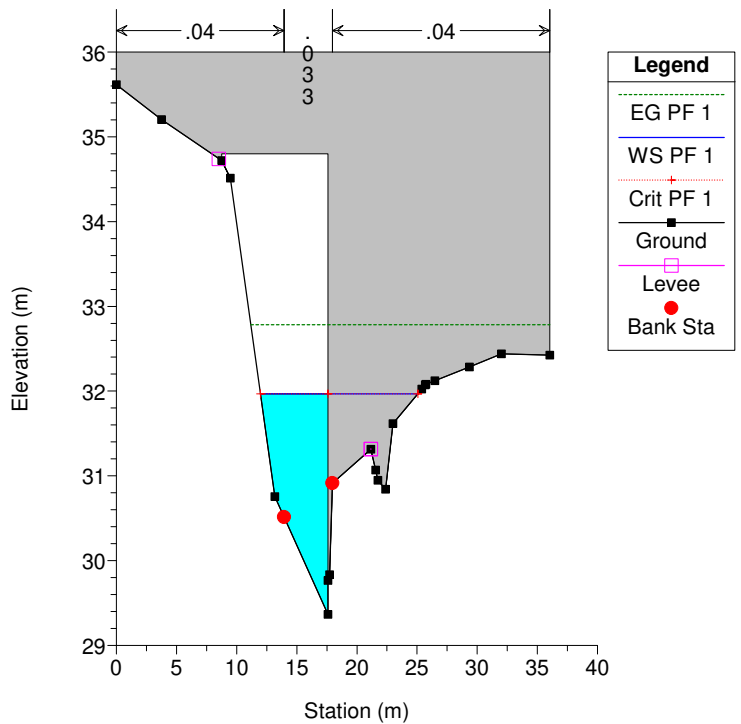
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



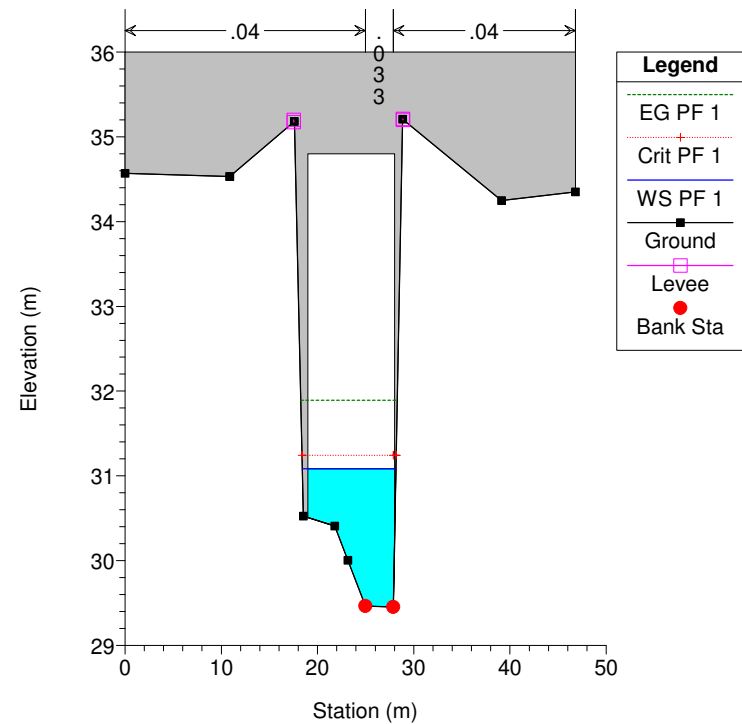
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



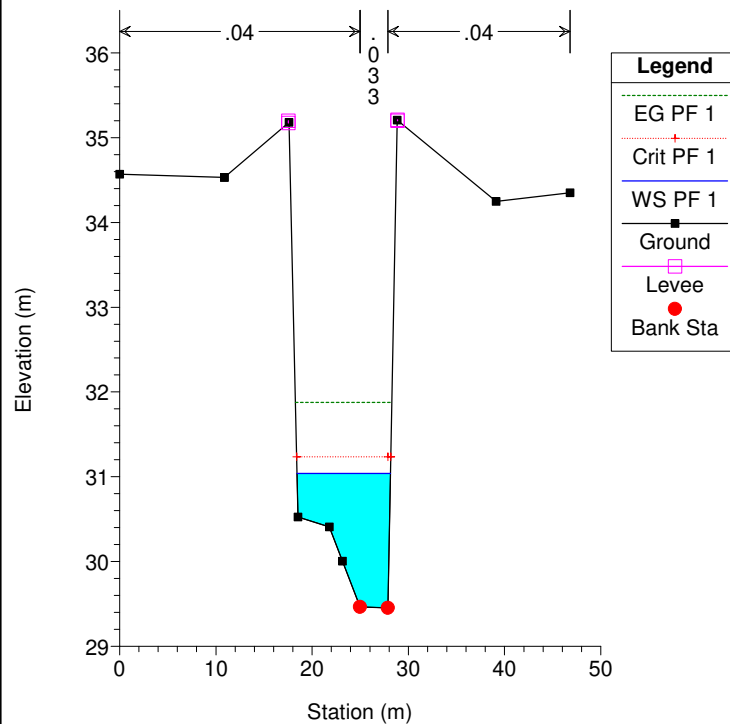
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



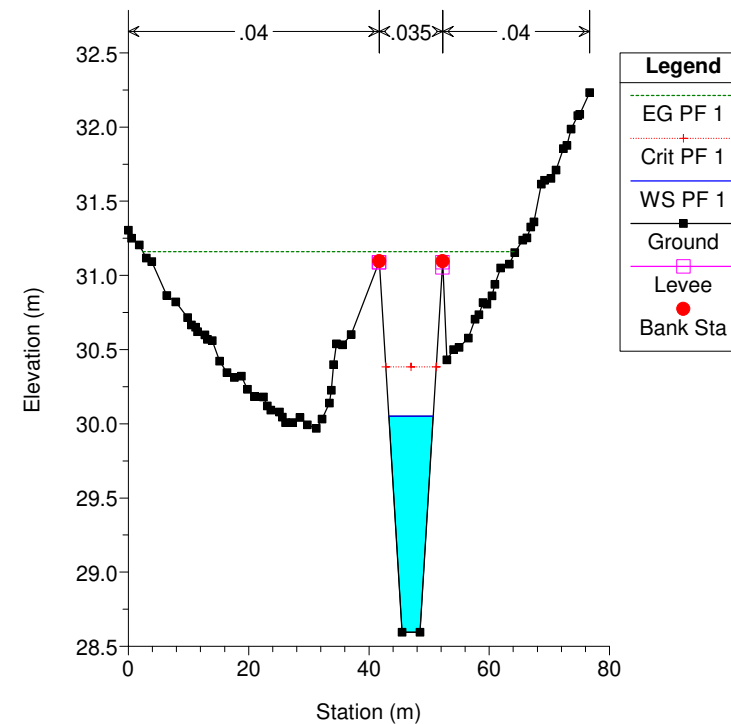
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



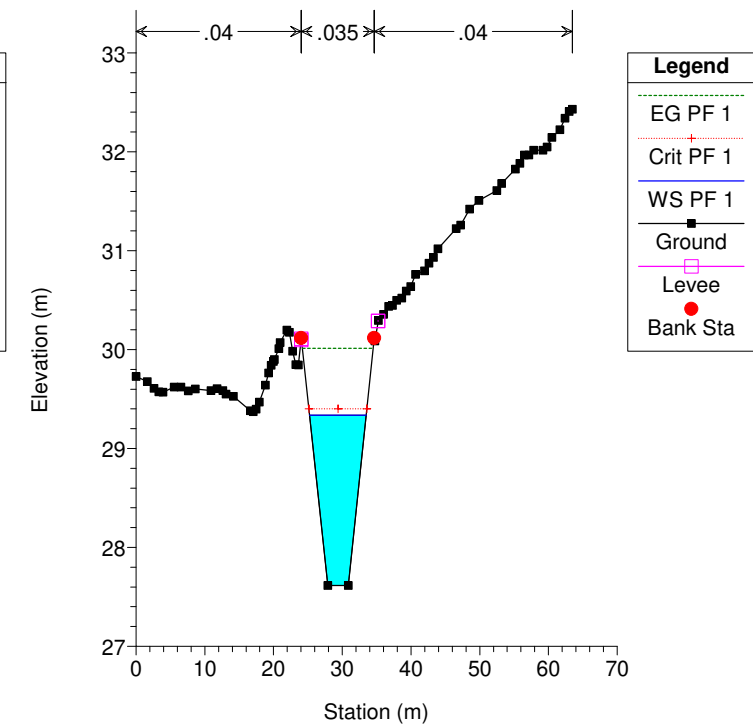
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



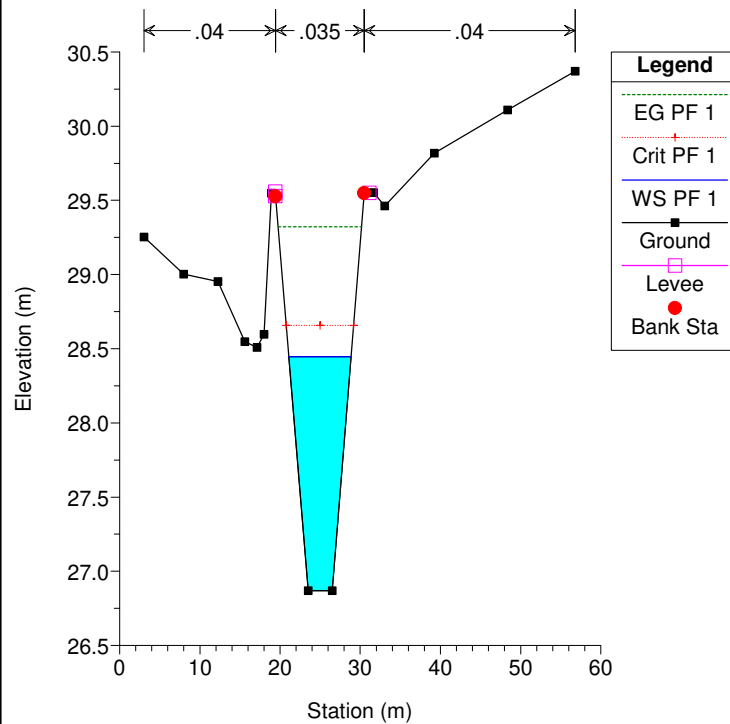
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



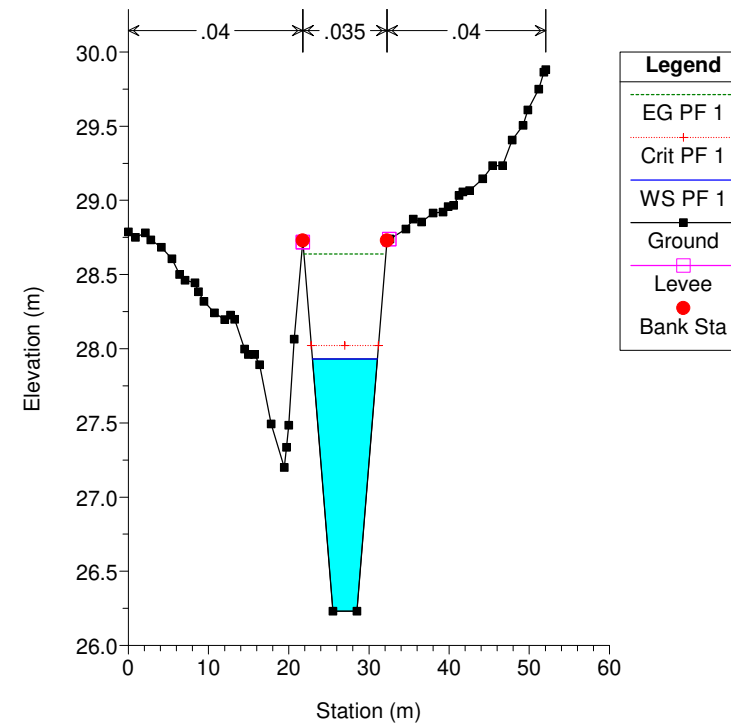
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



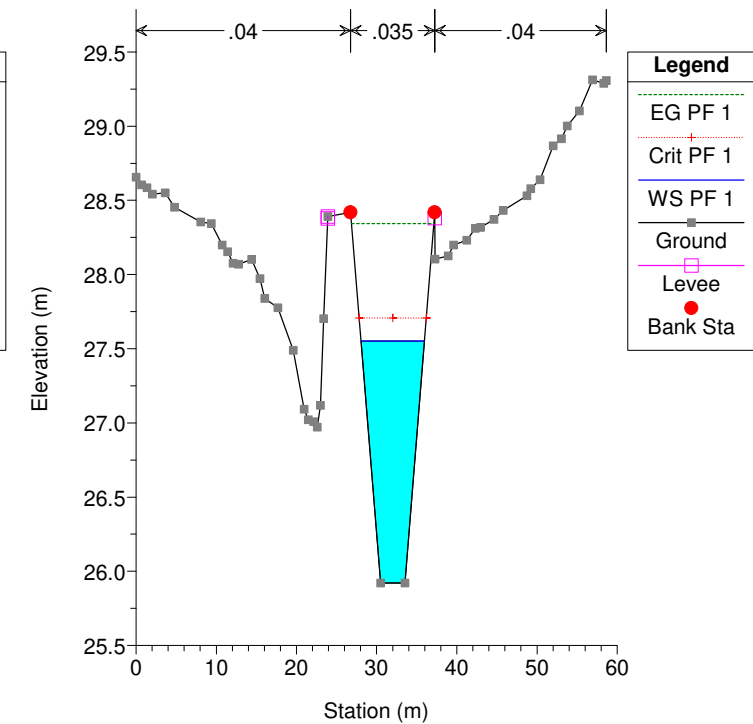
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



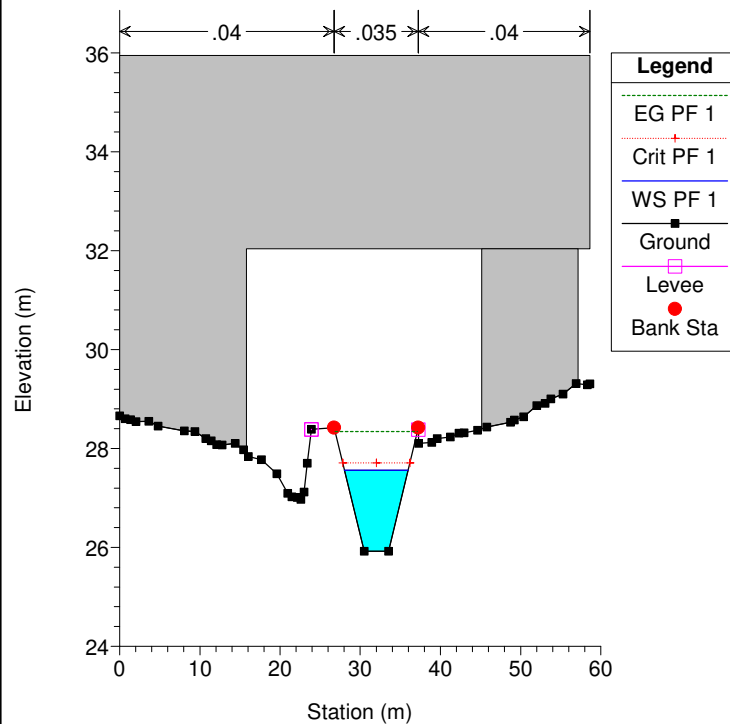
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



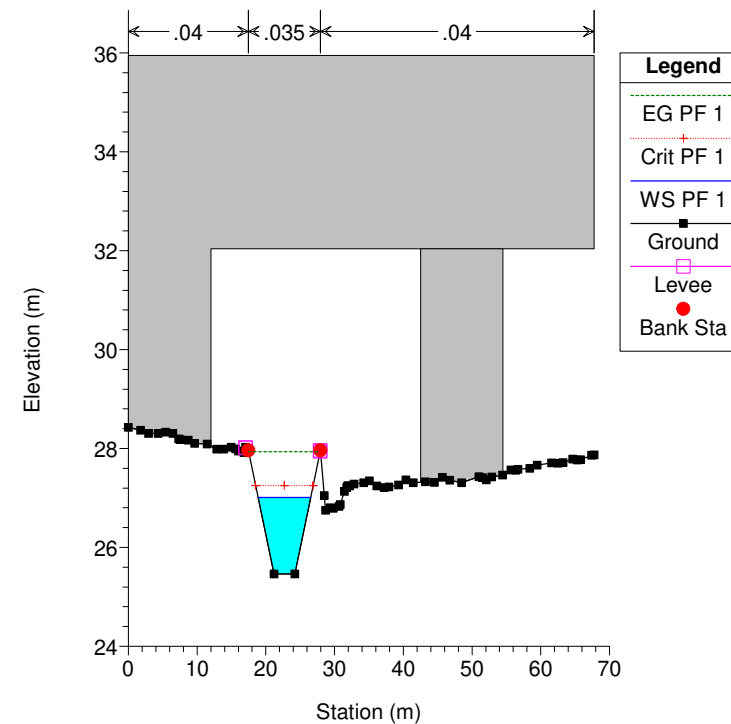
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



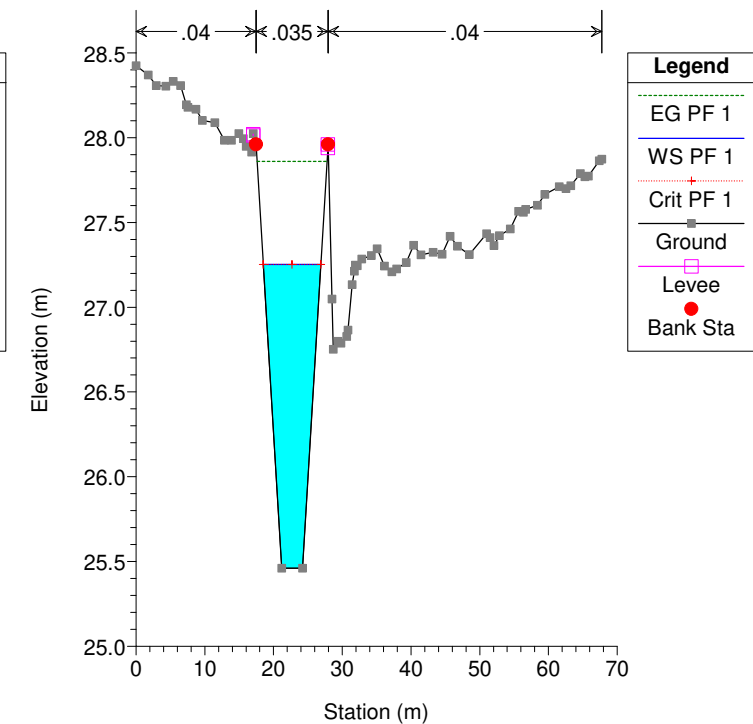
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



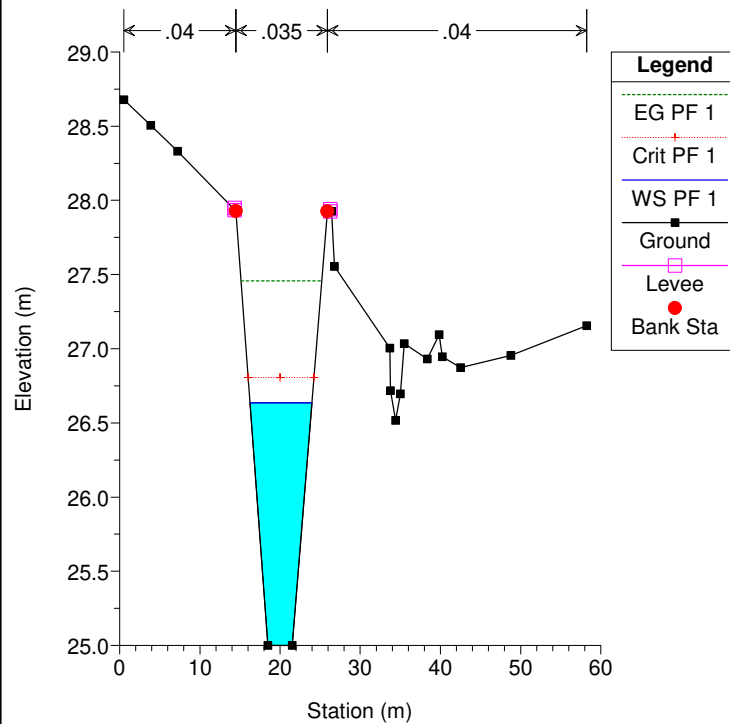
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



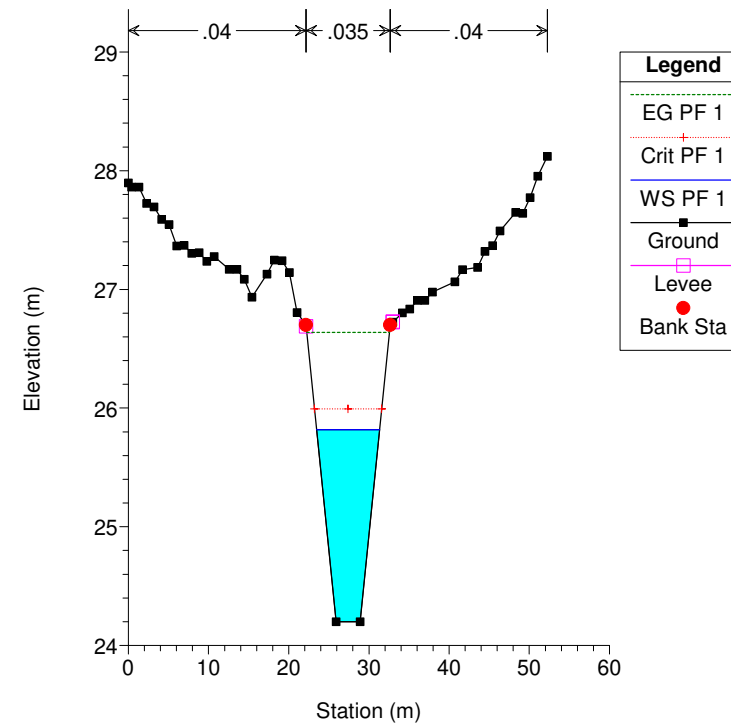
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



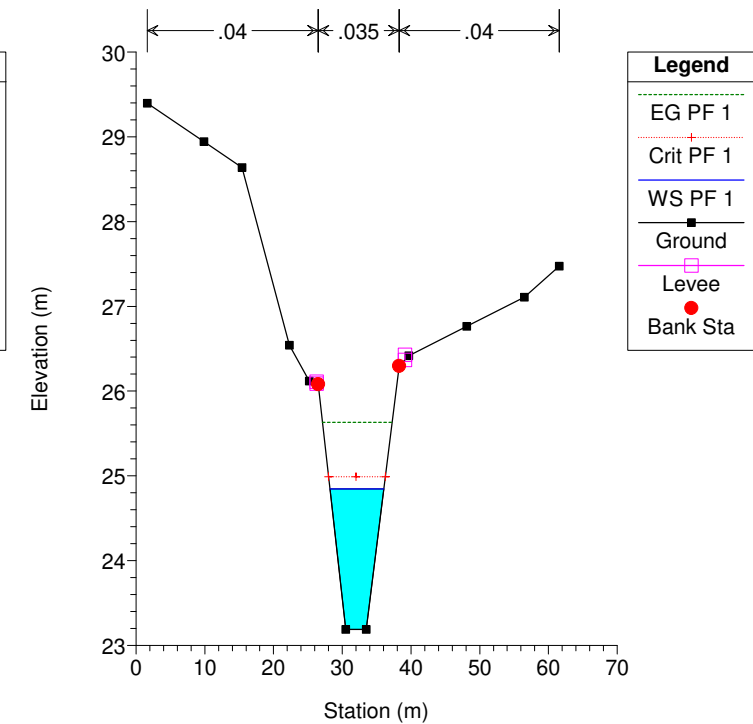
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



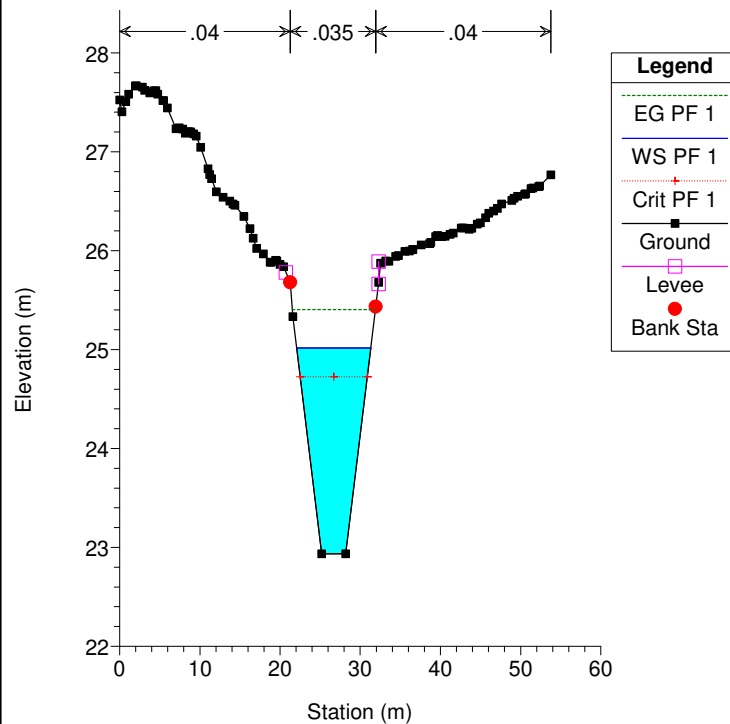
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



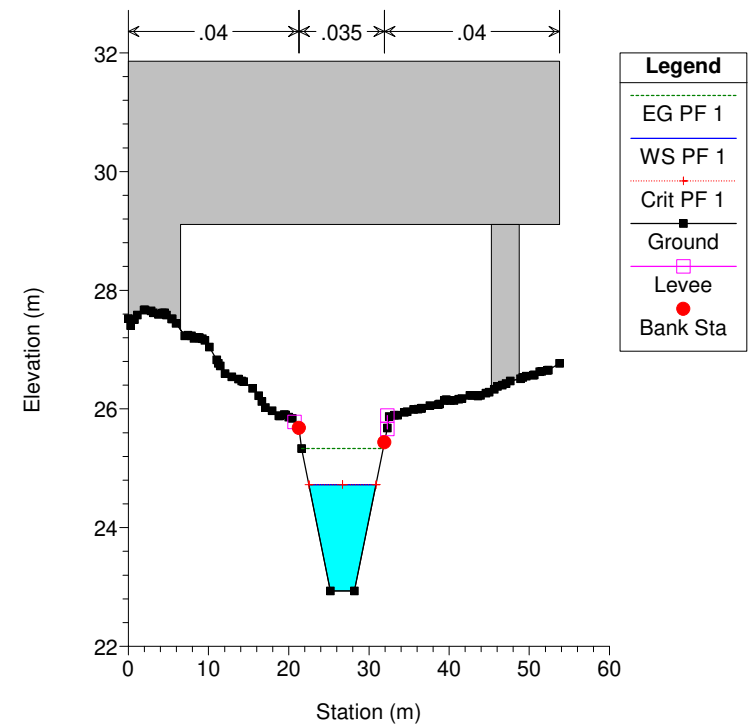
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



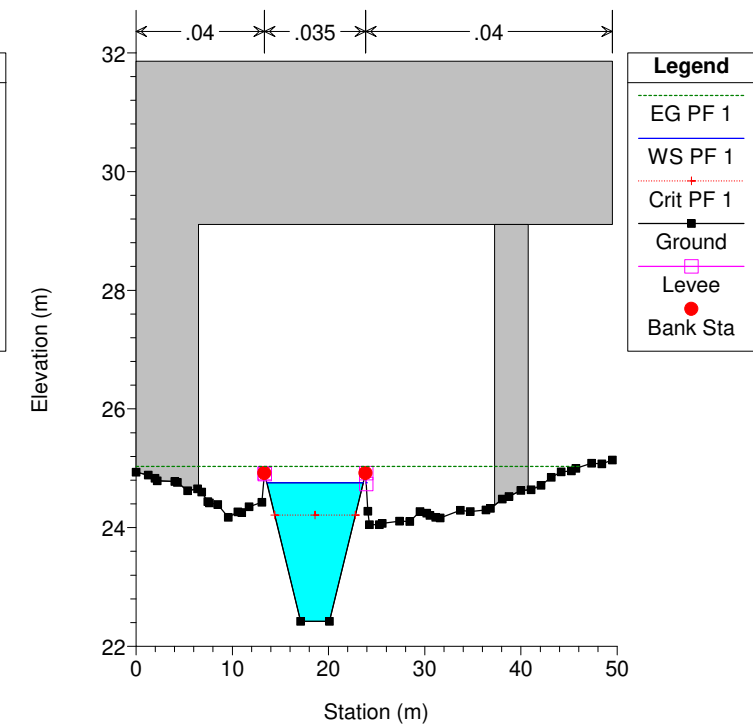
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



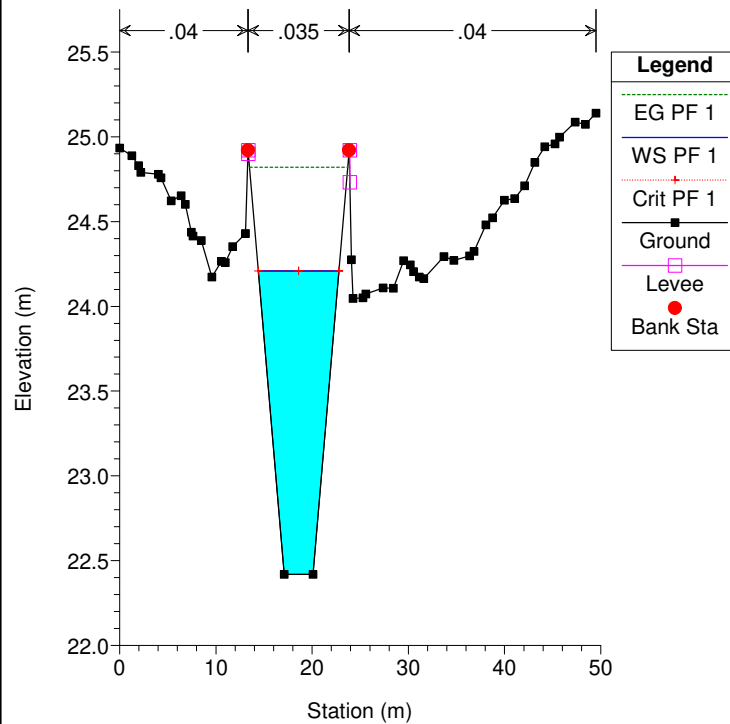
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



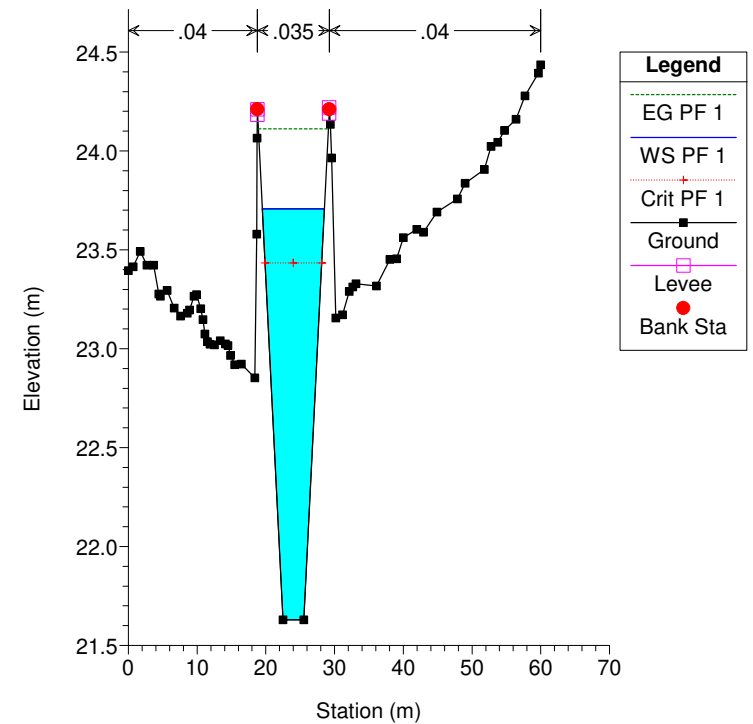
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



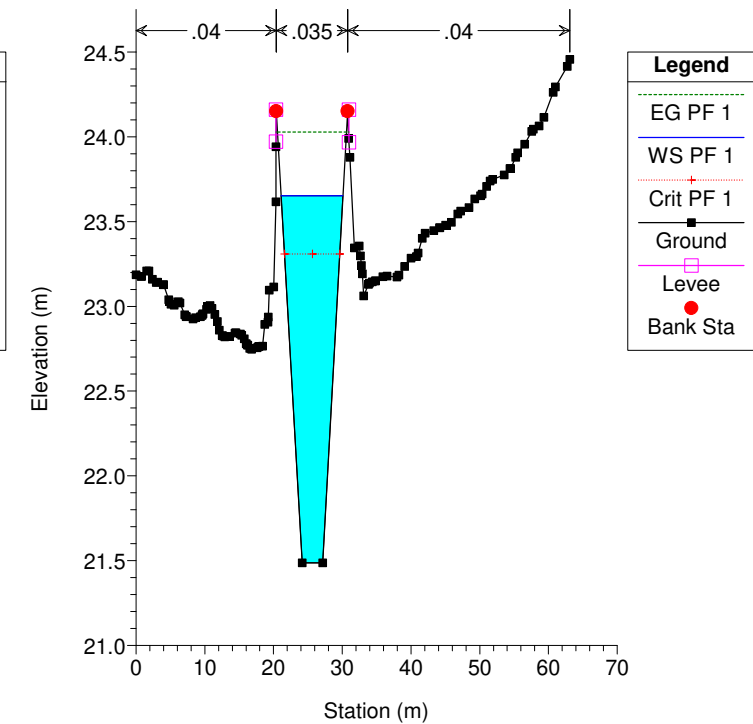
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



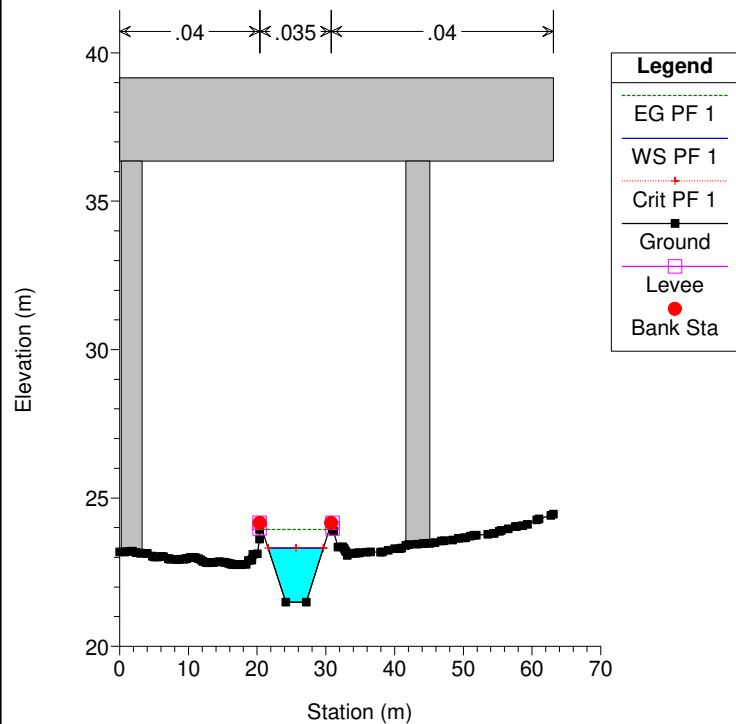
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



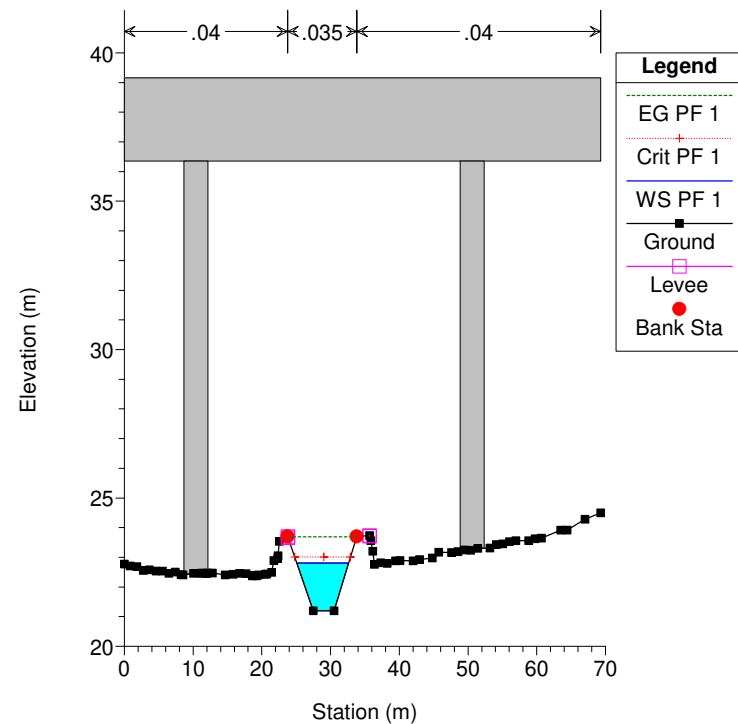
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



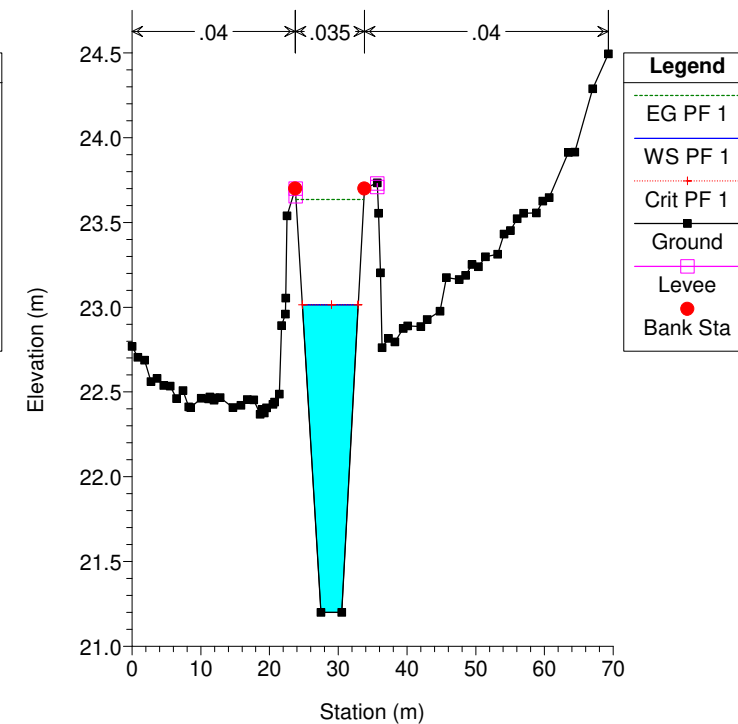
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



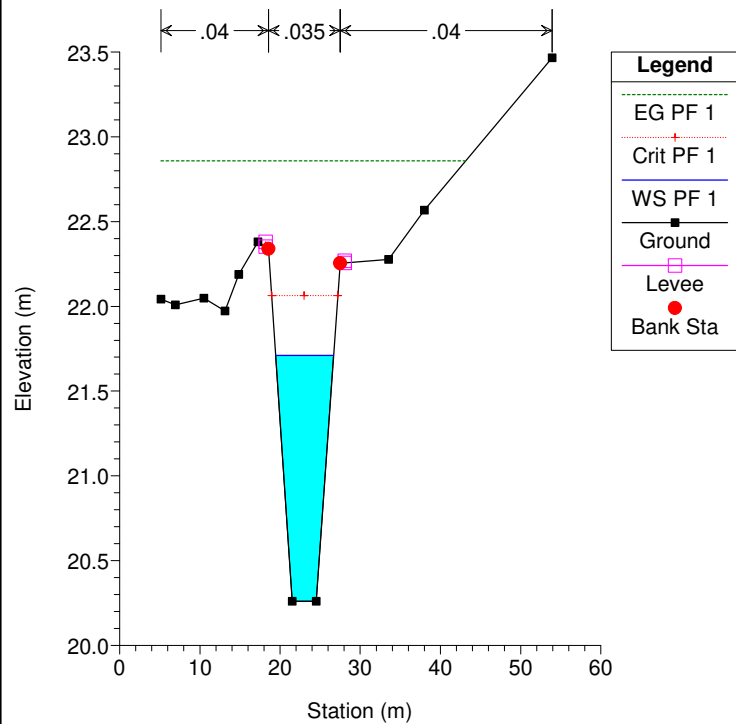
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



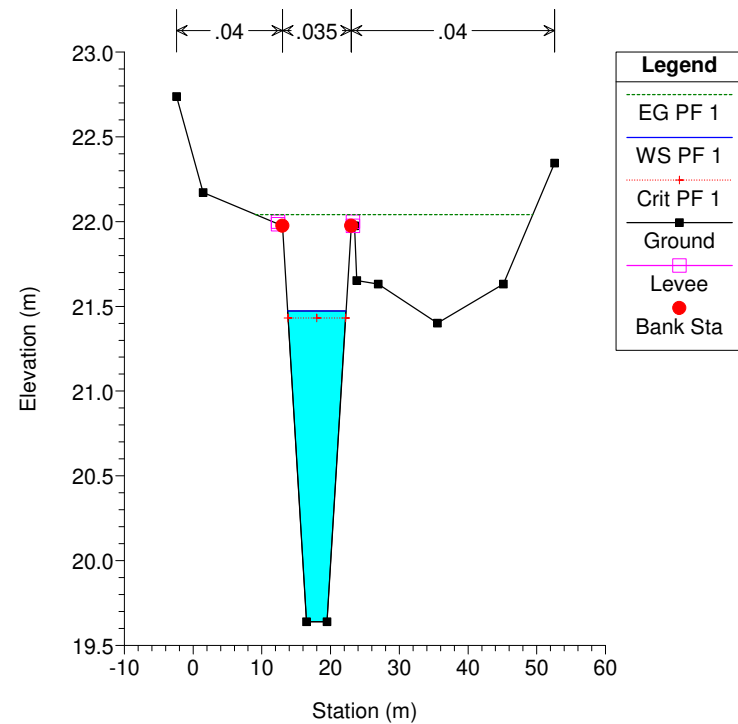
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



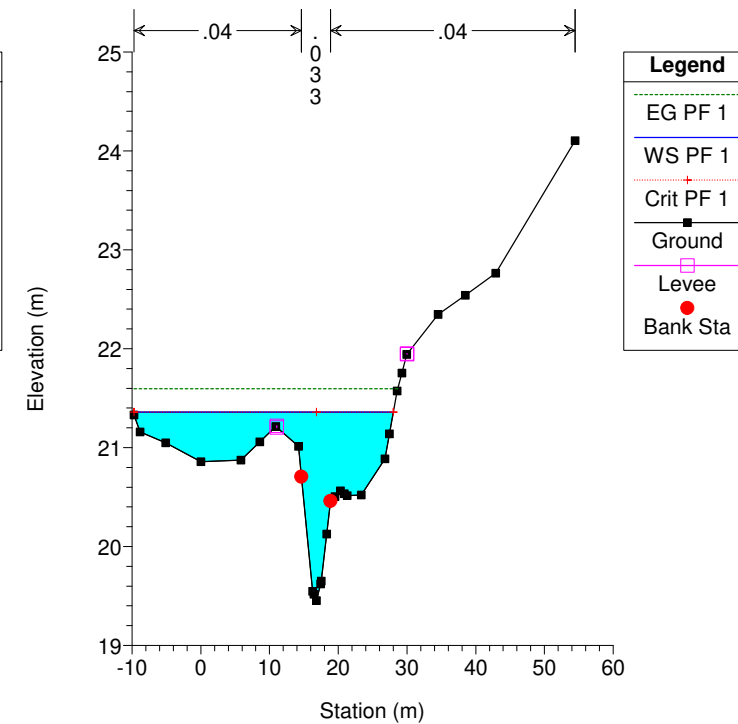
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



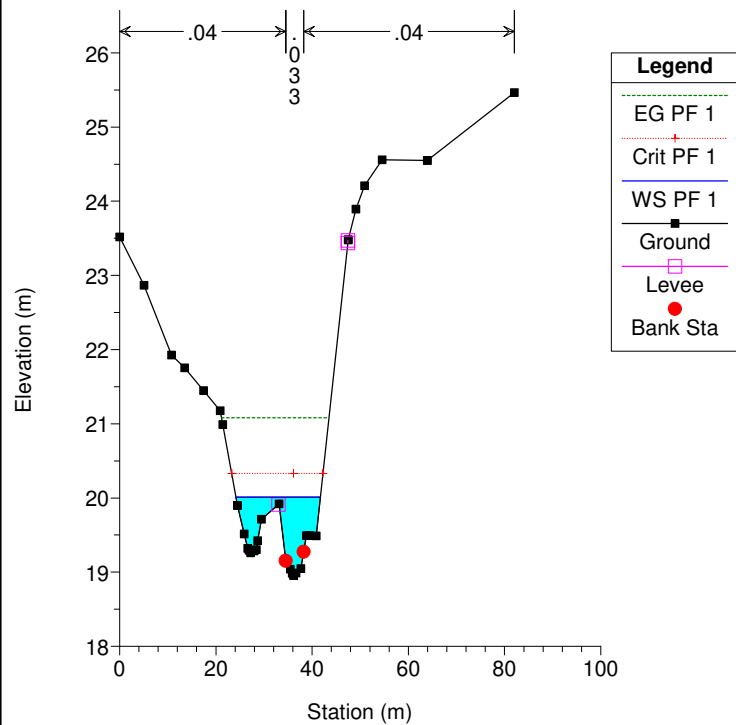
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



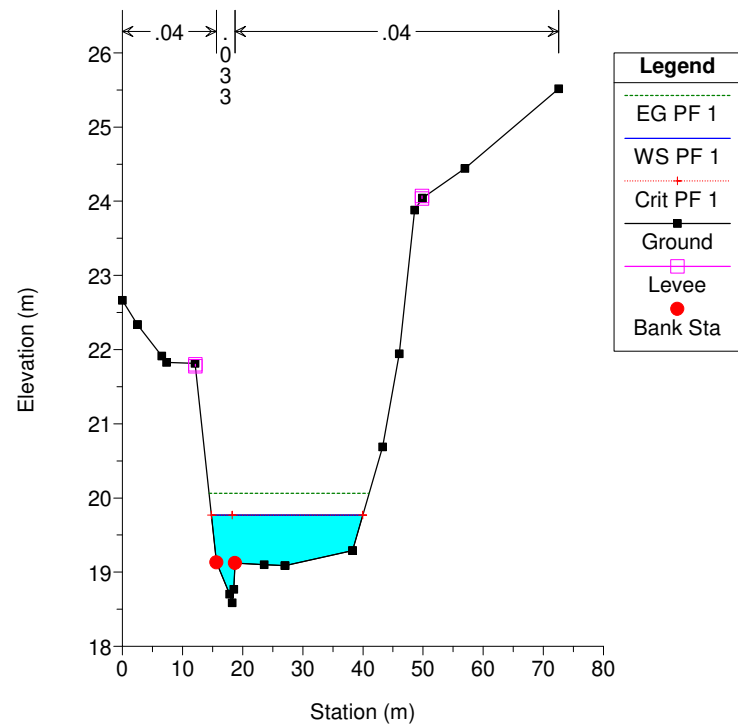
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



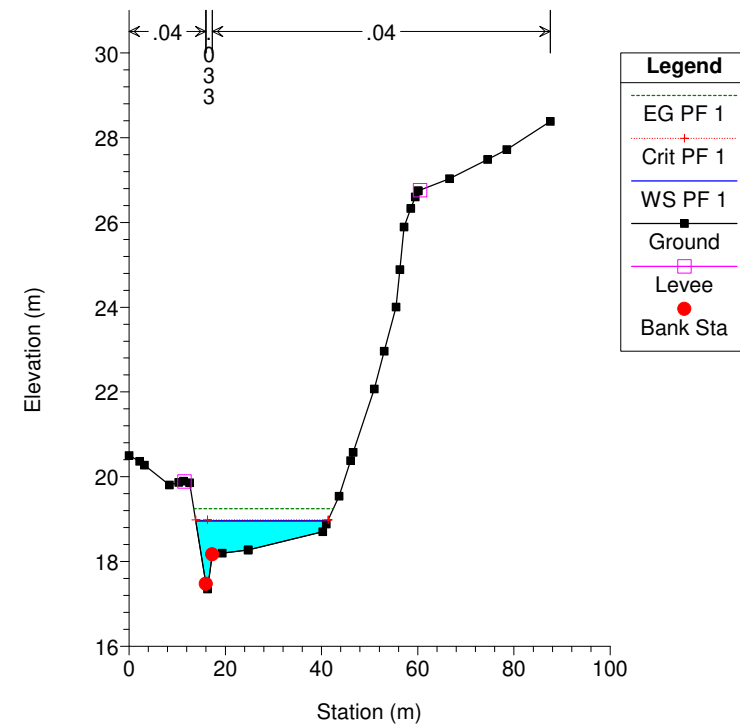
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



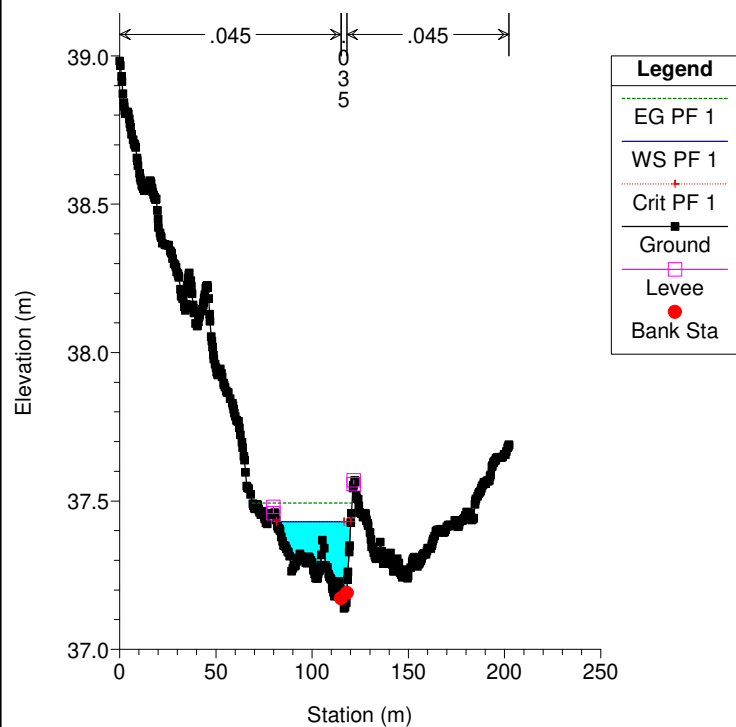
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



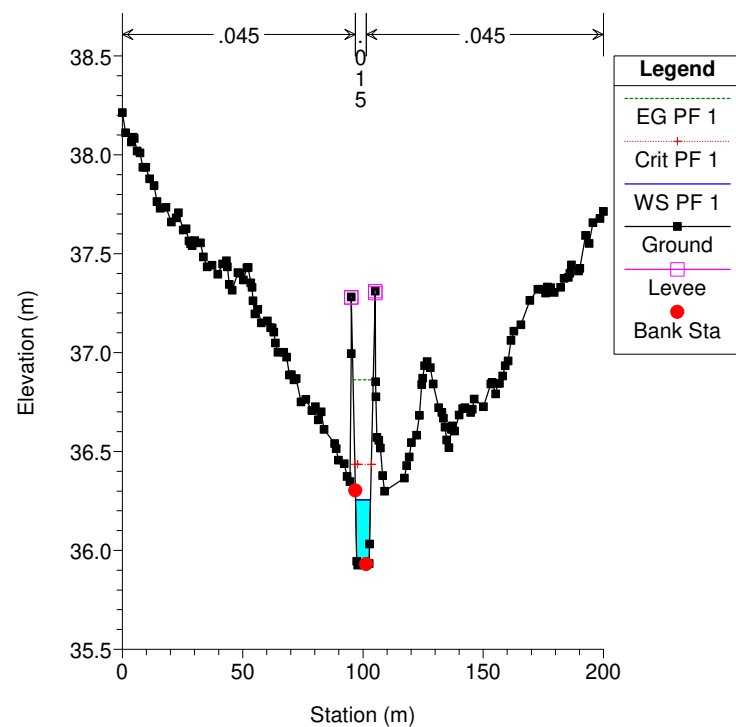
BACINO 7+150 Plan: TR 200 18/09/2018



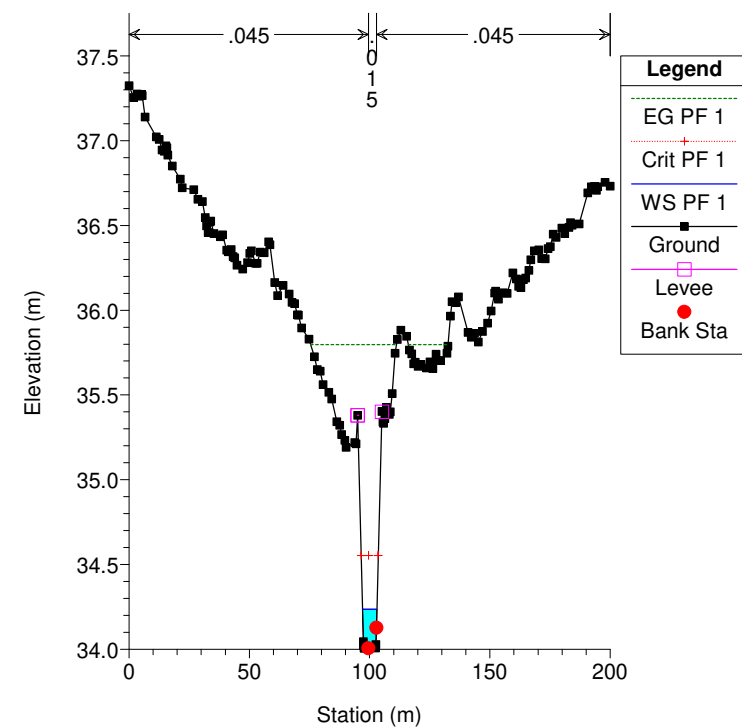
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



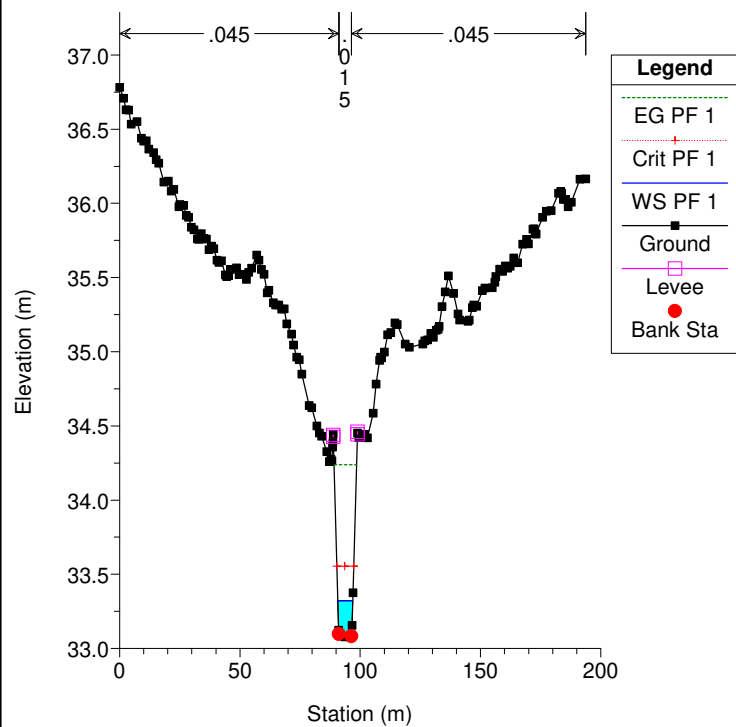
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



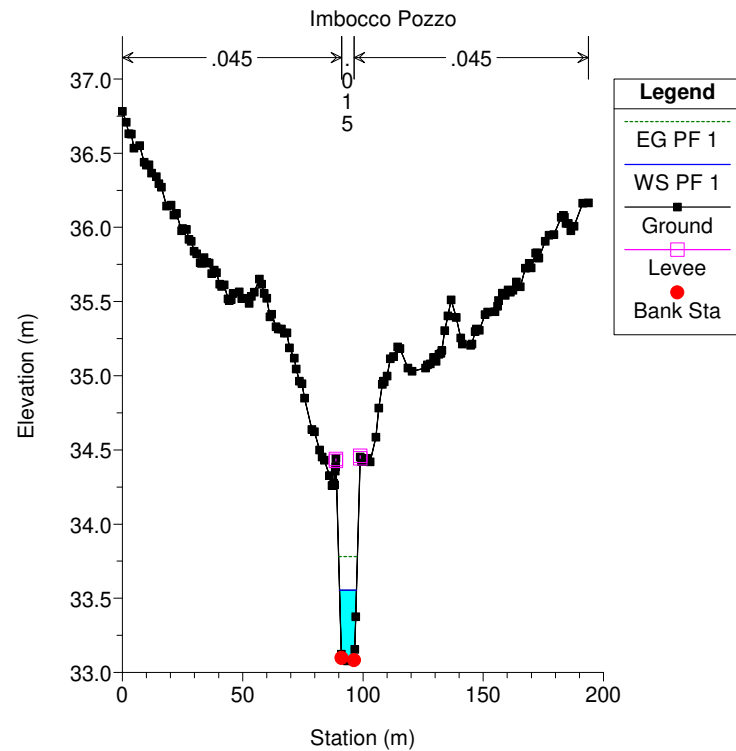
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



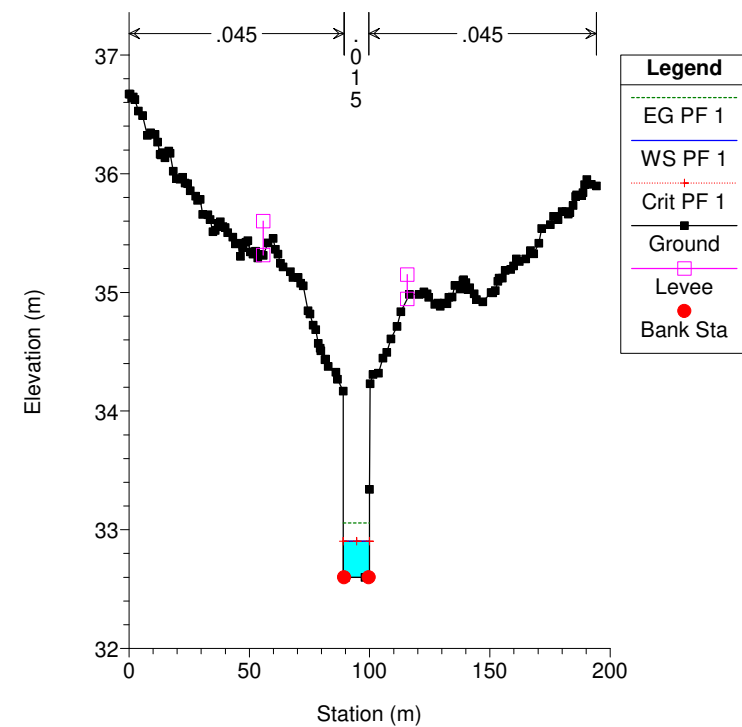
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



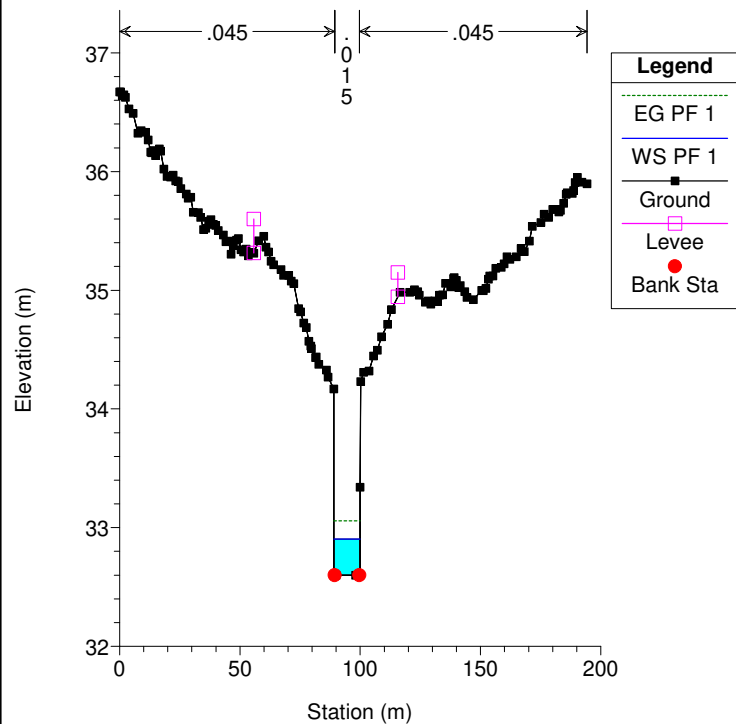
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



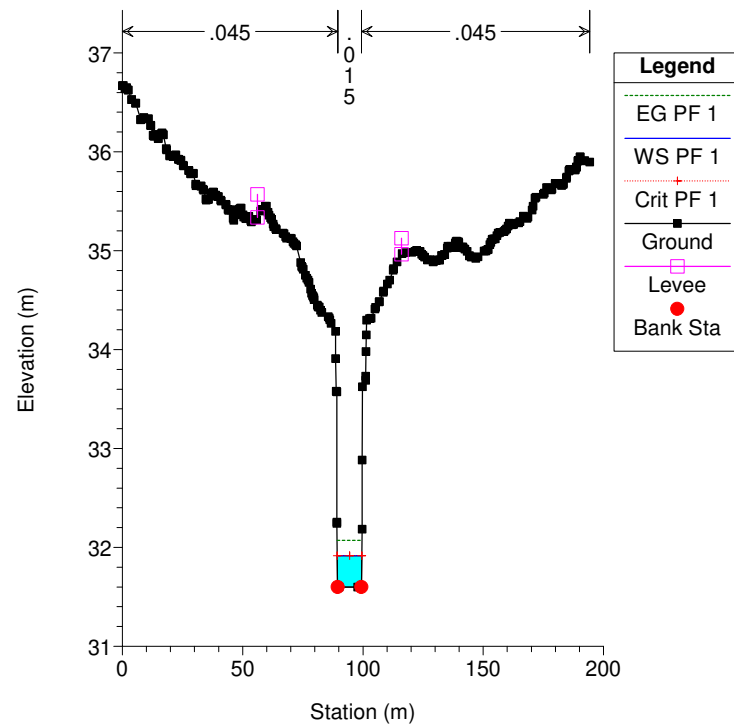
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



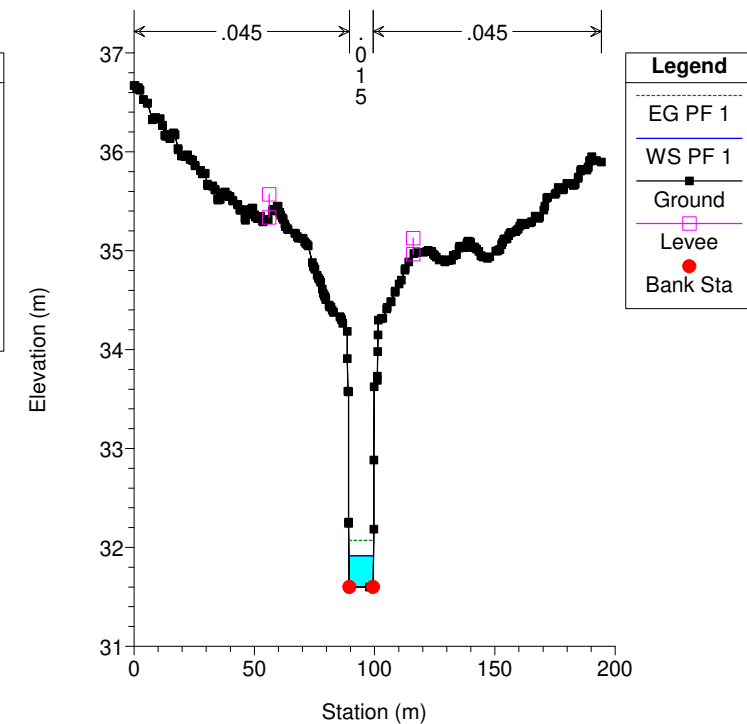
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



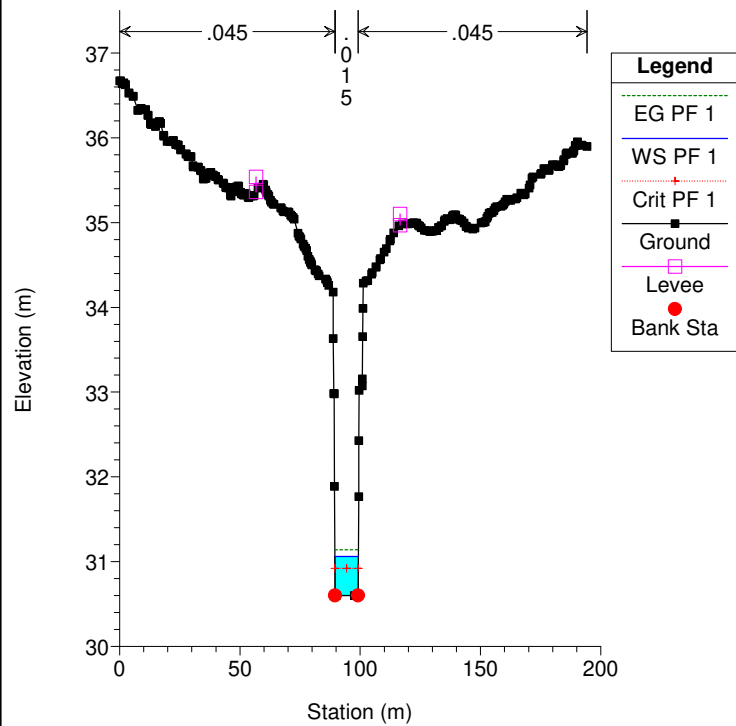
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



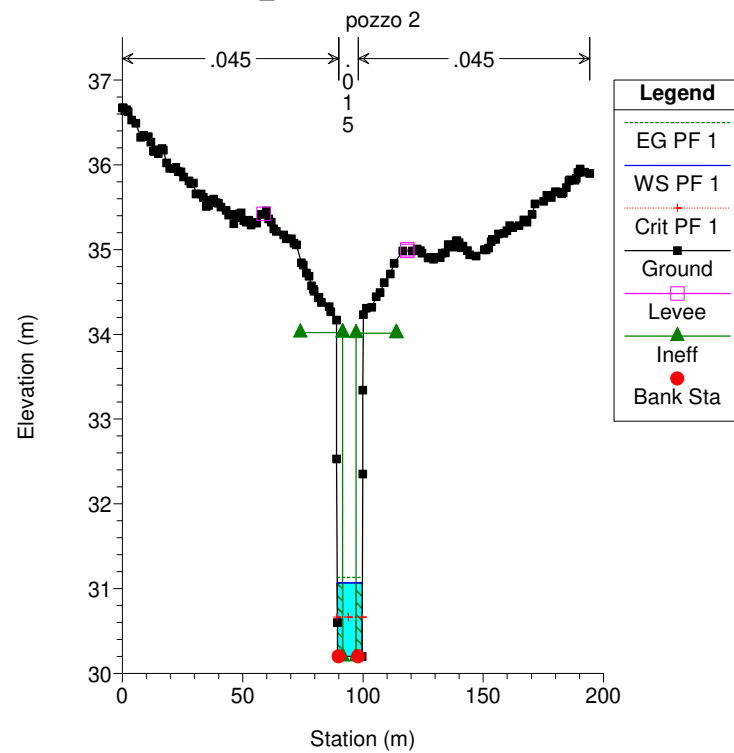
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



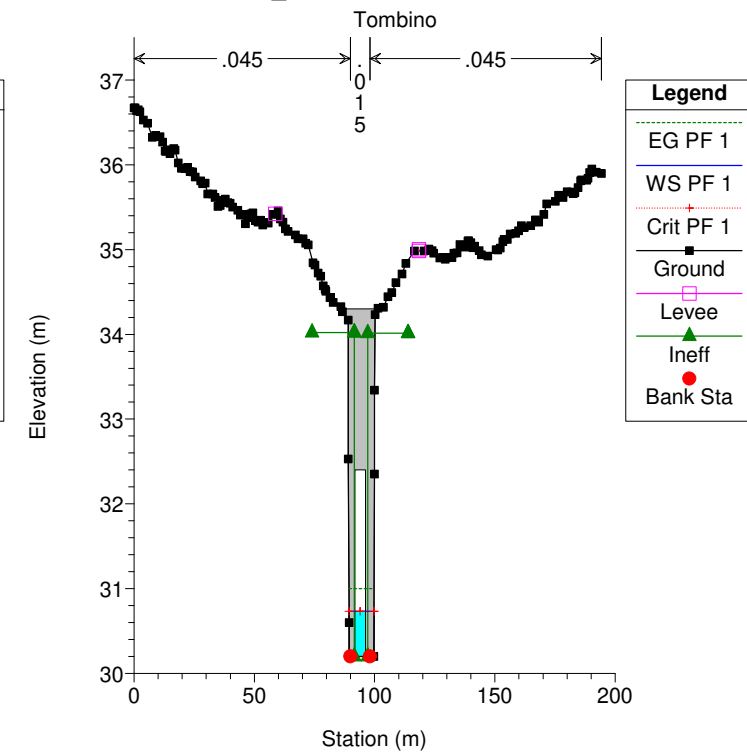
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



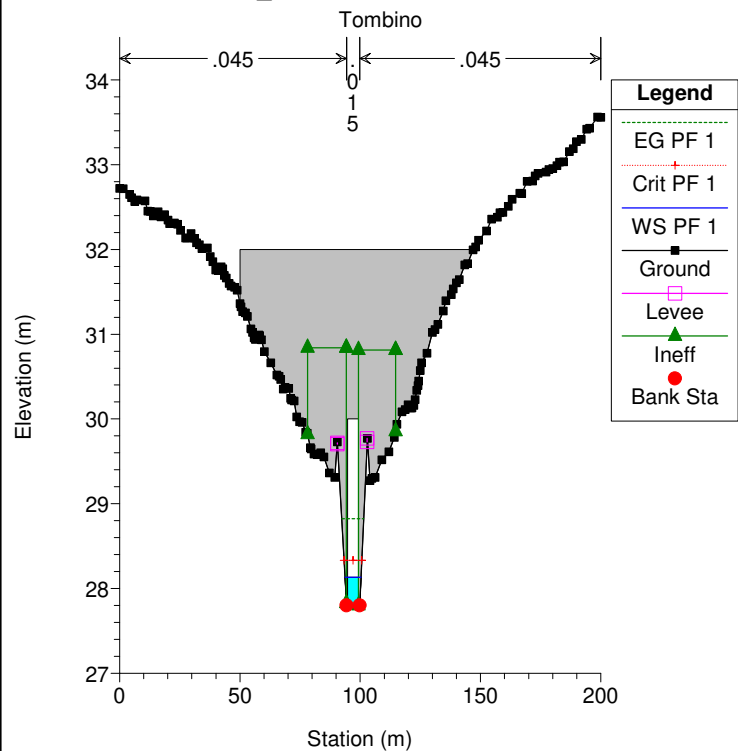
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



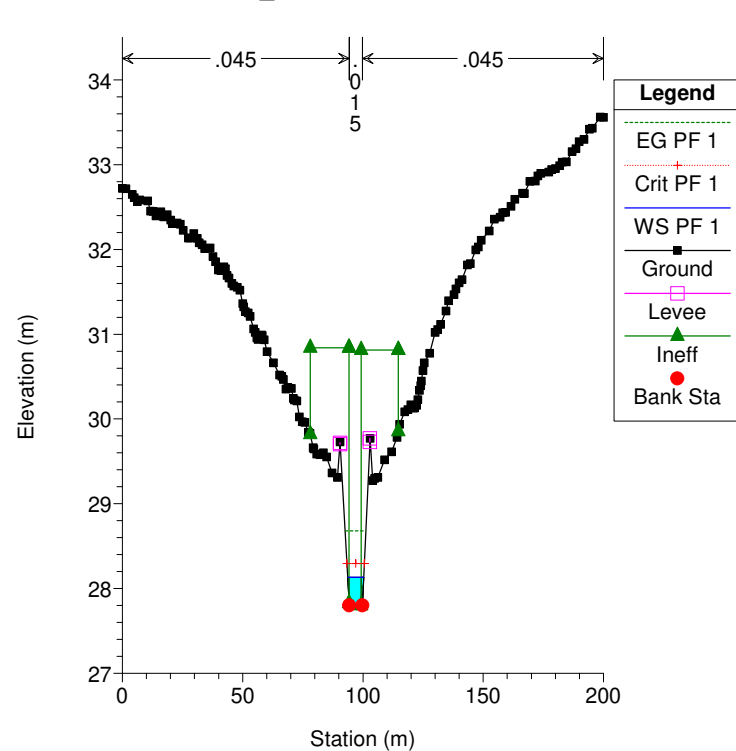
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



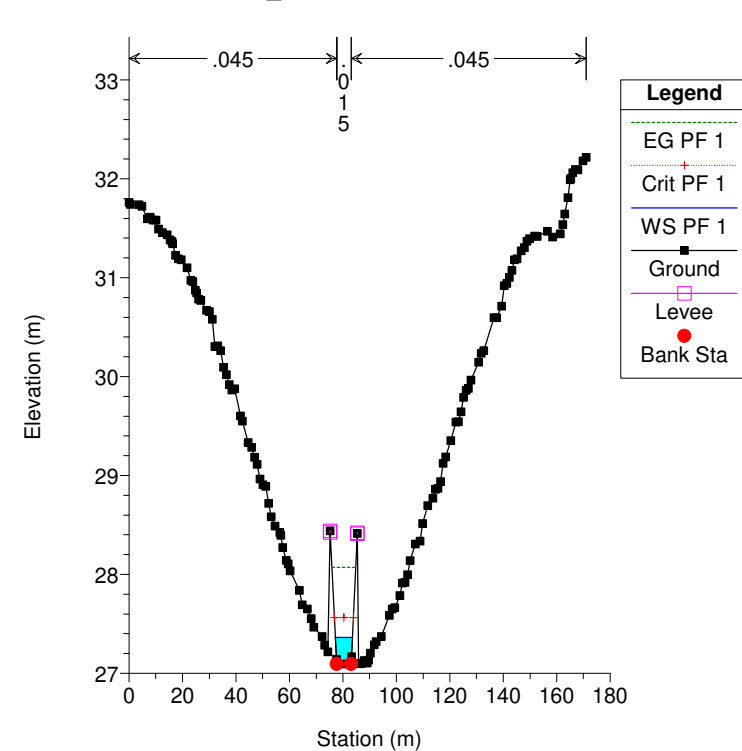
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



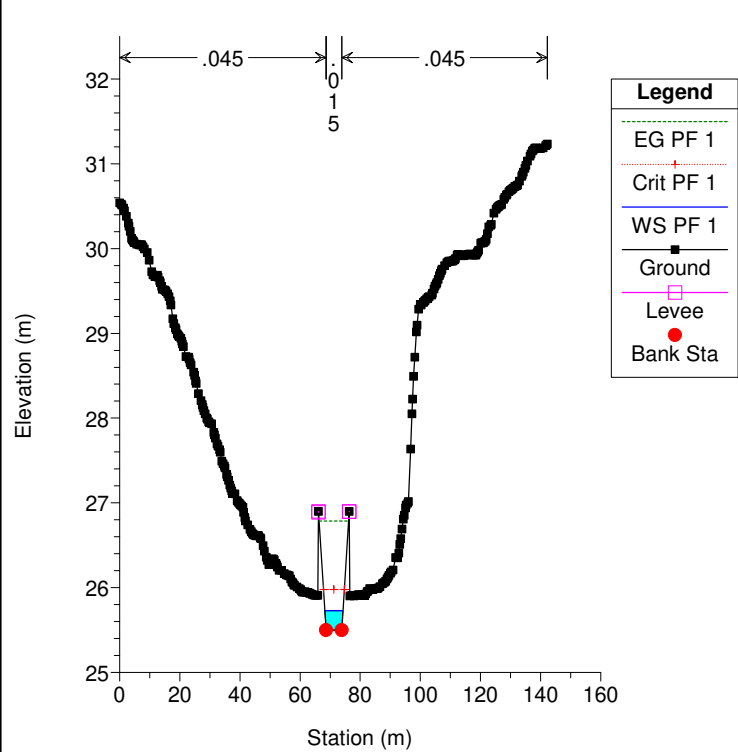
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



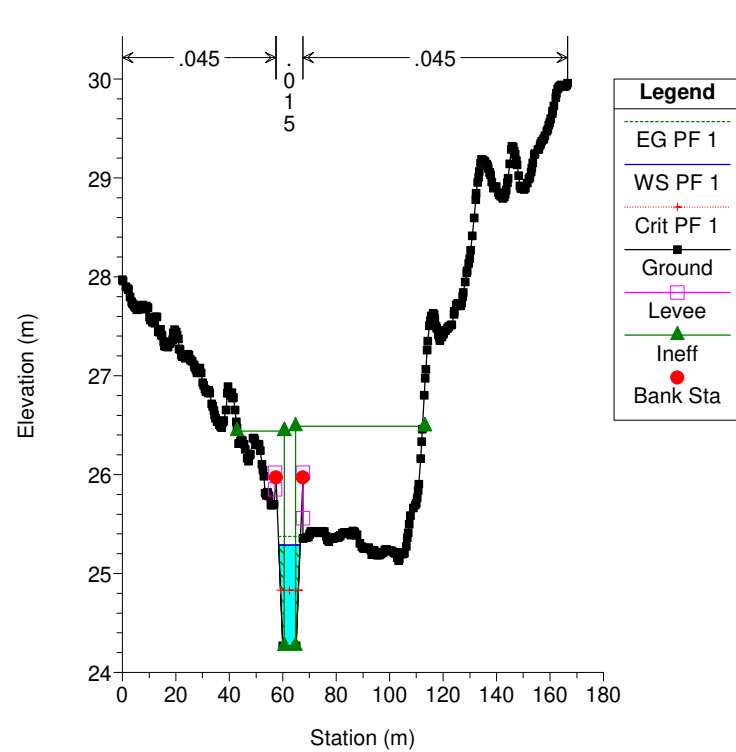
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



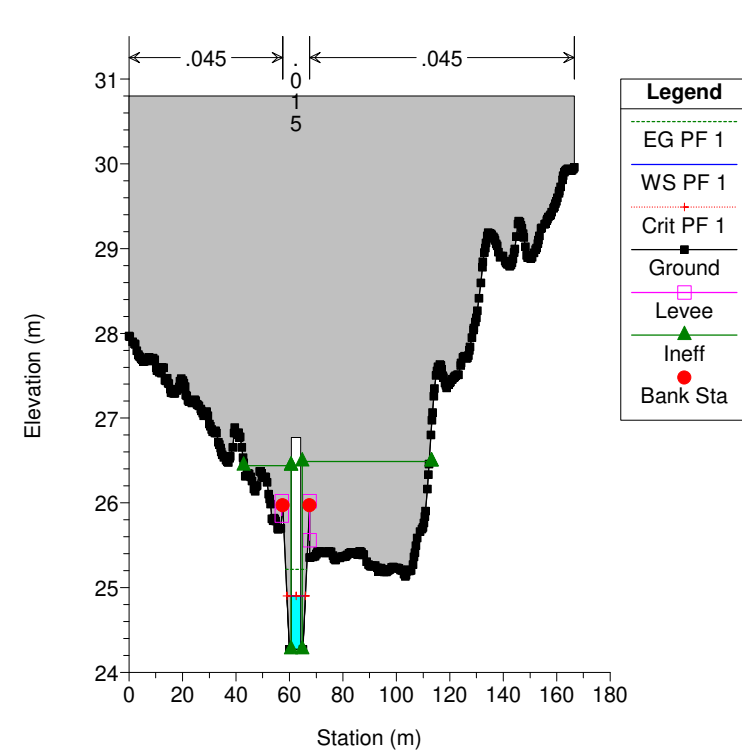
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



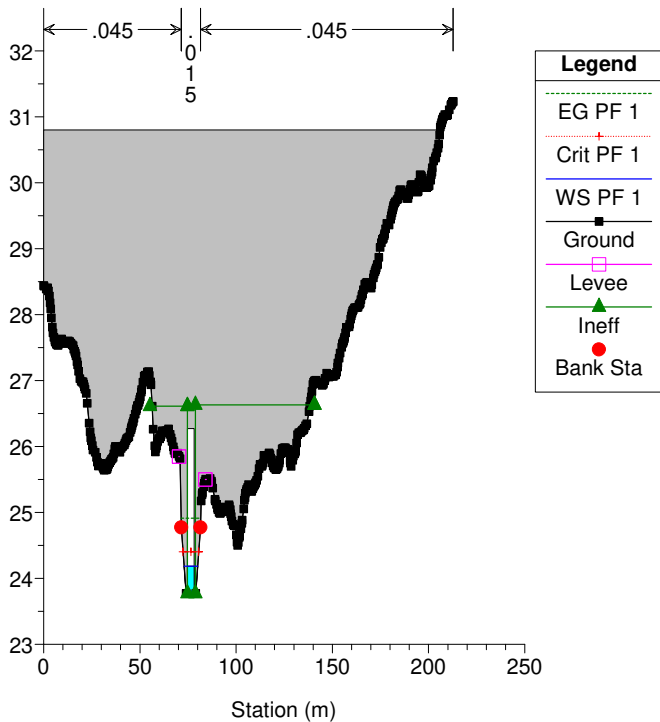
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



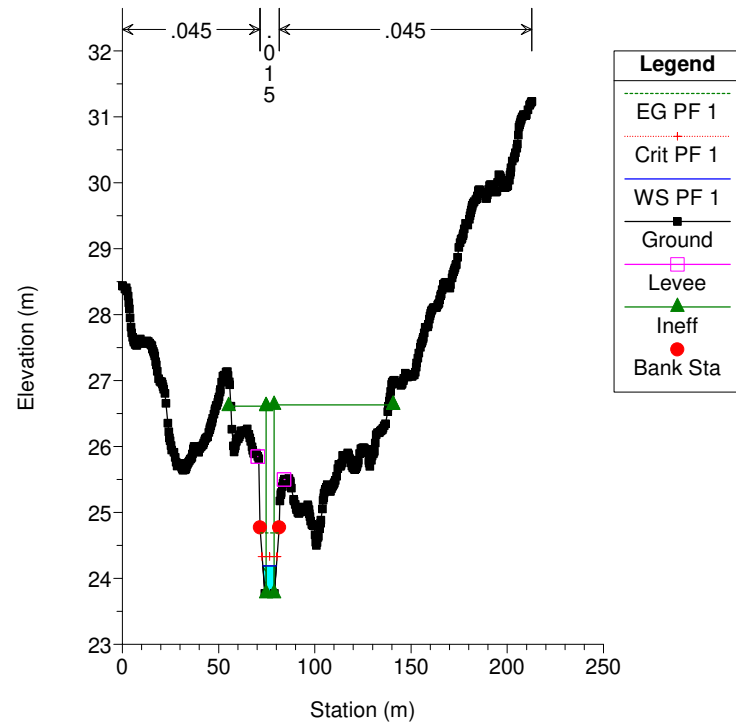
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



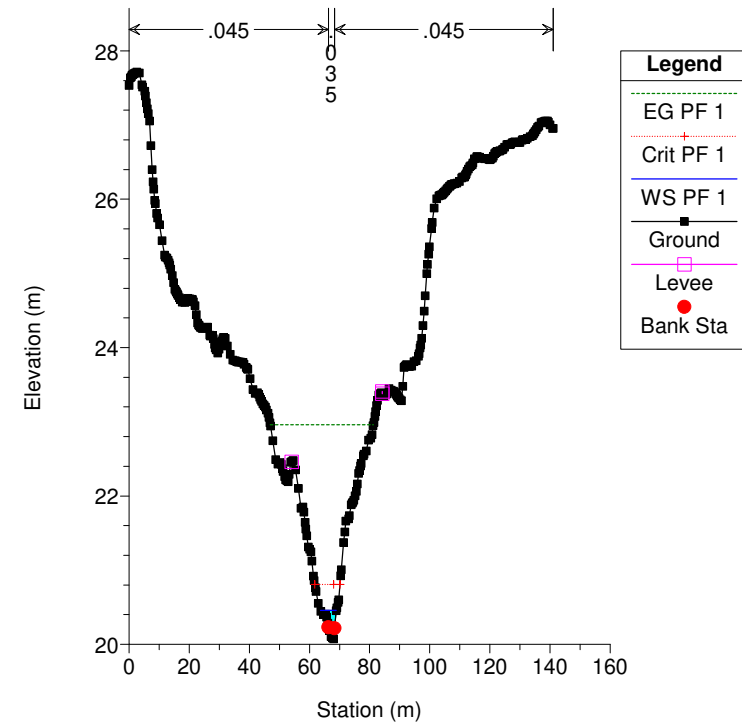
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



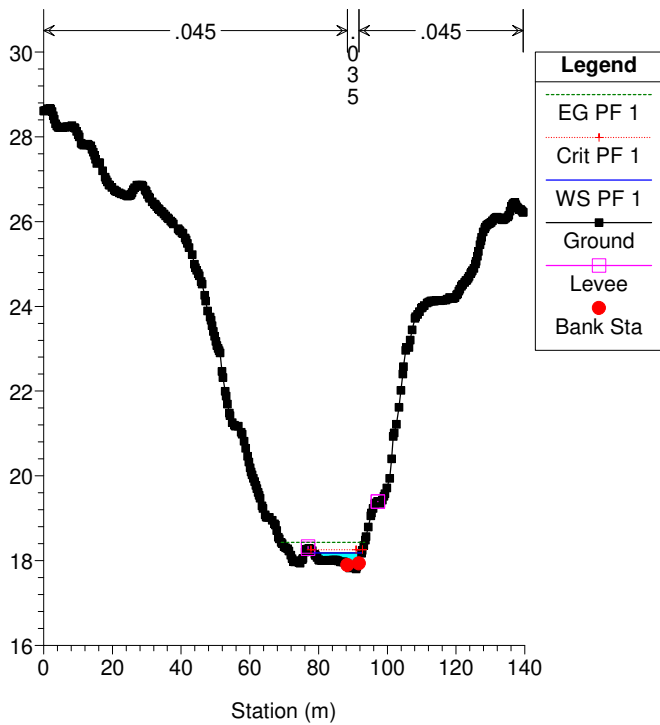
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



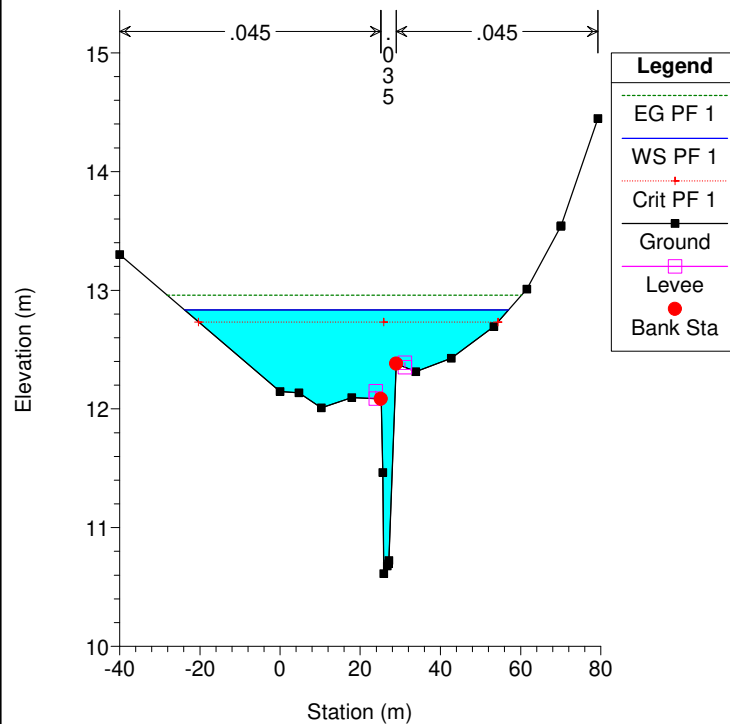
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



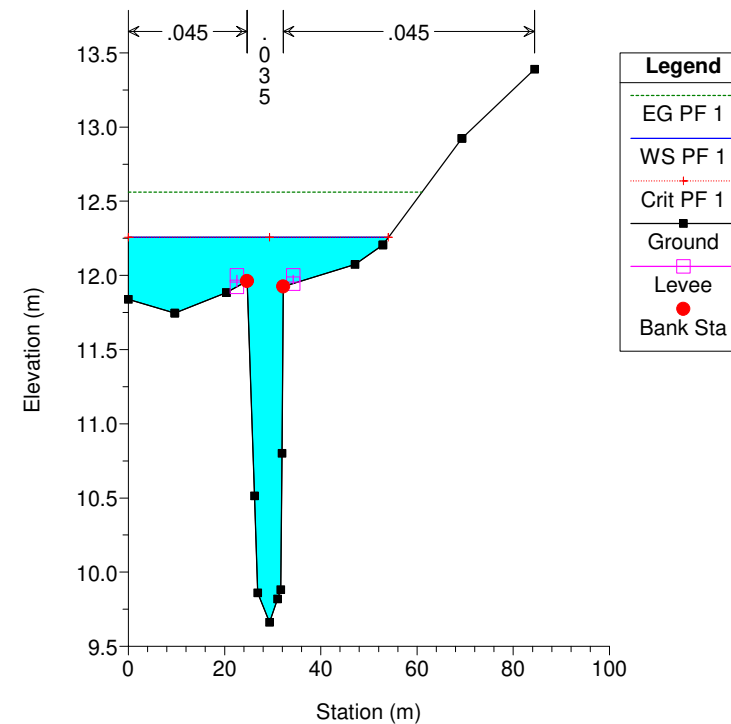
BACINO 7+900_PO Plan: Plan 05 22/08/2018



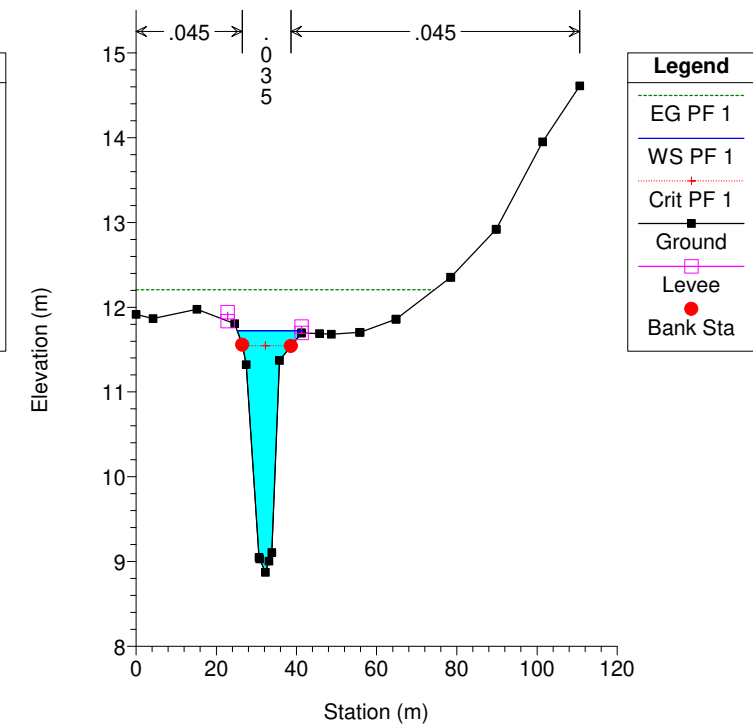
BACINO 8+675 Plan: TR 200 09/07/2018



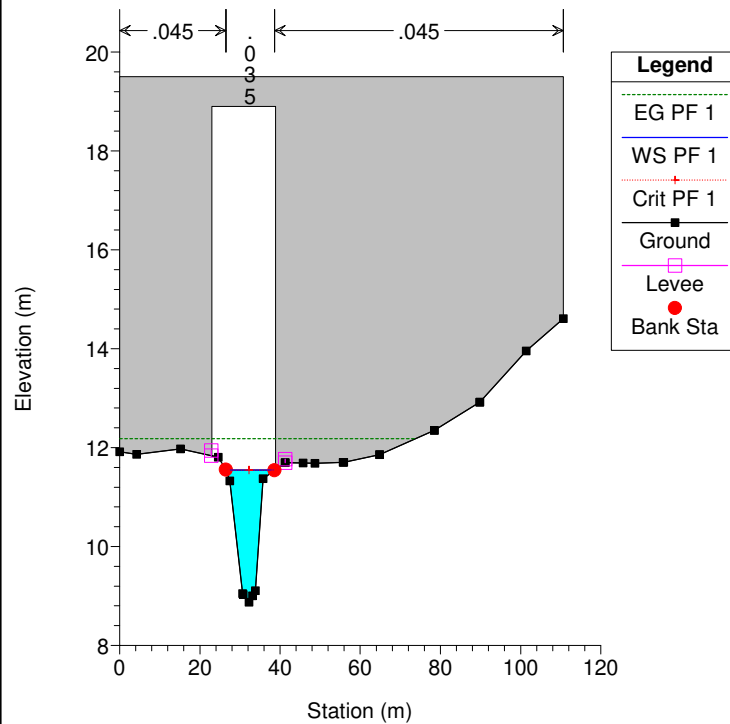
BACINO 8+675 Plan: TR 200 09/07/2018



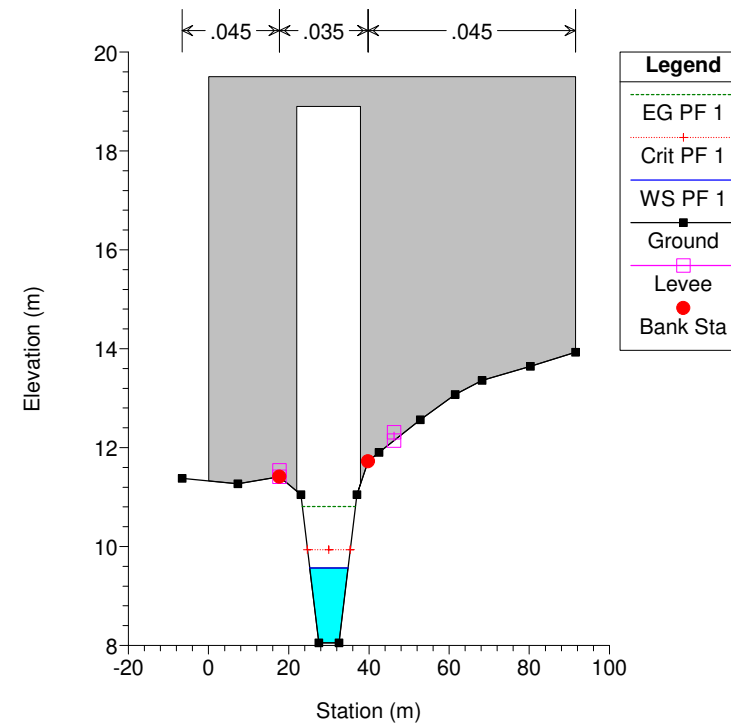
BACINO 8+675 Plan: TR 200 09/07/2018



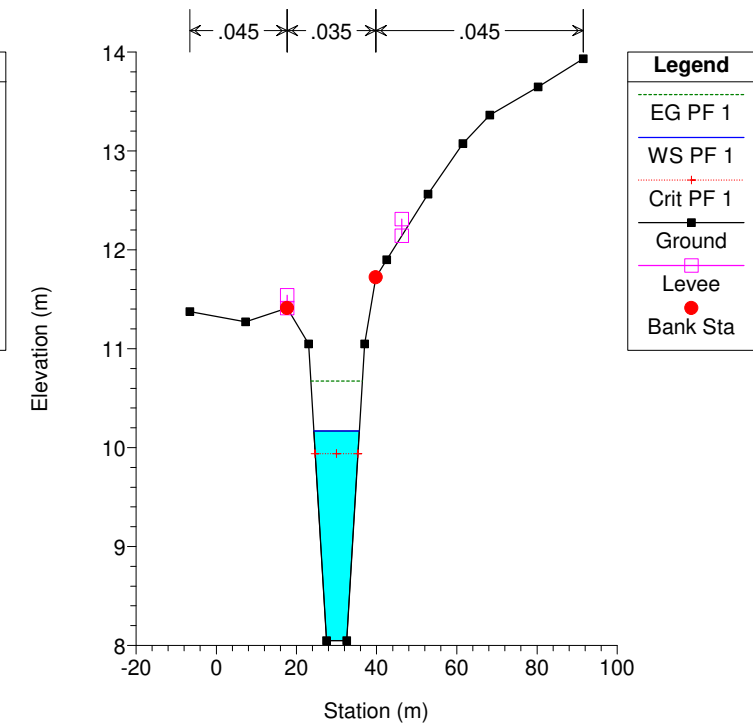
BACINO 8+675 Plan: TR 200 09/07/2018



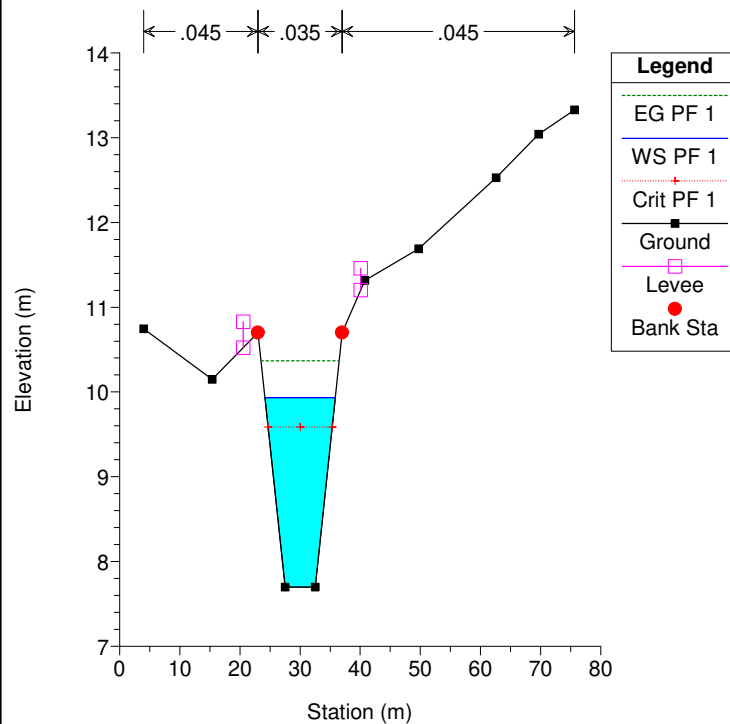
BACINO 8+675 Plan: TR 200 09/07/2018



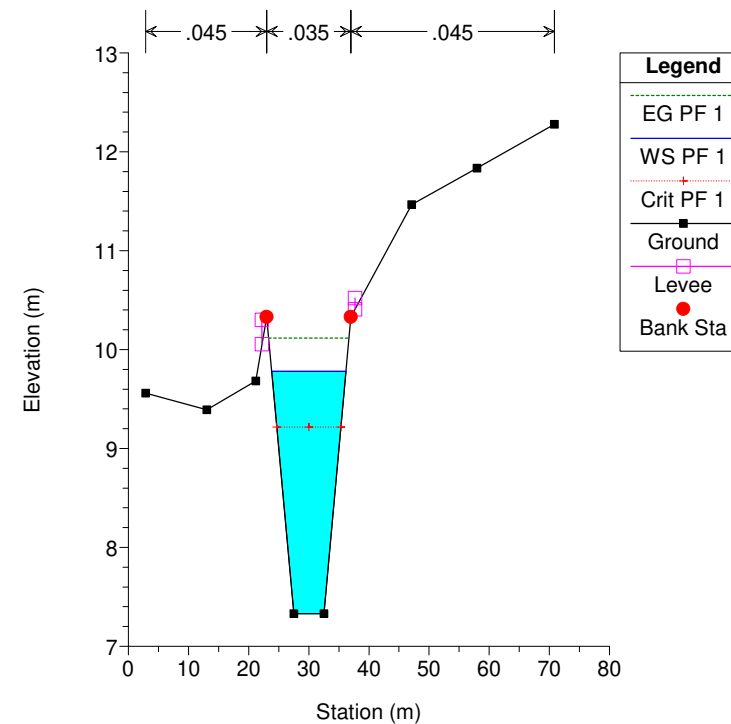
BACINO 8+675 Plan: TR 200 09/07/2018



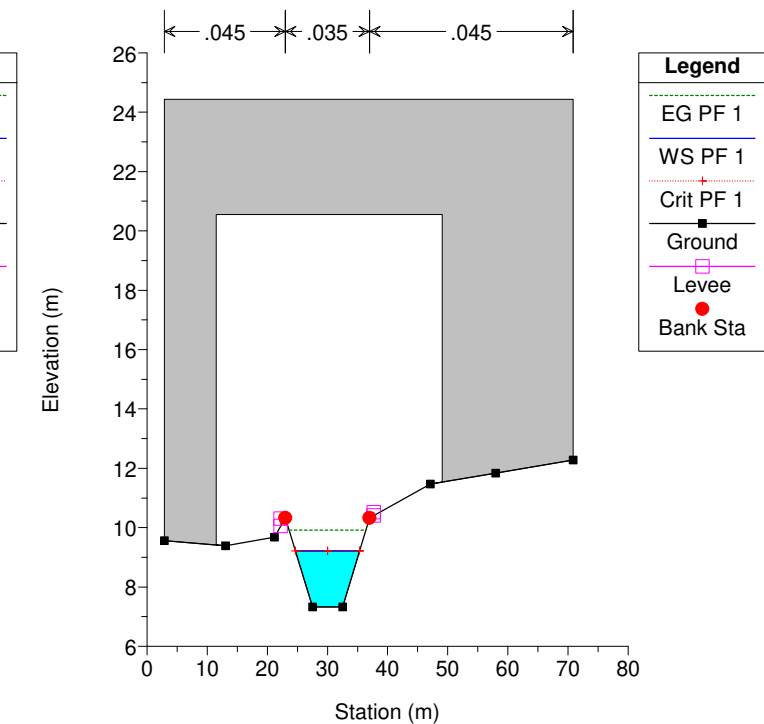
BACINO 8+675 Plan: TR 200 09/07/2018



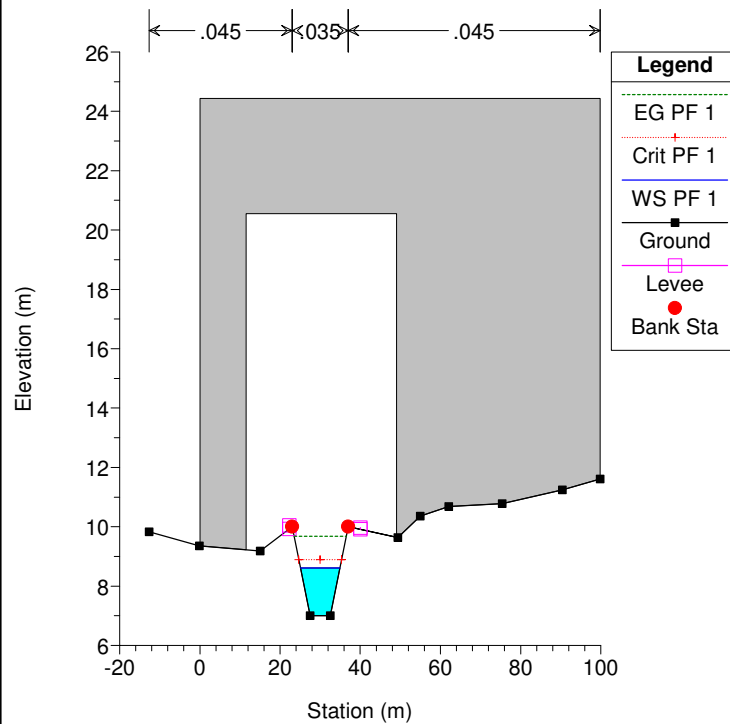
BACINO 8+675 Plan: TR 200 09/07/2018



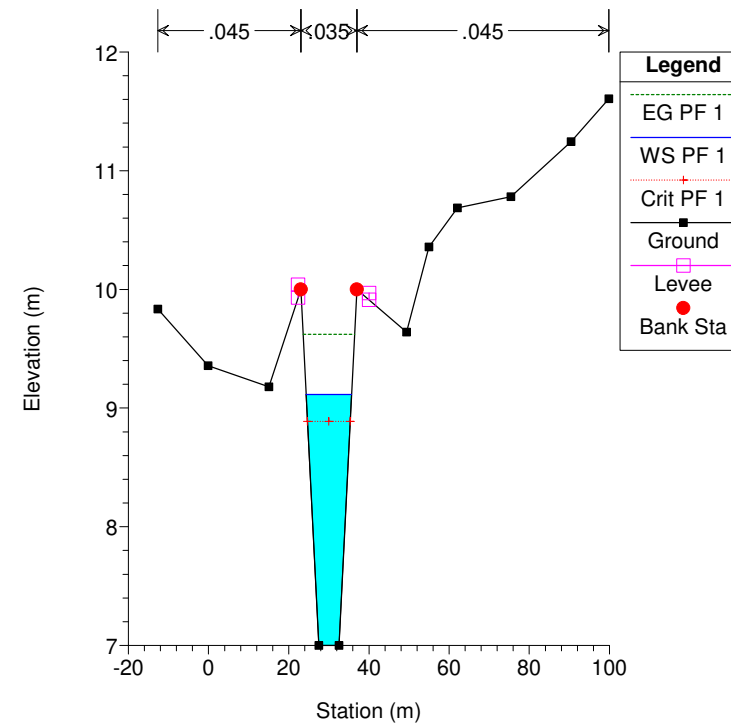
BACINO 8+675 Plan: TR 200 09/07/2018



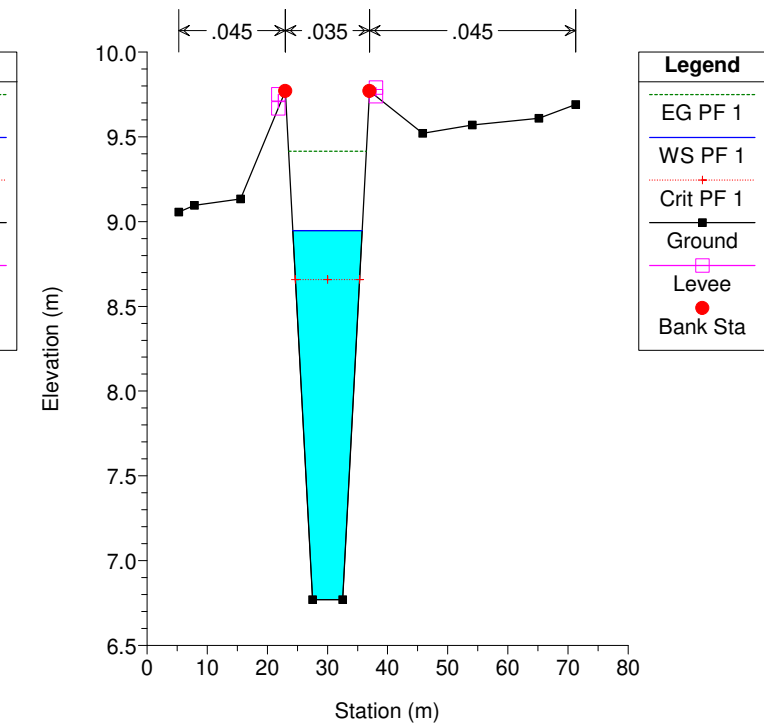
BACINO 8+675 Plan: TR 200 09/07/2018



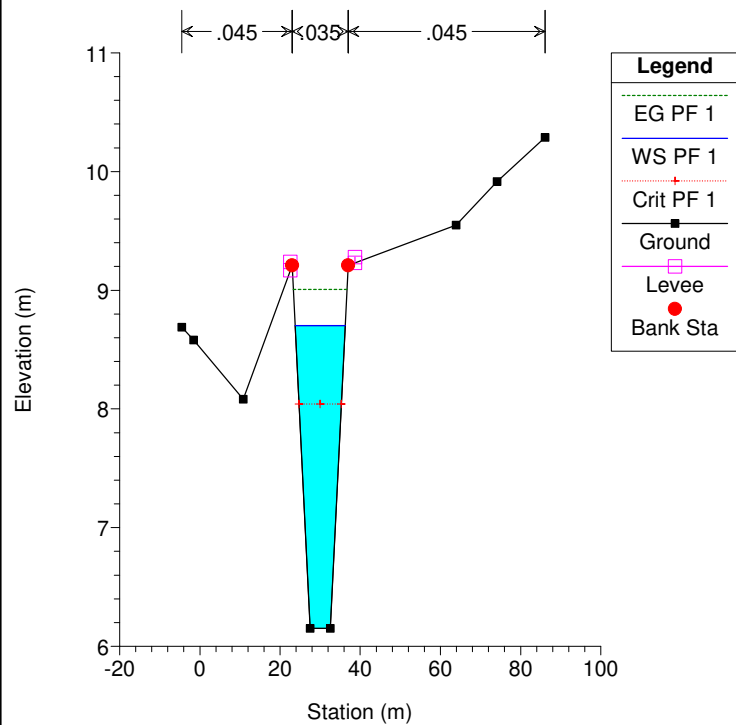
BACINO 8+675 Plan: TR 200 09/07/2018



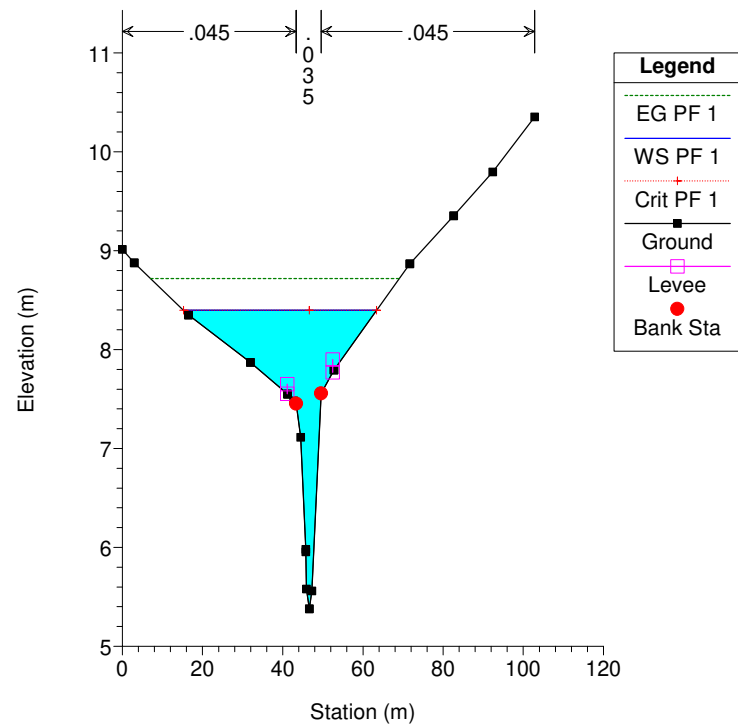
BACINO 8+675 Plan: TR 200 09/07/2018



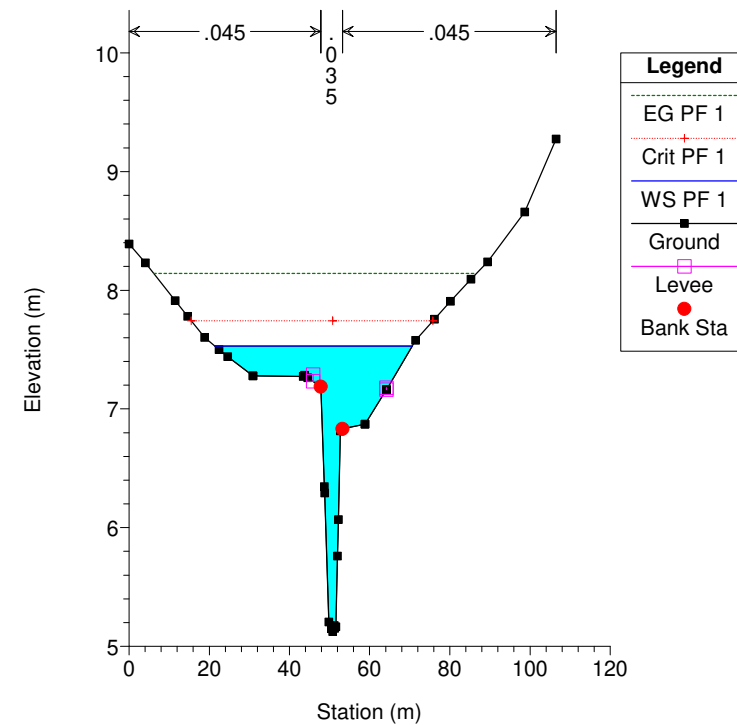
BACINO 8+675 Plan: TR 200 09/07/2018



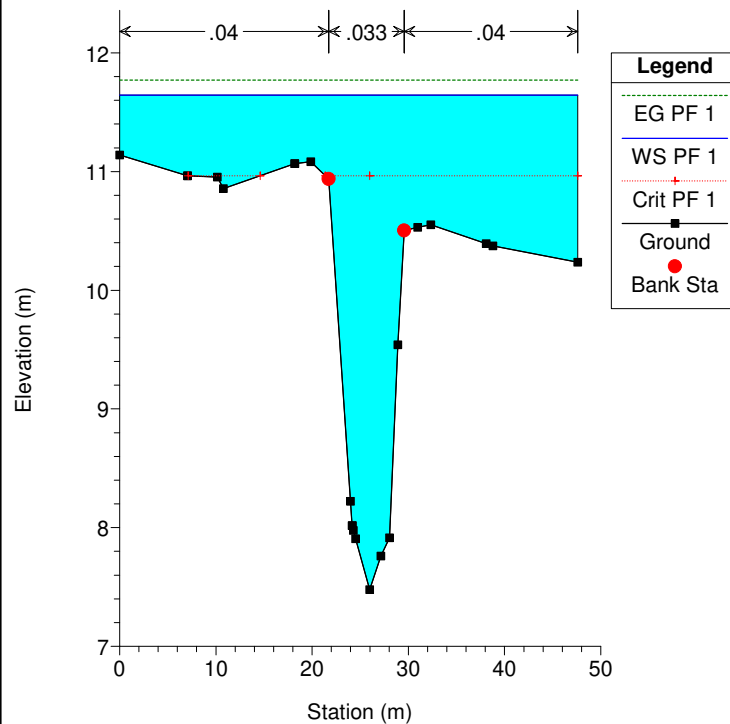
BACINO 8+675 Plan: TR 200 09/07/2018



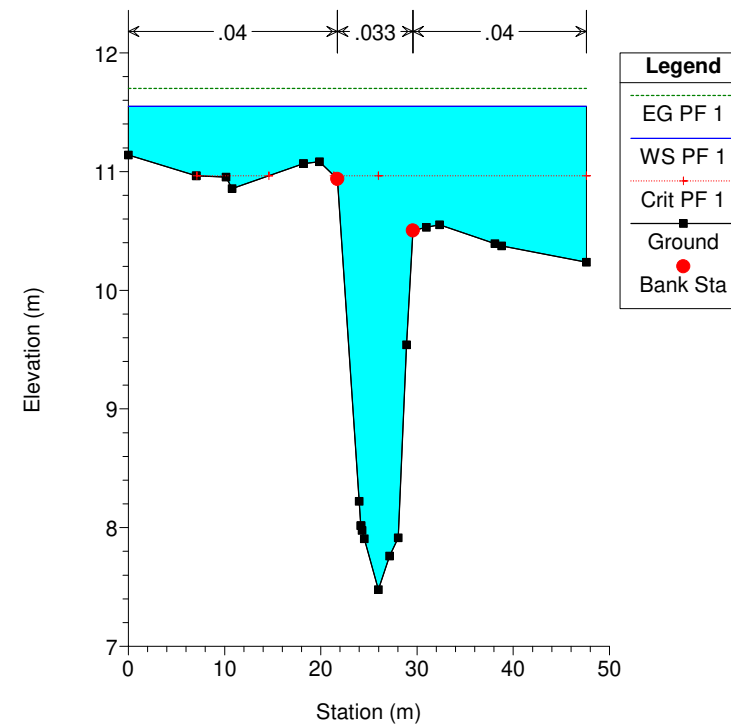
BACINO 8+675 Plan: TR 200 09/07/2018



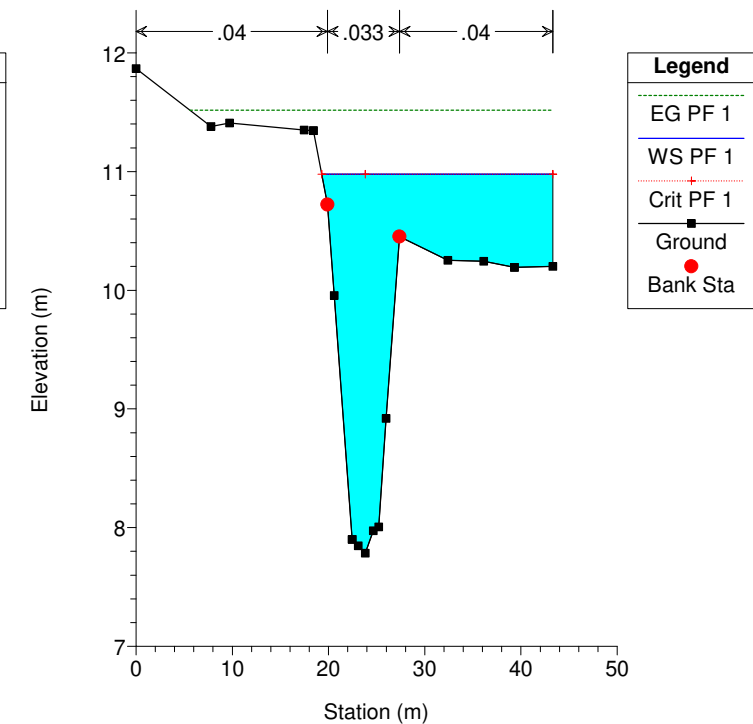
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



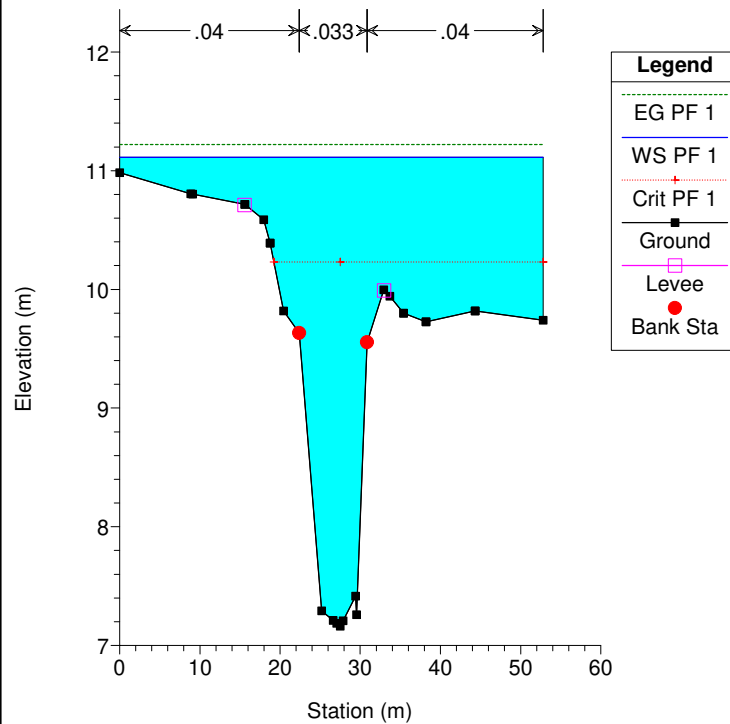
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



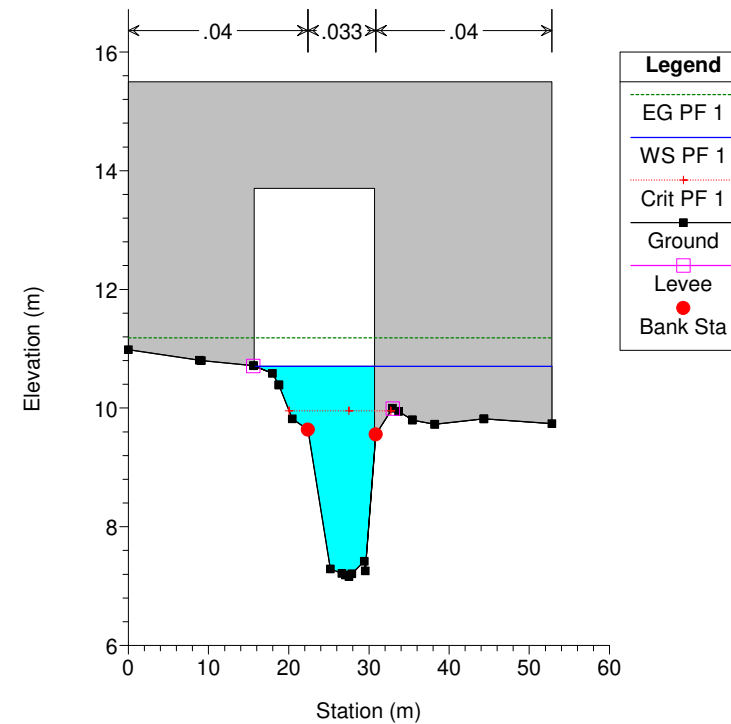
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



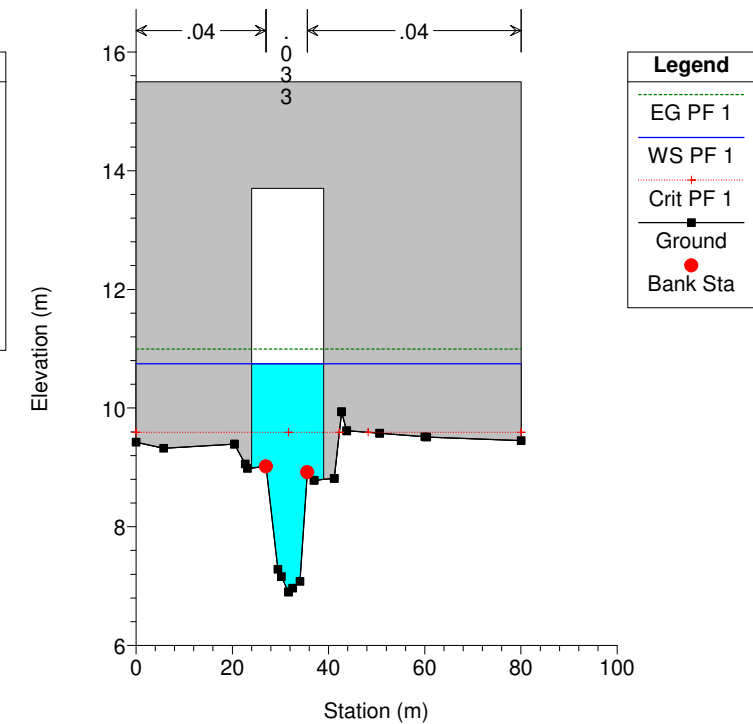
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



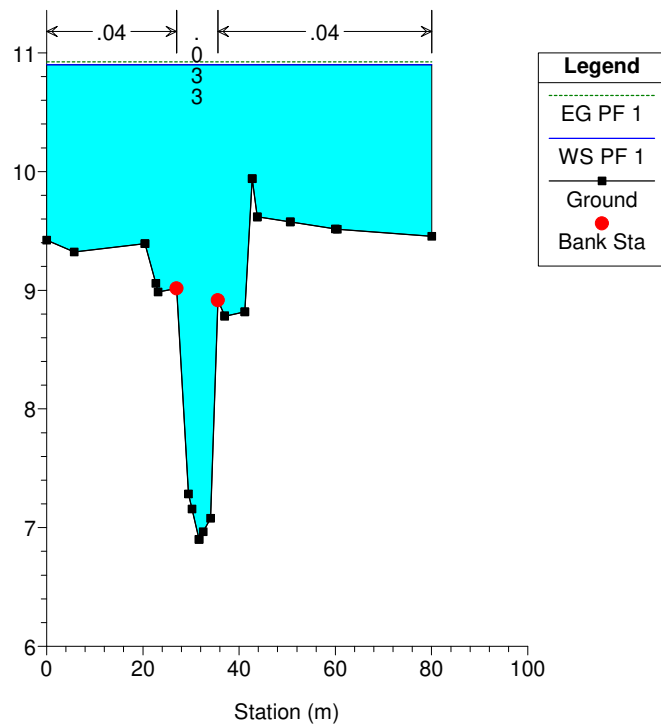
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



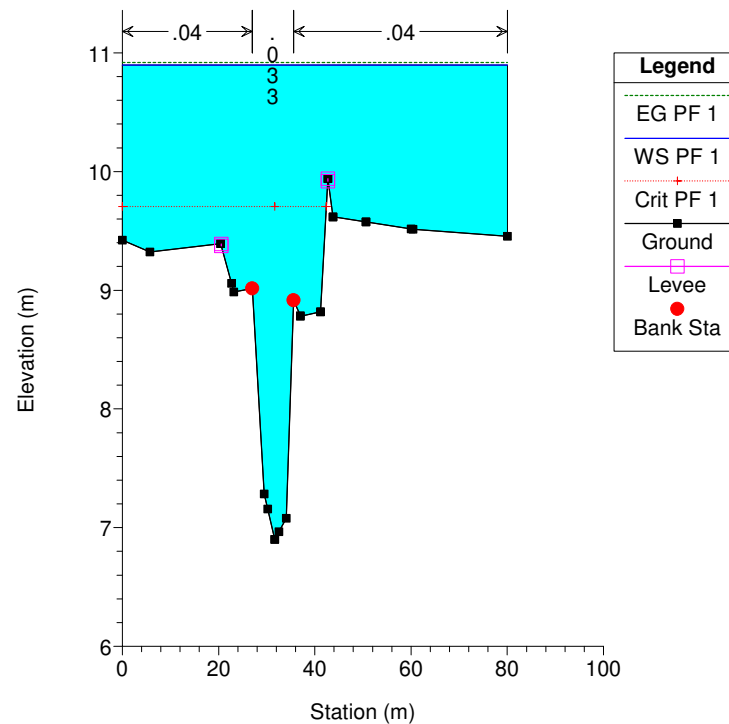
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



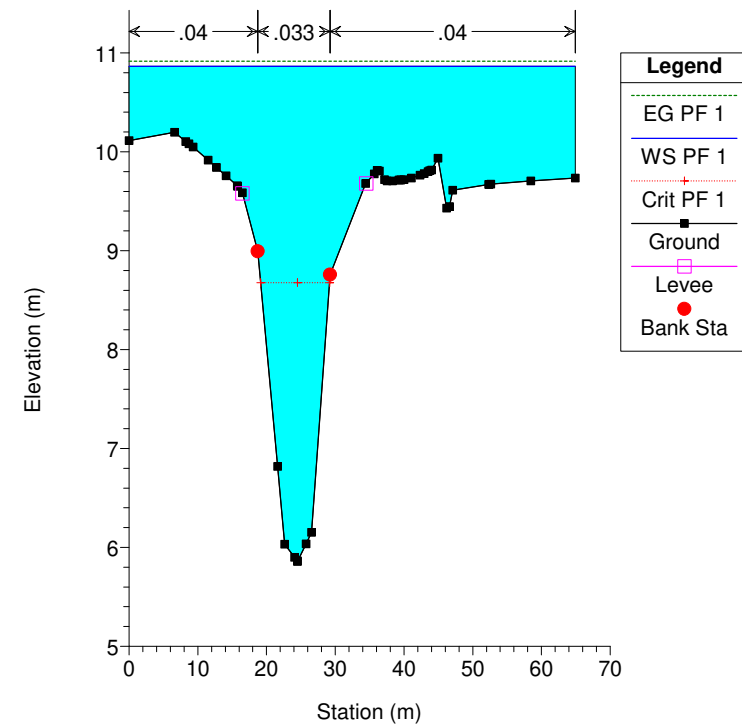
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



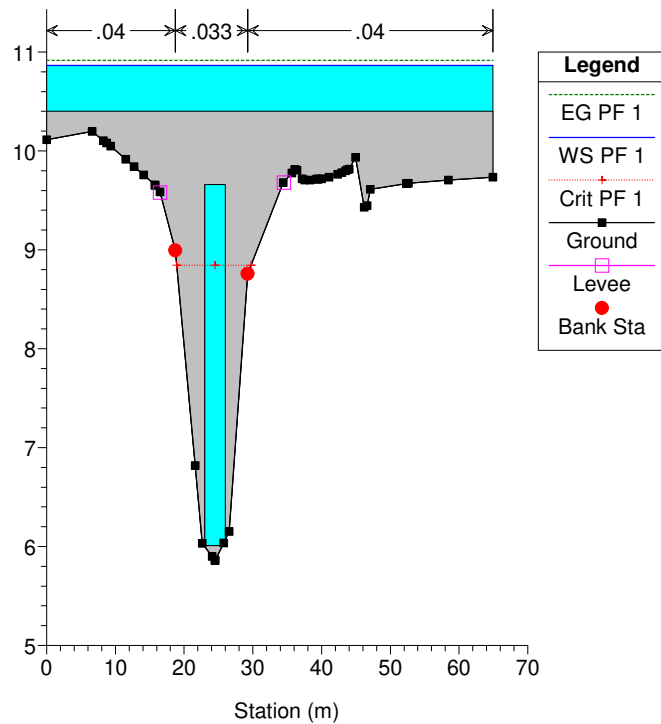
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



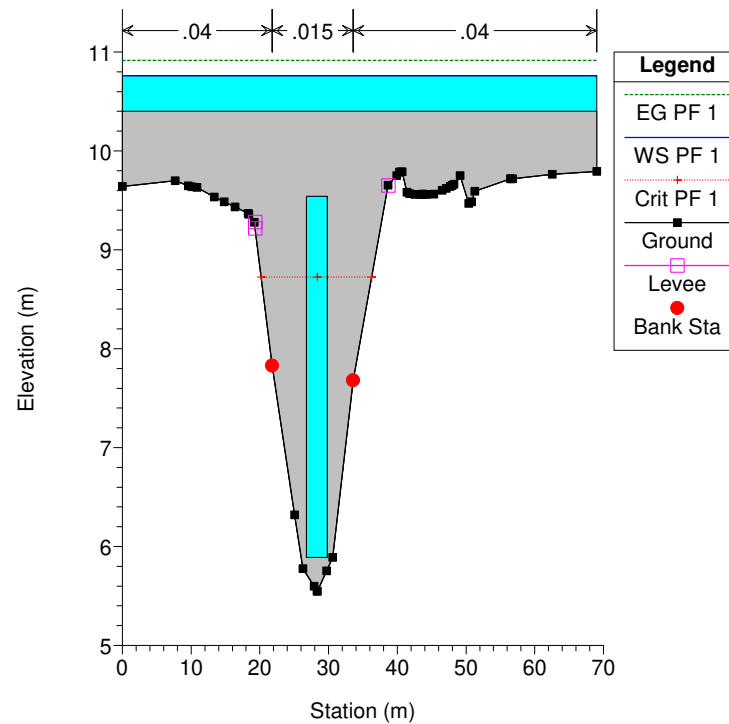
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



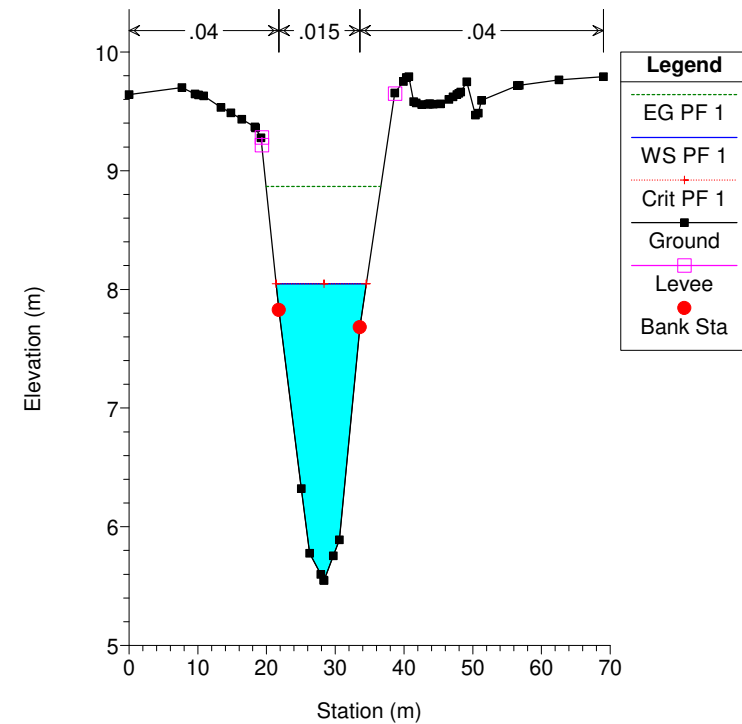
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



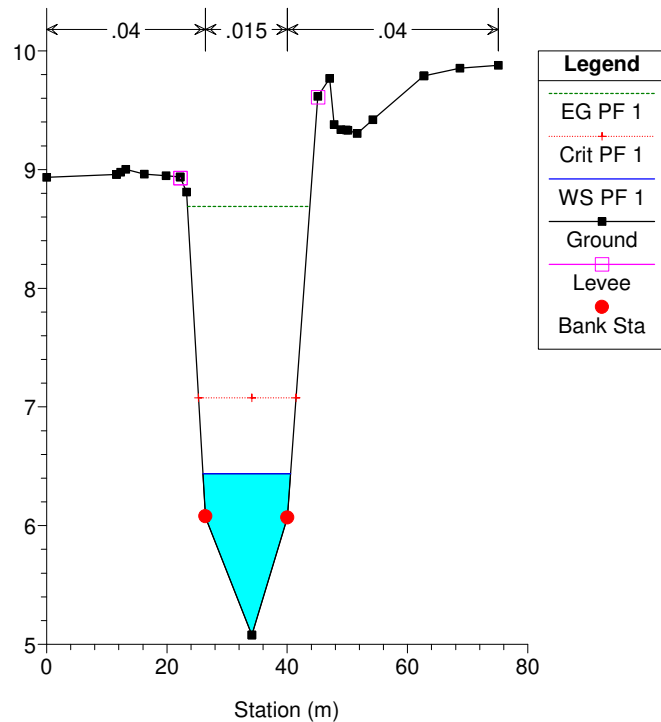
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



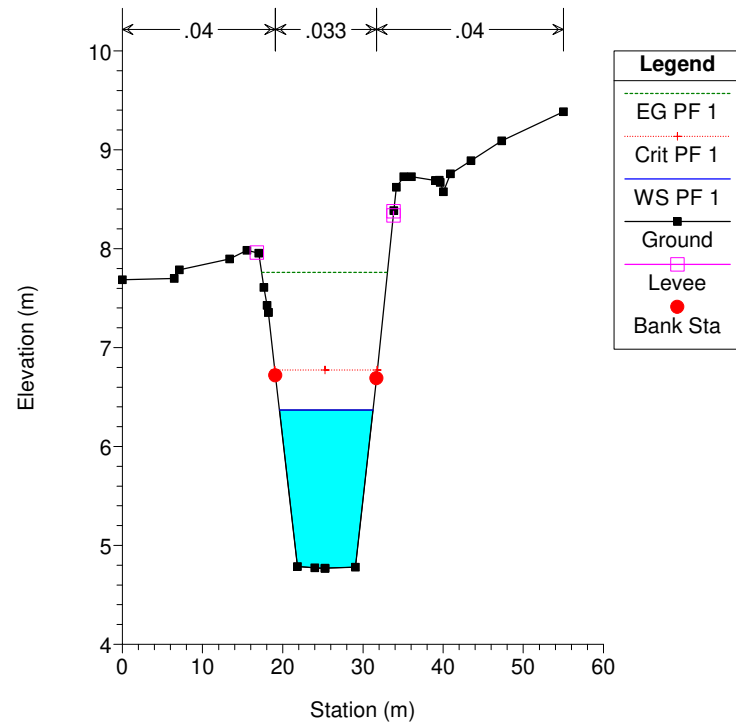
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



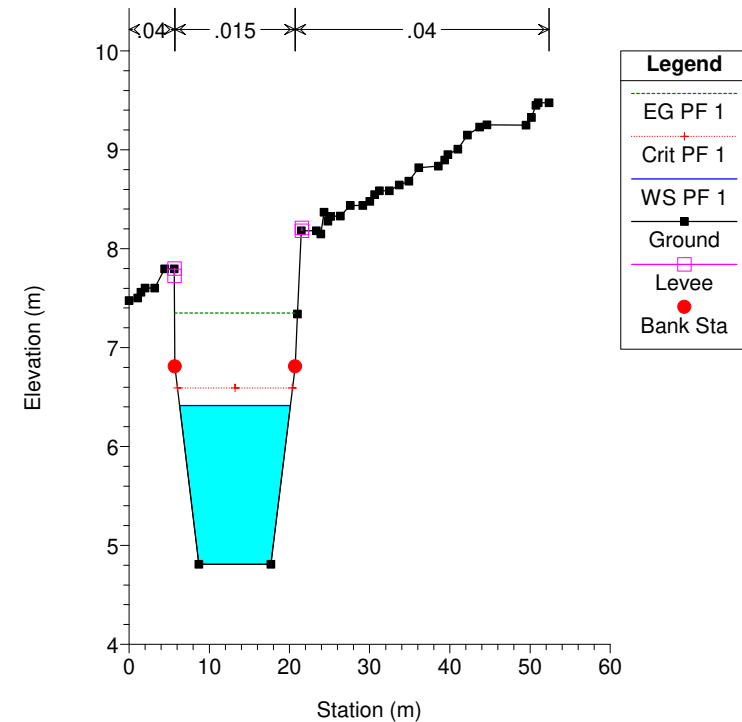
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



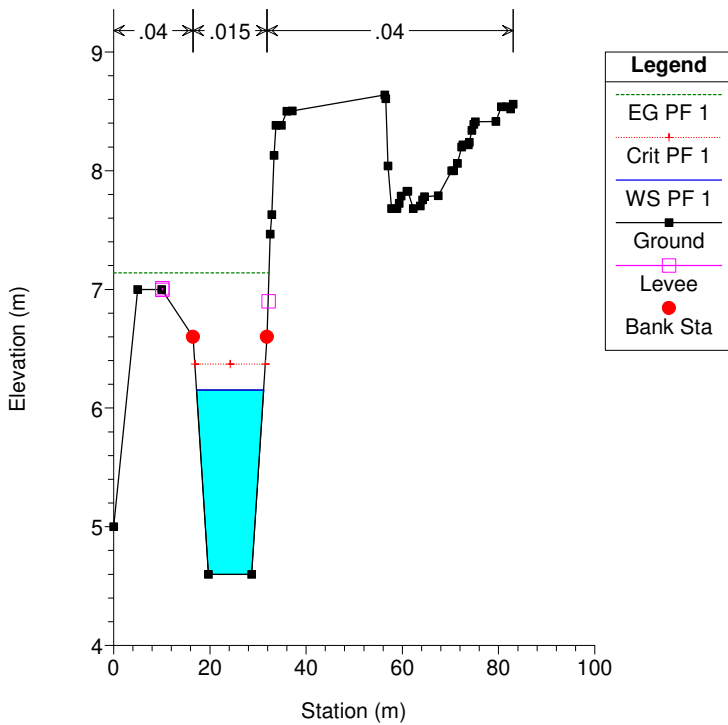
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



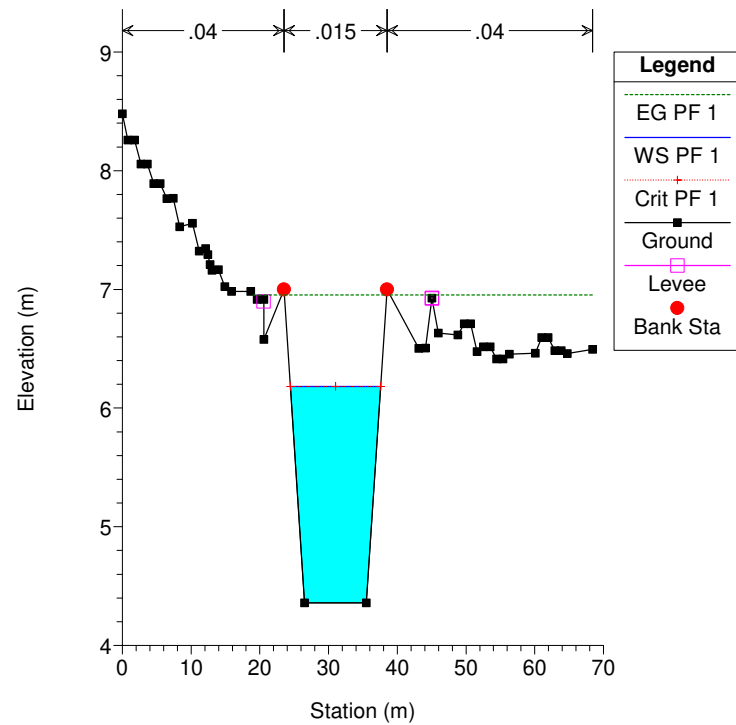
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



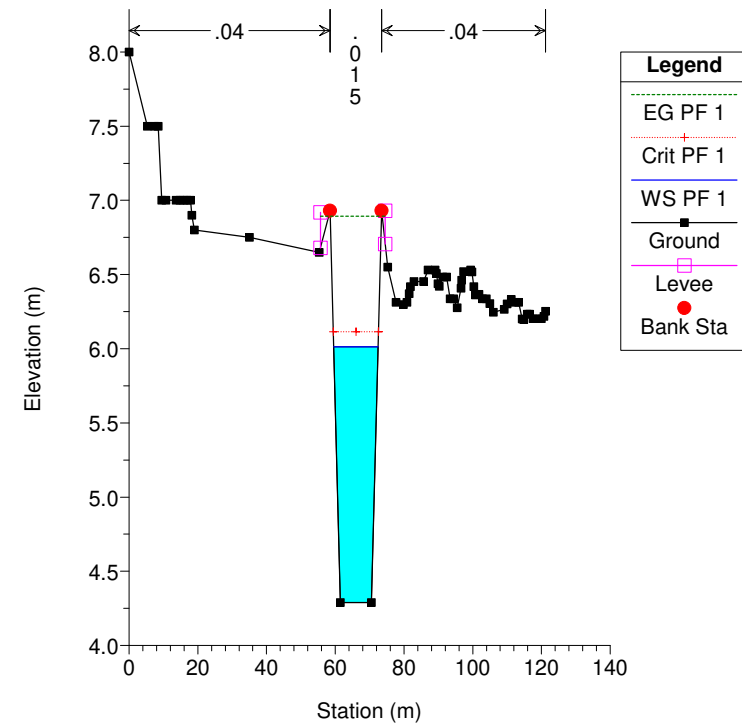
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



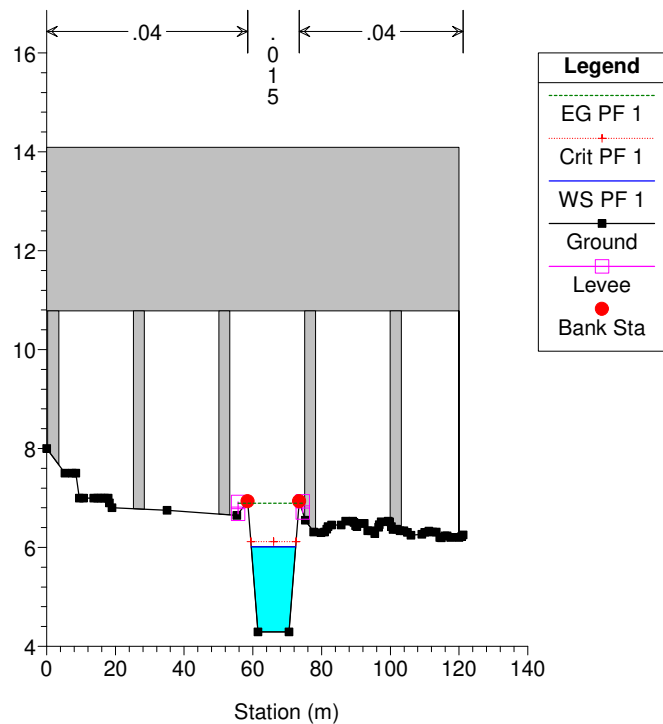
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



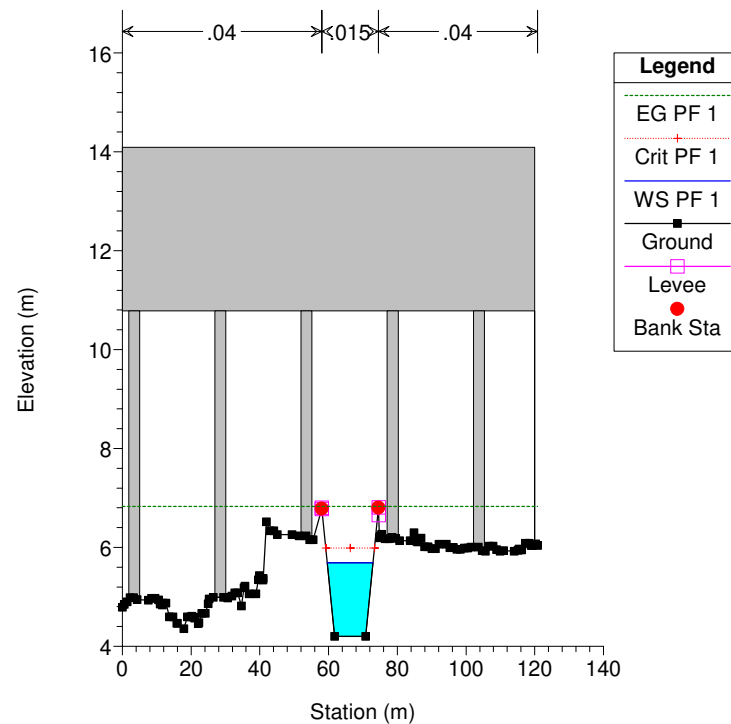
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



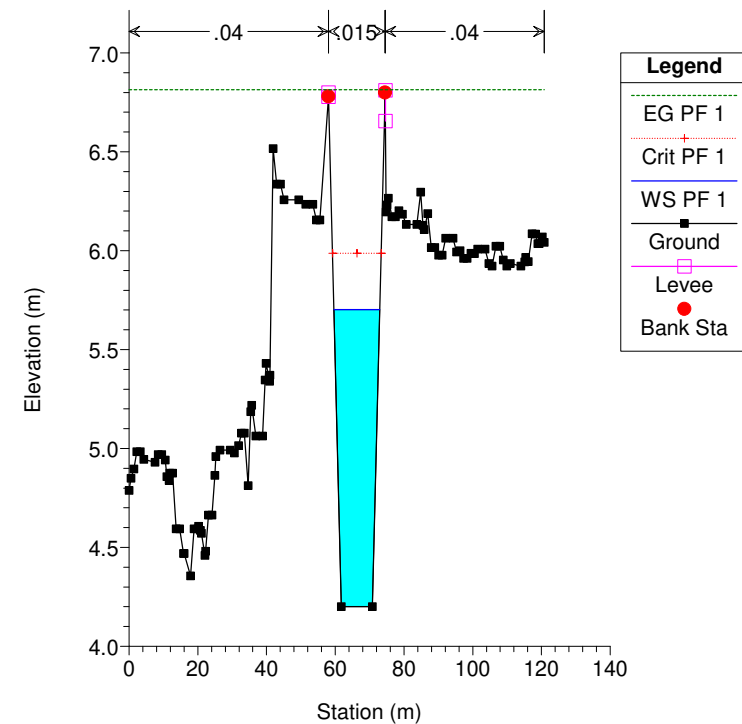
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



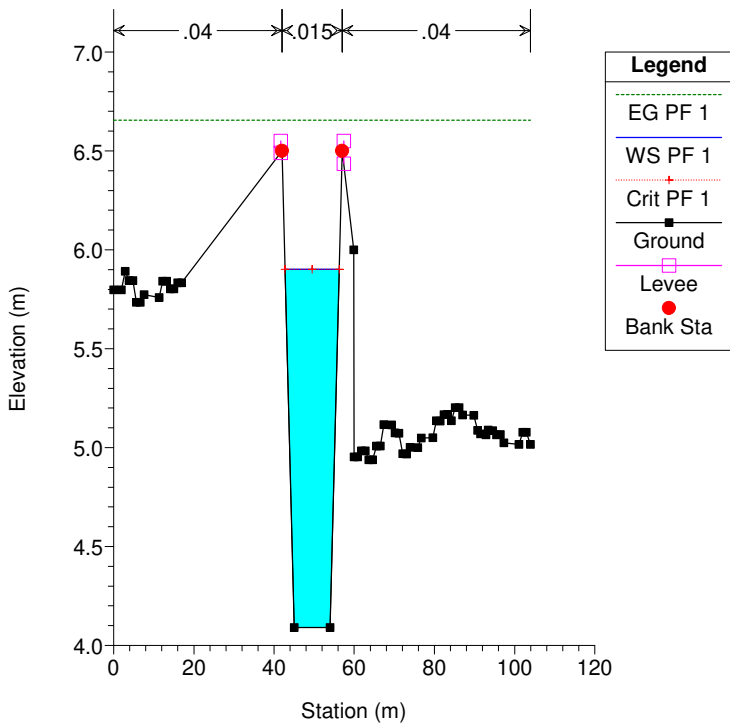
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



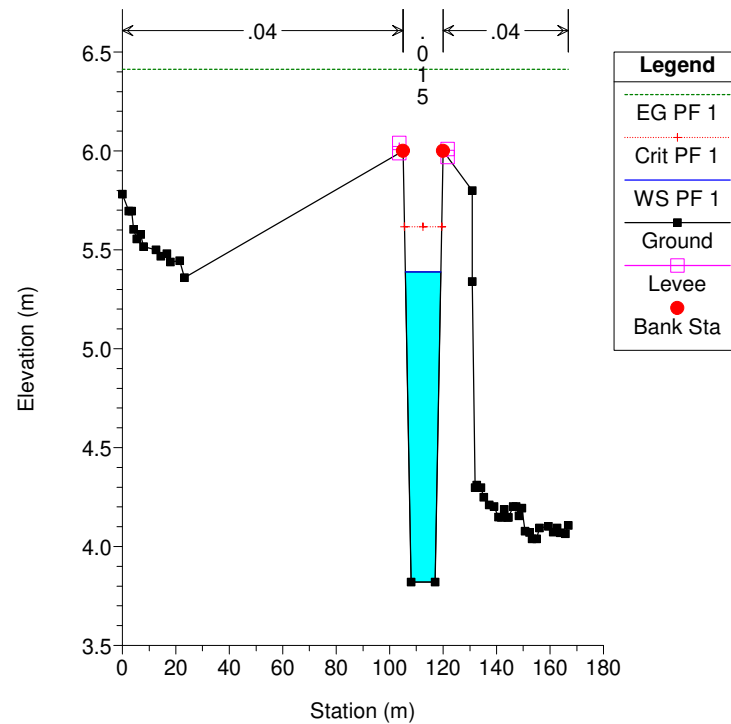
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



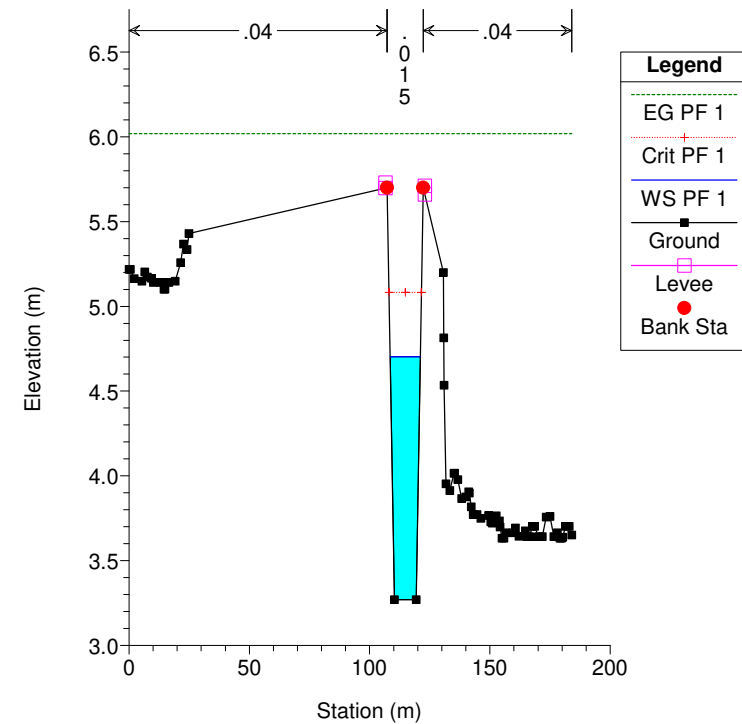
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



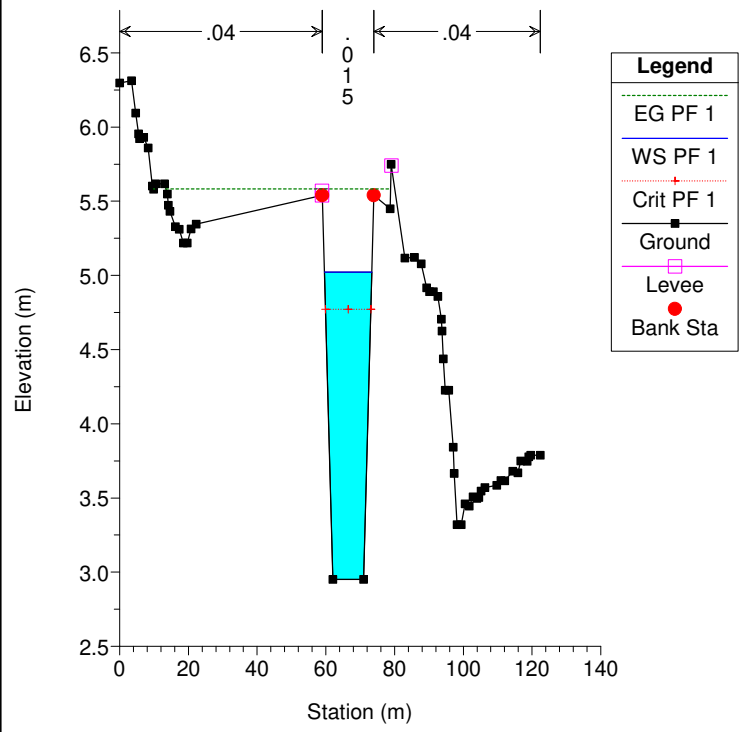
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



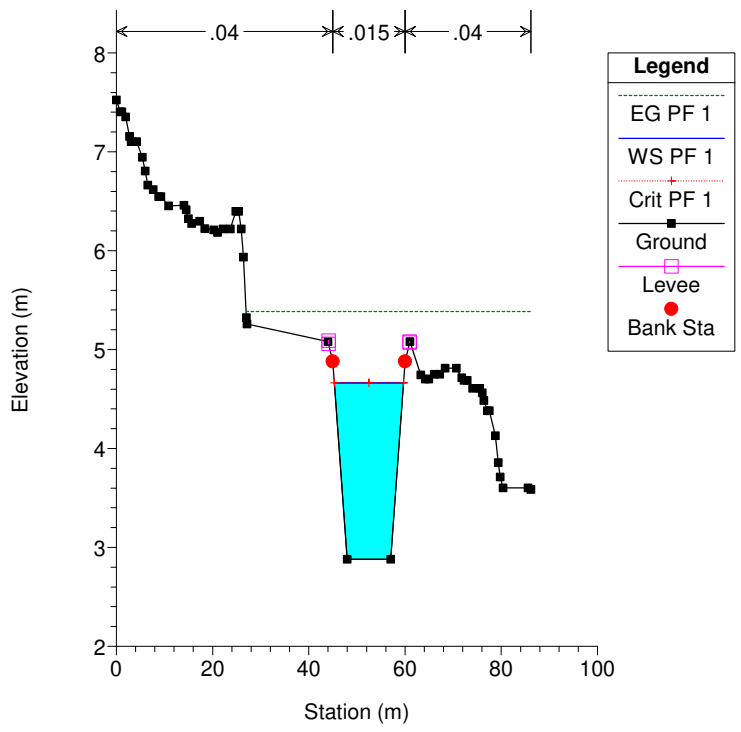
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



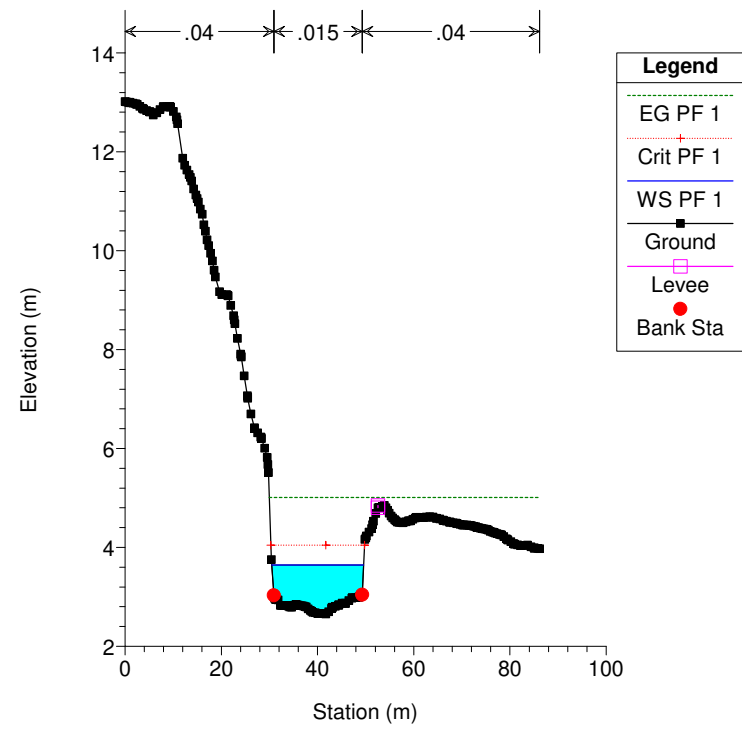
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



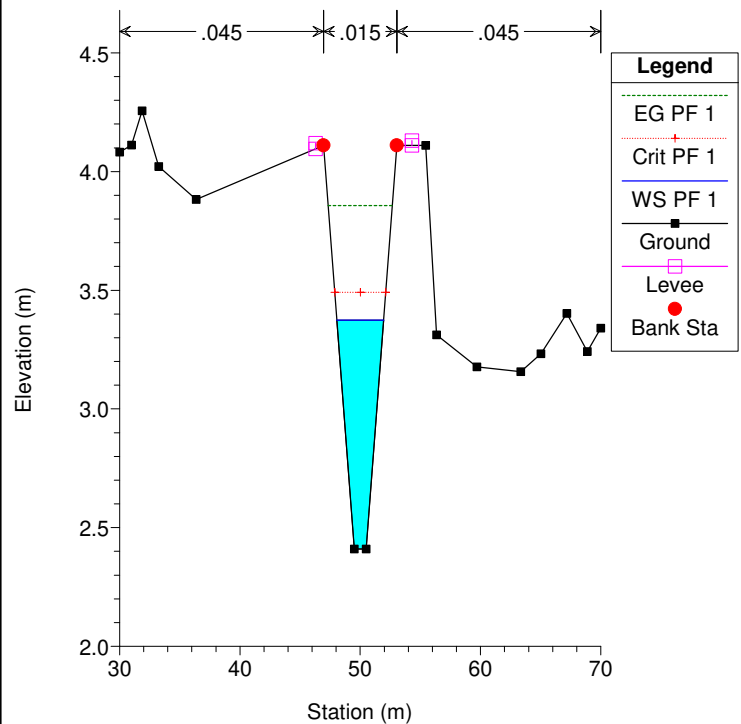
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



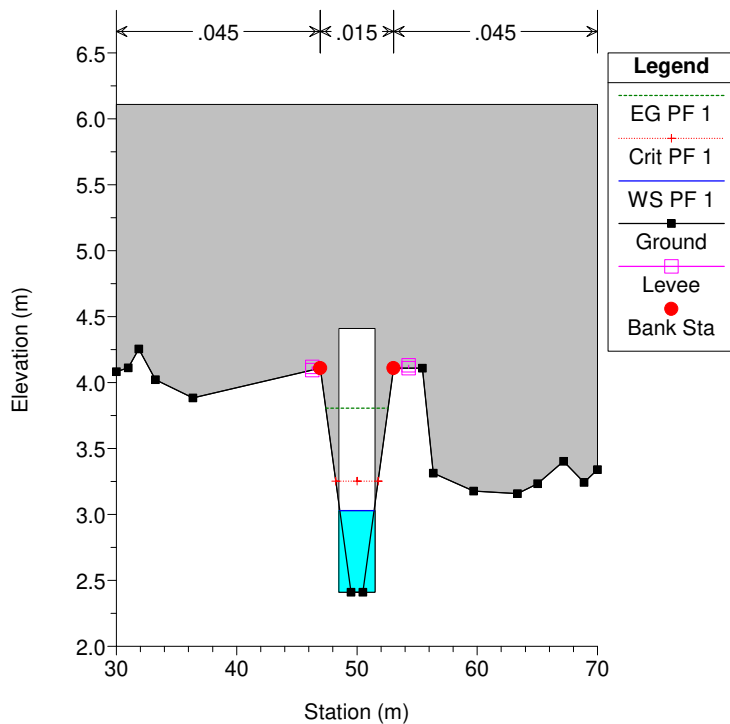
BACINO 9+900 Plan: TR 300 18/07/2018



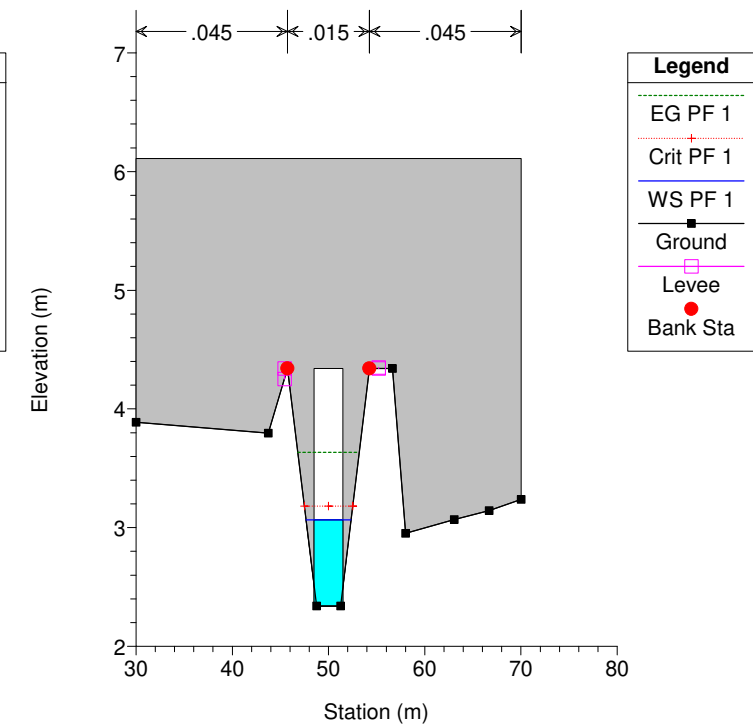
BACINO 10+700 Plan: TR 200 13/09/2018



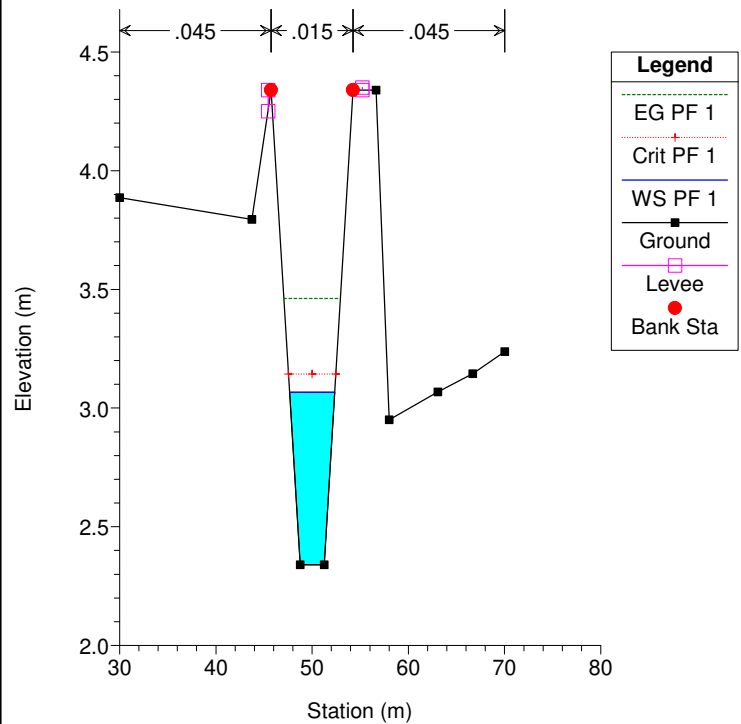
BACINO 10+700 Plan: TR 200 13/09/2018



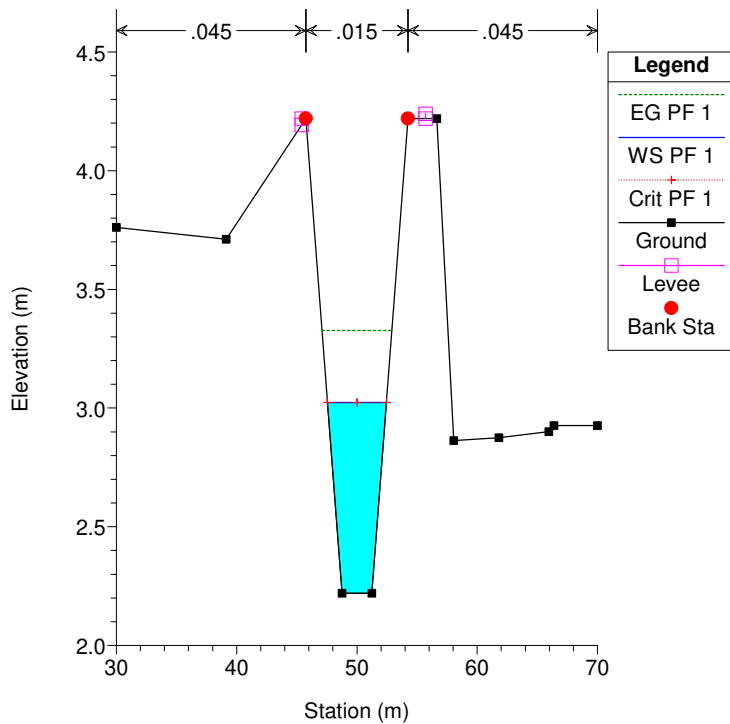
BACINO 10+700 Plan: TR 200 13/09/2018



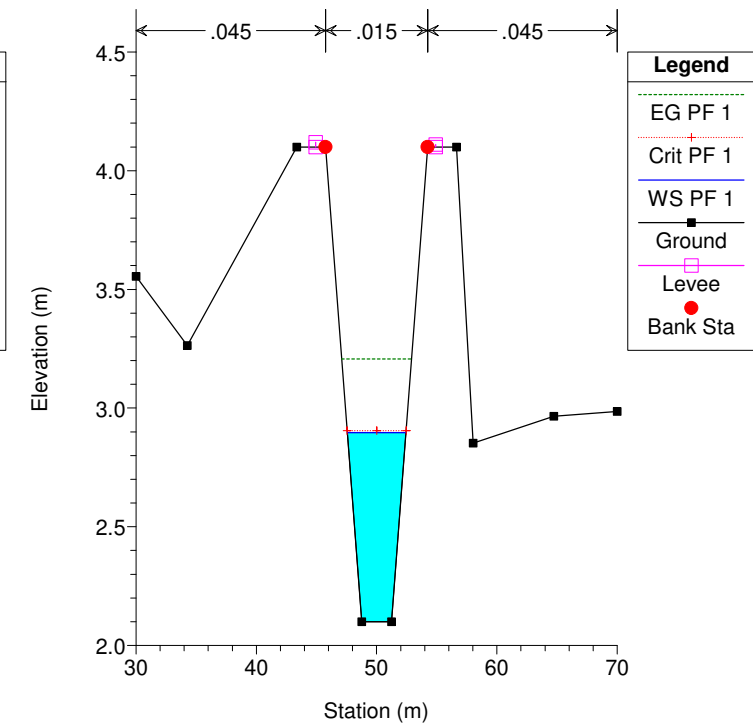
BACINO 10+700 Plan: TR 200 13/09/2018

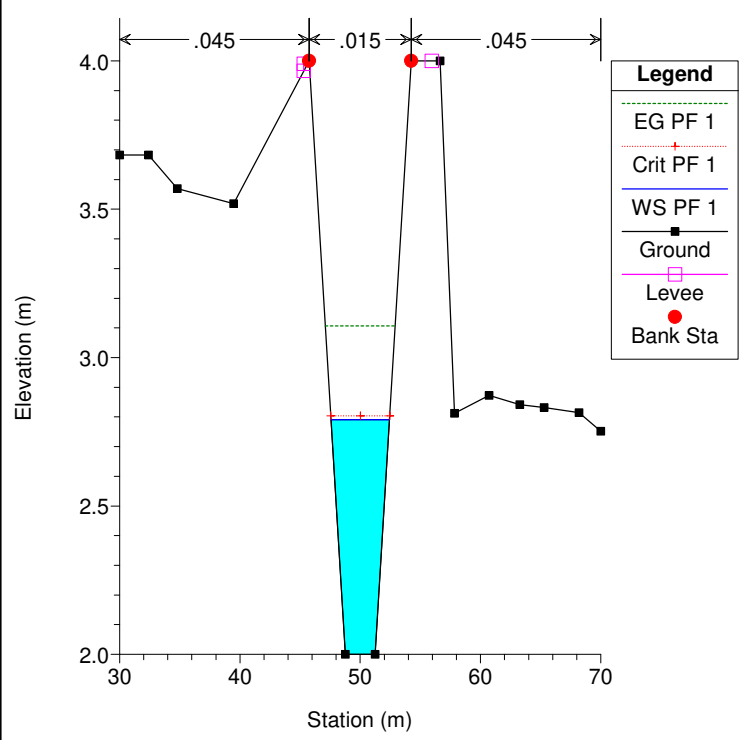


BACINO 10+700 Plan: TR 200 13/09/2018

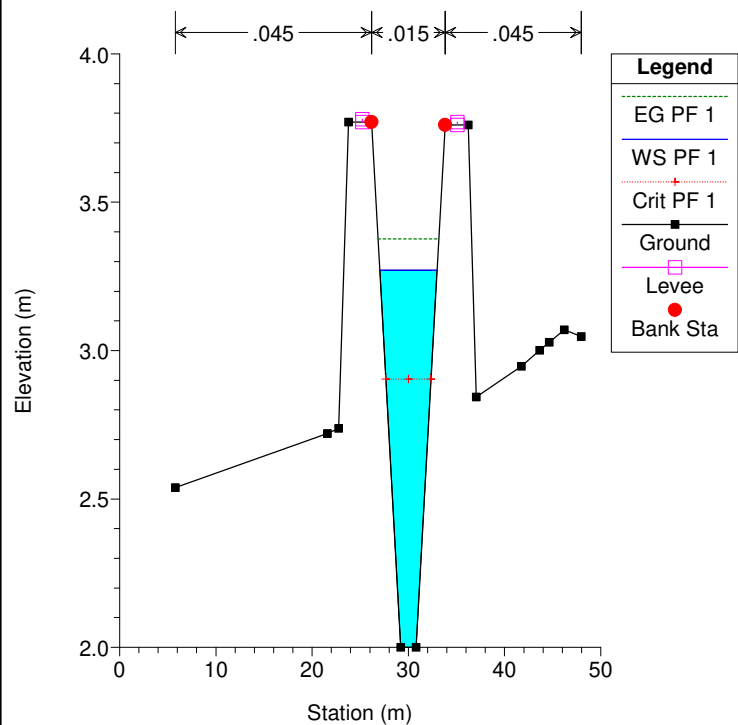


BACINO 10+700 Plan: TR 200 13/09/2018

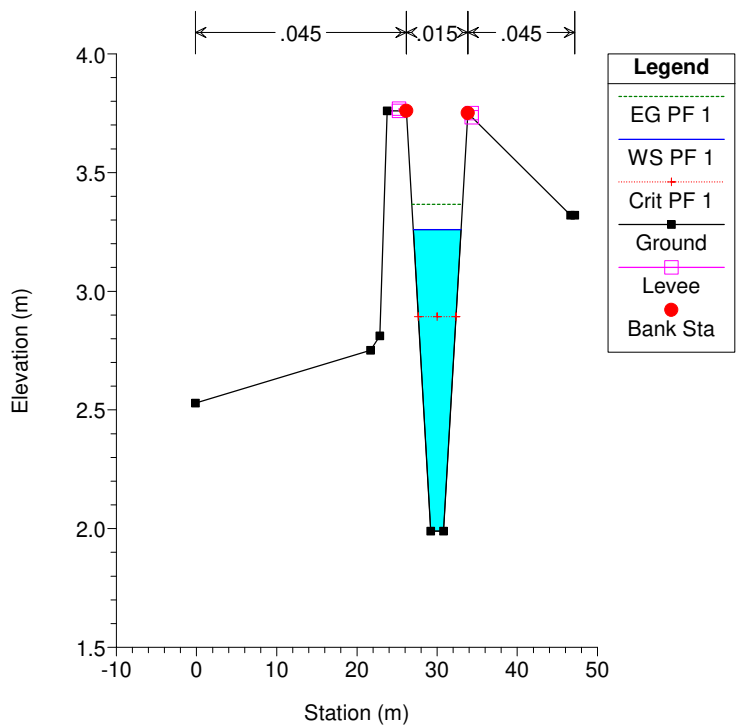




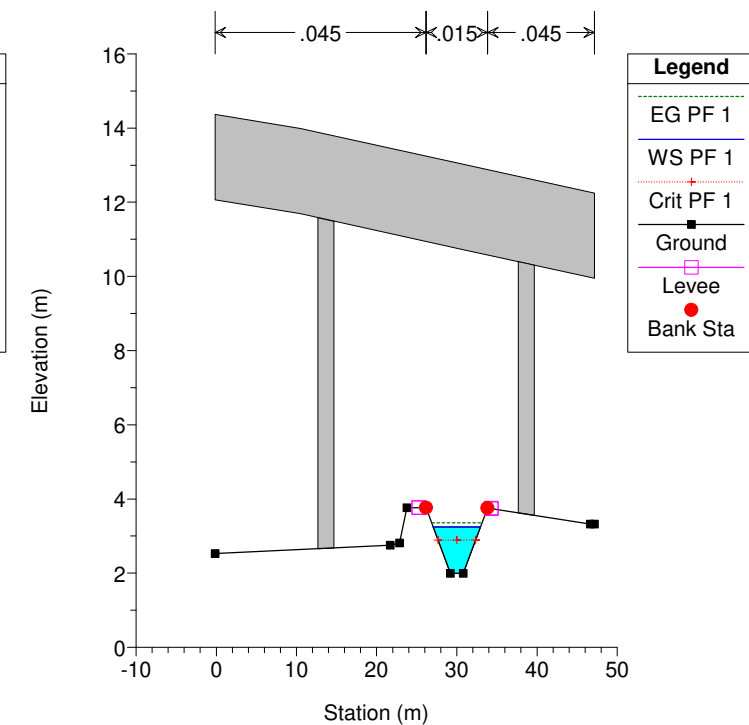
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018



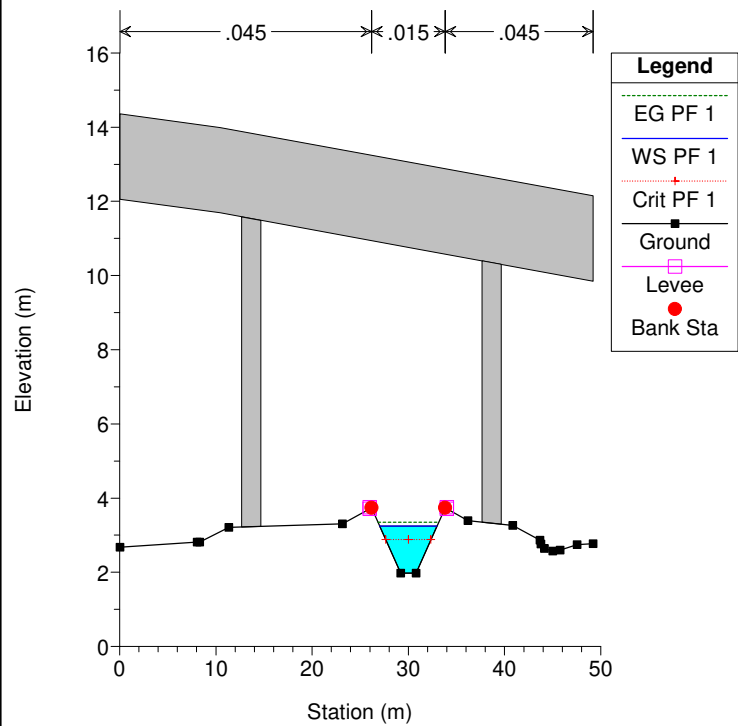
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018



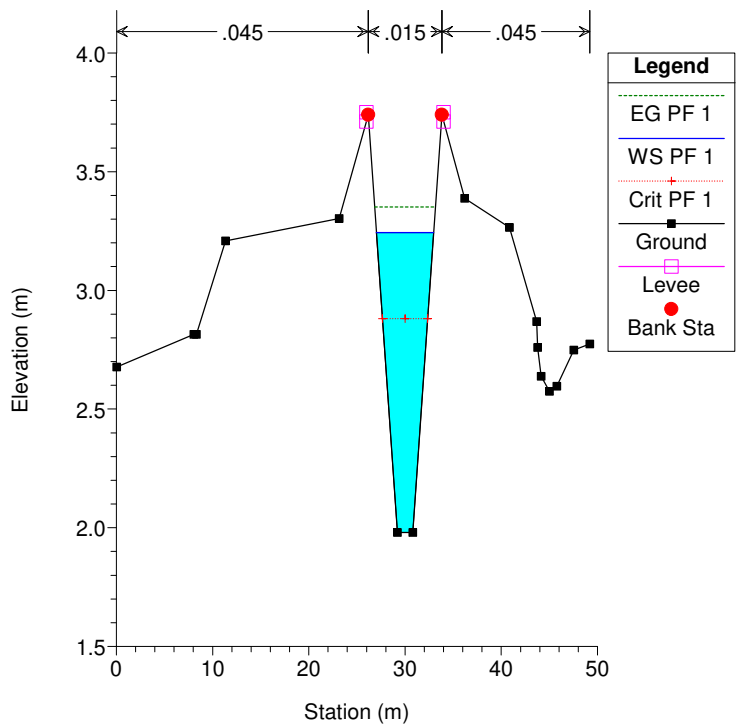
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018



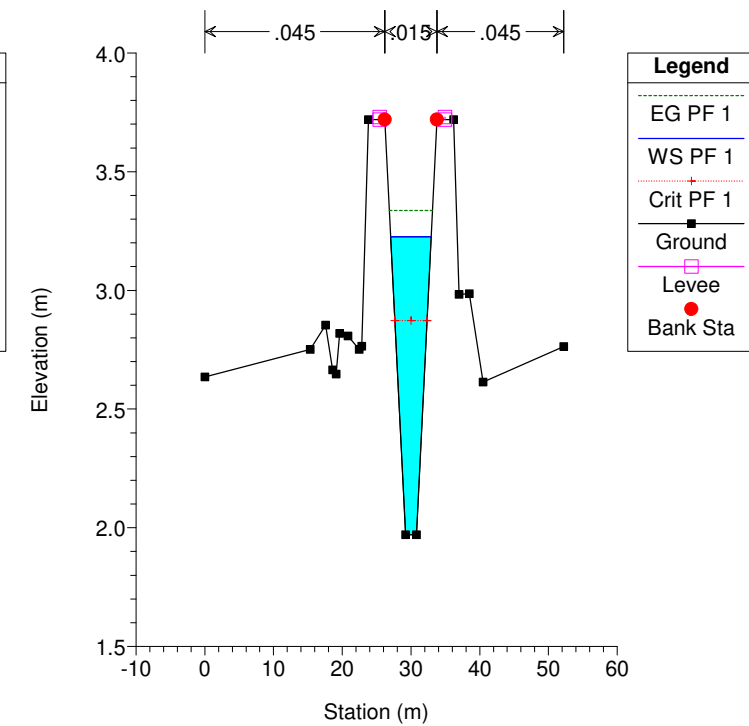
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018



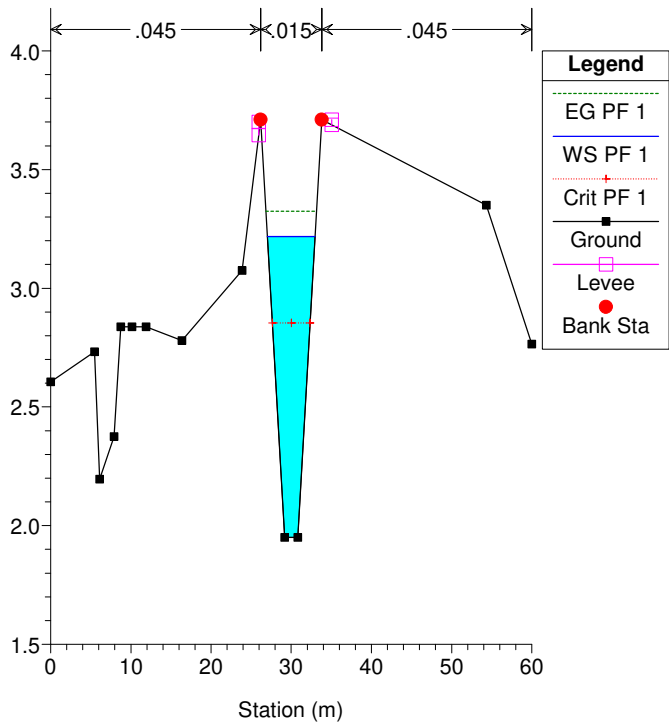
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018



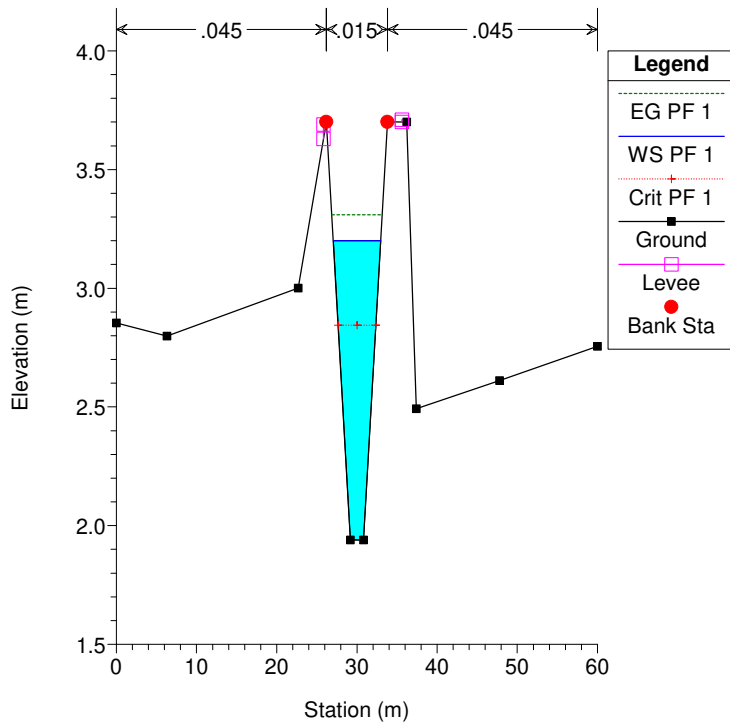
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018



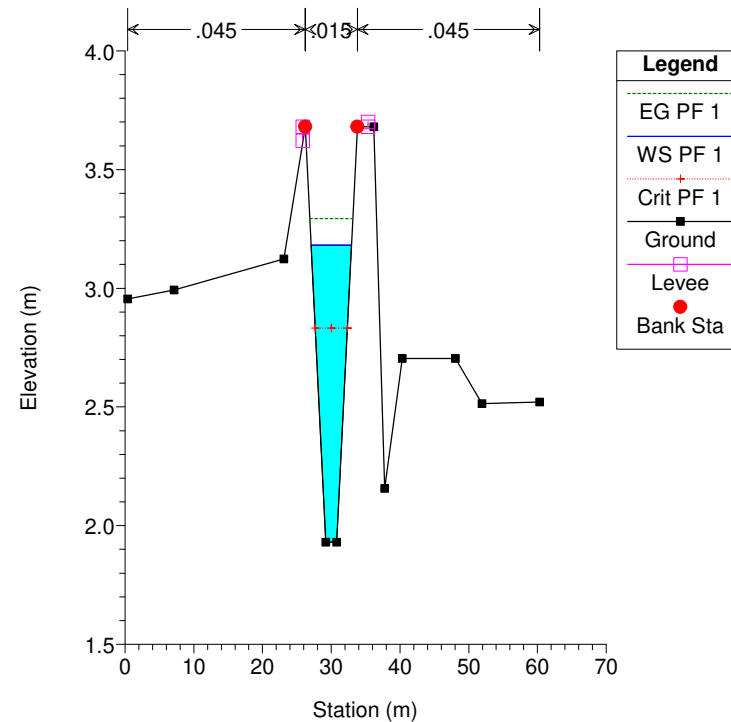
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018



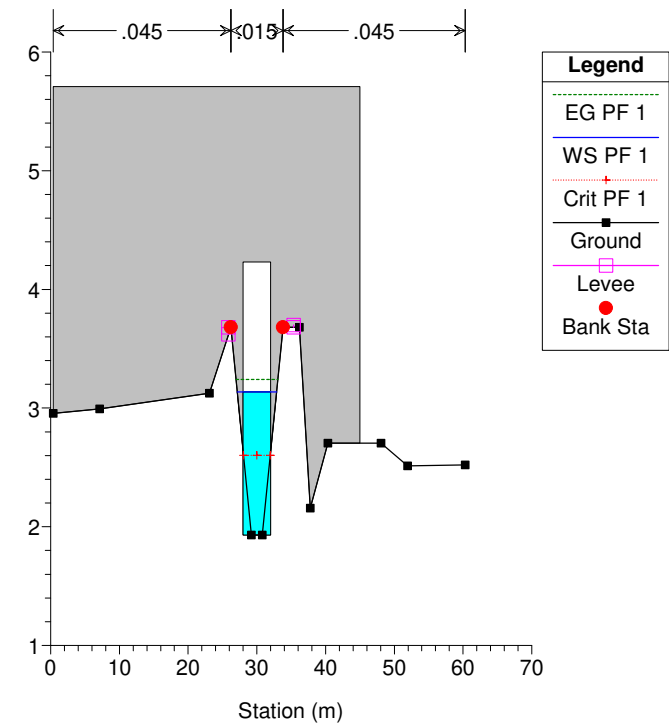
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018



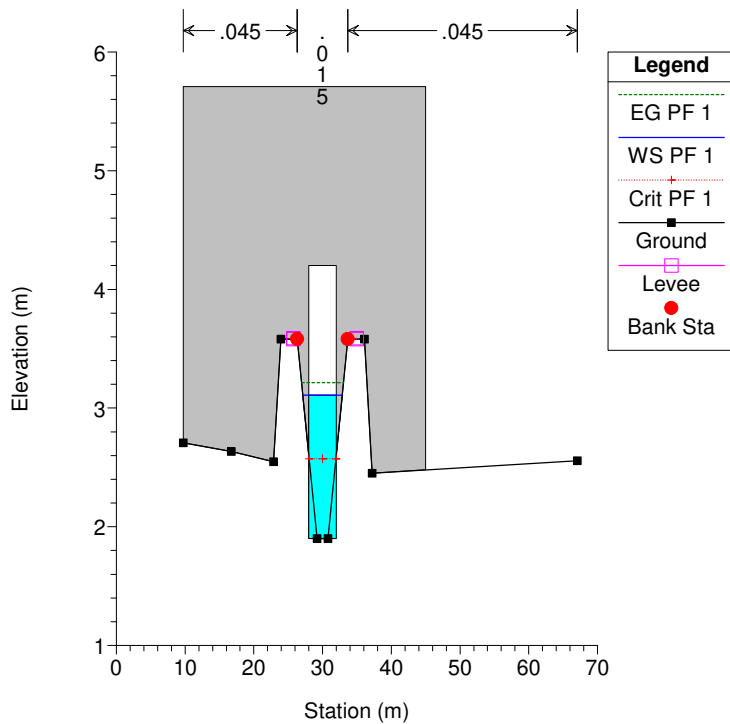
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018



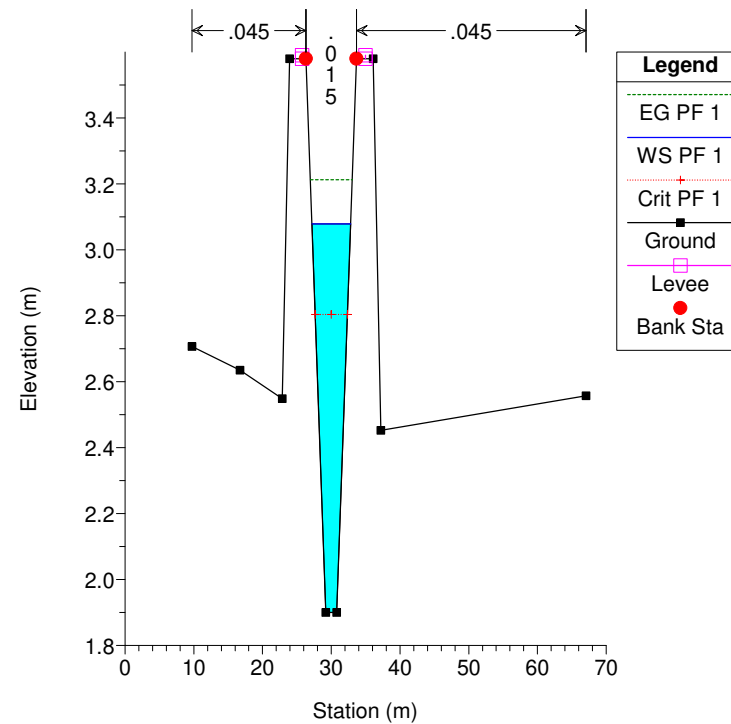
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018



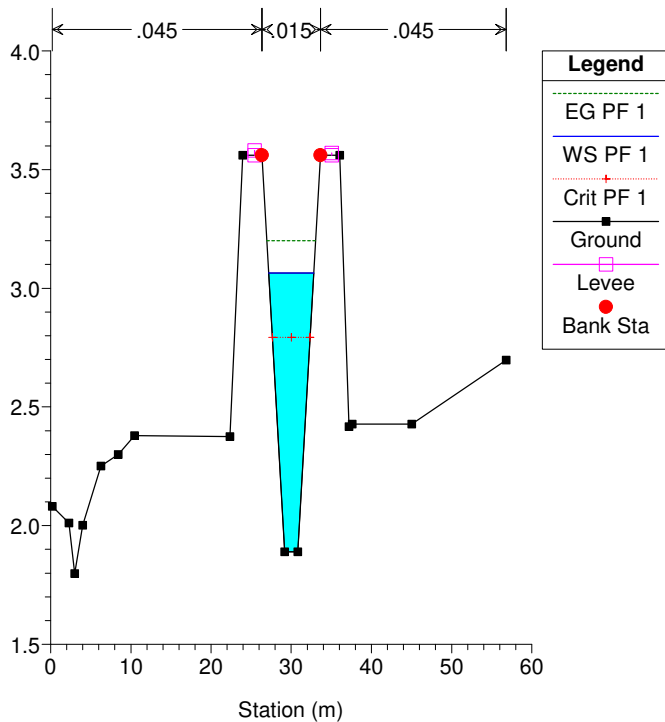
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018



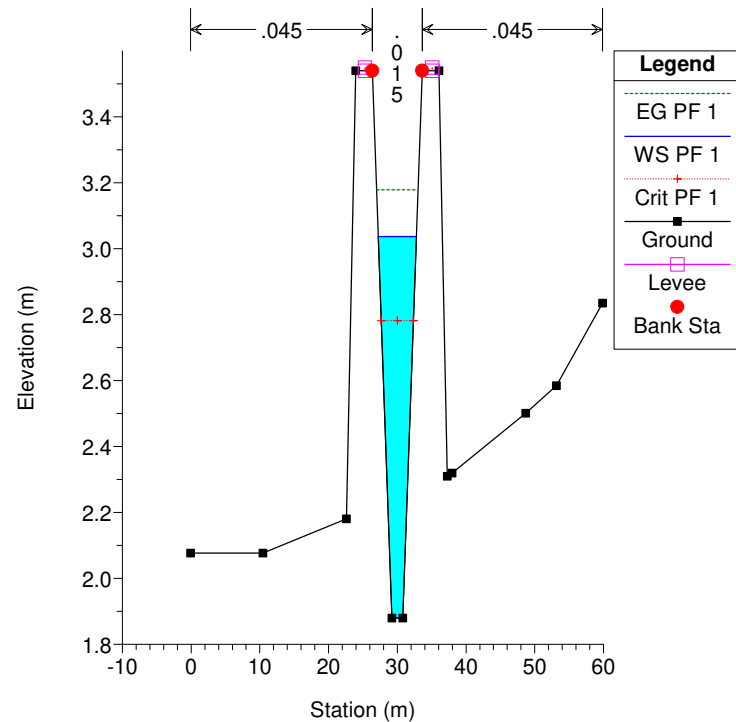
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018



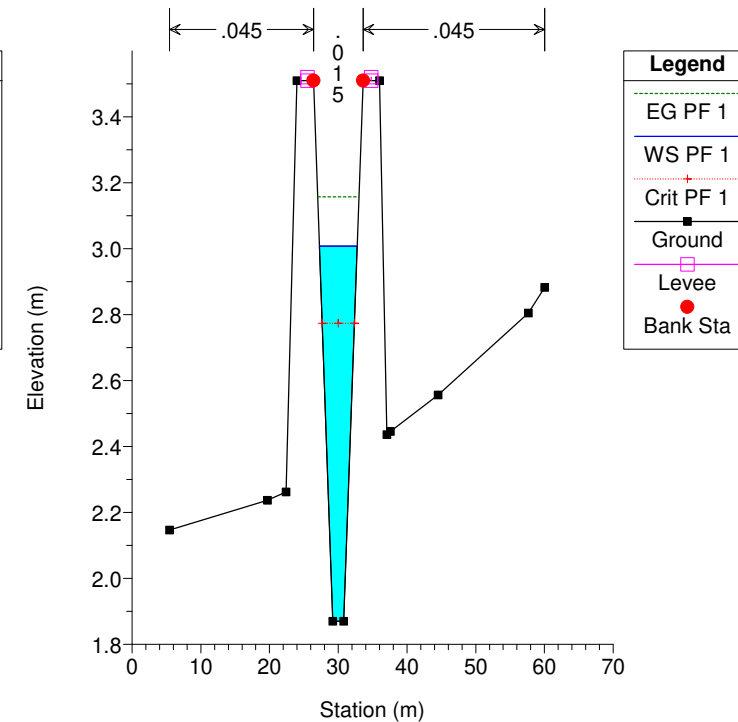
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018



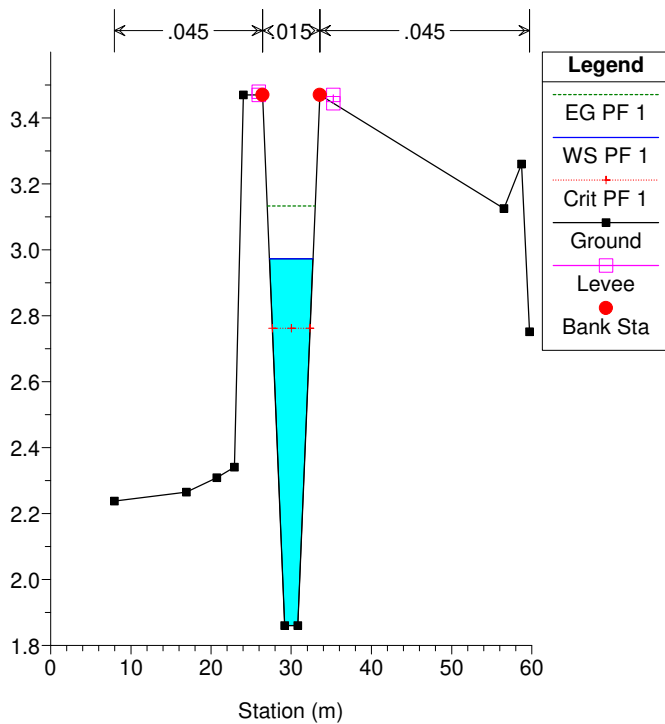
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018



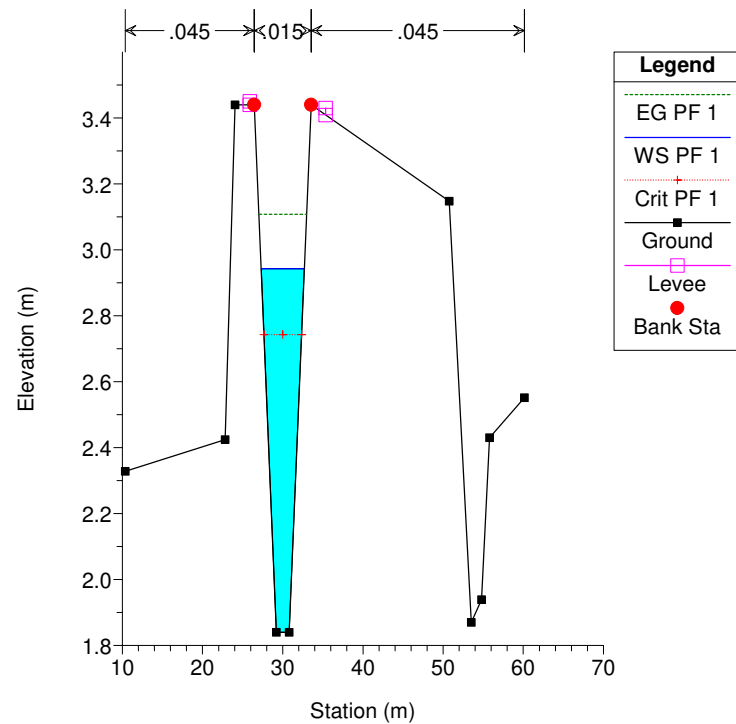
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018



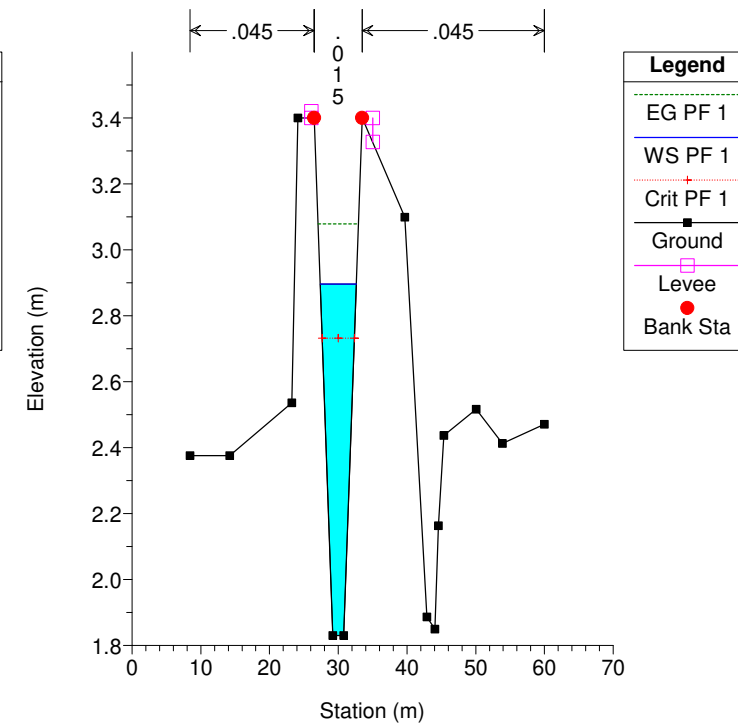
Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018

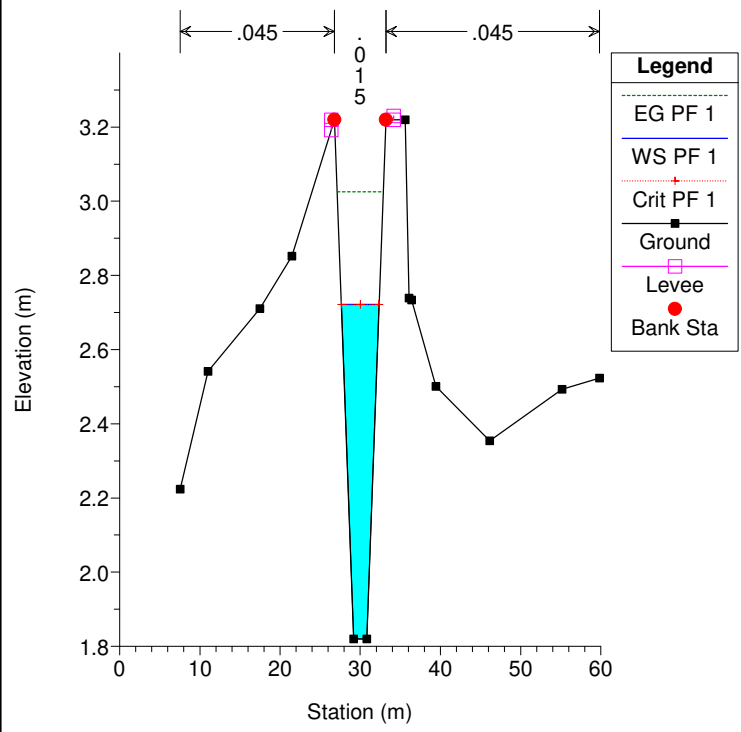


Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018

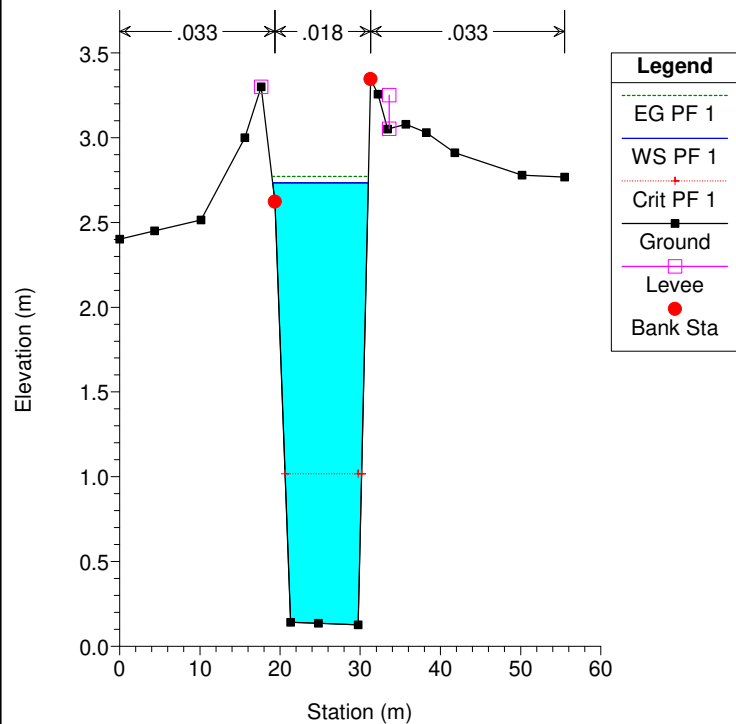


Bacino pk 12+250 Plan: TR 200 anni 13/09/2018

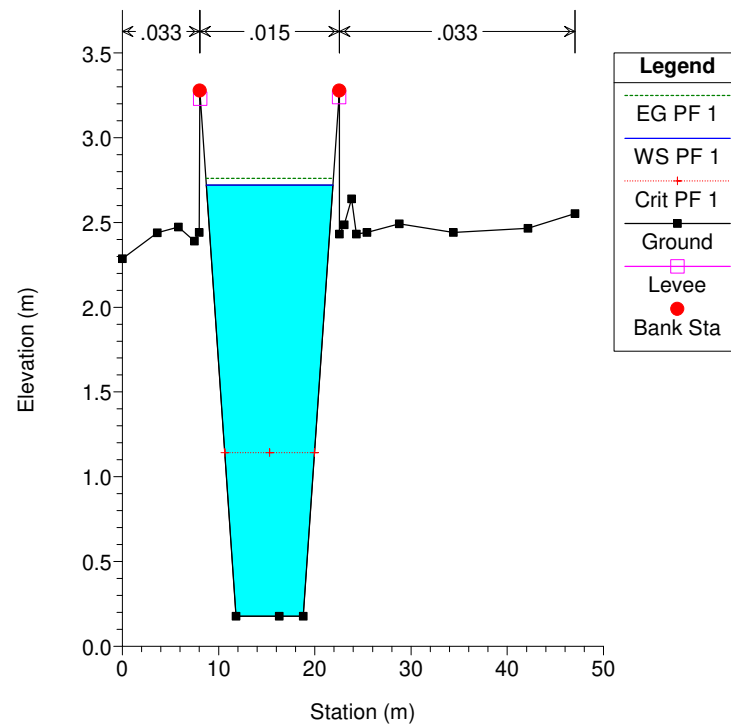




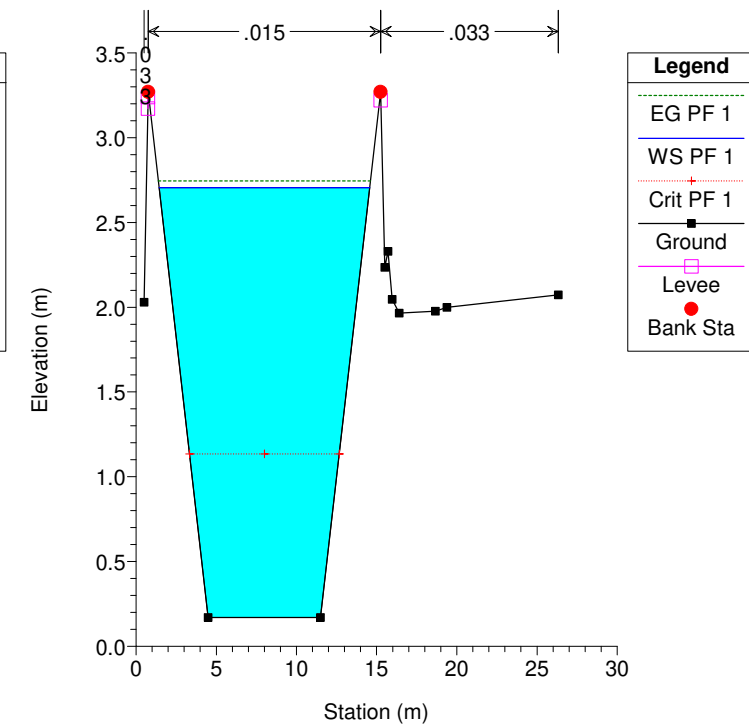
pk 13+8000 Plan: Tr200_q2 12/07/2018



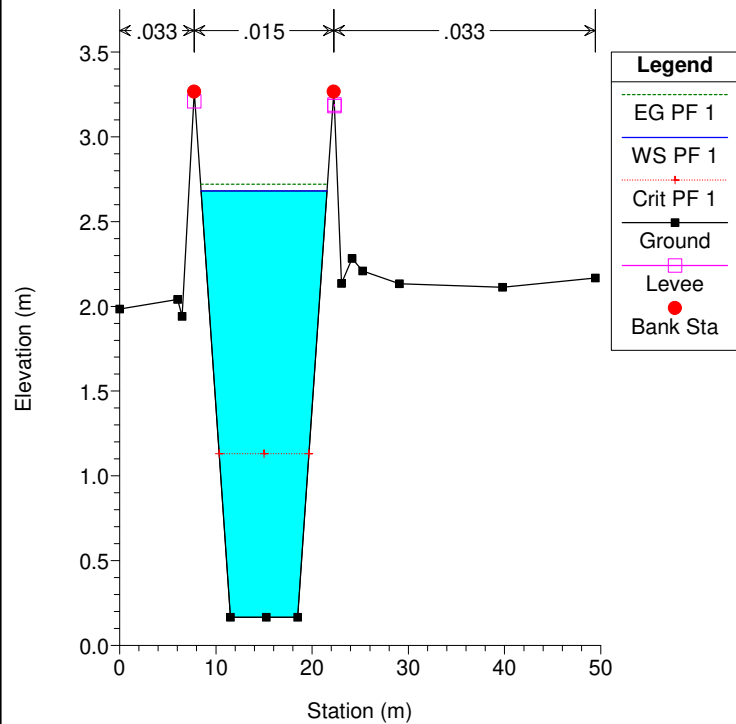
pk 13+8000 Plan: Tr200_q2 12/07/2018



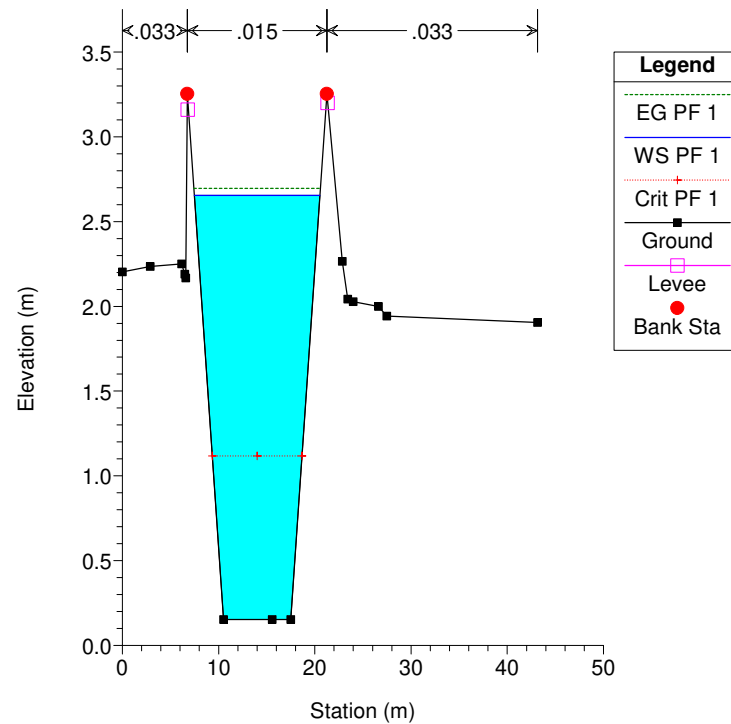
pk 13+8000 Plan: Tr200_q2 12/07/2018



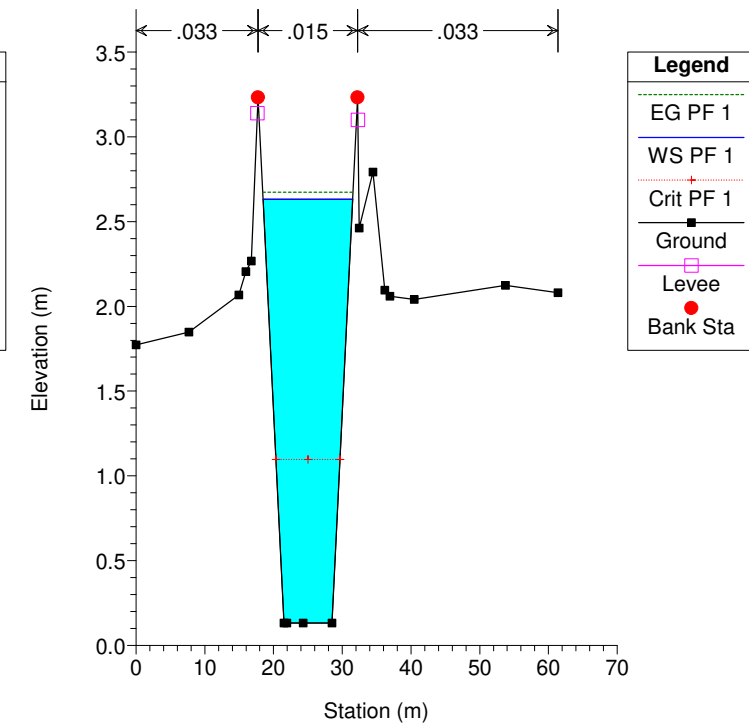
pk 13+8000 Plan: Tr200_q2 12/07/2018



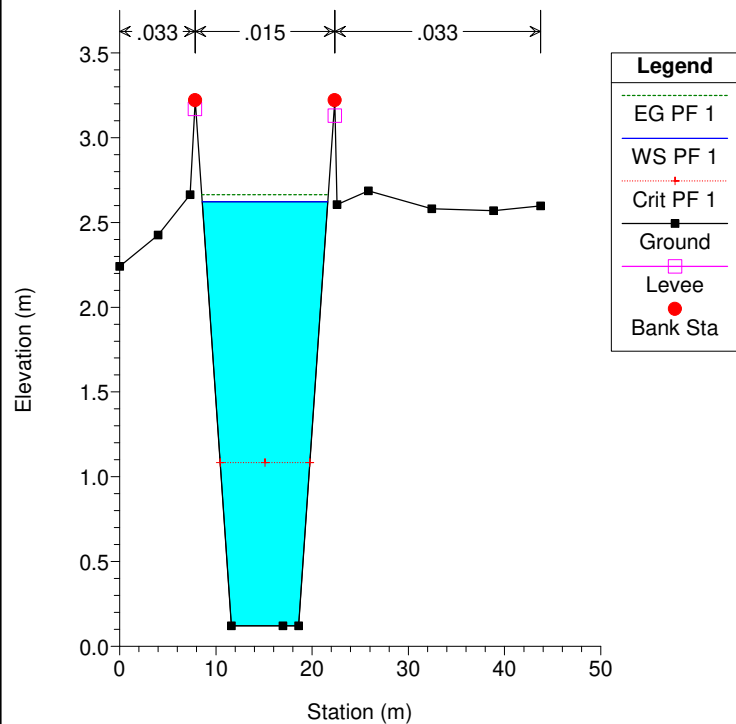
pk 13+8000 Plan: Tr200_q2 12/07/2018



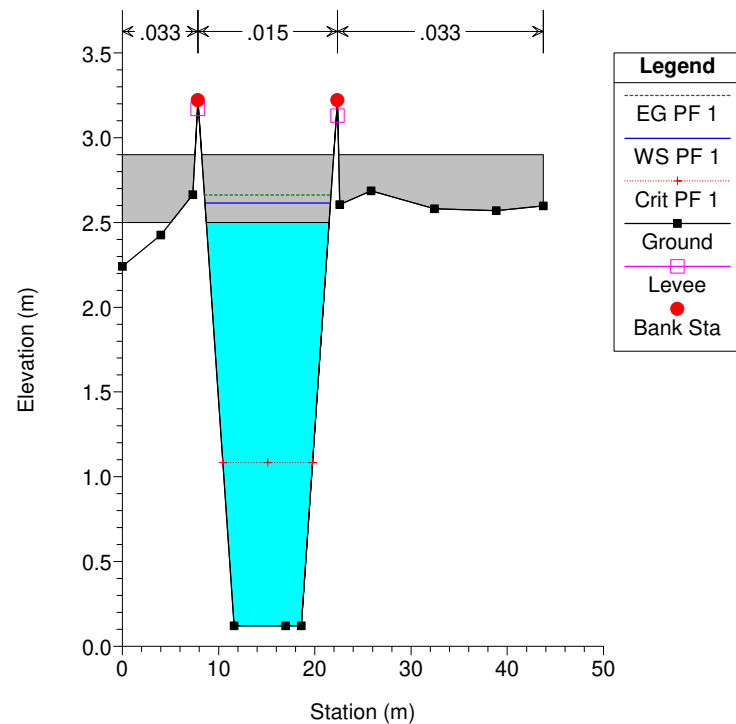
pk 13+8000 Plan: Tr200_q2 12/07/2018



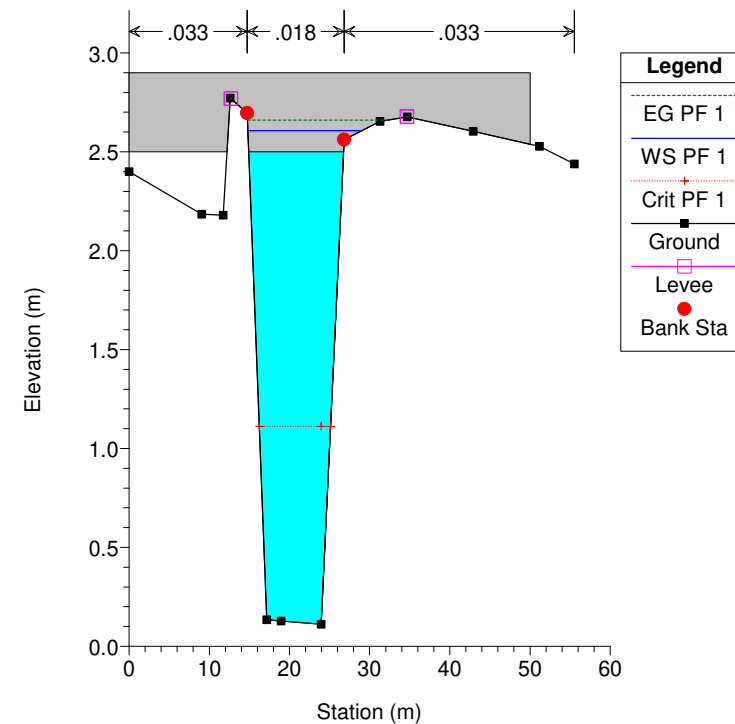
pk 13+8000 Plan: Tr200_q2 12/07/2018



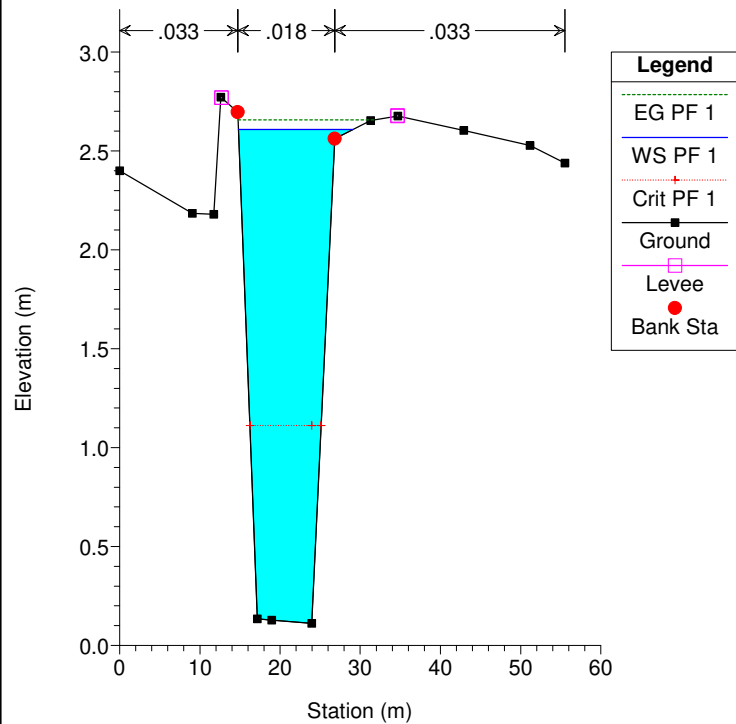
pk 13+8000 Plan: Tr200_q2 12/07/2018



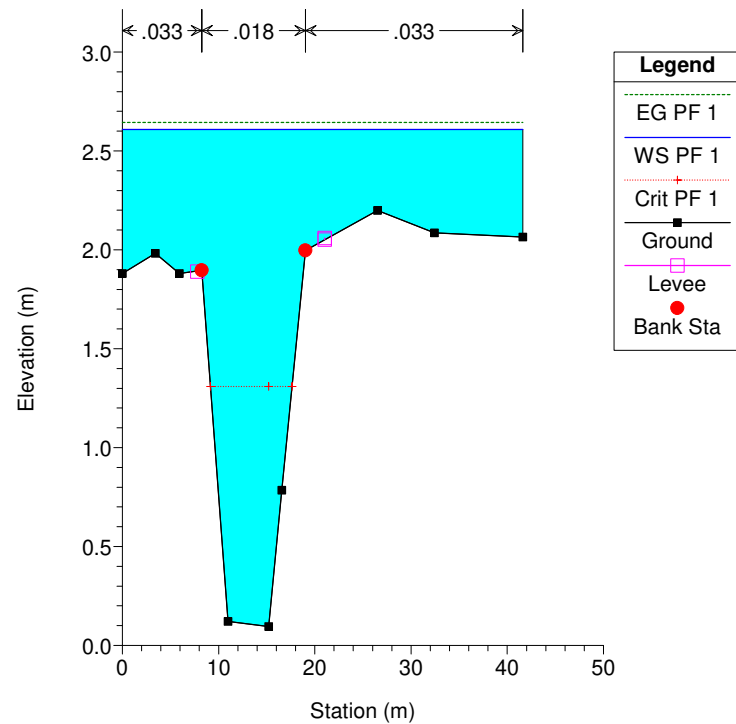
pk 13+8000 Plan: Tr200_q2 12/07/2018



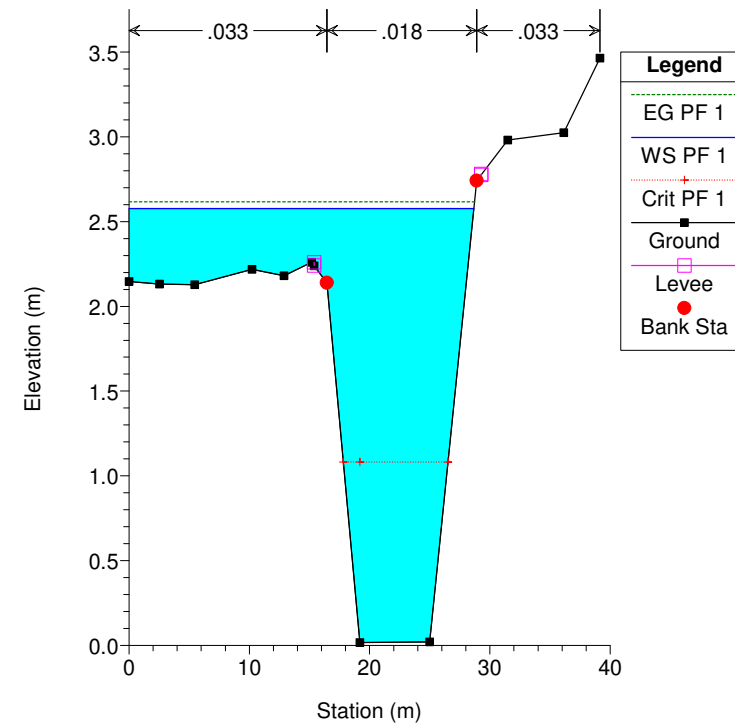
pk 13+8000 Plan: Tr200_q2 12/07/2018

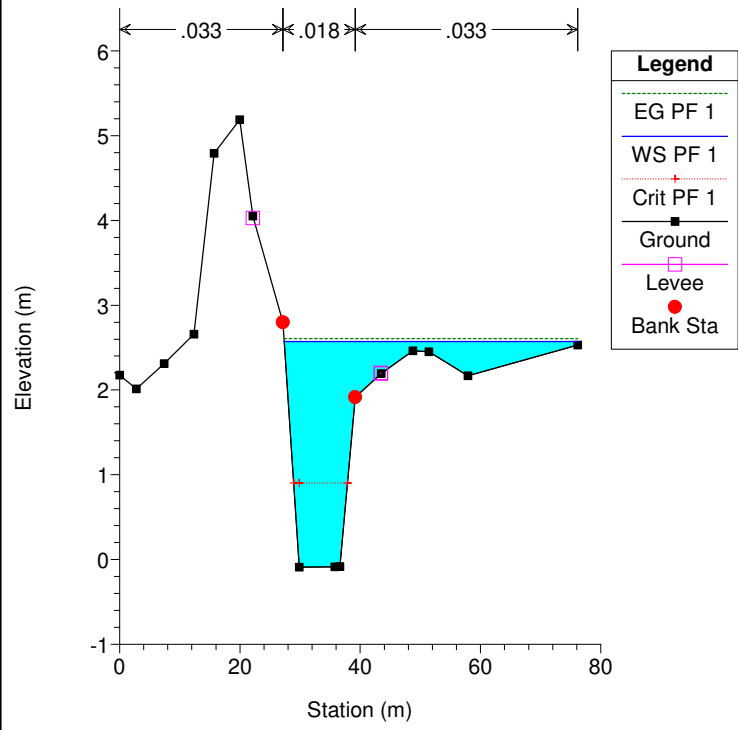


pk 13+8000 Plan: Tr200_q2 12/07/2018

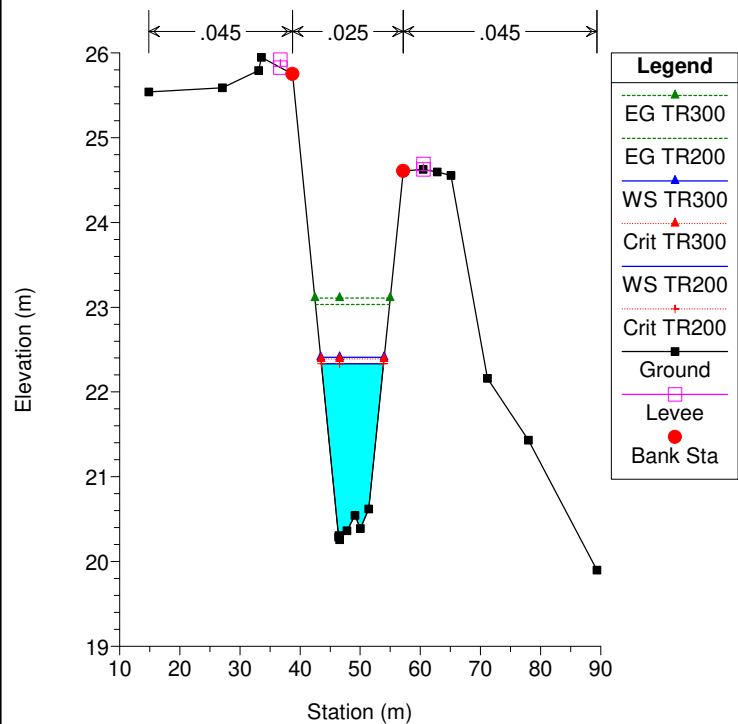


pk 13+8000 Plan: Tr200_q2 12/07/2018

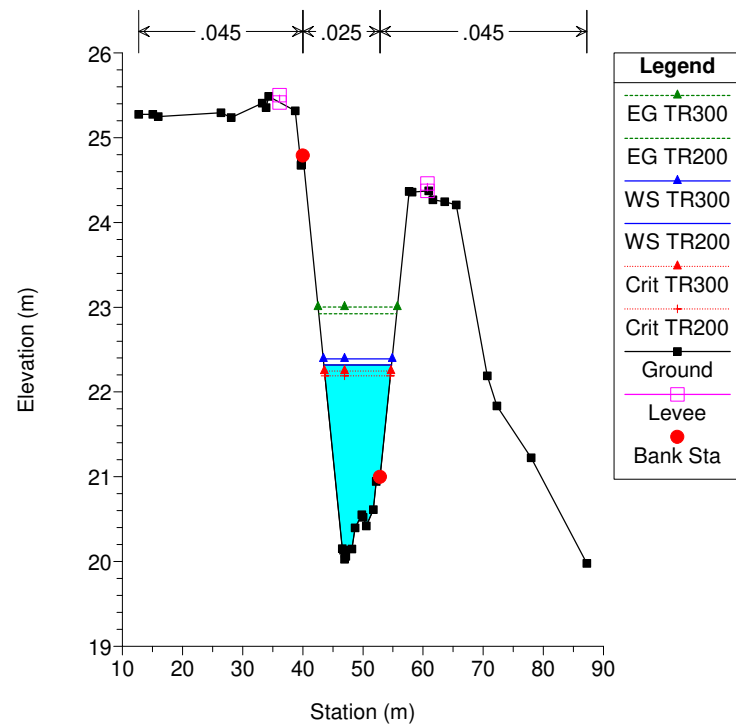




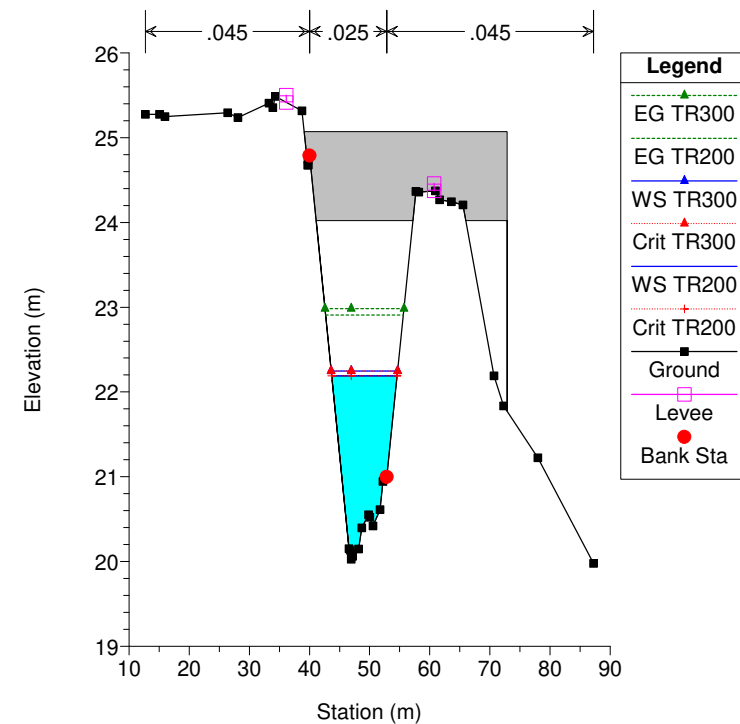
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



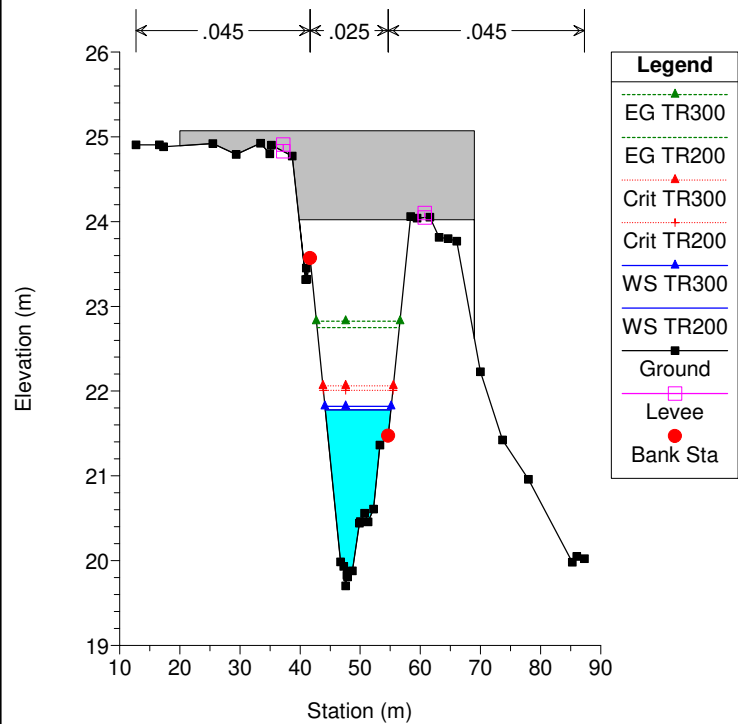
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



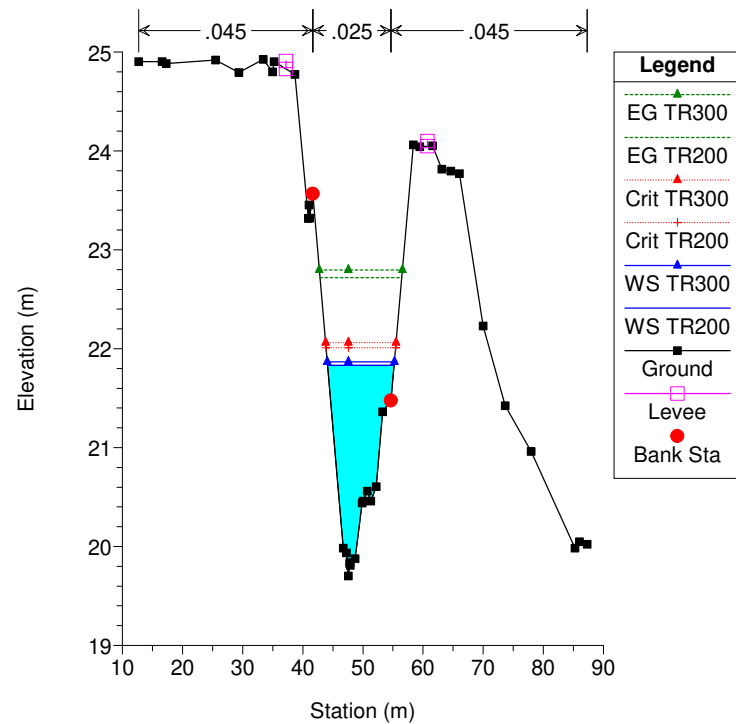
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



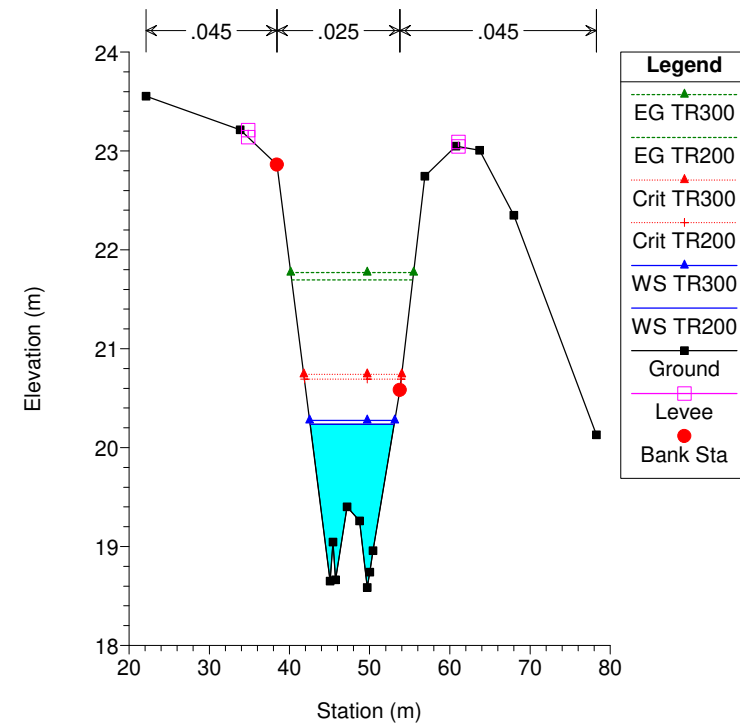
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



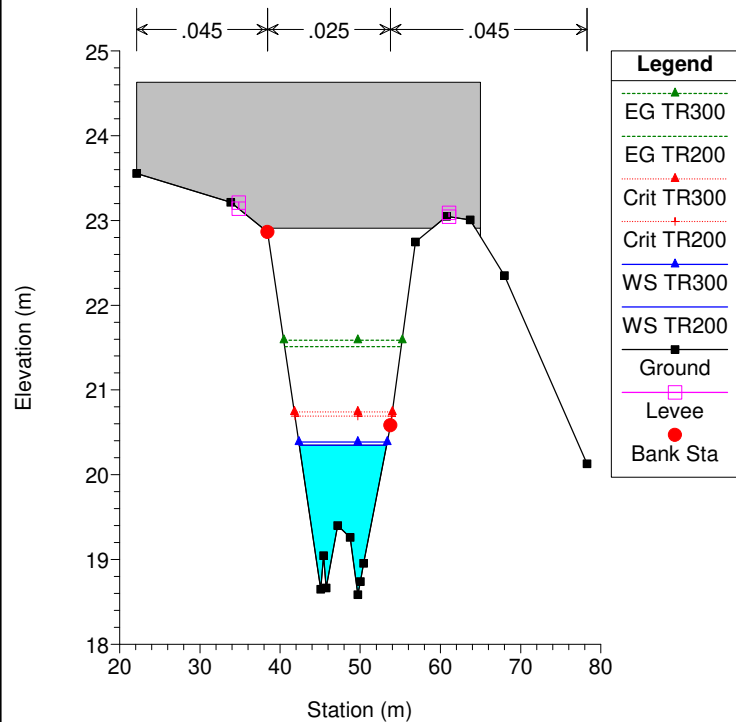
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



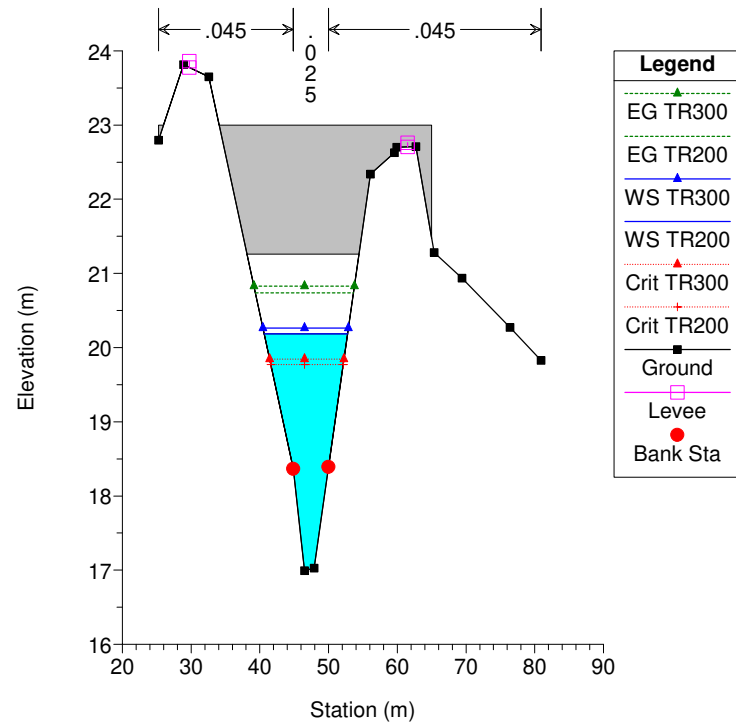
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



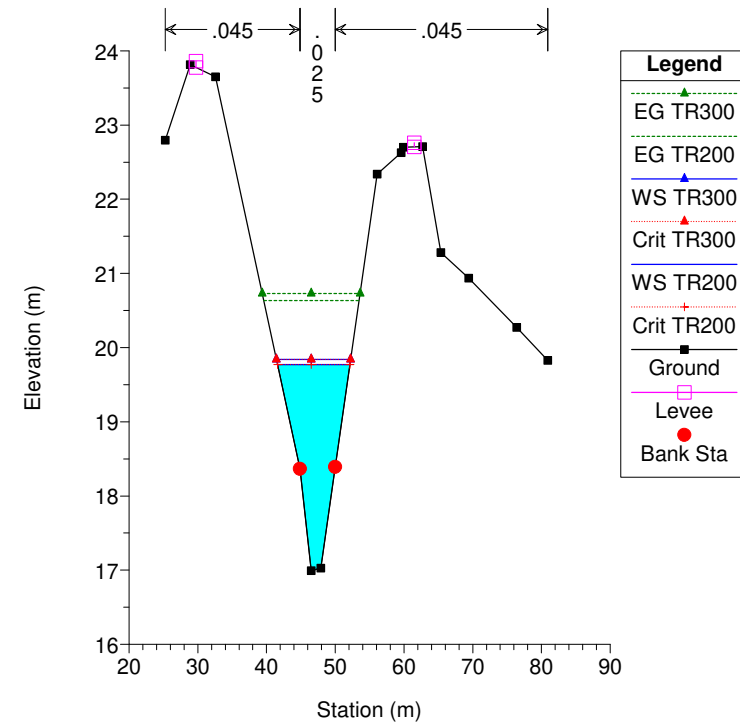
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



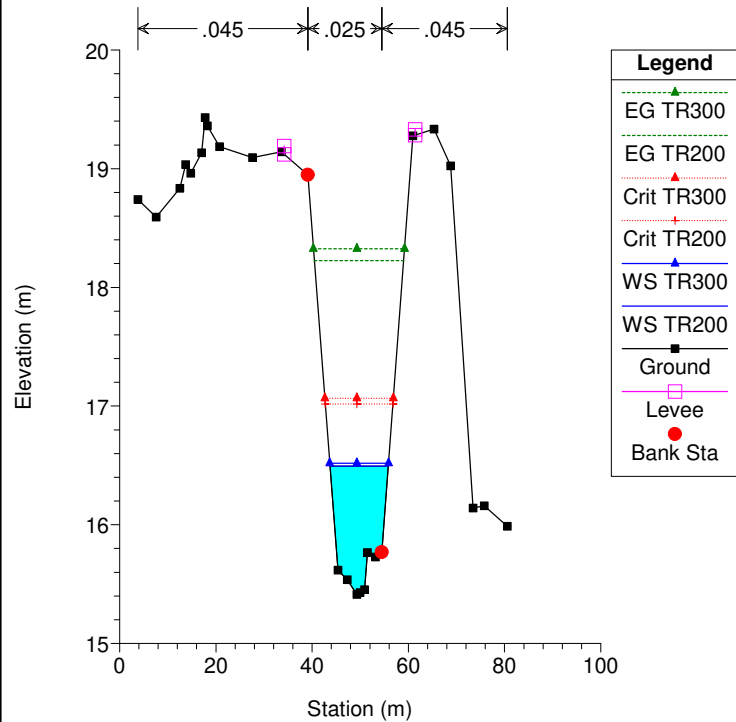
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



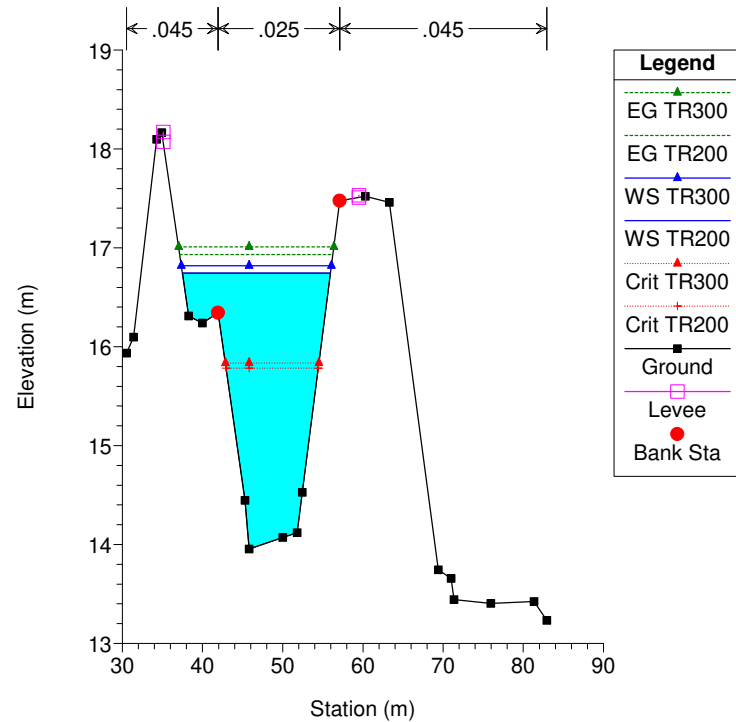
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



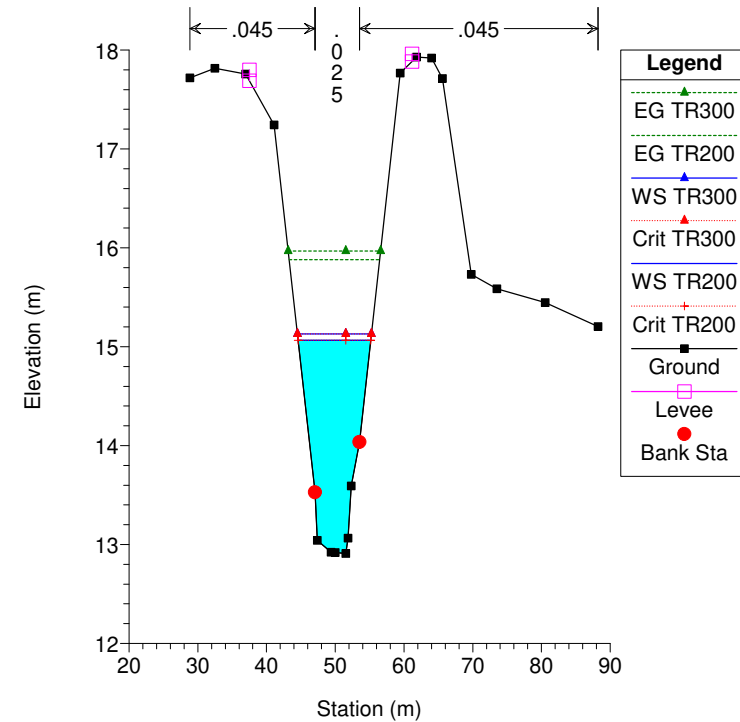
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



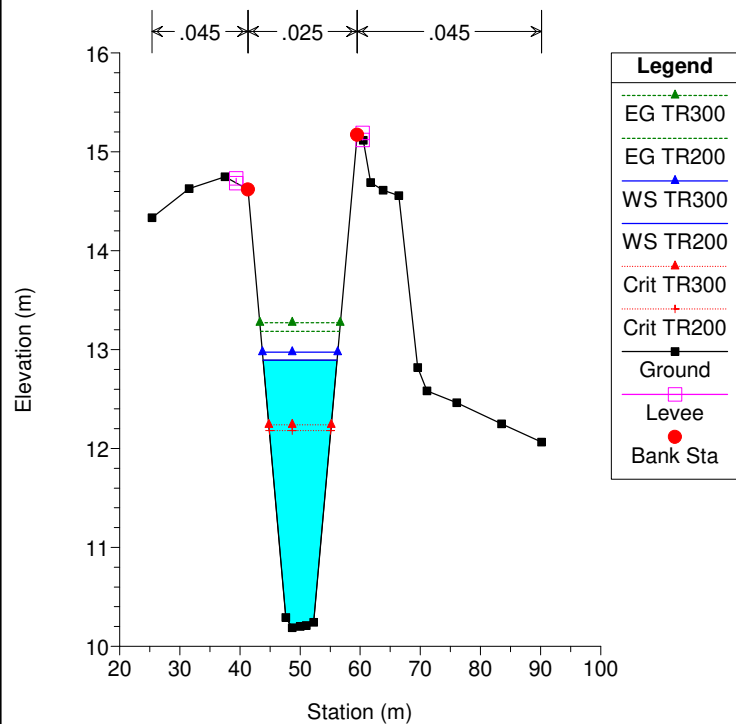
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



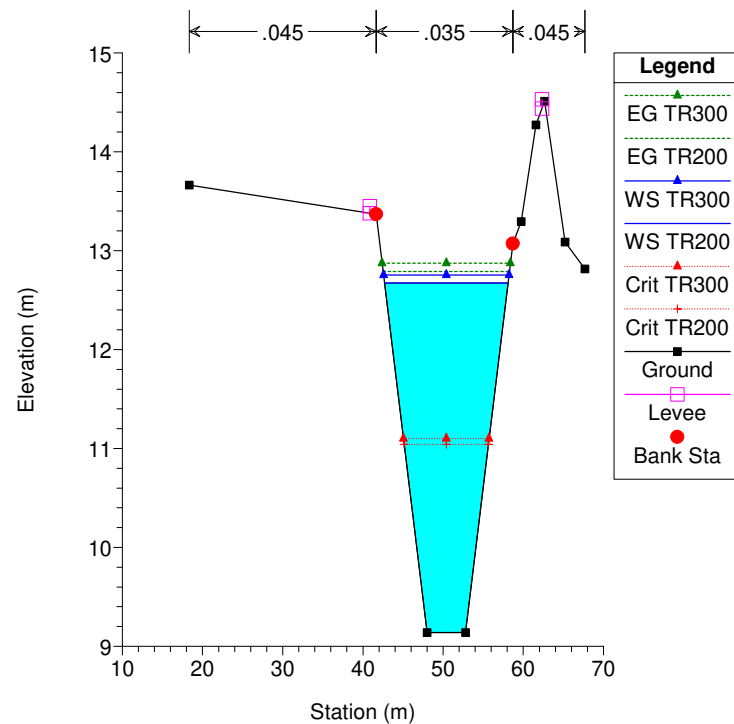
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



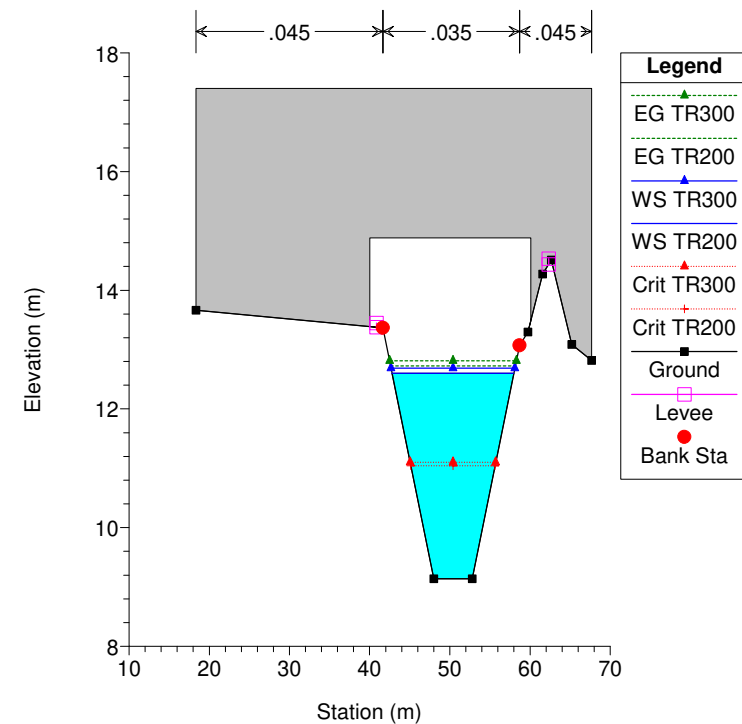
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



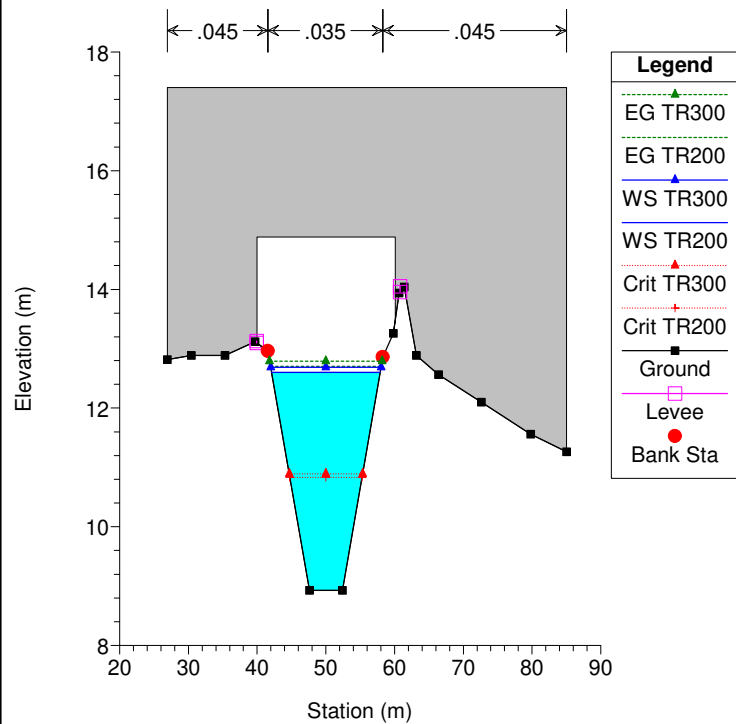
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



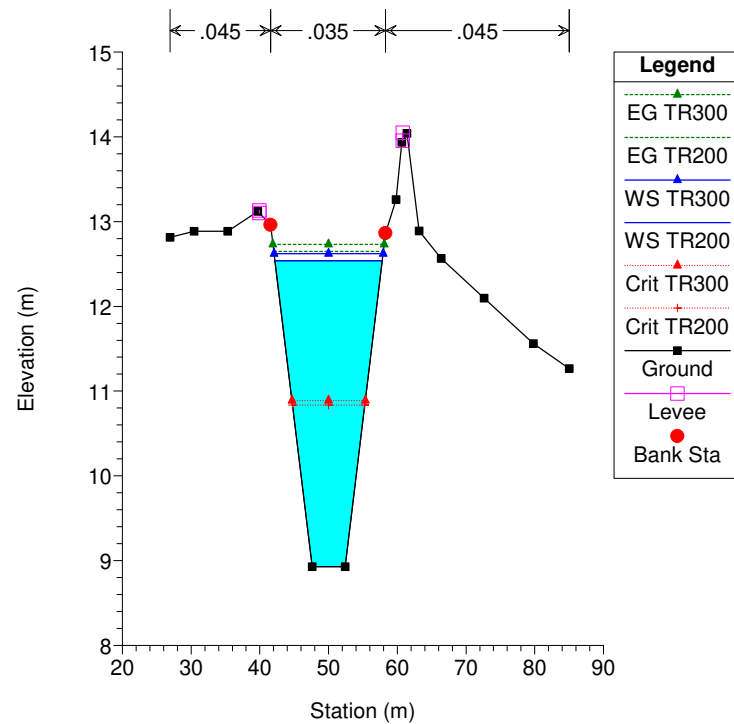
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



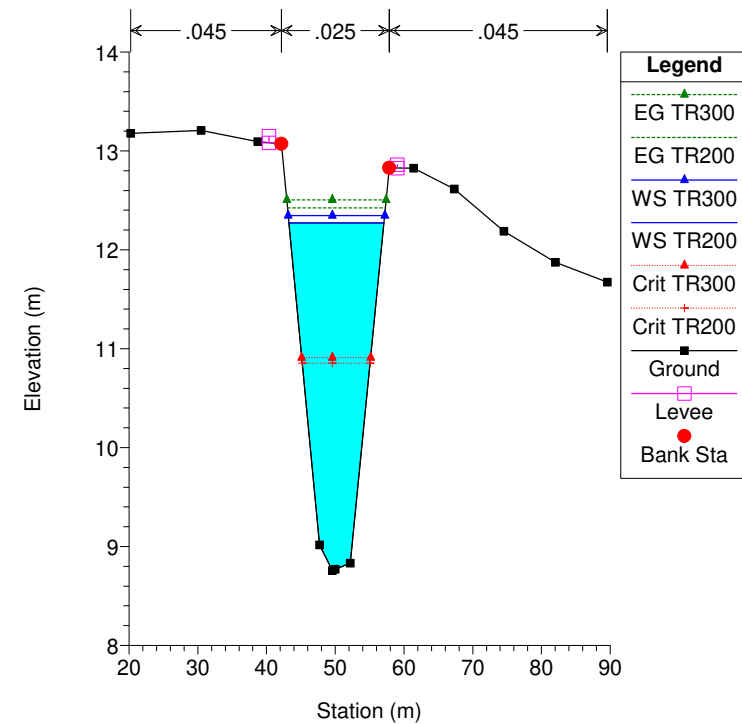
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



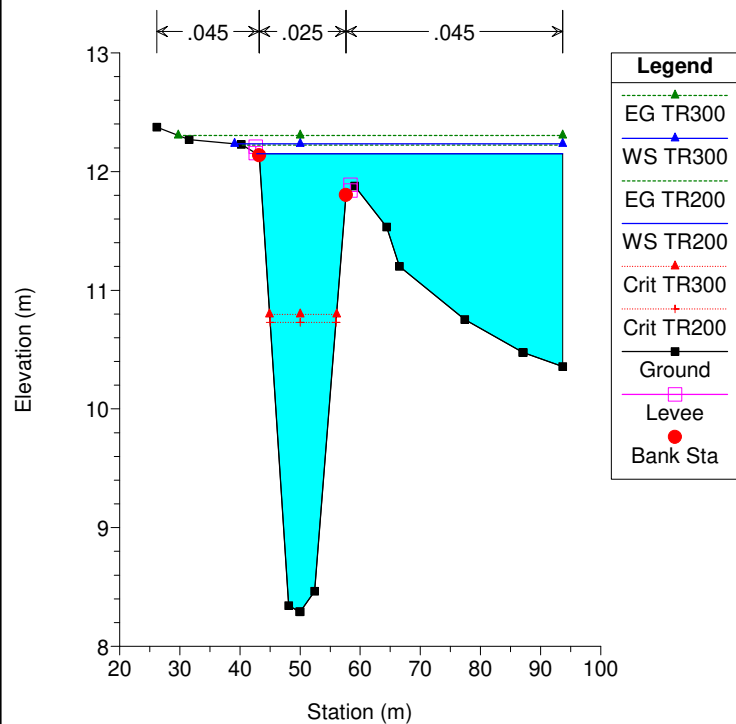
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



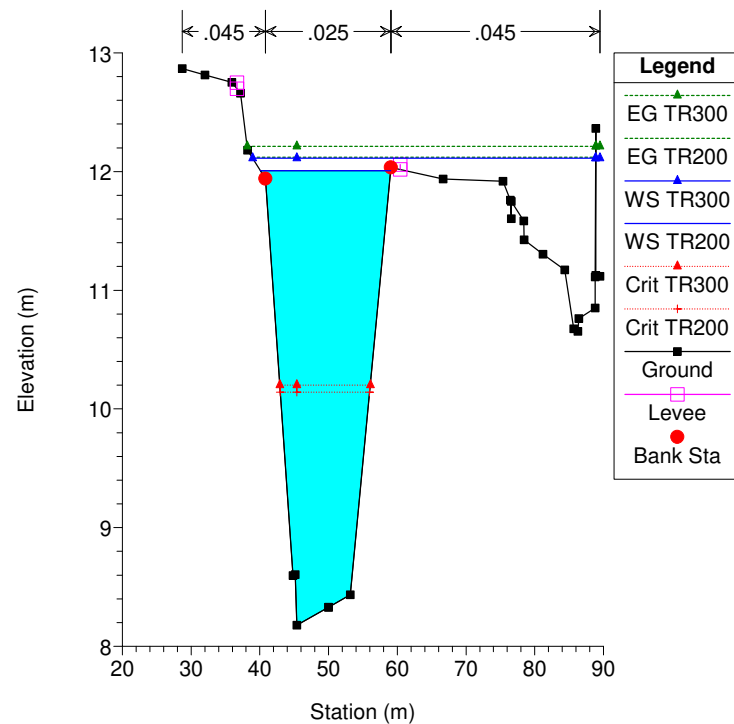
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



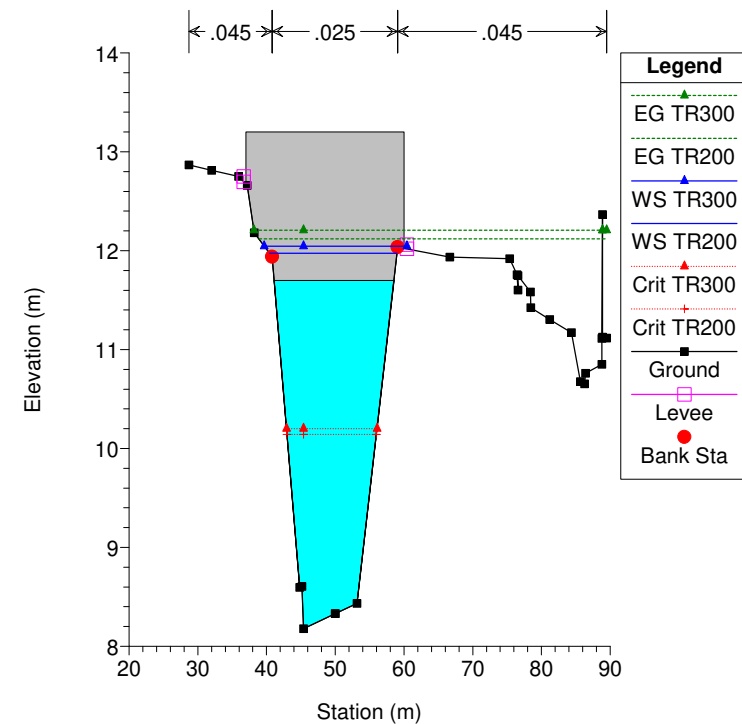
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



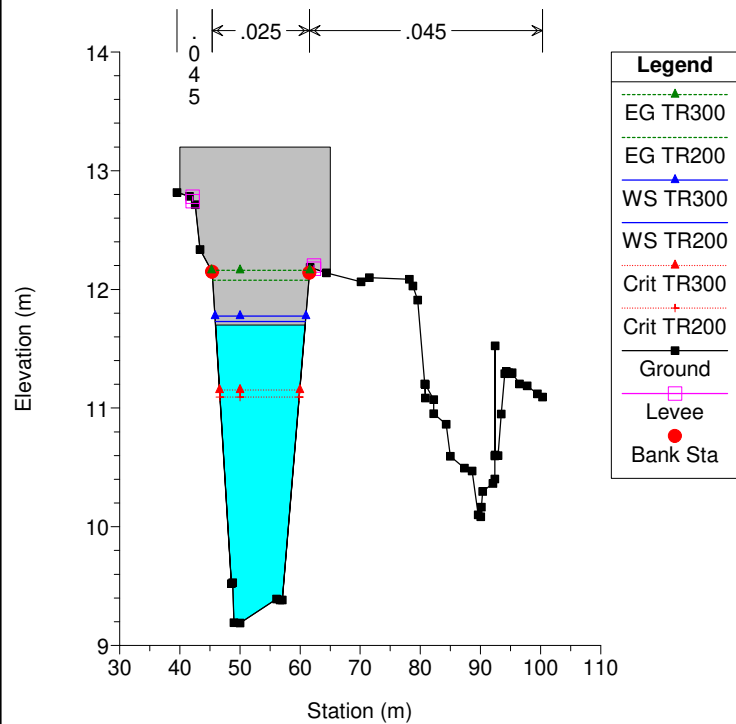
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



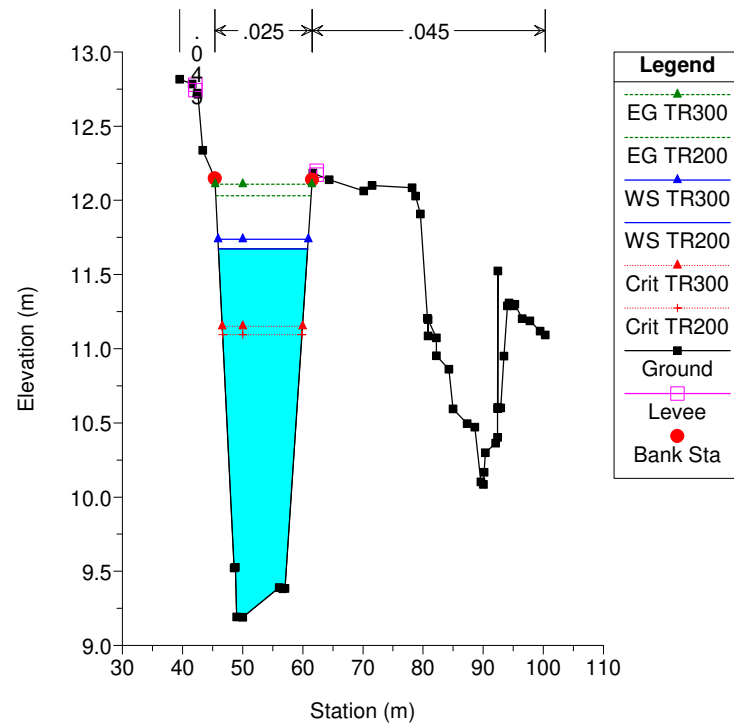
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



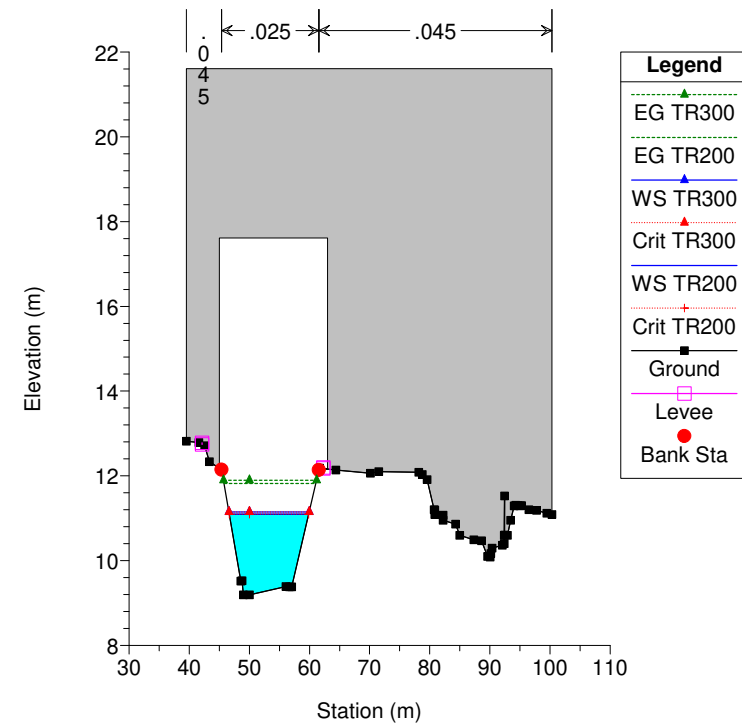
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



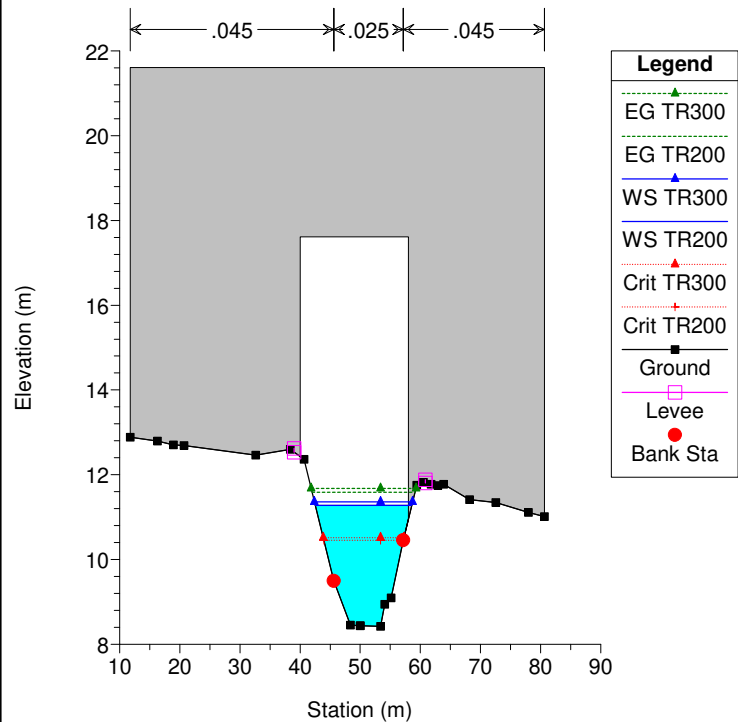
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



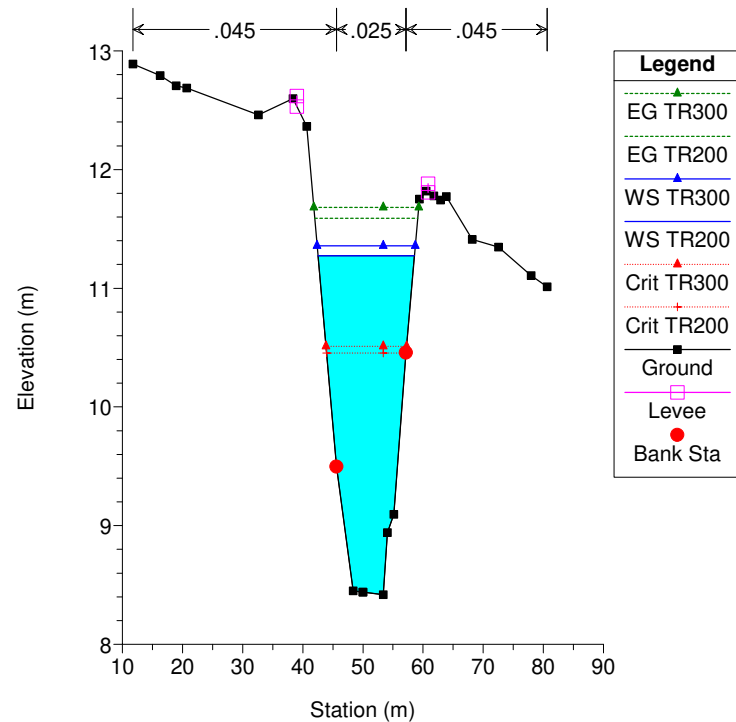
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



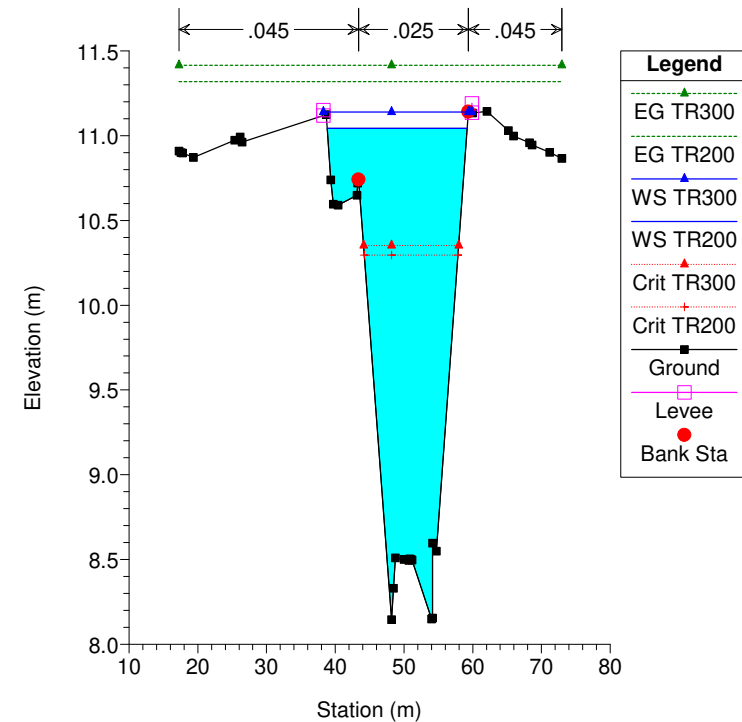
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



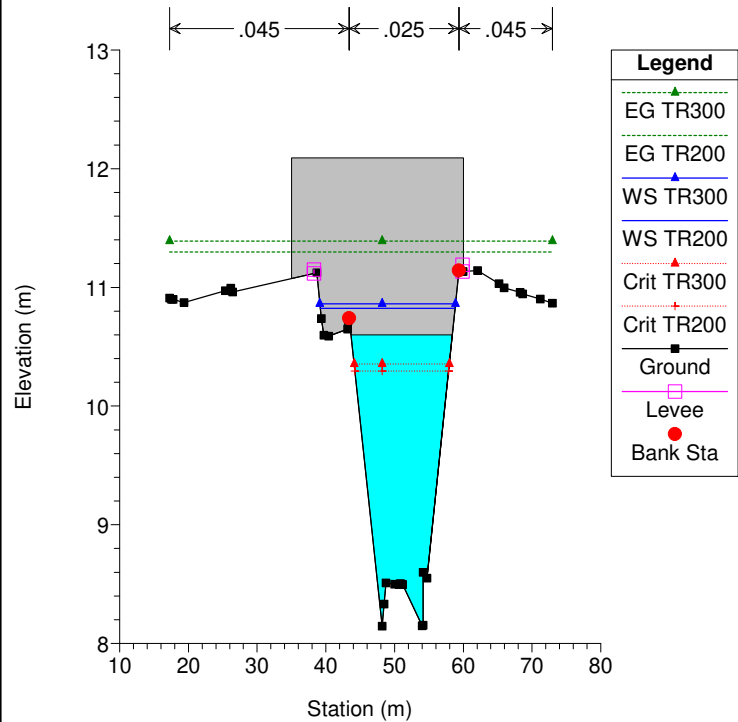
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



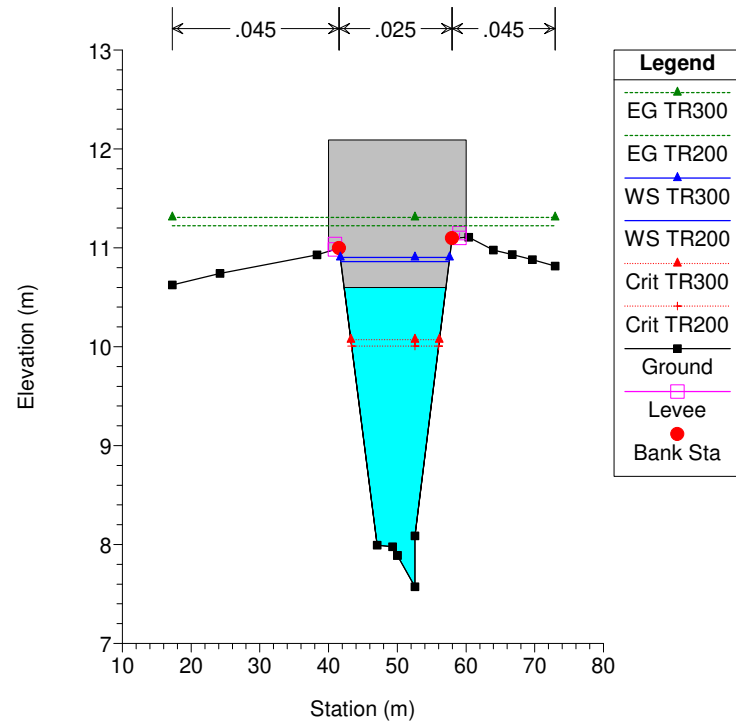
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



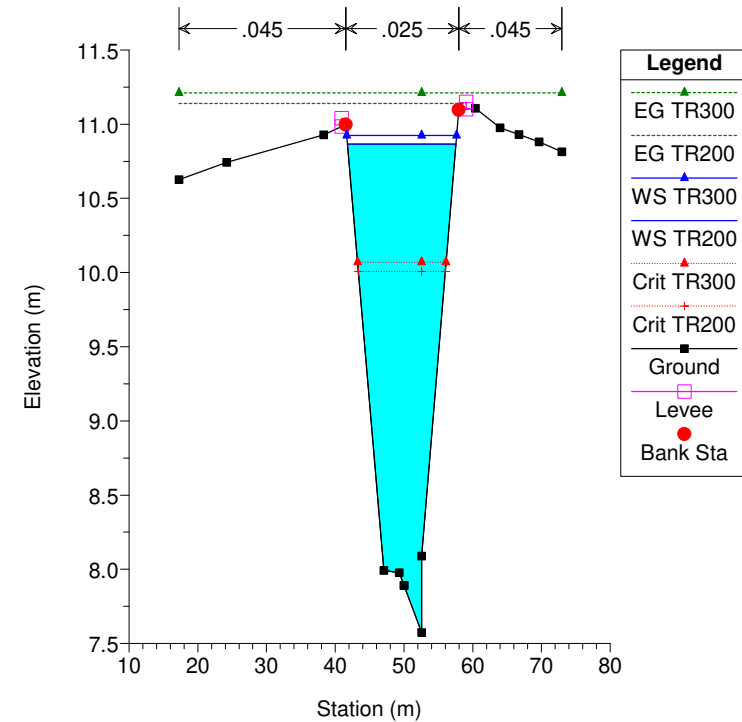
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



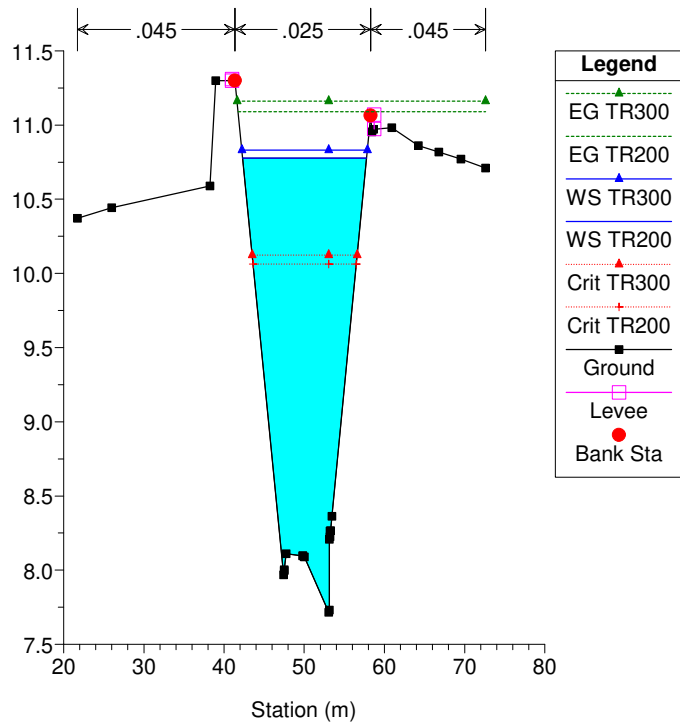
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018

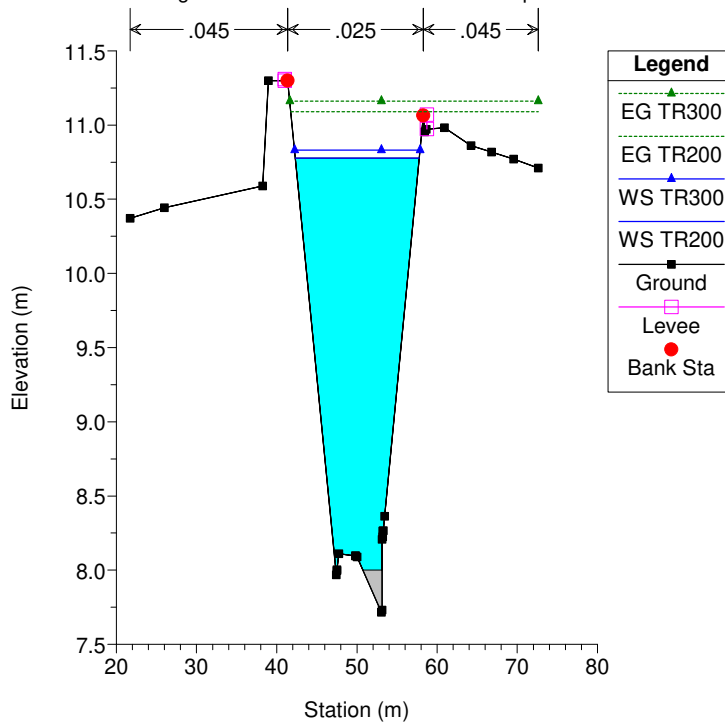


CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018

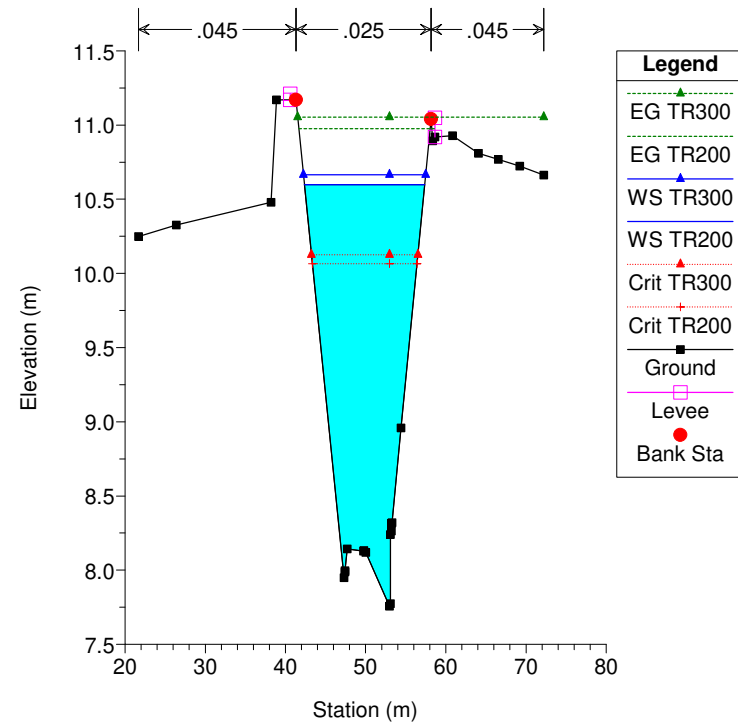


CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018

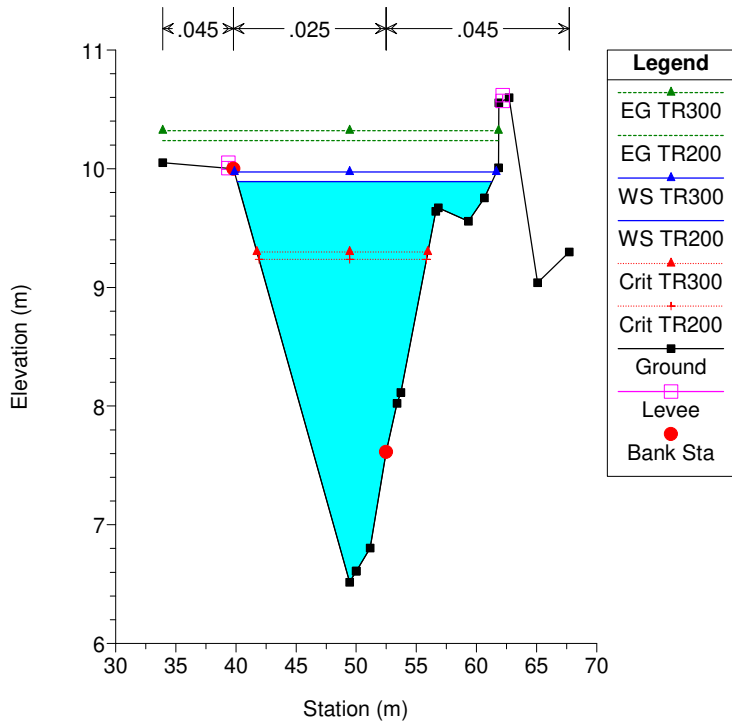
soglia a valle dell'attraversamento alla pk 1930



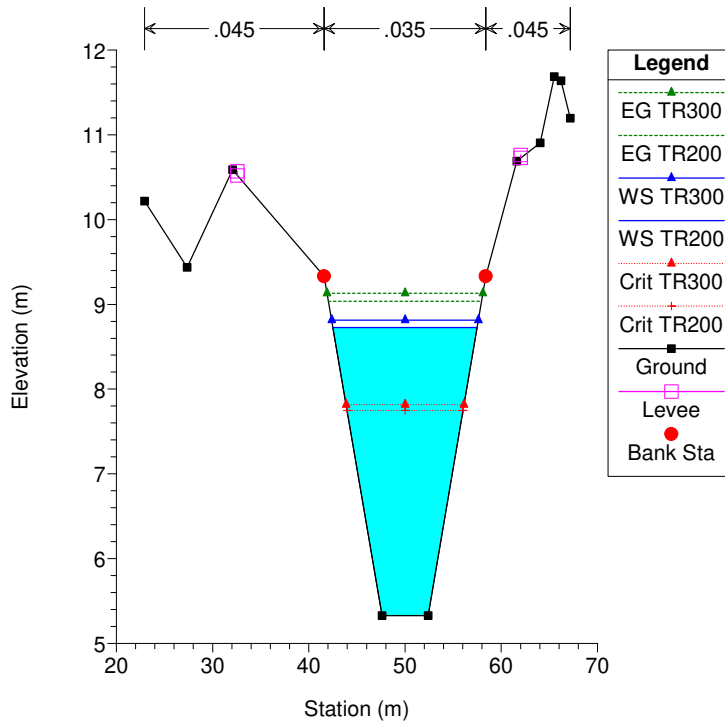
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



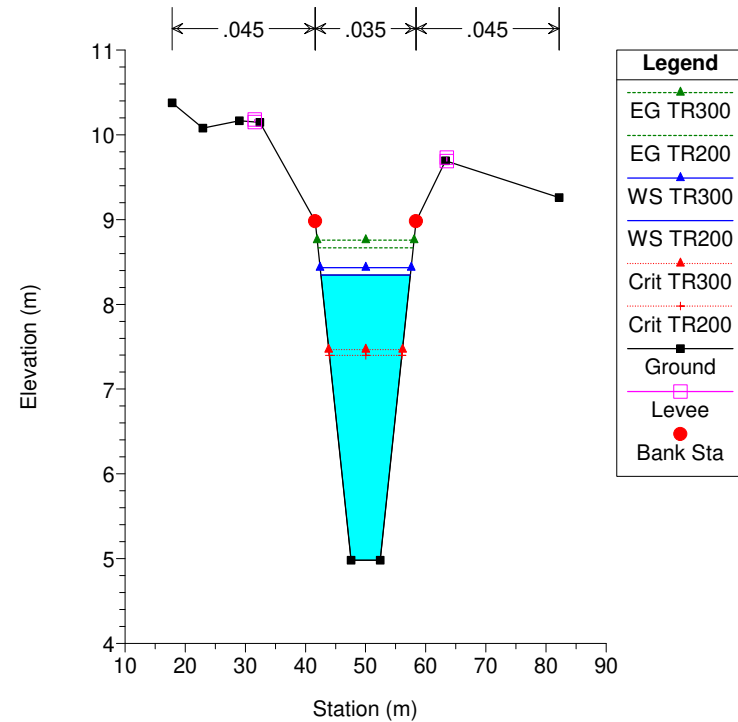
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



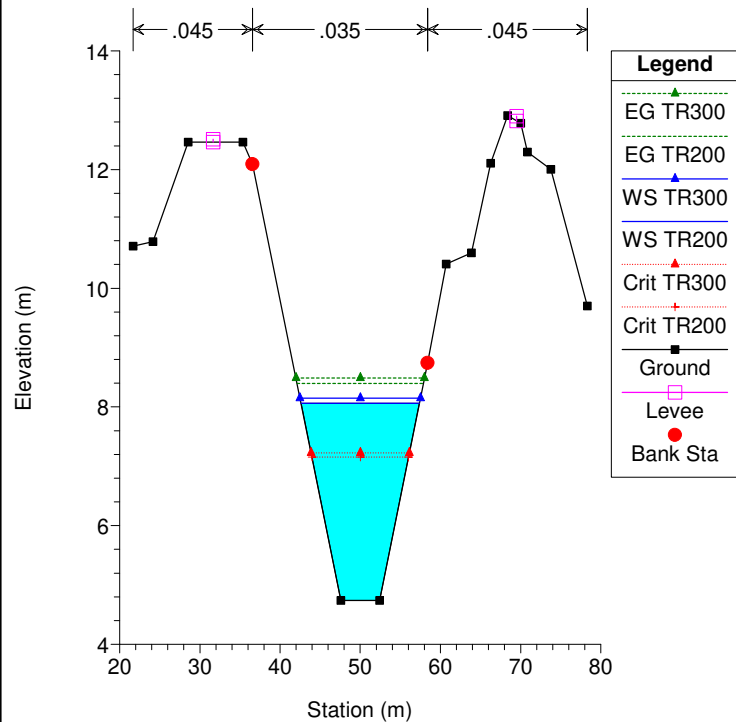
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



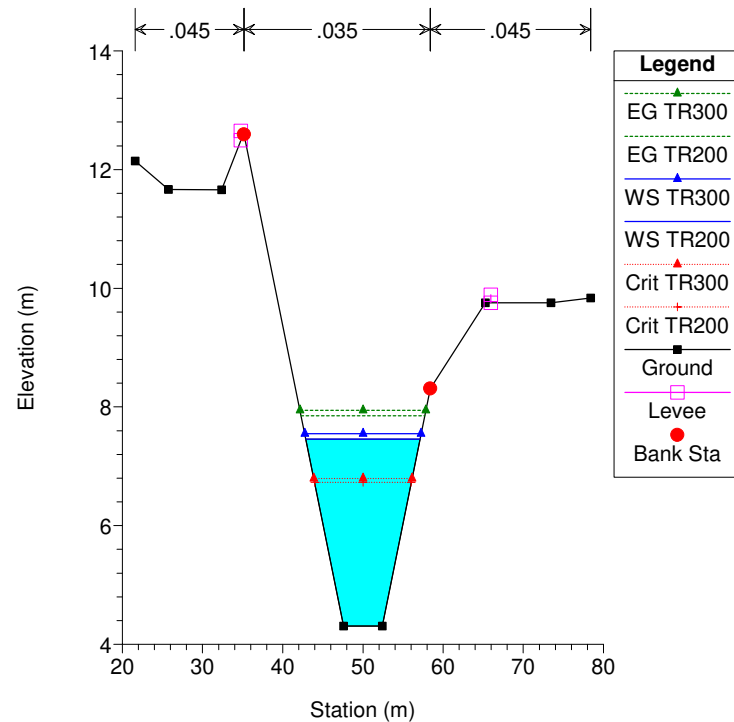
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



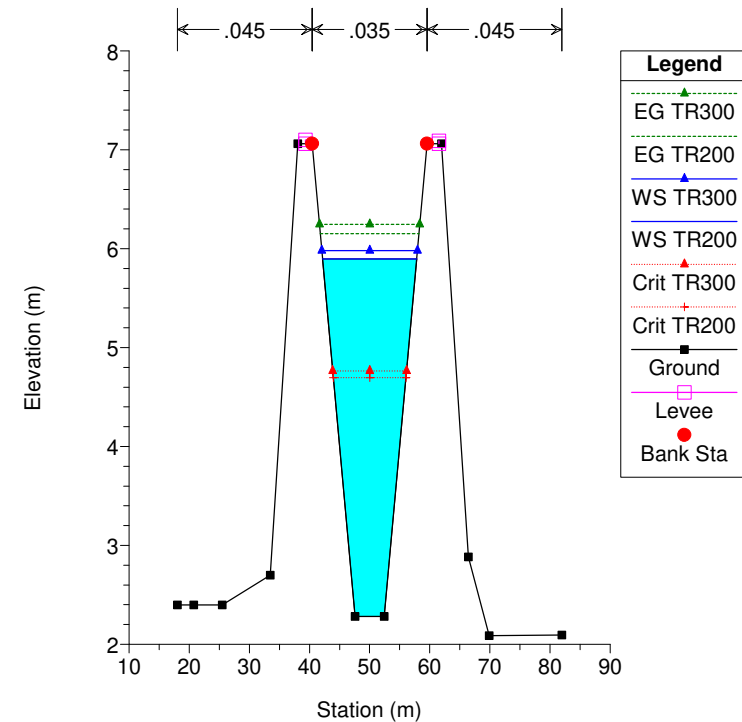
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



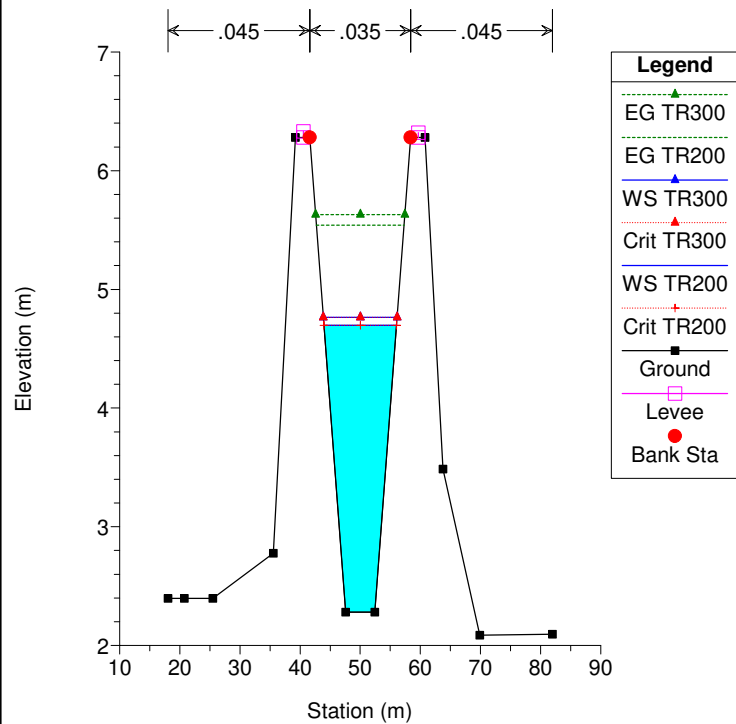
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



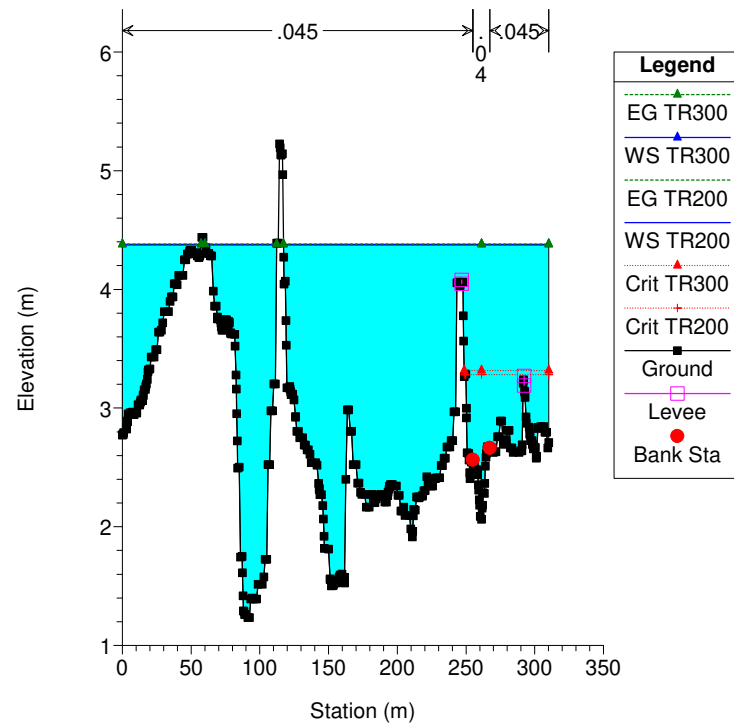
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018



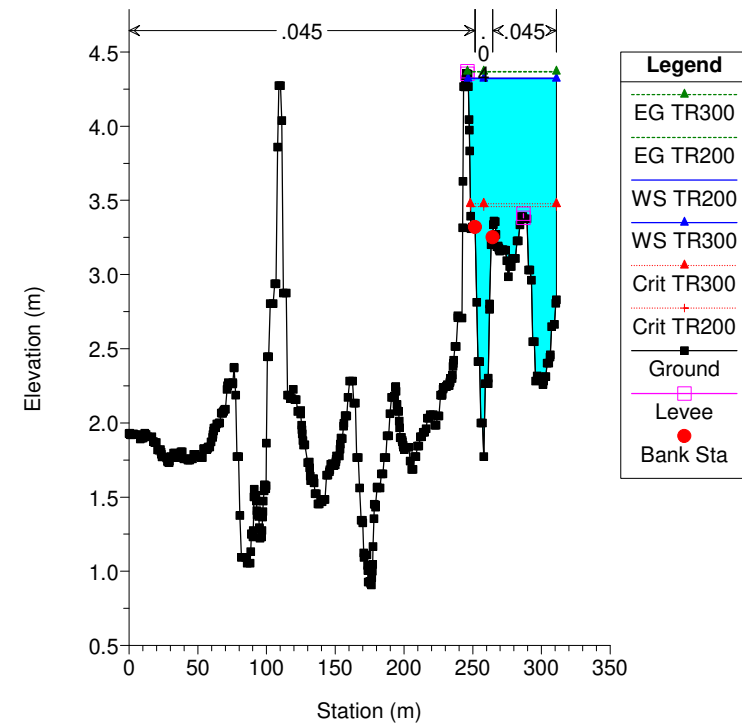
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018

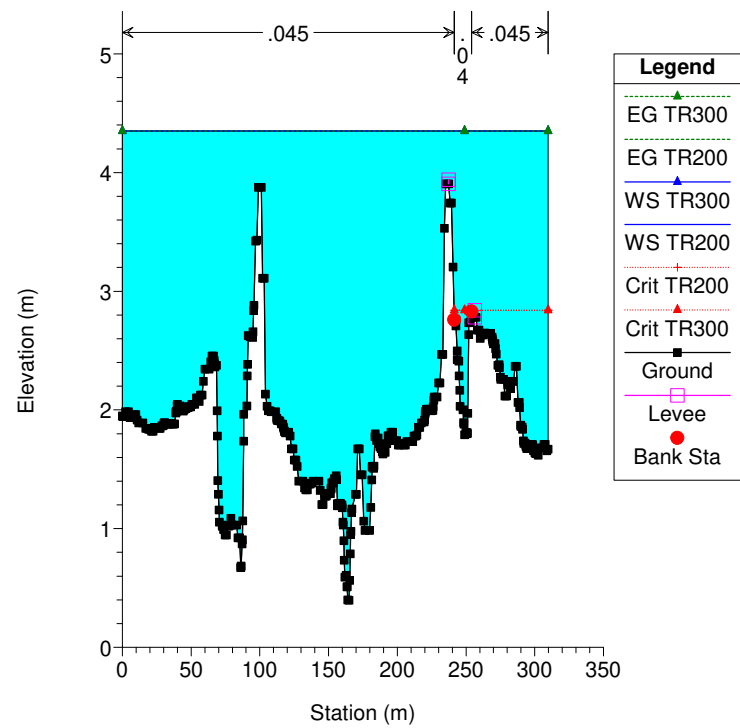
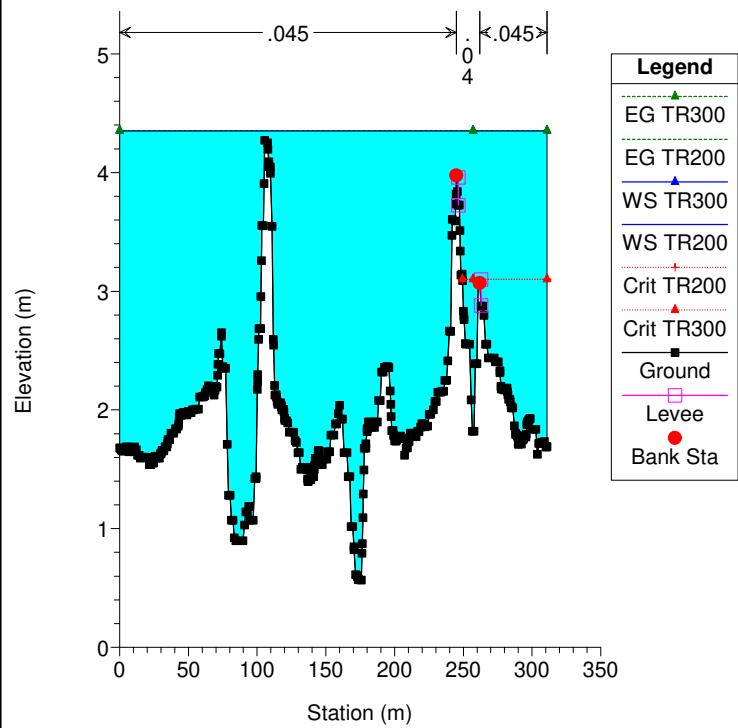


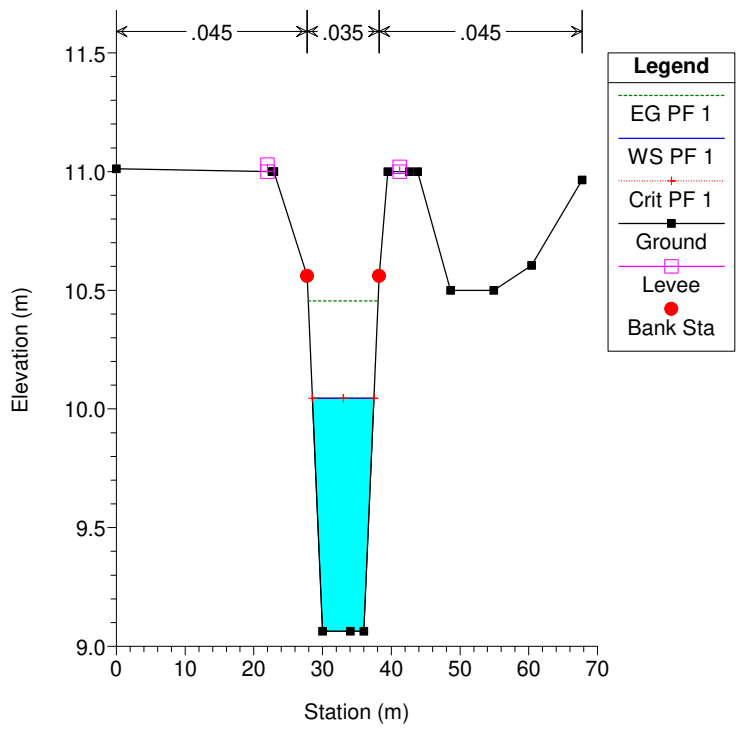
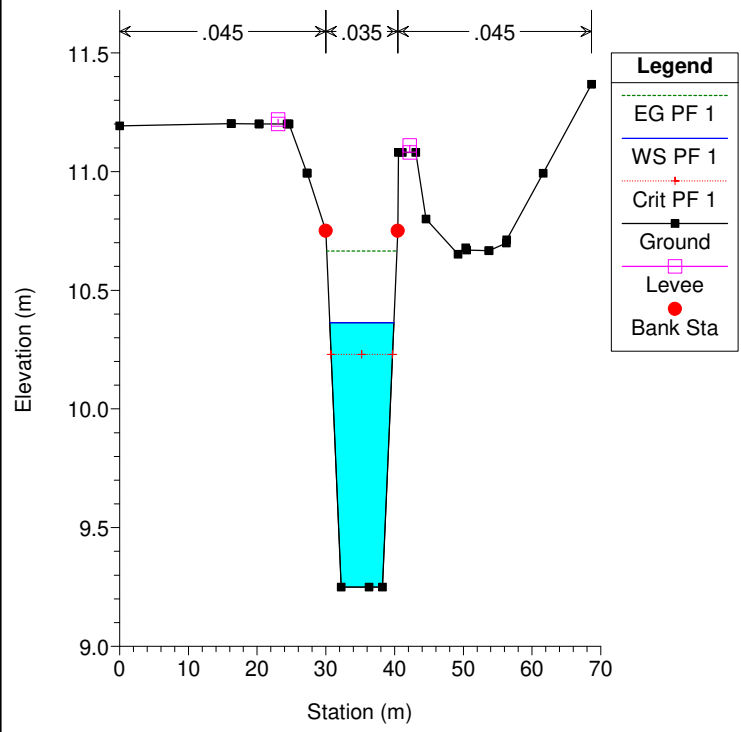
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018

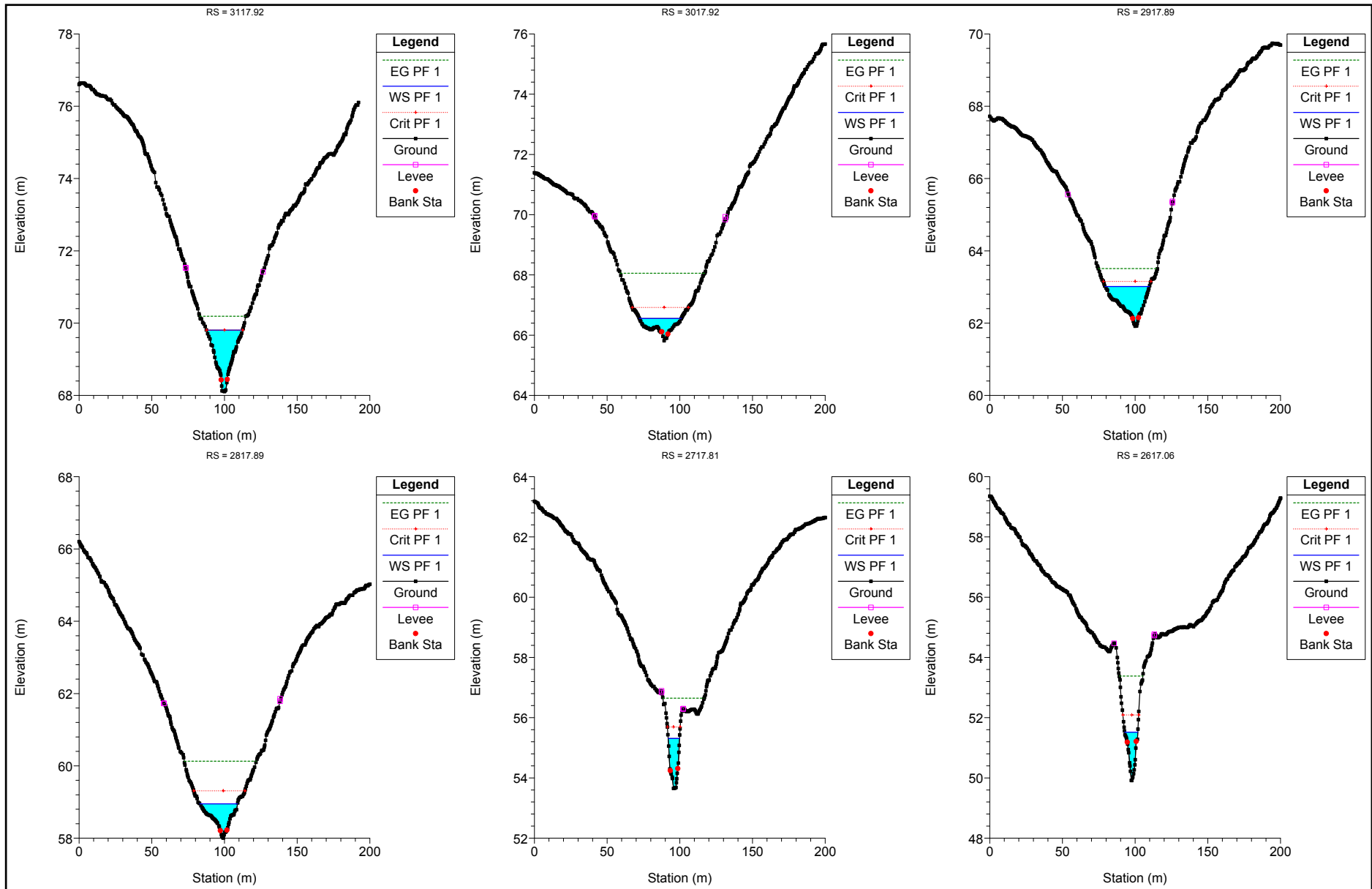


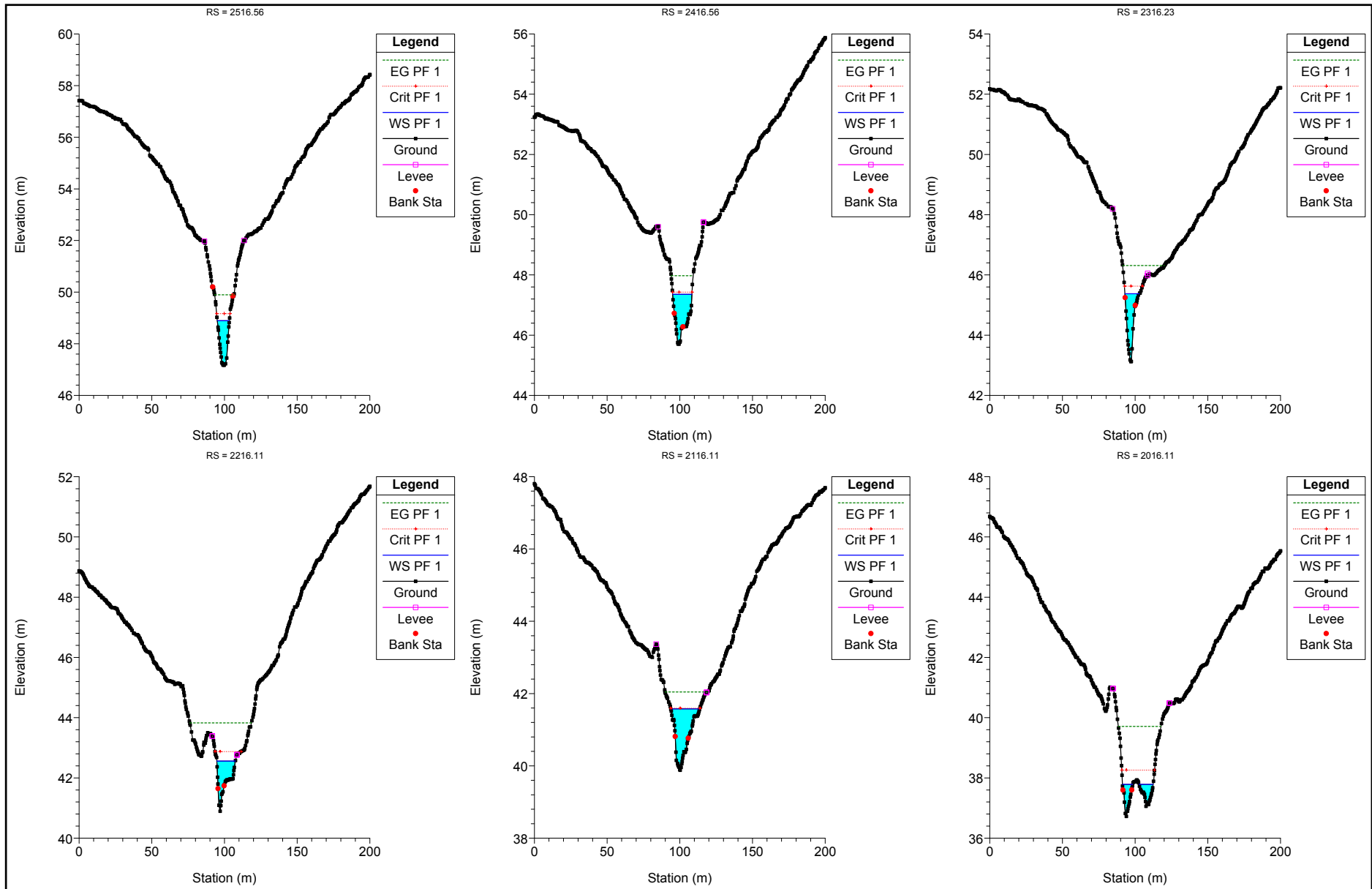
CANALE 15+650 - 20+000 Plan: TR 300 11/09/2018

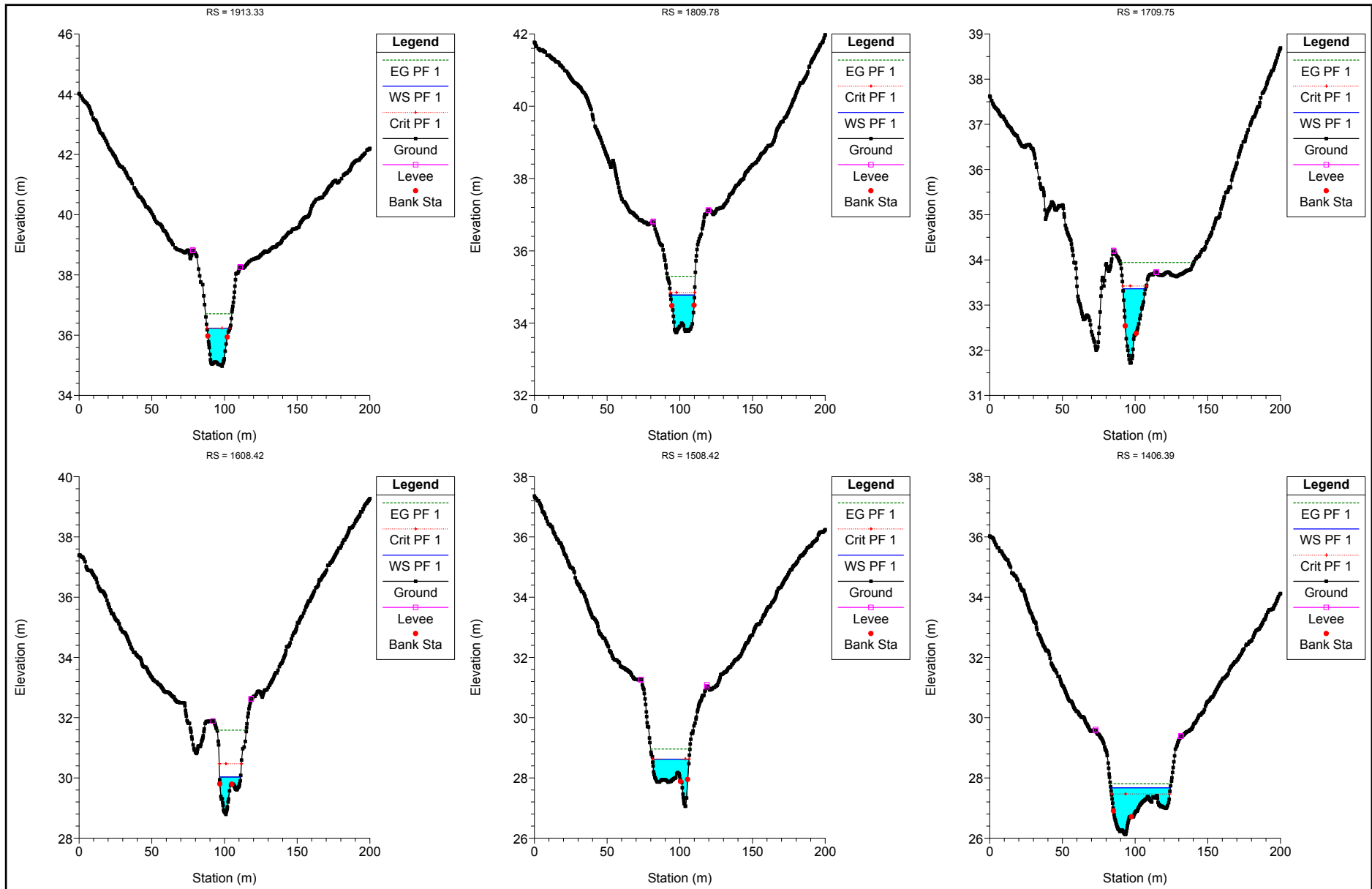


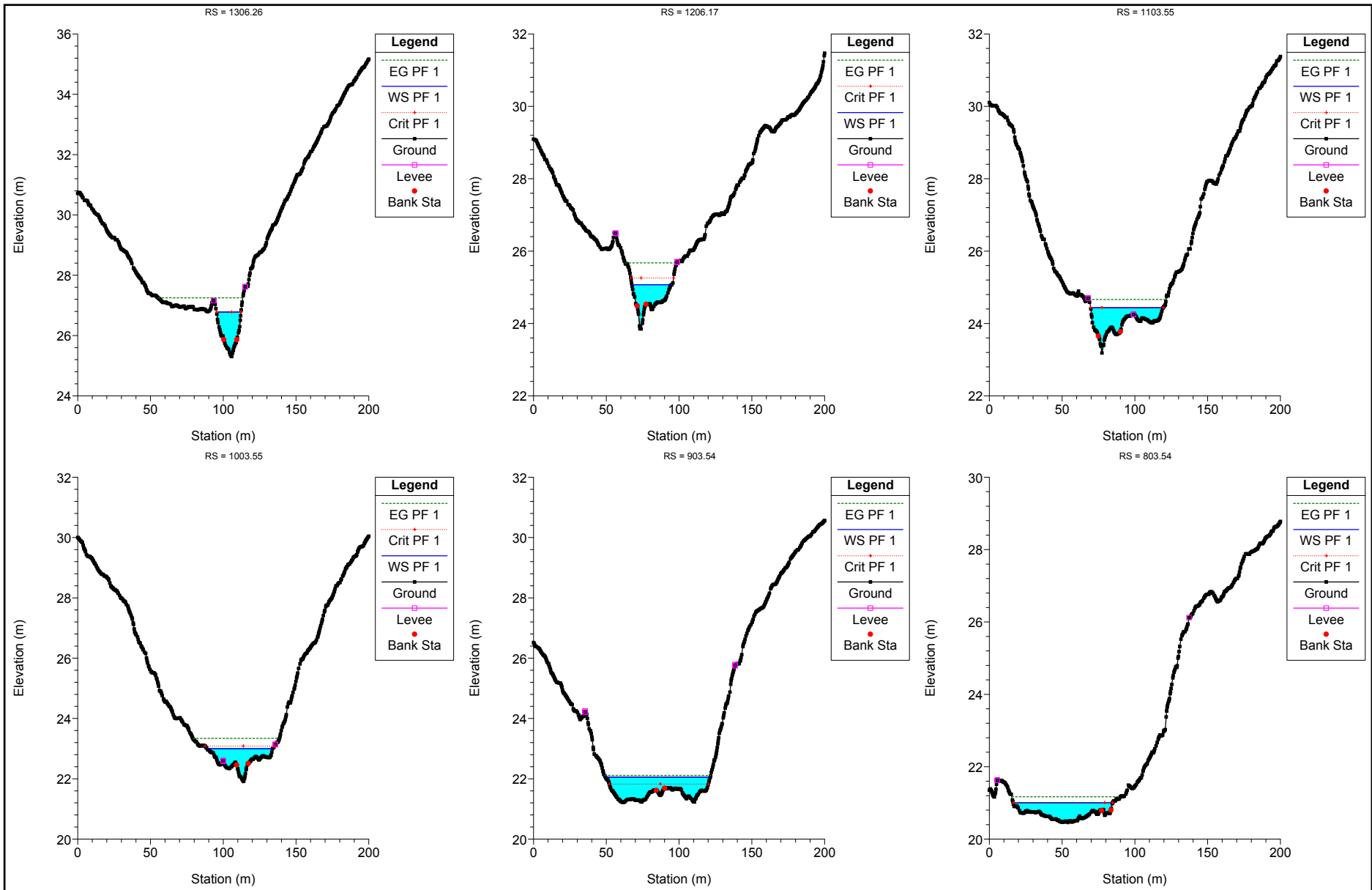


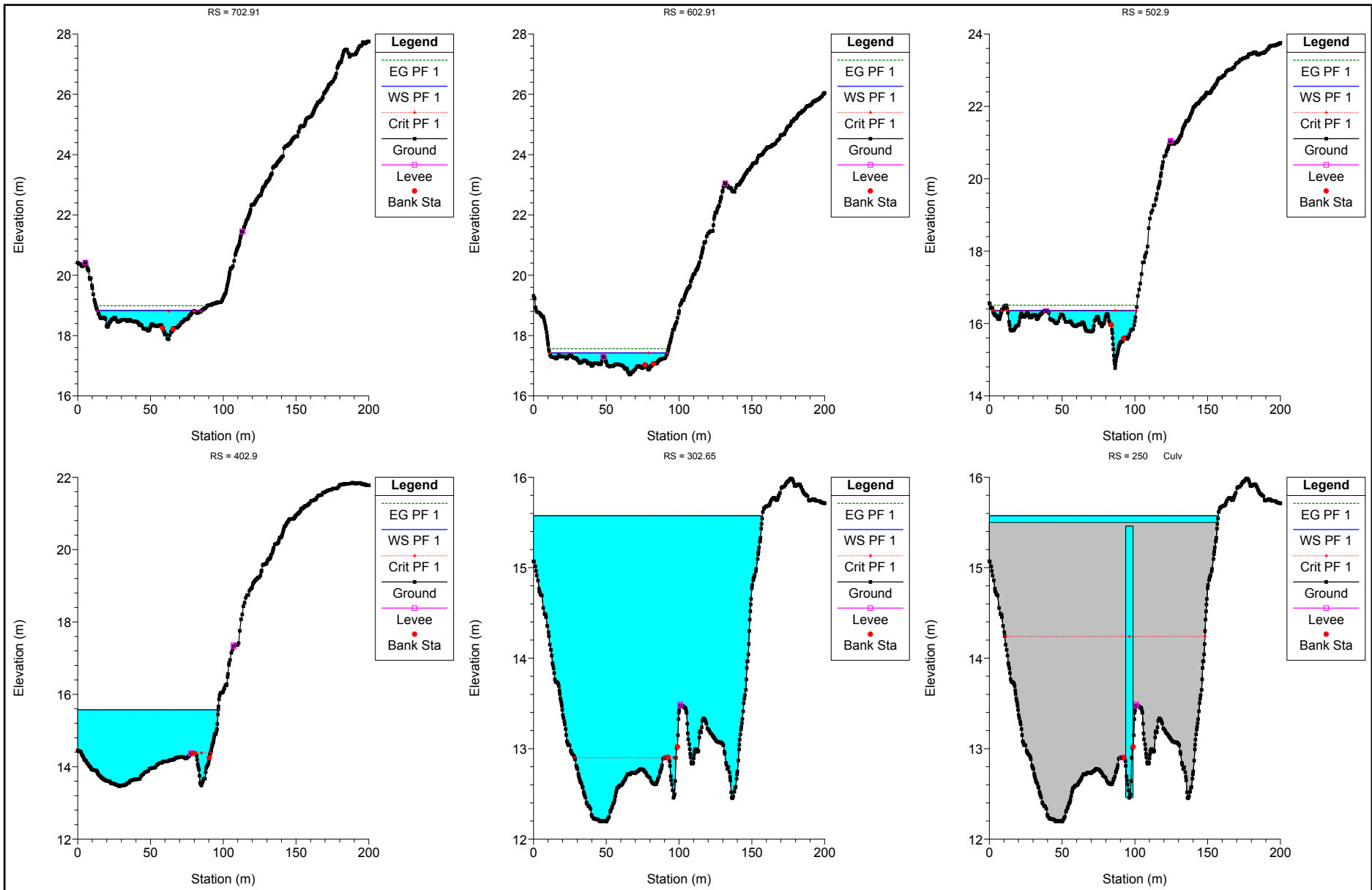


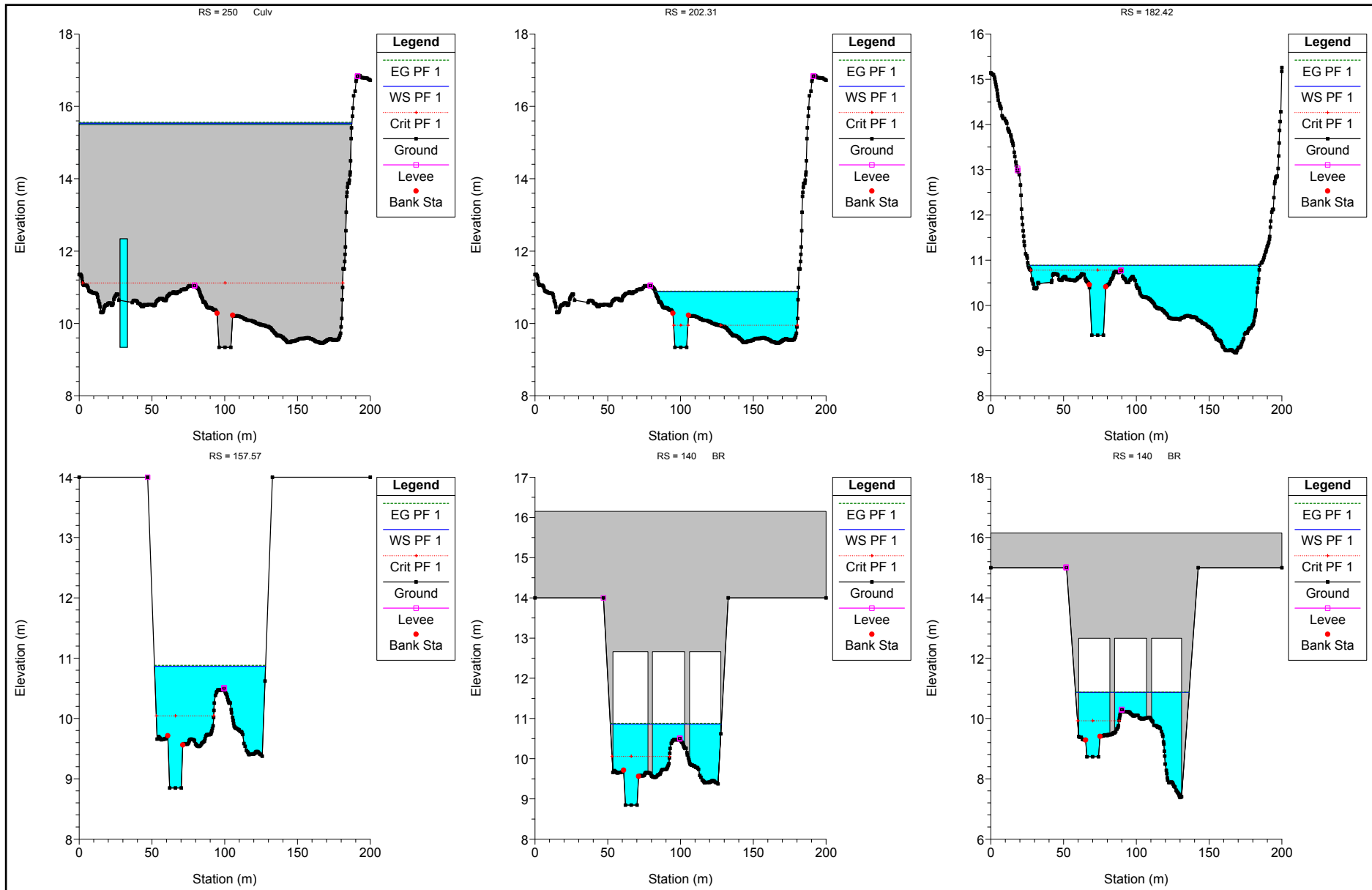


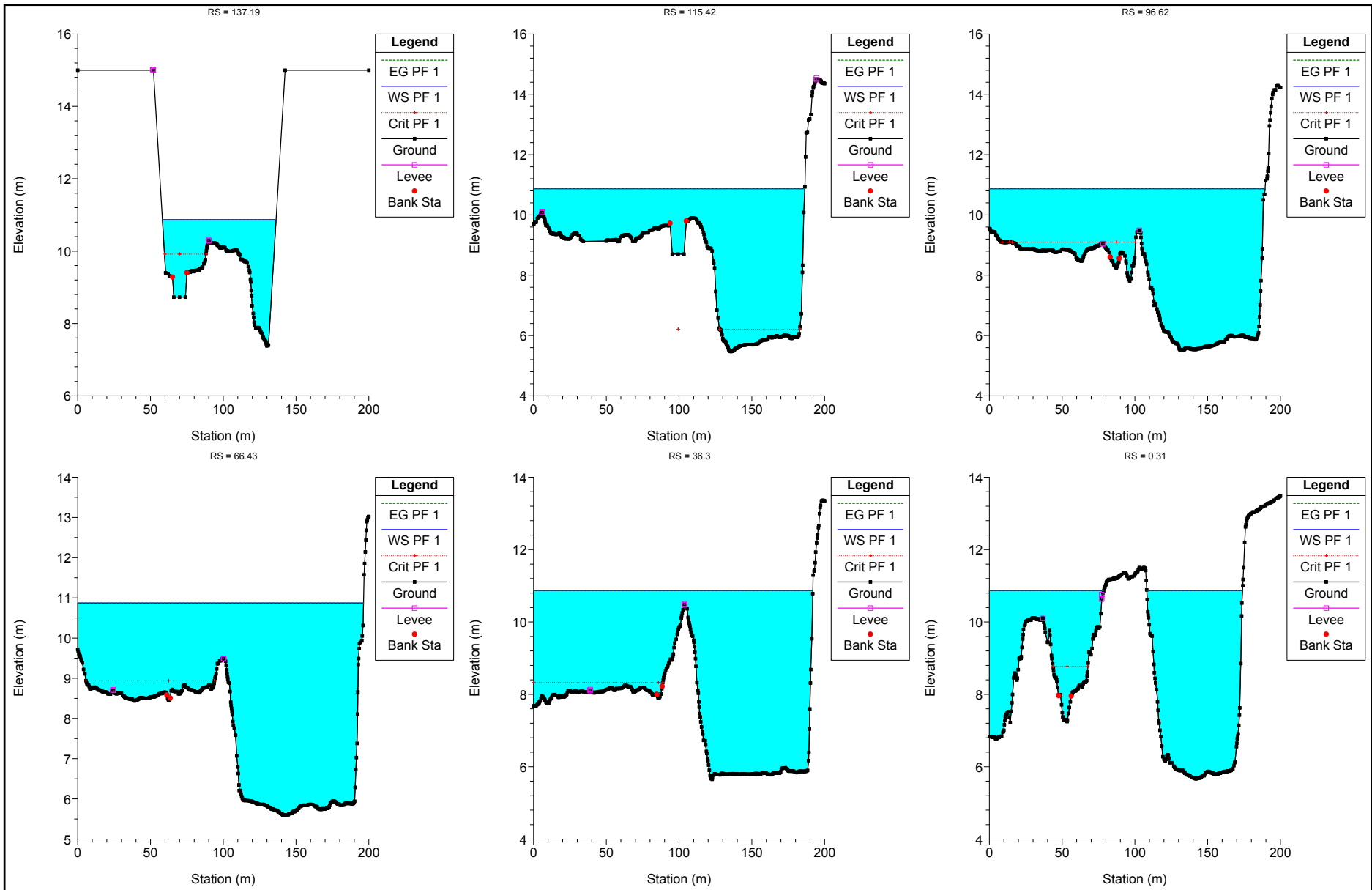




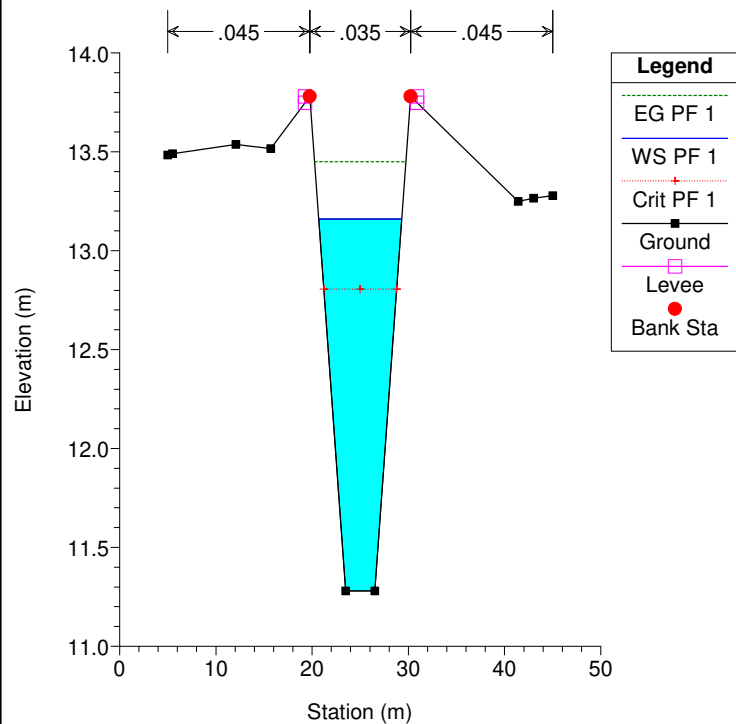




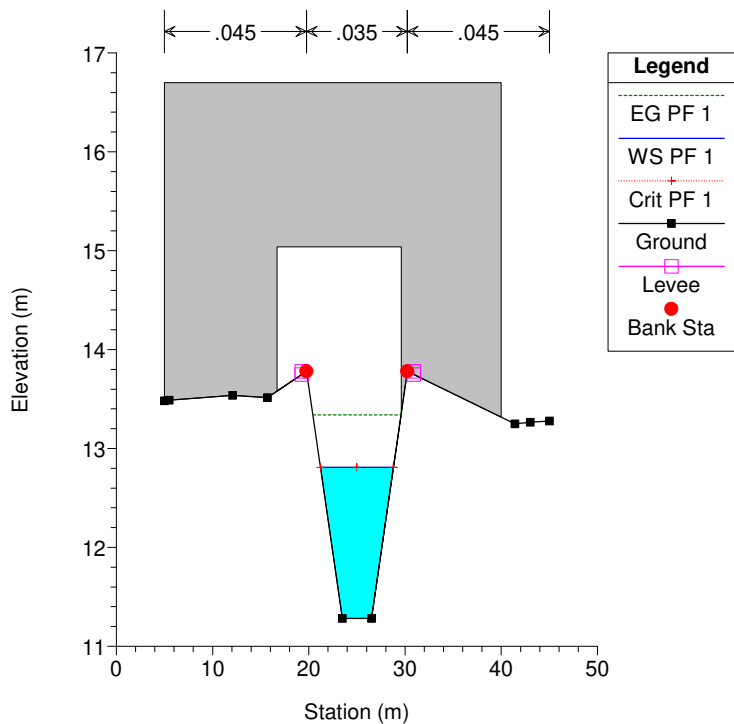




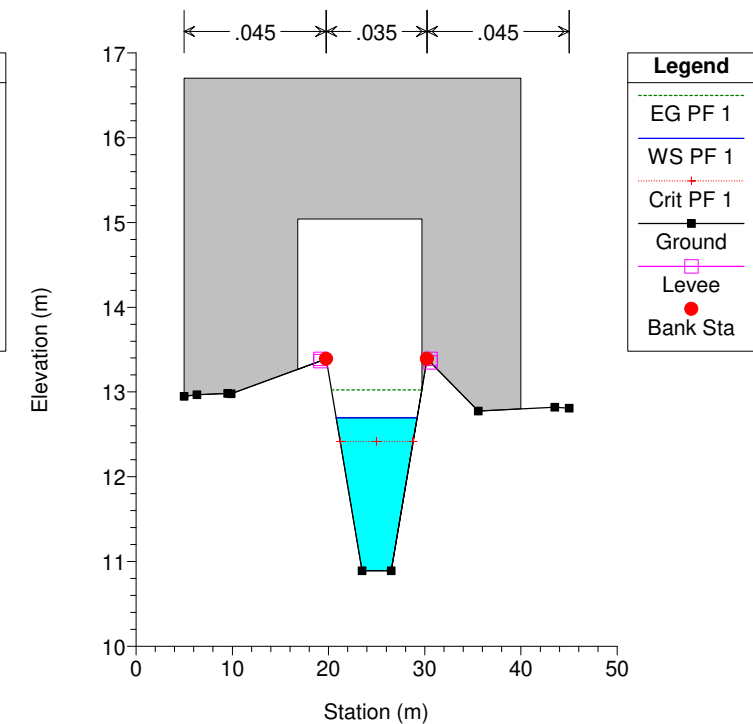
18+075 Plan: TR 200 07/08/2018



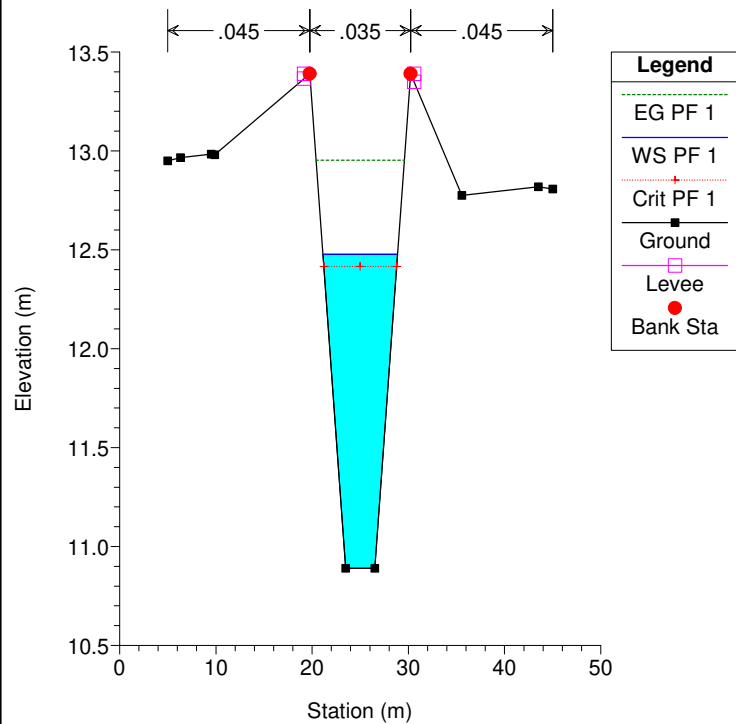
18+075 Plan: TR 200 07/08/2018



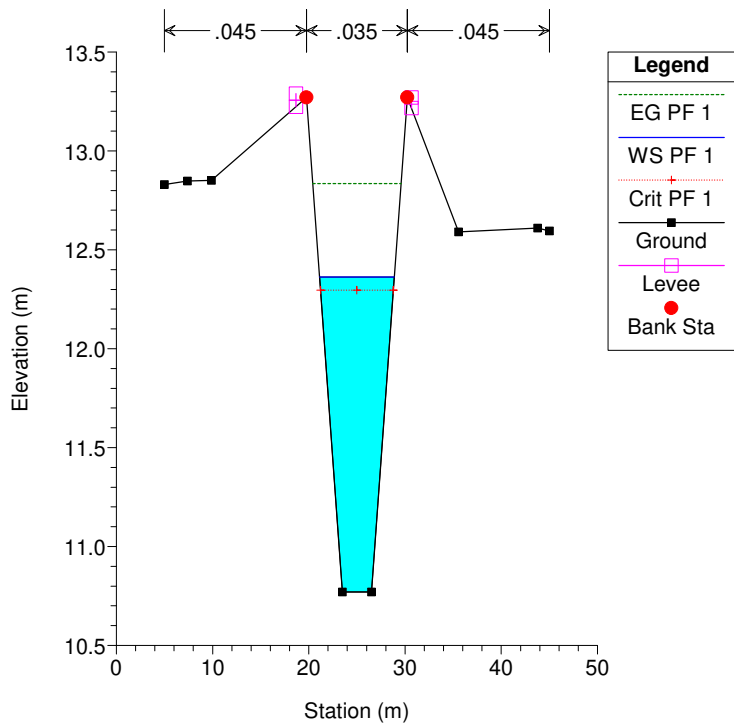
18+075 Plan: TR 200 07/08/2018



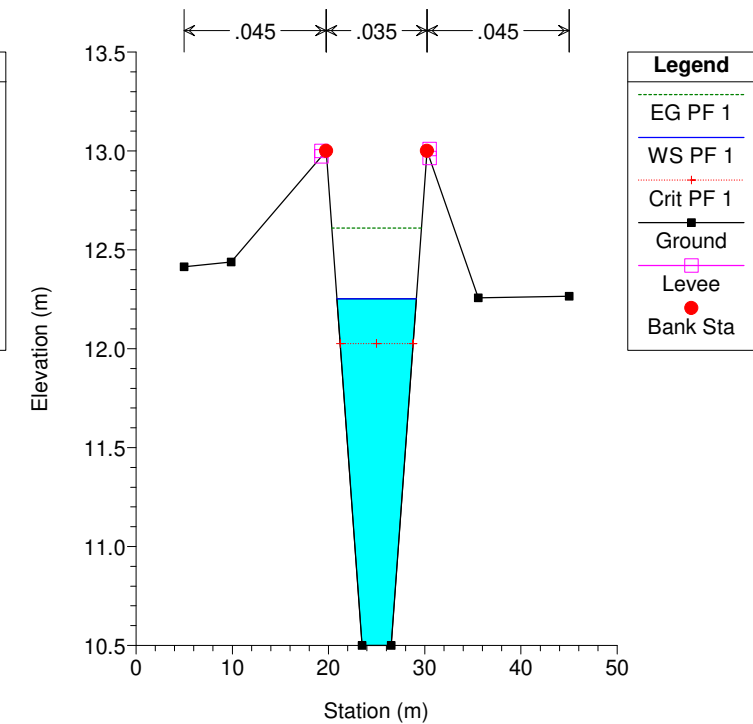
18+075 Plan: TR 200 07/08/2018



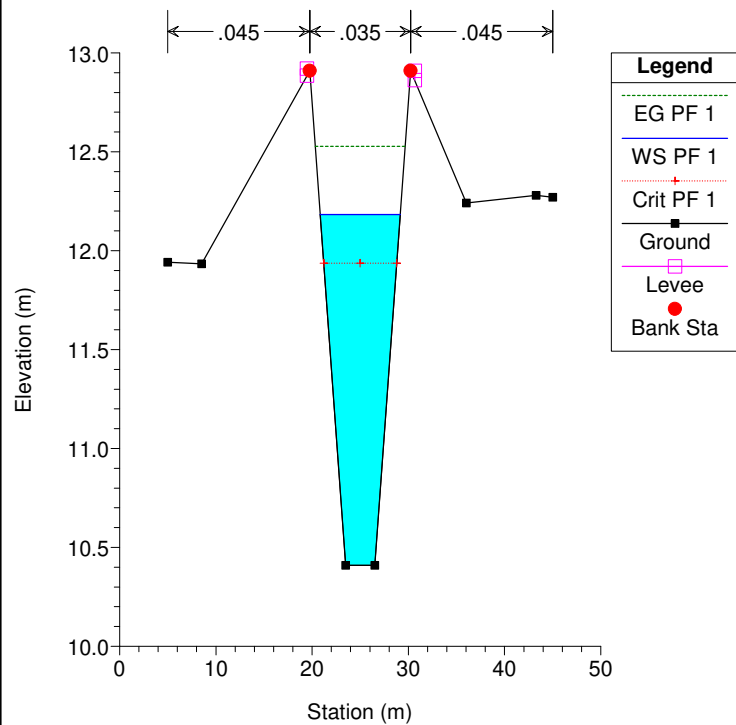
18+075 Plan: TR 200 07/08/2018



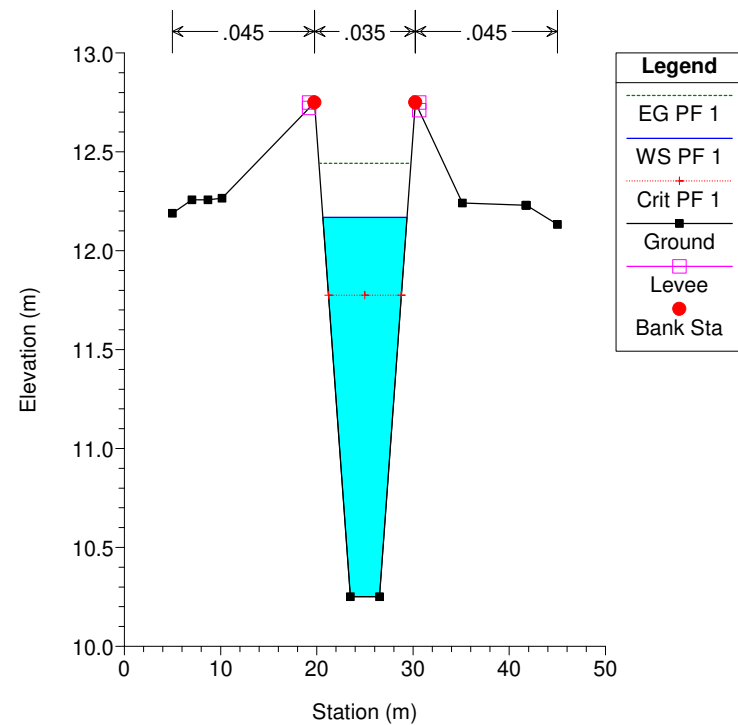
18+075 Plan: TR 200 07/08/2018



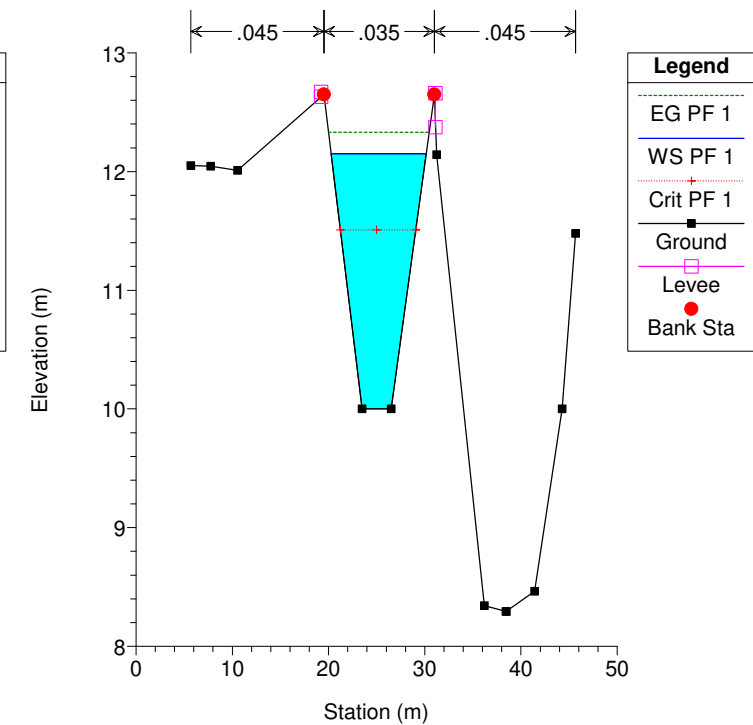
18+075 Plan: TR 200 07/08/2018



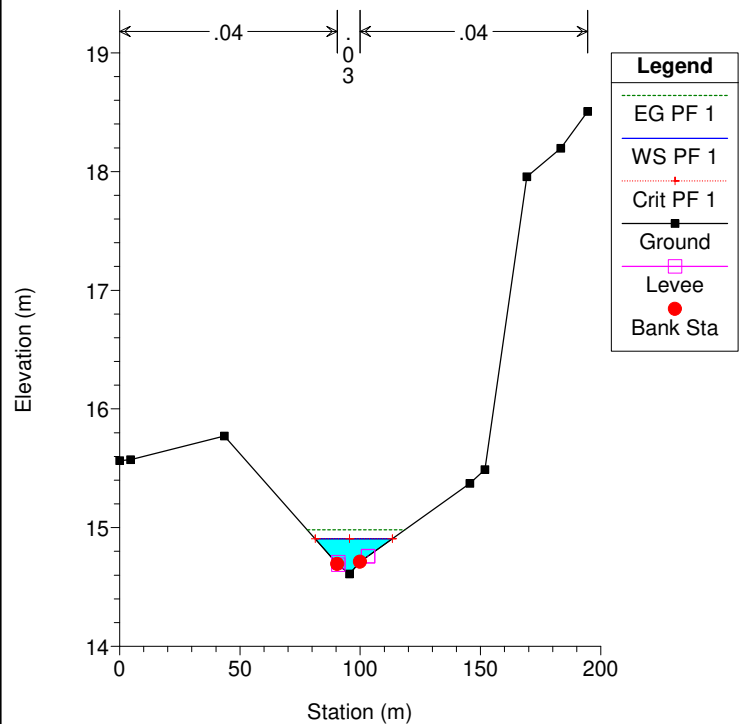
18+075 Plan: TR 200 07/08/2018



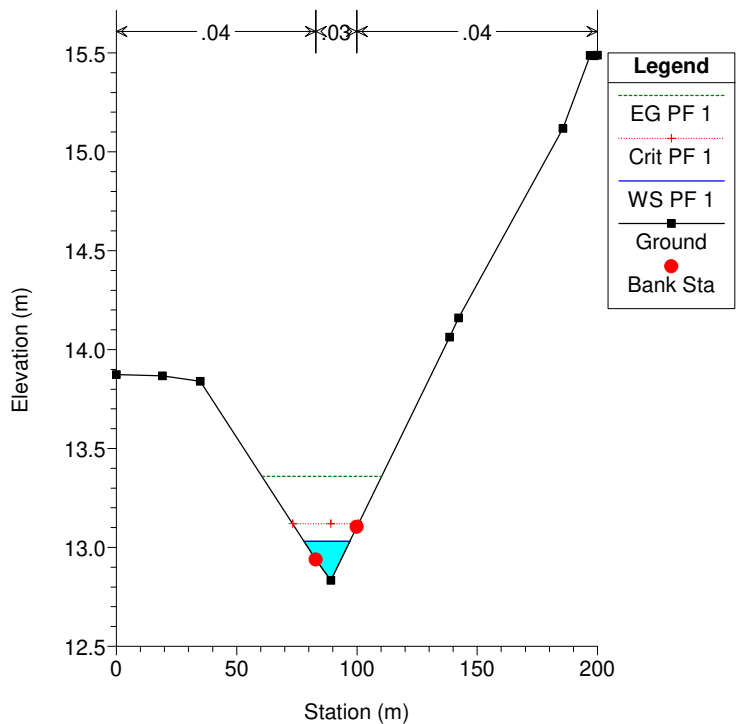
18+075 Plan: TR 200 07/08/2018



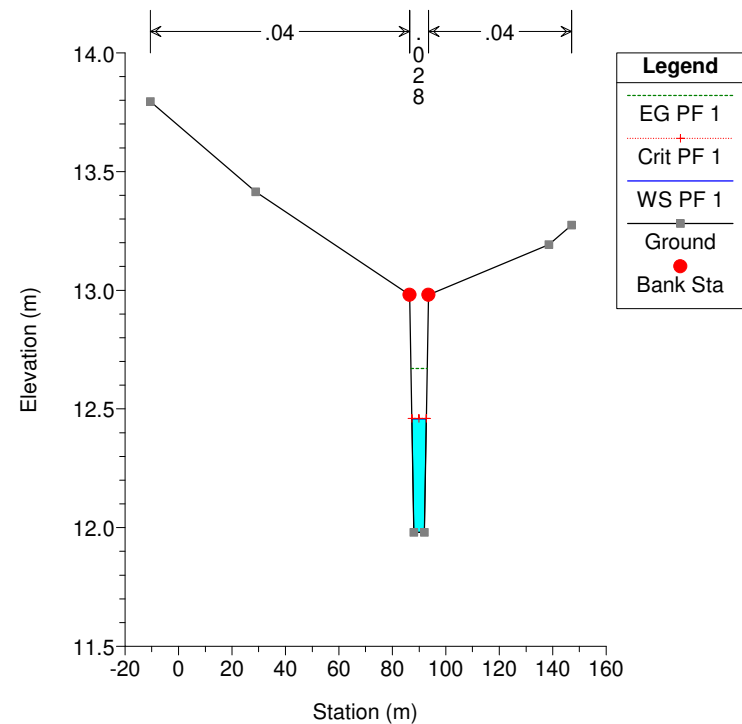
BACINO 19+300 Plan: TR 200 18/07/2018



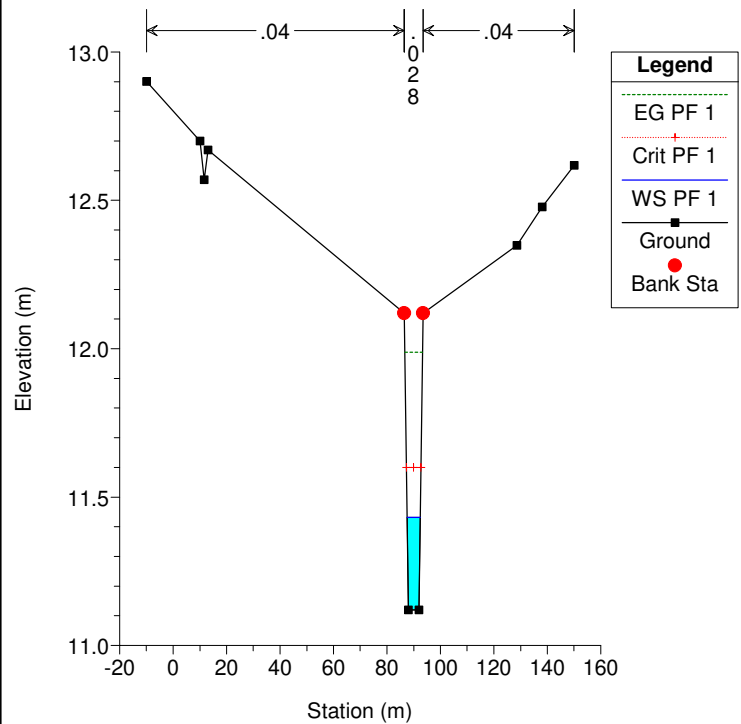
BACINO 19+300 Plan: TR 200 18/07/2018



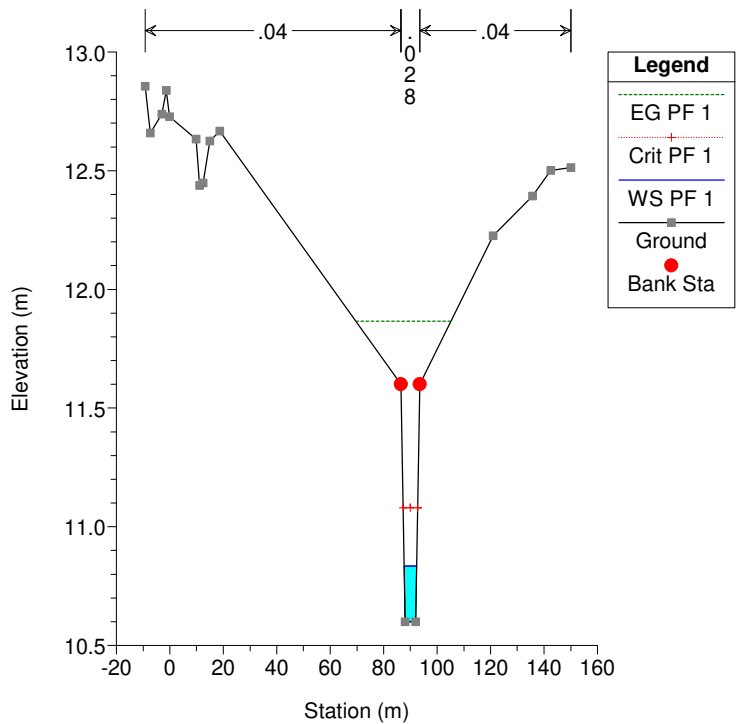
BACINO 19+300 Plan: TR 200 18/07/2018



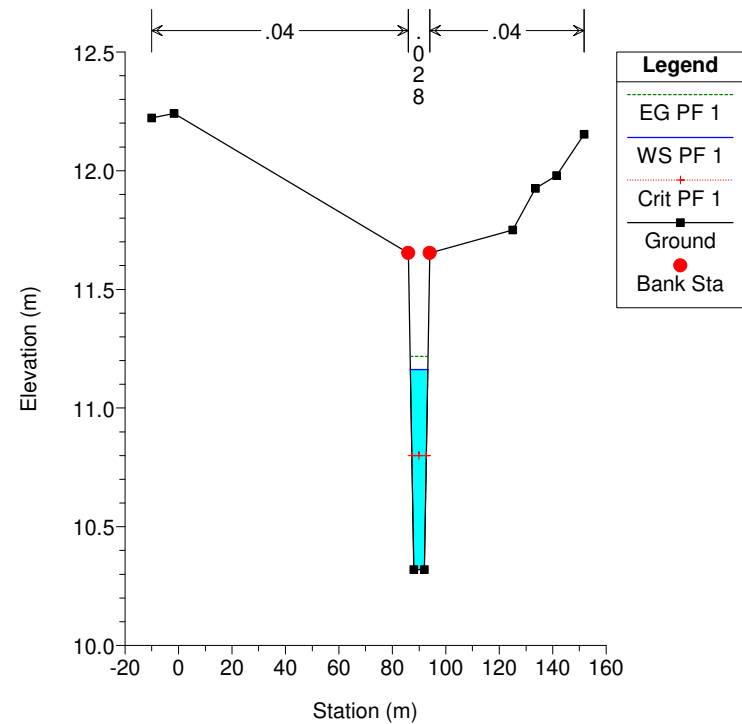
BACINO 19+300 Plan: TR 200 18/07/2018



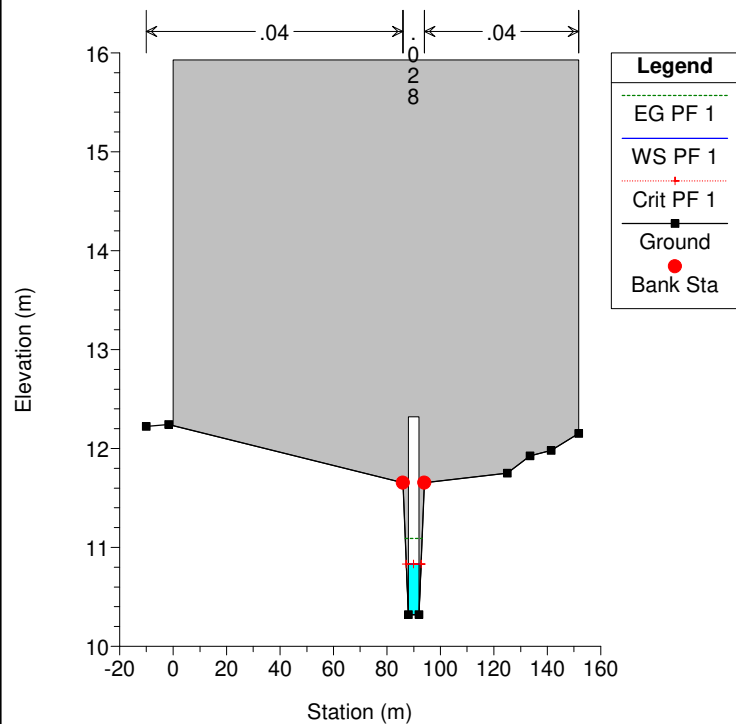
BACINO 19+300 Plan: TR 200 18/07/2018



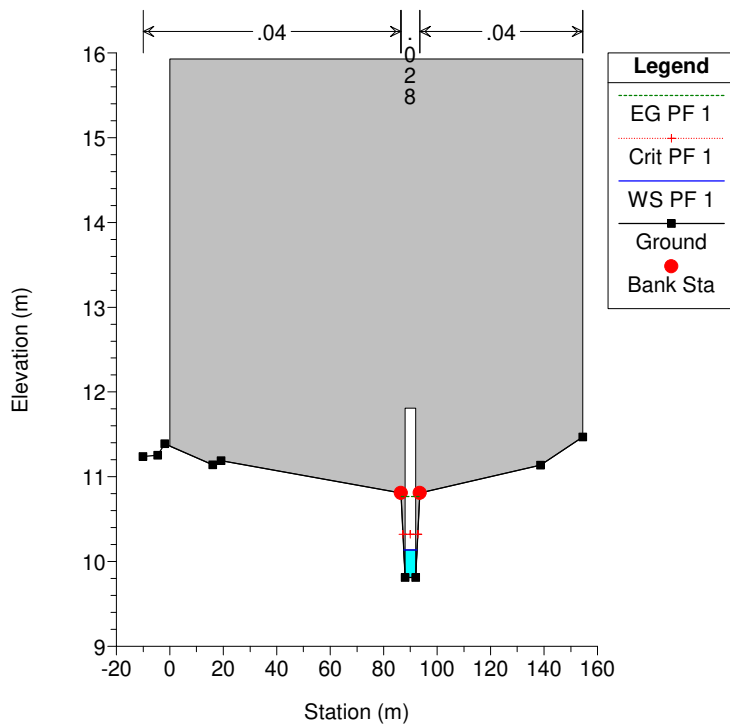
BACINO 19+300 Plan: TR 200 18/07/2018



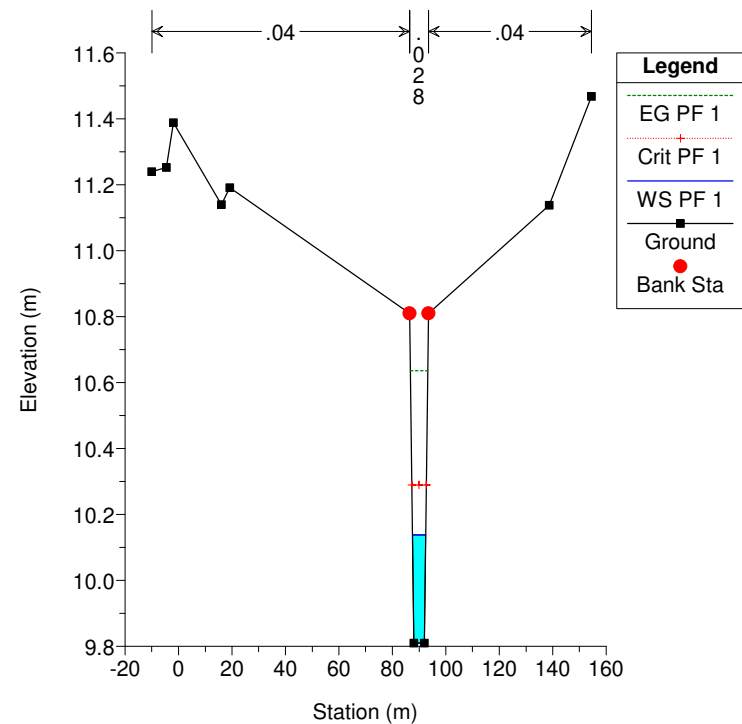
BACINO 19+300 Plan: TR 200 18/07/2018



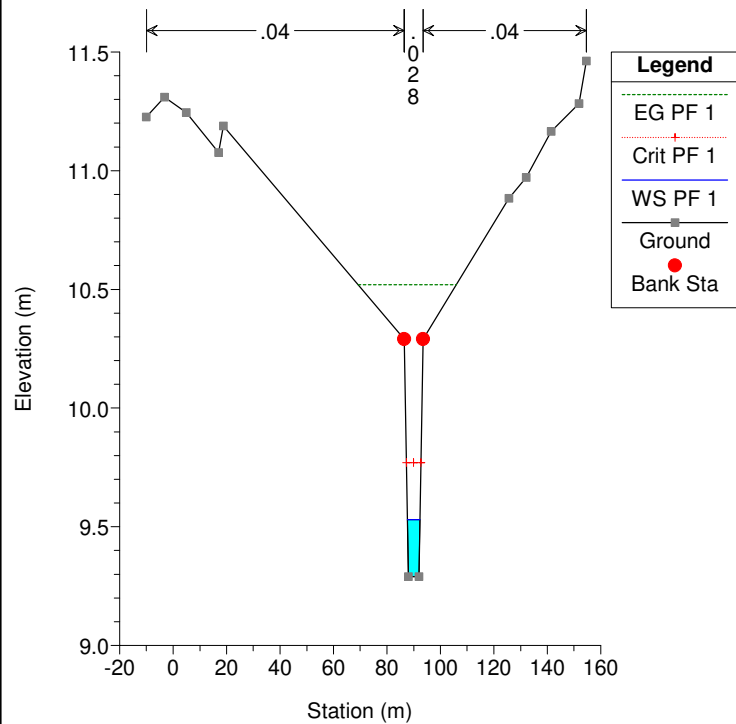
BACINO 19+300 Plan: TR 200 18/07/2018



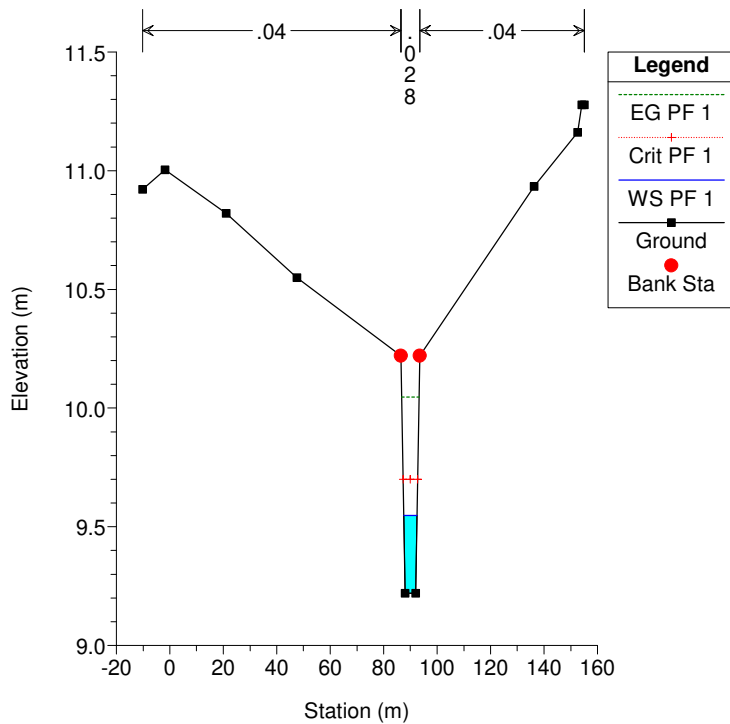
BACINO 19+300 Plan: TR 200 18/07/2018



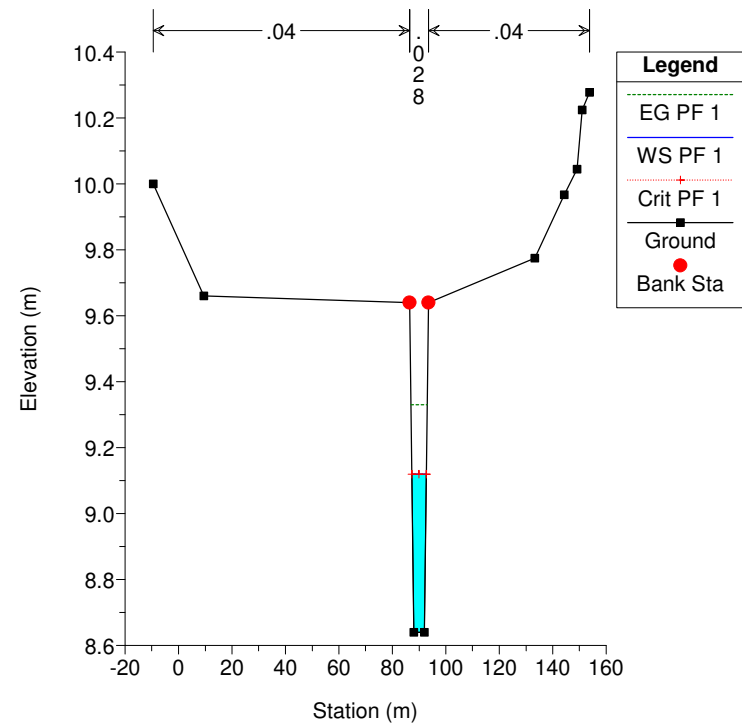
BACINO 19+300 Plan: TR 200 18/07/2018



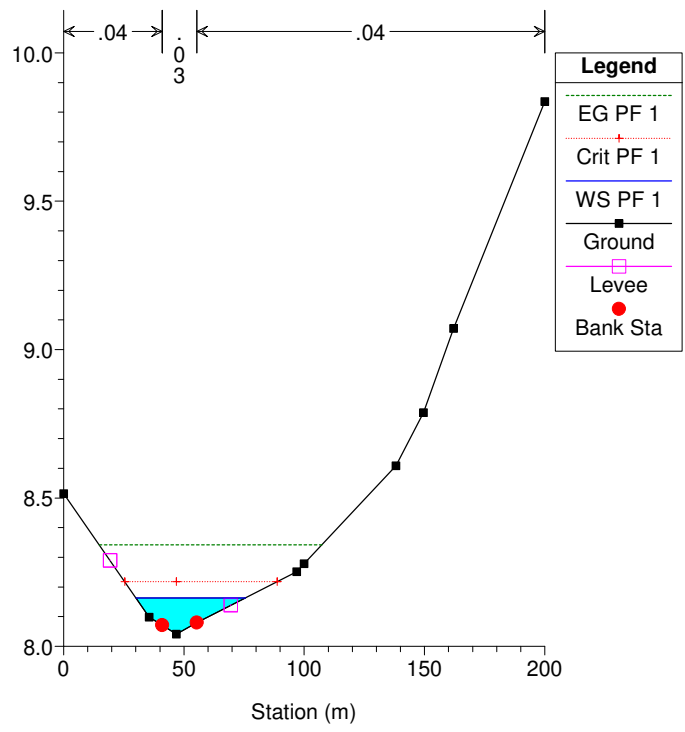
BACINO 19+300 Plan: TR 200 18/07/2018



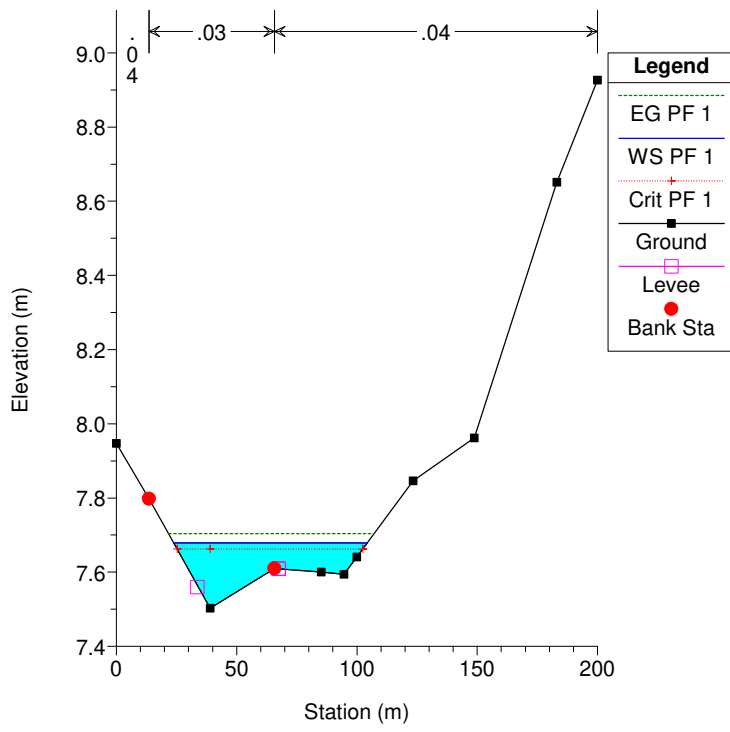
BACINO 19+300 Plan: TR 200 18/07/2018



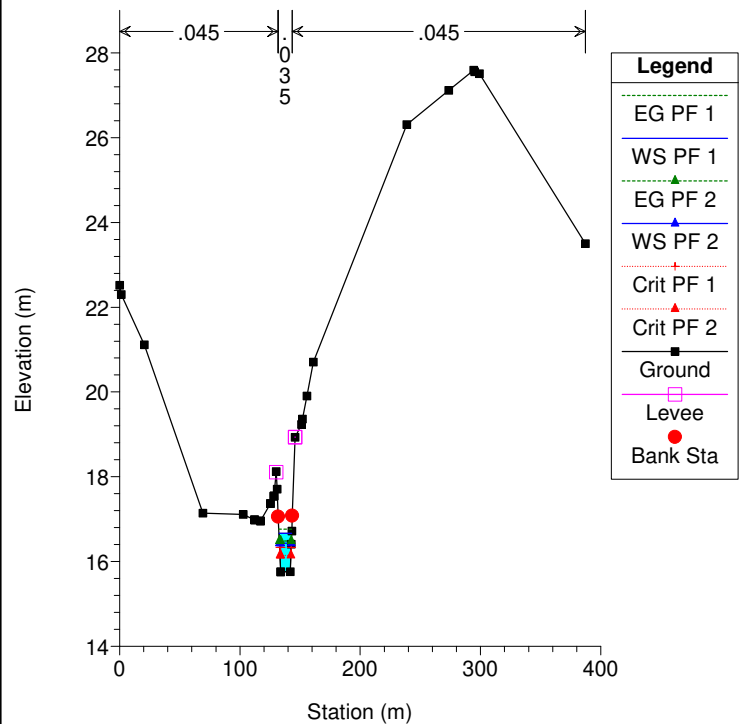
BACINO 19+300 Plan: TR 200 18/07/2018



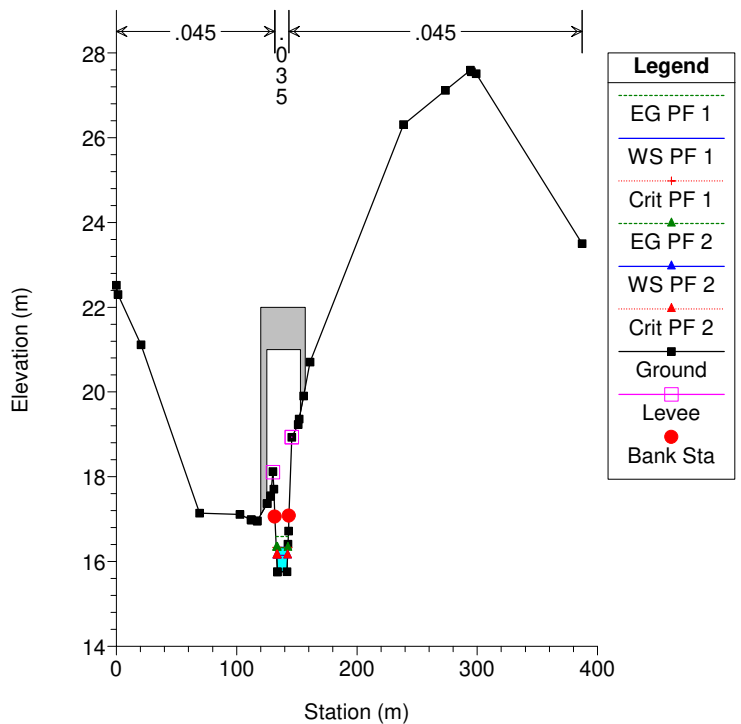
BACINO 19+300 Plan: TR 200 18/07/2018



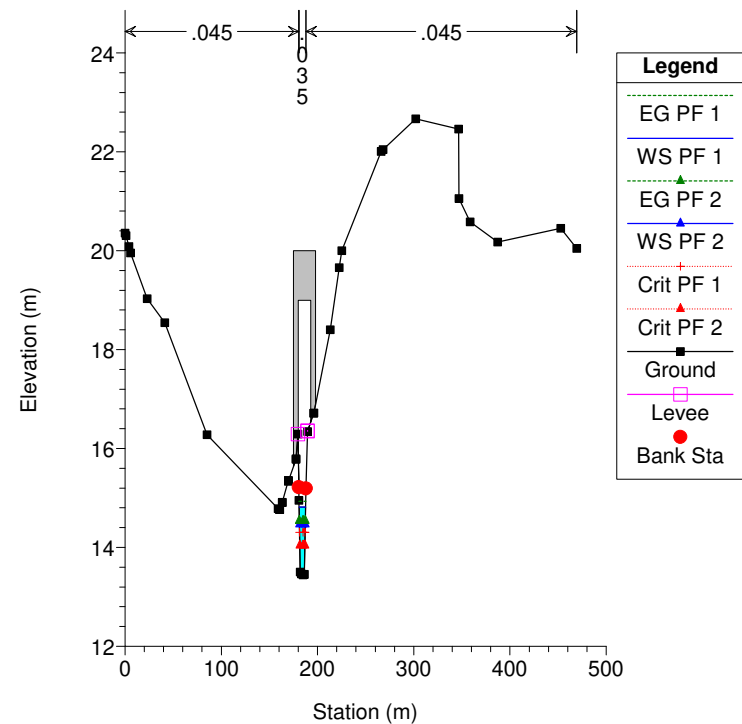
BACINO_20+250 Plan: TR 200 SITUAZIONE FUTURA 03/09/2018



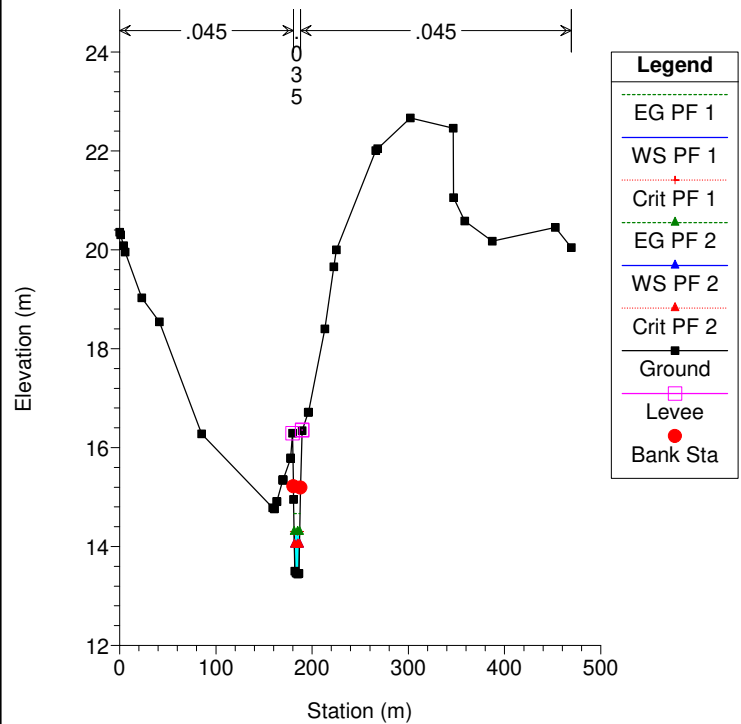
BACINO_20+250 Plan: TR 200 SITUAZIONE FUTURA 03/09/2018



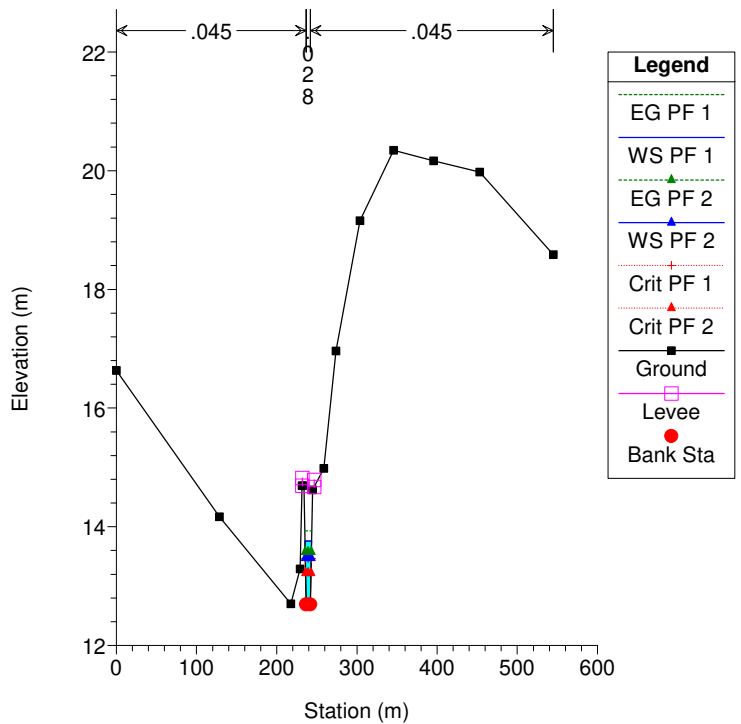
BACINO_20+250 Plan: TR 200 SITUAZIONE FUTURA 03/09/2018



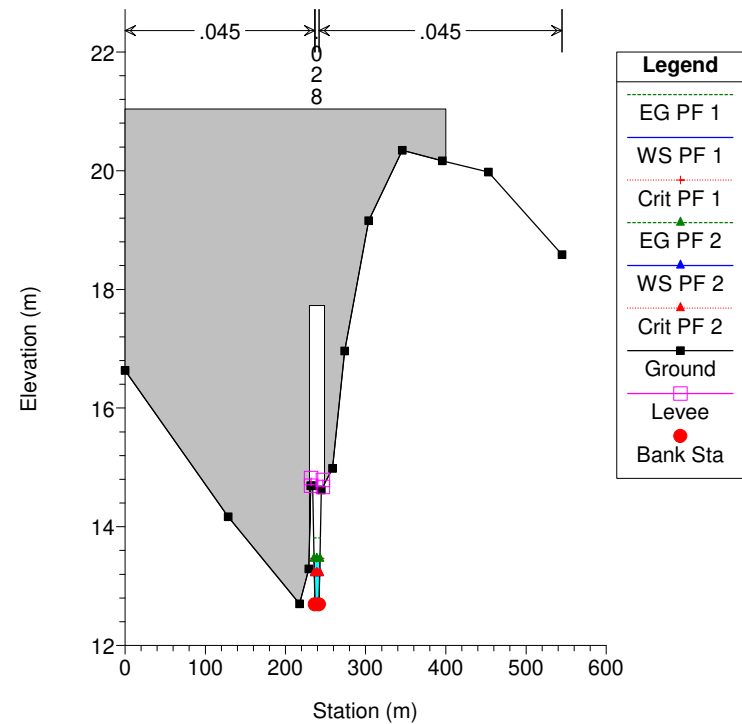
BACINO_20+250 Plan: TR 200 SITUAZIONE FUTURA 03/09/2018

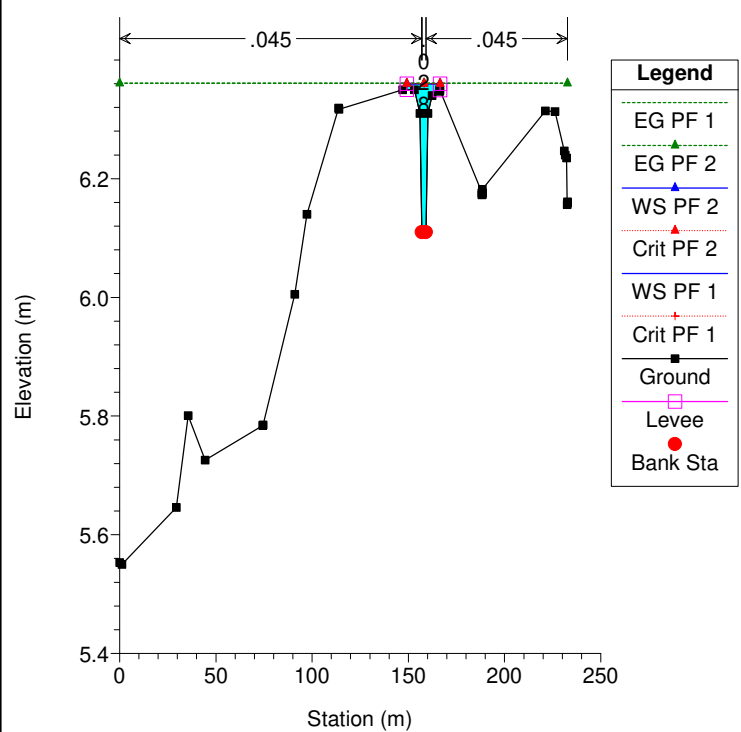
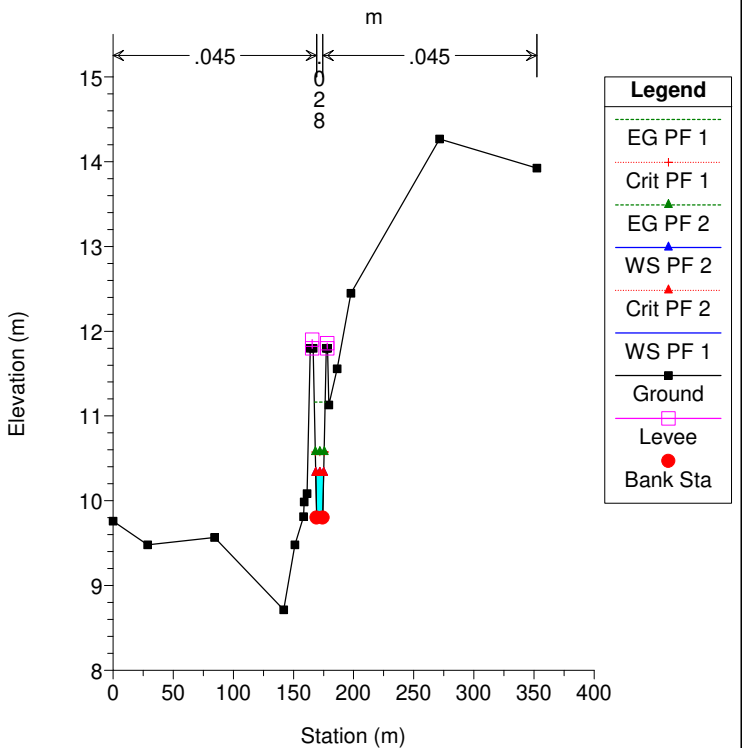
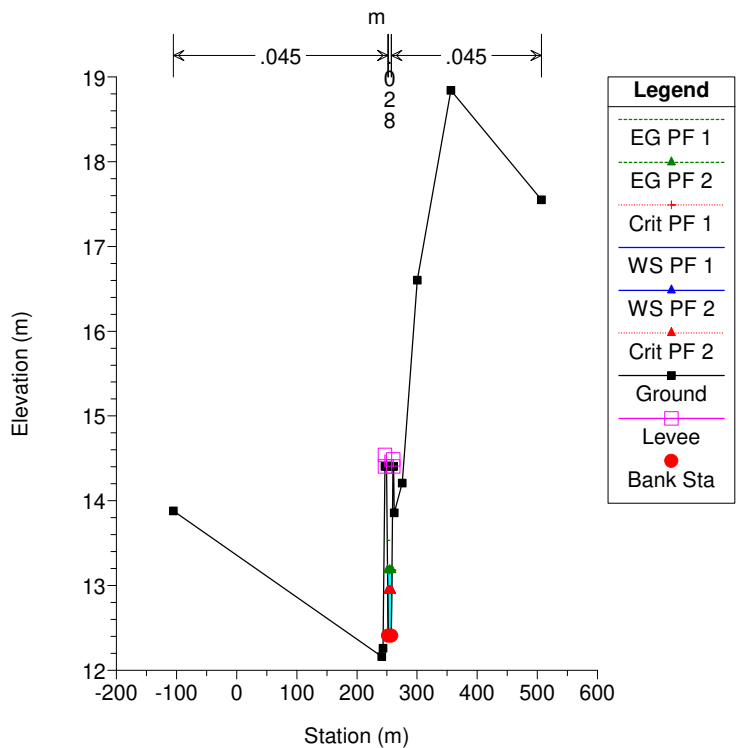
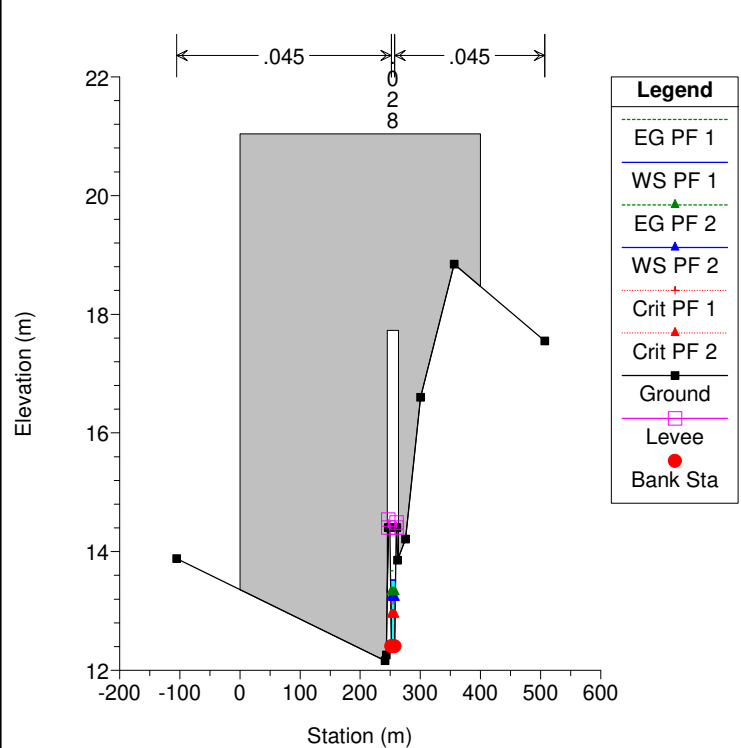


BACINO_20+250 Plan: TR 200 SITUAZIONE FUTURA 03/09/2018

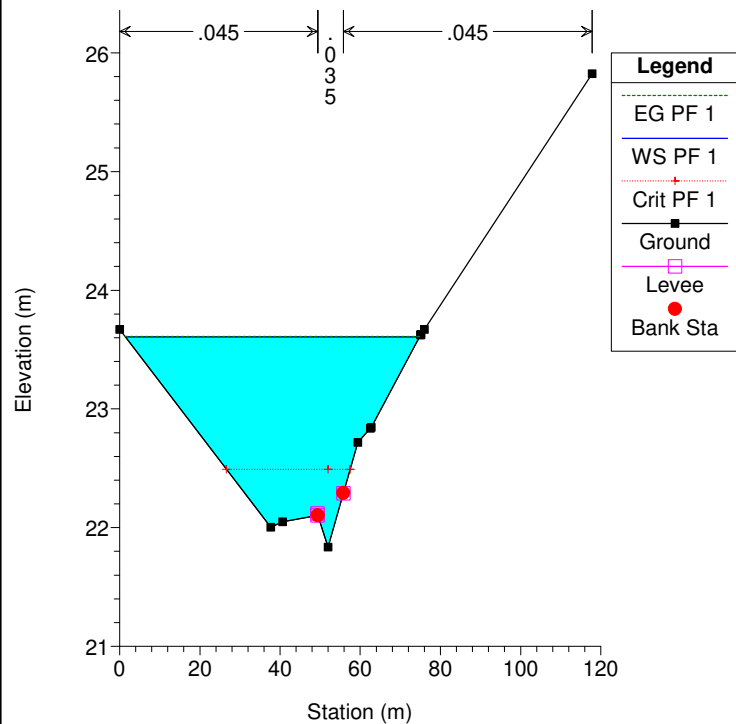


BACINO_20+250 Plan: TR 200 SITUAZIONE FUTURA 03/09/2018

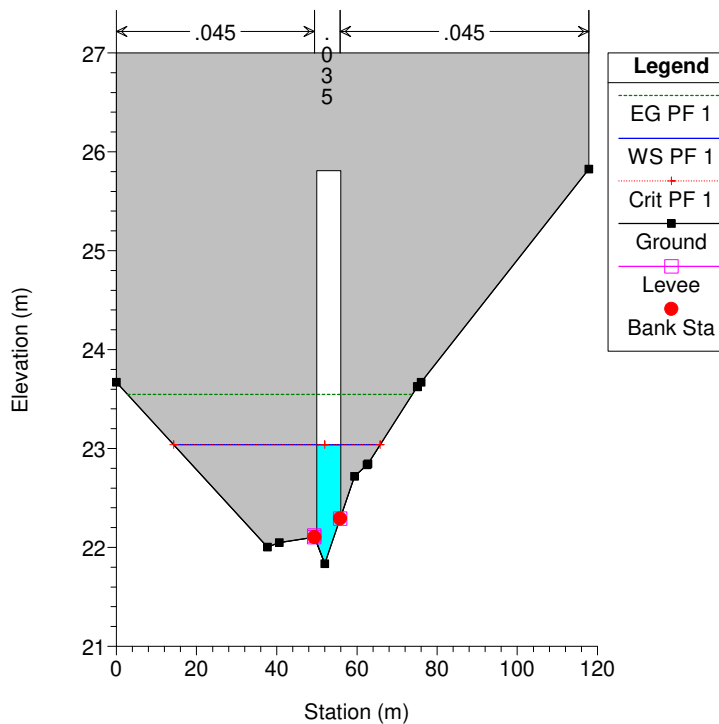




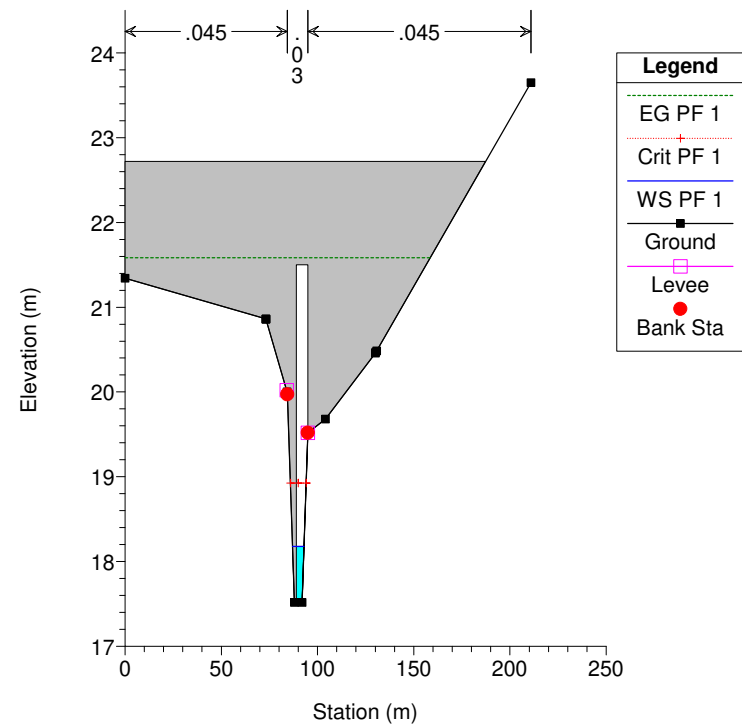
BACINO 20+600 Plan: TR 200 06/08/2018



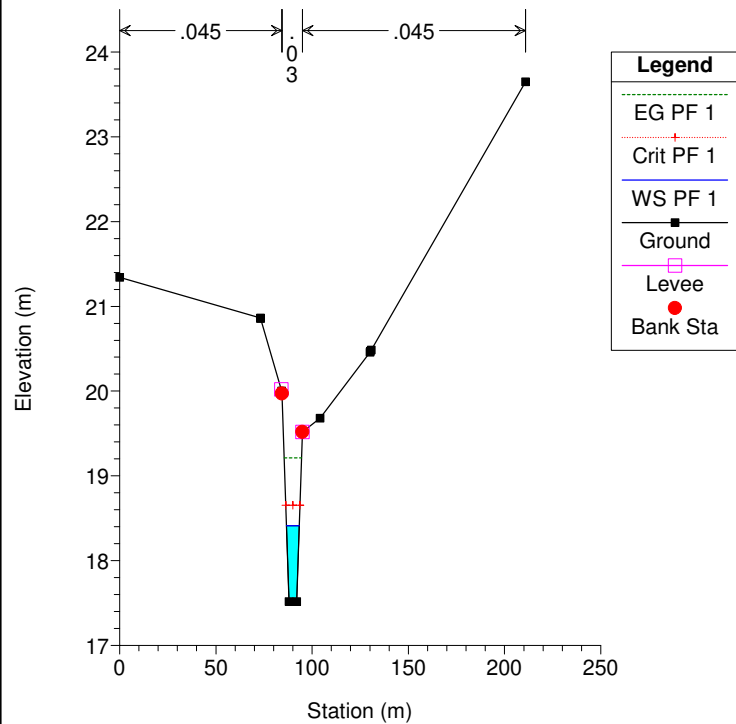
BACINO 20+600 Plan: TR 200 06/08/2018



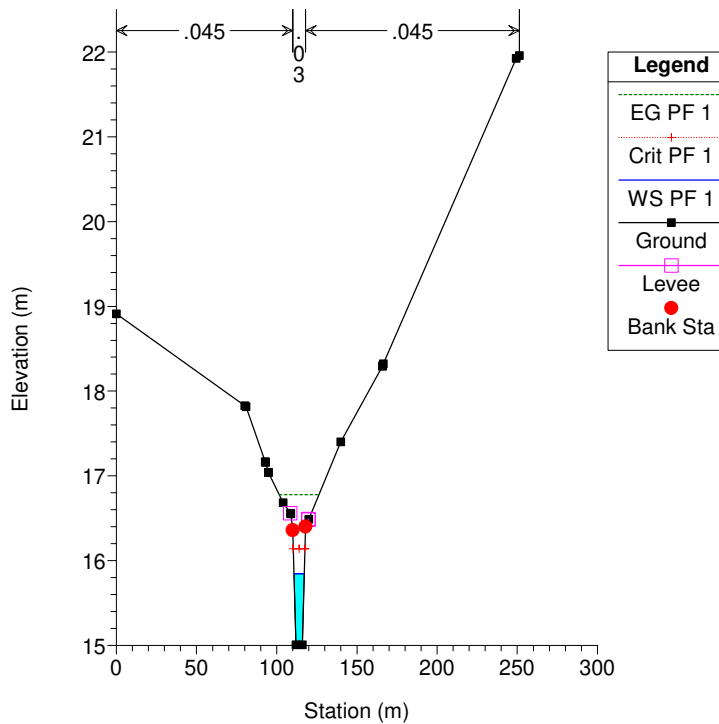
BACINO 20+600 Plan: TR 200 06/08/2018



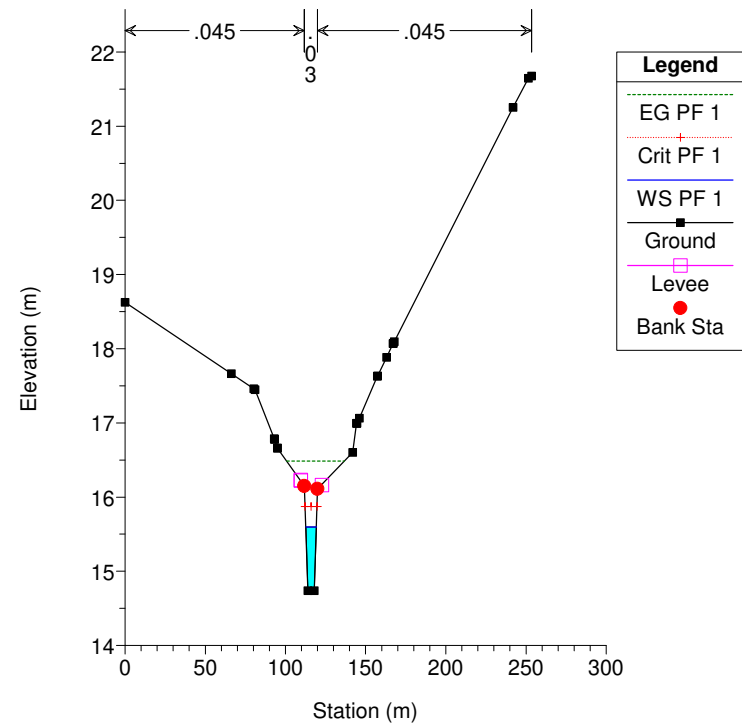
BACINO 20+600 Plan: TR 200 06/08/2018



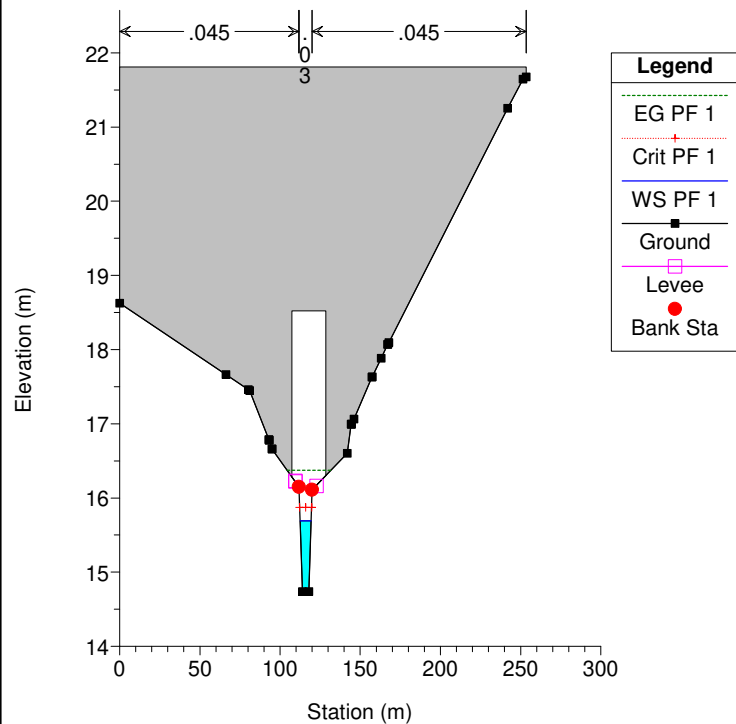
BACINO 20+600 Plan: TR 200 06/08/2018



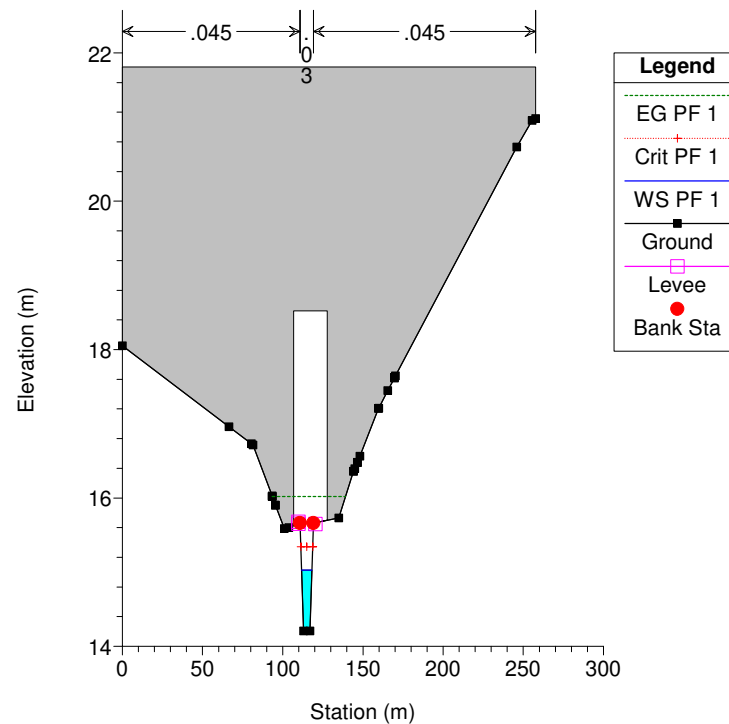
BACINO 20+600 Plan: TR 200 06/08/2018



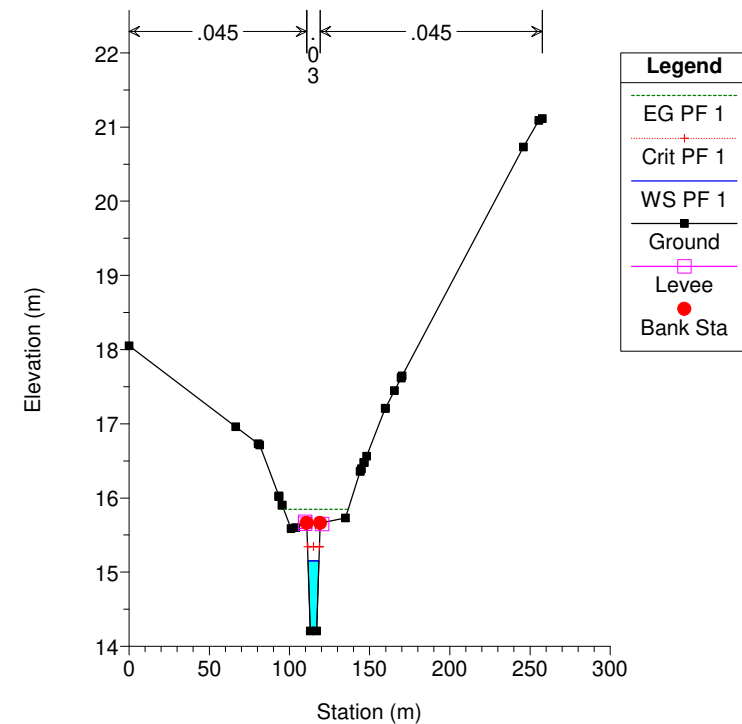
BACINO 20+600 Plan: TR 200 06/08/2018



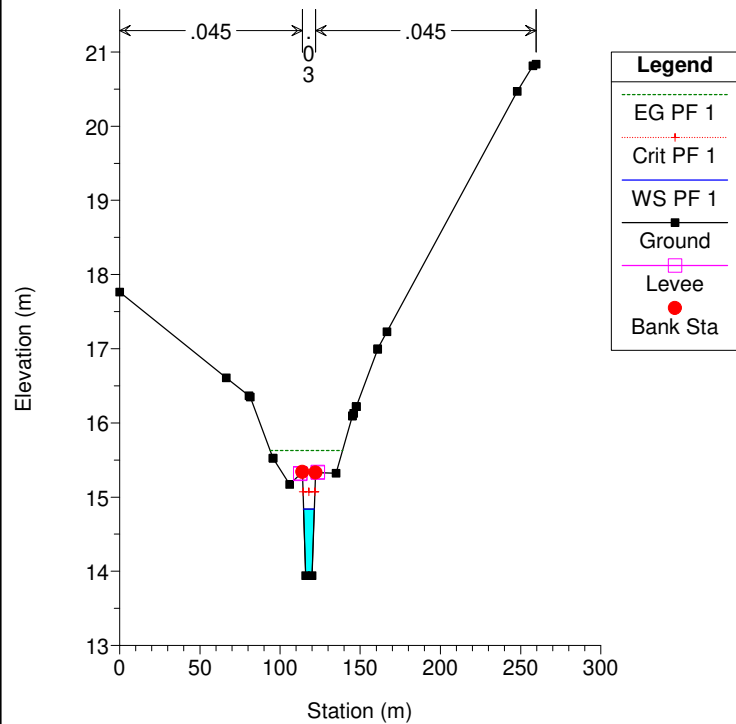
BACINO 20+600 Plan: TR 200 06/08/2018



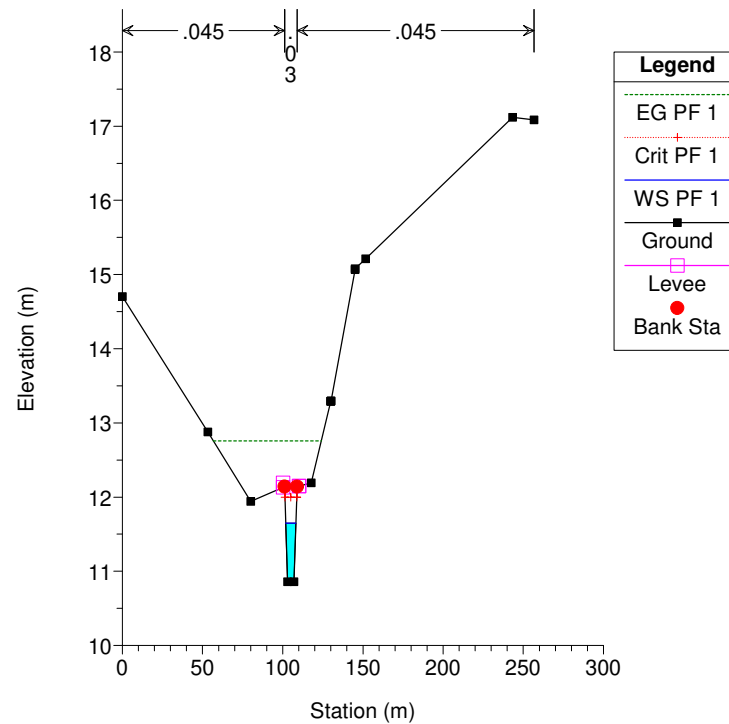
BACINO 20+600 Plan: TR 200 06/08/2018



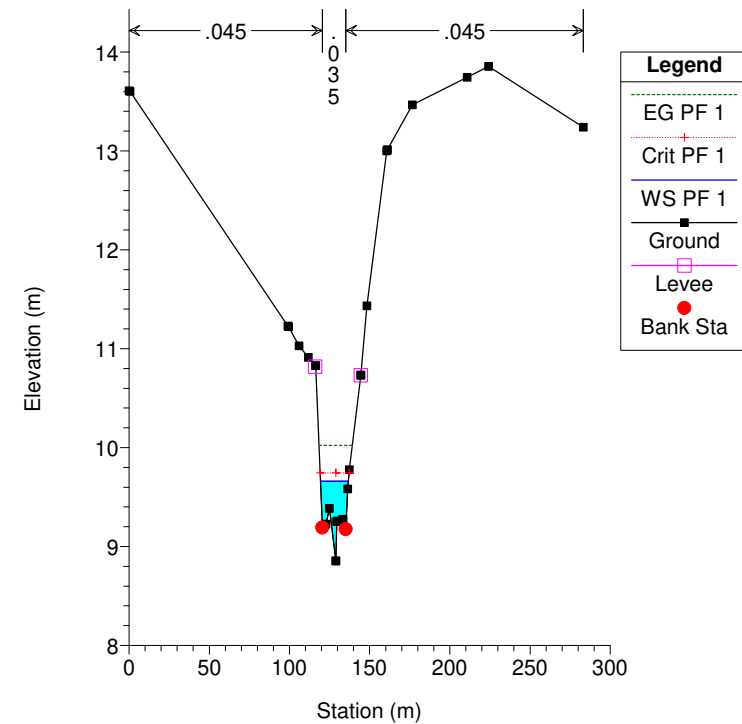
BACINO 20+600 Plan: TR 200 06/08/2018



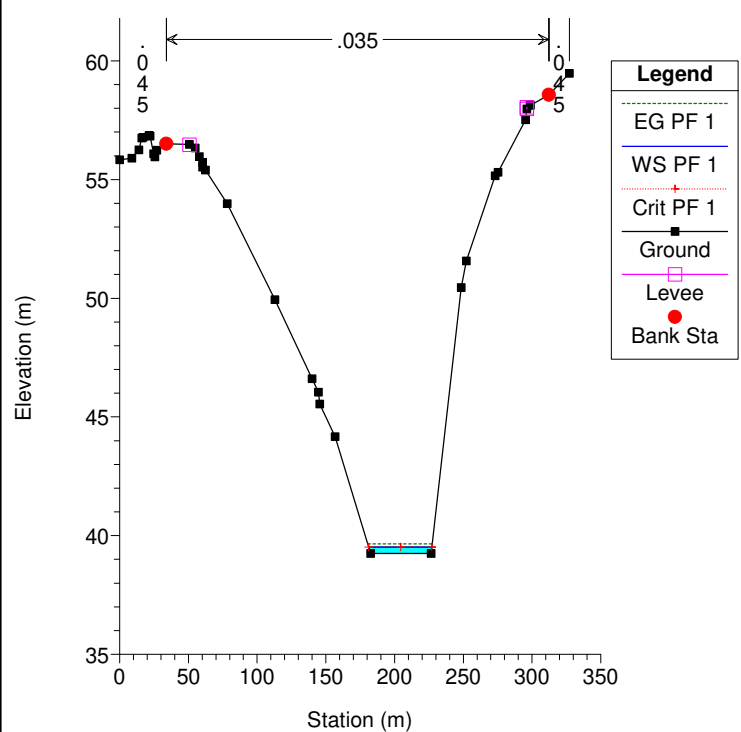
BACINO 20+600 Plan: TR 200 06/08/2018



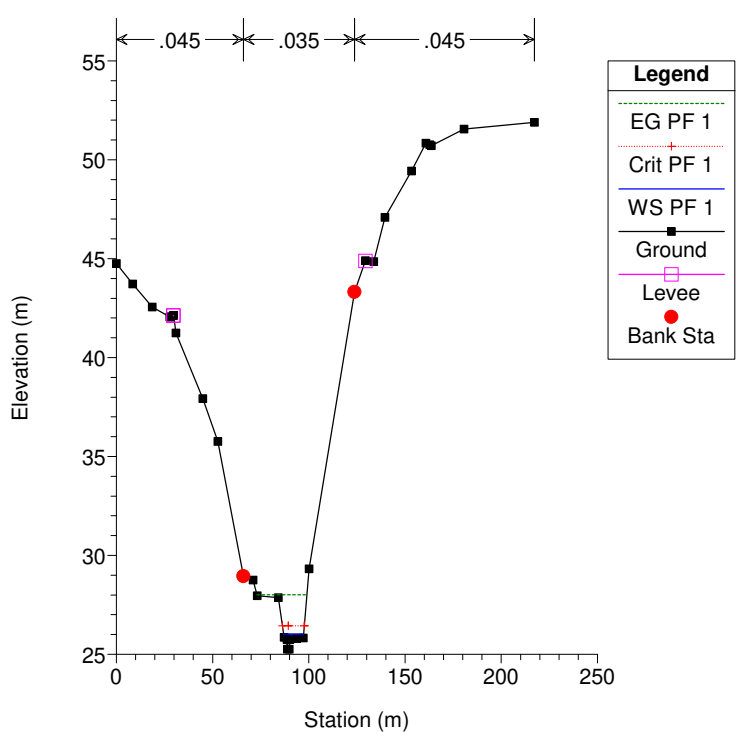
BACINO 20+600 Plan: TR 200 06/08/2018



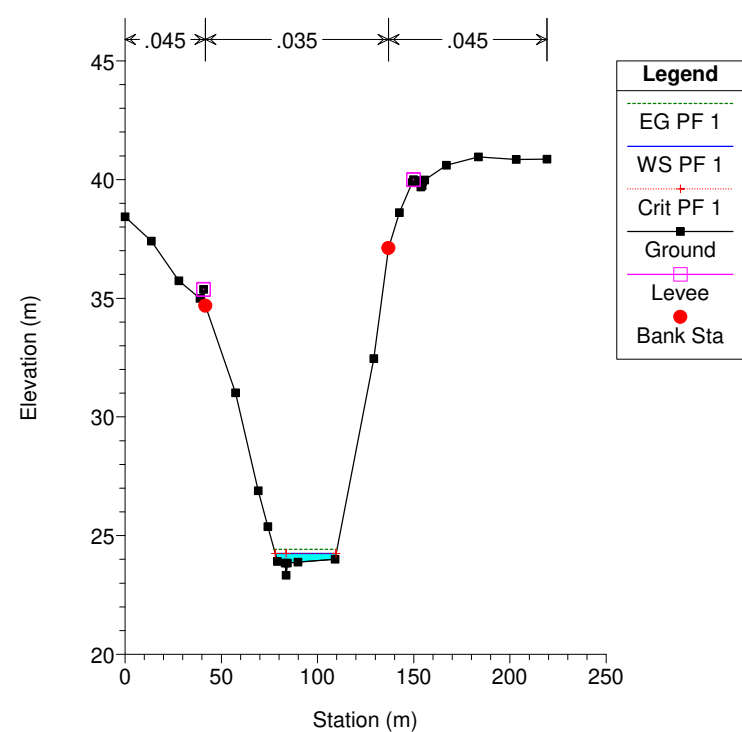
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



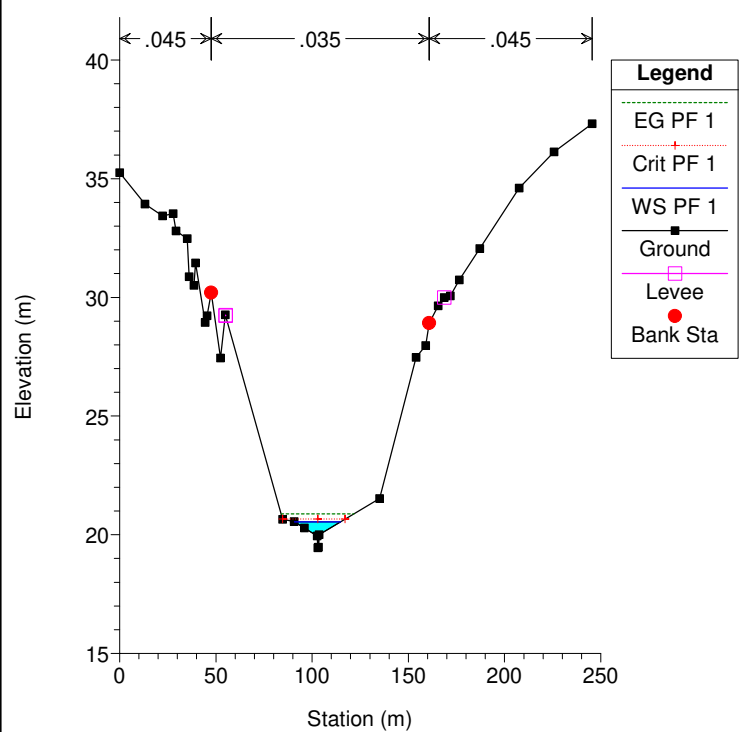
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



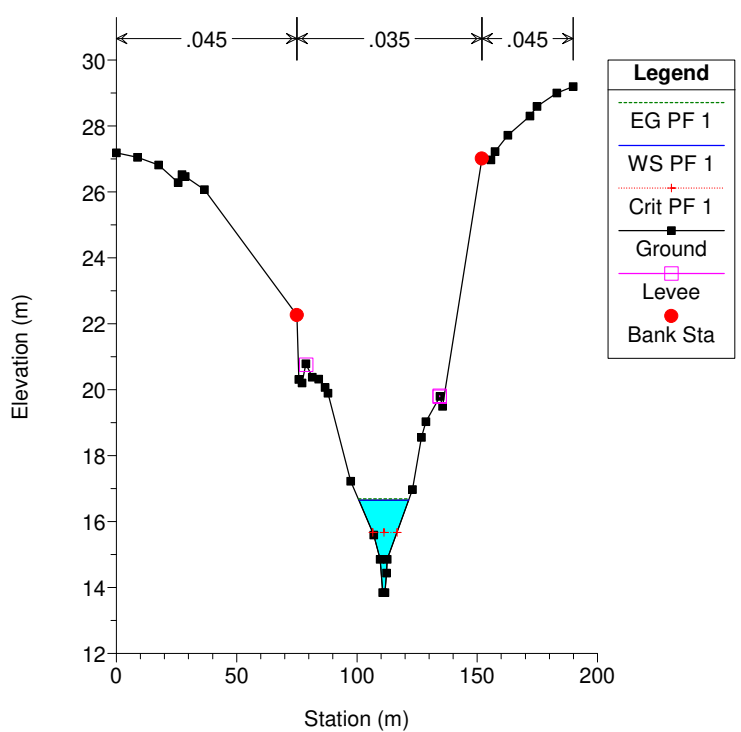
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



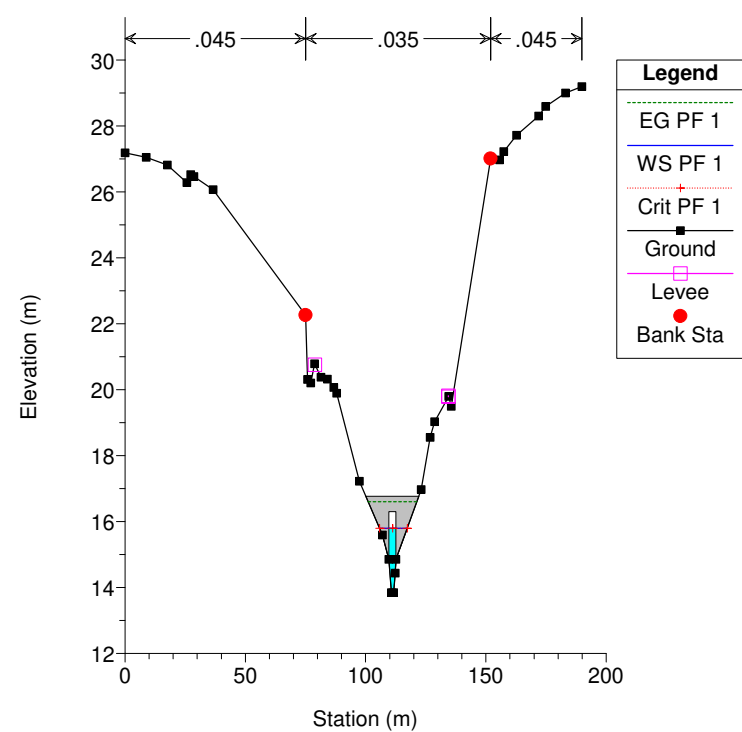
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



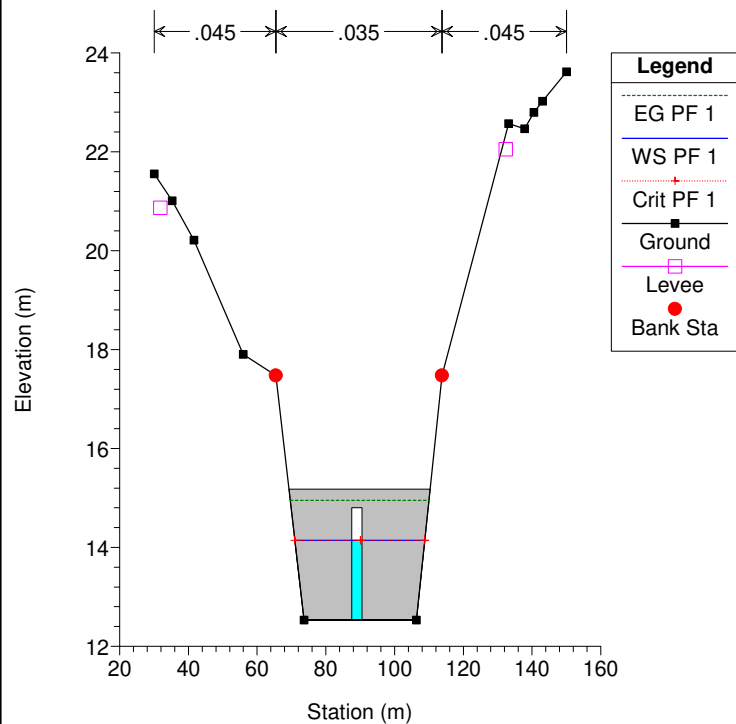
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



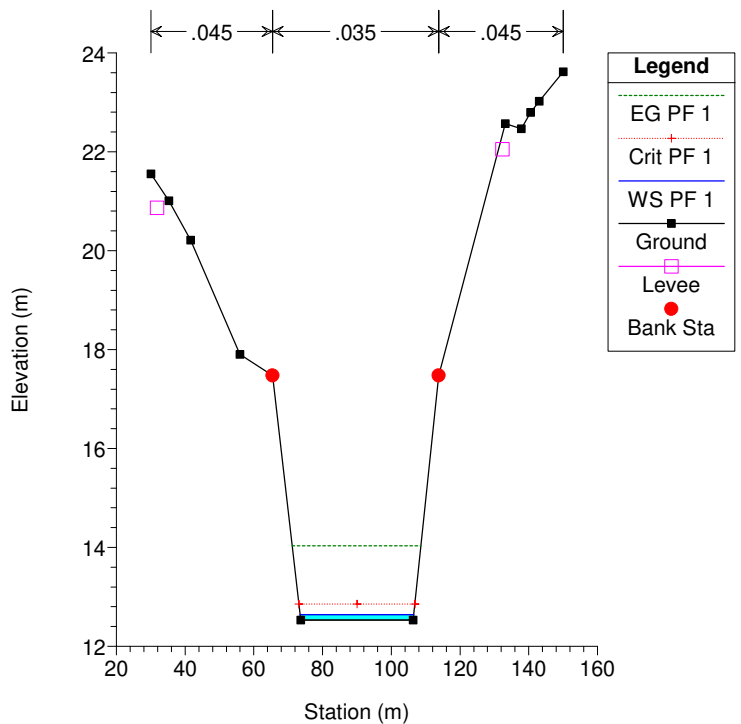
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



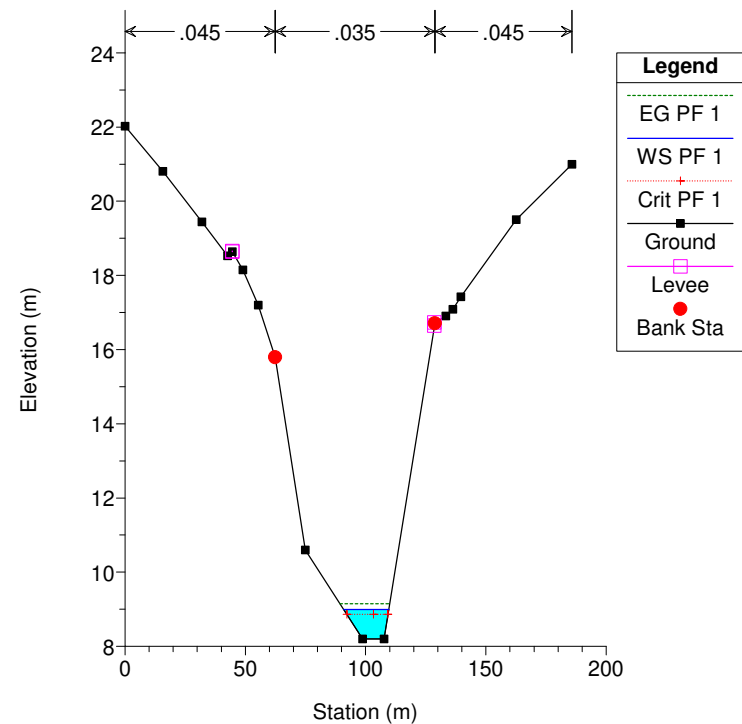
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



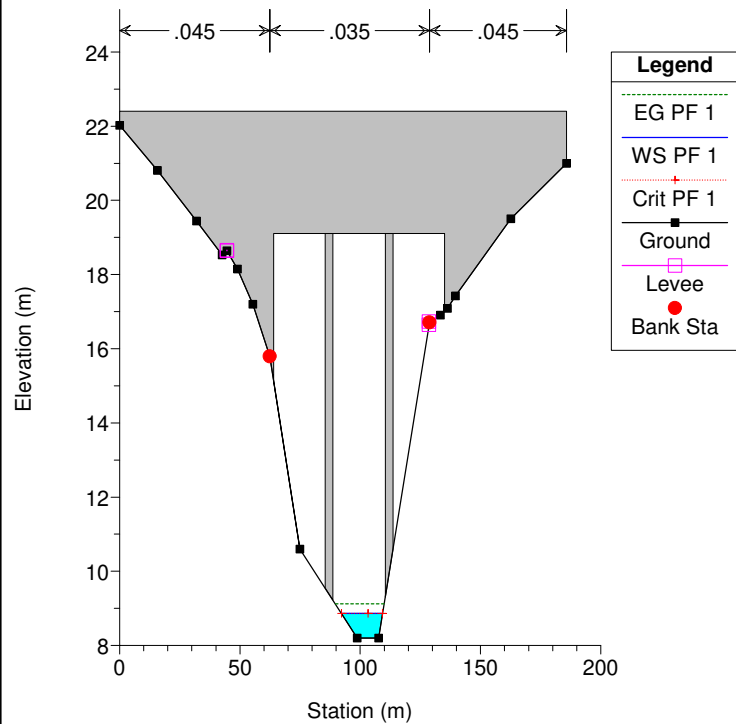
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



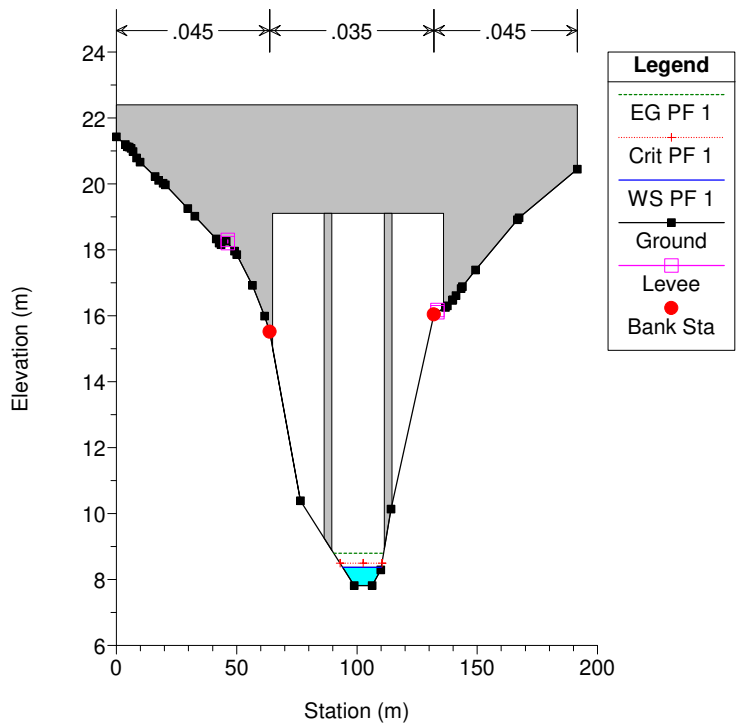
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



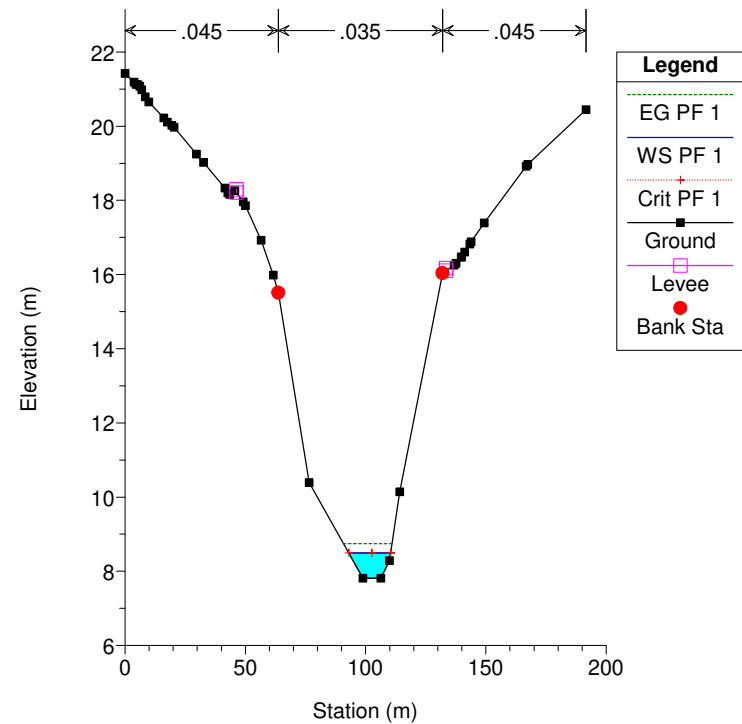
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



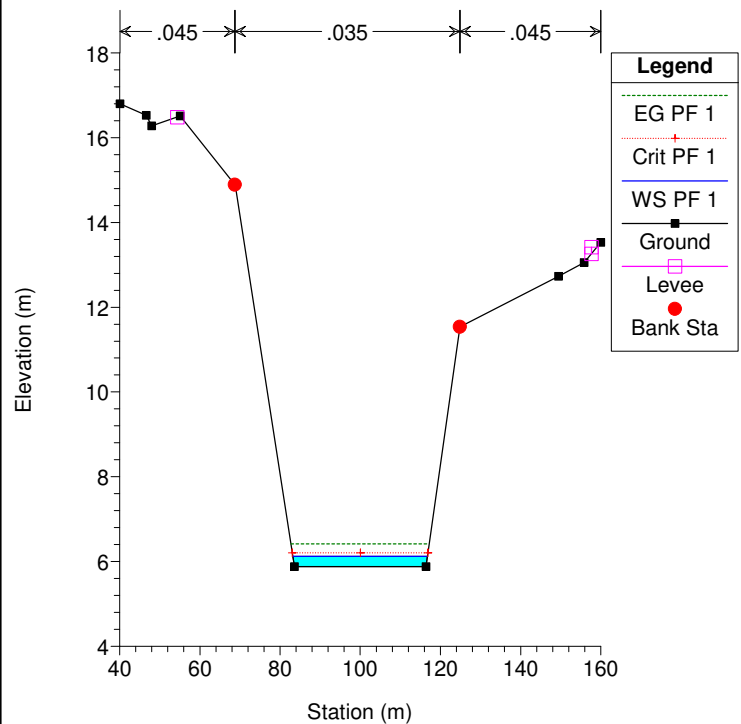
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



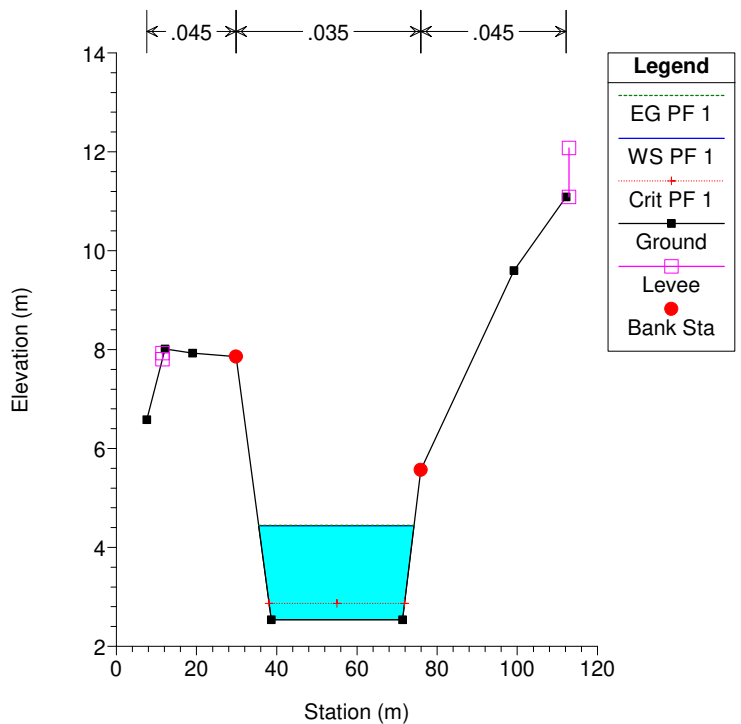
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



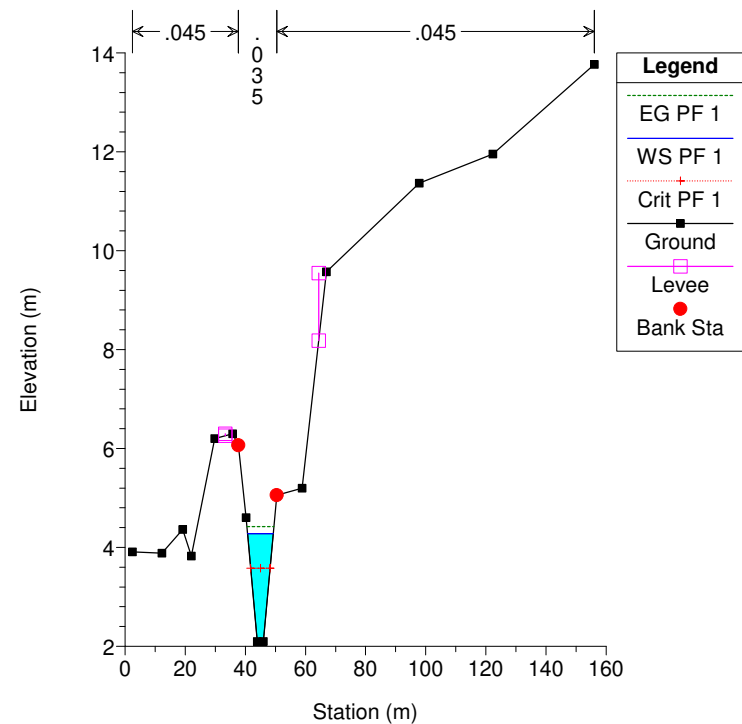
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



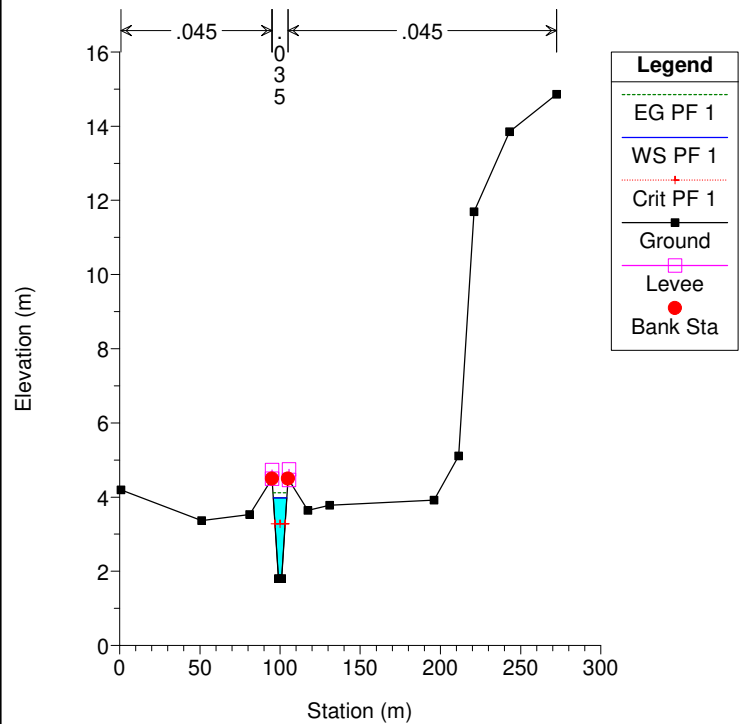
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



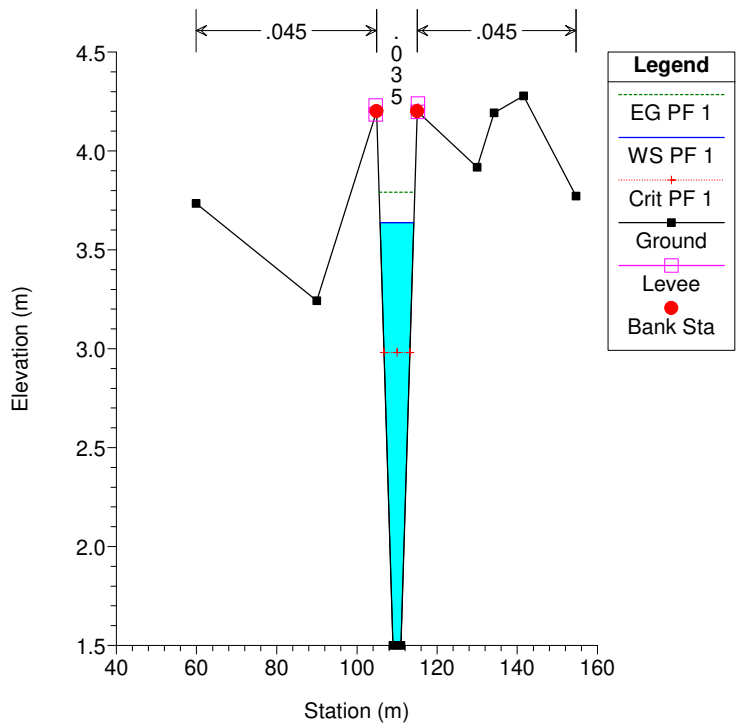
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



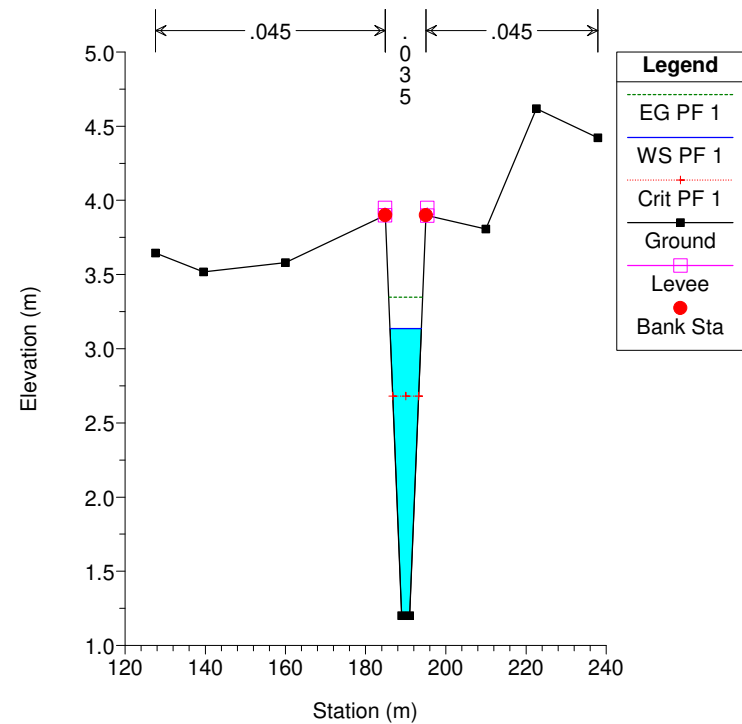
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



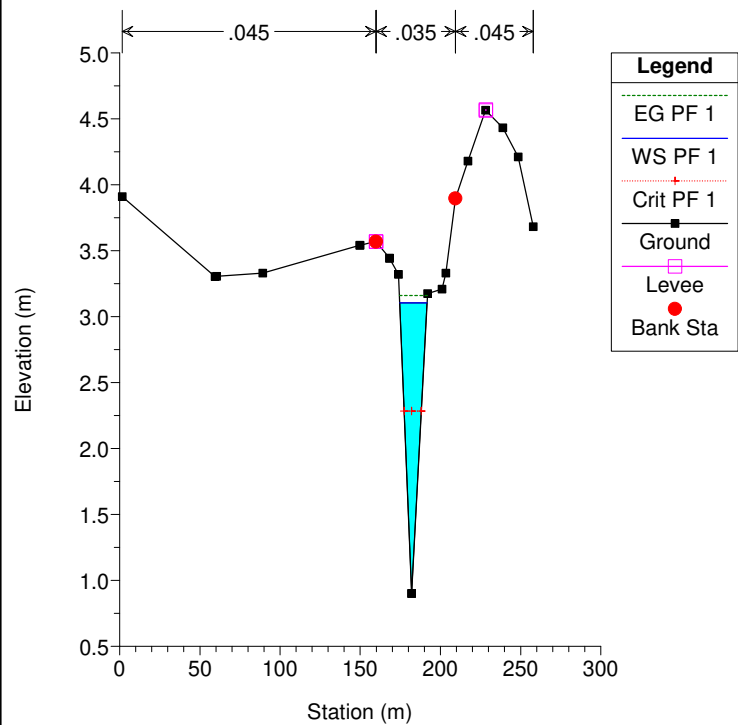
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



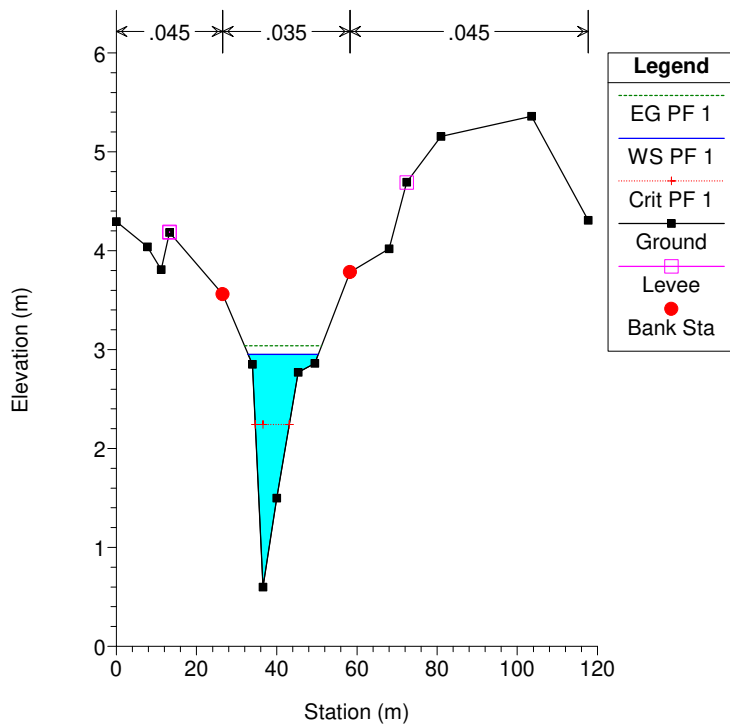
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



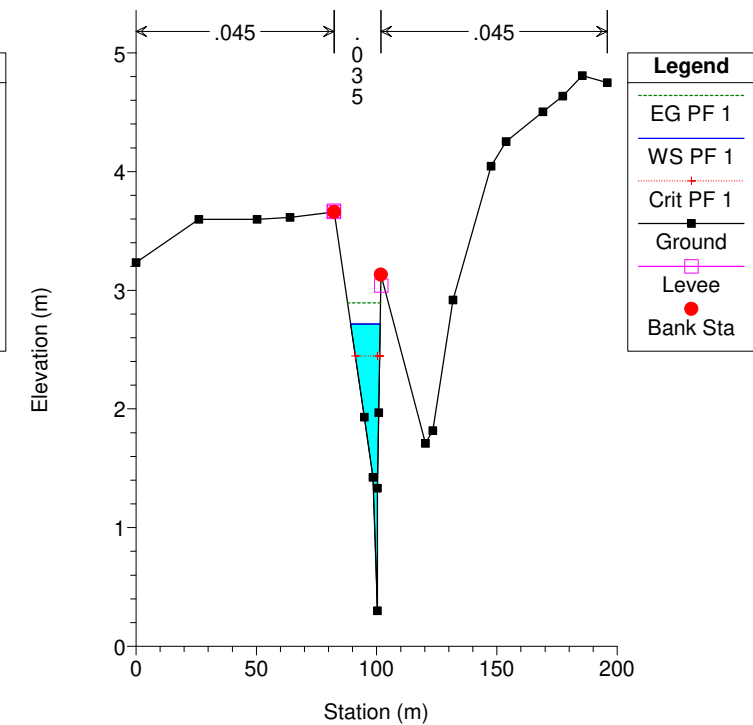
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018



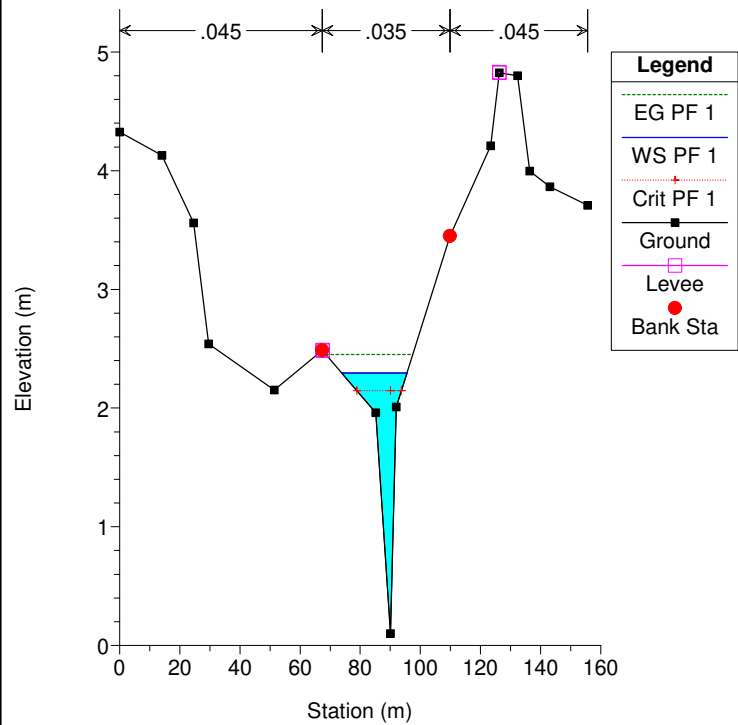
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018

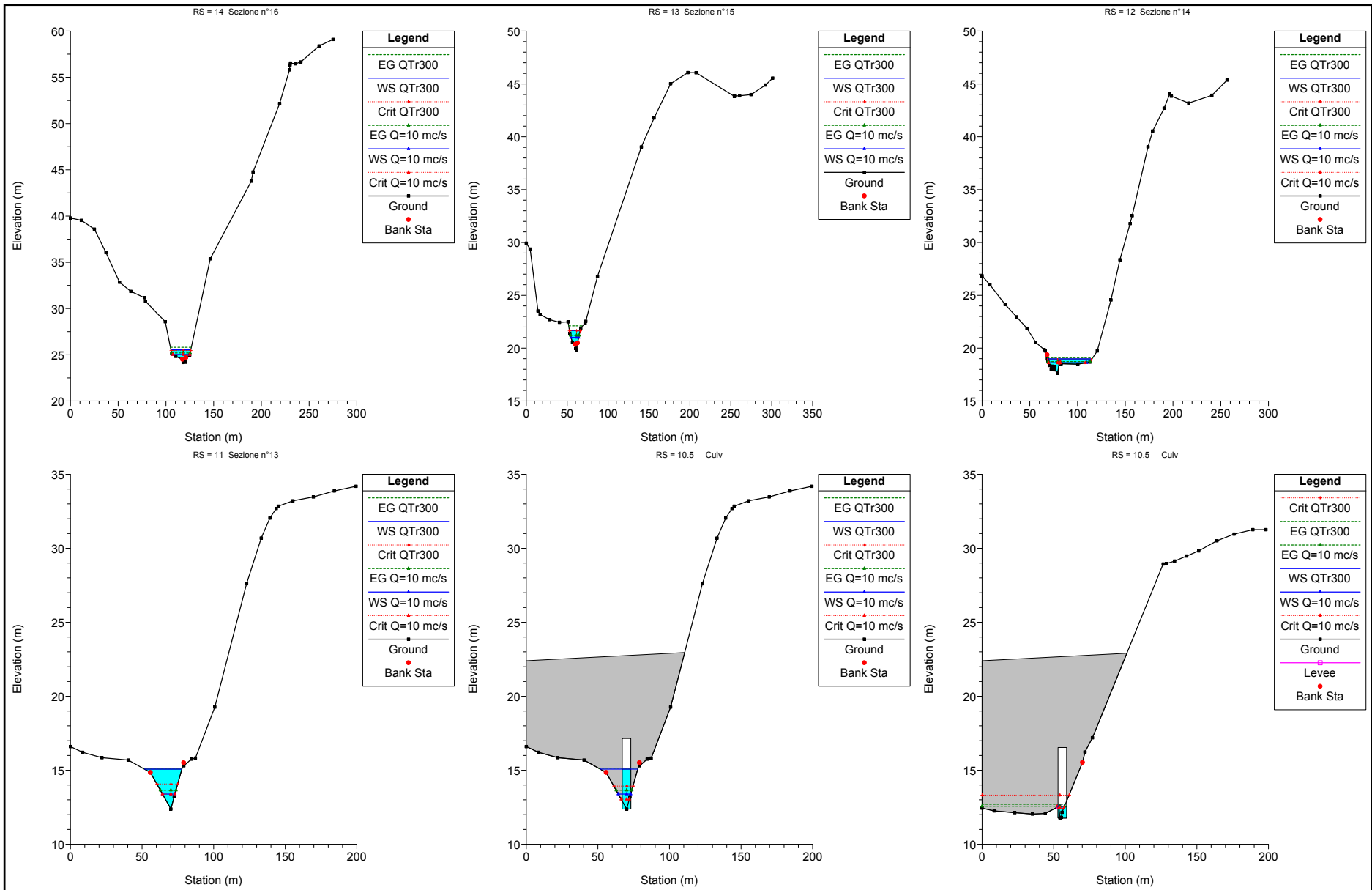


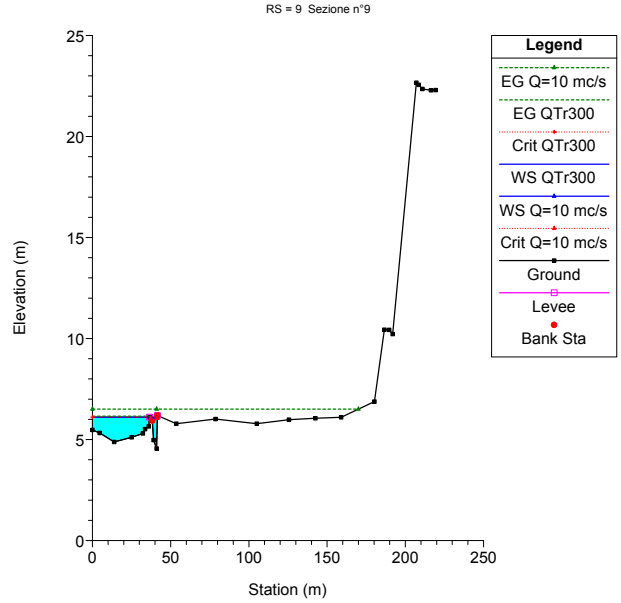
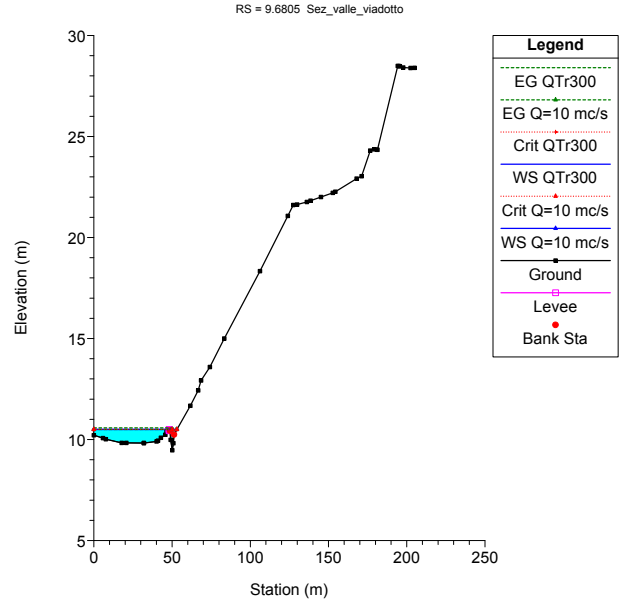
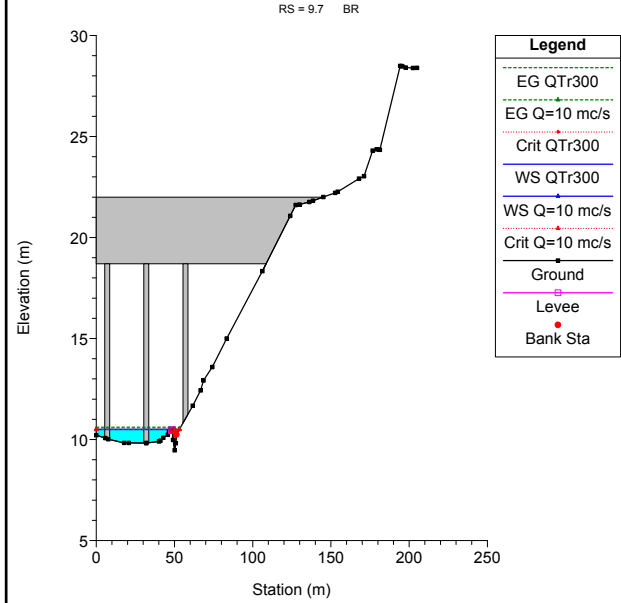
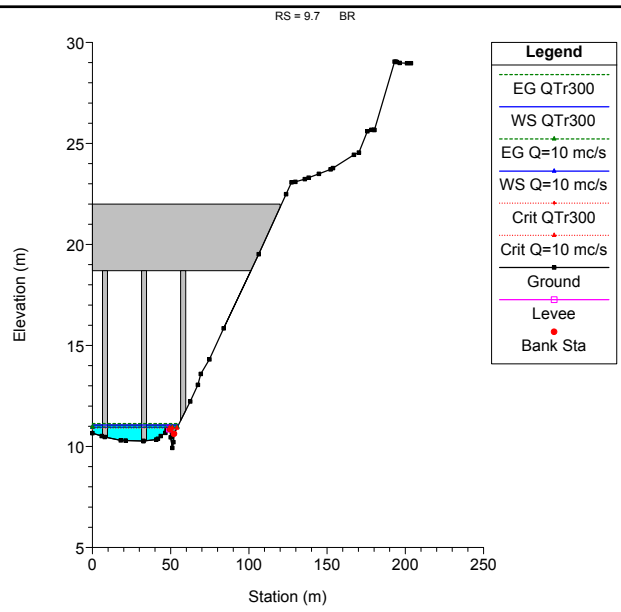
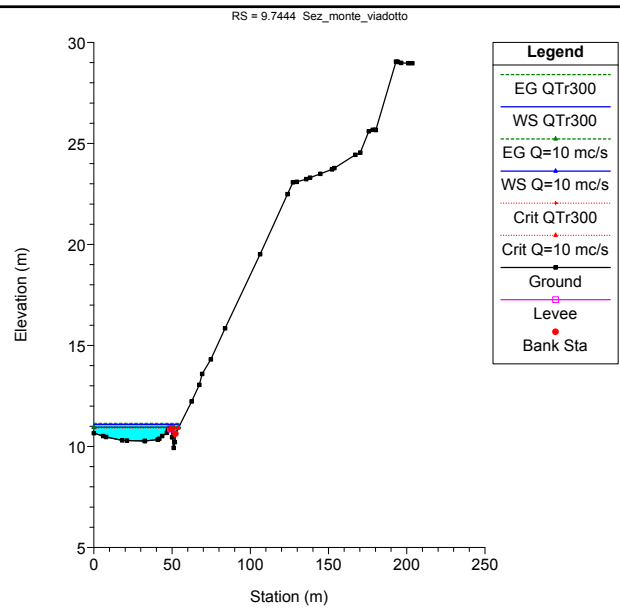
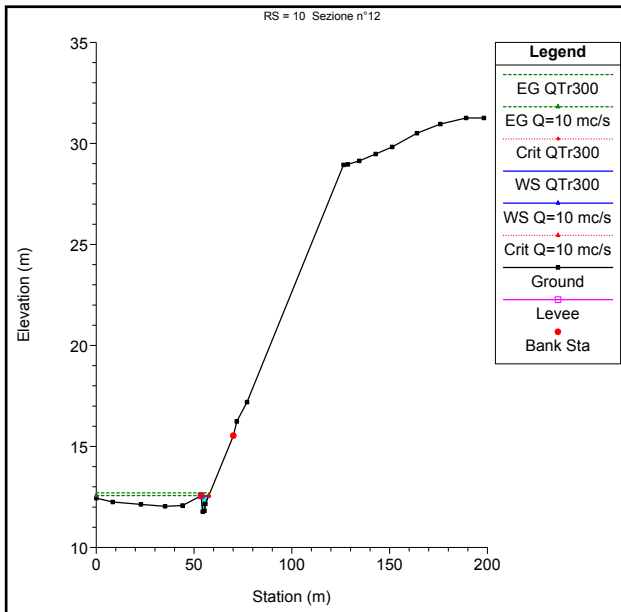
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018

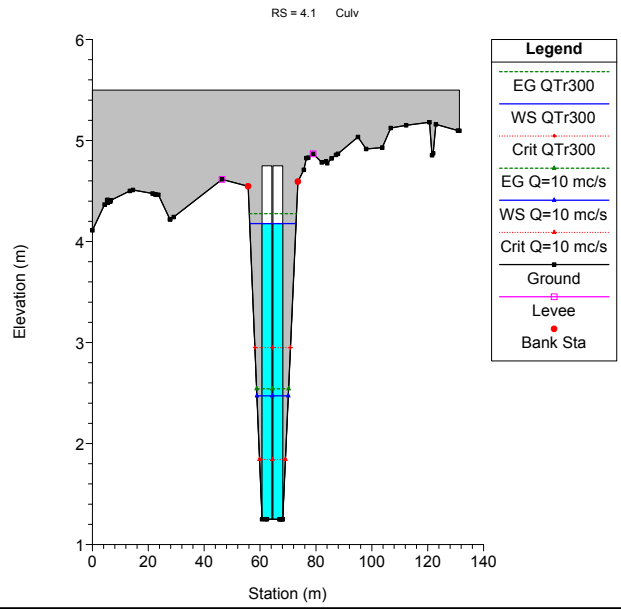
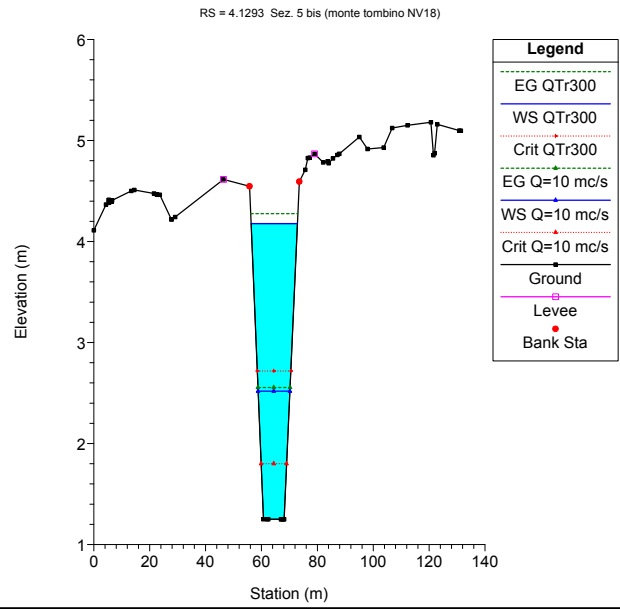
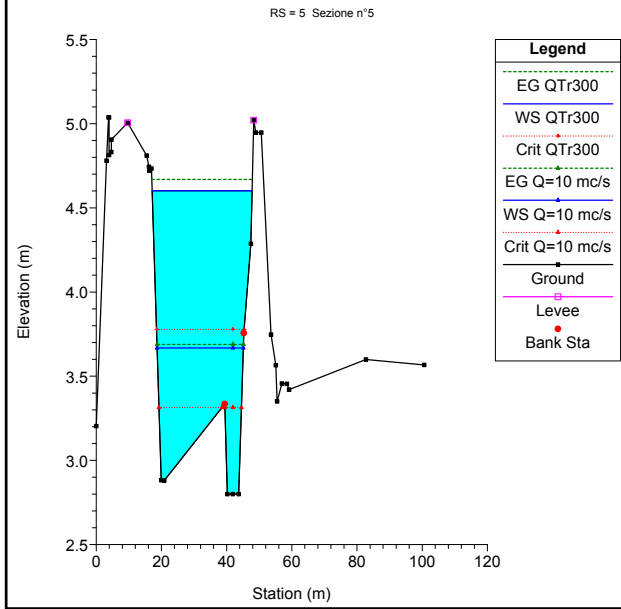
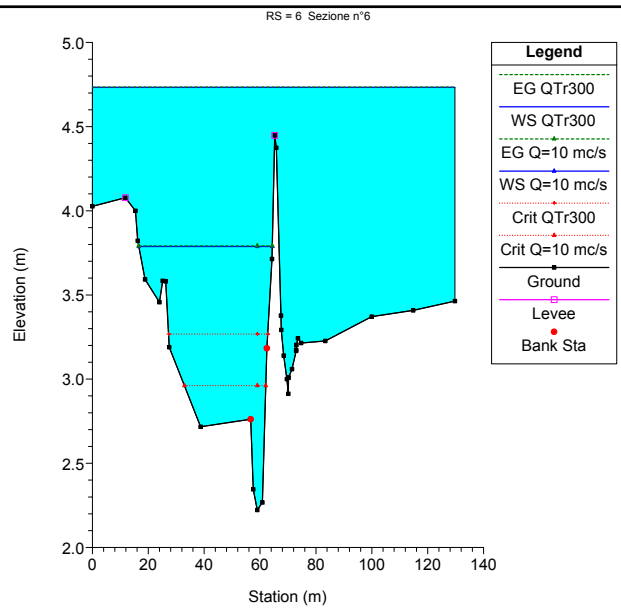
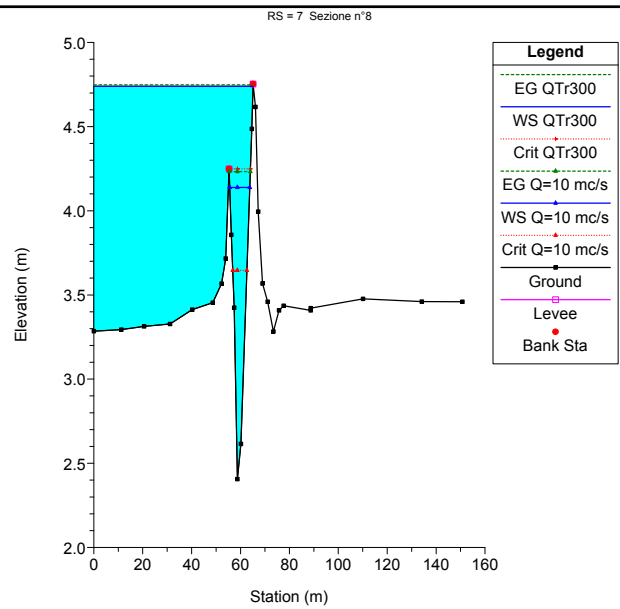
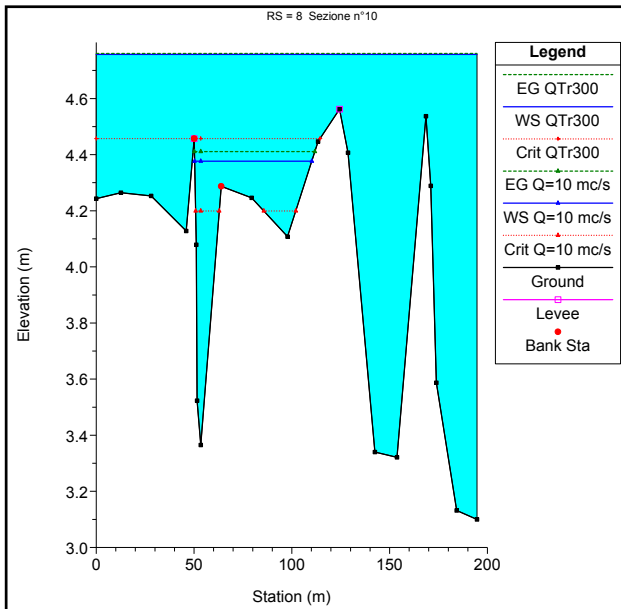


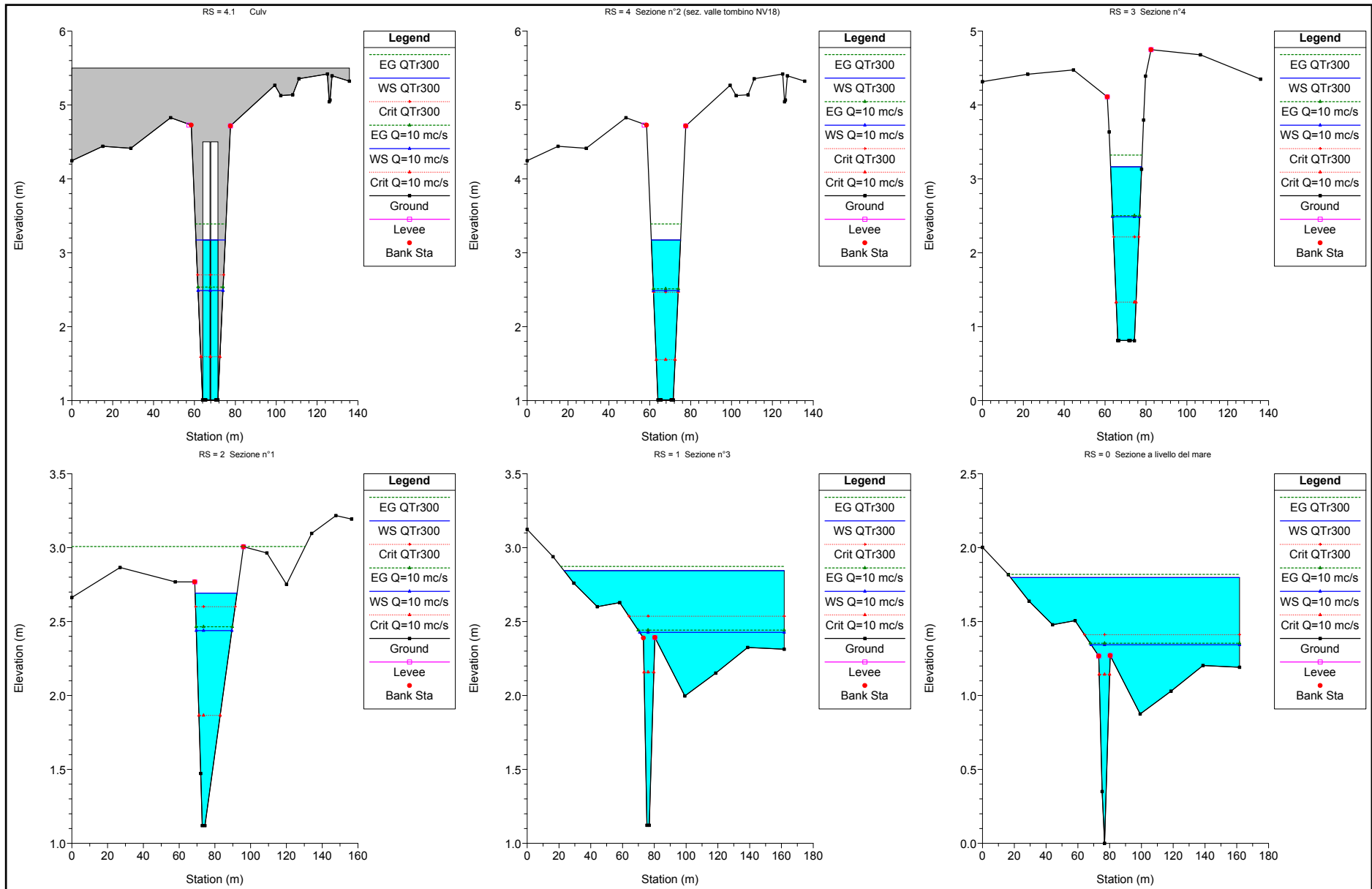
BACINO 21+150 Plan: TR 200 anni 06/09/2018

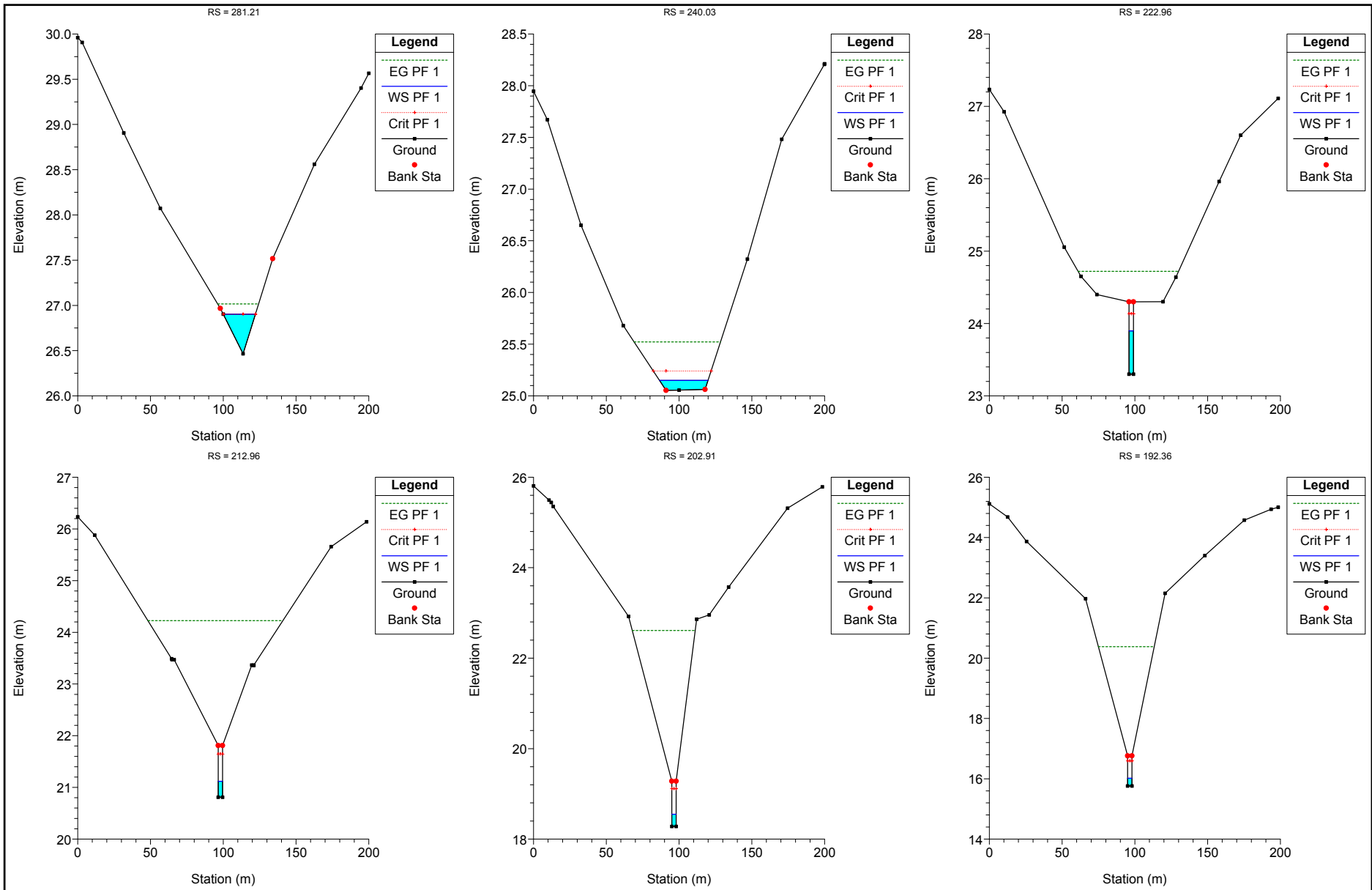


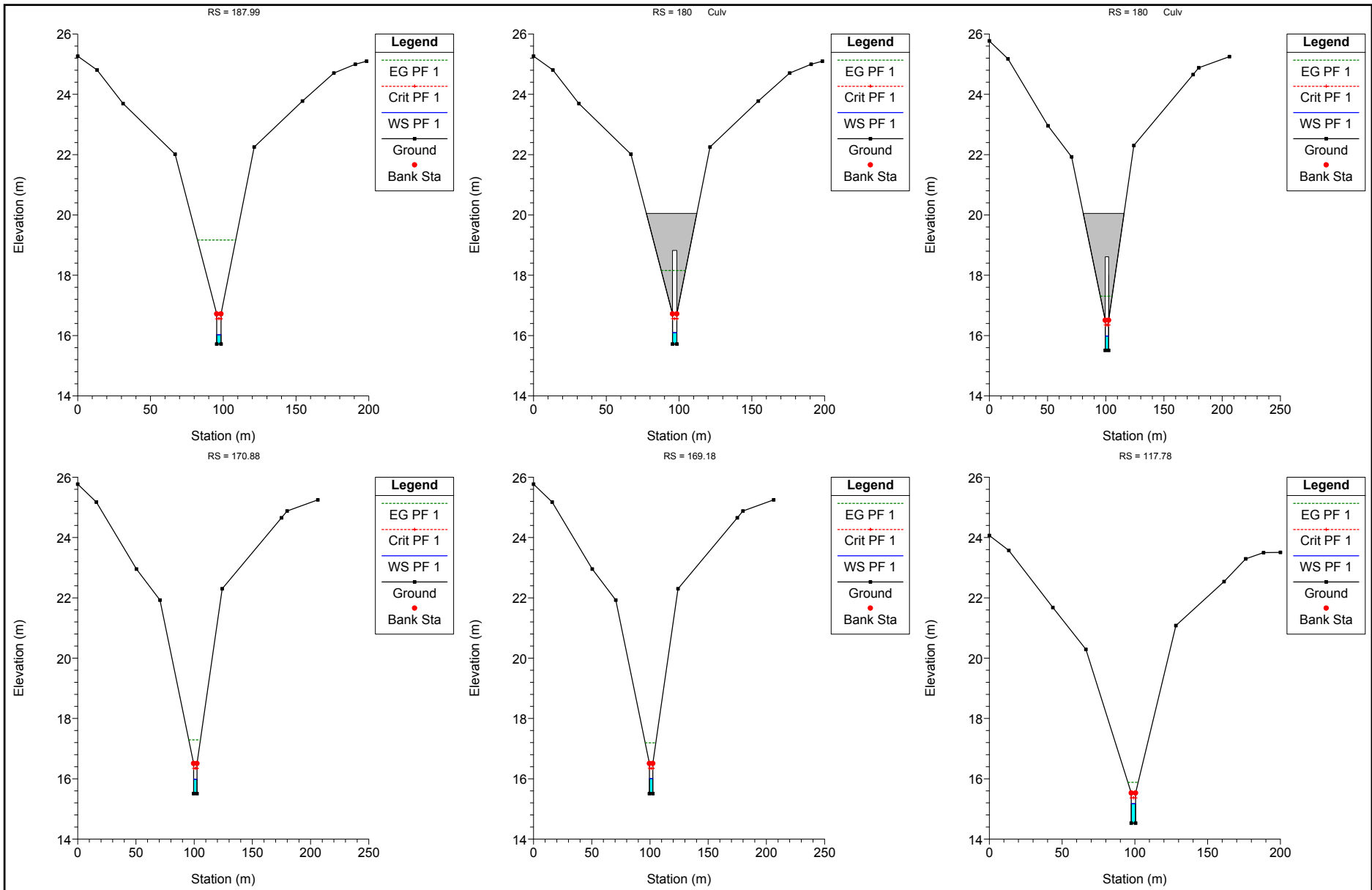


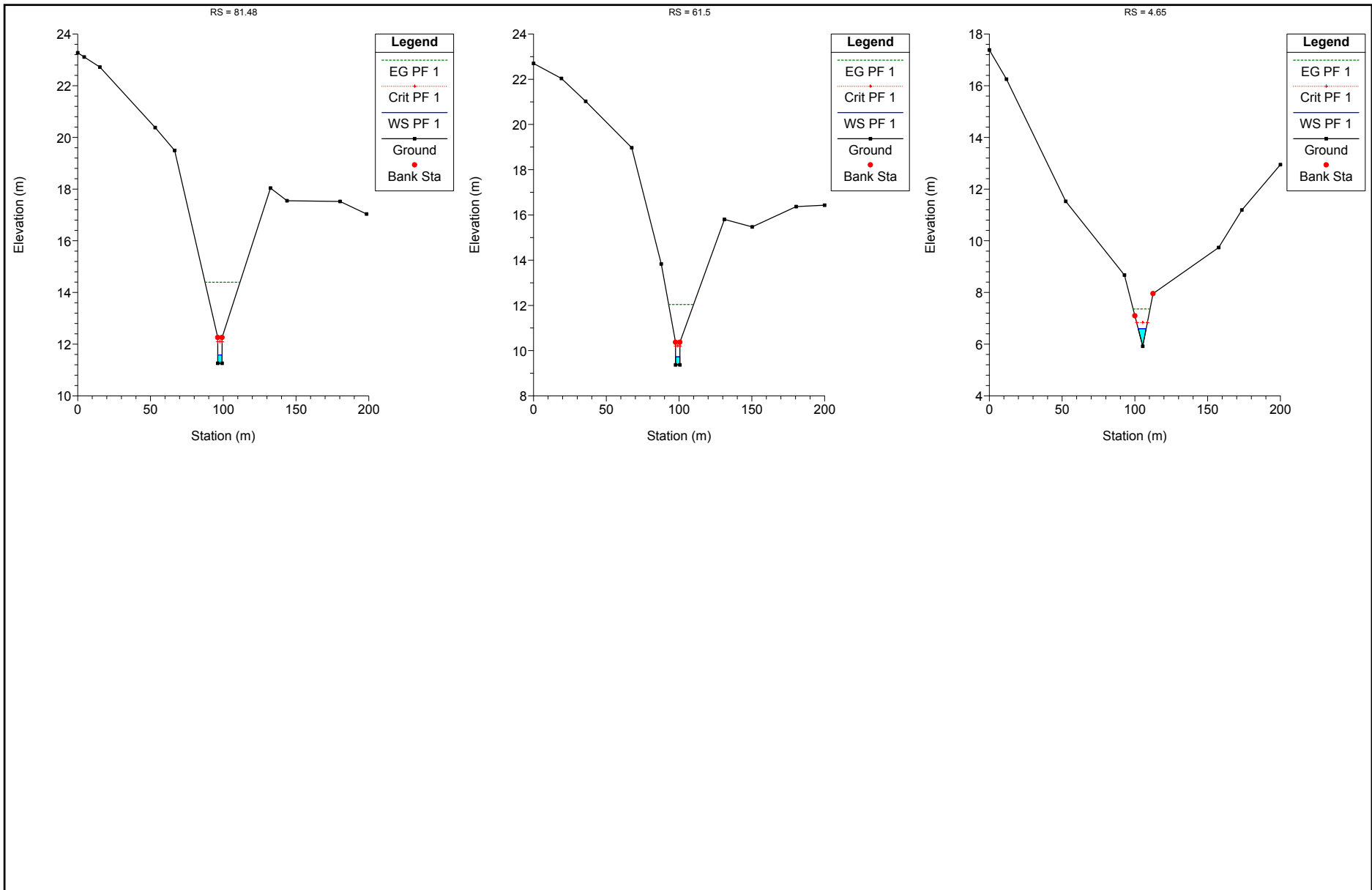




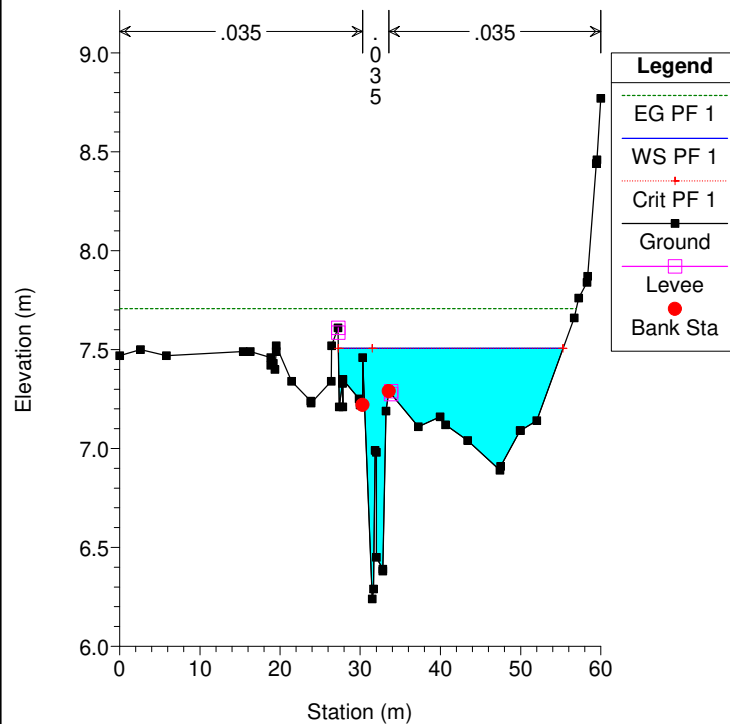




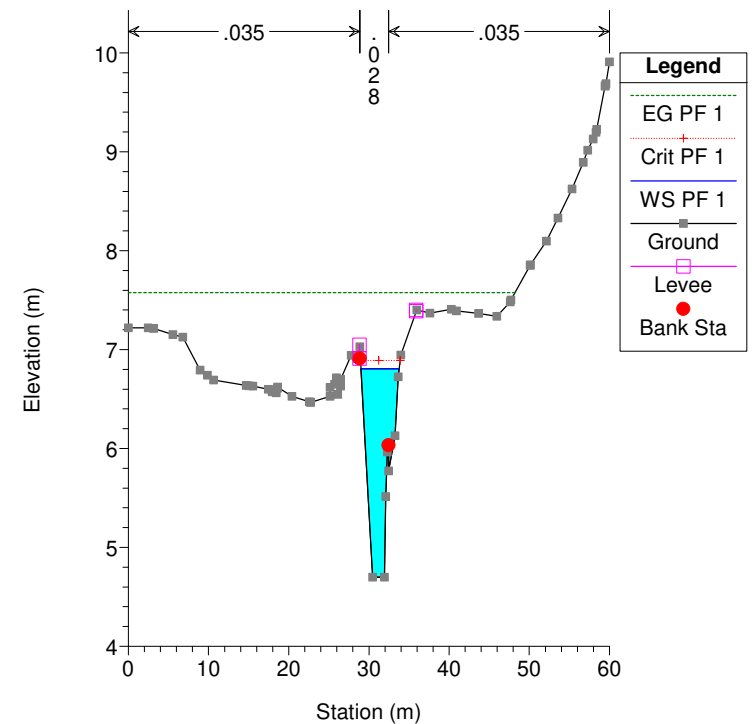




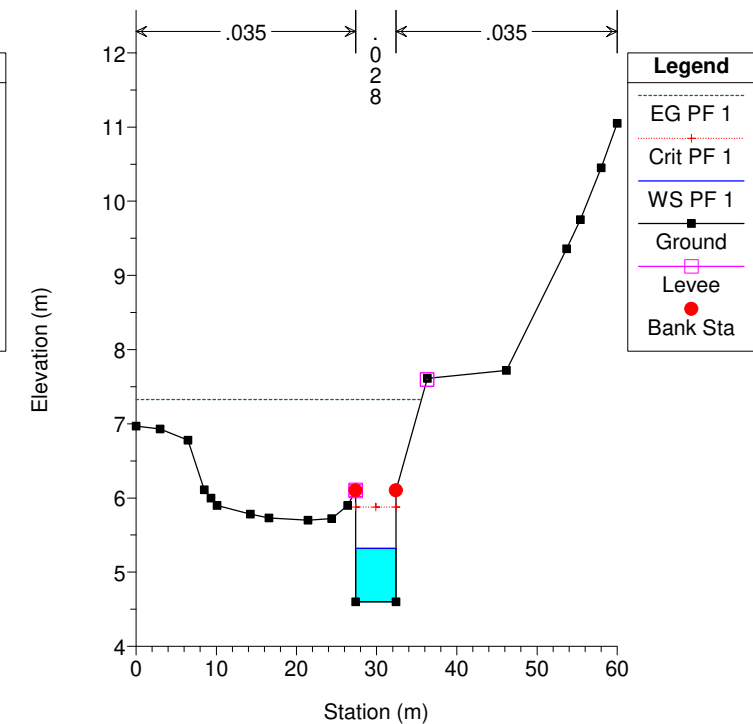
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



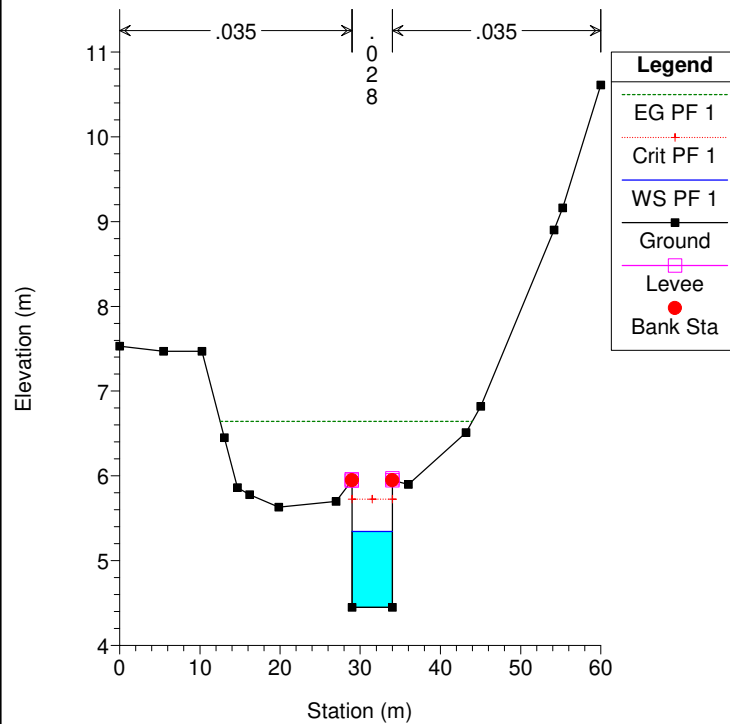
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



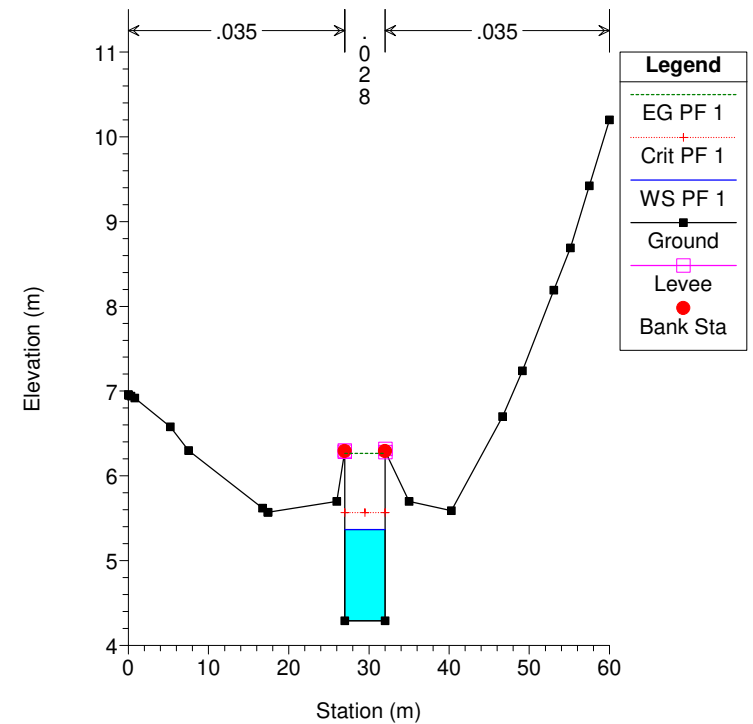
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



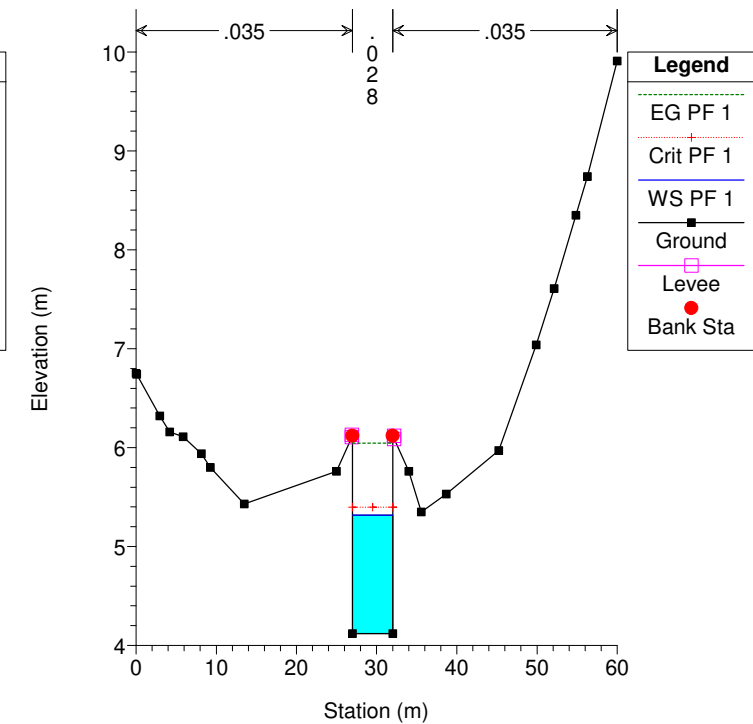
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



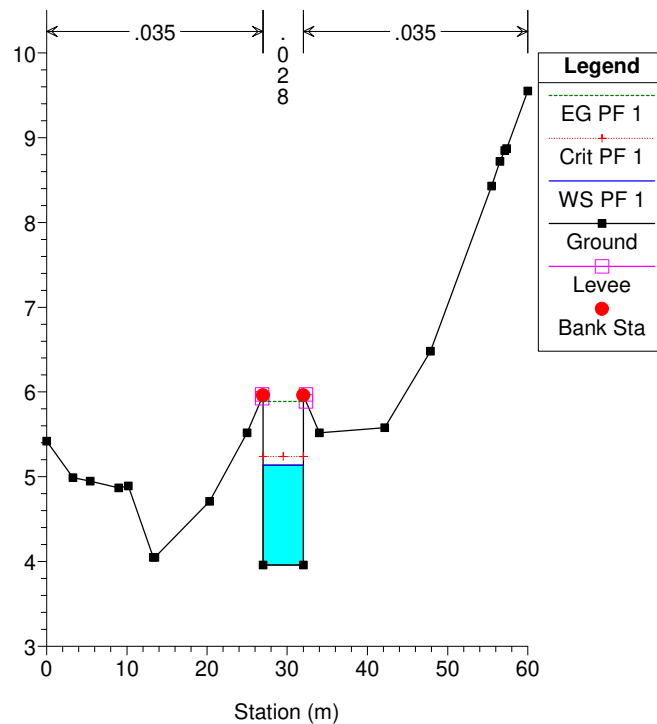
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



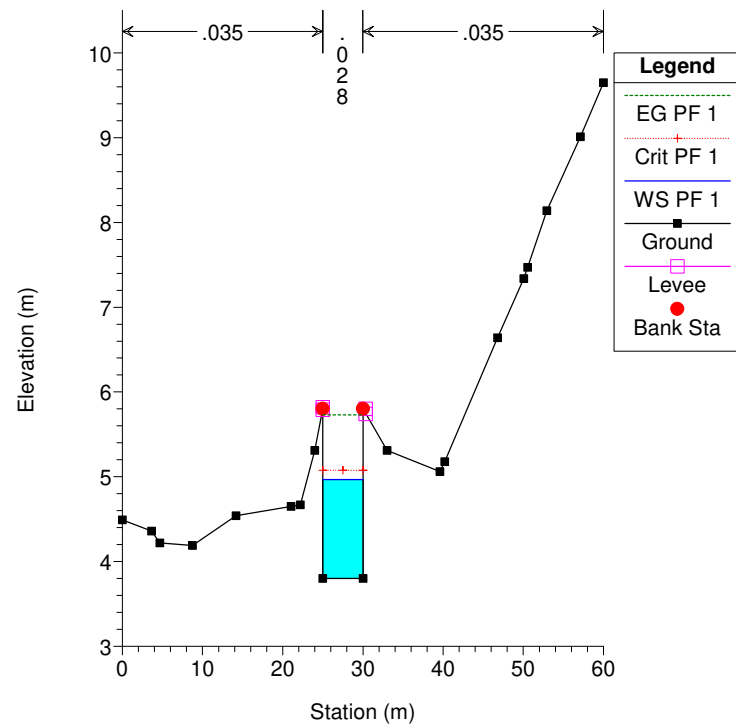
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



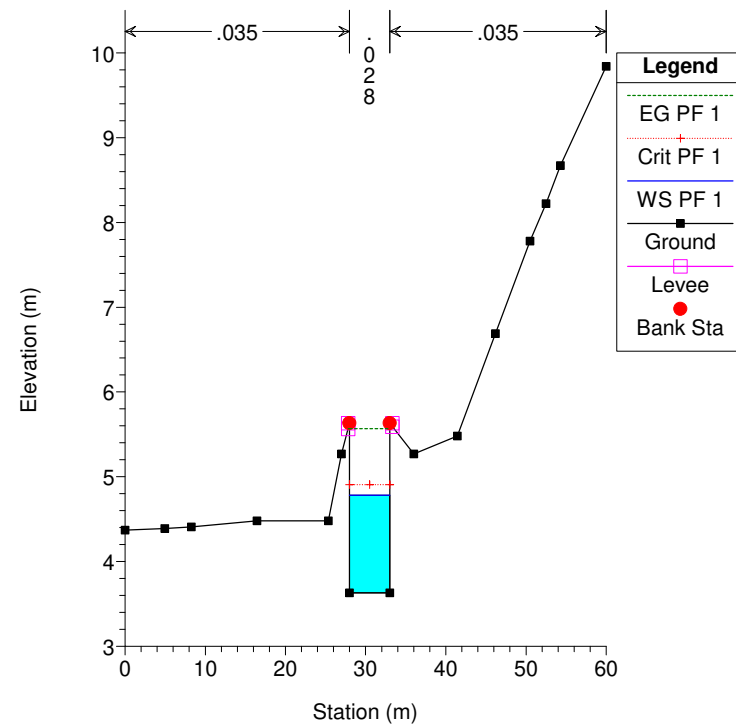
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



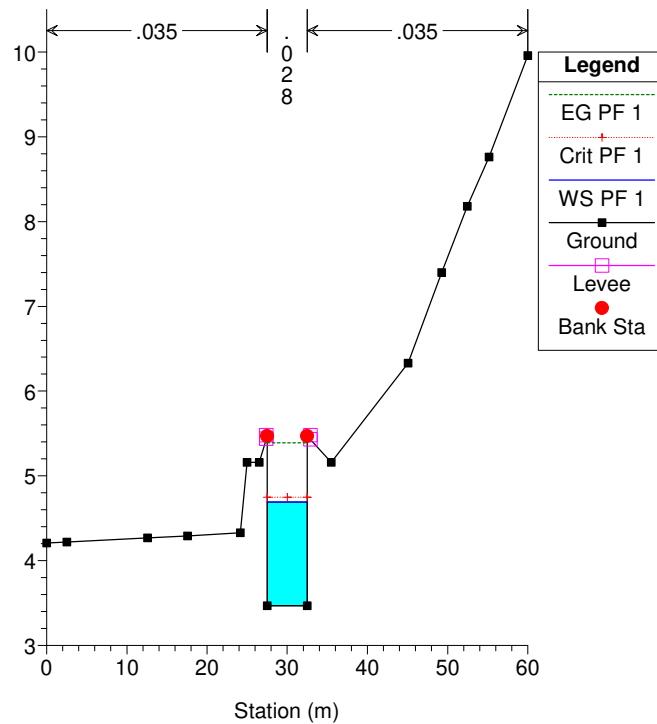
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



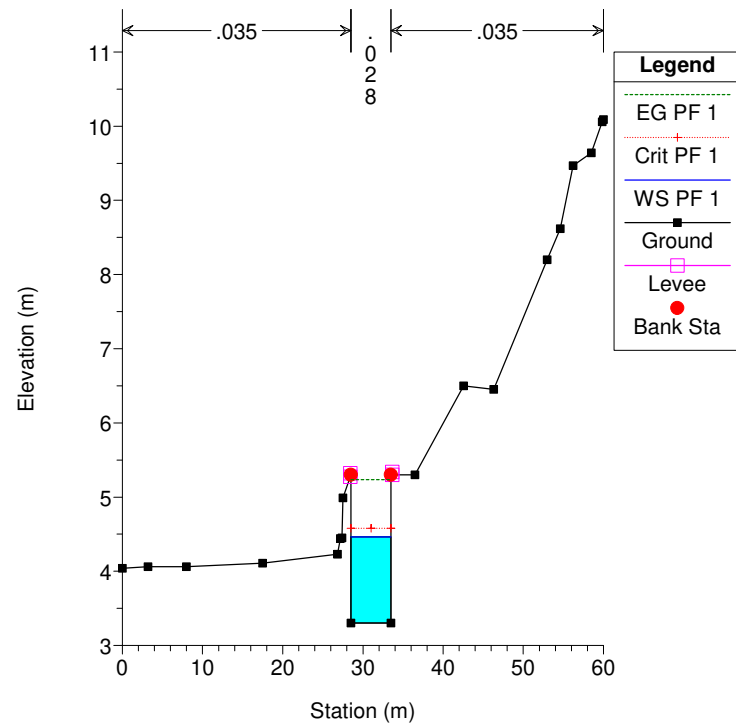
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



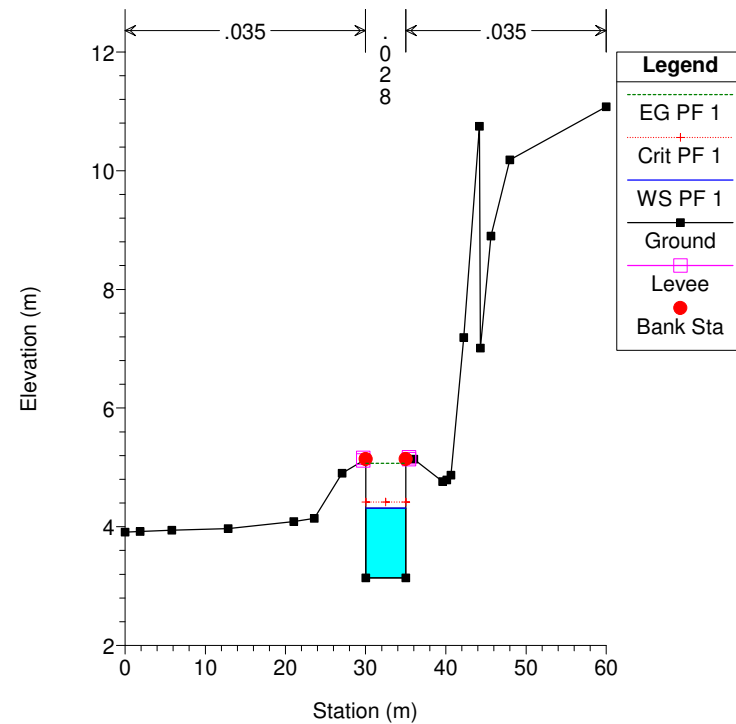
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



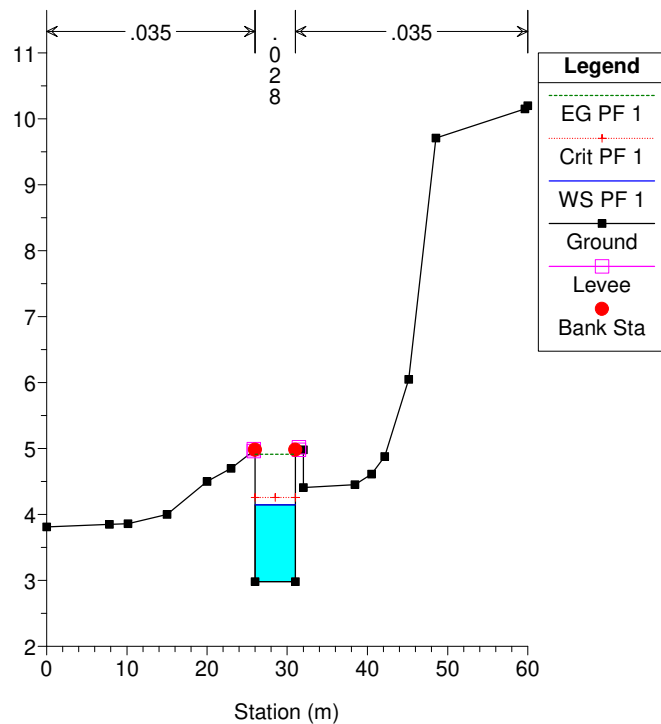
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



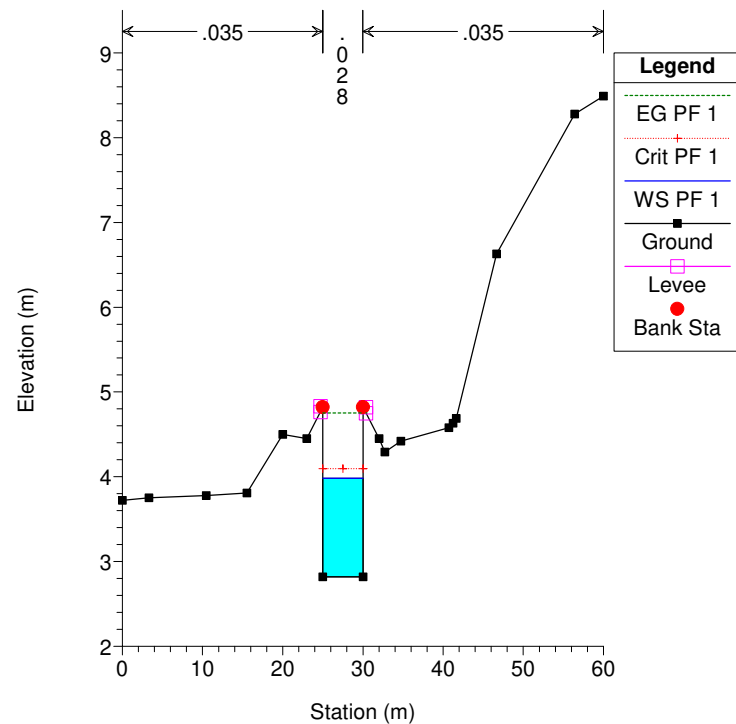
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



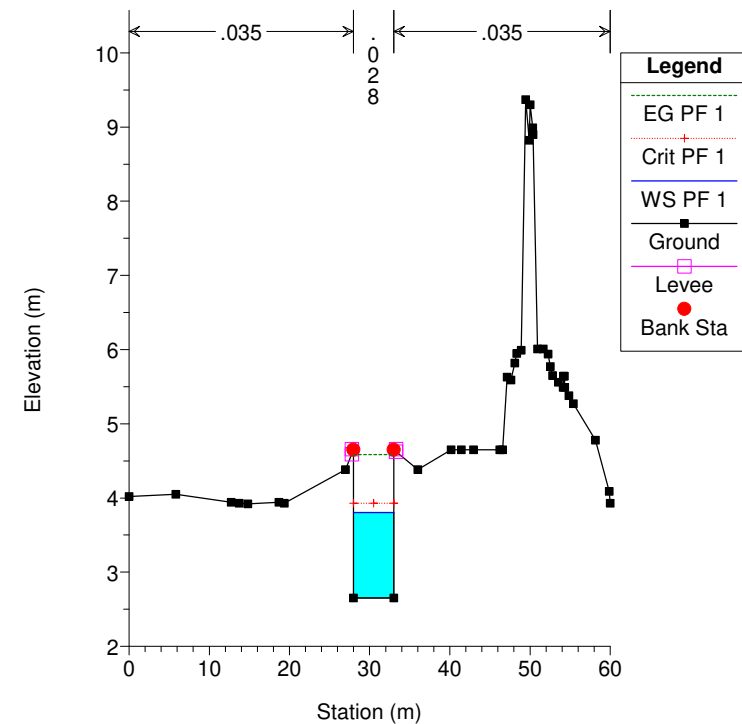
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



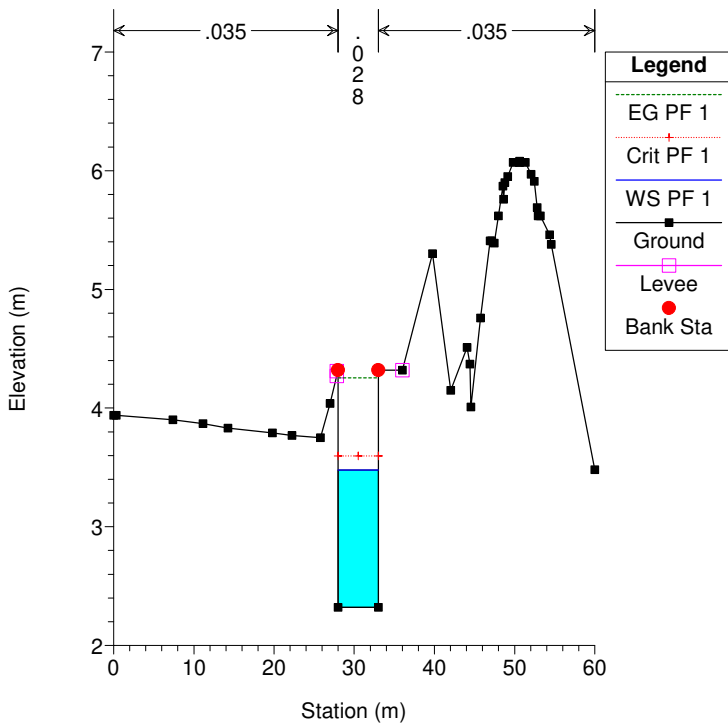
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



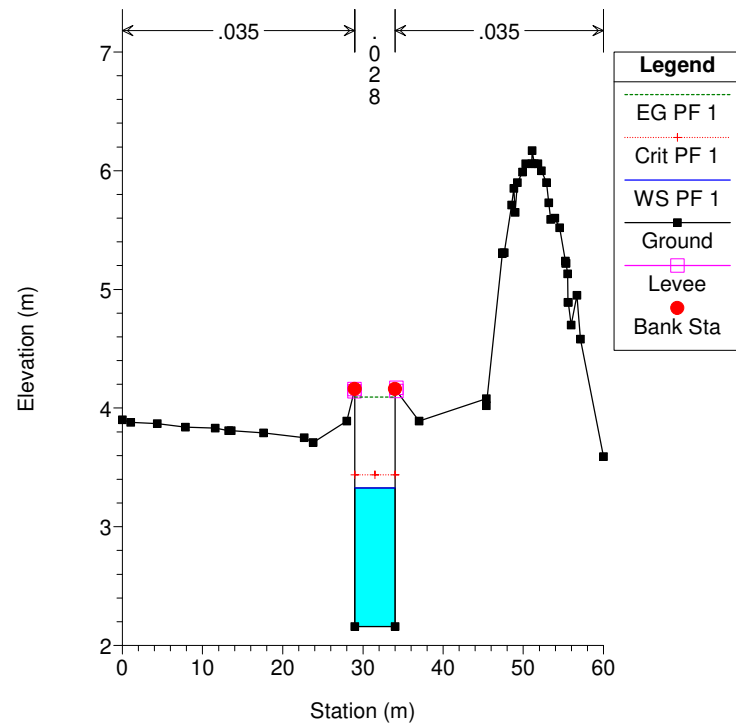
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



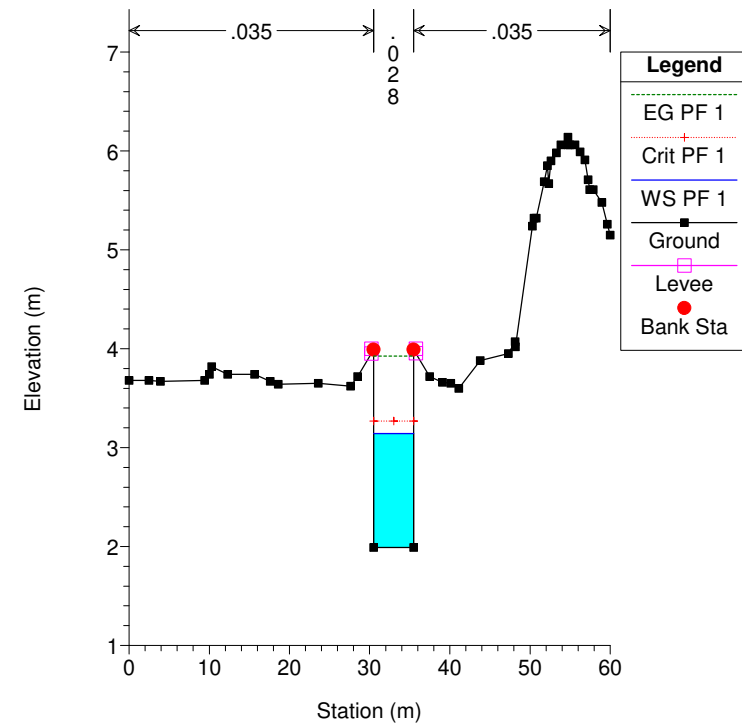
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



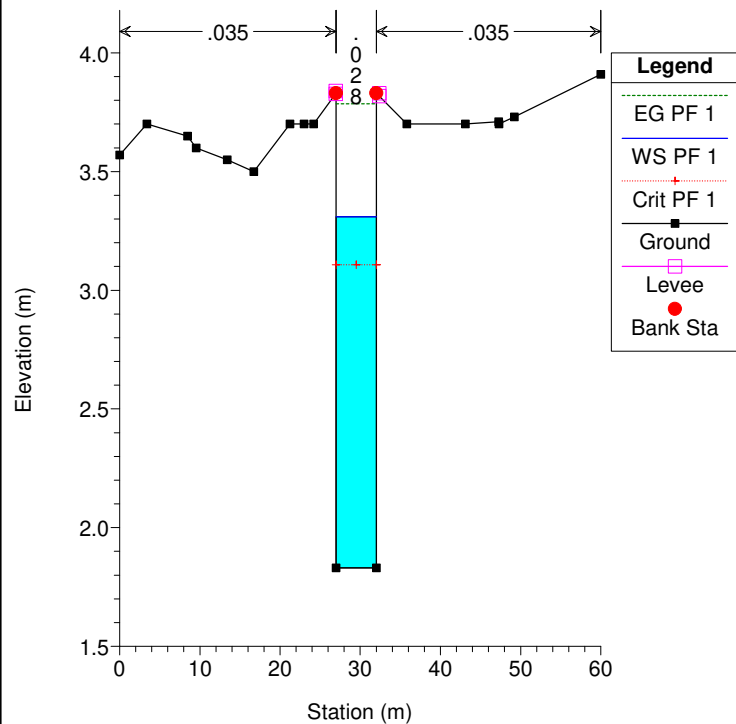
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



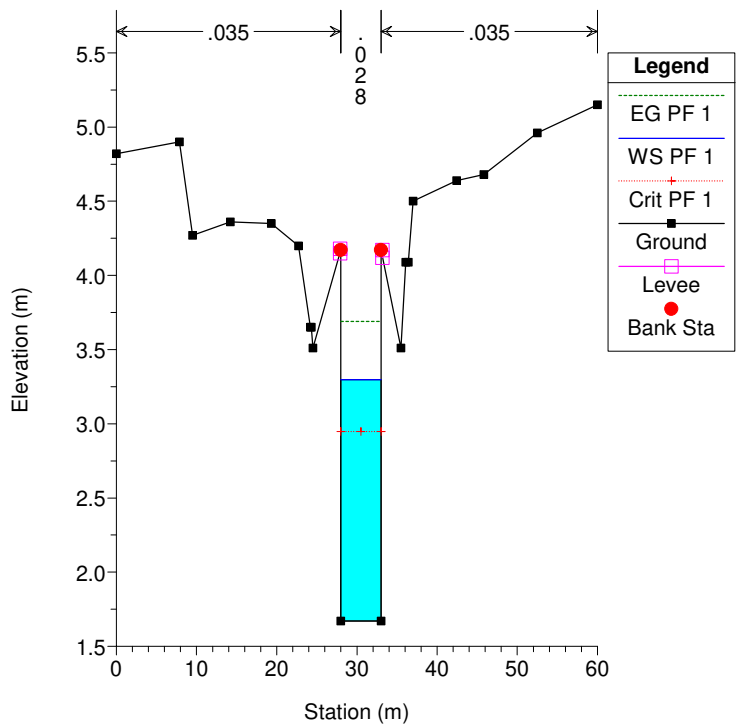
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



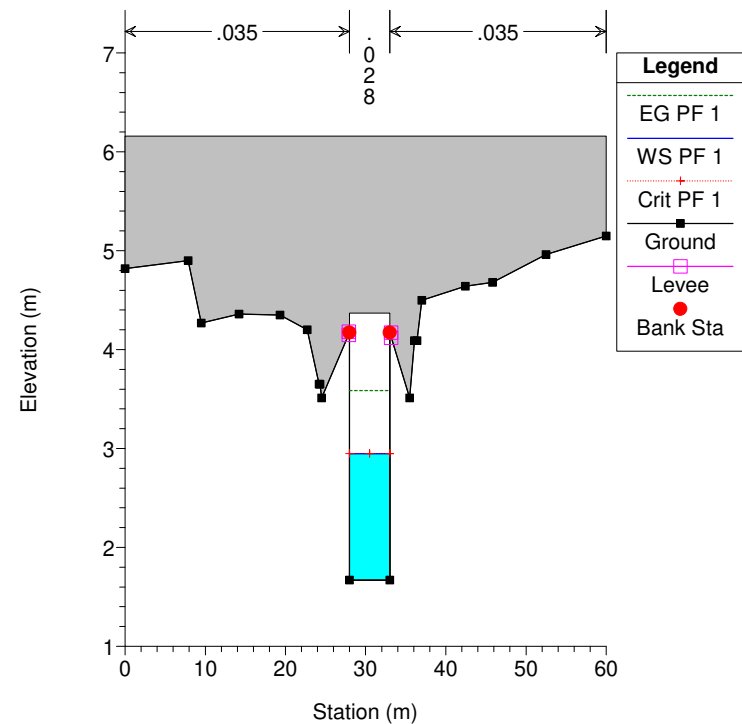
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



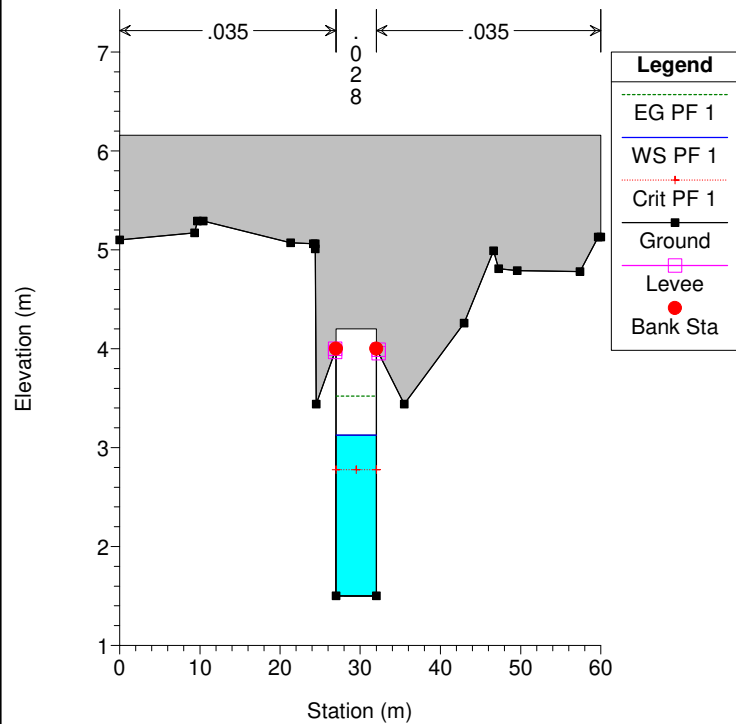
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



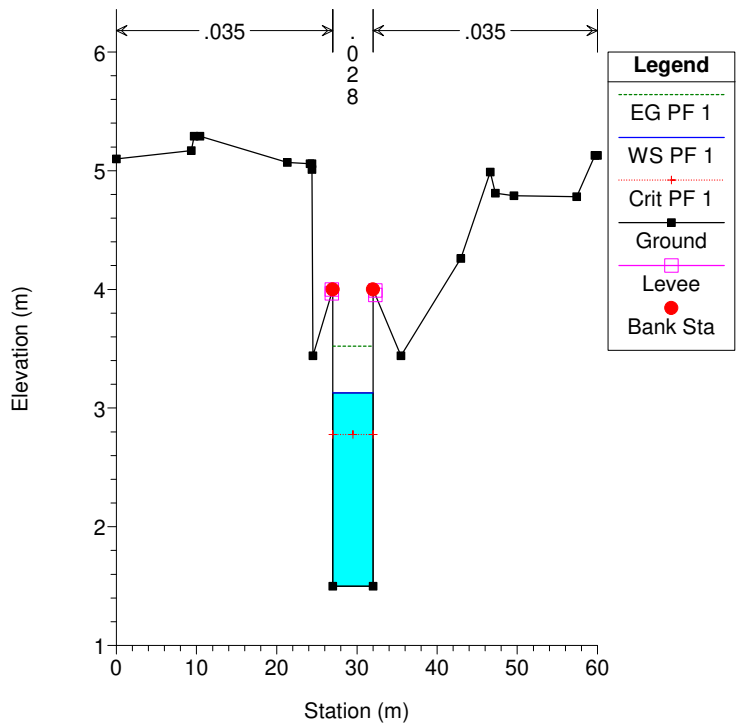
Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018



Alveo pk 24+920 Plan: TR200 anni 18/09/2018

