



REGIONE TOSCANA

Giunta Regionale

DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE
SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO SUPERIORE

Sistemazione idraulica del Torrente Mucchia nel Comune
di Cortona (AR)

STUDIO IDRAULICO E PROGETTAZIONE PRELIMINARE

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO
Ing. Gennarino COSTABILE

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Marianna BIGIARINI

CODICE PROGETTO
DODS2023AR0005 - CIG:991593586B, CUP: D78H23000820002

UFFICIO DI PROGETTAZIONE

Ing. Enrico GALIGANI - mob. +39 338 4769752

STUDIO di INGEGNERIA e ARCHITETTURA Edilizia, Idraulica Infrastrutture Ambiente e Sicurezza

OGGETTO ELABORATO

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

FILE PP_EG_RTI PDF

ELAB. PP_EG_RTI

redatto	controllato	approvato	scala	emissione/revisione
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---

ELABORATO

EG_RTI

Arezzo - Via A. Testa, 2 - 52100 - www.regione.toscana.it

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL T. MUCCHIA NEL COMUNE DI CORTONA - STUDIO IDRAULICO E PROGETTAZIONE PRELIMINARE

DODS2023AR0005 - CIG: 991593586B, CUP: D78H23000820002"

RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA

Indice

1.	PREMESSA	2
2.	ANALISI IDROLOGICA	3
3.	ANALISI IDRAULICA	6
3.1.	Descrizione software HEC-RAS 6.3.1	6
3.1.1.	Le ipotesi di calcolo	6
3.1.2.	Equazioni di base	6
3.1.3.	Criteri di suddivisione della sezione	7
3.1.4.	Valutazione delle perdite di carico per attrito	8
3.2.	GEOMETRIA DEL MODELLO	8
3.2.1.	Modifiche/integrazioni geometriche rispetto alla geometria del modello PSI	10
3.3.	CONDIZIONI AL CONTORNO DEL MODELLO	14
4.	RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA	14
	ALLEGATO VERIFICHE IDRAULICHE	19

1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta al fine di descrivere le analisi idrologiche e idrauliche svolte nell'ambito del progetto preliminare dell'intervento di sistemazione idraulica del T. Mucchia in loc. Terontola, nel comune di Cortona.

Nella seguente immagine si evidenzia in blu il tratto di asta fluviale oggetto di analisi idraulica. Si evidenzia come tale asta sia maggiormente estesa rispetto al tratto oggetto di intervento, compreso tra il ponte della S.S. del Trasimeno a monte e il ponte della linea ferroviaria a valle, al fine di garantire le condizioni al contorno opportune per la stabilità del modello di verifica (cfr. localizzazione nell'immagine seguente).

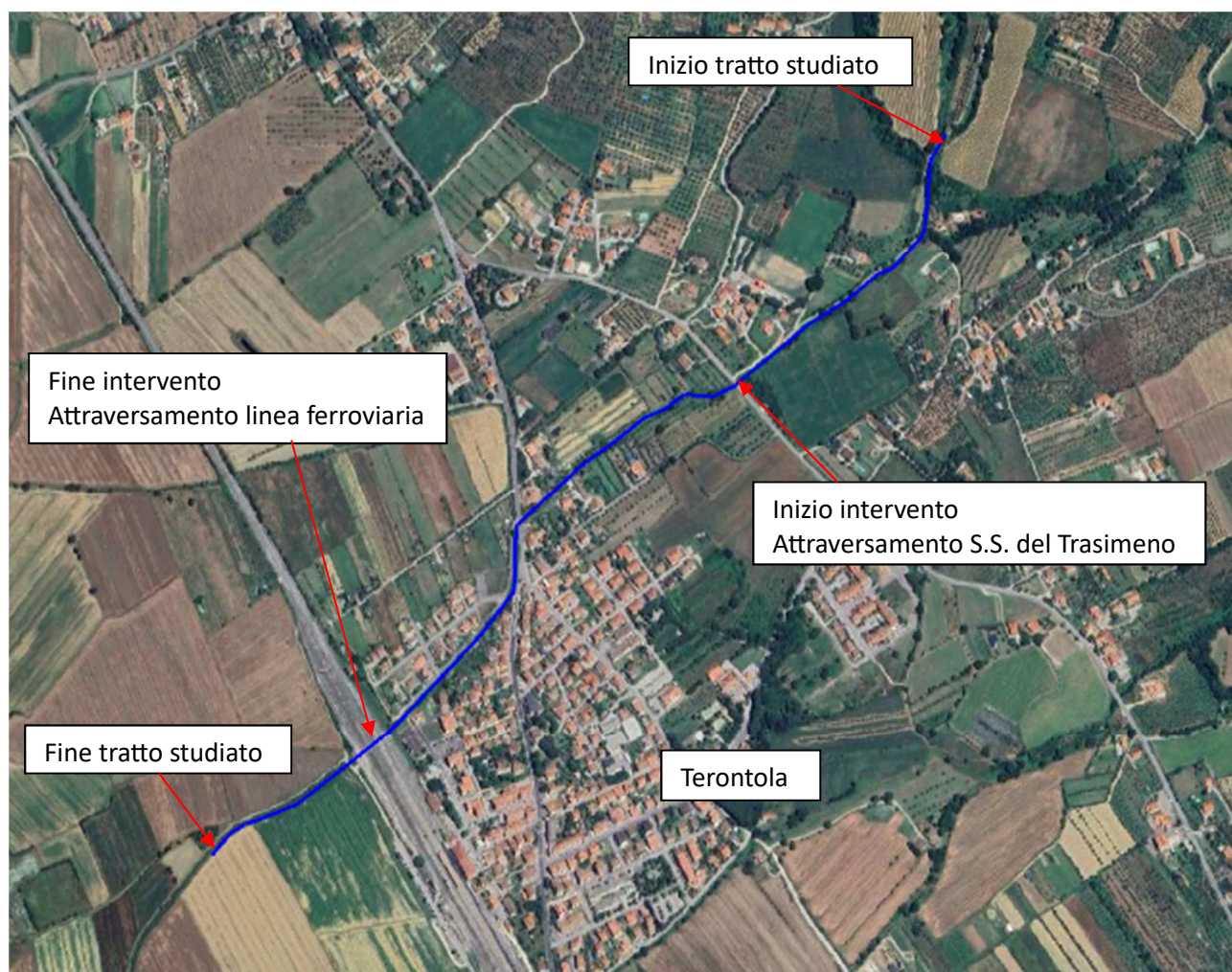


FIGURA 1: LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO E ASTA OGGETTO DI STUDIO SU IMMAGINE SATELLITARE

La presente relazione si articola quindi nei seguenti step:

- Acquisizione delle cartografie CTR (1:2000 e/o 1:10000) e del DTM "Lidar" (ove disponibile) relativo a tutto il territorio prossimo al tratto di corso d'acqua oggetto di studio.
- Analisi idrologica: acquisizione dei dati di portata da studi vigenti – PSI - Piano Strutturale Intercomunale del gennaio 2023;

- Acquisizione del rilievo topografico eseguito a supporto dello studio del PSI, in particolare delle sezioni del corso d'acqua e dei manufatti esistenti.
- Aggiornamento delle sezioni del corso d'acqua con eliminazione di manufatti non più esistenti e inserimento dei nuovi manufatti.
- Implementazione di un modello di verifica idraulico al fine di definire i battenti massimi associati ad eventi di piena con tempo di ritorno 200 anni.
- Analisi dei risultati delle verifiche idrauliche e individuazione di eventuali criticità emerse.

2. ANALISI IDROLOGICA

Per definire la portata di verifica associata ad un tempo di ritorno di 200 anni sono stati acquisiti i valori indicati nella relazione complessiva del PSI (Elab. R2 – datato 01-2023) dalla quale risulta che il bacino di interesse per il t. Mucchia, con sezione di chiusura poco a valle della linea ferroviaria sia quello identificato con la sigla B29, di superficie pari a 3.05 kmq. (vedi figura sottostante). Cautelativamente si è scelto di adottare la portata complessiva del bacino B29 su tutto il tratto di studio.

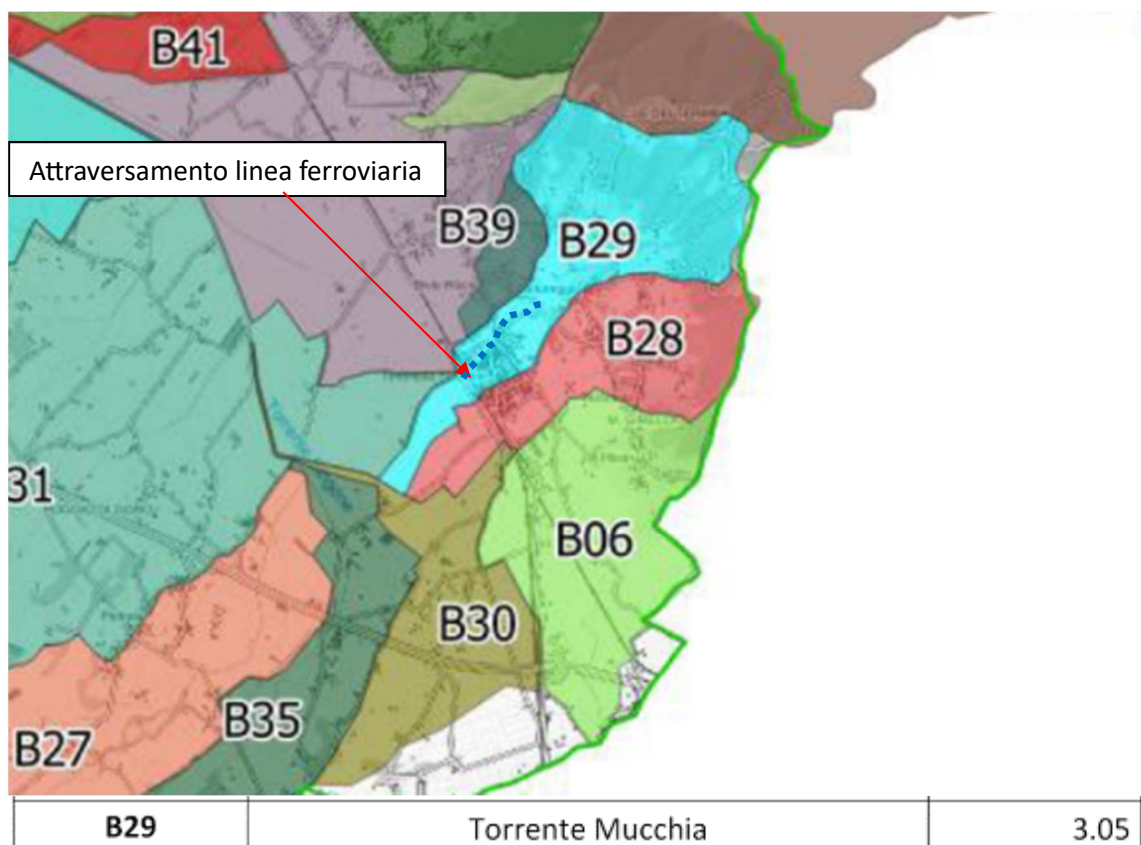


FIGURA 2: ESTRATTO FIGURA 2.4 (DEFINIZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI NEL COMUNE DI CORTONA) E TABELLA 2.1 DELLA RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA DEL PSI




Nella seguente immagine si riporta un estratto della tabella 4.1 della relazione idrologica-idraulica del PSI dove sono indicati i valori medi dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica del bacino del torrente Mucchia.

Codice	Bacino idrografico	a30	n30	a200	n200
B29	Torrente Mucchia	47.136	0.201	65.564	0.265

FIGURA 3: PARAMETRI DELLE LSSP - ESTRATTO TABELLA 4.1 DELLA RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA DEL PSI

Mediante il metodo SCS, assumendo un Curve Number (CNIII) medio sul bacino di 87, si ottiene una portata di picco duecentennale per il bacino sopra indicato (per la durata di 4 ore) pari a 16.6 mc/s (immagine seguente)

Relazione idrologico-idraulica
PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE

Comune	Codice	Bacino idrografico	Area (km²)	CNIII	LAG	Durata critica Dc	Durate studiate	Qp(Dc) TR200 (m³/s)	Qp(Dc) TR30 (m³/s)
	B22	Borro di Metegliano	2.11	81	35	1	1/2/3/4/5/6	12.4	6.6
	B23	Fosso del Riarello	0.45	87	36	1	1/2/3	4.3	2.5
	B24	Borro di Pergo	0.94	81	25	1	1/2/3/	8.6	4.6
	B25	Borro di Pergo	0.13	84	38	1	1/2/3	0.9	0.5
	B26	Aff. Sx. Borro di Pergo	0.06	86	22	1	1/2/3	0.7	0.4
	B27	Rio di Campo	6.71	87	141	4	1/2/3/4/5/6	23.9	12.9
	B28	Rio di Cese	2.25	87	45	4	1/2/3/4/5/6	12.3	7
	B29	Torrente Mucchia	3.05	87	45	4	1/2/3/4/5/6	16.6	9.5
	B30	Torrente Mucchia	2.35	82	117	4	1/2/3/4/5/6	7.3	3.6
	B31	Torrente Mucchia	33.75	86	140	4	1/2/3/4/5/6	93.9	49.3
	B32	Reglia di Val Capraia	9.41	87	183	4	1/2/3/4/5/6	21.7	11.5
	B33	Aff. Sx Val di Capraia	0.89	89	50	4	1/2/3/4/5/6	5	2.9
	B34	Torrente del Mulinaccio	1.06	89	49	4	1/2/3/4/5/6	6	3.6

FIGURA 4: PICCO DI PORTATA TR200 - ESTRATTO TABELLA 4.9 DELLA RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA DEL PSI

Il modello è stato implementato in moto vario al fine di ottenere maggiore stabilità nei profili, l'idrogramma di piena è stato ricostruito su un idrogramma generico imponendo il valore del picco e la durata critica riportati in precedenza, ovvero: Q = 16.6 mc/s – Durata 4h. Di seguito si riporta l'idrogramma di piena adottato nelle verifiche.

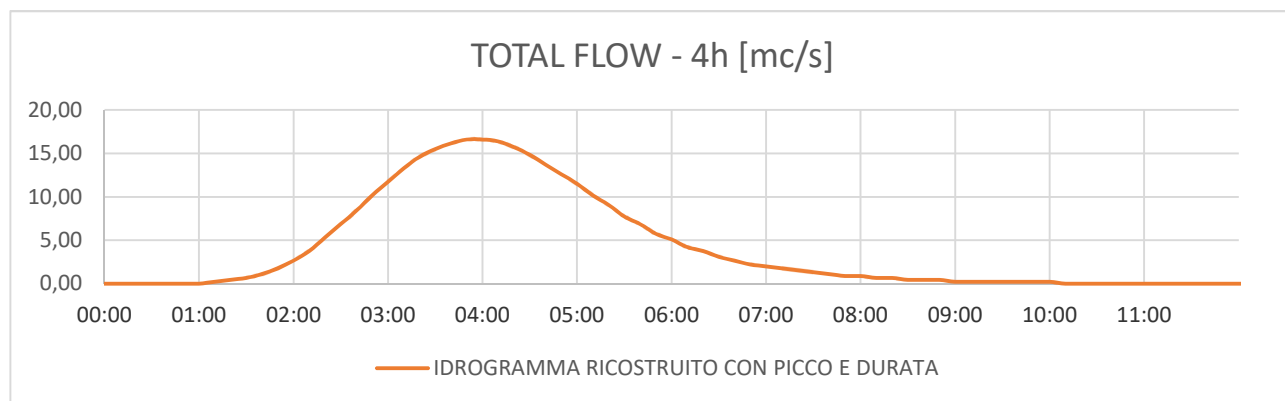


FIGURA 5: IDROGRAMMA DI PIENA TR200 ADOTTATO NELLE VERIFICHE – PICCO 16.6 MC/S

Oltre alla suddetta portata è stato implementato nel modello di verifica anche l'idrogramma con picco pari a 14 mc/s e durata 2h, in quanto è il dato massimo di portata indicato nella tabella di output delle verifiche del PSI alla sezione di monte (immagine seguente).

HEC-RAS Profile: Max WS

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)
monte	230.2	Max WS	tr30_d4	6.30
monte	230.2	Max WS	tr200_d4	12.60
monte	230.2	Max WS	UF_TR200_D2	14.00
monte	230.2	Max WS	UF_TR30_D2	6.80
monte	230.2	Max WS	UF_TR30_D3	6.70

FIGURA 6: ESTRATTO TABELLE DI OUTPUT PSI

Come mostrato nel paragrafo relativo ai risultati delle verifiche, l'idrogramma seguente è stato implementato per validare il modello di verifica del presente studio mediante confronto con gli output del modello di verifica del PSI.

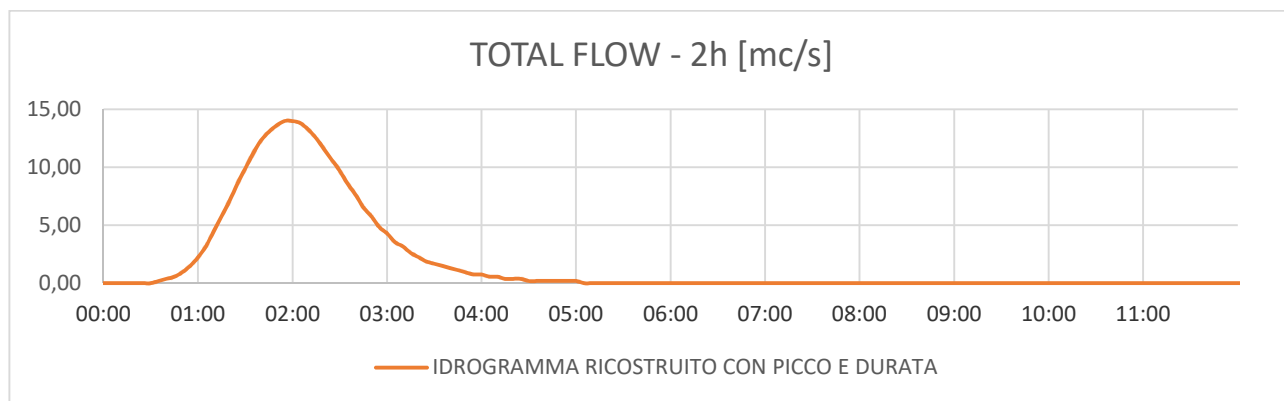


FIGURA 7: IDROGRAMMA DI PIENA Tr200 ADOTTATO PER LA VALIDAZIONE DEL MODELLO – PICCO 14 MC/S

Scorrendo la tabella di output del PSI si nota che in corrispondenza della sezione 190.3 la portata si riduce (passa da circa 14 mc/s a circa 10 mc/s) probabilmente per effetto delle esondazioni generate dalla presenza (nel vecchio modello del PSI) dell'attraversamento costituito da una batteria di 5 tubi (circa $\varnothing 500$) che ad oggi è stato rimosso e sostituito con un nuovo attraversamento posto leggermente più a valle. Si rimanda alla paragrafo §3.2.13.2 per maggior dettaglio su tali attraversamenti.

3. ANALISI IDRAULICA

3.1. Descrizione software HEC-RAS 6.3.1

La modellazione idraulica è stata effettuata attraverso il software Hec-Ras (River Analysis System) versione 6.3.1 sviluppata dall'U.S. Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center.

Il modello è stato implementato in moto vario al fine di ottenere maggiore stabilità nei profili, l'idrogramma di piena è stato ricostruito su un idrogramma generico imponendo il valore del picco riportato in precedenza. Dato che il corso d'acqua non esonda nel tratto in esame la forma dell'idrogramma e i volumi sottesi non influiscono sui risultati e pertanto la verifica fornisce risultati validi per la definizione dei battenti attesi. Nel modello di calcolo vengono analizzate entrambe le configurazioni energetiche di corrente lenta e veloce, determinando un unico profilo del pelo libero.

3.1.1. Le ipotesi di calcolo

Il modello risolve il problema della individuazione del livello del pelo libero della corrente in una assegnata sezione.

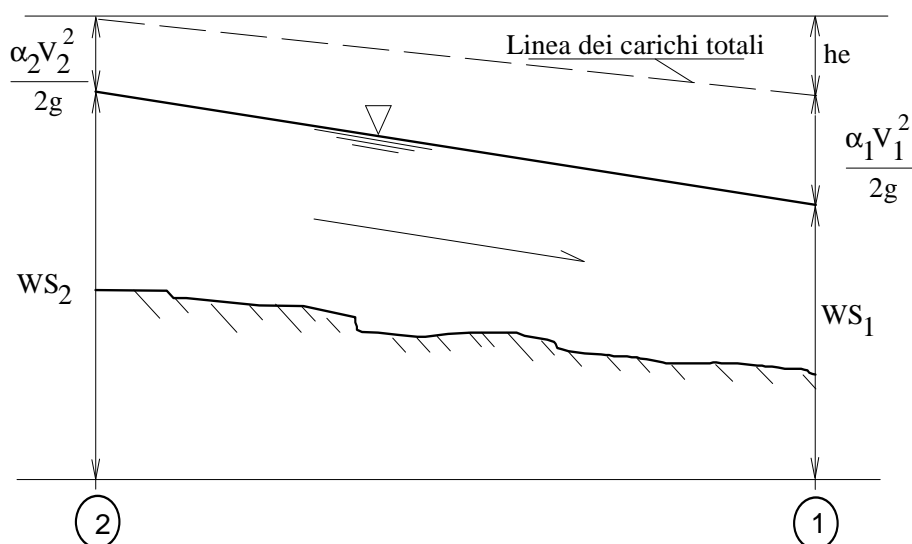


FIGURA 8 – RAPPRESENTAZIONE DEI TERMINI DELL'EQUAZIONE DELL'ENERGIA.

3.1.2. Equazioni di base

Facendo riferimento alle sezioni trasversali 1 e 2 del corso d'acqua in figura precedente, a cui si rimanda per il significato dei simboli, le due equazioni base del modello sono le seguenti:

$$WS_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = WS_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

dove:

- $WS_2; WS_1$ = livello del pelo libero alle sezioni estreme del tratto 2, 1;
- $V_2^2; V_1^2$ = velocità medie delle sezioni 2, 1;
- α_1, α_2 = coefficienti di velocità;
- g = accelerazione di gravità;
- h_e = perdite di carico totali;
- L = distanza tra le due sezioni;
- $\overline{S_f}$ = perdite di carico per attrito;
- C = coefficiente delle perdite per espansione o contrazione.

3.1.3. Criteri di suddivisione della sezione

La sezione idraulica del corso d'acqua viene rappresentata geometricamente per punti. All'interno di essa si distinguono in generale tre zone (figura seguente) che, adottando la terminologia inglese, indichiamo con:

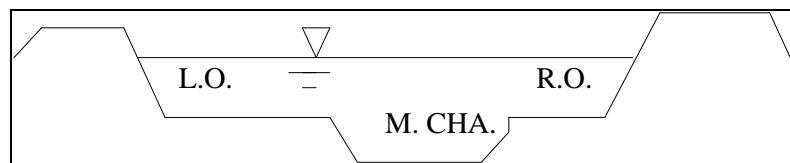


FIGURA 9 – SCHEMA FONDAMENTALE DI SUDDIVISIONE IN SOTTOSEZIONI.

- main channel = M.CHA. (canale principale)
- left overbank = LO (golena sinistra)
- right overbank = RO (golena destra)

In ciascun ambito (ma è possibile in generale assegnare differenti scabrezze ad ogni segmento della sezione) vengono definite le scabrezze del fondo, che poi vengono composte al fine di generare una scabrezza equivalente valida per l'intera sezione.

Per ciascuna sottosezione si determina la capacità di deflusso in moto uniforme:

$$K = \frac{ar^{\frac{2}{3}}}{n}$$

dove:

- $K [m^3/s]$ = capacità di deflusso nell'ambito;

- $n [s/m^{1/3}]$ = scabrezza di Manning;
- $r [m]$ = raggio idraulico dell'ambito;
- $a [m^2]$ = area della sezione bagnata dell'ambito.

3.1.4. Valutazione delle perdite di carico per attrito

Le perdite di carico per attrito sono calcolate attraverso la formula:

$$L\bar{S}_f$$

dove, \bar{S}_f è la pendenza d'attrito media, pesata, del tratto, secondo la seguente formula:

$$\bar{S}_f = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2$$

dove K_1, K_2 rappresentano le capacità di deflusso totali delle sezioni estreme.

3.2. GEOMETRIA DEL MODELLO

La geometria dello stato attuale è stata ricostruita sulla base delle sezioni di deflusso adottate nel modello di verifica dello studio del Piano Strutturale Intercomunale, che consta di un totale di 29 sezioni tra la RS230.2 e la RS159, comprensive dei manufatti esistenti.

Sulla base dei sopralluoghi eseguiti, del DTM Lidar e delle informazioni raccolte in fase di sopralluogo e dal confronto con gli enti, sono state aggiornate tali sezioni ed inserite alcune ulteriori ausiliarie. Complessivamente il modello di verifica del presente studio consta di 38 sezioni comprensive dei manufatti. Di seguito si riporta la posizione planimetrica delle sezioni di verifica su ortofoto, si rimanda alla "Tav.01 - Planimetria area di intervento" per un maggior dettaglio.



FIGURA 10 – GEOMETRIA ESTRATTA DAL MODELLO DI VERIFICA CON LOCALIZZAZIONE DELLE SEZIONI DI VERIFICA SU ORTOFOTO

Per dettagliare maggiormente il piano quotato dell'area di studio è stato acquisito ove disponibile il DTM (Digital Terrain Model) di dettaglio ricavato dal LIDAR, che ha una risoluzione di 1.00 x 1.00 m.

Come si evince dalla seguente immagine estratta dal software Hec-Ras, tale DTM, che purtroppo copre solo la porzione di asta oggetto di studio a valle del ponte della Strada Regionale 71 "Umbro-Casentinese", è stato poi implementato nella geometria del modello di verifica.

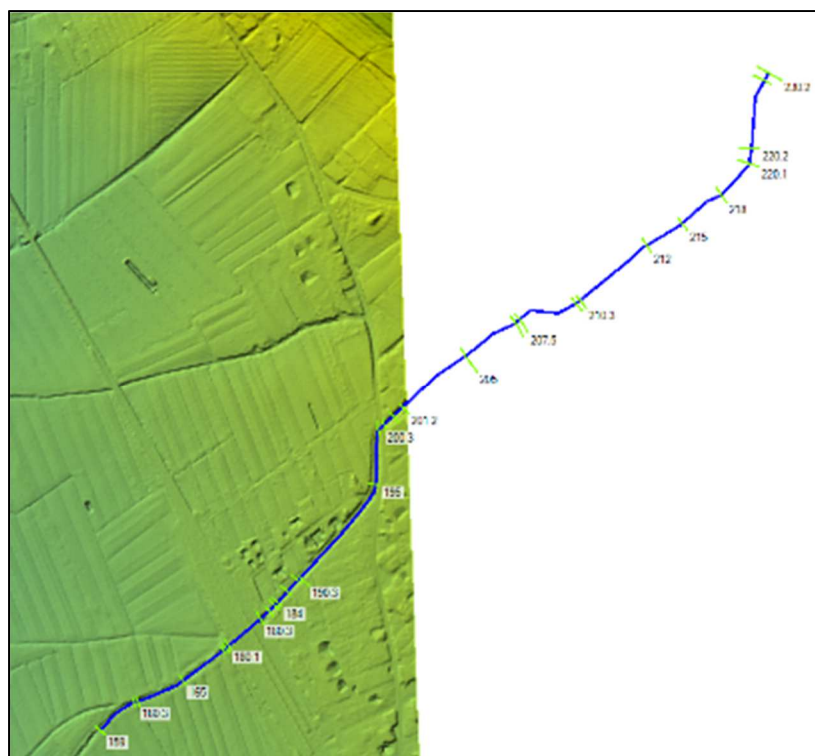


FIGURA 11 – GEOMETRIA ESTRATTA DAL MODELLO DI VERIFICA CON LOCALIZZAZIONE DELLE SEZIONI DI VERIFICA SU DTM

3.2.1. Modifiche/integrazioni geometriche rispetto alla geometria del modello PSI

Si riassumono di seguito le modifiche/integrazioni geometriche (da monte verso valle) apportate rispetto alla geometria del modello utilizzato nel Piano Strutturale Intercomunale.

- **Inserimento alla sez. 207 della briglia esistente (foto sottostante)**



FIGURA 12 – BRIGLIA IN PIETREME VISTA DA VALLE

La geometria del fondo alveo e il salto di quota sono stati stimati considerando una pendenza uniforme del profilo ricavato dalle sezioni disponibili a monte (sez. 212-210.1 evidenziato in giallo) e a valle (205-200.3 evidenziato in verde).

Si rimanda alla successiva fase progettuale per un eventuale affinamento della geometria di tale manufatto.

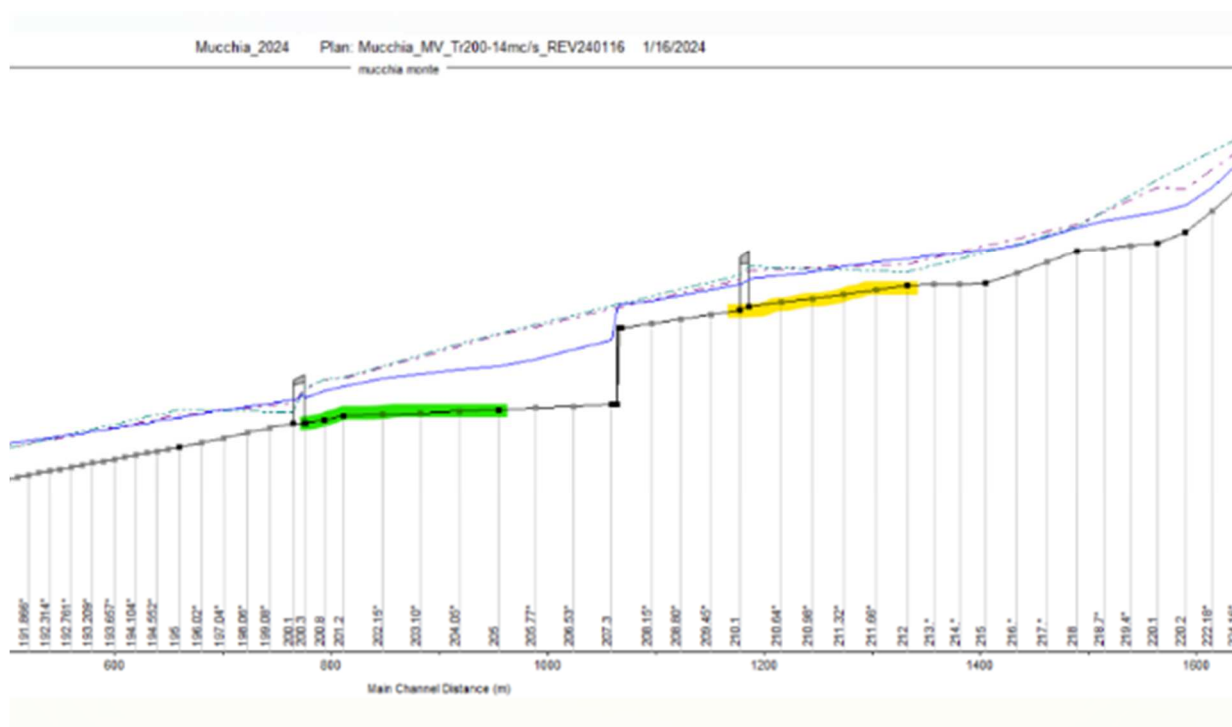


FIGURA 13 – PROFILO FONDO ALVEO PER LA RICOSTRUZIONE DEL SALTO DI QUOTA

Nella seguente immagine si riporta la schematizzazione della sezione d'alveo immediatamente a monte della briglia la cui forma è ricavata per interpolazione e il cui fondo è ricavato come descritto in precedenza.

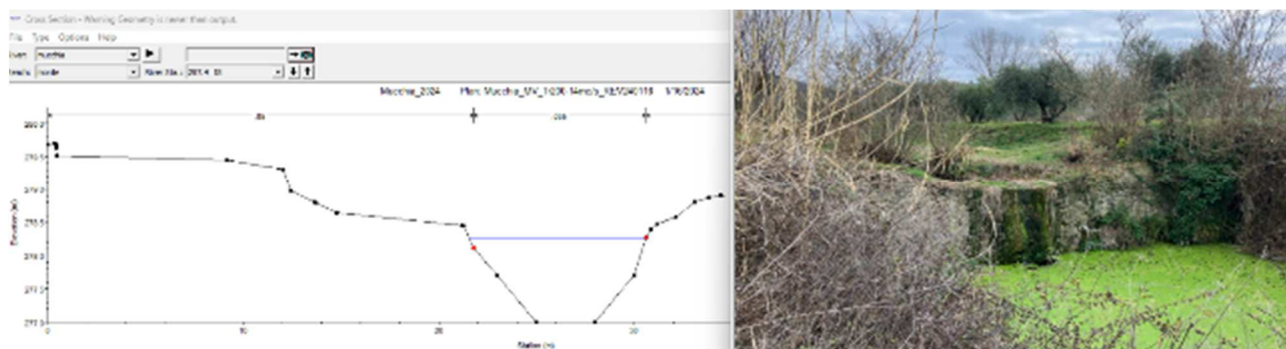


FIGURA 14 – SEZIONE D'ALVEO A MONTE (VISTA DA MONTE) DELLA BRIGLIA IN PIETRA (FOTO VISTA DA VALLE)

- **Inserimento di n.2 sezioni a monte del ponte della Strada Regionale 71 "Umbro-Casentinese" (ovvero a monte della Sez. 200.3)**

Sono state inserite due sezioni ausiliarie (RS.201.2 e 200.8) poste rispettivamente circa 35 e 20 m a monte del ponte della Strada Regionale 71 "Umbro-Casentinese". La geometria delle sezioni e la gola in sinistra è stata ricavata sulla base del DTM lidar, la quota di fondo alveo è stata ricavata per interpolazione dalle sezioni disponibili a monte e a valle, infine il muro in destra idraulica (immagine seguente) è stato ricostruito sulla base del sopralluogo.



FIGURA 15 – SEZIONE D'ALVEO A MONTE DELLA STRADA REGIONALE 71 "UMBRO-CASENTINESE" (VISTA DA MONTE) E FOTO TRATTO OGGETTO DI APPROFONDIMENTO (FOTO VISTA DA VALLE)

- **Eliminazione dell'attraversamento in corrispondenza della RS 190**

Nel modello dello stato attuale del PSI era riportato un attraversamento ad oggi non più esistente costituito da una batteria di 5 tubazioni (immagine seguente). Dato che tale attraversamento è già stato demolito nel presente studio è stato eliminato.

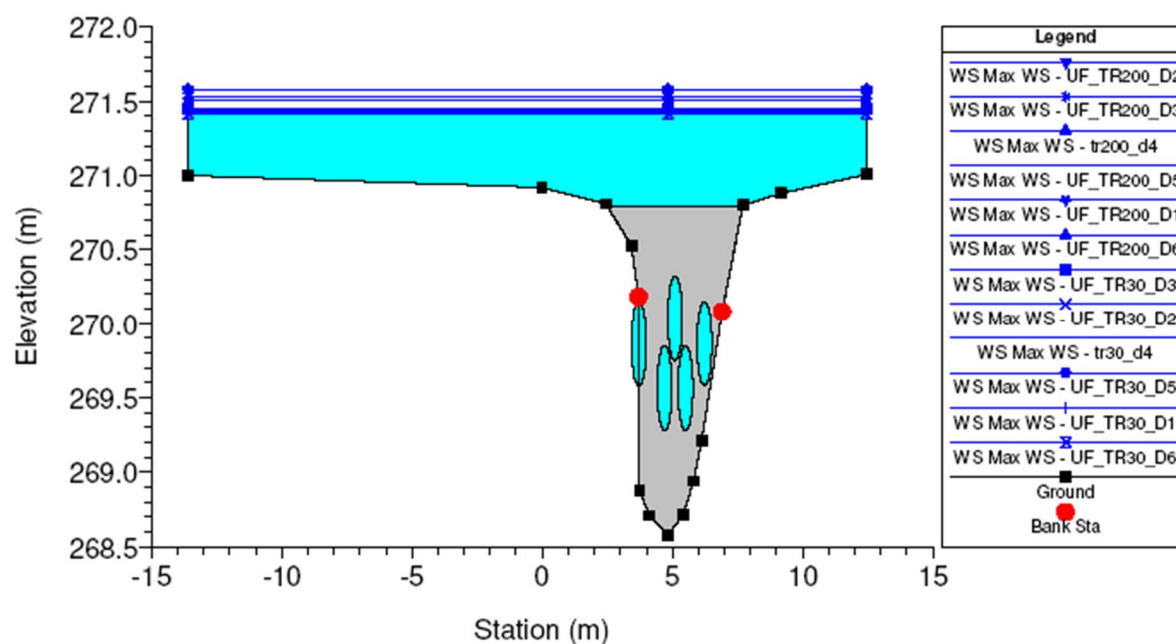


FIGURA 16 – ATTRAVERSAMENTO NON PIÙ ESISTENTE ALLA RS 190

– Inserimento del “ponticello” recentemente realizzato dalla Provincia di Arezzo (foto sottostante)

Negli ultimi anni la Provincia di Arezzo ha realizzato un nuovo attraversamento pedonale, posto circa 40 m a monte dell'attraversamento della linea ferroviaria (immagine seguente).

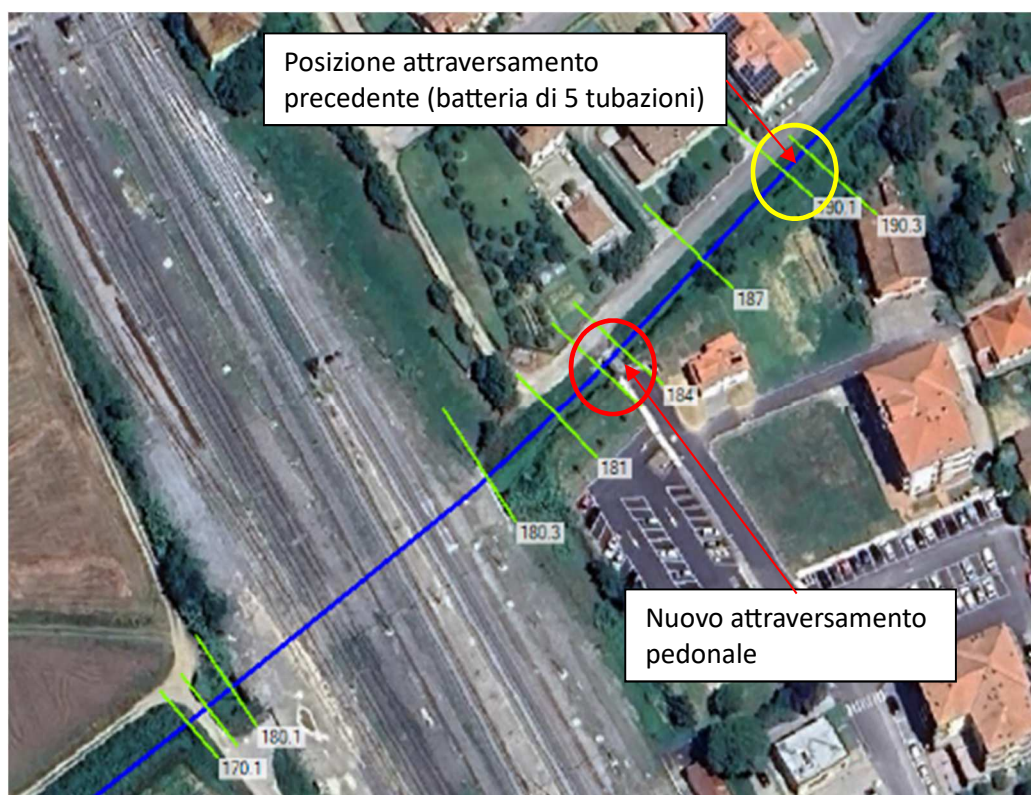


FIGURA 17 – LOCALIZZAZIONE DEL NUOVO ATTRAVERSAMENTO E DI QUELLO NON PIÙ ESISTENTE ALLA RS 190

Per modellare al meglio l'attraversamento in oggetto, oltre al nuovo manufatto, sono state inserite 4 sezioni ausiliarie (RS.187, RS184, RS183.5 e RS181). La geometria delle sezioni è stata ricavata sulla base del DTM lidar, mentre la quota di fondo alveo è stata ricavata per interpolazione dalle sezioni disponibili a monte e a valle. In particolare la quota del fondo è stata ricavata considerando una pendenza uniforme del profilo dato dalle sezioni 190.1-180.3 (evidenziato in azzurro)

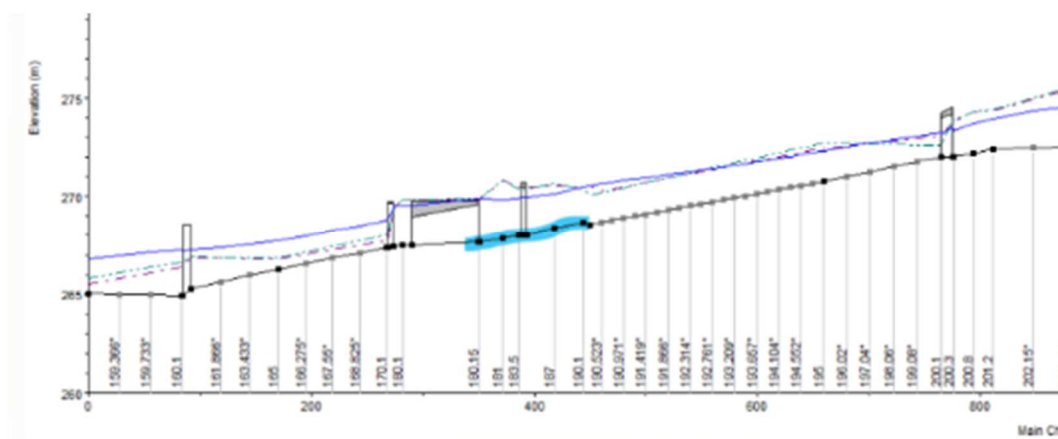


FIGURA 18 – PROFILO FONDO ALVEO IN CORRISPONDENZA DEL NUOVO PONTICELLO

La geometria del manufatto è stata ricostruita sulla base delle informazioni raccolte in sede di sopralluogo e di quelle ricavabili dal DTM. L'attraversamento è stato schematizzato con uno scatolare largo 4 m con quota dell'estradosso pari alla quota indicata dal DTM Lidar e spessore dell'impalcato pari a 35 cm.

Nella seguente immagine si riporta la sezione d'alveo inserita nel modello e la foto scattata da monte dell'attraversamento durante il sopralluogo.

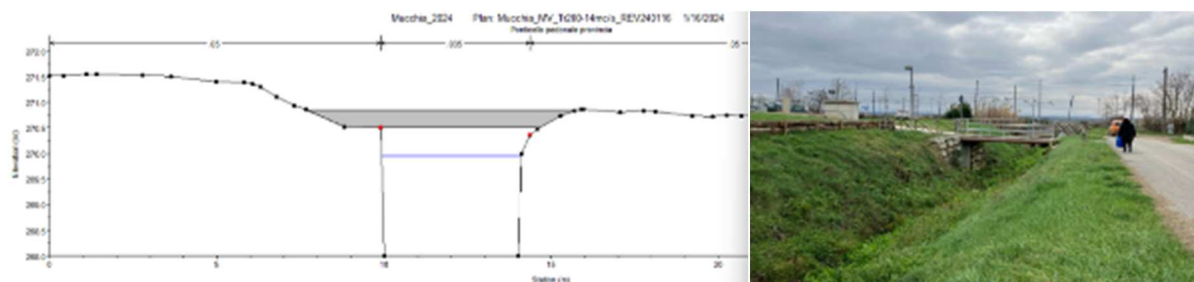


FIGURA 19 – SEZIONE D'ALVEO IN CORRISPONDENZA DEL NUOVO PONTICELLO (VISTA DA MONTE) E RELATIVA FOTO

3.3. CONDIZIONI AL CONTORNO DEL MODELLO

La verifica è stata implementata assumendo come condizione di monte la portata calcolata in precedenza (§2) e come condizione di valle la pendenza di moto uniforme ricavata dal profilo d'alveo e dal DTM Lidar, che risulta pari a 0.7%.

Relativamente al coefficiente di scabrezza è stato adoperato il valore di $0.035 [m^{-1/3}s]$ per l'alveo e il valore di $0.05 [m^{-1/3}s]$ per le golene, in analogia a quanto adottato nell'ambito del PSI.

4. RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA

Nel presente paragrafo si riportano i risultati della modellazione idraulica in termini di franco di sicurezza rispetto al massimo battente duecentennale. Si rimanda agli allegati idraulici in calce alla presente relazione per un maggior dettaglio.

Si riassumono di seguito in estrema sintesi i risultati della modellazione idraulica. Si può osservare come la portata di verifica sia sempre contenuta in alveo ad eccezione dei seguenti due punti:

- a) Strada sterrata in destra idraulica a monte del ponte della Strada Provinciale n. 75/bis "del Trasimeno" – sez. 212

Si verifica, come confermato dalle informazioni raccolte in sede di sopralluogo, come la strada sterrata in destra idraulica a monte del ponte della strada statale del Trasimeno sia soggetta a rischio allagamento (immagine seguente).



FIGURA 20 – LOCALIZZAZIONE ZONA A RISCHIO ESONDATIONE A MONTE DEL PONTE DELLA STRADA PROVINCIALE N. 75/BIS "DEL TRASIMENO"

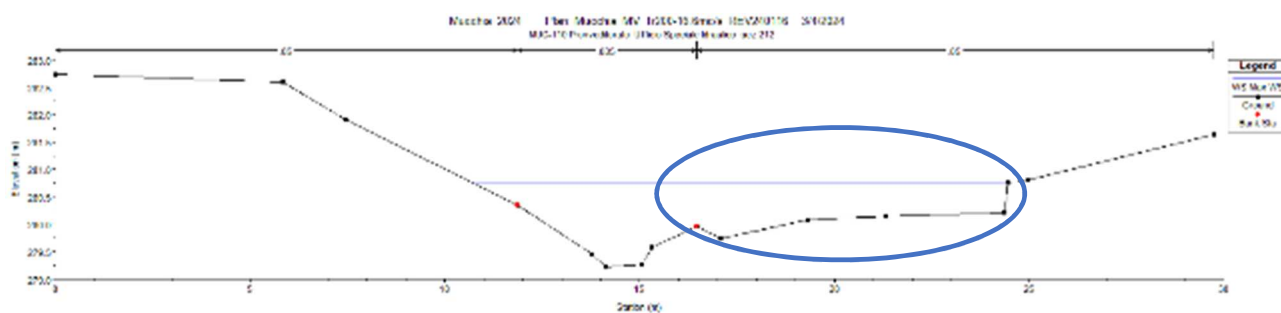


FIGURA 21 – SEZIONE 212 CON EVIDENZIATA LA ZONA GOLENALE SOGGETTA AD ALLAGAMENTO

b) In destra idraulica immediatamente a monte del ponte della linea ferroviaria – sez. 180.3

Nella sezione immediatamente a monte del ponte della linea ferroviaria si verifica un battente massimo pari a 278.28 m s.l.m. leggermente superiore al ciglio destro della sezione di rilievo (immagine seguente).

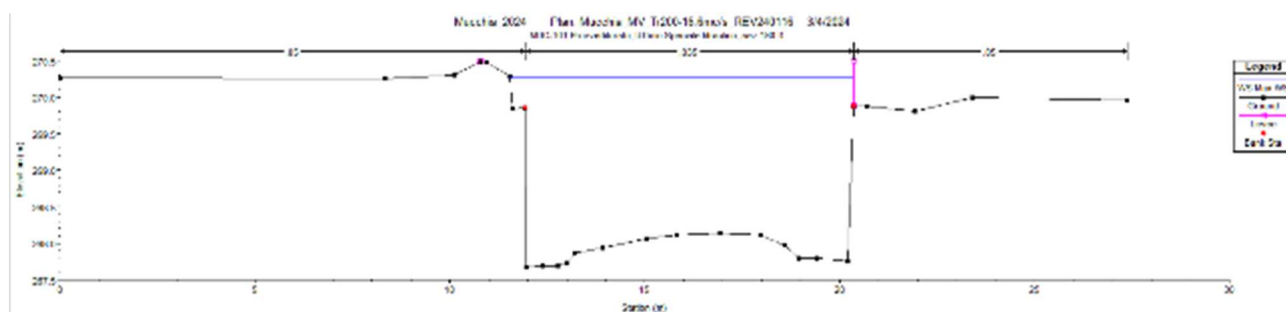


FIGURA 22 – SEZIONE 180.3 – FILO MONTE ATTRAVERSAMENTO LINEA FERROVIARIA

Si evidenzia comunque come tale condizione sia limitata alla sezione posta filo monte dell'attraversamento, infatti già nella sezione immediatamente a monte (RS181) il profilo che si instaura è ampiamente contenuto (immagine seguente):

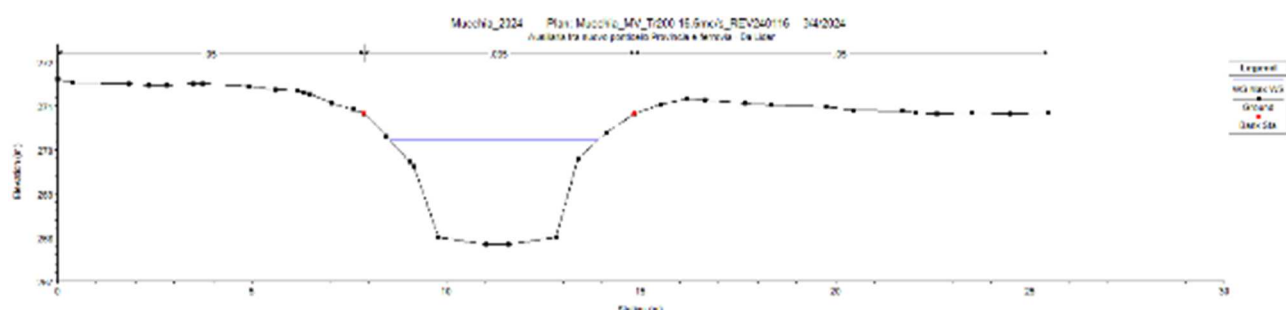


FIGURA 23 – SEZIONE 181 POSTA CIRCA 20 M A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO LINEA FERROVIARIA

Nella seguente immagine si riporta per maggior chiarezza l'inquadramento del tratto in oggetto su ortofoto.

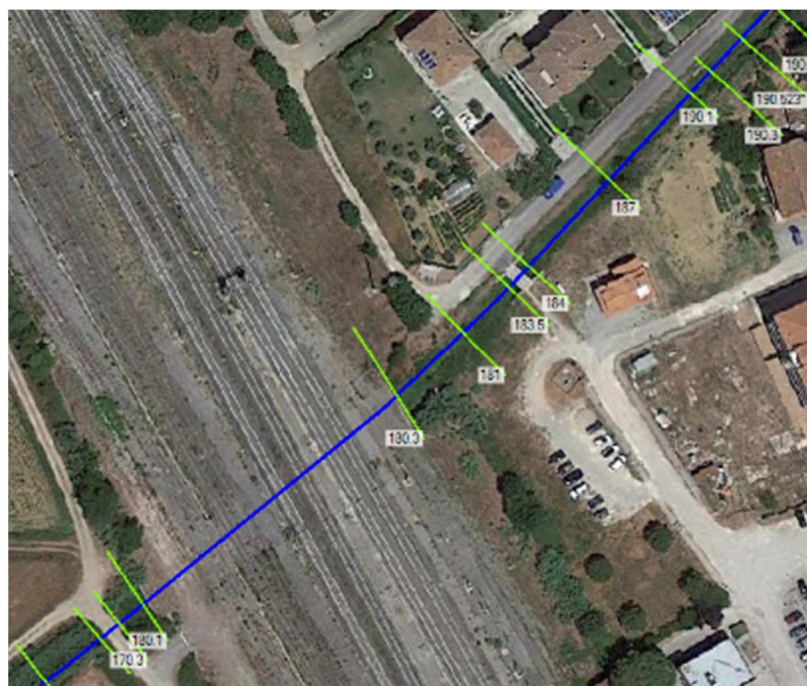


FIGURA 24 – DETTAGLIO POSIZIONE PLANIMETRIA TRACCE SEZIONI 180.3 E 181

Pertanto l'eventuale esondazione si limita alla zona leggermente ribassata tra linea ferroviaria e lo stradello di accesso alle case (in destra alla RS181), infatti quest'ultimo risulta dal DTM lidar a quota pari a circa 271.00 m s.l.m. e pertanto oltre 50 cm più alto rispetto al massimo battente atteso nella sezione posta filo monte del ponte della linea ferroviaria. Inoltre il rilevato ferroviario si trova secondo il DTM Lidar a quota variabile tra 270.50 e 271.00 m s.l.m. e pertanto il massimo battente non sembra comportare rischi né di allagamento per le case in destra idraulica e monte della ferrovia né per la linea ferroviaria stessa.

Si evidenzia infine come in corrispondenza del nuovo ponte della Provincia (RS 183.7) la portata di verifica adottata transita con circa 20 cm di franco di sicurezza.

Al fine di validare il modello è stata eseguita la verifica anche con la portata indicata nelle tabelle di output dello studio del PSI (ovvero pari a 14 mc/s), dal confronto si evince come i risultati in termini di battenti massimi del modello del PSI e del modello implementato nell'ambito del presente studio sono pressoché identici.

Nella pagina seguente si pongono a confronto tali battenti, in particolare a sinistra sono riportati nel riquadro rosso i battenti massimi ricavati con il modello del presente studio, a destra i battenti massimi del modello del PSI evidenziati nei riquadri azzurri.

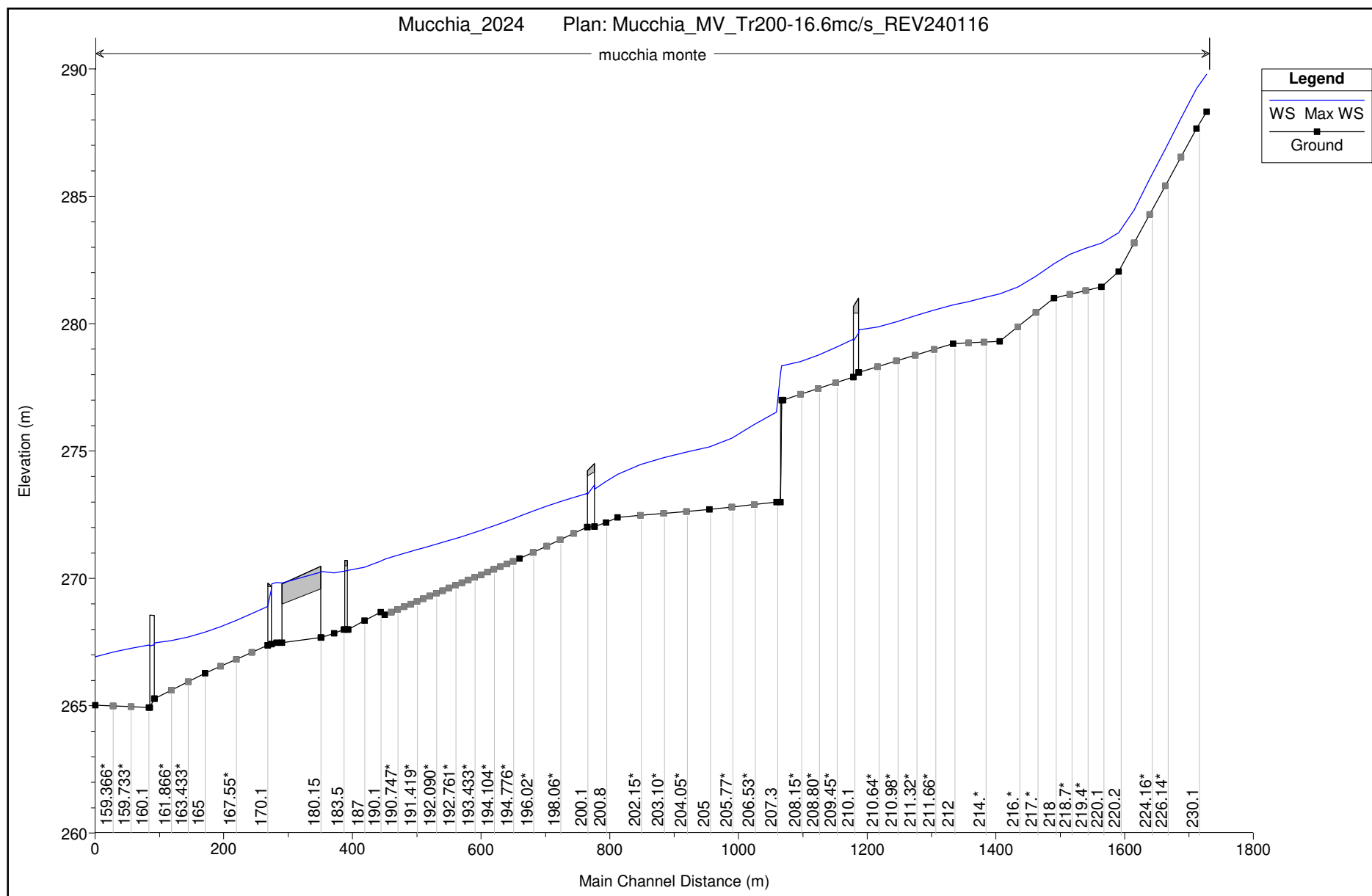
HEC-RAS Plan: Mucchia_M						River Sta	Profile	Plan	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)						
monte	230.2	Max WS	14.00	288.32	289.72						
monte	230.1	Max WS	14.00	287.66	289.14						
monte	220.2	Max WS	14.00	282.05	283.47						
monte	220.1	Max WS	14.00	281.45	283.08						
monte	218	Max WS	14.00	281.01	282.27						
monte	215	Max WS	14.00	279.31	281.09						
monte	212	Max WS	14.00	279.22	280.64						
monte	210.3	Max WS	14.00	278.09	279.60						
monte	210.15	Bridge									
monte	210.1	Max WS	14.00	277.91	279.29						
monte	207.5	Max WS	14.00	277.00	278.25						
monte	207.4	Int Struct									
monte	207.3	Max WS	14.00	273.00	276.35						
monte	205	Max WS	14.00	272.71	275.02						
monte	201.2	Max WS	13.99	272.40	273.97						
monte	200.8	Max WS	13.99	272.20	273.69						
monte	200.3	Max WS	13.99	272.04	273.38						
monte	200.2	Bridge									
monte	200.1	Max WS	13.99	272.02	273.26						
monte	195	Max WS	13.99	270.78	272.32						
monte	191.8	Lat Struct									
monte	191.79	Lat Struct									
monte	190.3	Max WS	13.99	268.58	270.56						
monte	190.1	Max WS	13.99	268.68	270.48						
monte	187	Max WS	13.98	268.35	270.17						
monte	184	Max WS	13.98	268.00	269.96						
monte	183.7	Bridge									
monte	183.5	Max WS	13.98	268.00	269.93						
monte	181	Max WS	13.98	267.85	269.82						
monte	180.3	Max WS	13.98	267.68	269.88						
monte	180.15	Bridge									
monte	180.1	Max WS	13.98	267.48	269.58						
monte	170.3	Max WS	13.98	267.43	269.53						

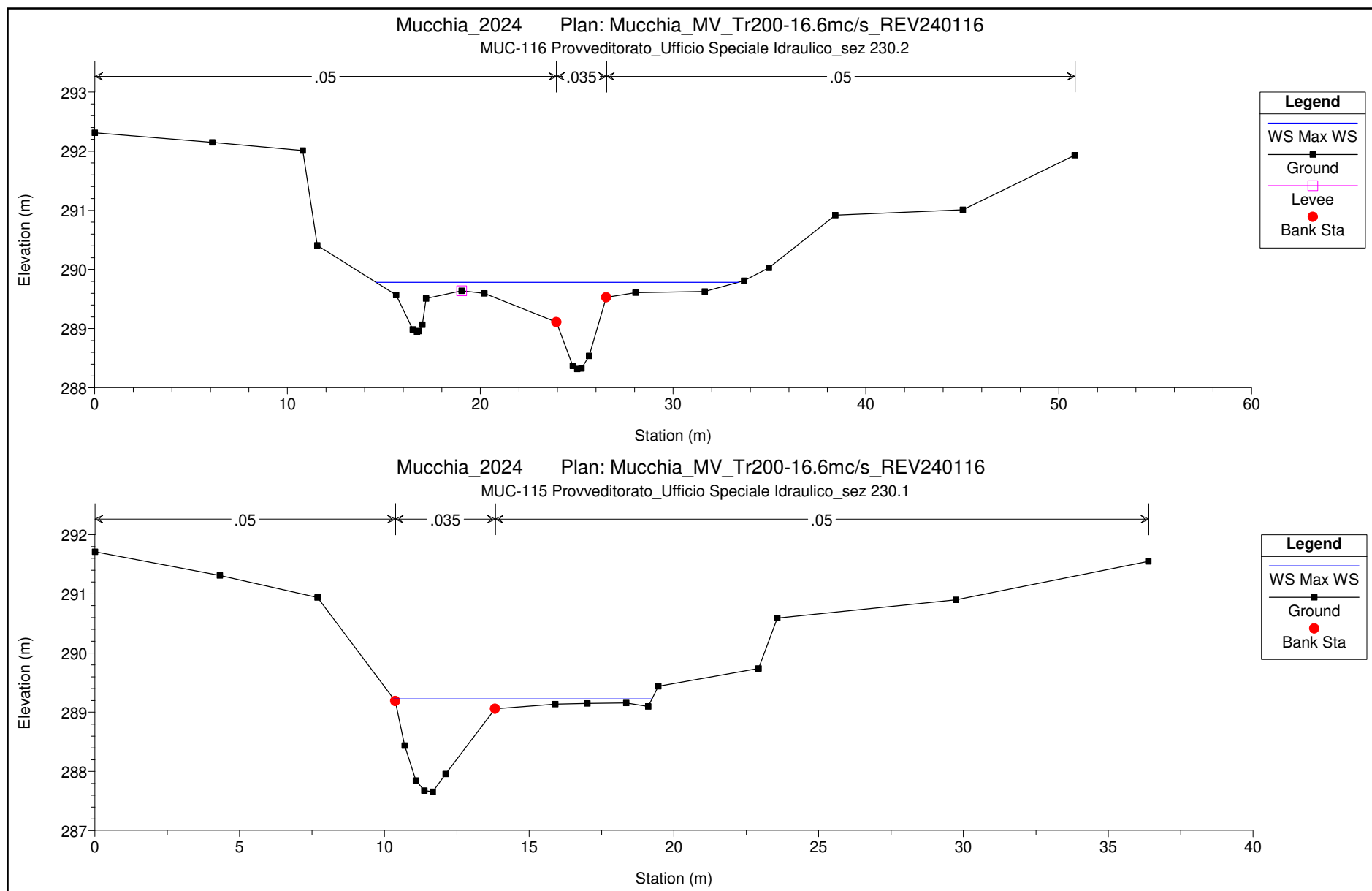
FIGURA 25 – CONFRONTO BATTENTI MASSIMI – MODELLO PRESENTE STUDIO CON PORTATA 14 MC/S A SINISTRA (IN ROSSO) E MODELLO PSI A DESTRA (IN AZZURRO)

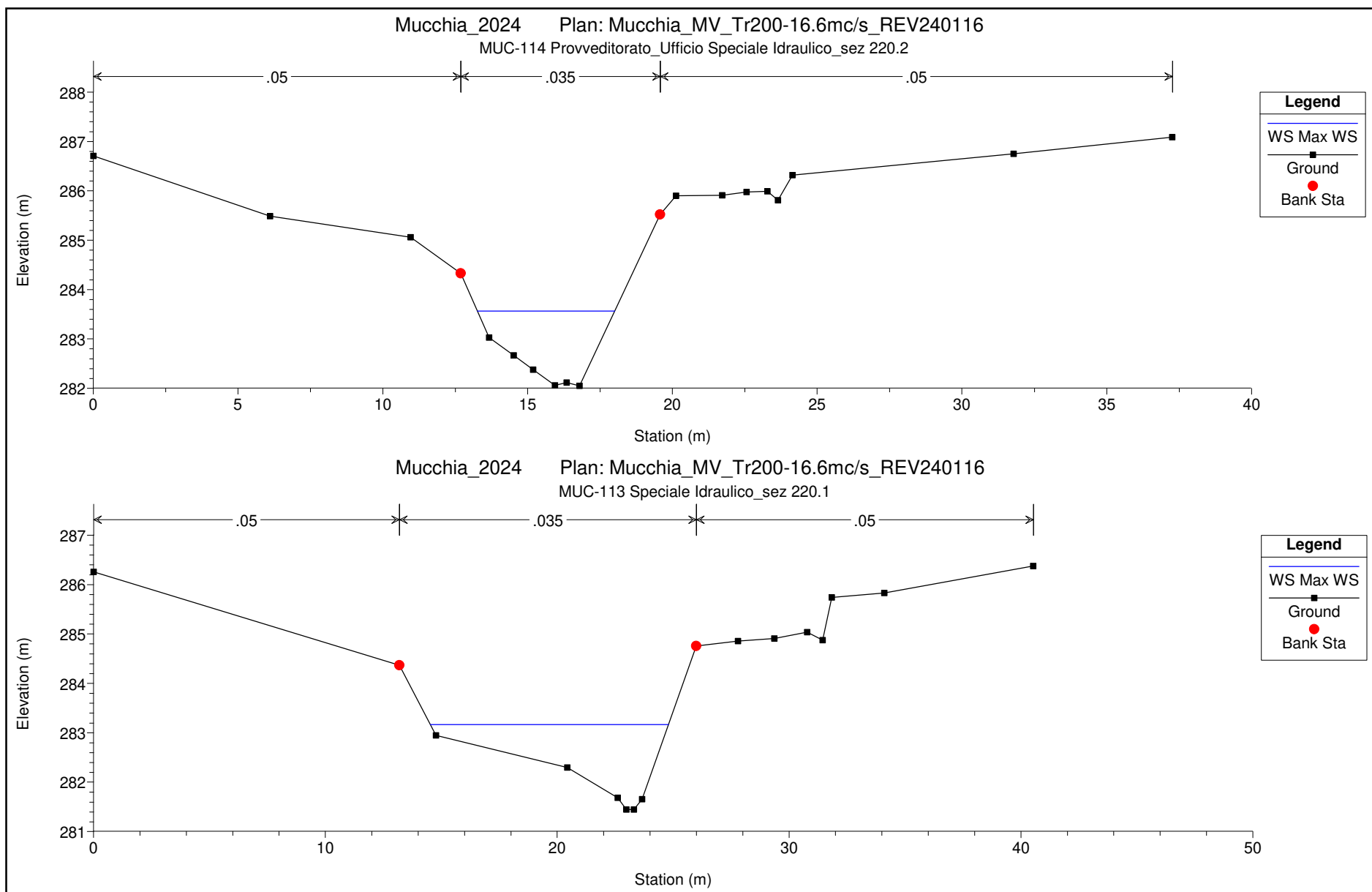
ALLEGATO VERIFICHE IDRAULICHE

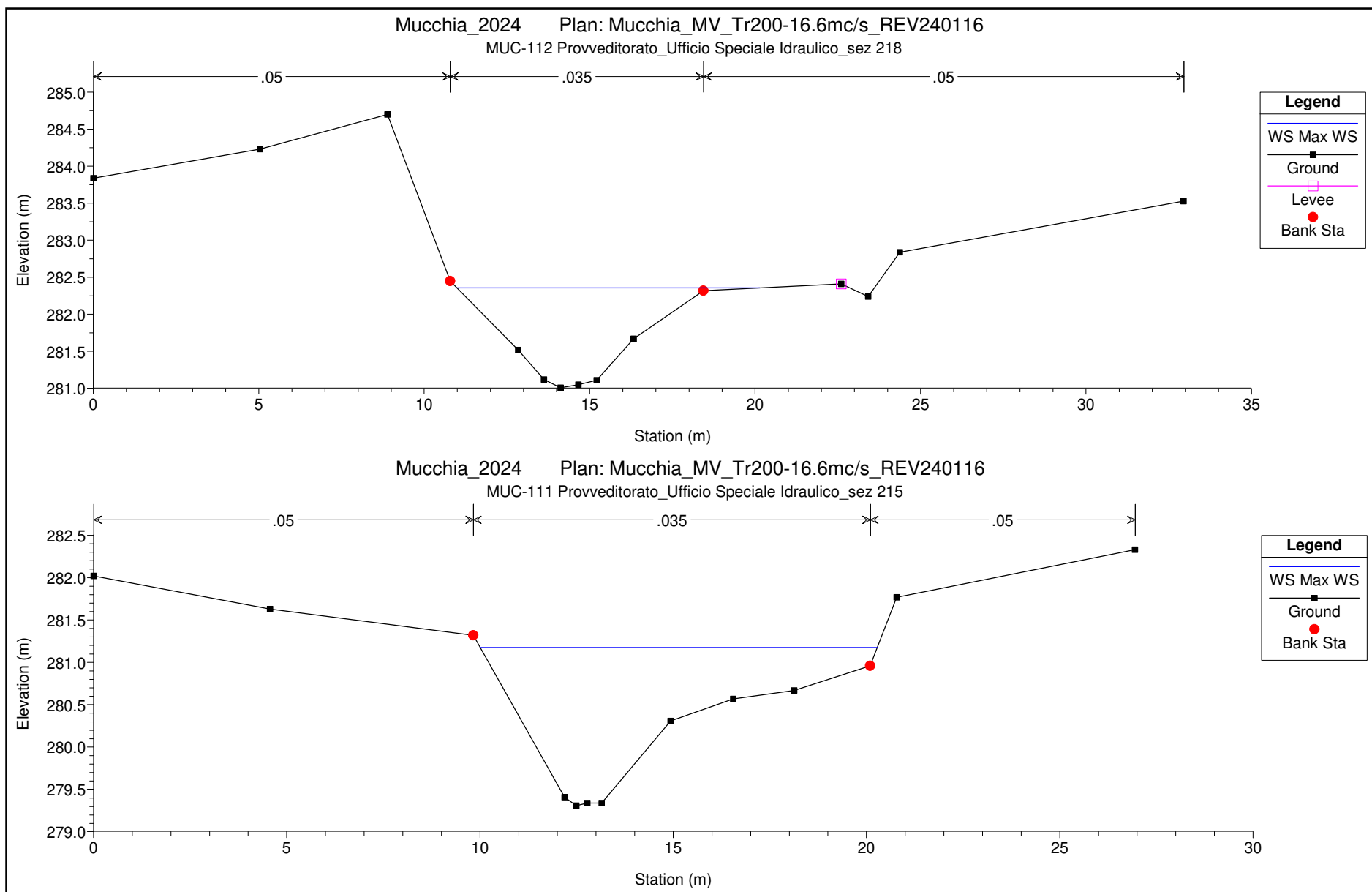
Verifiche idrauliche T. Mucchia – Tr 200 anni

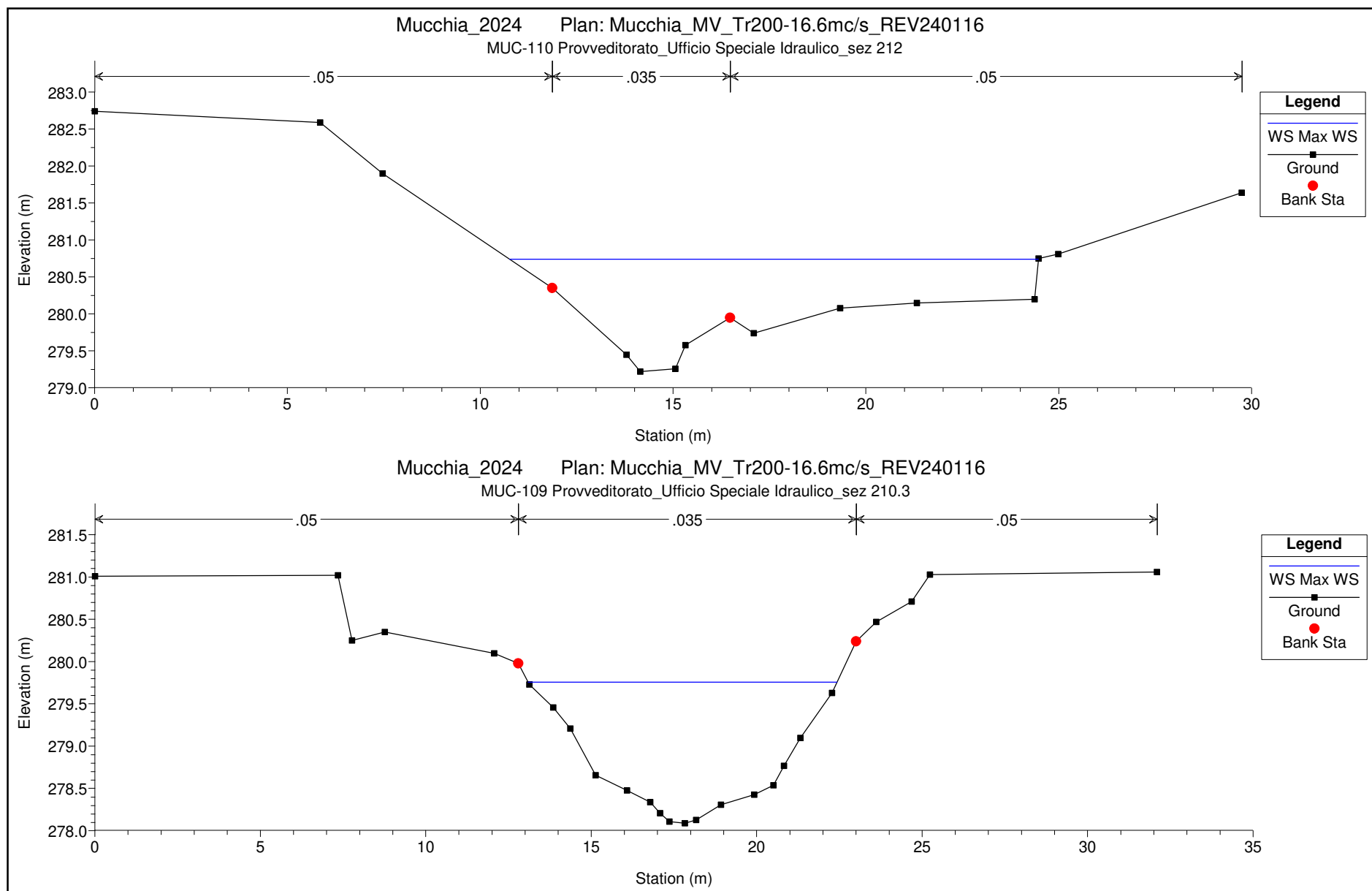
Portata di verifica -16.6mc/s

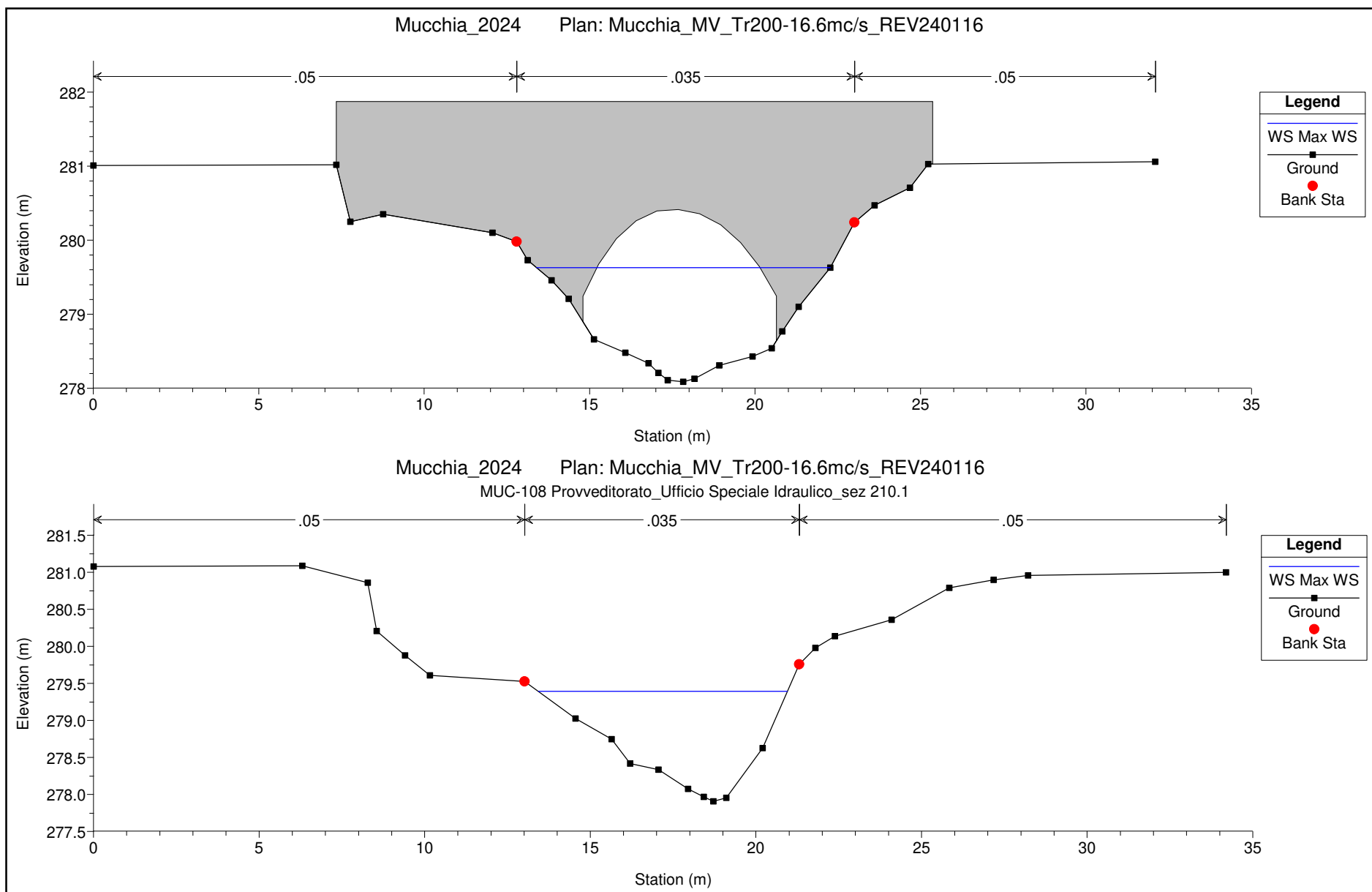


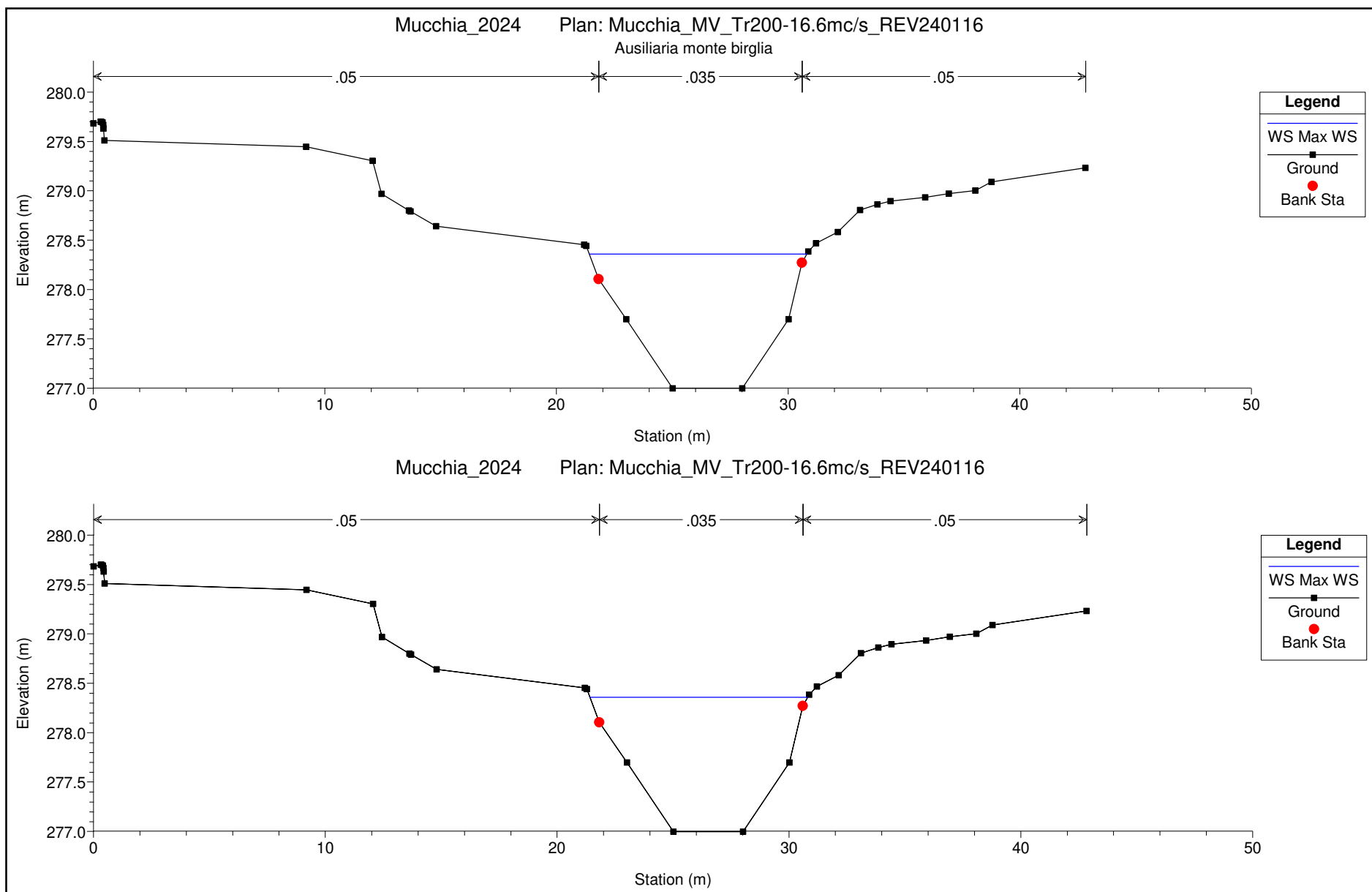


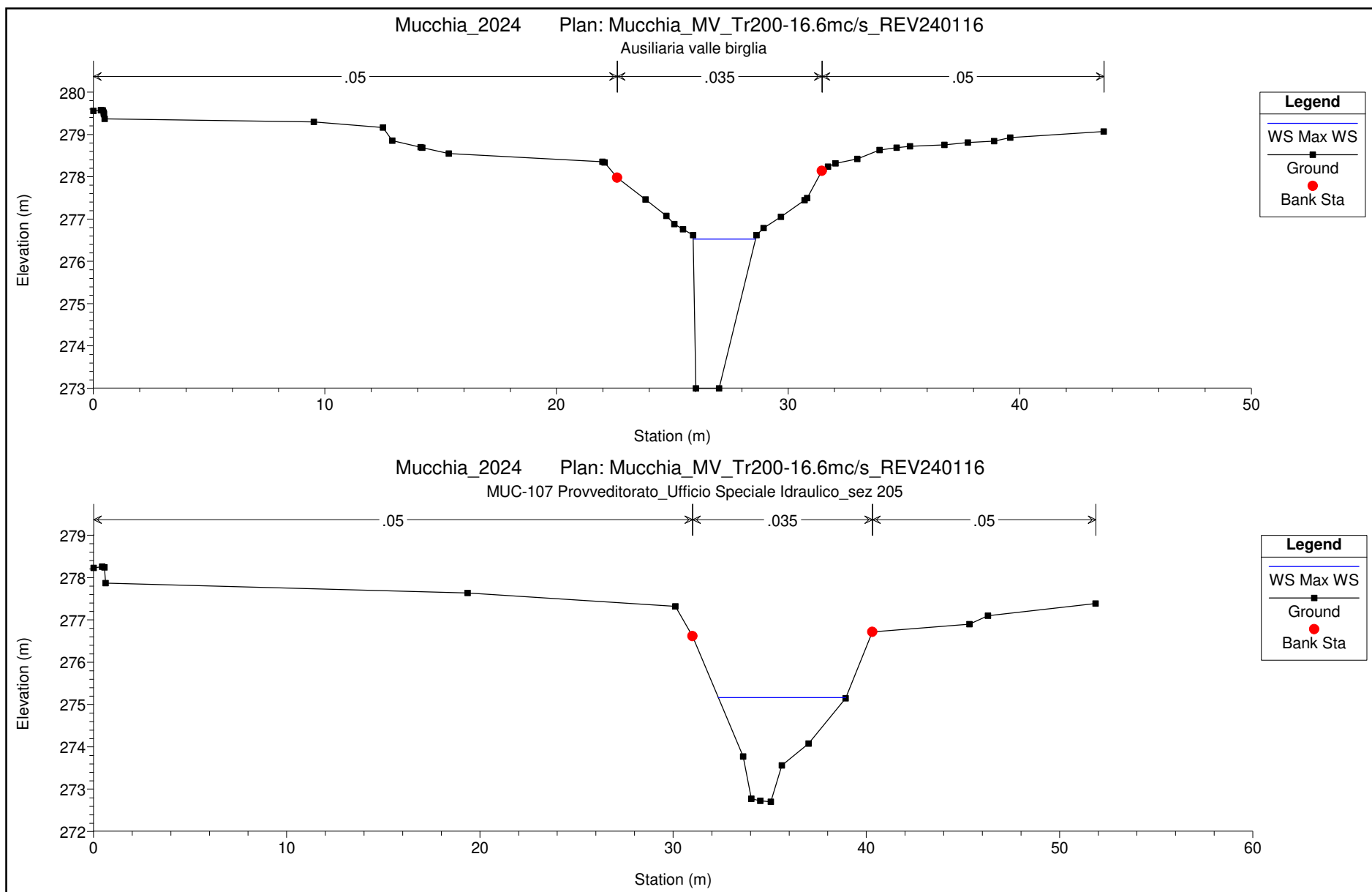


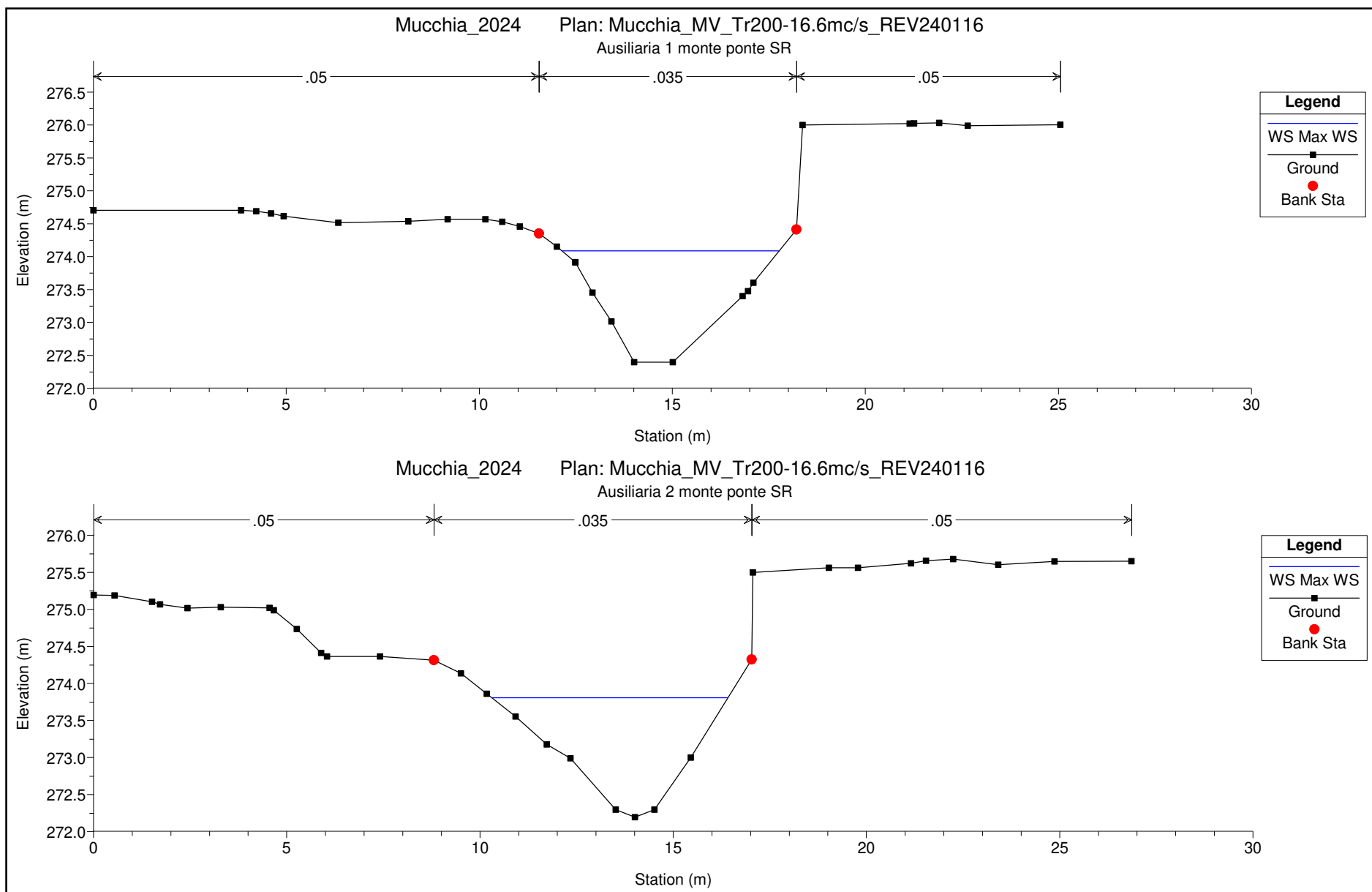


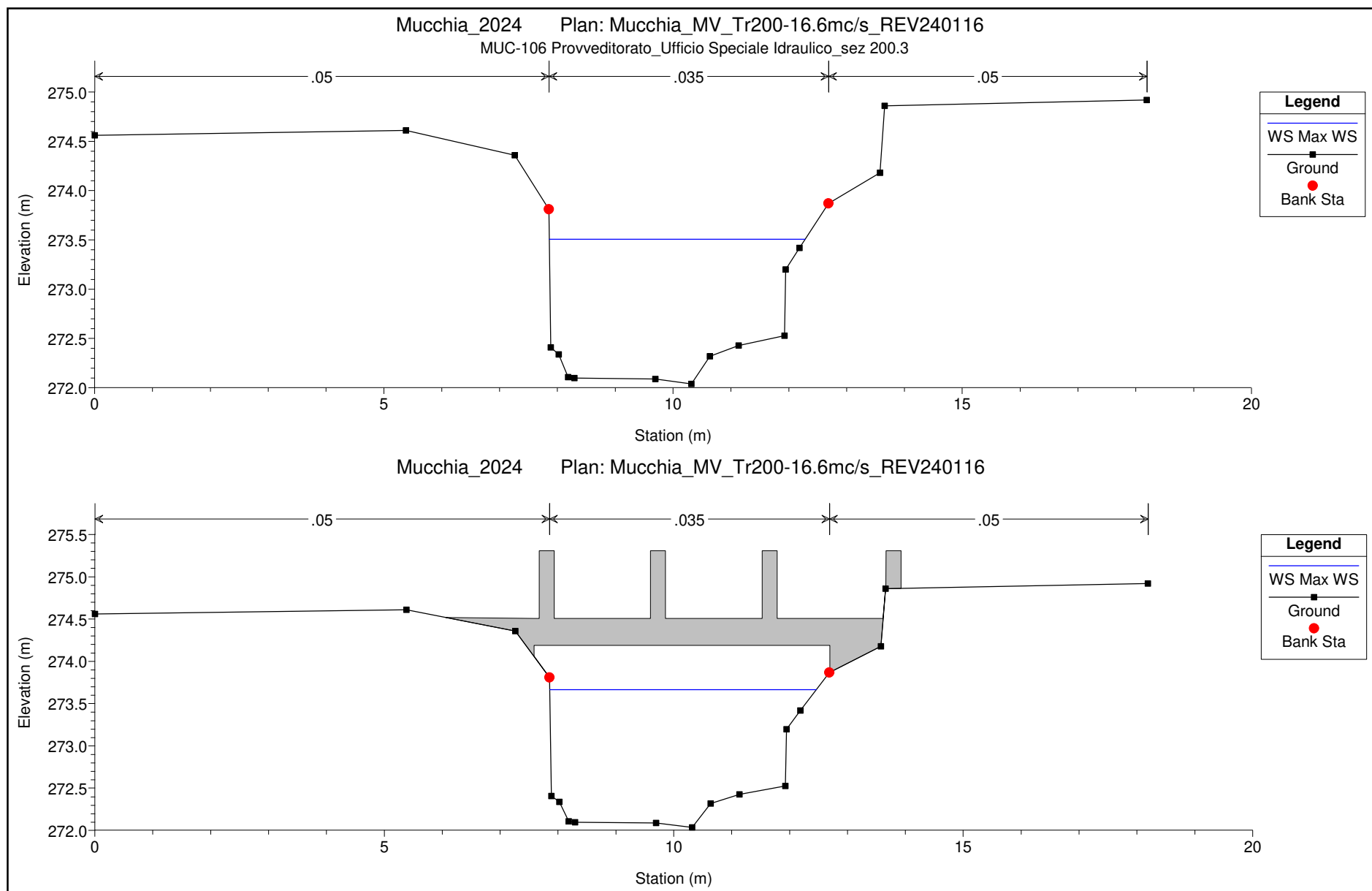


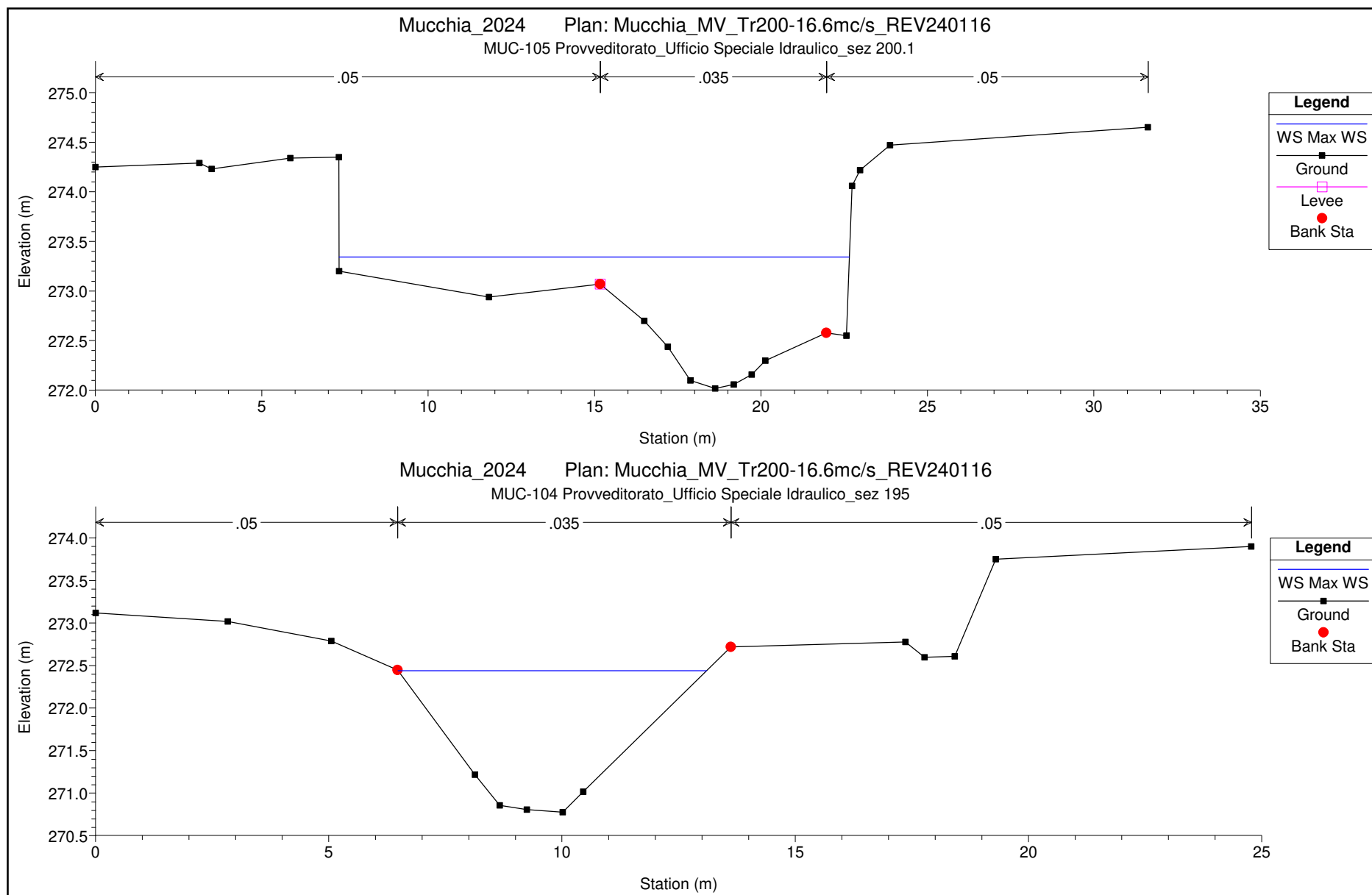


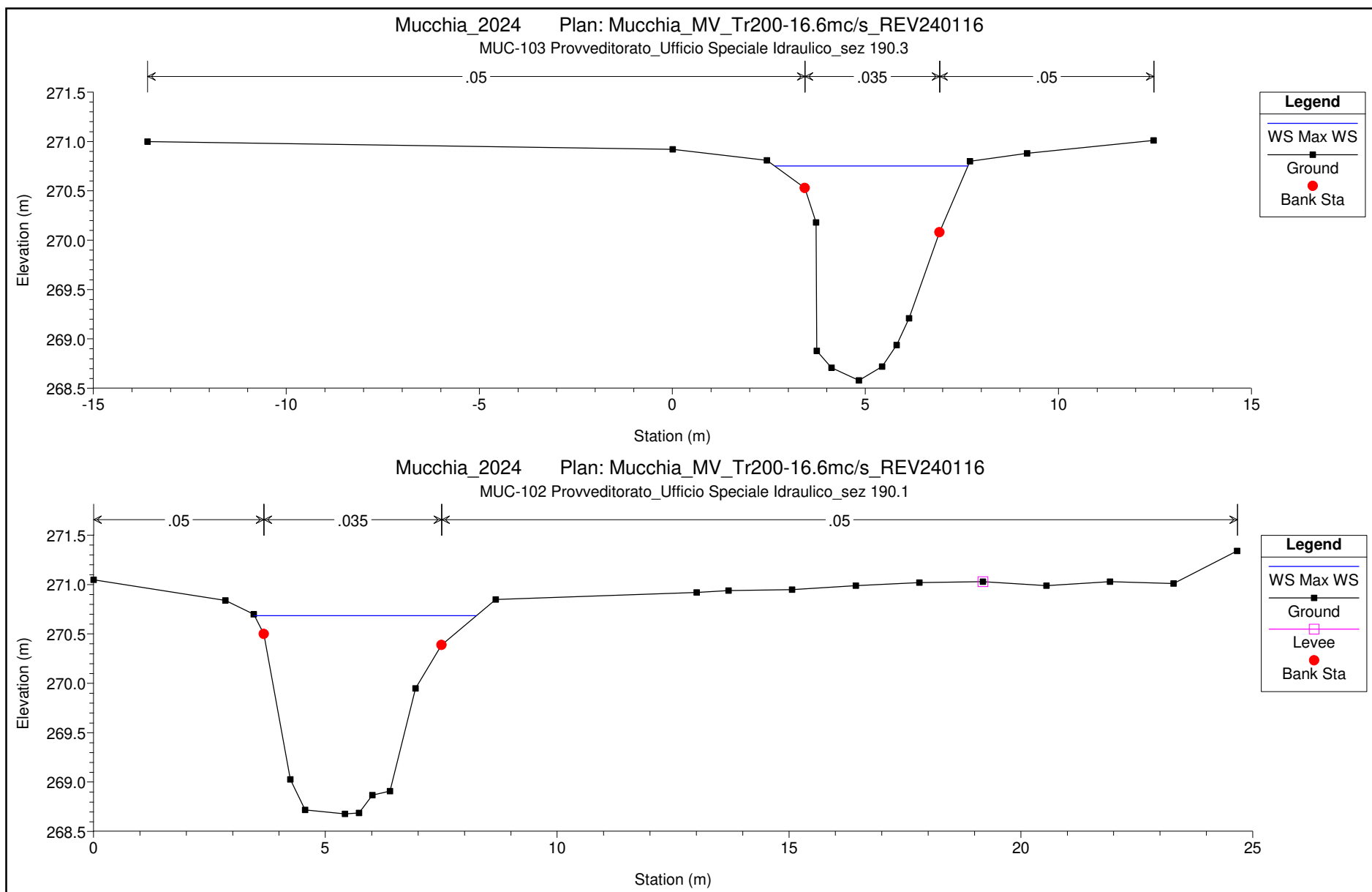


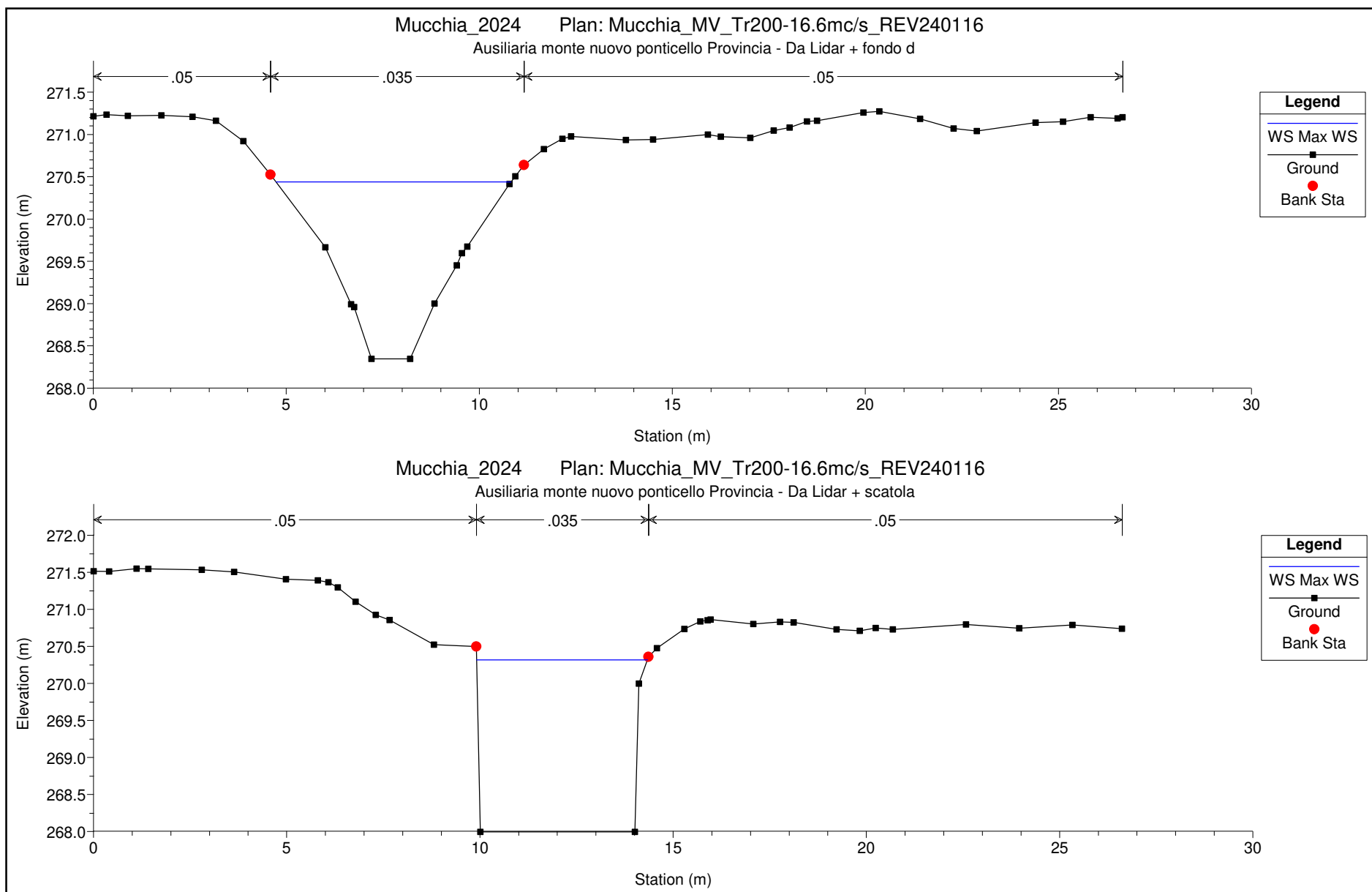


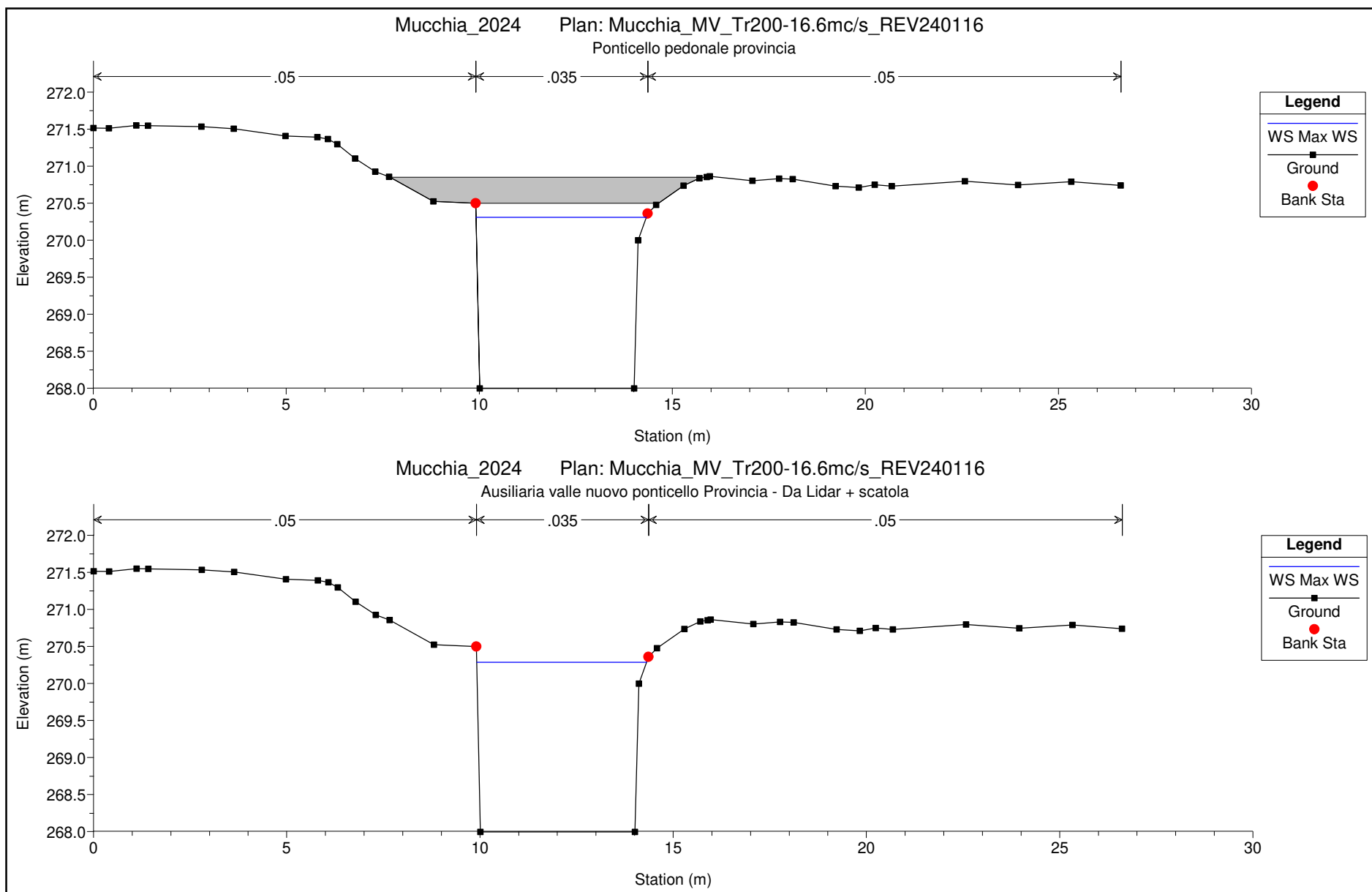


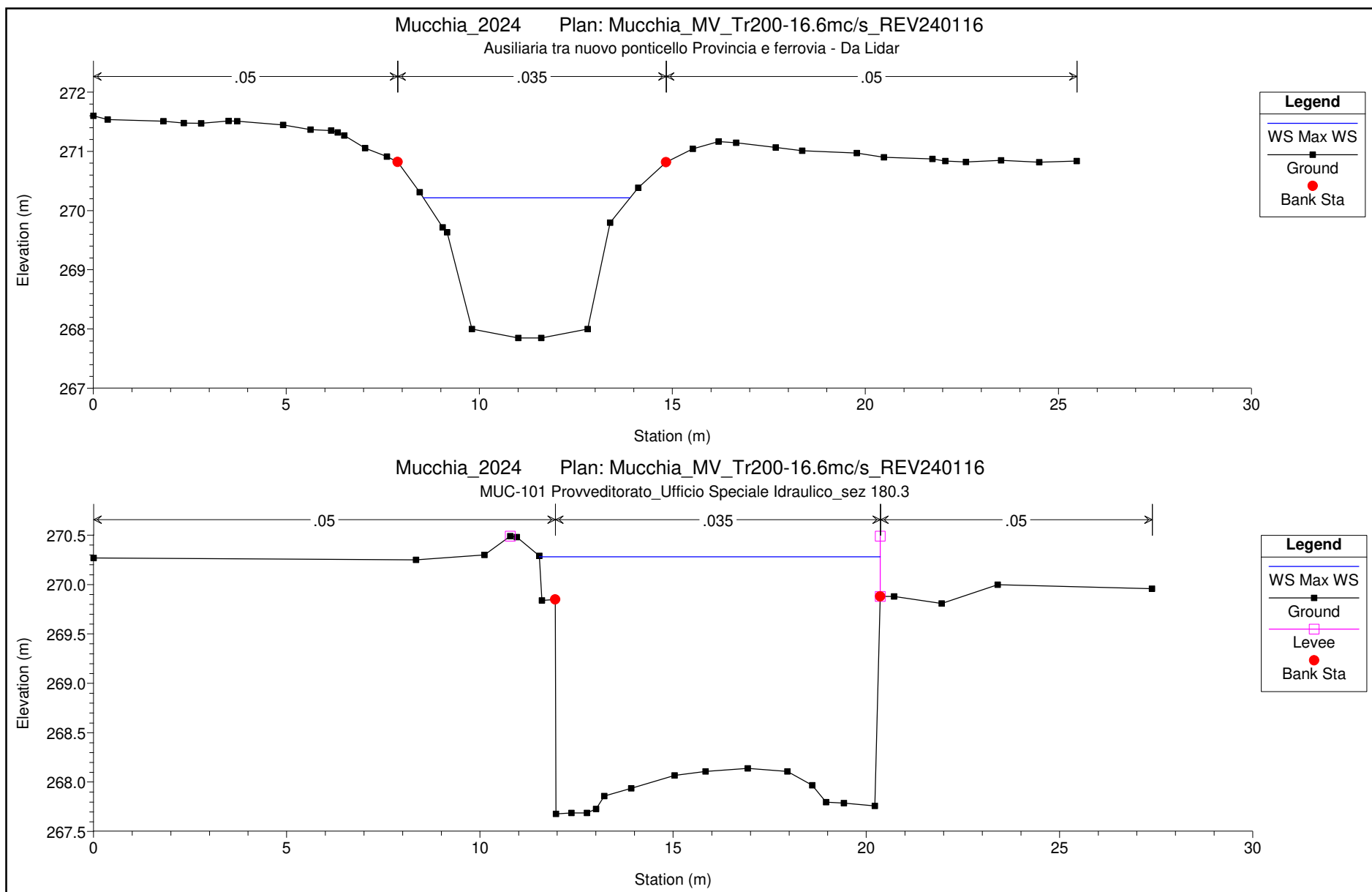


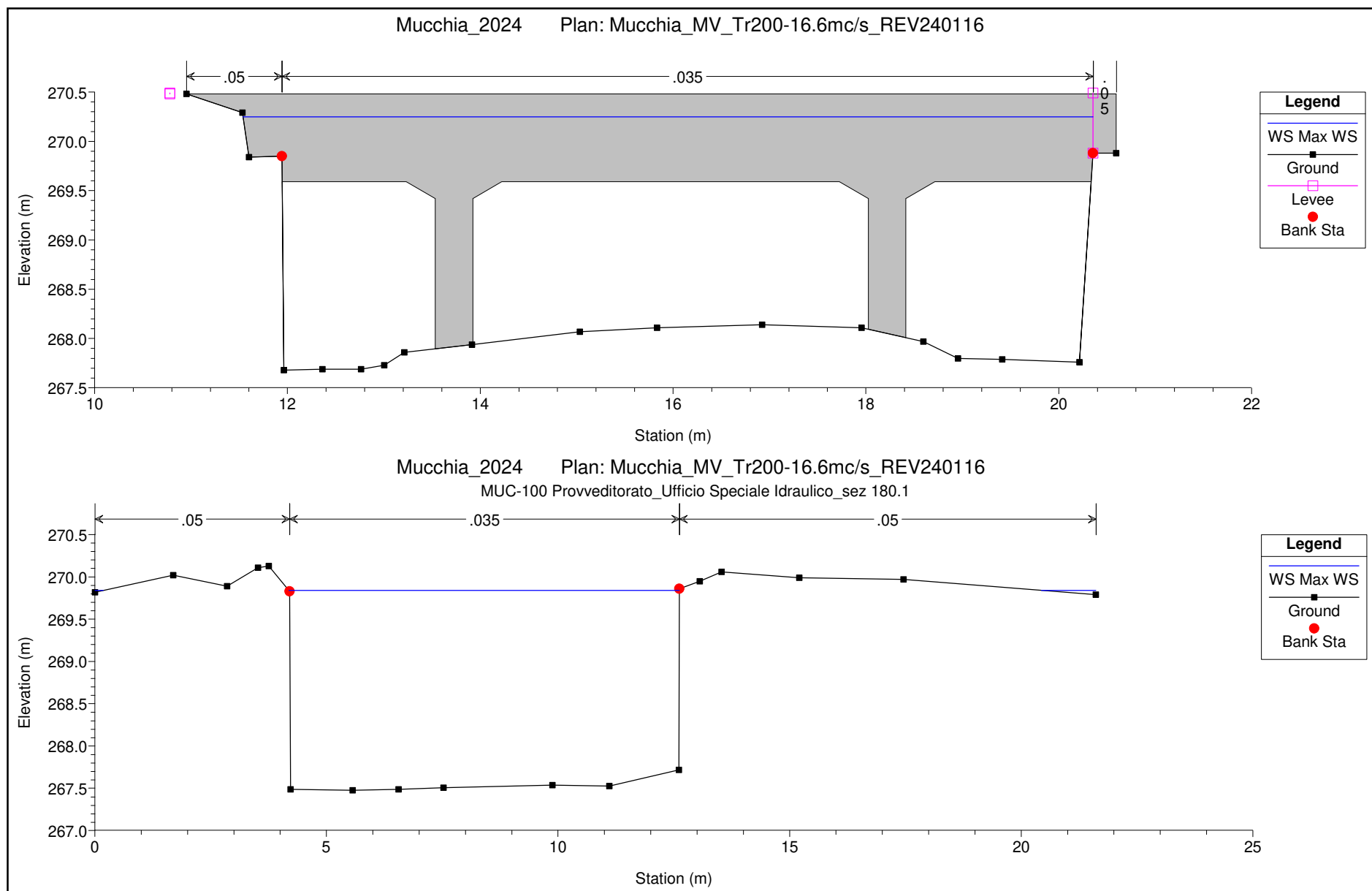


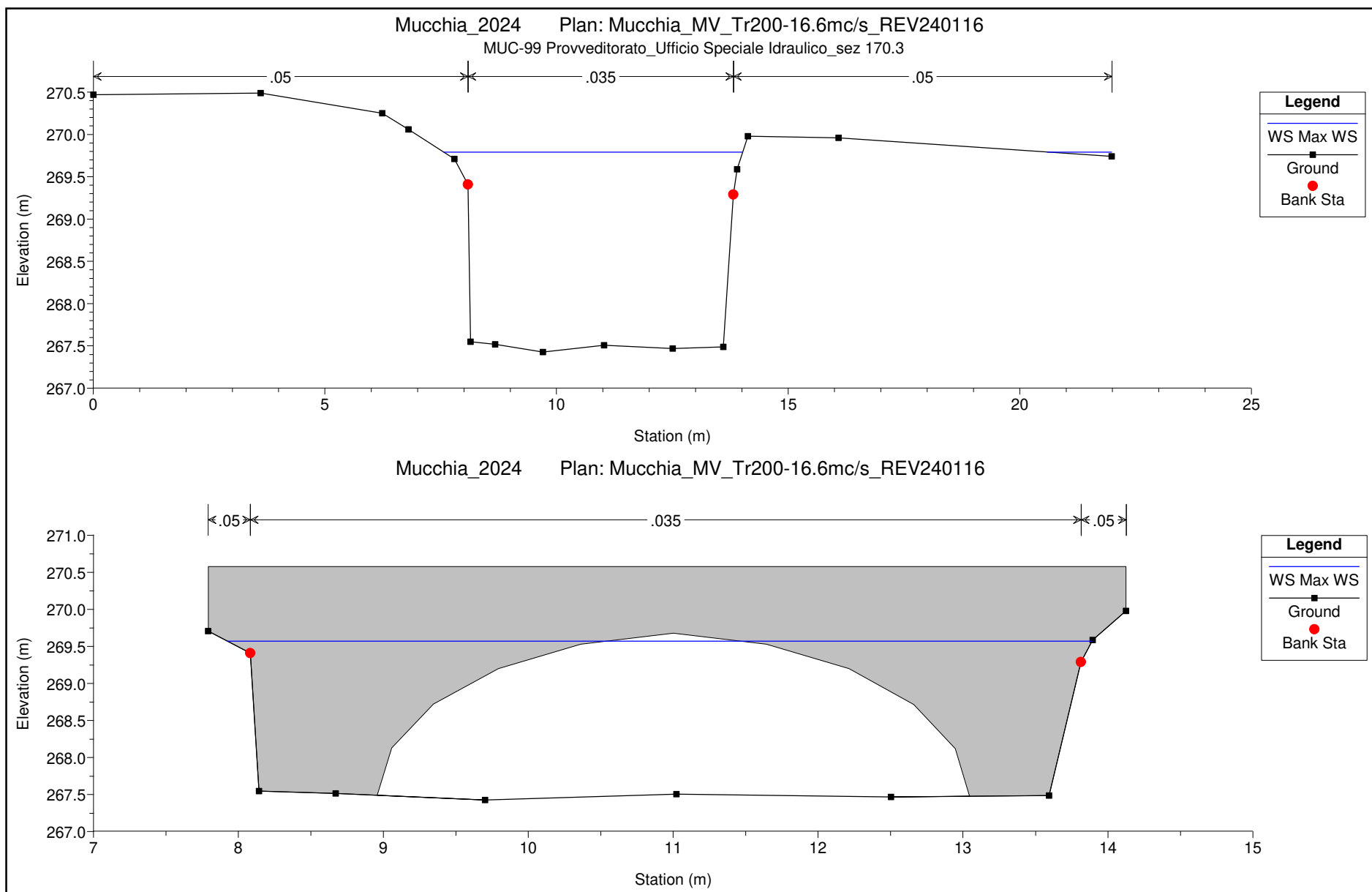


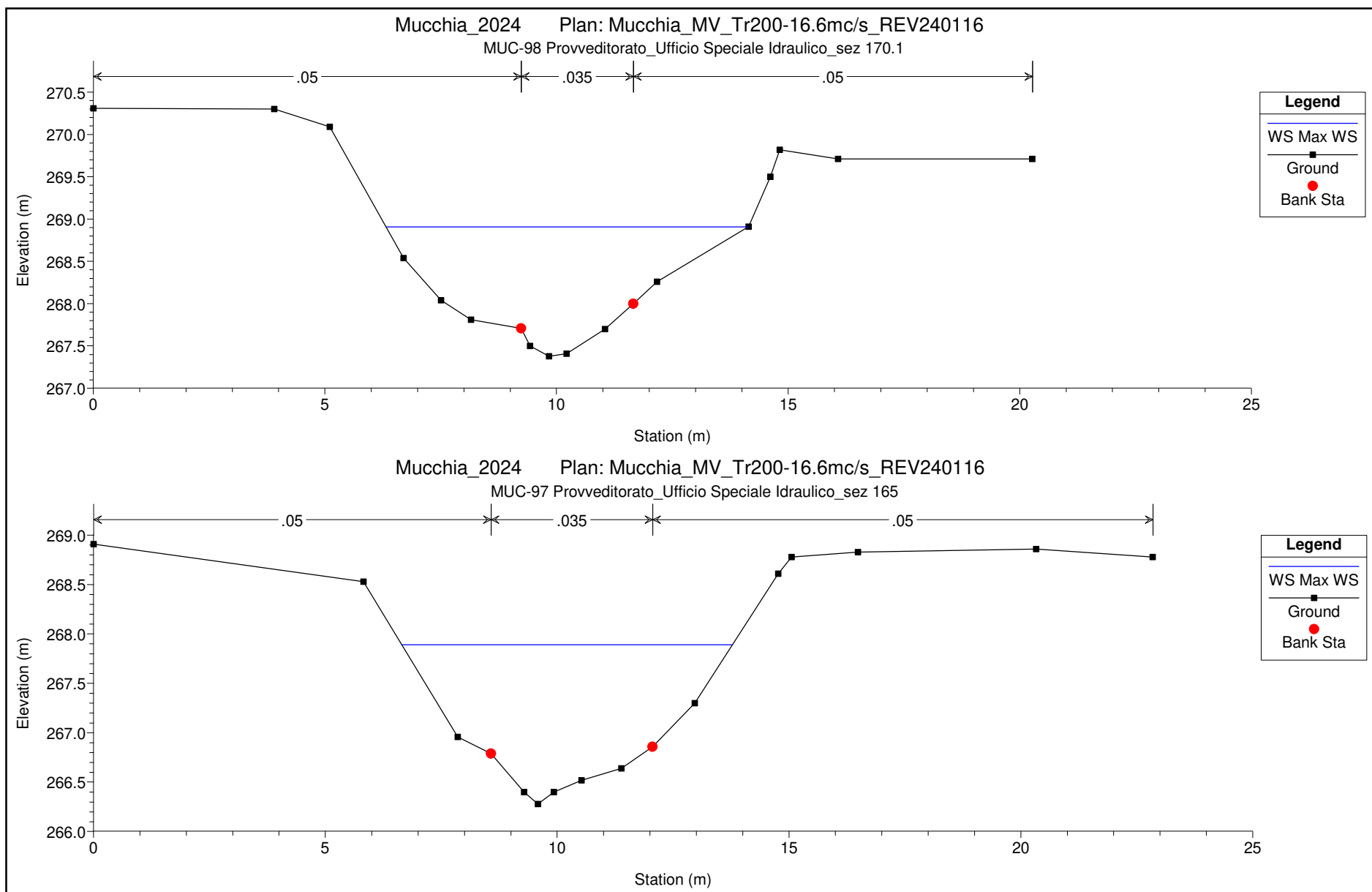


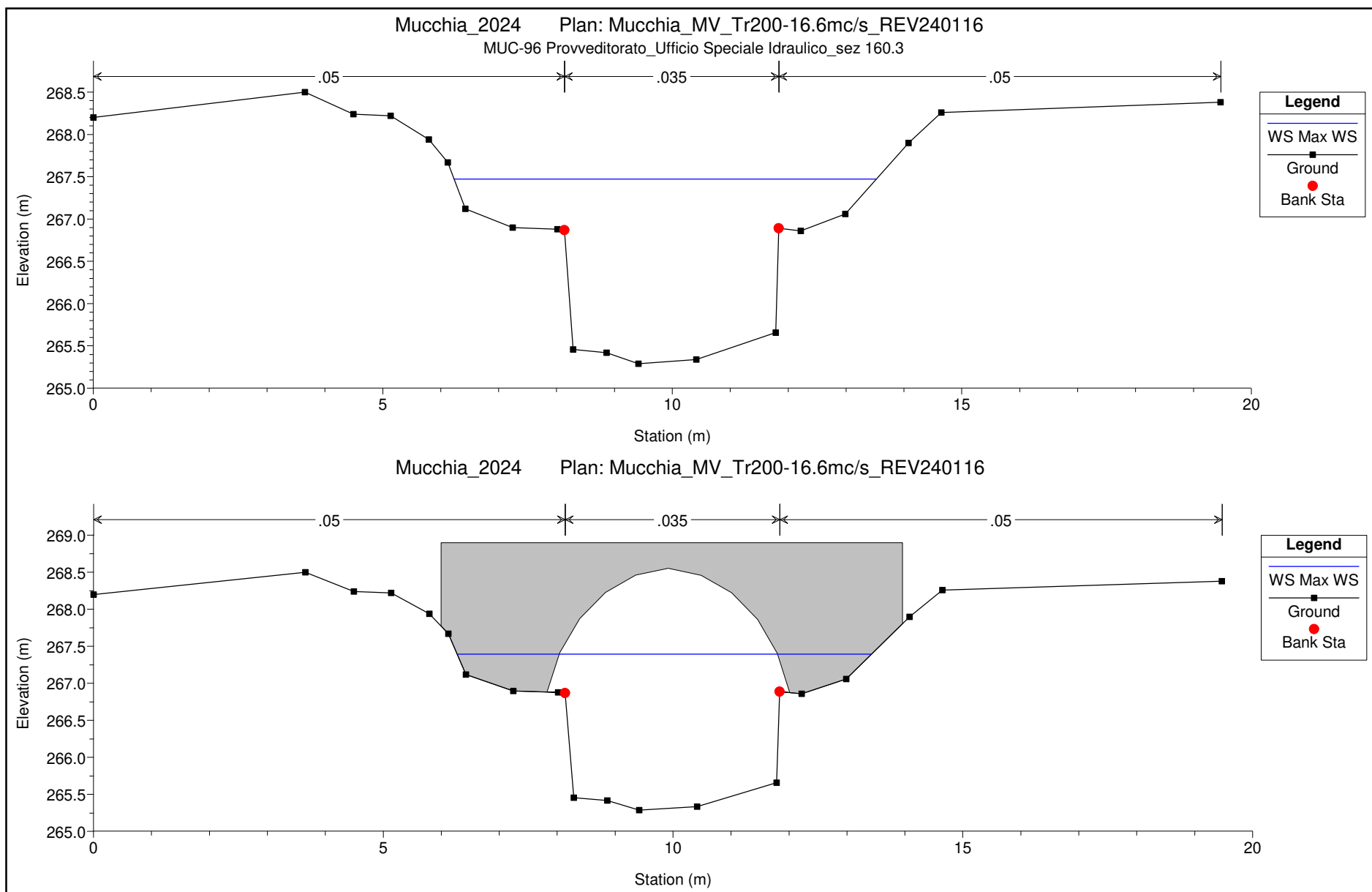


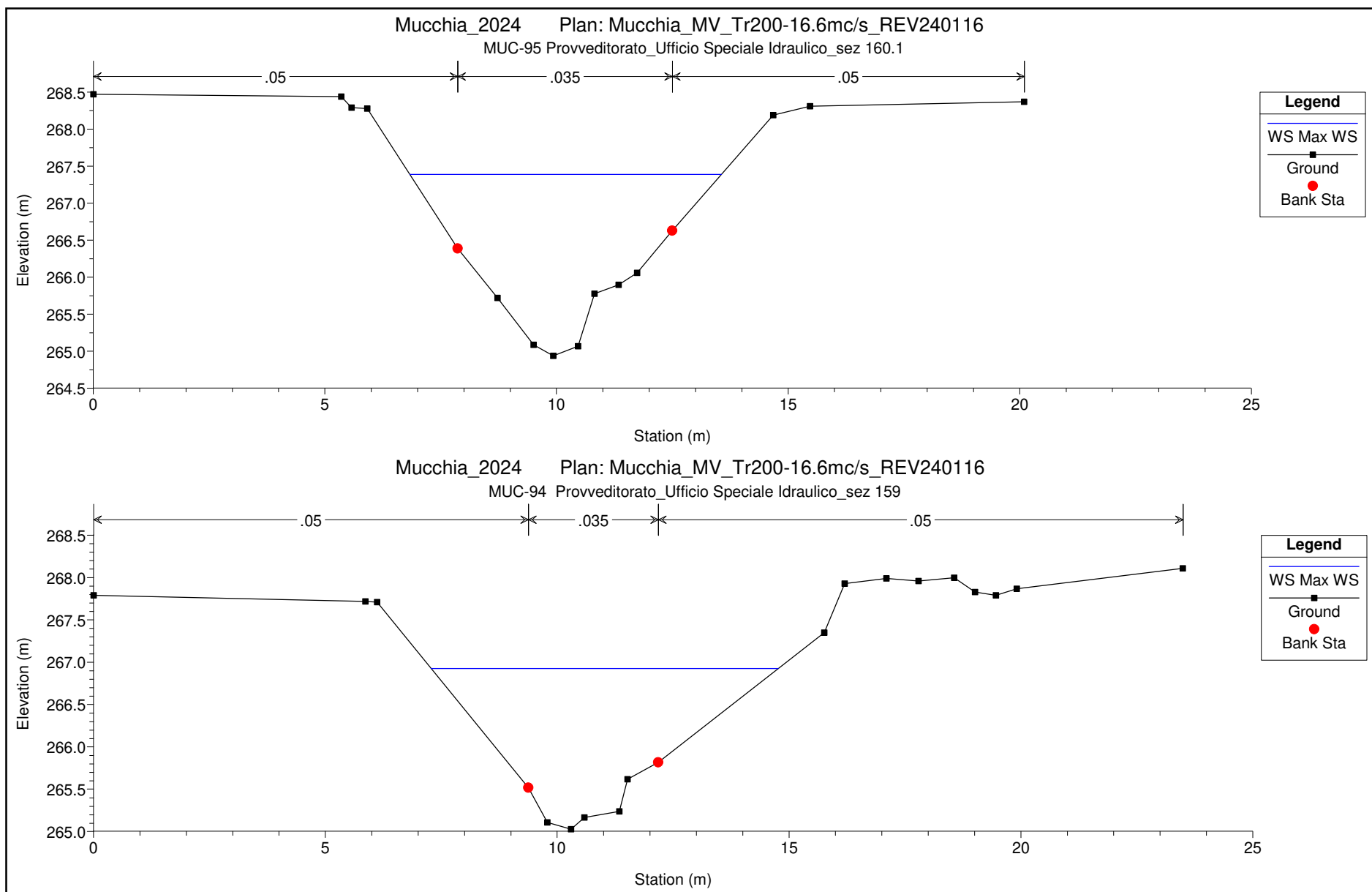












HEC-RAS Plan: Mucchia_MV_Tr200-16.6mcs_REV240116 River: mucchia Reach: monte Profile: Max WS

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
monte	230.2	Max WS	16.60	288.32	289.78	289.96	290.34	0.025091	3.95	7.02	18.80	1.22
monte	230.1	Max WS	16.60	287.66	289.23	289.60	290.41	0.047425	4.89	3.83	8.92	1.60
monte	220.2	Max WS	16.60	282.05	283.57	283.68	284.23	0.022401	3.61	4.60	4.74	1.17
monte	220.1	Max WS	16.60	281.45	283.17		283.38	0.007627	2.02	8.24	10.27	0.72
monte	218	Max WS	16.60	281.01	282.36	282.47	282.82	0.018390	3.02	5.52	9.14	1.12
monte	215	Max WS	16.60	279.31	281.18		281.35	0.005732	1.87	8.89	10.27	0.64
monte	212	Max WS	16.60	279.22	280.74		280.91	0.005661	2.11	10.58	13.71	0.65
monte	210.3	Max WS	16.60	278.09	279.76	279.31	279.91	0.003782	1.71	9.70	9.33	0.54
monte	210.15		Bridge									
monte	210.1	Max WS	16.60	277.91	279.39		279.75	0.012487	2.65	6.26	7.51	0.93
monte	207.5	Max WS	16.60	277.00	278.36	278.04	278.54	0.004561	1.87	8.94	9.39	0.59
monte	207.4		Inl Struct									
monte	207.3	Max WS	16.60	273.00	276.53		276.86	0.011151	2.55	6.52	2.69	0.52
monte	205	Max WS	16.60	272.71	275.17		275.38	0.005386	2.02	8.23	6.60	0.58
monte	201.2	Max WS	16.60	272.40	274.09	274.04	274.54	0.013861	2.96	5.60	5.63	0.95
monte	200.8	Max WS	16.60	272.20	273.81	273.86	274.32	0.017773	3.15	5.27	6.10	1.08
monte	200.3	Max WS	16.60	272.04	273.51	273.43	274.01	0.016181	3.15	5.27	4.42	0.92
monte	200.2		Bridge									
monte	200.1	Max WS	16.60	272.02	273.34		273.57	0.007255	2.27	9.19	15.32	0.75
monte	195	Max WS	16.60	270.78	272.44		272.77	0.009727	2.55	6.50	6.61	0.82
monte	191.8		Lat Struct									
monte	191.79		Lat Struct									
monte	190.3	Max WS	16.59	268.58	270.75		271.16	0.009276	2.83	6.12	5.00	0.70
monte	190.1	Max WS	16.59	268.68	270.69		271.12	0.010955	2.93	5.76	4.79	0.77
monte	187	Max WS	16.59	268.35	270.44		270.75	0.008900	2.47	6.71	6.08	0.75
monte	184	Max WS	16.59	268.00	270.32	269.20	270.47	0.003265	1.74	9.56	4.42	0.38
monte	183.7		Bridge									
monte	183.5	Max WS	16.59	268.00	270.29		270.45	0.003393	1.76	9.42	4.39	0.38
monte	181	Max WS	16.59	267.85	270.22		270.40	0.003824	1.87	8.88	5.36	0.46
monte	180.3	Max WS	16.59	267.68	270.28	268.70	270.32	0.000523	0.85	19.59	8.82	0.18
monte	180.15		Bridge									
monte	180.1	Max WS	16.59	267.48	269.84		269.88	0.000517	0.86	19.43	9.78	0.18
monte	170.3	Max WS	16.58	267.43	269.79	268.46	269.88	0.001254	1.28	13.11	7.84	0.27
monte	170.15		Bridge									
monte	170.1	Max WS	16.58	267.38	268.91	268.91	269.36	0.011510	3.47	6.67	7.82	0.96

HEC-RAS Plan: Mucchia_MV_Tr200-16.6mcs_REV240116 River: mucchia Reach: monte Profile: Max WS (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
monte	165	Max WS	16.58	266.28	267.89		268.28	0.007914	2.98	6.95	7.13	0.82
monte	160.3	Max WS	16.57	265.29	267.47	266.72	267.67	0.004083	2.06	9.12	7.29	0.46
monte	160.15		Bridge									
monte	160.1	Max WS	16.57	264.94	267.39		267.60	0.003456	2.05	8.74	6.72	0.50
monte	159	Max WS	16.56	265.03	266.93	266.77	267.30	0.007035	2.96	7.41	7.49	0.74