

S.G.C. E78 GROSSETO - FANO

Tratto Selci Lama (E45) - S. Stefano di Gaifa.

Adeguamento a 2 corsie del tratto della Variante di Urbania

PROGETTO DEFINITIVO

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A25111</p> <p><i>Ing. Moreno Panfilì</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. Claudio Müller</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 15754</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GPI INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>(Mandante)</p> <p>cooprogetti cocoprogetti</p> <p>(Mandante)</p> <p>engeko</p> <p>(Mandante)</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 2):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri ROMA N° 14035</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

STUDI ED INDAGINI

Idrologia e idraulica

Relazione idraulica attraversamenti minori (tombini)

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG.	ANNO	T00ID00IDRRE03_B			
DPAN247	D	22	CODICE ELAB.	T00ID00IDRRE03	B	-
D						
C						
B	Rev. Ist.U.0039705 24/01/22 e Ist.U.0057794 01/02/22	Feb. '22	Capponi	Panfilì	Guiducci	
A	Emissione	Ottobre '21	Capponi	Panfilì	Guiducci	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

INDICE

1.	<u>PREMESSA</u>	2
2.	<u>RIFERIMENTI NORMATIVI</u>	2
3.	<u>ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI MINORI</u>	2
4.	<u>METODOLOGIA E VERIFICA DEGLI ATTRAVERSAMENTI MINORI</u>	2
4.1.	VERIFICA MOTO UNIFORME.....	3
4.2.	VERIFICA MOTO PERMANENTE.....	5
4.2.1.	<i>Modello idraulico tombino $p_k=4+630$</i>	5
4.2.2.	<i>Modello idraulico tombino $p_k=4+875$ e tombino posto a monte su strada locale</i>	12
4.2.3.	<i>Verifiche tombini T04 (“AP_T_5+025”), T05 (“RSP4_EST_T4”), T06 (“SL3_T1”) e T08 (“RSP4_EST_T3”)</i>	19

1. PREMESSA

Nell'ambito della progettazione definitiva degli Interventi di "Adeguamento a 2 corsie del tratto della Variante di Urbania" (S.G.C. E78 GROSSETO – FANO. Tratto Delci Lama (E45) – S.Stefano di Gaifa.), è stato redatto il presente studio idraulico teso a fornire un'analisi delle interazioni tra le opere viarie e i corsi d'acqua secondari con esse interferenti, valutando l'adeguatezza dei manufatti di attraversamento, in progetto, sia in termini di sezione idraulica sia di franco di sicurezza rispetto all'intradosso del manufatto.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

L'infrastruttura stradale oggetto del presente studio idraulico deve soddisfare le prescrizioni previste dalle diverse normative vigenti; in particolare gli strumenti normativi a cui si fa riferimento sono:

- Regio Decreto 25 luglio 1904, n°523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie"
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 DM 17 gennaio 2018
- Circolare n.7 del 21 gennaio 2019_ Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018_C 5.1.2.3 Compatibilità Idraulica;

3. ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI MINORI

L'infrastruttura in progetto prevede l'attraversamento del reticolo idrografico interferente mediante, tombini scatolari e circolari, che sono stati dimensionati ai sensi delle NTC2018 con riferimento a portate di picco duecentennali.

Sono stati inoltre dimensionati gli attraversamenti minori posti lungo i fossi di guardia di progetto, questi ultimi con riferimento a portate di picco cinquantennali.

Per quanto riguarda le verifiche idrauliche sul reticolo idrografico interferente esse sono state condotte con riferimento alla piena con tempo di ritorno duecentennale, in accordo a quanto prescritto dalle Norme Tecniche Costruttive 2018 al punto 5.1.2.3.

In particolare per i tombini si fa riferimento alla Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento NTC 2018 DM 17 gennaio 2018 ove si specifica che:

"nel caso di funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell'altezza della sezione garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m;

[...] - il calcolo idraulico è da sviluppare prendendo in considerazione le condizioni che si realizzano nel tratto del corso a d'acqua valle del tombino;

[...] - il massimo rigurgito previsto a monte del tombino deve garantire il rispetto del franco idraulico nel tratto del corso a d'acqua a monte;

- nel caso sia da temersi l'ostruzione anche parziale del manufatto da parte dei detriti galleggianti trasportati dalla corrente, è da disporre immediatamente a monte una varice presidiata da una griglia che consenta il passaggio di elementi caratterizzati da dimensioni non superiori alla metà della larghezza del tombino; in alternativa il tombino è da dimensionare assumendo che la sezione efficace ai fini del deflusso delle acque sia ridotta almeno alla metà di quella effettiva [...]

- i tratti del corso d'acqua immediatamente prospicienti l'imbocco e lo sbocco del manufatto devono essere protetti da fenomeni di scalzamento e/o erosione, e opportune soluzioni tecniche sono da adottare per evitare i fenomeni di sifonamento.

4. METODOLOGIA E VERIFICA DEGLI ATTRAVERSAMENTI MINORI

Le verifiche delle opere di risoluzione tra le interferenze idrauliche e l'infrastruttura stradale di progetto sono state condotte in funzione della finalità dell'opera di attraversamento.

PROGETTAZIONE ATI:

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)

Nello specifico, per i tombini atti a ripristinare il reticolo idraulico regionale esistente la verifica è stata eseguita sotto l'ipotesi di moto permanente mentre per gli attraversamenti minori posti lungo i fossi di guardia di progetto si è proceduto con un approccio in moto uniforme, basato sull'equazione di Chezy.

Con riferimento all'elaborato T00 ID 00 IDR PL 01-04 "Planimetria idraulica", si precisa tuttavia che, stante la modesta estensione dei bacini afferenti, la verifica idraulica per i tombini denominati RSP4_EST_T3 e RSP4_EST_T4, seppur ricadenti sul reticolo idraulico esistente, è stata condotta con riferimento a portate di picco duecentennali ma in moto uniforme.

4.1. VERIFICA MOTO UNIFORME

Viene di seguito riportata l'equazione di Chezy risolvibile per via iterativa una volta noti i dati fondamentali di progetto:

$$Q = K_s R_H^{2/3} A i^{1/2} (m^3 / s)$$

dove:

- Q = portata di progetto (m^3/s);
- K_s = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler ($m^{1/3}/s$);
- A = area della sezione bagnata (m^2);
- R_H = raggio idraulico (m);
- i = pendenza motrice coincidente con la pendenza del fondo (m/m).

Dato che i tombini previsti sono in C.A.V. per il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler si è considerato il valore di $77 m^{1/3}/s$ (Manning = 0.013). La verifica è stata eseguita garantendo un riempimento massimo inferiore al 70% rispetto alla portata TR = 50 anni per gli attraversamenti minori posti lungo i fossi di guardia di progetto e un franco maggiore di 50 cm e/o di un terzo dell'altezza rispetto alla portata TR = 200 anni per i tombini RSP4_EST_T3 e RSP4_EST_T4 ricadenti sul reticolo idraulico esistente.

Ubicazione	Codice identificativo	Tipo	Ø (mm)	Superficie bacini afferenti (ha)	Pendenza (‰)	Lunghezza (m)	Portata (m^3/s)	Tirante (m)	Velocità (m/s)	Riempimento (%)
Rotatoria SS73	RSS73_EST_T1	Circolare	1000	1.2228	2‰	15	0.16	0.26	0.98	26.12%
Rotatoria SS73	RSS73_EST_T2	Circolare	1000	1.2228	2‰	6	0.16	0.26	0.98	26.12%
Rotatoria SS73	RSS73_OVEST_T1	Circolare	800	2.5954	2‰	11	0.33	0.43	1.21	53.45%
Rotatoria SS73	RSS73_OVEST_T2	Circolare	1500	8.2448	2‰	22	0.88	0.54	1.53	36.16%
Rotatoria SP4	RSP4_OVEST_T1	Circolare	500	0.8255	2‰	20	0.10	0.28	0.90	56.51%
Rotatoria SP4	RSP4_OVEST_T2	Circolare	800	2.736	2‰	17	0.34	0.43	1.22	54.29%
Rotatoria SP4	RSP4_OVEST_T3 (T08*)	Circolare	800	2.765	2‰	62	0.34	0.44	1.22	54.71%
Rotatoria SP4	RSP4_OVEST_T4 (T05)*	Circolare	800	3.5907	2‰	10	0.45	0.42	1.29	64.94%
Rotatoria SP4	RSP4_EST_T1	Circolare	500	0.2892	2‰	20	0.04	0.16	0.68	31.30%
Rotatoria SP4	RSP4_EST_T2	Circolare	500	0.3591	2‰	18	0.04	0.16	0.72	34.41%
Rotatoria SP4	RSP4_EST_T3	Scatolare	2000x2000	13.5611	1‰	15	0.99	0.21	2.38	10.50%
Rotatoria SP4	RSP4_EST_T4	Scatolare	2000x2000	13.9202	1‰	47	0.99	0.21	2.38	10.50%
Strada laterale 1	SL1_T1	Circolare	500	0.894	2‰	14	0.11	0.3	0.92	59.64%

PROGETTAZIONE ATI:

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)

Ubicazione	Codice identificativo	Tipo	∅ (mm)	Superficie bacini afferenti (ha)	Pendenza (‰)	Lunghezza (m)	Portata (m ³ /s)	Tirante (m)	Velocità (m/s)	Riempimento (%)
Strada laterale 1	SL1_T2	Circolare	1500	9.3396	2‰	12	1.15	0.63	1.65	41.67%
Strada laterale 1	SL1_T3	Circolare	500	0.184	2‰	15	0.06	0.21	0.80	42.45%
Strada laterale 1	SL1_T4	Circolare	500	0.184	2‰	40	0.06	0.21	0.80	42.45%
Strada laterale 2	SL2_T1	Circolare	500	0.3292	2‰	10	0.07	0.22	0.82	44.41%
Strada laterale 2	SL2_T2	Circolare	1000	3.0836	2‰	17	0.37	0.41	1.24	40.65%
Strada laterale 3	SL3_T1 (T06)*	Scatolare	2000x2000	6.0319	1%	11	0.48	0.13	1.83	6.50%
Strada laterale 3	SL3_T2	Circolare	1000	2.7124	2‰	13	0.41	0.43	1.28	43.01%
Asse principale	AP_T_2+475	Circolare	500	0.79	2‰	11	0.07	0.23	0.83	45.82%
Asse principale	AP_T_3+450	Circolare	500	0.1031	2‰	5	0.02	0.12	0.58	23.70%
Asse principale	AP_T_4+800	Scatolare	2000x2000	1.932	1%	22	0.24	0.08	1.40	4.20%
Asse principale	AP_T_5+025 (T04)*	Scatolare	2000x2000	8.6515	1%	49	1.04	0.22	2.43	10.75%

* Tombini per i quali è stata effettuata anche la verifica in moto permanente (vedi § 4.2.3) mediante il software HY-8 (<https://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/software/hy8/>).

4.2. VERIFICA MOTO PERMANENTE

La verifica in moto permanente è stata effettuata con l'ausilio del software HEC-RAS (v.5.0.7) per i tombini $p_k = 4+630$, $p_k=4+875$ e tombino posto a monte su strada locale, e con l'ausilio del software HY-8 per i tombini T04 ("AP_T_5+025"), T05 ("RSP4_EST_T4"), T06 ("SL3_T1") e T08 ("RSP4_EST_T3").

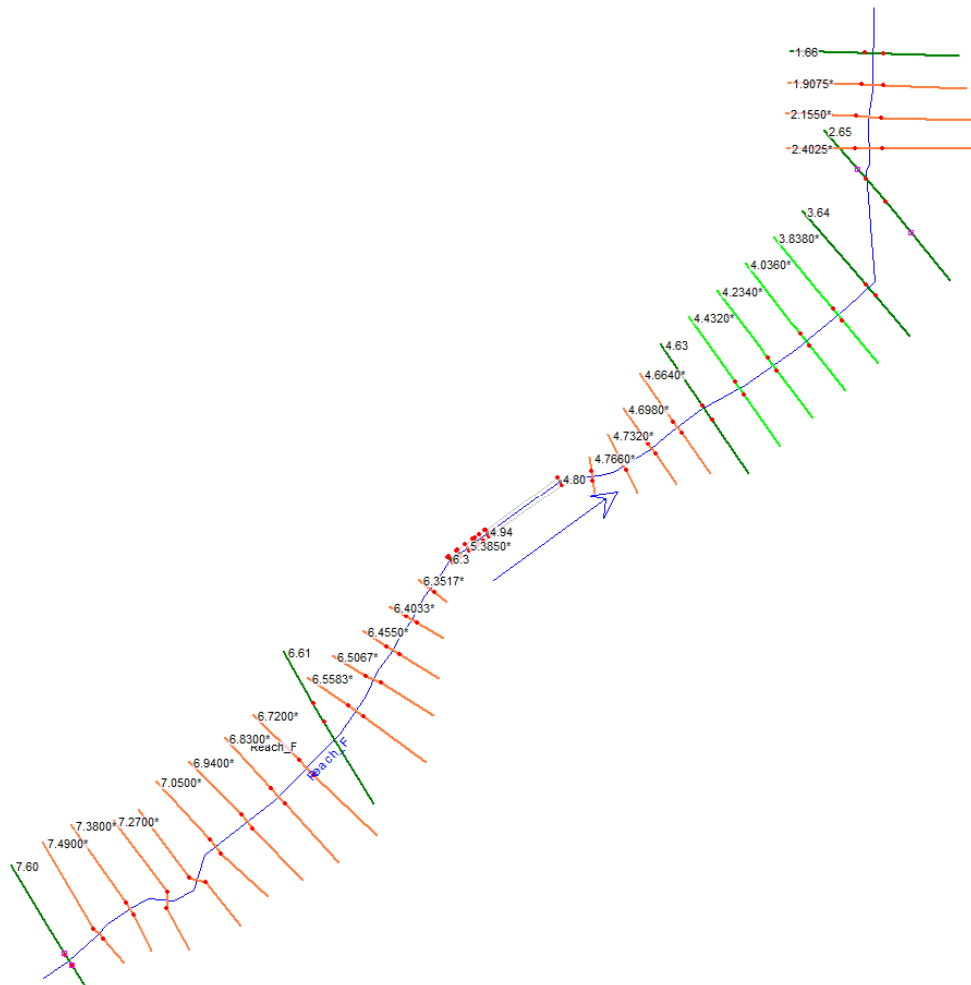
Per quanto concerne il software HEC-RAS, per l'esauriva trattazione dei principi teorici sui quali si basa la soluzione numerica delle equazioni di moto e di continuità che regolano il processo di moto si rimanda al sito <http://www.hec.usace.army.mil> (in particolare alle pubblicazioni "*Hydraulic Reference Manual*" e "*User's Manual*").

Per quanto concerne invece il software HY-8 si rimanda invece al sito <https://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/software/hy8/>.

Di seguito si riportano gli outputs grafici e numerici delle analisi condotte. I risultati mostrano il soddisfacimento della prescrizione di legge circa la sussistenza di un franco maggiore di 50 cm e/o di un terzo dell'altezza rispetto alla portata TR = 200 anni.

4.2.1. MODELLO IDRAULICO TOMBINO $P_k=4+630$

4.2.1.1. Planimetrie, profili e sezioni



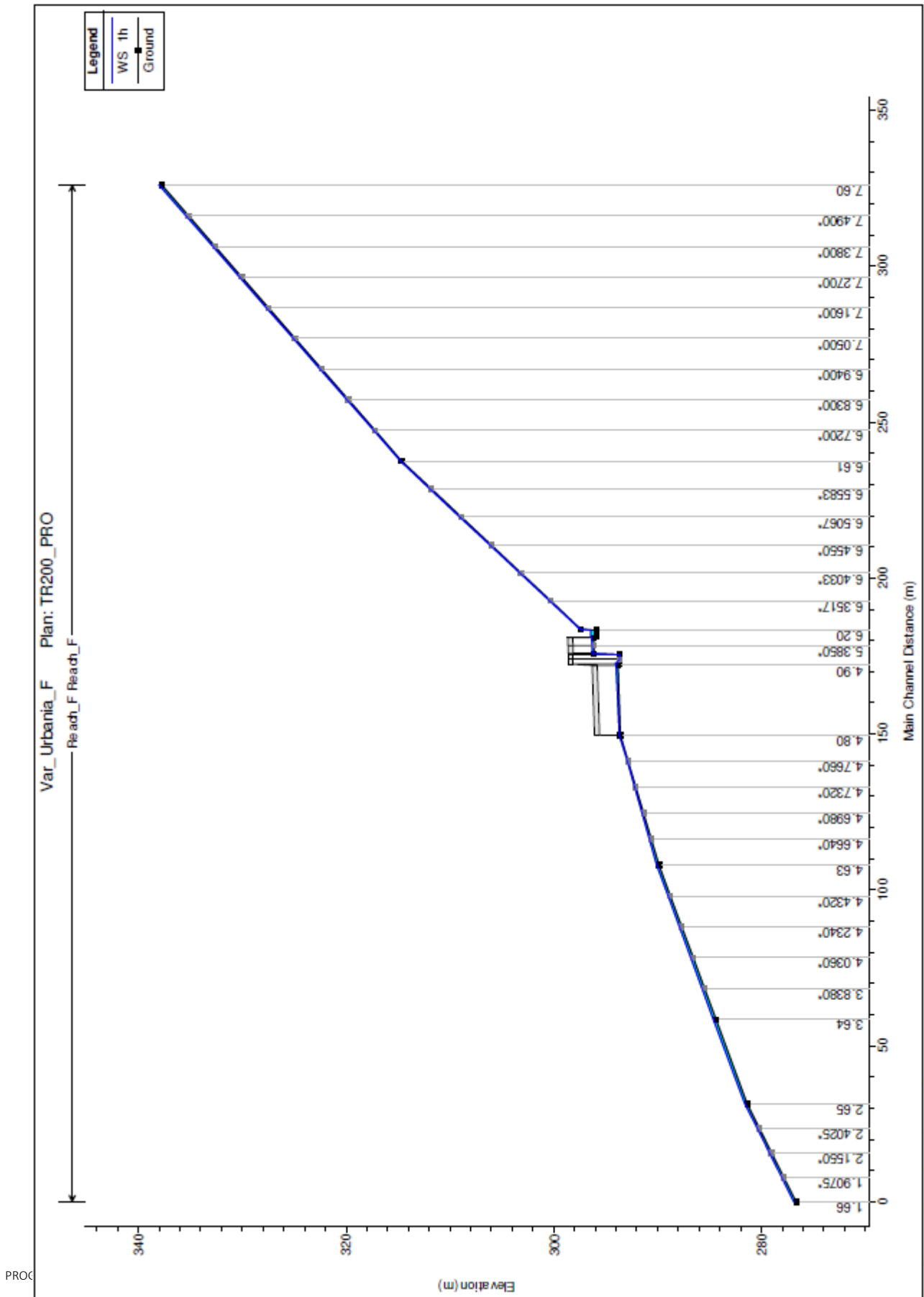
PROGETTAZIONE ATI:

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)



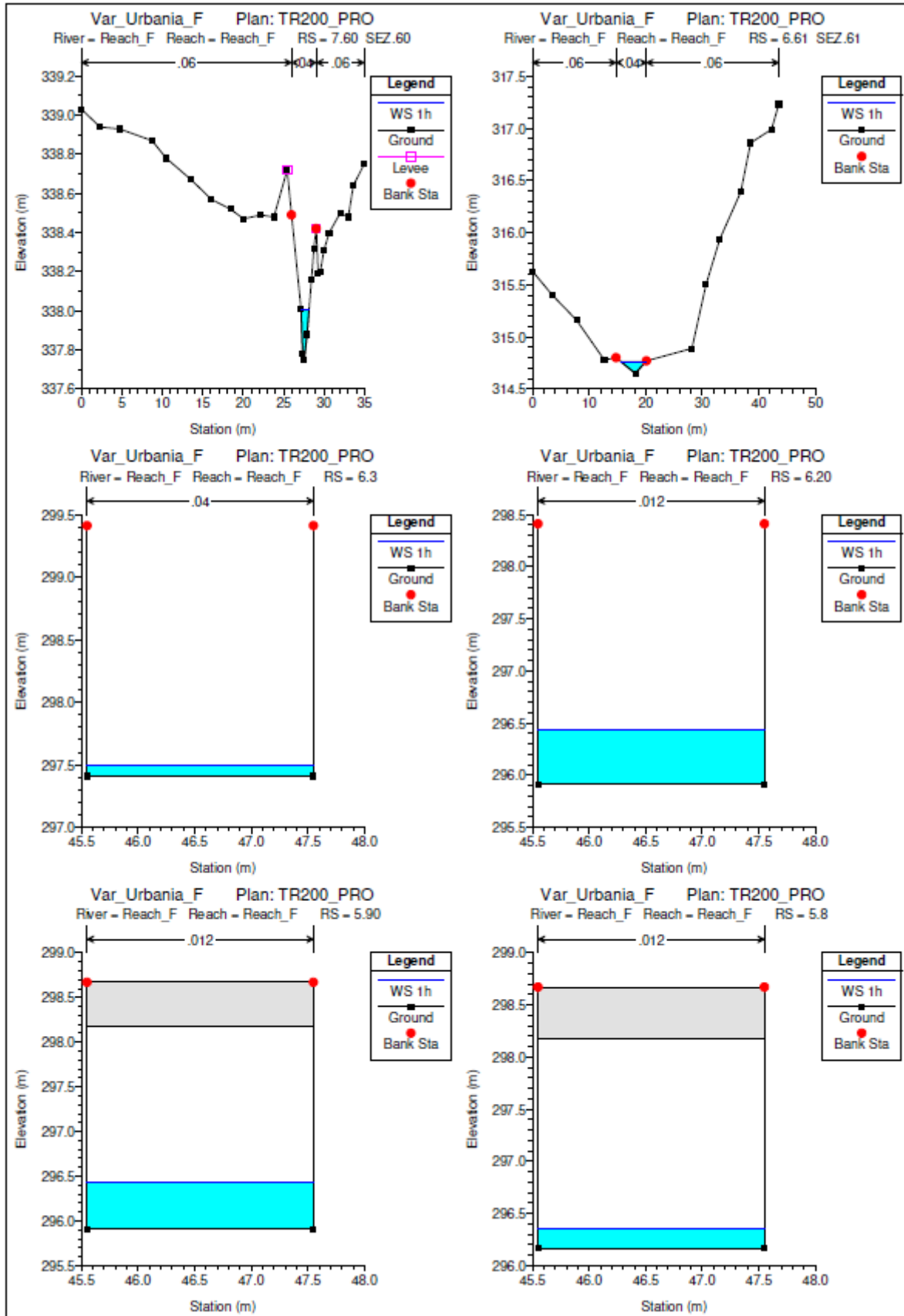
PROGETTAZIONE ATI:

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)



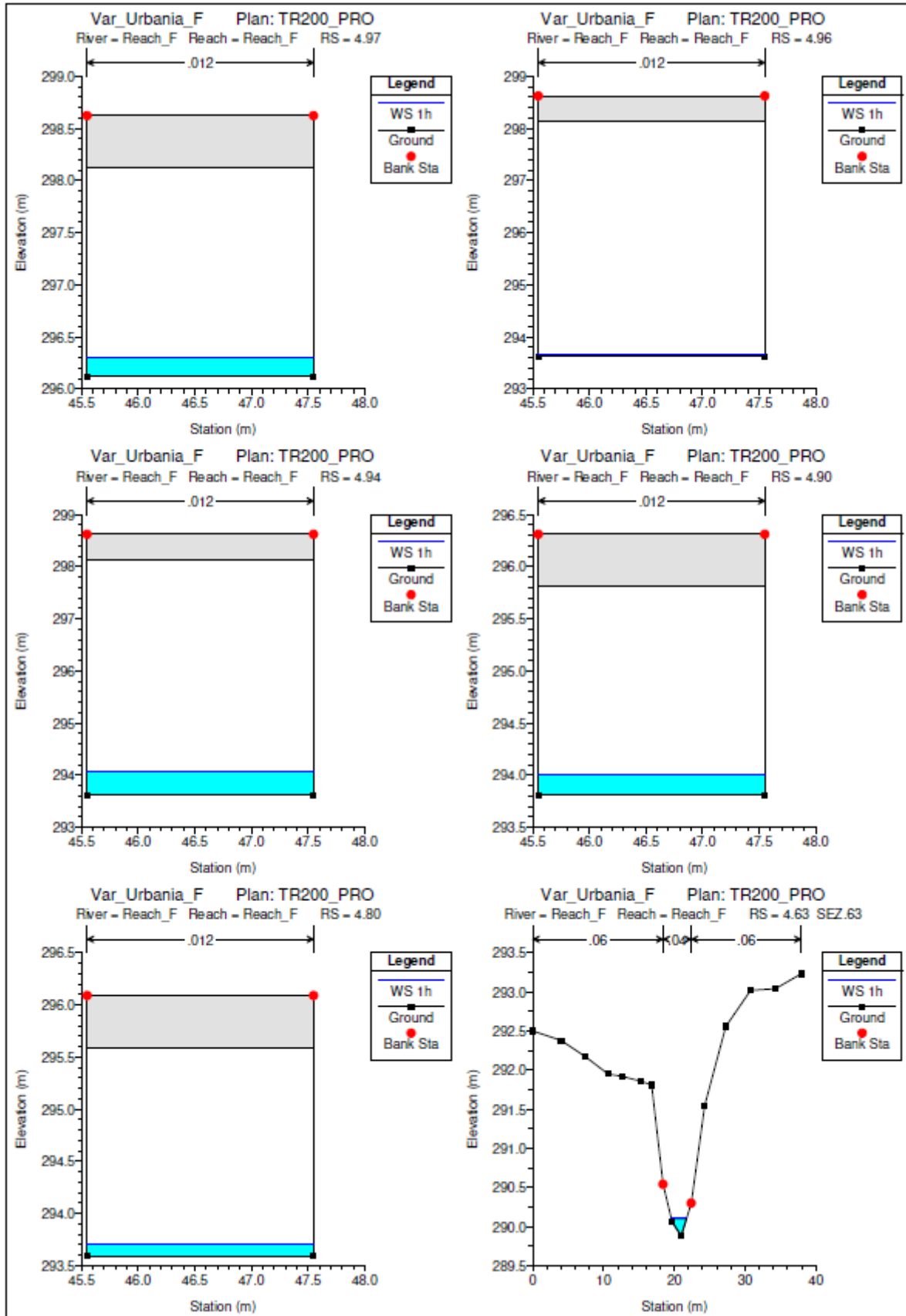
PROC

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)



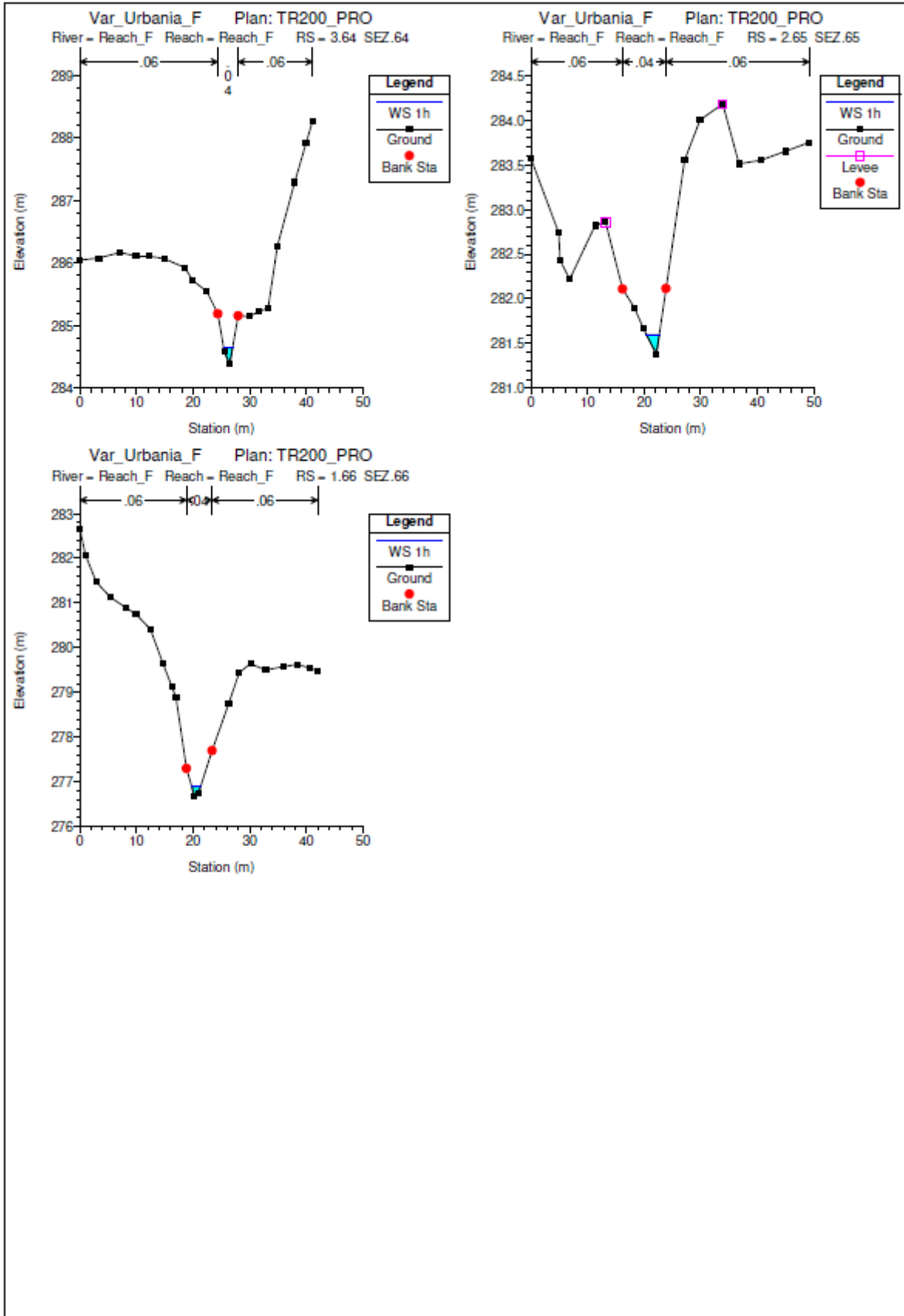
PROGETTAZIONE ATI:

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)



PROGETTAZIONE ATI:

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)



PROGETTAZIONE ATI:

4.2.1.2. Outputs numerici

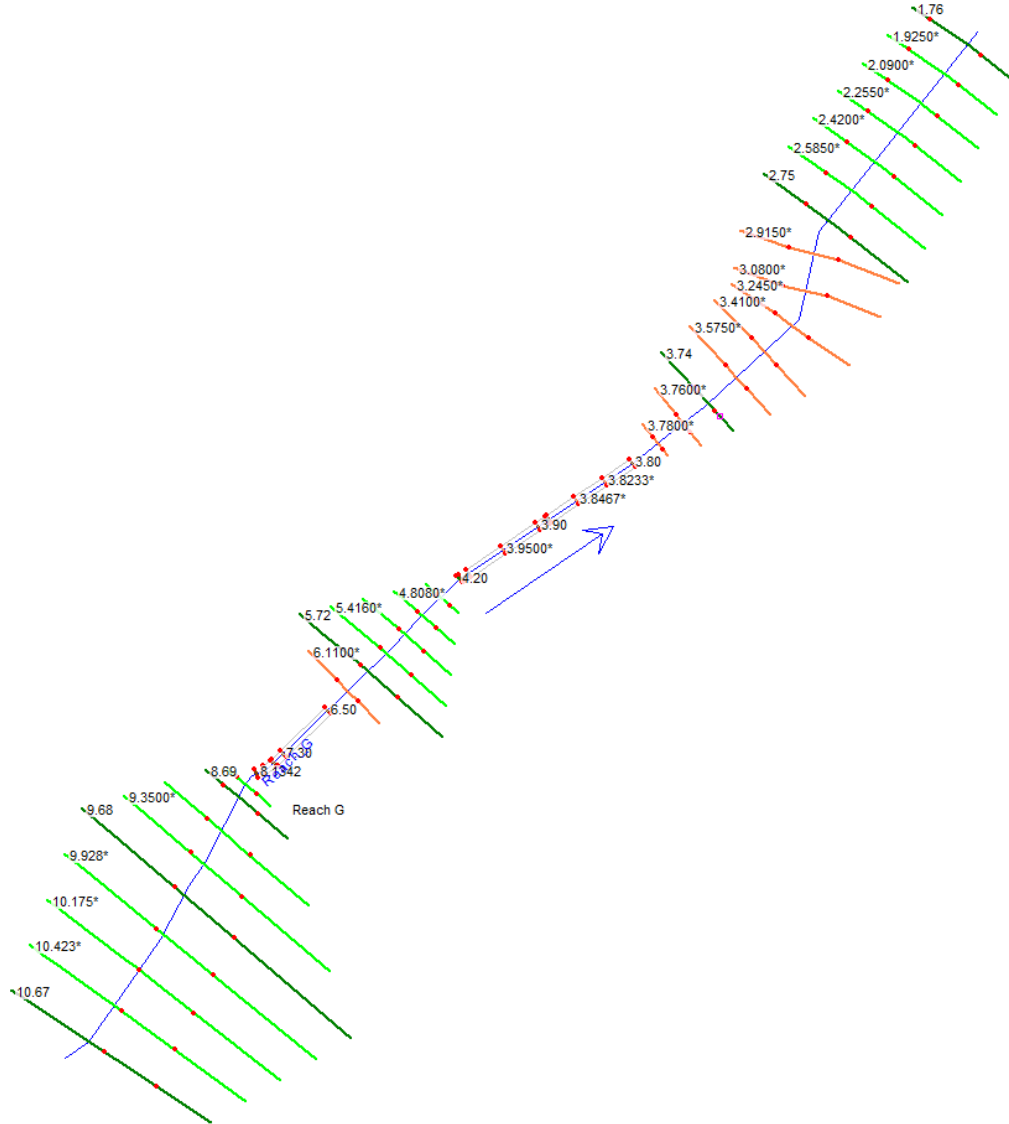
Tabella 4-1: outputs numerici nel tratto oggetto di analisi

HEC-RAS Plan: TR200_PRO River: Reach_F Reach: Reach_F Profile: 1h

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
Reach_F	7.60	1h	0.48	337.75	338.00	338.14	338.55	0.261468	3.27	0.15	0.98	2.70
Reach_F	6.61	1h	0.48	314.65	314.76	314.82	314.95	0.272732	1.92	0.25	4.43	2.58
Reach_F	6.3	1h	0.48	297.41	297.50	297.58	297.86	0.314065	2.66	0.18	2.00	2.83
Reach_F	6.20	1h	0.48	295.91	296.44	296.10	296.45	0.000122	0.45	1.06	2.00	0.20
Reach_F	5.90	1h	0.48	295.91	296.44	296.10	296.45	0.000123	0.45	1.06	2.00	0.20
Reach_F	5.8	1h	0.48	296.17	296.36	296.36	296.44	0.002639	1.26	0.38	2.00	0.92
Reach_F	4.97	1h	0.48	296.12	296.29	296.31	296.39	0.003477	1.38	0.35	2.00	1.05
Reach_F	4.96	1h	0.48	293.62	293.65	293.81	296.15	0.661332	7.00	0.07	2.00	12.06
Reach_F	4.94	1h	0.48	293.62	294.07	293.81	294.09	0.000190	0.53	0.91	2.00	0.25
Reach_F	4.90	1h	0.48	293.81	294.00	294.00	294.08	0.002639	1.26	0.38	2.00	0.92
Reach_F	4.80	1h	0.48	293.59	293.70	293.78	293.94	0.014232	2.15	0.22	2.00	2.05
Reach_F	4.63	1h	0.48	289.88	290.10	290.15	290.28	0.093546	1.84	0.26	2.17	1.69
Reach_F	3.64	1h	0.48	284.39	284.65	284.72	284.88	0.106638	2.13	0.23	1.60	1.81
Reach_F	2.65	1h	0.48	281.38	281.60	281.67	281.79	0.120223	1.95	0.25	2.26	1.88
Reach_F	1.66	1h	0.48	276.68	276.89	276.99	277.17	0.139703	2.34	0.21	1.56	2.06

4.2.2. MODELLO IDRAULICO TOMBINO P_K=4+875 E TOMBINO POSTO A MONTE SU STRADA LOCALE

4.2.2.1. Planimetrie, profili e sezioni



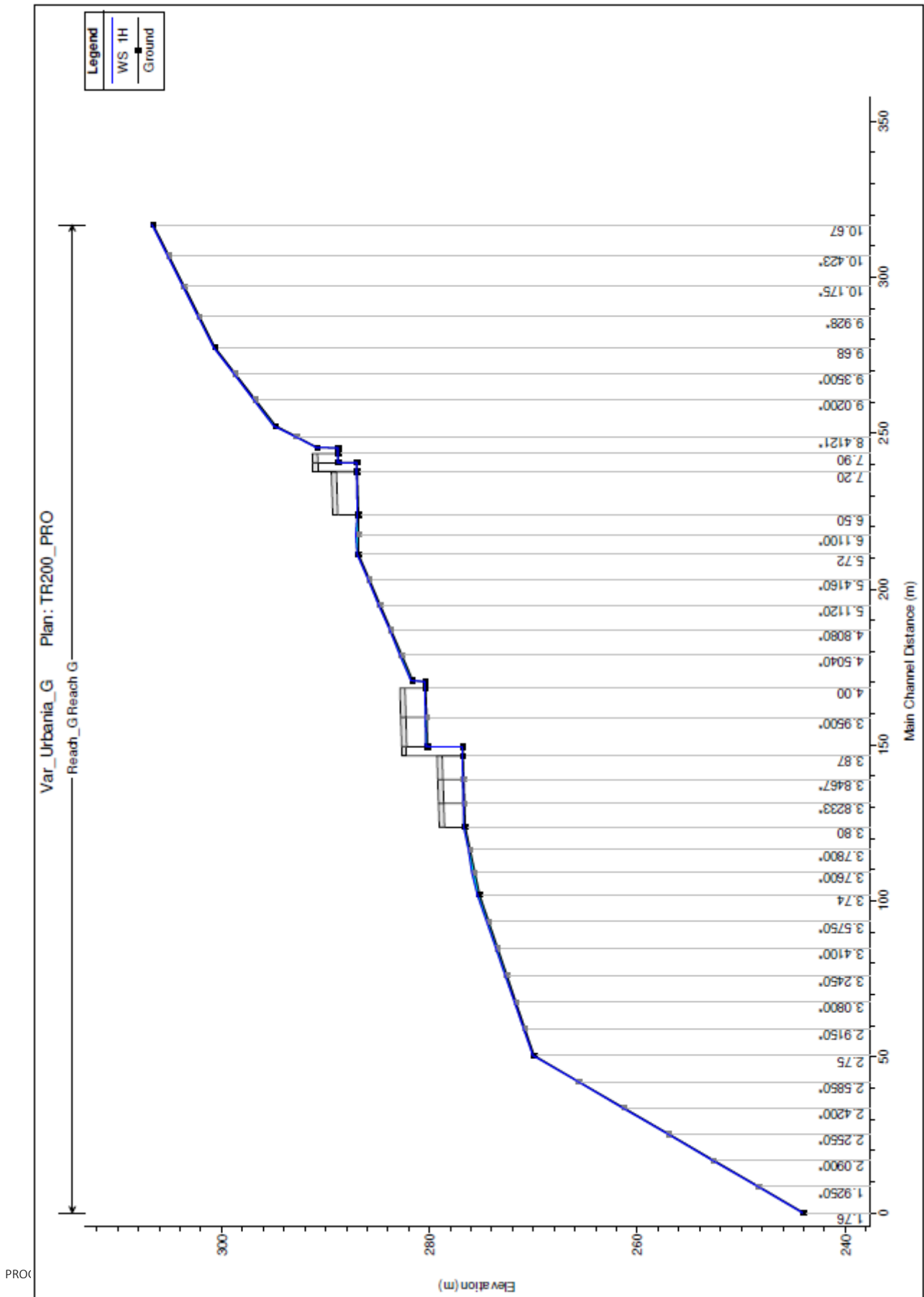
PROGETTAZIONE ATI:

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)



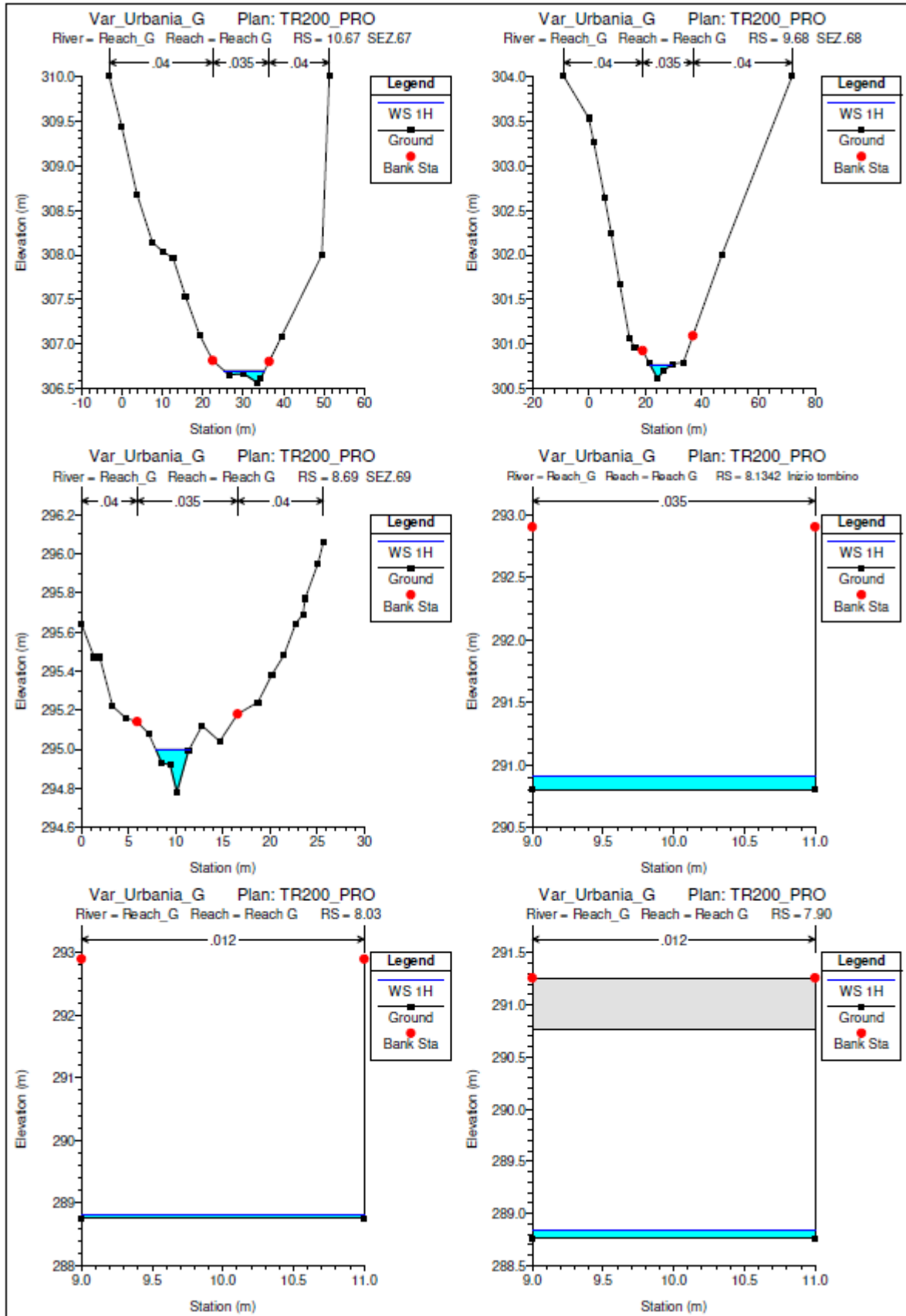
PROGETTAZIONE ATI:

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)



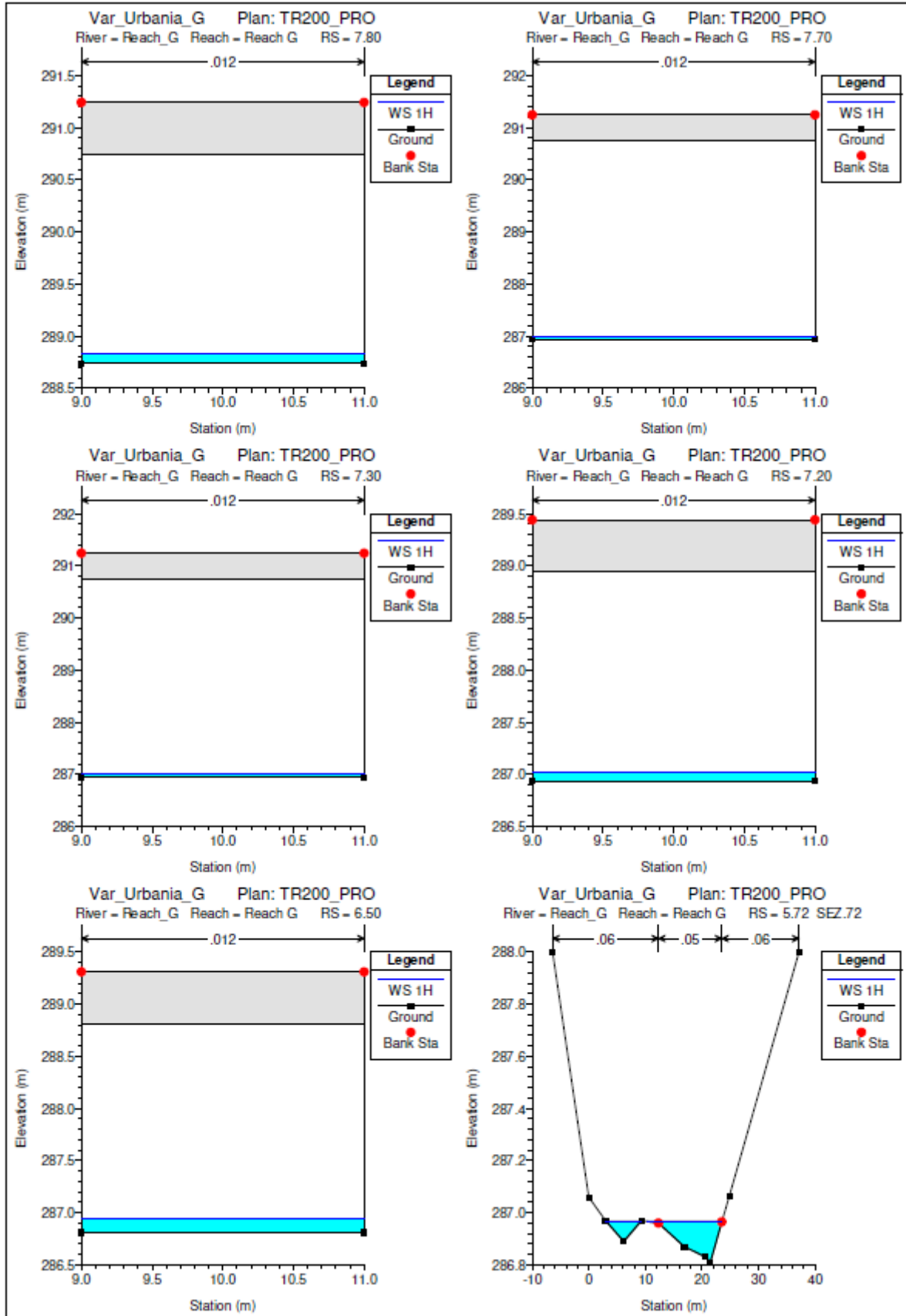
PROC

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)



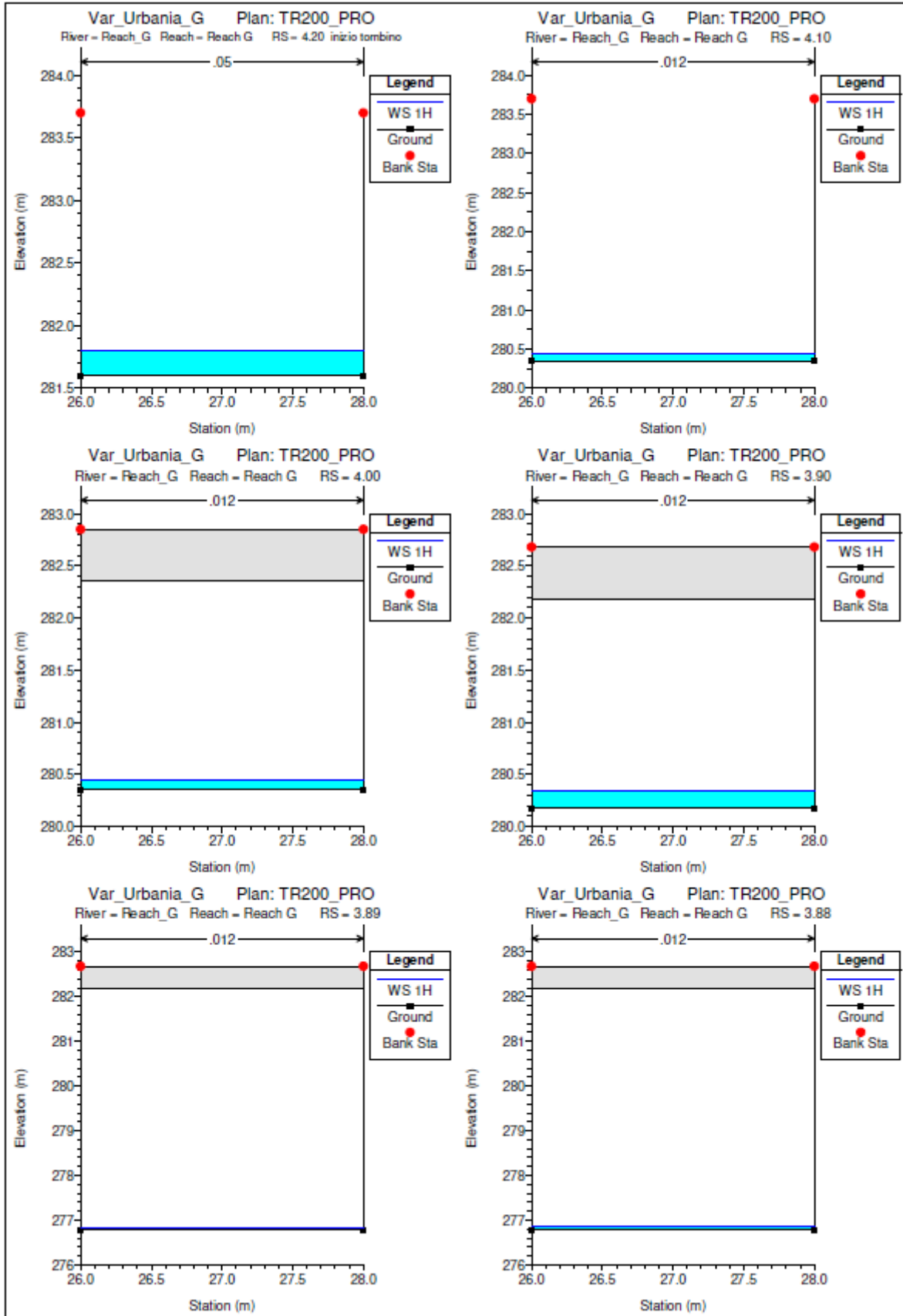
PROGETTAZIONE ATI:

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)



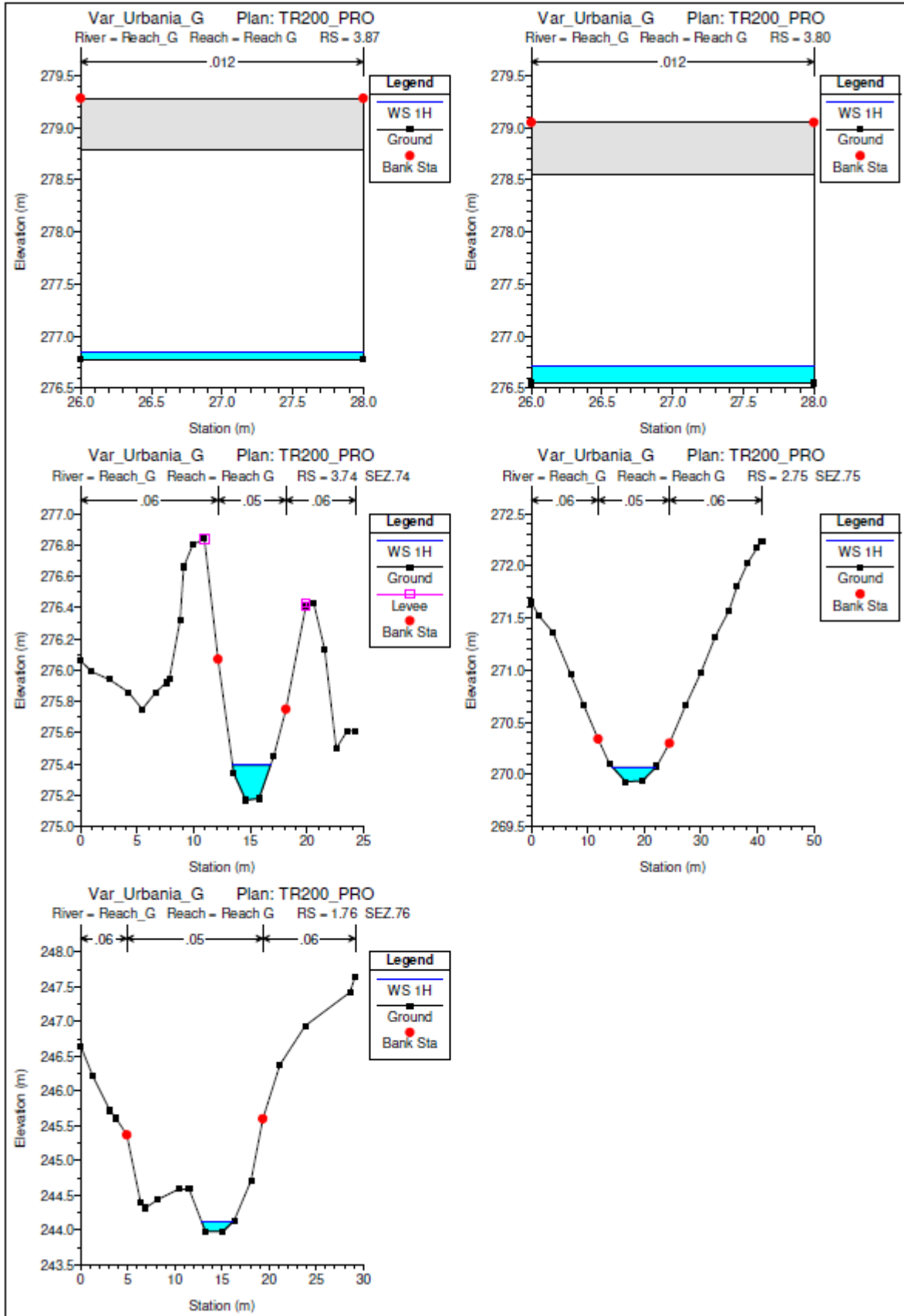
PROGETTAZIONE ATI:

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)



PROGETTAZIONE ATI:

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)



PROGETTAZIONE ATI:

4.2.2.2. Outputs numerici

Tabella 4-2: outputs numerici nel tratto oggetto di analisi

HEC-RAS Plan: TR200_PRO River: Reach_G Reach: Reach G Profile: 1H

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
Reach G	10.67	1H	0.97	306.57	306.70	306.75	306.85	0.151454	1.67	0.58	9.94	2.21
Reach G	9.68	1H	0.97	300.62	300.77	300.82	300.95	0.145368	1.84	0.53	7.60	2.23
Reach G	8.69	1H	0.97	294.78	295.00	295.11	295.43	0.248731	2.91	0.33	3.56	3.04
Reach G	8.1342	1H	0.97	290.80	290.91	291.10	291.89	0.506367	4.37	0.22	2.00	4.20
Reach G	8.03	1H	0.97	288.76	288.82	289.05	291.66	0.333692	7.46	0.13	2.00	9.35
Reach G	7.90	1H	0.97	288.76	288.83	289.03	290.97	0.210467	6.47	0.15	2.00	7.55
Reach G	7.80	1H	0.97	288.74	288.83	289.01	290.36	0.123409	5.49	0.18	2.00	5.90
Reach G	7.70	1H	0.97	286.94	287.00	287.22	290.16	0.396360	7.87	0.12	2.00	10.12
Reach G	7.30	1H	0.97	286.94	287.02	287.22	289.07	0.197317	6.35	0.15	2.00	7.33
Reach G	7.20	1H	0.97	286.94	287.02	287.21	289.07	0.197317	6.35	0.15	2.00	7.33
Reach G	6.50	1H	0.97	286.81	286.94	287.08	287.67	0.037665	3.79	0.26	2.00	3.38
Reach G	5.72	1H	0.97	286.81	286.97	286.97	287.00	0.053682	0.90	1.20	19.36	0.98
Reach G	4.20	1H	0.97	281.60	281.80	281.90	282.10	0.160161	2.42	0.40	2.00	1.73
Reach G	4.10	1H	0.97	280.35	280.44	280.64	281.93	0.117685	5.41	0.18	2.00	5.77
Reach G	4.00	1H	0.97	280.35	280.45	280.62	281.65	0.083370	4.86	0.20	2.00	4.91
Reach G	3.90	1H	0.97	280.18	280.35	280.45	280.78	0.016633	2.93	0.33	2.00	2.30
Reach G	3.89	1H	0.97	276.78	276.84	277.08	280.45	0.494066	8.42	0.12	2.00	11.20
Reach G	3.88	1H	0.97	276.78	276.85	277.08	279.14	0.234211	6.69	0.14	2.00	7.94
Reach G	3.87	1H	0.97	276.78	276.85	277.05	279.12	0.231502	6.67	0.15	2.00	7.89
Reach G	3.80	1H	0.97	276.55	276.71	276.82	277.19	0.019604	3.08	0.31	2.00	2.48
Reach G	3.74	1H	0.97	275.17	275.39	275.45	275.58	0.112496	1.90	0.51	3.35	1.55
Reach G	2.75	1H	0.97	269.93	270.07	270.10	270.16	0.103170	1.33	0.73	7.70	1.38
Reach G	1.76	1H	0.97	243.98	244.12	244.23	244.50	0.373712	2.75	0.35	3.27	2.68

4.2.3. VERIFICHE TOMBINI T04 (“AP_T_5+025”), T05 (“RSP4_EST_T4”), T06 (“SL3_T1”) E T08 (“RSP4_EST_T3”)

Tombino T04 (“AP T 5+025”)

Design Flow: 1.04 cms

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: T04

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	T04 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
272.74	1.04	1.04	0.00	1
280.57	28.00	28.00	0.00	Overtopping

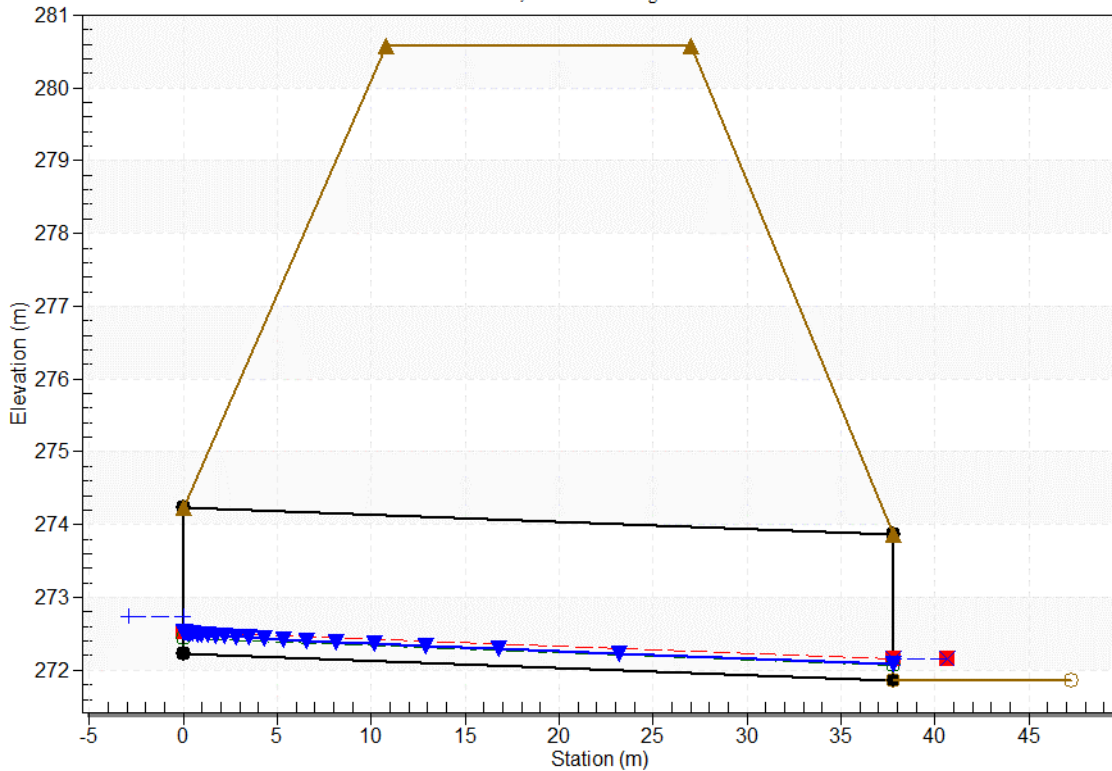
Table 2 - Culvert Summary Table: T04

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.04 cms	1.04 cms	272.74	0.51	1-S2n	0.22	0.30	0.22	0.29	2.39	1.54

Culvert Barrel Type Straight Culvert
Inlet Elevation (invert): 272.23 m,
Outlet Elevation (invert): 271.86 m
Culvert Length: 37.80 m,
Culvert Slope: 0.0098

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)

Crossing - T04, Design Discharge - 1.04 cms
Culvert - T04, Culvert Discharge - 1.04 cms



Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m
 Inlet Elevation: 272.23 m
 Outlet Station: 37.80 m
 Outlet Elevation: 271.86 m
 Number of Barrels: 1
 Barrel Shape: Concrete Box
 Barrel Span: 2000.00 mm
 Barrel Rise: 2000.00 mm
 Barrel Material: Concrete
 Embedment: 0.00 mm
 Barrel Manning's n: 0.0130
 Culvert Type: Straight
 Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall
 Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: T04)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
1.04	272.15	0.29	1.54	28.87	0.96

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel
 Bottom Width: 2.00 m
 Side Slope (H:V): 1.00 (1:1)
 Channel Slope: 0.0100
 Channel Manning's n: 0.0250

PROGETTAZIONE ATI:

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)

Channel Invert Elevation: 271.86 m
Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation
Crest Length: 7.25 m
Crest Elevation: 280.57 m
Roadway Surface: Paved
Roadway Top Width: 16.25 m

PROGETTAZIONE ATI:

Tombino T05 (“RSP4 EST T4”)

Design Flow: 0.99 cms

Table 4 - Summary of Culvert Flows at Crossing: T05

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	T05 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
252.32	0.99	0.99	0.00	1
256.13	18.27	18.27	0.00	Overtopping

Table 5 - Culvert Summary Table: T05

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.99 cms	0.99 cms	252.32	0.50	0.147	1-S2n	0.21	0.29	0.22	0.29	2.25	0.00

Culvert Barrel Type Straight Culvert

Inlet Elevation (invert): 251.82 m,

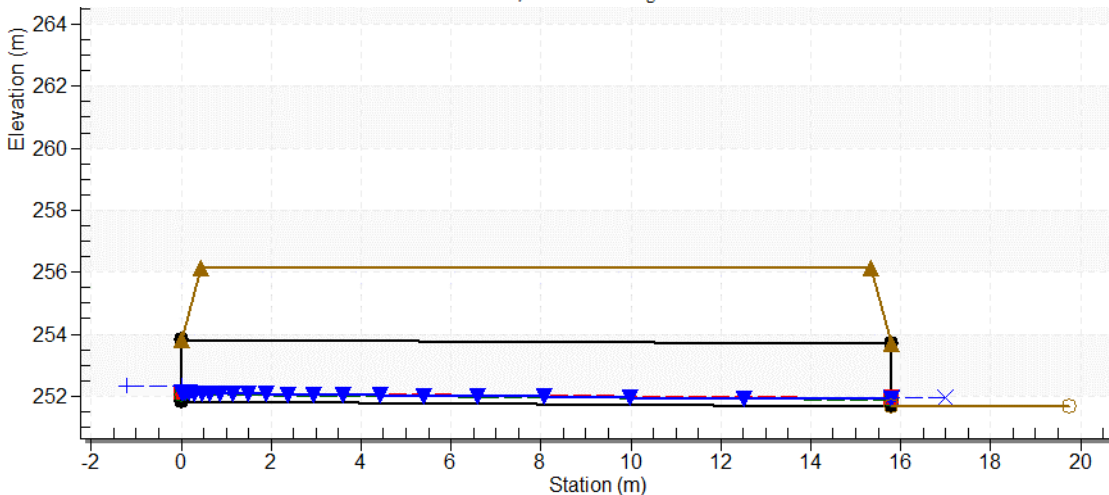
Outlet Elevation (invert): 251.67 m

Culvert Length: 15.80 m,

Culvert Slope: 0.0095

Crossing - T05, Design Discharge - 0.99 cms

Culvert - T05, Culvert Discharge - 0.99 cms



Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 251.82 m

Outlet Station: 15.80 m

Outlet Elevation: 251.67 m

Number of Barrels: 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0130

Culvert Type: Straight

PROGETTAZIONE ATI:

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall ($K_e=0.5$)
Inlet Depression: None

Table 6 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: T05)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)
0.99	251.96	0.29

Tailwater Channel Option: Enter Constant Tailwater Elevation
Constant Tailwater Elevation: 251.96 m (altezza critica in corrispondenza del salto di fondo)

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation
Crest Length: 14.90 m
Crest Elevation: 256.13 m
Roadway Surface: Paved
Roadway Top Width: 14.90 m

PROGETTAZIONE ATI:

Tombino T06 (“SL3 T1”)

Design Flow: 0.48 cms

Table 7 - Summary of Culvert Flows at Crossing: T06

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	T06 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
281.32	0.48	0.48	0.00	1
284.75	16.29	16.29	0.00	Overtopping

Table 8 - Culvert Summary Table: T06

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.48 cms	0.48 cms	281.32	0.31	0.057	1-S2n	0.13	0.18	0.13	0.19	1.80	1.18

Culvert Barrel Type Straight Culvert

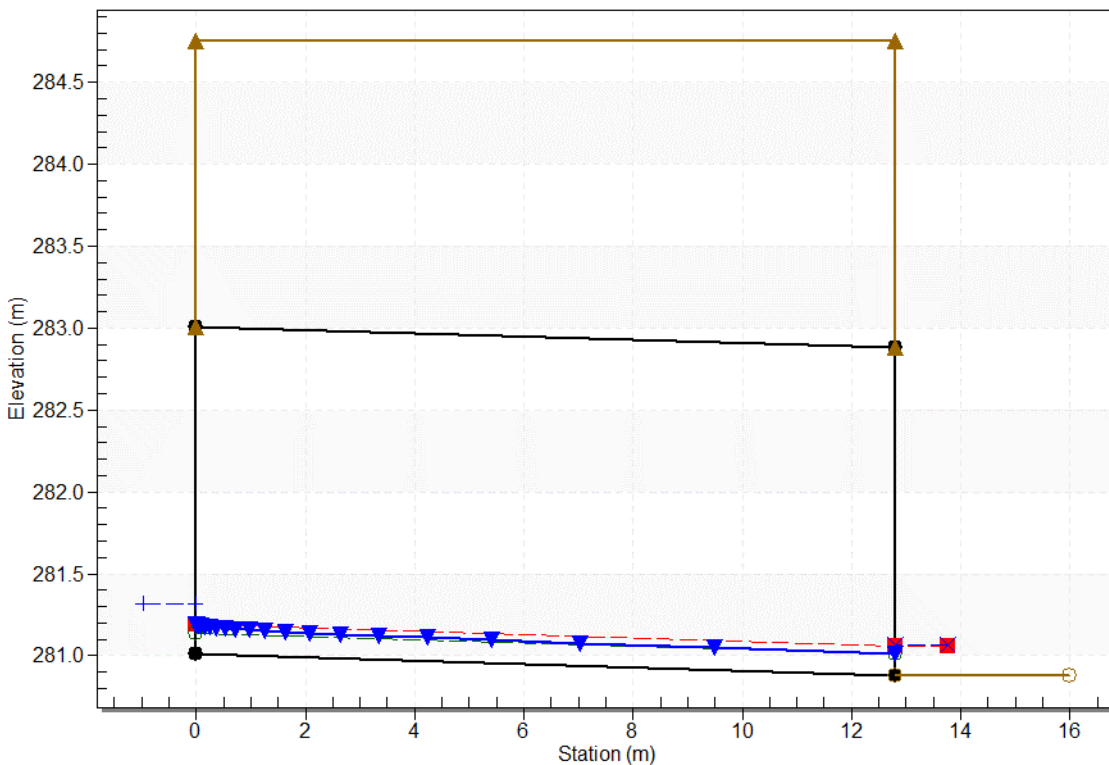
Inlet Elevation (invert): 281.01 m,

Outlet Elevation (invert): 280.88 m

Culvert Length: 12.80 m,

Culvert Slope: 0.0102

Crossing - T06, Design Discharge - 0.48 cms
Culvert - T06, Culvert Discharge - 0.48 cms



Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 281.01 m

PROGETTAZIONE ATI:

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)

Outlet Station: 12.80 m
Outlet Elevation: 280.88 m
Number of Barrels: 1

Barrel Shape: Concrete Box
Barrel Span: 2000.00 mm
Barrel Rise: 2000.00 mm
Barrel Material: Concrete
Embedment: 0.00 mm
Barrel Manning's n: 0.0130
Culvert Type: Straight
Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall (Ke=0.5)
Inlet Depression: None

Table 9 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: T06)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
0.48	281.07	0.19	1.18	18.20	0.91

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel
Bottom Width: 2.00 m
Side Slope (H:V): 1.00 (1:1)
Channel Slope: 0.0100
Channel Manning's n: 0.0250
Channel Invert Elevation: 280.88 m

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation
Crest Length: 12.80 m
Crest Elevation: 284.75 m
Roadway Surface: Paved
Roadway Top Width: 12.80 m

PROGETTAZIONE ATI:

Tombino T08 (“RSP4 EST T3”)

Design Flow: 0.99 cms

Table 10 - Summary of Culvert Flows at Crossing: T08

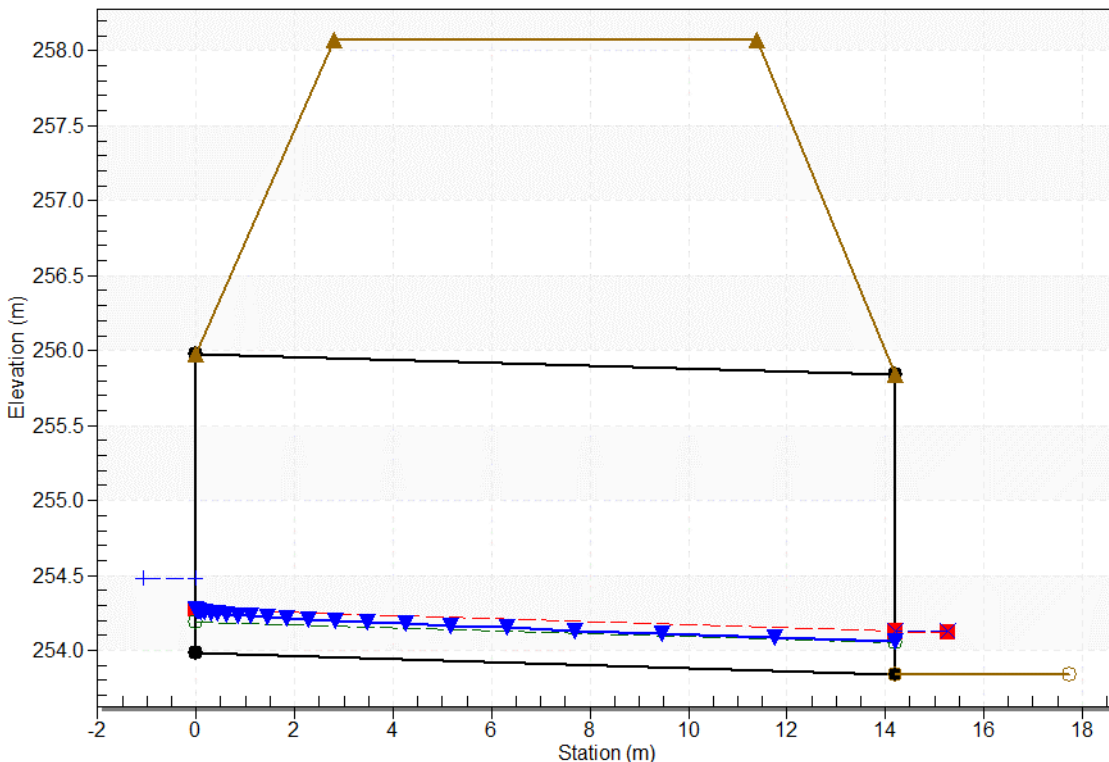
Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	T08 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
254.48	0.99	0.99	0.00	1
258.07	17.54	17.54	0.00	Overtopping

Table 11 - Culvert Summary Table: T08

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.99 cms	0.99 cms	254.48	0.50	0.157	1-S2n	0.21	0.29	0.22	0.29	2.26	1.51

Culvert Barrel Type Straight Culvert
 Inlet Elevation (invert): 253.98 m,
 Outlet Elevation (invert): 253.84 m
 Culvert Length: 14.20 m,
 Culvert Slope: 0.0099

Crossing - T08, Design Discharge - 0.99 cms
 Culvert - T08, Culvert Discharge - 0.99 cms



Site Data Option: Culvert Invert Data
 Inlet Station: 0.00 m
 Inlet Elevation: 253.98 m
 Outlet Station: 14.20 m

PROGETTAZIONE ATI:

IDROLOGIA E IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MINORI (TOMBINI)

Outlet Elevation: 253.84 m
Number of Barrels: 1

Barrel Shape: Concrete Box
Barrel Span: 2000.00 mm
Barrel Rise: 2000.00 mm
Barrel Material: Concrete
Embedment: 0.00 mm
Barrel Manning's n: 0.0130
Culvert Type: Straight
Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall (Ke=0.5)
Inlet Depression: None

Table 12 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: T08)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
0.99	254.13	0.29	1.51	28.04	0.96

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel
Bottom Width: 2.00 m
Side Slope (H:V): 1.00 (1:1)
Channel Slope: 0.0100
Channel Manning's n: 0.0250
Channel Invert Elevation: 253.84 m

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation
Crest Length: 8.60 m
Crest Elevation: 258.07 m
Roadway Surface: Paved
Roadway Top Width: 8.60 m

PROGETTAZIONE ATI: