

COMUNE DI VILAFRANCA PIEMONTE

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

STUDIO IDRAULICO A CORREDO DELLA VARIANTE STRUTTURALE N. 4 AL P.R.G.C.

Codice generale	Codice dell' opera	Lotto	Livello di progettazione	Area di progettazione	Numero elaborato	Tipo documento	Versione
Avfr	003	0	CO	I	001	rel idro	3-20

IL SINDACO :

IL TECNICO:

Dott. Ing. Valter Ripamonti



Studio Tecnico Dott. Ing. Valter Ripamonti - Via Tessore n° 25 - 10064 Pinerolo - (TO)

Tel 0121/77445 - Fax 0121/375733 - E-Mail:segreteria@ripamontistudio.com - tecnico@ripamontistudio.com

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

VERS.	MODIFICHE	DATA	DISEGNATORE	SCALA
0	1ª EMISSIONE	Luglio 2016	FR	
1	AGGIORNAMENTO C.d.S.	Ottobre 2017	FR	
2	PROP. TECNICA DI PROGETTO DEFINITIVO	Marzo 2019	FR	
3	PROGETTO DEFINITIVO	Giugno 2020	FR	
4				
5				

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO
COMUNE DI VILLAGFRANCA PIEMONTE
STUDIO IDRAULICO A CORREDO DELLA VAR. STRUTTURALE N. 4 AL P.R.G.C.
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

INDICE

PREMESSA	2
SINTESI DEGLI APPROFONDIMENTI RICHIESTI IN SEDE DI CONFERENZA DEI SERVIZI	3
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	11
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	12
RILIEVO TOPOGRAFICO	13
ANALISI BACINI IMBRIFERI	14
<i>CANALE DEL MULINO</i>	<i>14</i>
<i>CANALE DEL MARTINETTO</i>	<i>15</i>
<i>CANALE DI VIA CARANDO</i>	<i>15</i>
<i>TORRENTE CANTOGNO</i>	<i>15</i>
<i>RIO STERPISSONE</i>	<i>16</i>
<i>RIO STERPISSONE NERO</i>	<i>16</i>
<i>BEALERA BEALERASSA</i>	<i>17</i>
STUDIO IDROLOGICO	18
VERIFICA IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE	26
VERIFICA IDRAULICA BIDIMENSIONALE AREE ALLAGABILI ZONA CONCENTRICO	31
VERIFICHE IDRAULICHE SEMPLIFICATE CANALI IRRIGUI	47
CONCLUSIONI	58
ALLEGATO A	
VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE CANALE DEL MULINO	63
ALLEGATO B	
VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE CANALE DEL MARTINETTO	65
ALLEGATO C	
VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE CANALE VIA CARANDO	67
ALLEGATO D	
VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE T. CANTOGNO	69
ALLEGATO E	
VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE RIO STERPISSONE	70
ALLEGATO F	
CARTOGRAFIA AREE ALLAGATE NEI PASSATI EVENTI ALLUVIONALI	71

Premessa

Il presente studio è stato redatto, nell'ambito della predisposizione della variante al Piano Regolatore Comunale, al fine di valutare la compatibilità idraulica degli interventi proposti con i corsi d'acqua limitrofi.

La presente versione risulta aggiornata al fine di fornire gli approfondimenti richiesti in sede di Conferenza dei Servizi nell'ambito del parere tecnico della Regione Piemonte - Settore Tecnico regionale competente per l'Area metropolitana di Torino, elencati nel paragrafo successivo.

In particolare l'individuazione, effettuata nel presente studio, delle aree interessate da dissesti di tipo idraulico legati alla dinamica del reticolo idrografico e dei relativi livelli di intensità/pericolosità, consentirà il completamento della carta di sintesi da parte del Geologo competente incaricato dall'Amministrazione comunale, nella quale sono definite e cartografate le varie situazioni di dissesto del territorio anche non direttamente legate agli aspetti specificatamente idraulici.

Le indagini di carattere idraulico condotte sono state effettuate con riferimento ai risultati degli studi predisposti nell'ambito del PAI (Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti, Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17 comma 6 ter adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001.

In riferimento alle problematiche legate alla dinamica fluviale ed allo smaltimento delle acque di ruscellamento superficiale, si riportano i casi per i quali si è ritenuto opportuno integrare le valutazioni di natura geomorfologica con indicazioni di carattere idraulico elaborate in ottemperanza agli indirizzi normativi emanati in materia.

In particolare si sono eseguite verifiche idrauliche approfondite su tutti i corsi d'acqua minori che interessano il concentrico del Comune di Villafranca Piemonte, denominati Canale del Molino, Canale del Martinetto e Canale di Via Carando, che già in passato hanno subito tracimazioni interessando le aree limitrofe dell'abitato, nonché sul reticolo idrografico minore costituito dal Rio Cantogno, Bealera Sterpissone, Bealera Sterpissone Nero, Gora Mottura e Bealerasa come richiesto in sede di Conferenza dei Servizi.

I risultati delle verifiche effettuate sono stati successivamente confrontati con i dati relativi ai passati eventi alluvionali, anche recenti, che hanno interessato il territorio comunale, in particolare negli anni 2000 e 2010.

La documentazione messa a disposizione dagli uffici comunali risulta costituita dallo "Studio e progetto preliminare della sistemazione idraulica del reticolo idrografico secondario del territorio comunale" del Luglio 2001 a firma del Geol. Maurizio Canepa e dell'Ing. Ferruccio Brunero, dalla consulenza idraulica a firma dell'Ing. Renato Barra dell'Agosto 2007 e dal "Parere tecnico-scientifico in ordine agli studi già commissionati dal Comune di Villafranca P. con riferimento alla messa in sicurezza dell'abitato dagli allagamenti causati dalla rete idraulica secondaria" redatto a cura dell'IRPI - CNR Sezione di Torino del giugno 2010.

Sintesi degli approfondimenti richiesti in sede di Conferenza dei Servizi

Si riporta di seguito una breve descrizione degli approfondimenti richiesti e delle conseguenti analisi effettuate al fine di ottemperare agli stessi.

In particolare si fa riferimento a quelli riguardanti lo studio idraulico, con numerazione progressiva dal n. 5 al n. 15.

n. 5. si ritiene opportuno rivedere l'indicazione della pericolosità del dissesto areale in corrispondenza del concentrico nel settore a Est della SP 139-01 in base a quanto indicato dalla D.G.R. n. 64-7417 del 07.04.2014, paragrafo 1.10, eventualmente individuando zone Eba e Ema tenendo conto dei tiranti idrici e delle velocità dei fenomeni di esondazione considerati;

In merito al punto n. 5, al fine di poter valutare nel dettaglio i tiranti idrici e le velocità, si è provveduto ad effettuare una analisi bidimensionale della porzione di concentrico nel settore a Est della SP 139-01, descritta nel relativo paragrafo.

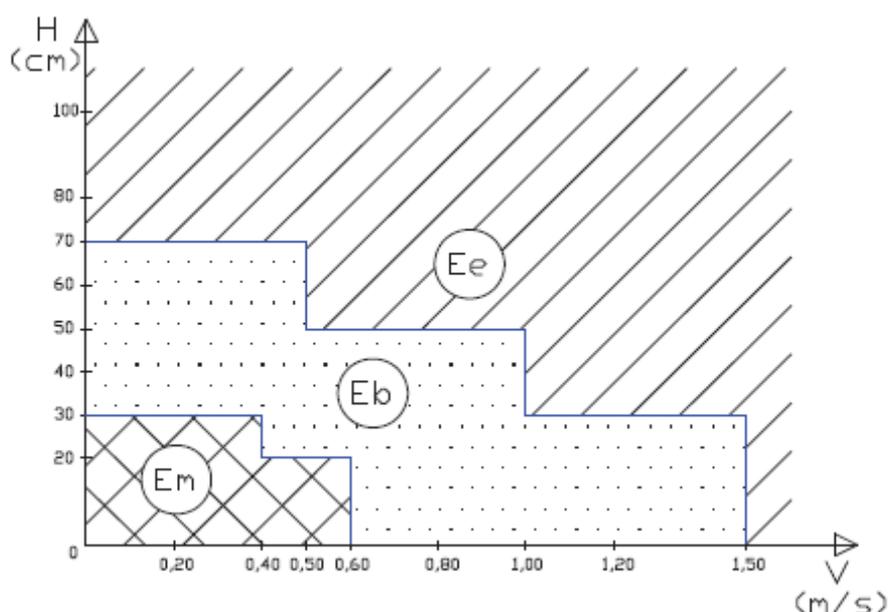
L'analisi ha consentito in particolare di verificare nel dettaglio i percorsi di deflusso e le altezze raggiunte dalle portate che fuoriescono dall'alveo del Canale del Mulino nella zona del ponte delle scuole, interessando le aree più a valle.

Lo studio è stato preceduto da una approfondita ricostruzione topografica delle quote del terreno nell'area.

I risultati ottenuti dall'approfondimento idraulico hanno consentito di individuare le zone Eba e Ema tenendo conto dei tiranti idrici e delle velocità dei fenomeni di esondazione sulla base delle indicazioni della D.G.R. n. 64-7417 del 07.04.2014, portando ad una revisione delle aree allagabili e delle relative pericolosità.

In particolare a tal fine si è fatto riferimento alle indicazioni di cui al par. 1.10.1 della normativa citata, "Individuazione delle aree inondabili e suddivisione in classi di pericolosità anche mediante la caratterizzazione dell'evento di piena per Tr 200 anni, con il criterio idraulico tiranti-velocità".

La metodologia consiste nella individuazione delle aree a pericolosità molto elevata (Ee) tramite il criterio probabilistico correlato ai tempi di ritorno $Tr = 20-50$ anni; oltre tali areali sono stati aggiunti quelli individuati mediante simulazione idraulica bidimensionale effettuata con la portata correlata al $Tr = 200$ anni, suddividendo le relative aree di inondazione in classi di pericolosità sulla base del seguente diagramma tiranti-velocità:



I risultati così ottenuti sono riportati nelle tavole grafiche allegate.

n. 6. rivedere i risultati della verifica idraulica in corrispondenza della Sez. 7 dal momento che pare esserci esondazione in sinistra della Bealera del Molino, diversamente da quanto rappresentato sulla Tav. 7 "Planimetria con individuazione delle aree esondabili";

In merito al punto n. 6 è stata aggiornata la planimetria con individuazione delle aree esondabili (ora Tav. 018) con l'indicazione della fuoriuscita dall'alveo in sponda sinistra in corrispondenza della sezione n. 7 Mo, peraltro evidenziata anche dalla modellazione bidimensionale, in precedenza non indicata visto l'ordine centimetrico di tale fuoriuscita che non determina variazioni nella valutazione delle classi di pericolosità già individuate per tali aree.

n. 7. si chiede di esplicitare le motivazioni che hanno portato ad indicare l'esondazione in corrispondenza del ponte delle scuole soltanto in sinistra della Bealera del Molino e non nel settore urbanizzato a Est e a Sud del ponte stesso;

Nel tratto a monte del ponte delle scuole lungo la Bealera del Molino la sponda sinistra presenta quote inferiori alla sponda opposta, favorendo la fuoriuscita solo da tale lato.

L'andamento topografico del terreno, che presenta notevole pendenza verso Nord lungo la viabilità esistente in tale punto, determina poi il deflusso delle acque in tale direzione, verso l'area del cimitero.

Tale scenario, evidenziato nel corso dei passati eventi alluvionali come è stato possibile ricostruire sulla base delle informazioni fornite, è stato confermato anche dalle simulazioni numeriche bidimensionali effettuate, i cui risultati sono riportati nella Tav. 022, che hanno confermato anche i principali punti di tracimazione in precedenza indicati, consentendo successivamente di valutare nel dettaglio il percorso seguito dalle acque.

n. 8. a pag. 16 della Relazione idraulica si dice che la Bealera del Molino esonda in destra idrografica alla sez. 17, ma dalle verifiche idrauliche l'esondazione risulta in sinistra;

La relazione è stata di seguito corretta con l'indicazione dell'esondazione in sponda sinistra in corrispondenza della sezione 17, come correttamente indicato nelle sezioni grafiche allegate.

n. 9. dovranno essere fornite indicazioni circa il dissesto lineare o areale lungo la Bealera del Molino a monte della vasca di laminazione a partire dalla Loc. Graneri, facendo anche riferimento alle condizioni degli attraversamenti tramite verifiche idrauliche o valutazioni speditive;

Come riportato nelle Tav. 018 e 019, la valutazione del dissesto idraulico areale lungo la Bealera del Molino è stata estesa verso monte fino all'area della Cappella di Missione, molto oltre la Località Graneri, facendo riferimento a criteri di tipo geomorfologico sulla base dell'estensione delle aree golenali rilevate ed ai risultati delle verifiche idrauliche in moto permanente in cui è stata inclusa la frazione con i due attraversamenti presenti.

n. 10. per quanto riguarda il canale di Via Carando, dovranno essere fatti approfondimenti sulla verifica idraulica dell'attraversamento di Via Candellino. Inoltre dalle verifiche medesime risultano esserci esondazioni fino alla sez. 13, diversamente da quanto indicato sulla Tav. 7;

L'attraversamento di Via Candellino risulta costituito da una tubazione in cls diametro interno 60 cm del tutto simile ad in tratti di canale intubato presenti a monte nella zona del cimitero e non risulta verificata; l'attraversamento, individuato con il codice AVONAG039, è stato riportato sulle Tav. 018 (che ha sostituito la n. 7) e 019.

Sulle medesime tavole è riportata la nuova delimitazione delle aree allagabili ottenuta a partire dalle verifiche idrauliche monodimensionali e bidimensionali effettuate, che arriva ad interessare verso valle le aree limitrofe al canale fino alla sezione n. 13.

n. 11. dovranno essere fornite indicazioni circa il dissesto lineare o areale lungo il resto del reticolo idrografico minore (ad esempio Canale Bealerassa e sua derivazione a monte della SP 139-01, con riferimento agli interventi realizzati dopo il 2010, Rio Cantogno, Bealera Sterpissone; Bealera Sterpissone Nero, Gora Mottura, ...), facendo anche riferimento alle condizioni degli attraversamenti tramite verifiche idrauliche o valutazioni speditive;

Al fine di fornire indicazioni in merito al dissesto lineare o areale lungo il reticolo idrografico minore esistente nelle aree periferiche del territorio comunale, le verifiche idrauliche sono state estese ai corsi d'acqua denominati Rio Cantogno, Bealera Sterpissone, Bealera Sterpissone Nero, Gora Mottura e Canale Bealerassa.

I corsi d'acqua naturali principali sono costituiti dal Rio Cantogno e dalla Bealera Sterpissone, per i quali è stata effettuata una modellazione idraulica in moto permanente a partire dal rilievo delle sezioni di deflusso, mentre per la Bealera Sterpissone Nero, che presenta estensione molto modesta e sezioni regolari, le stesse sono state verificate in modo speditivo in condizioni di moto uniforme.

Allo stesso modo la Gora Mottura ed il Canale Bealerassa, utilizzati pressoché esclusivamente per uso irriguo e con un modesto (o pressoché nullo nel caso della Gora Mottura) bacino imbrifero, le verifiche sono state effettuate in modo speditivo in condizioni di moto uniforme.

I risultati delle verifiche sono riportati nei paragrafi successivi nonché sulle relative tavole delle sezioni e nelle tavole Tav. 018 e 019 che riportano l'individuazione delle aree allagabili.

n. 12. si segnala che nell'elaborato “Documentazione fotografica” è ripetuta erroneamente in diversi punti a pag. 1 e 12 la dicitura “Canale Via Carando”;

L'elaborato è stato corretto ed integrato con la documentazione fotografica relativa ai nuovi corsi d'acqua oggetto di verifica di cui al punto precedente.

n. 13. sulla Tav. 7 “Planimetria con individuazione delle aree esondabili” dovrà essere rivisto il tracciato delle fasce fluviali del Po, che risulta non coerente con quello riportato sulle carte geologiche;

Sulle Tav. 018 (che ha sostituito la n. 7) e 019 allegate è stato riportato il tracciato delle fasce fluviali del F. Po e T. Pellice tratto dalle carte geologiche, in modo tale da garantire la piena coerenza tra gli elaborati.

n. 14. dovranno essere fornite informazioni in merito al franco idraulico sugli attraversamenti in corrispondenza del T. Pellice e del Fiume Po;

Al fine di valutare il franco idraulico degli attraversamenti esistenti sul F. Po e sul T. Pellice, si è provveduto al rilievo geometrico degli stessi, rappresentati sulla Tav. n. 17 allegata, ed all'individuazione delle quote assolute di impalcato.

I livelli di piena sono stati ricavati mediante interpolazione dei dati relativi ai profili di piena del F. Po e del T. Pellice forniti dalla "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" del PAI e dal Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni del Marzo 2016.

In particolare per quanto riguarda il F. Po il livello di piena è stato ricavato interpolando linearmente i valori forniti per le sezioni n. 310 e 311 dalla tabella n. 32 della Direttiva citata, poste rispettivamente a valle e monte del ponte, ed ottenendo una quota di massima piena per $Tr = 200$ anni pari a 252.08 m s.l.m.

Per quanto riguarda il T. Pellice il livello di piena è stato ricavato interpolando linearmente i valori forniti per le sezioni n. 7 e 8 dalla tabella n. 57 della Direttiva citata, poste rispettivamente a valle e monte del ponte, ed ottenendo una quota di massima piena per $Tr = 200$ anni pari a 254.66 m s.l.m.

La valutazione dei franchi idraulici in corrispondenza dei ponti rilevati si è poi effettuata sulla base di quanto previsto dalla Direttiva di Attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali “Criteri di valutazione delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B” di cui alla deliberazione del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Fiume PO in data 11/05/1999.

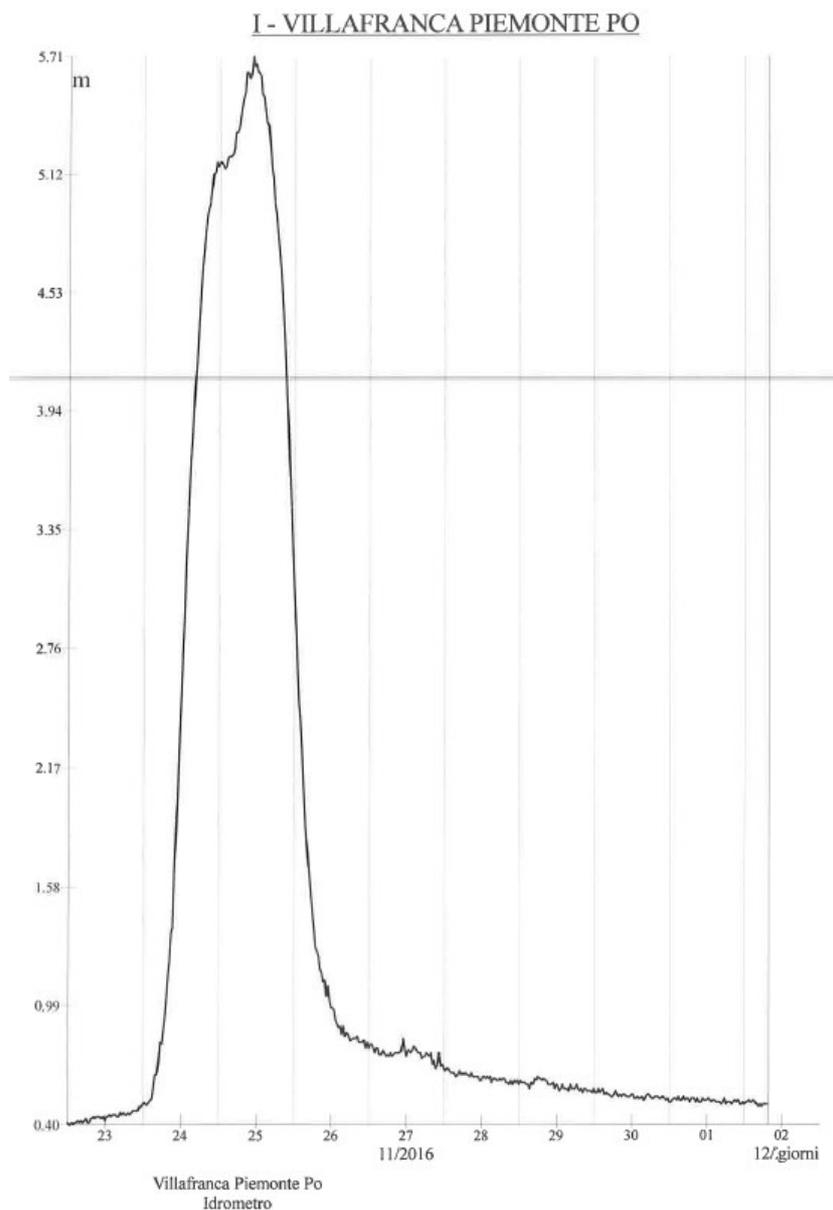
Il franco idraulico, nel caso di ponti ad arco come nel caso in esame, è verificato su $2/3$ della luce di

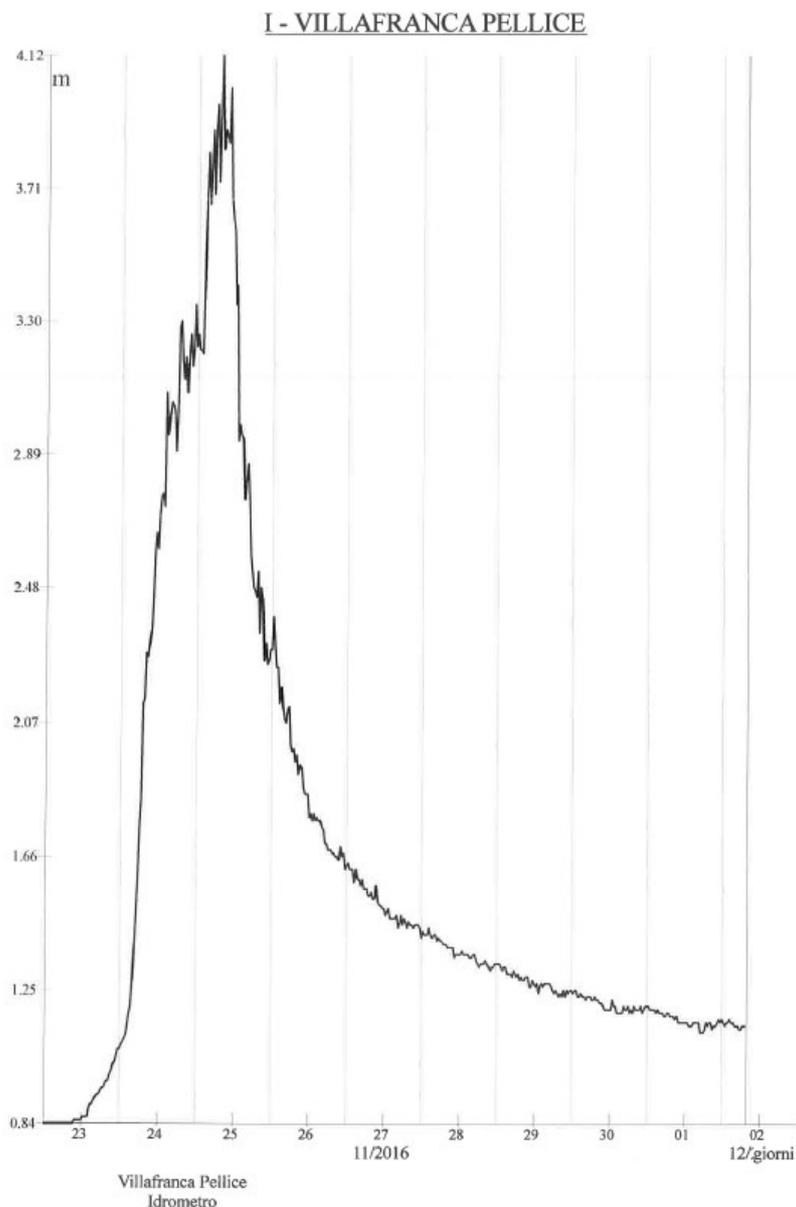
ciascuna campata; il franco deve essere pari a $0.5 \frac{V^2}{2g}$, (dove V è la velocità della corrente e g l’accelerazione di gravità) e comunque non inferiore ad 1 m.

Nel caso del ponte sul F. Po si ricava in tal modo un franco idraulico di circa 0.66 m, da cui si deduce che l'impalcato risulta verificato al passaggio della piena con $Tr = 200$ anni ma senza franco idraulico.

Nel caso del ponte sul T. Pellice si ricava invece un franco idraulico di circa 2.83 m, da cui pur in assenza di indicazioni in merito alla velocità di deflusso della corrente in tal punto è possibile supporre che l'impalcato risulti verificato al passaggio della piena con $Tr = 200$ anni con adeguato franco idraulico.

Sulla medesima tavola è riportata anche la quota di massima piena ricavata dagli idrogrammi forniti da AIPO relativi all'evento alluvionale del Novembre 2016, riportati nelle seguenti immagini:





Le quote assolute dei livelli di piena sono state ricavate a partire dal livello di zero idrometrico indicato da ARPA Piemonte che gestisce le centraline di acquisizione; per quanto riguarda il ponte della S.P. n. 139 sul F. Po lo zero idrometrico è pari ad una quota di 245.53 m s.l.m., mentre per quanto riguarda il ponte della S.P. n. 139 sul T. Pellice lo zero idrometrico è pari ad una quota di 249.61 m s.l.m.

n. 15. a seguito dell'evento alluvionale del 23-24-25.11.2016 e degli allagamenti verificatisi, si chiede di effettuare verifiche idrauliche lungo la Bealera del Molino, il Canale Martinetto e il Canale di via Carando nella condizione di piena sia dei canali medesimi sia del Fiume Po;

Le verifiche idrauliche allegare dei tre corsi d'acqua citati sono state aggiornate al fine di rendere le relative quote geometriche e dei livelli di piena coerenti con il sistema di quote assolute utilizzato per l'analisi bidimensionale nonché con i profili di piena per $Tr = 200$ anni forniti dalla Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

Successivamente la modellazione è stata integrata con le simulazioni ottenute imponendo allo sbocco a valle nel F. Po le quote di piena ricavate dall'interpolazione tra i valori forniti dal PAI per $Tr = 200$ anni, che risultano pari a circa 250.97 m s.l.m. per la Bealera del Molino ed il Canale di Via Carando e circa 251.64 m s.l.m.

In generale i profili di rigurgito così ottenuti lungo i corsi d'acqua risultano contenuti all'interno delle fasce fluviali del F. Po, senza determinare modifiche agli scenari di allagamento previsti sulle aree più a monte, come peraltro riscontrato nel corso dell'evento alluvionale citato.

I risultati ottenuti sono riportati nei paragrafi successivi.

Normativa di riferimento

Per la definizione dei criteri di valutazione delle portate di progetto si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dalle seguenti disposizioni normative:

- P.A.I. (Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17 comma 6 ter. Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001.
- 7. Norme di attuazione - direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica.
- D.P.C.M. 29 settembre 1998 - Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1 e 2, del DL 11 giugno 1998 n.180.
- Circolare P.G.R. 8 luglio 1999 n. 8/PET, relativa all'adeguamento degli strumenti urbanistici comunali al Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.
- D.G.R. n.31-3749 del 6 agosto 2001 in riferimento alle aree inserite, ai sensi della C.P.G.R. n. 7/LAP/96, in classe IIIb ed ubicate all'interno delle fasce del P.S.F.F.
- Bollettino Ufficiale Regione Piemonte - Parte I e II Supplemento al numero 30 – 25 luglio 2002.

Deliberazione della Giunta Regionale 15 luglio 2002 n. 45-6656.

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po in data 26 aprile 2001, approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 24 maggio 2001. Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico.

allegato 1 - indirizzi per l'attuazione del PAI in materia urbanistica.

allegato 2 - legenda regionale per la redazione della carta geomorfologica e del dissesto dei P.R.G.C. redatte in conformità alla circolare P.G.R. n. 7/LAP/96 e successiva N.T.E./99.

allegato 3 - criteri per la valutazione della pericolosità e del rischio lungo il reticolo idrografico.

- Deliberazione della Giunta Regionale 7 aprile 2014, n. 64-7417 - Indirizzi procedurali e tecnici in materia di difesa del suolo e pianificazione urbanistica.

Inquadramento geografico

Il territorio comunale di Villafranca Piemonte risulta ubicato nella pianura ai piedi delle valli alpine del Pinerolese, delimitata dagli alvei del F. Po e del T. Pellice la cui confluenza è ubicata all'estremità Nord Est del territorio comunale. Il concentrico presenta un'altitudine media pari a circa 255 m s.l.m.

Il reticolo idrografico principale è composto dal T. Pellice e dal F. Po, mentre il reticolo secondario è costituito da una rete di canali e fossi di scolo dei terreni limitrofi, in gran parte alimentati da fontanili e risorgive, tra i quali sono compresi quelli oggetto di studio di seguito elencati:

- Canale del Molino nel tratto dalla Cappella della Missione a monte della Borgata Graneri fino a valle del rilevato della ex ferrovia, ora pista ciclabile, a monte della confluenza nel F. Po;
- Canale del Martinetto nel tratto dalla derivazione dal Canale del Molino fino a valle del rilevato della ex ferrovia, ora pista ciclabile, a monte della confluenza nel F. Po;
- Canale di Via Carando nel tratto dalla zona del cimitero fino a valle del rilevato della ex ferrovia, ora pista ciclabile, a monte della confluenza nel Canale del Molino.
- Bealera Sterpissone Nero dalla sorgente alla confluenza nella Bealera Sterpissone, in prossimità della località Carutti del Comune di Barge.
- Bealera Sterpissone dalla sorgente alla confluenza nel T. Cantogno
- T. Cantogno nel tratto in prossimità dell'omonima frazione fino a valle del ponte della strada provinciale per Cardè.
- Canale Bealerassa nel tratto a monte della SP 139
- Gora Mottura dalla derivazione dal T. Pellice alla confluenza nel F. Po

Tali corsi d'acqua sono stati analizzati nel dettaglio sia in quanto interessano direttamente il concentrico e le zone limitrofe, e pertanto sono potenzialmente in grado di interessare le aree oggetto della variante al P.R.G.C., sia in quanto possono interessare alcune frazioni ed a seguito di specifica richiesta in sede di Conferenza dei Servizi.

Rilievo topografico

Il reticolo idrografico esistente per quanto riguarda i rii ed i canali in esame è stato ricostruito minuziosamente in base a diversi sopralluoghi e rilievi topografici, rilevandone le sezioni idrauliche e le caratteristiche di tutti i principali attraversamenti e canalizzazioni esistenti nei tratti oggetto di verifica.

In particolare è stato condotto un rilievo topografico di dettaglio, che ha premesso di ricostruire i profili di fondo e le sezioni idrauliche nello stato attuale, che è alla base di una dettagliata analisi idraulica.

Le sezioni ed i punti di rilievo sono riportati nelle planimetrie di progetto, su base catastale.

Nella descrizione geometrica dei corsi d'acqua particolare attenzione è stata posta nell'individuazione delle singolarità presenti in alveo che potenzialmente possono influire sulla definizione dei livelli idrici e delle velocità della corrente all'interno dell'alveo inciso.

Per quanto riguarda il Canale del Molino sono state complessivamente rilevate 34 sezioni d'alveo comprensive di attraversamenti e ponti, a partire dalla Borgata Graneri fino a valle del rilevato della ex ferrovia, ora pista ciclabile, a monte della confluenza nel F. Po.

La rappresentazione grafica di tali sezioni è riportata nelle tavole di progetto relative alle sezioni di deflusso del Canale del Molino (Tav. 011 e 012).

Il profilo di piena è stato così analizzato per un tratto della lunghezza di circa 3460 m.

Relativamente al Canale del Martinetto sono state rilevate 13 sezioni d'alveo, comprensive di attraversamenti e ponti, a partire dalla derivazione dal Canale del Molino fino a valle del rilevato della ex ferrovia, ora pista ciclabile, a monte della confluenza nel F. Po, analizzando il profilo di piena per un tratto della lunghezza di circa 1060 metri.

La rappresentazione grafica di tali sezioni è riportata nelle tavole di progetto relative alle sezioni di deflusso del Canale del Martinetto (Tav. 14).

Relativamente al Canale di Via Carando sono state rilevate 16 sezioni d'alveo, a partire dalla zona del cimitero fino a valle del rilevato della ex ferrovia, ora pista ciclabile, a monte della confluenza nel Canale del Molino, analizzando il profilo di piena per un tratto della lunghezza di circa 1520 metri.

La rappresentazione grafica di tali sezioni è riportata nelle tavole di progetto relative alle sezioni di deflusso del Canale di Via Carando (Tav. 15).

Relativamente al T. Cantogno sono state rilevate 15 sezioni d'alveo, analizzando il profilo di piena per un tratto della lunghezza di circa 2067 metri.

La rappresentazione grafica di tali sezioni è riportata nelle tavole di progetto relative alle sezioni di deflusso del T. Cantogno (Tav. 016).

Relativamente alla Bealera Sterpissone sono state rilevate 17 sezioni d'alveo, analizzando il profilo di piena per un tratto della lunghezza di circa 2200 metri.

La rappresentazione grafica di tali sezioni è riportata nelle tavole di progetto relative alle sezioni di deflusso del T. Cantogno (Tav. 009).

Per quanto riguarda le bealere denominate Sterpissone Nero, Bealerassa e Gora Mottura, alla luce delle caratteristiche prevalentemente irrigue e delle sezioni ridotte delle stesse, si sono effettuate verifiche idrauliche localizzate delle stesse in modo semplificato, mentre le relative sezioni di rilievo sono riportate rispettivamente nelle Tav. 009, 010 e 013.

Analisi bacini imbriferi

Canale del Mulino

Il bacino del Canale del Mulino presenta complessivamente un'estensione di circa 7.60 kmq alla sezione di chiusura in corrispondenza dell'attraversamento della Strada Provinciale a monte dell'abitato.

Il bacino ha carattere prevalentemente di pianura, con un'altitudine media pari a circa 263 m s.l.m. ottenuta a partire da un valore massimo pari a 275 m s.l.m. ed una quota della sezione di chiusura pari a 251 m s.l.m.

Il Canale del Mulino trae origine da una serie di fontanili e risorgive ubicate nel settore Ovest del territorio comunale e si sviluppa poi per una lunghezza pari a circa 7 km fino all'abitato di Villafranca, fungendo anche da collettore delle acque di scolo delle aree limitrofe in occasione degli eventi meteorici più intensi.

Alla luce dei passati episodi di allagamento del concentrico legati alla presenza di tale corso d'acqua, lo stesso è stato recentemente interessato dalla realizzazione di un bacino di laminazione a monte dell'abitato, dotato di bocca tarata in modo tale da garantire una portata costante in uscita quantificata in 12.26 mc/s, come risulta dagli elaborati progettuali messi a disposizione dall'Ufficio Tecnico comunale, prevedendo l'accumulo delle portate eccedenti a monte del rilevato stradale della S.P. n. 139-01 (circonvallazione di Villafranca).

Ai fini del presente studio il bacino complessivo del Canale del Molino è stato pertanto considerato suddiviso in una porzione di monte, di superficie pari a circa 7.20 kmq posta a monte del rilevato arginale del bacino di laminazione realizzato a ridosso della circonvallazione, e la rimanente

porzione di valle, di superficie pari a circa 0.40 kmq, costituita delle porzioni di centro abitato e limitrofe afferenti al corso d'acqua in termini di apporto di acque meteoriche.

Canale del Martinetto

Il canale del Martinetto trae origine dal Canale del Molino mediante apposito manufatto di ripartizione posto in corrispondenza dell'abitato, che determina una portata in entrata pari a circa il 30 % - 35% della complessiva.

E' possibile definire poi per tale canale un bacino proprio di superficie pari a circa 0.13 kmq, costituito delle porzioni di centro abitato afferenti al corso d'acqua in termini di apporto di acque meteoriche.

Canale di Via Carando

Il bacino del Canale di Via Carando è stato fortemente ridimensionato a seguito della realizzazione del bacino di laminazione a monte dell'abitato, in quanto con la realizzazione del rilevato arginale il suo corso è stato interrotto a monte del rilevato stradale della S.P. n. 139-01 (circonvallazione di Villafranca).

E' pertanto attualmente possibile definire per tale canale, sulla base dell'orografia del terreno, un bacino di superficie pari a circa 0.43 kmq, costituito delle porzioni di centro abitato ed agricole limitrofe afferenti al corso d'acqua in termini di apporto di acque meteoriche poste nella zona a Nord del cimitero comunale e del canale stesso.

Storicamente in tale corso d'acqua sono inoltre confluite in parte le acque provenienti dall'esondazione del Canale del Mulino nel tratto a valle del rilevato della Strada Provinciale.

Torrente Cantogno

Il bacino del Torrente Cantogno risulta estremamente difficile da definire, essendo il corso d'acqua intersecato da una moltitudine di canali realizzati prevalentemente ad uso irriguo che traggono origine dallo stesso.

L'asta principale risulta costituita dalla prosecuzione del corso d'acqua denominato Rio Marrone nel territorio comunale di Cavour, che a monte del confine comunale di Villafranca Piemonte presenta una serie di diramazioni che alimentano il T. Cantogno, la Bealera Polochera e la Bealera del Devesio.

A valle del punto in cui il corso d'acqua assume tale denominazione il bacino sotteso presenta complessivamente un'estensione di circa 6.28 kmq alla sezione di chiusura in corrispondenza

dell'attraversamento della Strada Provinciale per Cardè, a valle del quale si ha poi la confluenza nel F. Po.

Il bacino ha carattere prevalentemente di pianura, con un'altitudine media pari a circa 262 m s.l.m. ottenuta a partire da un valore massimo pari a 269 m s.l.m. ed una quota della sezione di chiusura pari a 254 m s.l.m.

In prossimità della frazione Cantogno il Torrente riceve in sinistra idrografica le acque del Rio Sterpissone, in cui poco più a monte confluiscono le acque del Rio Sterpissone Nero.

Rio Sterpissone

Come nel caso del T. Cantogno, anche il bacino del Rio Sterpissone risulta difficile da definire, essendo fortemente interconnesso con la rete irrigua esistente.

Il Rio trae origine come canale irriguo dalla Gora Bealerassa nel territorio comunale di Cavour, ed a valle di tale punto risulta utilizzato anche come canale irriguo e collettore delle acque di scolo provenienti dai fondi agricoli nonché da alcuni fontanili; il bacino sotteso presenta complessivamente un'estensione di circa 5.78 kmq alla sezione di chiusura in corrispondenza della confluenza nel T. Cantogno.

Il bacino ha carattere prevalentemente di pianura, con un'altitudine media pari a circa 262 m s.l.m. ottenuta a partire da un valore massimo pari a 269 m s.l.m. ed una quota della sezione di chiusura pari a 255 m s.l.m.

In prossimità della frazione Carutti del Comune di Barge il Rio riceve in destra idrografica le acque del Rio Sterpissone Nero.

Rio Sterpissone Nero

Il Rio trae origine a monte della frazione Carutti del Comune di Barge da alcuni fontanili, e risulta utilizzato anche come canale irriguo e collettore delle acque di scolo provenienti dai fondi agricoli limitrofi; il bacino sotteso presenta complessivamente un'estensione di circa 2.7 kmq alla sezione di chiusura in corrispondenza della confluenza nel Rio Sterpissone.

Il bacino ha carattere prevalentemente di pianura, con un'altitudine media pari a circa 264 m s.l.m. ottenuta a partire da un valore massimo pari a 269 m s.l.m. ed una quota della sezione di chiusura pari a 258 m s.l.m.

Bealera Bealerassa

La bealera trae origine dalla rete irrigua esistente a monte nel territorio comunale di Cavour, e presenta un modesto bacino sotteso che si estende nella porzione a Sud della Strada Provinciale per Cavour in prossimità della borgata battaglia, a monte della S.P. n. 139, in prossimità della quale è stato realizzato un canale sfioratore che convoglia le portate di piena nel bacino di laminazione limitrofo.

Il bacino sotteso presenta complessivamente un'estensione di circa 1.57 kmq alla sezione di chiusura in corrispondenza della confluenza del manufatto sfioratore.

Anche in questo caso il bacino ha carattere prevalentemente di pianura, con un'altitudine media pari a circa 262 m s.l.m. ottenuta a partire da un valore massimo pari a 264 m s.l.m. ed una quota della sezione di chiusura pari a 259 m s.l.m.

Infine, per quanto riguarda la Gora Mottura, la stessa presenta unicamente caratteristiche di canale ad uso irriguo, in quanto per la conformazione stessa del territorio non sottende alcun bacino imbrifero.

Il canale trae origine dal T. Pellice mediante opera di presa, ed il tracciato si sviluppa in direzione Est in gran parte lungo il margine superiore della scarpata di terrazzo, mentre lungo la sponda destra i terreno hanno pendenza verso Sud in modo tale da poter essere irrigati dal canale stesso, che in tal modo non riceve le acque di scolo.

L'individuazione dei bacini idrografici precedentemente descritti e l'andamento dei singoli corsi d'acqua sono riportati nell'apposita corografia allegata (Tav. 002).

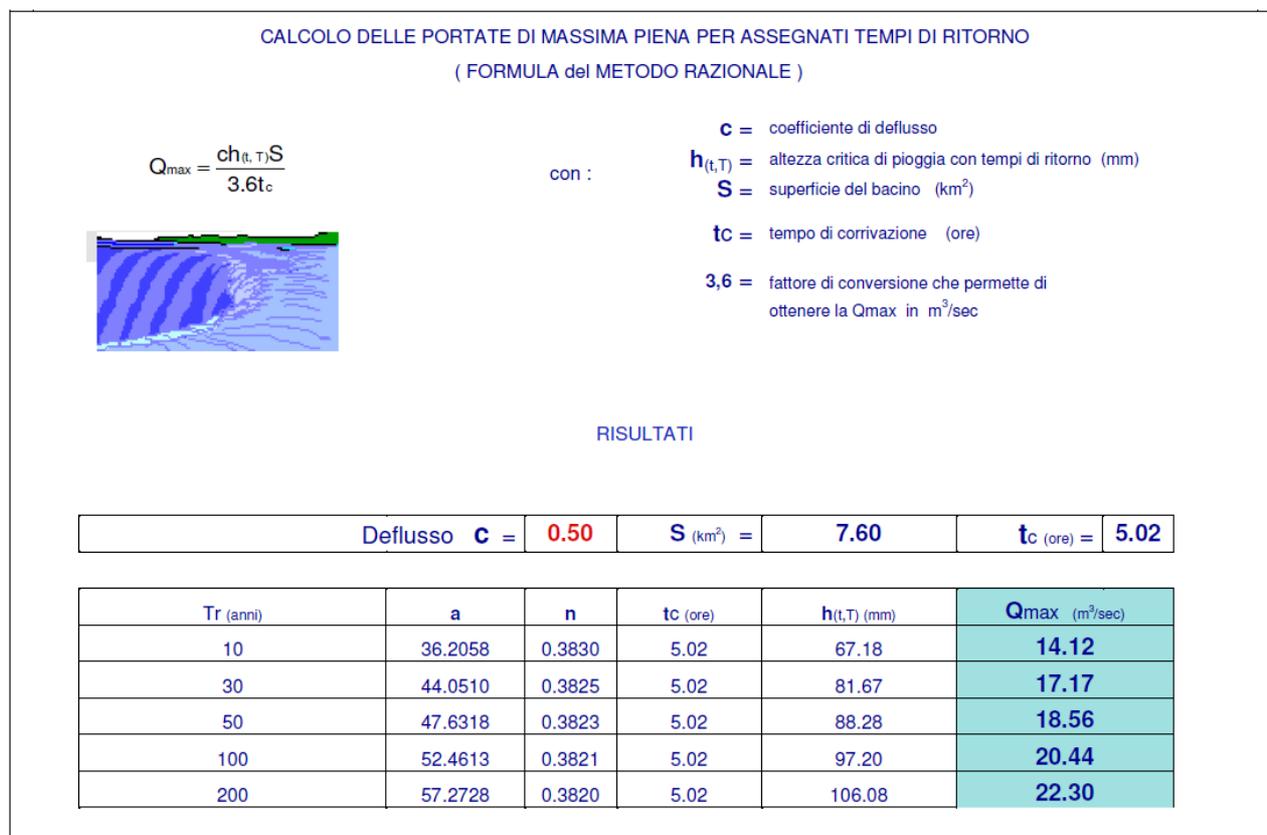
Studio idrologico

Stante l'esistenza di numerosi studi effettuati in passato e validati dagli enti competenti ai fini dell'approvazione, che riportano il calcolo delle portate dei corsi d'acqua analizzati, si è ritenuto opportuno fare riferimento agli stessi anche ai fini della presente relazione, con le opportune valutazioni in merito alle variazioni intercorse nel tempo.

In particolare per quanto riguarda il Canale del Mulino, il progetto esecutivo delle "Opere di salvaguardia del territorio da esondazioni" che prevedeva la realizzazione del bacino di laminazione a monte dell'abitato riporta all'interno della relazione tecnica di progetto la seguente valutazione delle portate ottenute dall'analisi idrologica:

3.1.2 PORTATE DI PIENA BACINO IMBRIFERO CANALE DEL MOLINO

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA			TEMPO DI CORRIVAZIONE t_c (ore)
Superficie del Bacino	S =	7.60 Km ²	Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m \cdot H_0}} =$
Lunghezza percorso idraulico principale	L =	7.00 Km	
Altitudine max percorso idraulico	H_{max} =	267.00 m (s.l.m.)	Kirpich, Watt- Chow, Pezzoli $\Rightarrow t_c = 0.02221 \left(\frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} = 5.02$
Altitudine min percorso idraulico	H₀ =	251.00 m (s.l.m.)	
Pendenza media percorso idraulico	P =	0.00 (m/m)	
Altitudine max bacino	H_{max} =	275.00 m (s.l.m.)	
Altitudine sezione considerata	H₀ =	251.00 m (s.l.m.)	
Altitudine media bacino	H_m =	263.00 m (s.l.m.)	
Dislivello medio bacino	H_m - H₀ =	12.00 m	



Tali valori sono successivamente stati utilizzati per il dimensionamento del bacino di laminazione di recente realizzazione; ai fini del presente studio gli stessi vengono pertanto utilizzati per la verifica idraulica del corso d'acqua nel tratto a monte dell'attraversamento della Strada Provinciale e del concentrico (sezione n. 6 Mo).

Il gruppo di paratoie realizzato a valle del bacino suddetto è stato tarato per lasciare transitare una portata costante pari a 12.26 mc/s sulla base di quanto indicato dalla documentazione citata; visti i valori di portata indicati nella tabella sopra riportata, sempre superiori a tale valore, si deduce che questo resta costante per tutti i tempi di ritorno.

Al fine di ottenere la portata defluente nel Canale del Molino in corrispondenza del concentrico alla portata defluente dal bacino di laminazione va sommata la componente derivante dal bacino proprio (pari a circa 1.76 mc/s massimi), nonché quella derivante dall'apporto della falda freatica.

Nel territorio comunale di Villafranca Piemonte la stessa ha infatti una soggiacenza molto limitata, inoltre in corrispondenza di eventi meteorologici prolungati ed intensi è presumibile che la stessa risalga ulteriormente alimentando in modo non trascurabile il Canale.

Gli studi precedentemente citati indicano che attualmente si possa stimare un apporto di portata da falda freatica quantificabile in circa 2.50 mc/s, che risulta coerente con i livelli idrici osservati nel corso d'acqua.

Vista la presenza del bacino di laminazione, che intercetta tutte le acque afferenti al bacino ed all'asta del Canale del Molino a monte del gruppo paratoie, comprese quelle di falda, si ritiene cautelativo considerare un apporto da acque di falda pari a circa 1 mc/s per la porzione di asta relativa al concentrico, considerato costante per i vari tempi di ritorno in esame.

Infine, occorre considerare che a valle della sezione n. 11 Mo esiste un manufatto di ripartizione delle portate da cui si alimenta il Canale del Martinetto.

Sulla base del rapporto geometrico tra le sezioni dei canali in corrispondenza di tale manufatto, la portata che confluisce nel Canale del Martinetto alimentando lo stesso è pari a circa il 30% di quella complessiva, mentre il restante 70% prosegue nel Canale del Molino.

A tale portata va sommata la modesta componente derivante dal bacino proprio (considerata pari a circa 0.50 mc/s massimi).

Per quanto riguarda la Bealera di Via Carando, anche in questo caso le portate sono state derivate dalle analisi idrologiche contenute nel citato progetto esecutivo delle "Opere di salvaguardia del territorio da esondazioni", dove il corso d'acqua viene indicato come Bealera Consortile Petra, effettuando opportune correlazioni alla scala di bacino vista la riduzione dello stesso con la realizzazione del bacino di laminazione a monte.

Per quanto riguarda il T. Cantogno, alla luce della caratterizzazione del bacino effettuata in precedenza, le portate di verifica per $T_r = 200$ anni sono state determinate a partire dalla portata del Rio Marrone da cui trae origine nel territorio comunale di Cavour.

Per tale corso d'acqua gli studi idraulici redatti a corredo della variante di adeguamento al PAI del PRGC indicano nella sezione più a valle una portata massima di circa 40 mc/s.

Più a valle il T. Cantogno trae origine da una diramazione del Rio Marrone, che sulla base dei rapporti geometrici tra le sezioni riceve circa la metà della portata massima, pari a circa 20 mc/s.

A tale portata occorre sommare le portate derivanti dal bacino imbrifero sotteso.

Il calcolo si effettua a partire dalle caratteristiche del bacino e della pluviometria dell'area già utilizzata per i corsi d'acqua descritti in precedenza, adottando il metodo razionale.

Il coefficiente di deflusso è valutato in funzione di molti fattori difficilmente quantificabili quali: la copertura vegetale, la permeabilità del suolo, l'acclività dei versanti, l'estensione della rete idrografica superficiale.

Analizzando attentamente il bacino in esame a tale coefficiente è stato attribuito il seguente valore, secondo quanto raccomandato da "Handbook of Applied Hydrology", Ven Te Chow, 1964 (valori riportati dalla Direttiva sulla Piena di Progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica):

- $\phi = 0,20$ (valore indicato per suoli con infiltrazione elevata, sabbiosi o ghiaiosi, coltivati)

I risultati delle verifiche sono riassunti nella seguente tabella:

DATI IN INPUT																
a(GIANDOTTI)	S	(km ²)	b(GIANDOTTI)	L	(km)	c (GIANDOTTI)	Hmax	(m)	H0	(m)	Hm	(m)	H=Hm-H0	(m)	i	vel scorrim
4	6.28		1.5	9.62		0.8	269		254		261.5		7.5		1	3
CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE																
GIANDOTTI		Tc =		11.162												
VENTURA		Tc =		0.316												
RUGGIERO		Tc =		0.531												
HORTON		Tc =		0.113												
PASINI		Tc =		0.376												
KIRPICH		Tc =		7.688												
CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA:																
a=	57.27	n=	0.382	Tr= 200 anni												
h=	124.829															
CALCOLO DELLE PORTATE																
GIANDOTTI		Q=		3.9369		coef. deflu		0.2								
Formula razionale		Q=		5.6646												

Complessivamente al fine delle verifiche si considera una portata di circa 25 mc/s a monte della confluenza del Rio Sterpissone ed una portata di circa 30 mc/s a valle della stessa.

Per quanto riguarda il T. Sterpissone, alla luce della caratterizzazione del bacino effettuata in precedenza, le portate di verifica per $Tr = 200$ anni sono state determinate a partire dalle caratteristiche del bacino e della pluviometria dell'area già utilizzata per i corsi d'acqua descritti in precedenza, adottando il metodo razionale.

I risultati delle verifiche, relative alla confluenza nel T. Cantogno, sono riassunti nella seguente tabella:

DATI IN INPUT													
a(GIANDOTTI)	S (km ²)	b(GIANDOTTI)	L (km)	c (GIANDOTTI)	Hmax (m)	H0 (m)	Hm (m)	H=Hm-H0 (m)	i	vel scorim			
4	5.78	1.5	5.09	0.8	269	255	262	7	1	3			
CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE													
GIANDOTTI		Tc =		8.151									
VENTURA		Tc =		0.303									
RUGGIERO		Tc =		0.517									
HORTON		Tc =		0.060									
PASINI		Tc =		0.296									
KIRPICH		Tc =		3.269									
CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA:										Tr= 200 anni			
a=		57.27		n=		0.382							
h=		90.0445											
CALCOLO DELLE PORTATE										coef. deflu		0.2	
GIANDOTTI		Q=		6.1464									
Formula razionale		Q=		8.84375									

Complessivamente al fine delle verifiche si considera una portata di 3.04 mc/s a monte della confluenza del Rio Sterpissone Nero ed una portata di 8.84 mc/s a valle della stessa.

Per quanto riguarda il T. Sterpissone Nero, alla luce della caratterizzazione del bacino effettuata in precedenza, le portate di verifica per $Tr = 200$ anni sono state determinate a partire dalle caratteristiche del bacino e della pluviometria dell'area già utilizzata per i corsi d'acqua descritti in precedenza, adottando il metodo razionale.

I risultati delle verifiche, relative alla confluenza nel Rio Sterpissone, sono riassunti nella seguente tabella:

DATI IN INPUT													
a(GIANDOTTI)	S (km ²)	b(GIANDOTTI)	L (km)	c (GIANDOTTI)	Hmax (m)	H0 (m)	Hm (m)	H=Hm-H0 (m)	i	vel scorim			
4	2.7	1.5	2.19	0.8	269	258	263.5	5.5	1	3			
CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE													
GIANDOTTI		Tc =		5.254									
VENTURA		Tc =		0.207									
RUGGIERO		Tc =		0.401									
HORTON		Tc =		0.026									
PASINI		Tc =		0.173									
KIRPICH		Tc =		1.116									
CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA:										Tr= 200 anni			
a=	57.27	n=	0.382										
h=	59.714												
CALCOLO DELLE PORTATE										coef. deflu		0.2	
GIANDOTTI		Q=		5.5801									
Formula razionale		Q=		8.02892									

Complessivamente al fine delle verifiche si considera una portata massima di 8.03 mc/s.

Per quanto riguarda la Bealera Bealerassa, alla luce della caratterizzazione del bacino effettuata in precedenza, le portate di verifica per $Tr = 200$ anni sono state determinate a partire dalle caratteristiche del bacino e della pluviometria dell'area già utilizzata per i corsi d'acqua descritti in precedenza, adottando il metodo razionale.

I risultati delle verifiche, relative alla sezione in corrispondenza del manufatto sfioratore a monte della S.P. 139, sono riassunti nella seguente tabella:

DATI IN INPUT												
a(GIANDOTTI)	S (km ²)	b(GIANDOTTI)	L (km)	c (GIANDOTTI)	Hmax (m)	H0 (m)	Hm (m)	H=Hm-H0 (m)	i	vel scorm		
4	1.57	1.5	5.91	0.8	264	259	261.5	2.5	1	3		
CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE												
GIANDOTTI												
Tc =		10.971										
VENTURA												
Tc =		0.158										
RUGGIERO												
Tc =		0.335										
HORTON												
Tc =		0.070										
PASINI												
Tc =		0.202										
KIRPICH												
Tc =		5.977										
CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA:										Tr= 200 anni		
a=	57.27	n=	0.382									
h=	113.381											
CALCOLO DELLE PORTATE										coef. deflu 0.2		
GIANDOTTI												
Q=	1.14994											
Formula razionale												
Q=	1.6546											

Complessivamente al fine delle verifiche si considera una portata massima di 1.65 mc/s.

Viste le caratteristiche dei corsi d'acqua analizzati e la modesta pendenza del fondo alveo, non si è ritenuto necessario incrementare i valori di portata idrologica al fine di considerare il contributo del trasporto solido.

Ai fini della verifica delle sezioni della bealera Gora Mottura, si utilizza invece la portata massima in concessione, pari a 400 l/s massimi (0.4 mc/s).

La tabella seguente riassume le portate utilizzate per le verifiche idrauliche, ottenute a partire dalle considerazioni sopra riportate.

<i>Tabella 1 – portate di verifica</i>			
<i>Corso d'acqua</i>	<i>Portata Q Tr = 20 anni (mc/s)</i>	<i>Portata Q Tr = 100 anni (mc/s)</i>	<i>Portata Q Tr = 200 anni (mc/s)</i>
Canale del Mulino a monte della Circonvallazione	15.00	20.40	22.30
Canale del Mulino a valle della Circonvallazione	13.70	14.50	15.00
Canale del Mulino a valle del Canale del Martinetto	9.50	10.20	11.00
Canale del Martinetto	4.00	4.50	5.00
Canale di Via Carando zona cimitero	0.30	0.30	0.40
Canale di Via Carando zona concentrico	0.95	1.20	1.50
T. Cantogno a monte confluenza Rio Sterpissone			25.00
T. Cantogno a valle confluenza Rio Sterpissone			30.00
Rio Sterpissone a monte confluenza Rio Sterp. Nero			3.04
Rio Sterpissone a valle confluenza Rio Sterp. Nero			8.84
Rio Sterpissone Nero			8.03
Bealera Bealerassa			1.65

Verifica idraulica in moto permanente

Per le verifiche idrauliche dei corsi d'acqua principali è stato utilizzato il codice di calcolo “Hec Ras” del U.S. Army Corps of Engineers.

Il modello integra l'equazione della corrente a pelo libero in moto stazionario gradualmente variato, definisce in modo automatico i tratti di corrente lenta e veloce e la posizione dei risalti (HEC-2 water Surface Profile Program).

Il fenomeno idraulico fuori e dentro l'alveo è stato simulato considerando l'alveo trasversalmente come una sezione unica (piano golenale + alveo inciso), dal momento che tale ipotesi è l'unica ipotesi valida nel contesto della modellistica fluviale quando si ricorre alla simulazione degli alvei composti tramite i modelli monodimensionali (pelo libero orizzontale e linea dell'energia parallela al pelo libero).

L'equazione del moto utilizzata è la seguente:

$$\frac{d}{ds} \left(Y_m + \frac{Q^2}{2gA^2} \right) = -J - E_B \quad (1)$$

Le grandezze considerate sono:

A = area bagnata (m^2);

Q = portata (m^3/s);

s = coordinata lungo l'asse dell'alveo (m);

Y_m = quota media del pelo libero nella sezione (m s.m.);

J = cadente;

g = accelerazione di gravità: $9.81 m/s^2$;

Le perdite di carico considerate sono:

a) perdita di carico continua espressa

$$J = \frac{Q^2}{K^2} \quad (2)$$

ove la conduttanza idraulica vale, per sezione semplice,

$$K = \frac{AR^{2/3}}{n}; \quad (2a)$$

n è il coefficiente di Manning e R è il raggio idraulico.

Per sezione composta da N parti e munita di variazioni di scabrezza lungo il perimetro bagnato si ha:

$$K = \sum_{i=1,N} \frac{A_i R_i^{2/3}}{n_i} \quad (2b)$$

b) perdite di carico concentrate sul tronco elementare ΔS che vale:

$$E_B = \frac{C}{\Delta S} \left| \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right| \quad (3)$$

ove

C = coefficiente tipo Borda (allargamento e restringimento brusco o graduale)

V = velocità della corrente nell' i -esima sezione;

d = coefficiente di ragguglio di Coriolis.

Le perdite di carico complessive sono ottenute

$$h_{f_{1-2}} = \bar{L}J + C \left| \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right| \quad (4)$$

dove

$$\bar{L} = \frac{L_1 Q_1 + L_2 Q_2 + L_3 Q_3}{Q_1 + Q_2 + Q_3}$$

\bar{L} = distanza pesata nelle portate tra due sezioni, consecutive, $i-i+1$, che caratterizzano l'alveo;

$L_{i=1,3}$ = distanza parziale tra le sezioni $i-i+1$ nei tronchi di corrente contenuti tra le golene e gli alvei di magra;

$Q_{i=1,3}$ = portata transitante nei tronchi di corrente contenuti tra le golene e gli alvei di magra delle sezioni consecutive i ed $i+1$.

Il sistema di equazioni (1), (2) e (3) è integrato alle differenze finite col metodo standard step. La risoluzione del sistema richiede la conoscenza di opportune condizioni al contorno: il valore della portata Q e il valore del tirante h nella sezione di monte e di valle del tratto in esame se la corrente è veloce o lenta rispettivamente.

Il tracciato dei profili di corrente viene effettuato da parte del codice tra le sezioni rilevate e le sezioni fittizie o intermedie. Tali sezioni sono distribuite spazialmente, tra le sezioni rilevate, ad una distanza parziale assegnata dall'utente. Le grandezze geometriche ed idrauliche delle sezioni intermedie vengono calcolate interpolando lungo l'ascissa i valori di tali grandezze nelle sezioni rilevate o topograficamente note localizzate negli estremi del tronco in esame.

I ponti sono trattati come singolarità all'interno del codice.

Il calcolo considera l'effetto che i ponti esercitano sul libero deflusso della corrente; sono simulabili le diverse condizioni del funzionamento:

1. Funzionamento a pelo libero:
 - 1^a - con transizione attraverso lo stato critico;
 - 1^b - con transizione in corrente lenta attraverso il restringimento.
2. Funzionamento in pressione:
 - 2^a - chiusura delle luci;
 - 2^b - chiusura delle luci con sormonto dell'impalcato del ponte.

Dal punto di vista della modellistica matematica, il problema viene affrontato da parte del codice facendo ricorso all'equazione globale della quantità di moto (basata sul principio proposto da Koch e Carstanjen) nel caso di funzionamento a pelo libero.

Sono affrontate ambedue le situazioni esistenti, cioè quella relativa alla transizione attraverso lo stato critico e quella relativa alla transizione in corrente lenta attraverso il restringimento.

Nel caso la corrente sia lenta attraverso il restringimento, il codice di calcolo presenta altre alternative:

- La formula di Yarnell

$$\frac{\Delta h}{h_3} = KF_{r3}^2 (K + 5F_{r3}^2 - 0.6) (\alpha + 15\alpha^4)$$

ove

Δh = il rigurgito in funzione delle condizioni della corrente di valle: h_1-h_3 ;

h_1, h_3 = tiranti idrici a monte e valle della singolarità;

F_{r3} = numero di Froude della corrente a valle;

$\alpha = 1 - \frac{b}{B}$ = rapporto di restringimento;

$B(h_3)$ = larghezza di superficie a valle del restringimento;

b = larghezza nella sezione ristretta;

K = costante determinata in base alla forma delle pile

- Perdita di carico concentrata

$$E_B = C \left| \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right|$$

C = 0.1-0.5

Nel caso di funzionamento in pressione con o senza tracimazione dell'impalcato, il codice ricorre alle leggi della foronomia. In questo caso parte dall'individuazione della curva $Q=Q(h)$, somma dei contributi di portata di tutte le luci a battente e di quelle a stramazzo con funzionamento rigurgitato o non rigurgitato da valle. Da tale curva si legge il valore di altezza corrispondente alla portata transitante e si determina il valore di energia specifica corrispondente alla sezione di monte, in base alla quale viene ricavata la relativa altezza.

Le verifiche sono state effettuate in condizioni di moto stazionario monodimensionale, per cui è stato utilizzato un valore della portata costante con geometria dell'alveo variabile (questo tipo di moto rappresenta con buona approssimazione quello che si manifesta negli alvei naturali dei corsi d'acqua durante gli eventi di piena).

Tale metodologia permette, pertanto, una valutazione dei livelli di piena nelle sezioni del corso d'acqua più raffinata di quanto non lo consenta la schematizzazione del moto uniforme nelle singole sezioni dell'alveo. Con essa, infatti, è possibile calcolare i livelli idrici considerando l'influenza della variazione della geometria e delle singolarità idrauliche presenti nel tratto d'asta del corso d'acqua analizzato.

Il problema del tracciamento del profilo di superficie libera di un corso d'acqua naturale in moto permanente con una data portata Q si risolve con procedimenti di calcolo numerico.

L'operazione richiede la suddivisione del corso d'acqua in tronchi di lunghezza Δs , tali da poter confondere i valori medi della sezione e della velocità in ciascun tronco con i valori ad un estremo. La natura dell'alveo deve conservarsi, entro certi limiti, in ciascun tronco.

Siano i e $i + 1$ due sezioni consecutive, distanti Δx in asse, nella prima delle quali siano note tutte le grandezze idrauliche.

La variazione di carico idraulico ΔH tra le due sezioni si può calcolare mediante la seguente relazione alle differenze finite:

$$\Delta H = -[j]_i \cdot \Delta x$$

Si può ottenere così il carico totale H_{i+1} della sezione $i + 1$ e conseguentemente il carico piezometrico h_{i+1} , che rappresenta la quota del pelo libero rispetto ad un piano di riferimento orizzontale, risolvendo l'equazione:

$$H_{i+1} = h_{i+1} + \frac{Q^2}{2g \cdot \Omega_{i+1}^2}$$

È possibile in questo modo ricavare il carico piezometrico della corrente nelle sezioni di rilievo e da questo calcolare le caratteristiche idrauliche che il torrente presenta nel tratto in esame.

Per lo sviluppo delle verifiche idrauliche in questione è stato necessario determinare le seguenti condizioni al contorno e dati di base:

- geometria dell'alveo come definita con l'apposita campagna di rilievo precedentemente descritta;
- scabrezza e portate;
- altezza del pelo libero ad una delle estremità o ad entrambe, in funzione del tipo di corrente (lenta o veloce) che si viene ad instaurare sul corso d'acqua.

Condizioni al contorno

Le portate utilizzate nelle simulazioni idrauliche derivano dallo studio idrologico effettuato in precedenza.

Nello studio idrologico sono state considerate le portate di massima piena in relazione a tempi di ritorno pari a 20, 100 e 200 anni.

Le scabrezze dell'alveo utilizzate sono state dedotte dall'analisi della tipologia di materiale presente in alveo, dal tipo di terreno e di vegetazione presente nelle aree golenali e dal materiale costituente le pareti e la volta dei tratti coperti, confrontandoli con i valori riportati in letteratura (Hec Ras Hydraulic reference manual). In generale vengono utilizzati per ciascuna sezione due valori diversi di scabrezza: uno per l'alveo inciso ed uno per le aree golenali.

Il coefficiente di scabrezza è stato determinato secondo Manning confrontando le caratteristiche dell'alveo oggetto di studio con le relative tabelle di riferimento (Chow, 1959). In particolare, per l'alveo naturale si è adottato un valore di $0,035 \text{ m}^{-1/3\text{s}}$ per tutti i tratti, mentre per le aree golenali si è utilizzato un coefficiente di scabrezza pari a $0,04 \text{ m}^{-1/3\text{s}}$, anche in accordo con i valori già utilizzati in precedenti studi idraulici.

Simulazioni effettuate

Le verifiche idrauliche sono state condotte considerando come dati di input della simulazione la situazione geometrica dell'alveo e delle sezioni di canale coperto allo stato attuale, considerando valori di portata relativi a tempi di ritorno pari a 20, 100 e 200 anni.

I risultati delle simulazioni sopra descritte sono allegati di seguito.

Verifica idraulica bidimensionale aree allagabili zona concentrico

Per le verifiche idrauliche è stato utilizzato il codice di calcolo “Hec Ras” del U.S. Army Corps of Engineers.

Descrizione del modello adottato

Il problema idraulico consiste nel calcolo delle grandezze idrauliche corrispondenti all’assegnata portata di piena, lo schema di calcolo adottato è quello bidimensionale di moto vario recentemente implementato dal codice HECRAS "River Analysis System" Versione 5.03 (U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center).

In modello in questione risolve le equazioni costitutive dei fluidi note come equazione di continuità e della quantità di moto (equazione dei momenti).

L’equazione di conservazione della massa (equazione di continuità) assume la seguente forma differenziale:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} + q = 0$$

(Dove H il carico totale h è il tirante locale, u e v le velocità mediate sull’altezza lungo una delle direzioni x o y, t il tempo, q l’intensità degli eventuali afflussi o sottrazioni).

L’ equazione dei momenti assume la forma:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial H}{\partial x} + v_t \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - c_f u + fv$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial H}{\partial y} + v_t \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - c_f v + fu$$

Dove g è l’accelerazione di gravità, v_t rappresenta il coefficiente dell’eddy viscosity orizzontale C_f rappresenta coefficiente d’attrito di fondo ed f il parametro di Coriolis.

La bidimensionalità è data dal fatto che le variabili sono calcolate su due dimensioni cartesiane x ed y e mediate invece sulla profondità e che le componenti lungo z delle grandezze idrauliche vettoriali sono trascurate.

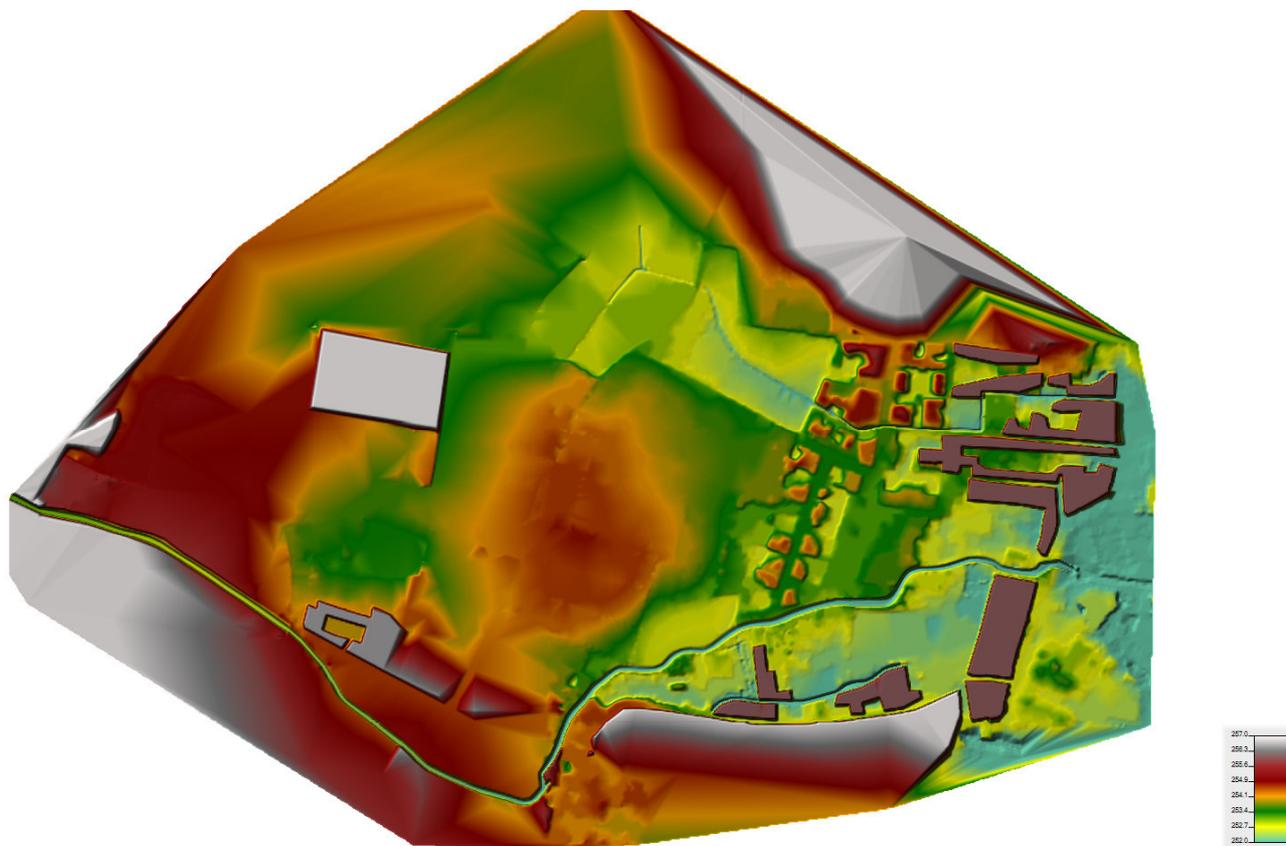
Il modello 2d adottato infine risulta a fondo fisso senza componenti di trasporto solido. Nella configurazione adottata Il risolutore numerico utilizza uno schema di risoluzione implicito ai volumi finiti e risolve le equazioni in condizioni “full momentum” ovvero considerando anche gli effetti della turbolenza secondo lo schema noto come Eddy viscosity.

Assetto geometrico bidimensionale

Il modello 2D utilizzato, basa la simulazione su un DTM che fornisce la geometria di base al modello. Il sistema di riferimento adottato risulta il WGS_1984_UTM_Zone_32N. il DTM utilizzato risulta composto da molteplici fonti di dati. Una parte del comune è ancora coperto dal Lidar fornito dal Ministero dell'Ambiente. Una parte del territorio comunale è invece stato oggetto di rilievo topografico volto a completare i dati di base. L'alveo in particolare e la batimetria dei canali, non rilevabile con tecnologia Lidar è stato sempre direttamente rilevato. I rilievi a terra sono stati restituiti nel medesimo sistema di coordinate del Lidar e pertanto è stato possibile comporre un unico DTM utilizzando di volta in volta i dati disponibili. Per alcune zone limitrofe e periferiche rispetto all'area di interesse si sono completati alcuni dati secondari utilizzando punti singolari dedotti dalla CTP.

Complessivamente il l'alveo rilevato è stato descritto utilizzando oltre che le sezioni anche delle polilinee direttrici tridimensionali per unire i punti di fondo alveo e descrivere il canale tridimensionalmente, le quote di tali polilinee sono state dedotte dalle sezioni il tracciato dalla foto aerea, mediante operazioni di fusione e ritaglio dei punti gli elementi di descrizione del fondo alveo hanno sostituito localmente i dati Lidar con i dati rilevati a terra relativi alla batimetria. Alcune vie cittadine infine sono state completate sulla base di elementi dedotti da foto aeree o sopralluoghi, inserendo opportunamente i limiti dell'edificato in modo da poter considerare la presenza di muri ed abitazioni.

Tutti i dati topografici sono poi stati integrati mediante GIS in un file geotiff costituito complessivamente da 6395 colonne x 4800 righe con risoluzione 0,2 m. il dominio topografico è rappresentato nell'immagine seguente:



Su tale dominio è stata implementato un mesh di calcolo del tipo “2D area” che comprende l’intera area di interesse, compresi i corsi d’acqua, definendo lo scenario di “stato di fatto”; questo risulta comprensivo delle aree nel comune di Villafranca Piemonte afferenti al Canale del Molino ed al Canale Carando.

Il modello ha indicativamente le estensioni comprese tra il Canale del Molino a sud, la SP 139 a ovest Via S. Sudario a nord ed il centro storico al est.

La risoluzione generale della cella di calcolo del mesh è stata assegnata pari a 10 x 10 m e successivamente infittita e dettagliata in corrispondenza dei corsi d’acqua e dei limiti significativi aventi funzionalità idraulica sino ad una risoluzione di 2 m circa o anche inferiore dove necessario.

Complessivamente si sono ottenute le seguenti caratteristiche medie del dominio:

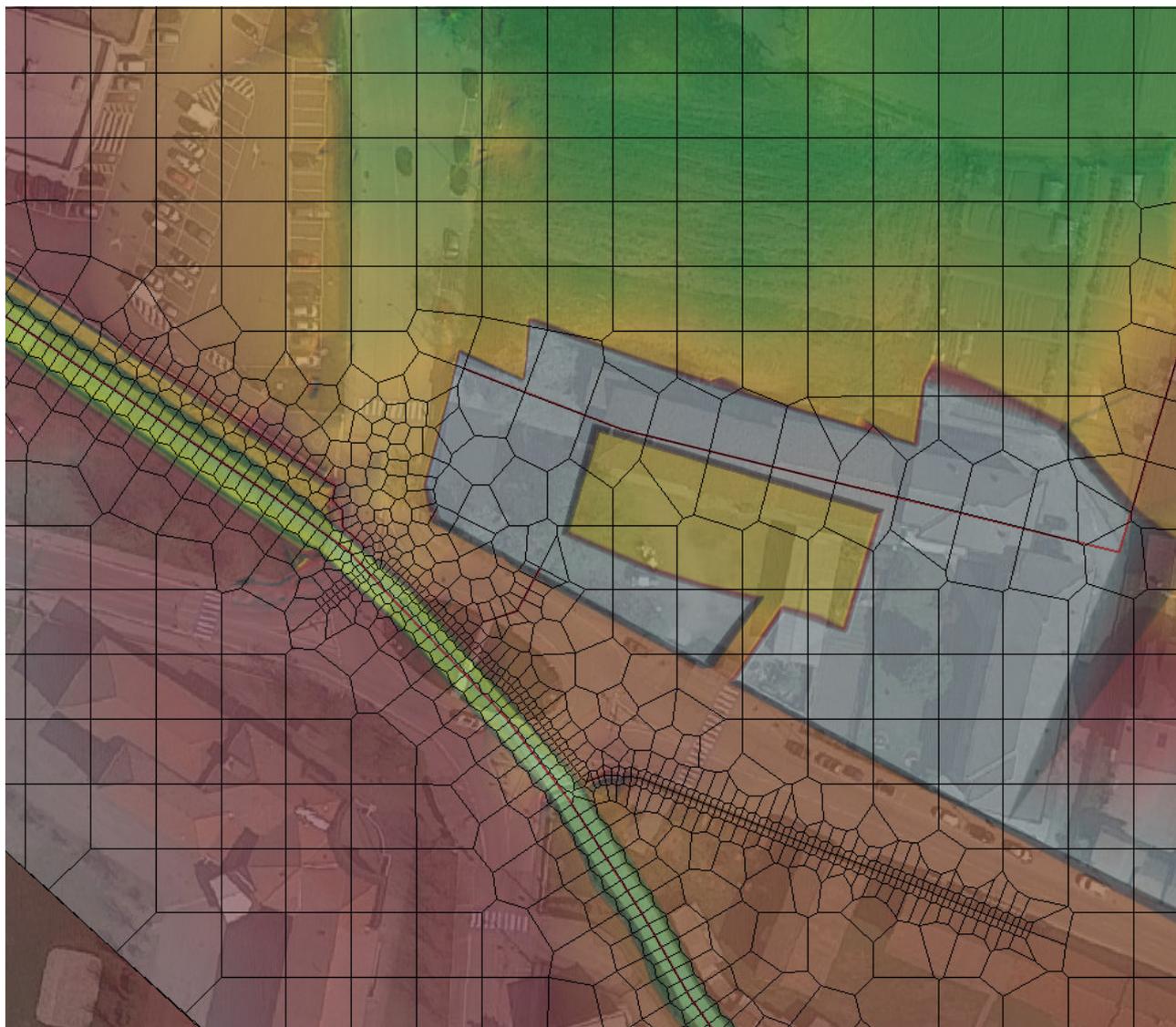
```
Mesh contains: 9727 cells  
max cell(1840) = 231.96(m2)  
min cell = 0.66(m2)  
avg cell = 64.50(m2)
```

La dimensione delle celle non rappresenta per il modello HEC RAS 5.03 il limite della risoluzione. Il calcolo del risolutore in termini di area liquida, volume di invaso e raggio idraulico si basa infatti sulla geometria e sulla risoluzione del DTM.

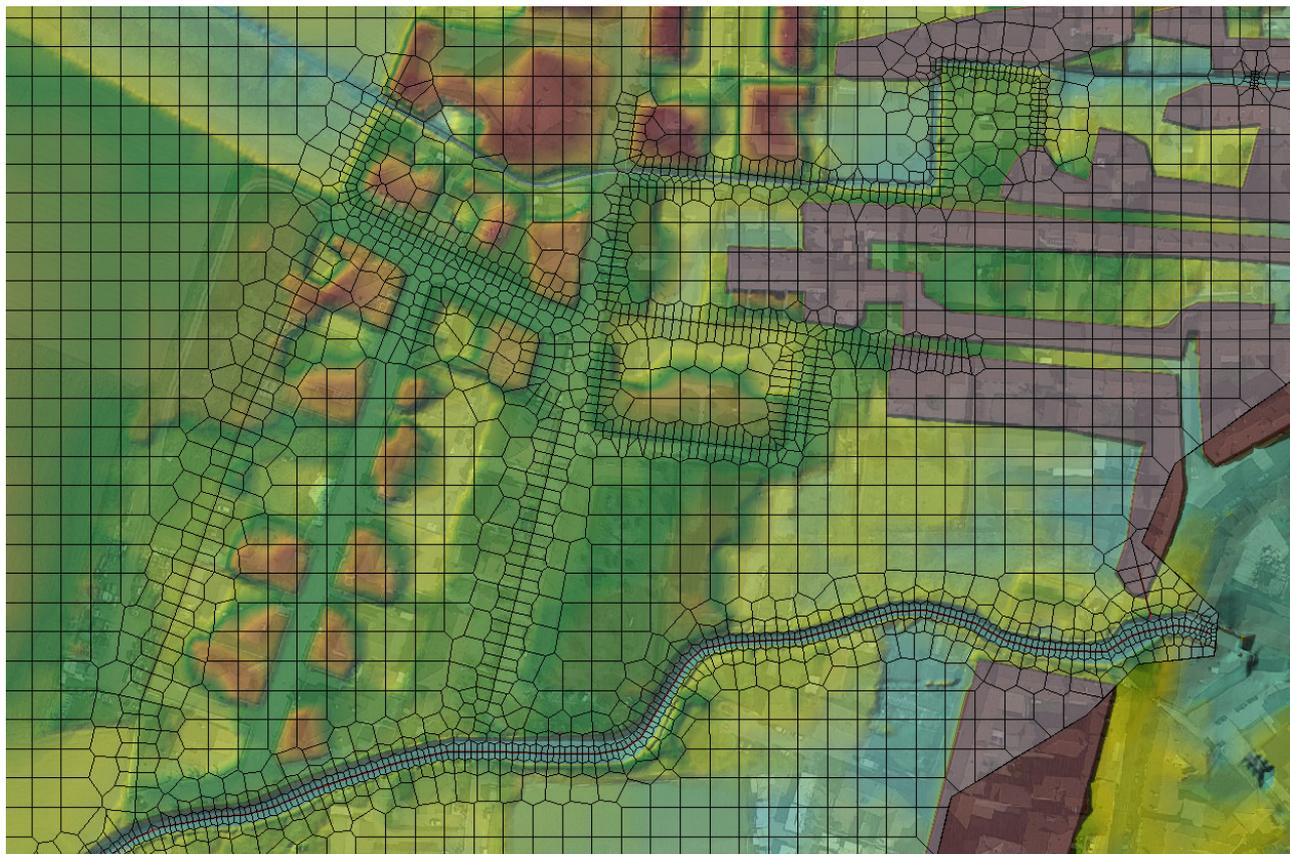
Il dominio di calcolo viene infine completato da una serie di “Break Lines” e “Internal Connection” che rappresentano limiti fisici della geometria e, nel caso, manufatti particolari quali muri ed attraversamenti puntuali. Utilizzando tali opzioni si sono descritti nel dettaglio sia gli alvei sia gli attraversamenti esistenti.

Non essendo possibile nella versione del software proposta descrivere tratti tombinati di estensione notevole (che connettono celle non contigue) i tratti fognari interrati, che contribuiscono certamente al deflusso, sono stati cautelativamente descritti inserendo alcune sezioni fisse di imbocco ai tratti coperti. Tali sezioni certamente costituiscono potenziali zone di rigurgito e di ostacolo al deflusso.

Nel seguito alcune soluzioni adottate per la modellazione di zone particolarmente complesse



Zone ponte scuole: sovrapposizione mesh di calcolo, dtm in falso colore e foto aerea Google satellite.



Zona centrale via Carando – Festa – Gamerj – Rejnaud e Stobbia: sovrapposizione mesh di calcolo, dtm in falso colore e foto aerea Google satellite.

In conclusione le assunzioni geometriche, sia per quanto riguarda la descrizione delle aree che per quanto attiene alla trasposizione di queste all'interno del modello, si ritengono sufficientemente curate ed esaustive delle esigenze di dettaglio e modellazione.

Condizioni al contorno – idrogrammi in ingresso

Le ipotesi di calcolo relative alle condizioni al contorno introdotte nel modello di simulazione numerica bidimensionale comprendono delle condizioni di moto vario. Occorre fornire al modello degli idrogrammi variabili nel tempo in ingresso in corrispondenza dei nodi significativi del dominio. Tipicamente nel 2D vengono introdotti idrogrammi di portata, mentre classicamente le verifiche stazionarie monodimensionali necessitano del solo valore di portata al colmo. Nel caso in esame sono disponibili tutte le valutazioni idrologiche di portata al colmo ampiamente condivise, mentre occorre definire ex novo gli idrogrammi di riferimento.

I valori al colmo calcolati ed utilizzati per le verifiche stazionarie risultano i seguenti:

<i>Tabella 1 – portate di verifica</i>			
<i>Corso d'acqua</i>	<i>Portata Q Tr = 20 anni (mc/s)</i>	<i>Portata Q Tr = 100 anni (mc/s)</i>	<i>Portata Q Tr = 200 anni (mc/s)</i>
Canale del Mulino a monte della Circonvallazione	15.00	20.40	22.30
Canale del Mulino a valle della Circonvallazione	13.70	14.50	15.00
Canale del Mulino a valle del Canale del Martinetto	9.50	10.20	11.00
Canale del Martinetto	4.00	4.50	5.00
Canale di Via Carando zona cimitero	0.30	0.30	0.40
Canale di Via Carando zona concentrico	0.95	1.20	1.50

la trasposizione di detti valori al colmo in sensati idrogrammi di riferimento può essere fatta con varie metodologie alcune delle quali basate su assunzioni fisiche quali, per esempio, la modellazione afflussi deflussi. Nel caso in esame i dati idrologici di base (piogge, tempo di corrivazione, morfologia e coeff. di deflusso ecc..) sono già stati calcolati e condivisi e sono forniti come elementi di input all'analisi 2D.

Alcuni dei valori idrologici definiti nella precedente tabella inoltre dipendono da fattori idraulici 2D in quanto, per esempio, le portate esondate dal Molino possono raggiungere il canale Carando oppure la ripartizione del canale Martinetto dal Molino è da considerarsi tipicamente legata all'idraulica e non all'idrologia.

Non è quindi possibile seguire un approccio idrologico per la definizione degli idrogrammi, alcuni di tali idrogrammi, interni alla 2D area, saranno automaticamente calcolati sulla base degli ingressi esterni e potranno risultare, al colmo, anche differenti da quanto ipotizzato nella suddetta tabella in quanto dipendenti dalla simulazione.

È stato possibile definire gli idrogrammi in ingresso a partire dalla forma dell'idrogramma unitario del SCS. In tal caso si è attribuito il valore al colmo Q_p pari al colmo associato al tempo di ritorno, assumendo il T_p tempo di picco pari a:

Tempo di ritardo del picco rispetto al tempo associato al baricentro dello ietogramma (basin lag):

$$T_i = 0.6 \cdot t_c$$

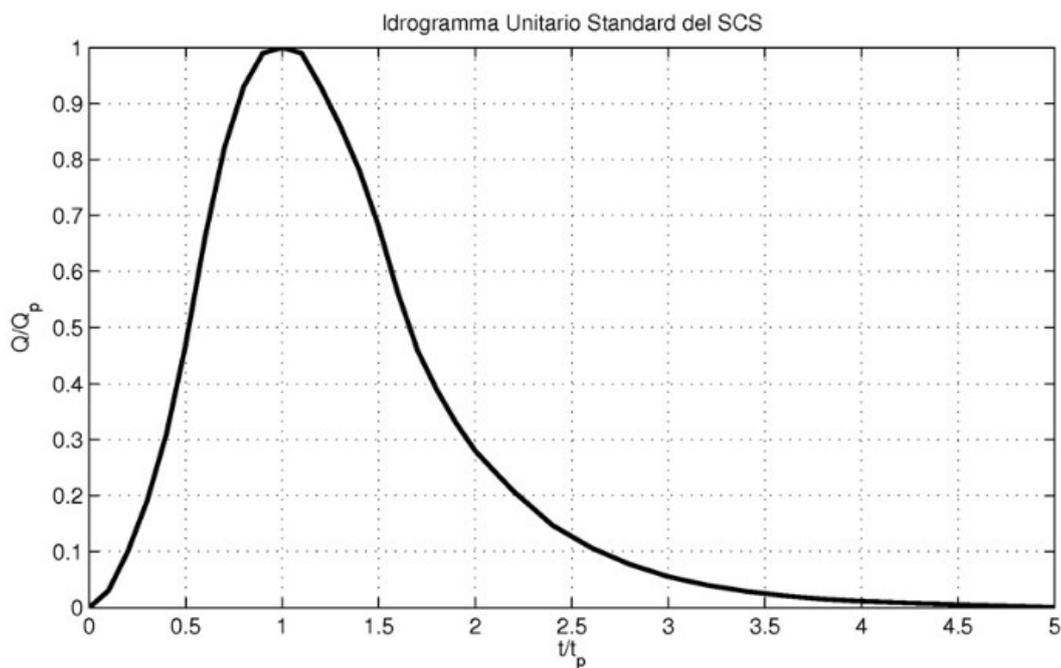
Tempo del picco dall'inizio della pioggia:

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + T_i$$

Con t_c tempo di corrivazione, TL tempo di ritardo, Δt tempo di campionamento dell'idrogramma (10 min)

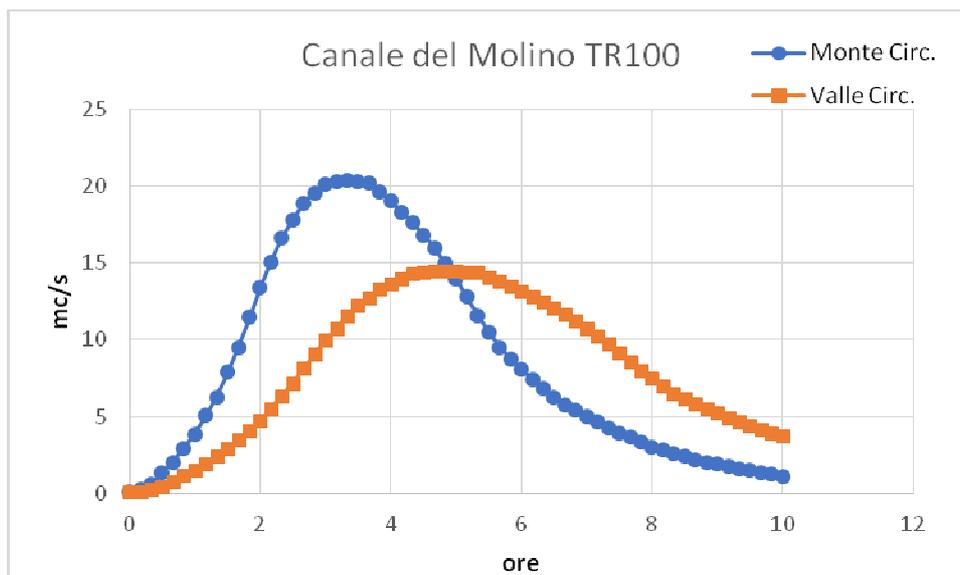
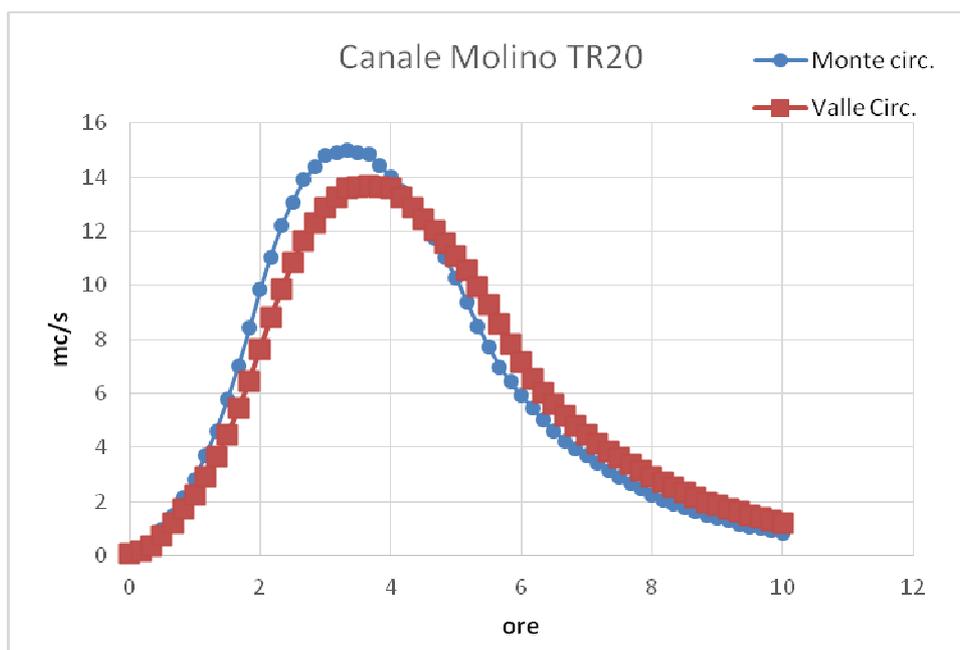
t/t_p	Q/Q_p	t/t_p	Q/Q_p	t/t_p	Q/Q_p
0.0	0	1.1	0.990	2.4	0.147
0.1	0.030	1.2	0.930	2.6	0.107
0.2	0.100	1.3	0.860	2.8	0.077
0.3	0.190	1.4	0.780	3.0	0.055
0.4	0.310	1.5	0.680	3.2	0.040
0.5	0.470	1.6	0.560	3.4	0.029
0.6	0.660	1.7	0.460	3.6	0.021
0.7	0.820	1.8	0.390	3.8	0.015
0.8	0.930	1.9	0.330	4.0	0.011
0.9	0.990	2.0	0.280	4.5	0.005
1.0	1.000	2.2	0.207	5.0	0

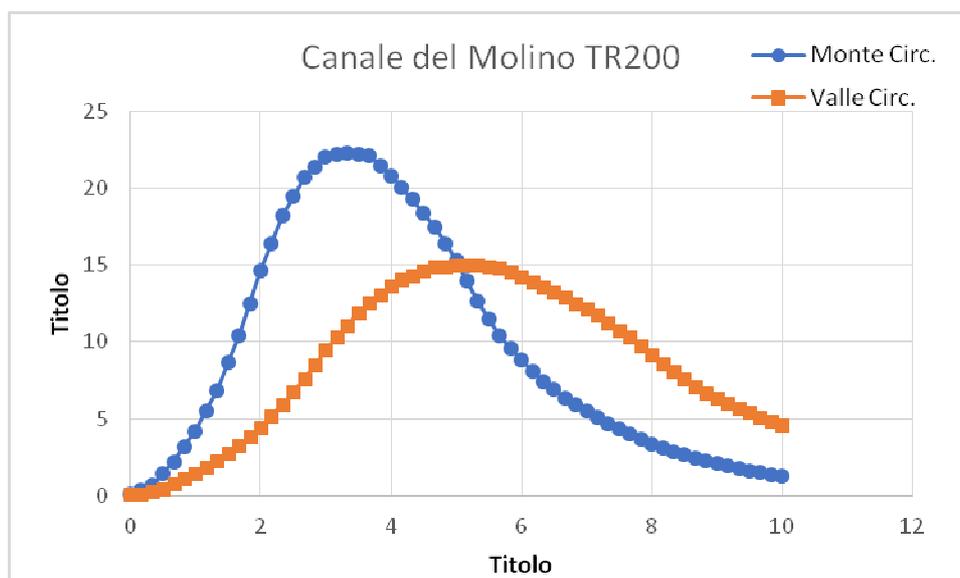
Tabella Coordinate idrogramma unitario SCS adimensionalizzato



I corrispondenti idrogrammi in ingresso sono stati definiti a monte della circonvallazione noti T_c , e T_L in base ai calcoli idrologici forniti e già svolti, successivamente, note le portate di rilascio a valle circonvallazione (anche questo un dato fornito e condiviso), si è adattato il parametro T_L per mantenere il volume complessivo dell'idrogramma originario, riducendo il colmo Q_p al valore prescritto a valle circonvallazione (ingresso al modello).

Gli idrogrammi risultano i seguenti:





Le condizioni al contorno di monte del modello 2D sono state definite introducendo nel modello gli idrogrammi a valle della circonvallazione per ciascun tempo di ritorno.

Oltre al precedente ingresso, in fase con gli idrogrammi del Molino, sono stati anche introdotti gli idrogrammi del Canale Carando zona cimitero (ricavati con metodologia analoga) in corrispondenza della circonvallazione.

Infine, per poter simulare un buon tratto del Martinetto, tombato nella zona di Via Piave, l'uscita del Martinetto alla diversione dal Molino è virtualmente reintrodotta nel modello all'inizio di via Piave stessa.

Condizioni al contorno di uscita

Le condizioni al contorno di valle prevedono di adottare, in uscita dal modello, delle condizioni di pendenza uniforme sulla linea del dominio di uscita. Tale pendenza è stata adottata sulla base dell'effettivo sviluppo del fondo alveo nella zona di uscita oppure seguendo esigenze di ripartizione del flusso, come accade per il canale del Molino alla diversione del Martinetto. In quest'ultimo caso si sono adottate condizioni al contorno sul Martinetto in modo da ripartire indicativamente la portata sul Martinetto in ragione di un 30 % di quella del Molino. I valori di pendenza adottati sono i seguenti:

Uscita del Molino pendenza m/m 0.03

Uscita del Carando e uscita del Martinetto dal modello nei pressi di Piazza del Gesù pendenza m/m 0.004

Uscita del Martinetto alla diversione dal Molino m/m 0.0005

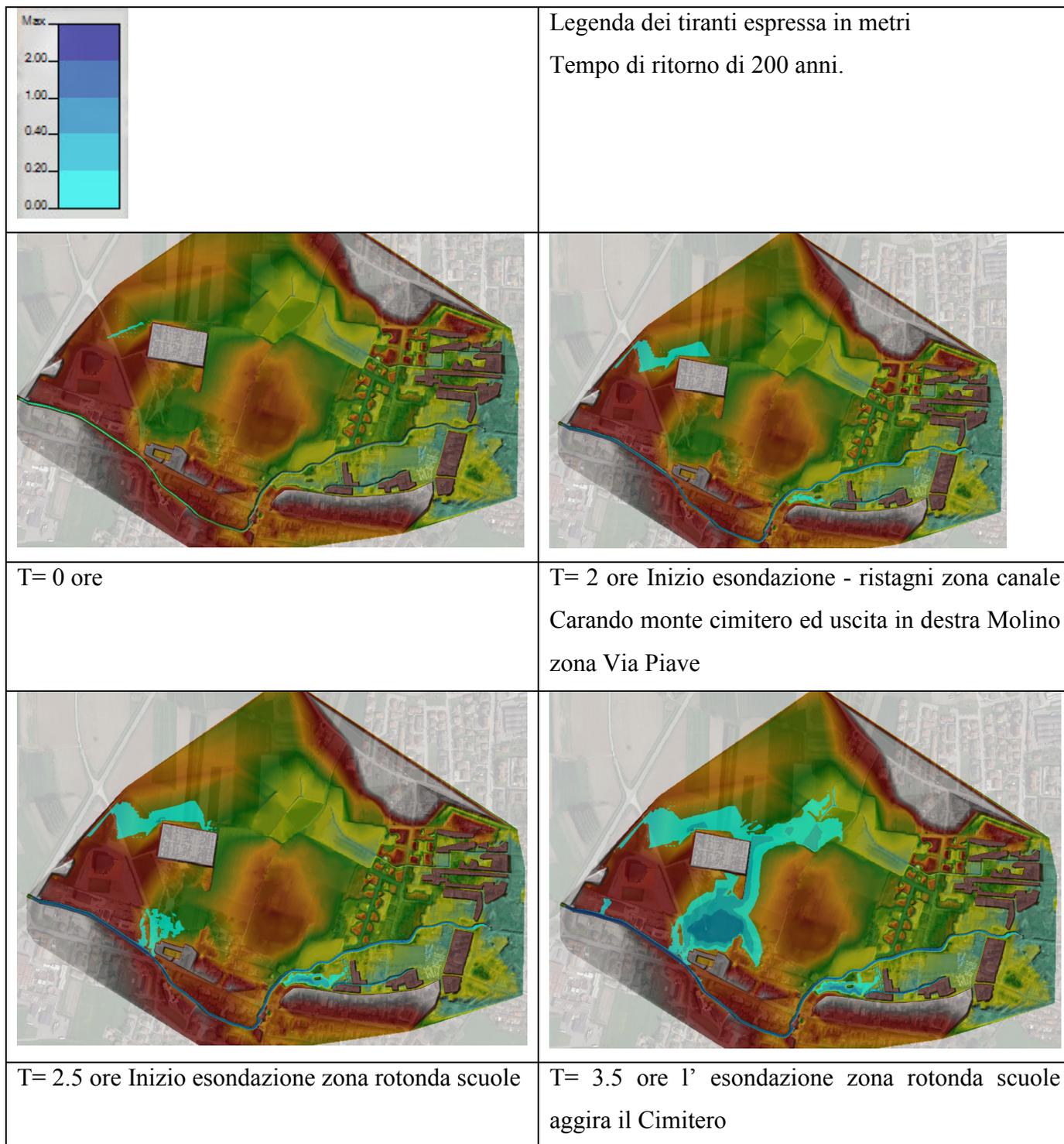
Coefficienti di scabrezza

il coefficiente di scabrezza per la 2D area è stato assunto pari a $0.035 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ ($28.6 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ C di Strickler).

Le scelte effettuate sono desunte dai normali valori adottati in letteratura e corrispondono alla scabrezza già assunta a suo tempo per le verifiche in moto permanente 1D. Il valore, adottato anche esternamente all'alveo, pare adeguato poiché l'esonazione avviene, almeno inizialmente, sulle viabilità cittadine e la circolazione dell'esonato sull'asfalto presenterebbe condizioni di scabrezza che sarebbero addirittura inferiori a quelle proposte. Per quanto riguarda invece i campi e le zone incolte interessate da esonazione in questi tratti la scabrezza media sarebbe probabilmente molto maggiore di $0.04 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ ma, in tali zone, si verificano condizioni di stagnazione ed allagamento generalizzato con velocità molto ridotte, pertanto la scabrezza adottata in tal caso è poco influente. Per quanto esposto il valore di scabrezza pari a $0.035 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ pare essere adeguato alle condizioni di studio.

Definizione dei livelli idrometrici e sintesi dei principali risultati del modello

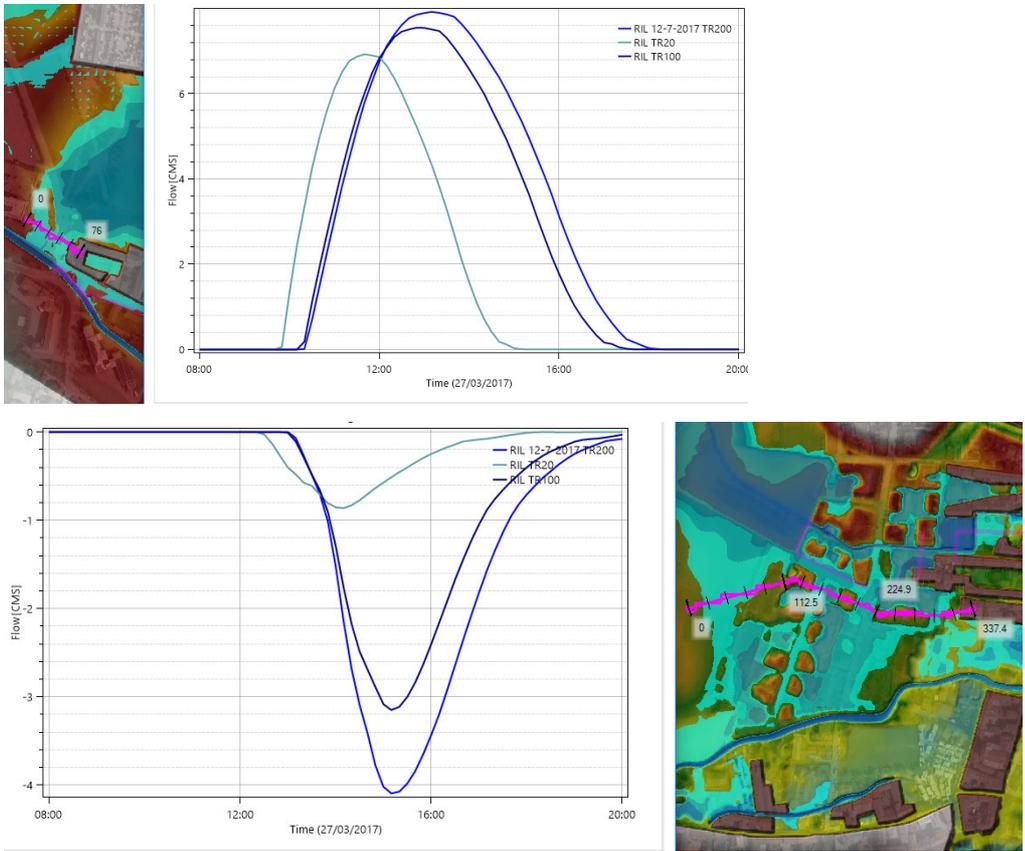
Il modello elaborato consente in definitiva di individuare le variabili idrauliche globali dell'area di interesse e di verificare il comportamento delle opere esistenti. Il vantaggio del 2D in tal caso è anche quello di determinare un campo delle velocità puntuale che consente di valutare con maggiore precisione i punti ove la velocità si concentra o tiranti sono rilevanti. Le risultanze modellistiche sintetizzate nelle tavole grafiche e le conseguenti assunzioni idrauliche costituiscono, se correttamente interpretate, un valido ausilio alla definizione delle condizioni di dissesto. Una attenta analisi temporale dell'evento consente di descrivere compiutamente cosa accade a scala di evento:



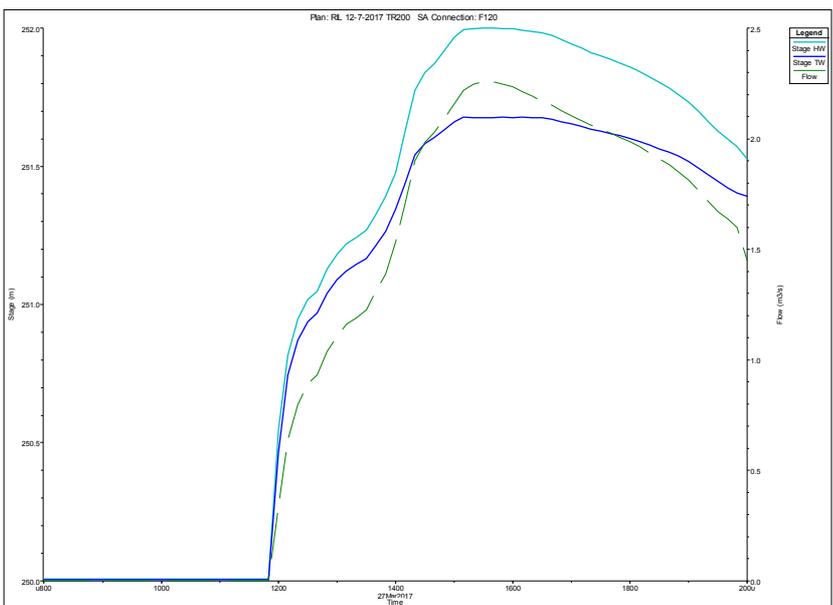
<p>T= 4.5 ore l' esondazione riempie l'invaso a monte di via Carando e comincia ad esondare verso le case</p> <p>Una esondazione secondaria si verifica anche in sinistra sbocco circonvallazione</p>	<p>5.2 ore ≈ massimo colmo in ingresso</p>
<p>6.5 ore Esondazione nelle vie Carando e limitrofe</p>	<p>7.5 ore ≈ massimo colmo di allagamento nelle vie Carando e limitrofe ed inizio deflusso di rientro</p>

Sono poi stati definiti gli idrogrammi risultanti dalle simulazioni per alcune zone significative:

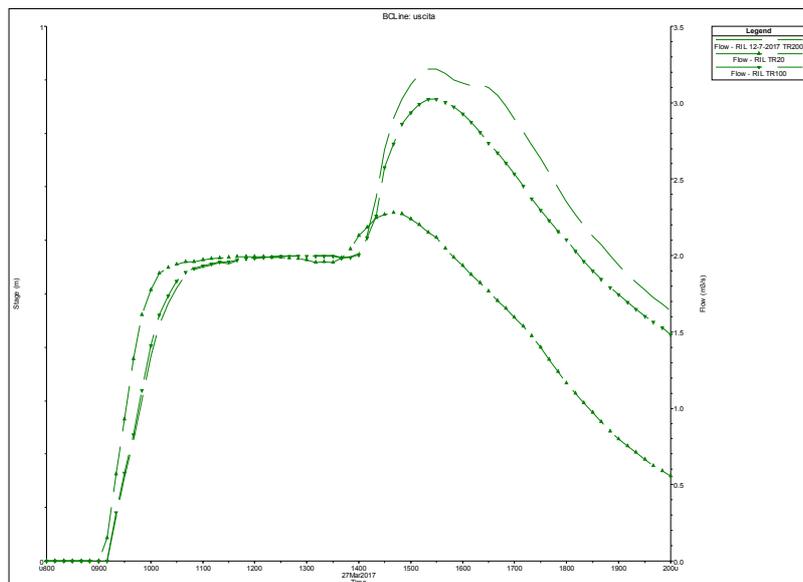
Idrogrammi fuoriuscita zona rotonda scuole delle scuole per i tre tempi di ritorno



Portata in rientro verso il canale del Molino.

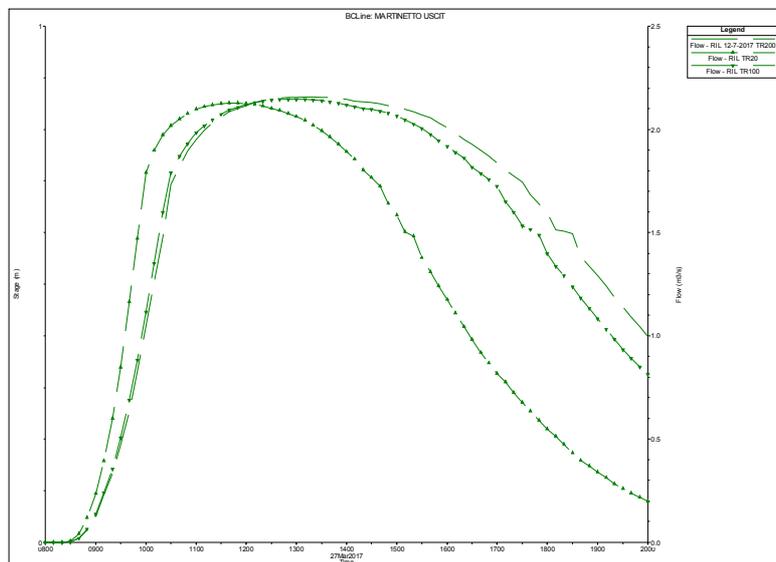


Portata e livelli dell'imbocco d 1200 di via Carando per Tr 200 anni



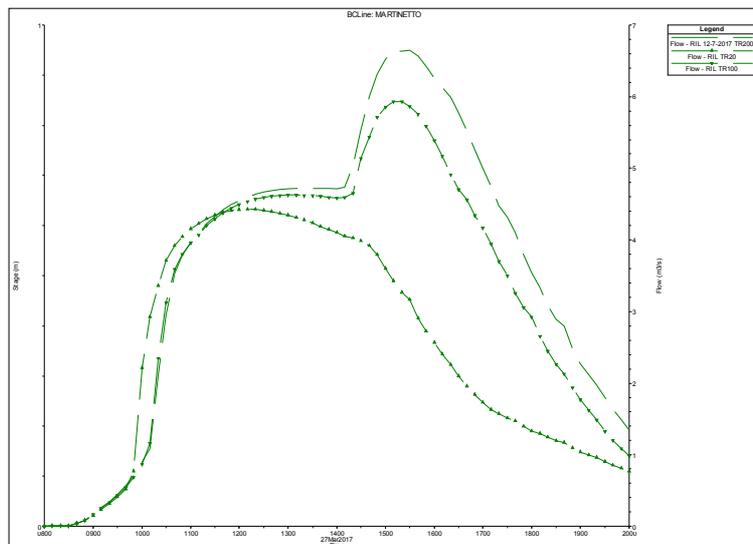
	Time Series	Maximum	Time at Max	Volume(1000 m3)
1	RIL 12-7-2017 TR200:Flow	3.22	27mar2017 1530	85.13
2	RIL TR20:Flow	2.28	27mar2017 1440	64.57
3	RIL TR100:Flow	3.02	27mar2017 1530	80.55

Uscita dal canale del Molino



	Time Series	Maximum	Time at Max	Volume(1000 m3)
1	RIL 12-7-2017 TR200:Flow	2.16	27mar2017 1310	68.15
2	RIL TR20:Flow	2.13	27mar2017 1150	52.80
3	RIL TR100:Flow	2.15	27mar2017 1300	65.69

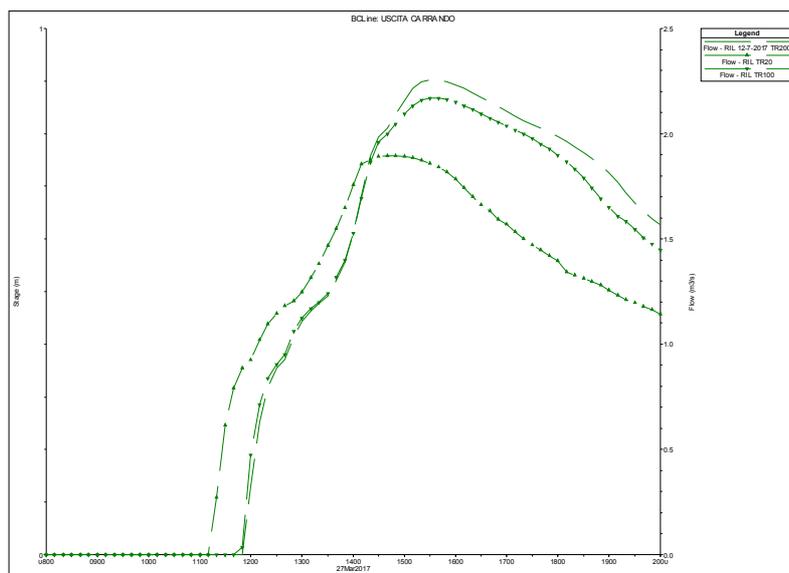
Uscita dalla ripartizione del Martinetto



	Time Series	Maximum	Time at Max	Volume(1000 m3)
1	RIL 12-7-2017 TR.200:Flow	6.65	27mar2017 1530	157.14
2	RIL TR20:Flow	4.43	27mar2017 1210	107.45
3	RIL TR100:Flow	5.93	27mar2017 1520	142.21

Uscita del Martinetto in Piazza del Gesù

In tal caso si fa notare come nel tratto compreso tra la ripartizione del Martinetto dal Molino e la Piazza del Gesù vi sia un importante incremento di portata in uscita dettata dal fatto che alcune ulteriori esondazioni del canale del Molino sono recepite dal canale del martinetto.



	Time Series	Maximum	Time at Max	Volume(1000 m3)
1	RIL 12-7-2017 TR.200:Flow	2.26	27mar2017 1530	50.71
2	RIL TR20:Flow	1.90	27mar2017 1440	44.94
3	RIL TR100:Flow	2.17	27mar2017 1540	49.12

Uscita dal canale Carando

Per facilitare la sintesi delle informazioni di calcolo oltre alle tavole grafiche ove sono rappresentati tiranti velocità e livelli si sono definiti alcuni livelli di riferimento riportati nel seguito.

	LIVELLI DI RIFERIMENTO msm
SBOCCO VALLE PROVINCIALE - ESONDAZIONE SX	255.3
ROTONDA SCUOLE ESONDAZIONE SX	254.9
POSTEGGIO SUPERMERCATO	254.6
ZONA CIMITERO LATO SUD	254.13
ZONA CIMITERO LATO EST	253.8
ZONA CIMITERO LATO NORD	253.8
ALLAGAMENTO VIA CANDELINO	253.8
VIA FESTA E VIA CARANDO OVEST	253.8
VIA CARANDO STOBIA E REJNAUD	253.5
VIA GALLIANO REJNAUD EST E S SEBASTIANO	252.2
VIA GARNERJ OVEST	252.65
VIA PIAVE DA OVEST AD EST	252.8-252.5
VIA STOBIA SUD	252.84

I precedenti livelli di riferimento sono un valido ausilio per determinare l'esondabilità o meno delle varie zone soggette ad esondazione.

In conclusione il quadro idraulico e la dinamica di esondazione che risulta dalle analisi svolte è particolarmente complessa con un intreccio di flussi e commistioni di contributi tipici dell'approccio bidimensionale.

Gli idrogrammi evidenziati infatti tengono in conto di esondazioni e rientri in alveo talvolta imprevedibili da una analisi monodimensionale.

Le tavole grafiche desunte dalla modellazione sono da ritenersi esaustive delle condizioni di dissesto idraulico presente sull'area analizzata.

Verifiche idrauliche semplificate canali irrigui

Per le verifiche idrauliche dei corsi d'acqua secondari, costituiti dal T. Sterpissone Nero, Bealera Bealerasa e Gora Mottura, alla luce delle caratteristiche geometriche degli stessi si è adottata una metodologia semplificata in moto permanente.

La verifica idraulica della sezione di un canale in cui fluisce una corrente in moto uniforme viene eseguita secondo la seguente formula di Chesy:

$$Q = \chi * A * (r * i)^{1/2}$$

dove:

Q = portata (mc/sec);

χ = coefficiente di resistenza, calcolato in funzione della scabrezza;

A = Area della sezione fluida;

r = raggio idraulico (Area / contorno bagnato);

i = pendenza media del fondo;

Il coefficiente di resistenza χ viene valutato con la seguente formula di Manning:

$$\chi = 1 / n * r^{1/6}$$

dove:

n = coefficiente di scabrezza di Manning (pari a 1/C coefficiente di scabrezza di Strickler) definito in base alla natura del fondo e delle pareti;

r = raggio idraulico (Area / contorno bagnato);

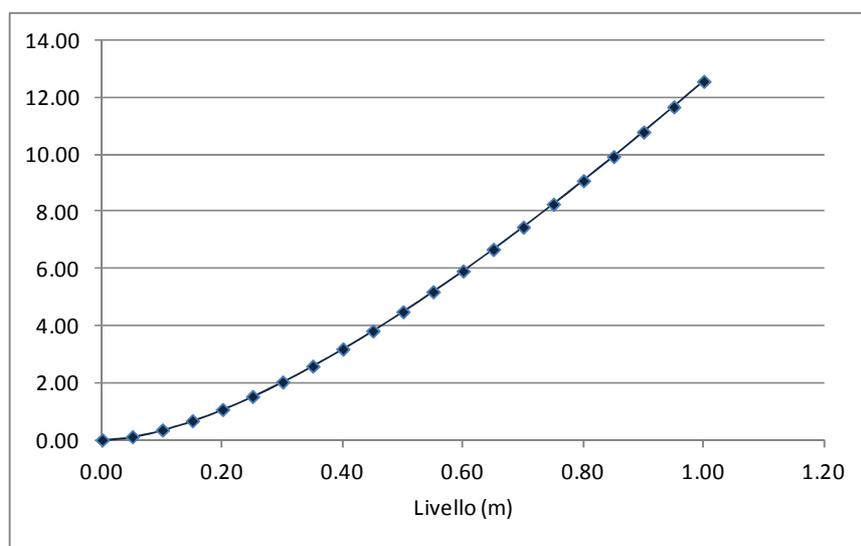
Per le sezioni di tubazione in cls si può adottare un coefficiente di scabrezza di Manning $n = 0.013$ (coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $C = 80$), mentre per i tratti di canale in terra si può adottare un coefficiente di scabrezza di Manning $n = 0.03$ (coefficiente di scabrezza di Strickler pari circa a $C = 30$).

Si riportano di seguito le scale di deflusso relative alle sezioni principali analizzate per ciascun corso d'acqua, considerando la pendenza dei vari tratti desunta dai rilievi in sito.

I risultati delle verifiche sono stati riportati graficamente nelle tavole n. 018 e 019 allegate.

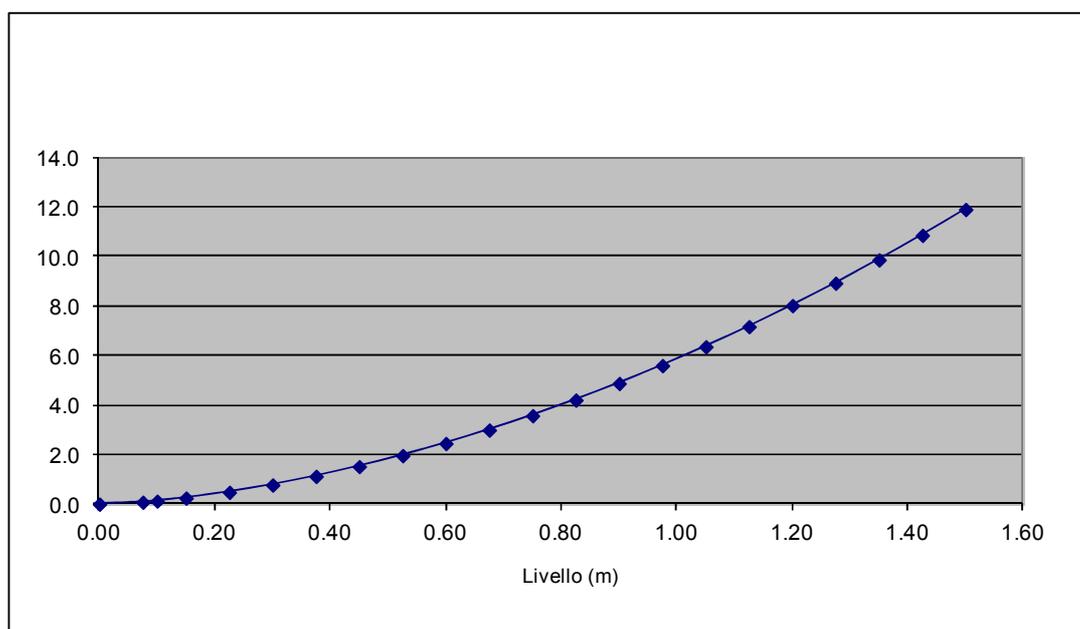
• *T. Sterpissone Nero - attraversamento AVONAG041*

Vfr_Sterpissone		Scala di deflusso in moto uniforme sezione rettangolare AVONAG041		
Larghezza del fondo (m)		3.8		
Pendenza (m/m)		0.0030		
C di Strickler (m ^{1/3} s-1)		80		
Altezza massima dal fondo		1		
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.19	0.05	0.58	0.11
0.10	0.38	0.10	0.91	0.35
0.15	0.57	0.14	1.18	0.67
0.20	0.76	0.18	1.40	1.07
0.25	0.95	0.22	1.60	1.52
0.30	1.14	0.26	1.78	2.03
0.35	1.33	0.30	1.94	2.59
0.40	1.52	0.33	2.09	3.18
0.45	1.71	0.36	2.23	3.82
0.50	1.90	0.40	2.36	4.49
0.55	2.09	0.43	2.48	5.19
0.60	2.28	0.46	2.60	5.92
0.65	2.47	0.48	2.70	6.67
0.70	2.66	0.51	2.80	7.46
0.75	2.85	0.54	2.90	8.26
0.80	3.04	0.56	2.99	9.08
0.85	3.23	0.59	3.07	9.93
0.90	3.42	0.61	3.15	10.79
0.95	3.61	0.63	3.23	11.67
1.00	3.80	0.66	3.31	12.56



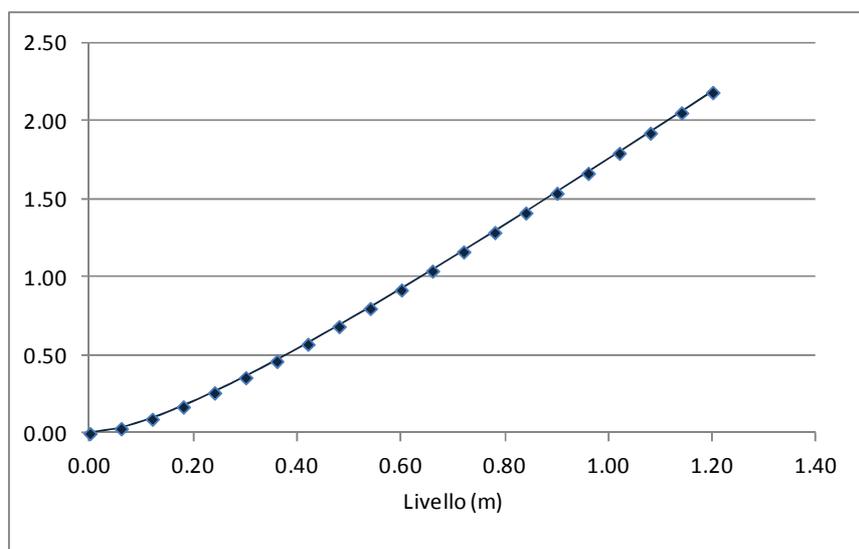
• *T. Sterpissone Nero - sezione 1StN*

Vfr_Sterpissone	Scala di deflusso in moto uniforme					
	sezione trapezia fosso esistente sez. 1StN - 1StN					
Larghezza del fondo (m)	2.7	Scarpa		vert.	su	orizz.
Pendenza (m/m)	0.003	0.003		1.5		1.2
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40	Altezza massima dal fondo		1.5		
livello (m)	larghezza pelo libero (m)	superficie bagnata (m ²)	perimetro bagnato (m)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	2.70	0.00	2.70	0.00	0.00	0.0
0.08	2.82	0.21	2.89	0.07	0.38	0.1
0.10	2.86	0.28	2.96	0.09	0.45	0.1
0.15	2.94	0.42	3.08	0.14	0.58	0.2
0.23	3.06	0.65	3.28	0.20	0.74	0.5
0.30	3.18	0.88	3.47	0.25	0.88	0.8
0.38	3.30	1.13	3.66	0.31	1.00	1.1
0.45	3.42	1.38	3.85	0.36	1.10	1.5
0.53	3.54	1.64	4.04	0.40	1.20	2.0
0.60	3.66	1.91	4.24	0.45	1.29	2.5
0.68	3.78	2.19	4.43	0.49	1.37	3.0
0.75	3.90	2.48	4.62	0.54	1.44	3.6
0.83	4.02	2.77	4.81	0.58	1.52	4.2
0.90	4.14	3.08	5.01	0.61	1.58	4.9
0.98	4.26	3.39	5.20	0.65	1.65	5.6
1.05	4.38	3.72	5.39	0.69	1.71	6.4
1.13	4.50	4.05	5.58	0.73	1.77	7.2
1.20	4.62	4.39	5.77	0.76	1.83	8.0
1.28	4.74	4.74	5.97	0.80	1.88	8.9
1.35	4.86	5.10	6.16	0.83	1.93	9.9
1.43	4.98	5.47	6.35	0.86	1.98	10.9
1.50	5.10	5.85	6.54	0.89	2.03	11.9



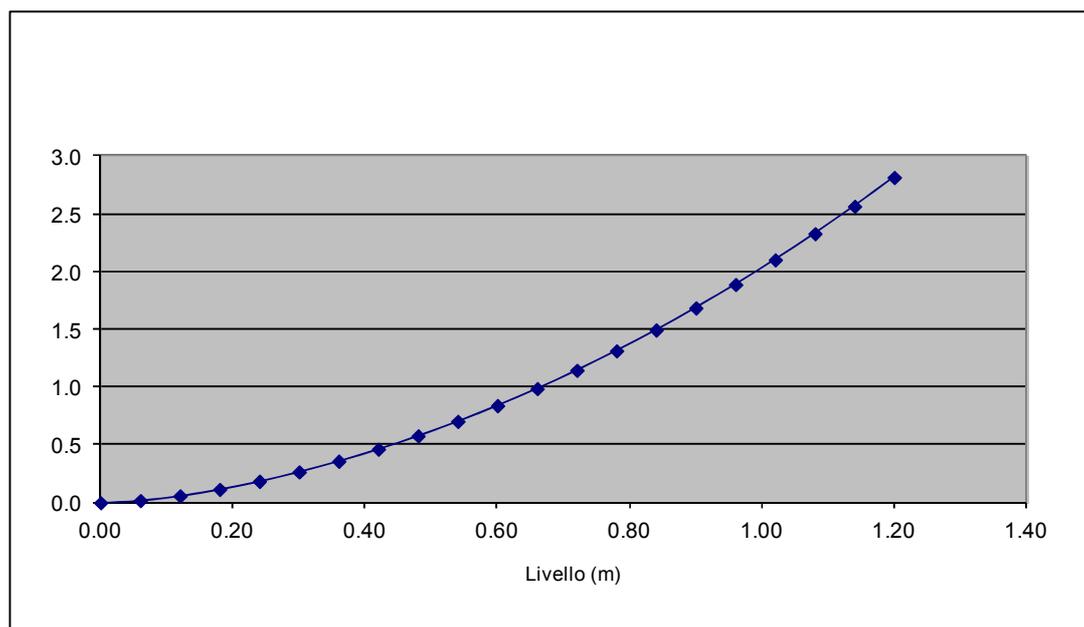
- *Bealera Bealerassa - attraversamento ARRIAG060*

Vfr_Bialerassa		Scala di deflusso in moto uniforme sezione rettangolare ARRIAG060		
Larghezza del fondo (m)		1		
Pendenza (m/m)		0.0020		
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)		60		
Altezza massima dal fondo		1.2		
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.06	0.07	0.06	0.43	0.03
0.12	0.14	0.12	0.64	0.09
0.18	0.22	0.16	0.79	0.17
0.24	0.29	0.19	0.90	0.26
0.30	0.36	0.23	0.99	0.36
0.36	0.43	0.25	1.07	0.46
0.42	0.50	0.27	1.13	0.57
0.48	0.58	0.29	1.19	0.68
0.54	0.65	0.31	1.23	0.80
0.60	0.72	0.33	1.27	0.92
0.66	0.79	0.34	1.31	1.04
0.72	0.86	0.35	1.34	1.16
0.78	0.94	0.37	1.37	1.28
0.84	1.01	0.38	1.40	1.41
0.90	1.08	0.39	1.42	1.54
0.96	1.15	0.39	1.44	1.66
1.02	1.22	0.40	1.46	1.79
1.08	1.30	0.41	1.48	1.92
1.14	1.37	0.42	1.50	2.05
1.20	1.44	0.42	1.51	2.18



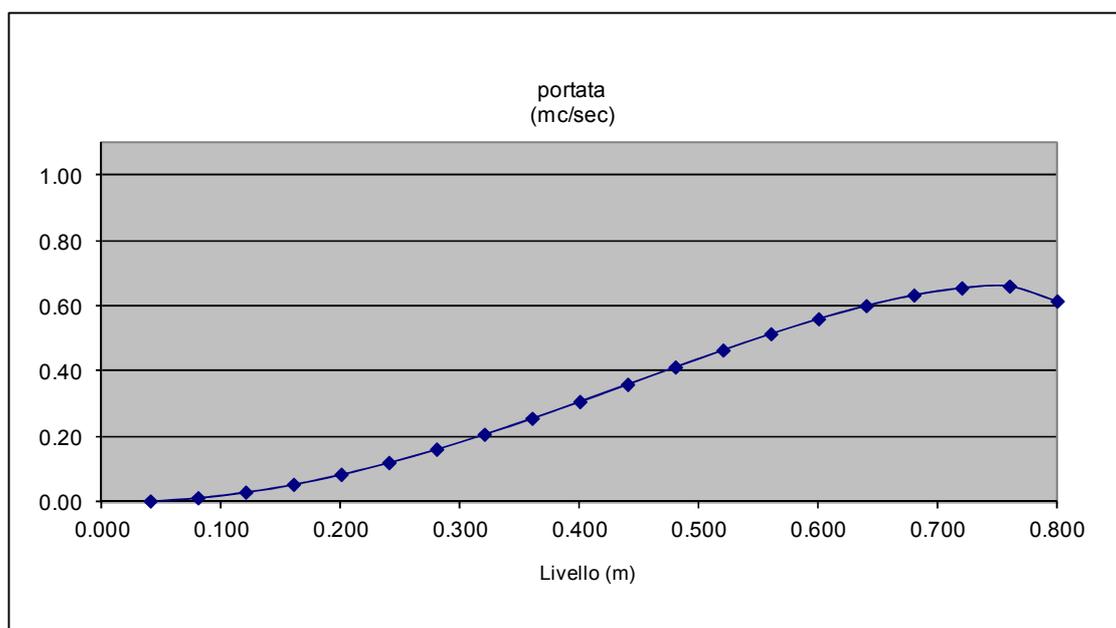
• *Bealera Bealerassa - sezione 5Bia*

Vfr_Bialerassa	Scala di deflusso in moto uniforme					
	sezione trapezia fosso esistente sez. 5Bia					
Larghezza del fondo (m)	1.2	Scarpa		vert.	su	orizz.
Pendenza (m/m)	0.002	sponde		1.2		0.7
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40	Altezza massima dal fondo		1.2		
livello (m)	larghezza pelo libero (m)	superficie bagnata (m ²)	perimetro bagnato (m)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	1.20	0.00	1.20	0.00	0.00	0.0
0.06	1.27	0.07	1.34	0.06	0.26	0.0
0.12	1.34	0.15	1.48	0.10	0.39	0.1
0.18	1.41	0.23	1.62	0.15	0.49	0.1
0.24	1.48	0.32	1.76	0.18	0.58	0.2
0.30	1.55	0.41	1.89	0.22	0.65	0.3
0.36	1.62	0.51	2.03	0.25	0.71	0.4
0.42	1.69	0.61	2.17	0.28	0.76	0.5
0.48	1.76	0.71	2.31	0.31	0.81	0.6
0.54	1.83	0.82	2.45	0.33	0.86	0.7
0.60	1.90	0.93	2.59	0.36	0.90	0.8
0.66	1.97	1.05	2.73	0.38	0.94	1.0
0.72	2.04	1.17	2.87	0.41	0.98	1.1
0.78	2.11	1.29	3.01	0.43	1.02	1.3
0.84	2.18	1.42	3.14	0.45	1.05	1.5
0.90	2.25	1.55	3.28	0.47	1.09	1.7
0.96	2.32	1.69	3.42	0.49	1.12	1.9
1.02	2.39	1.83	3.56	0.51	1.15	2.1
1.08	2.46	1.98	3.70	0.53	1.18	2.3
1.14	2.53	2.13	3.84	0.55	1.21	2.6
1.20	2.60	2.28	3.98	0.57	1.23	2.8



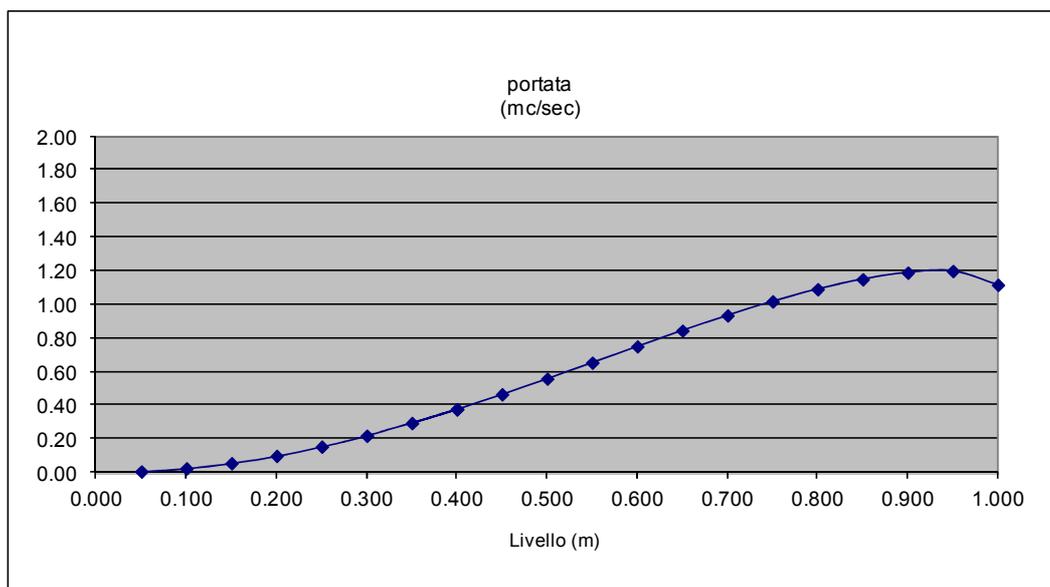
- *Bealera Bealerassa - sezione ARRIAG048 circolare ϕ 80 mm*

Scala di deflusso in moto uniforme sezione circolare ARRIAG048						
diametro esterno (mm)						
diametro interno (m)		0.8				
pendenza (m/m)	=	0.002				
C di Strickler (m ^{1/3} /s)	=	80				
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (mc/sec)
0.040	0.05	0.01	0.36	0.03	0.31	0.00
0.080	0.1	0.03	0.51	0.05	0.49	0.01
0.120	0.15	0.05	0.64	0.07	0.63	0.03
0.160	0.2	0.07	0.74	0.10	0.75	0.05
0.200	0.25	0.10	0.84	0.12	0.86	0.08
0.240	0.3	0.13	0.93	0.14	0.95	0.12
0.280	0.35	0.16	1.01	0.15	1.03	0.16
0.320	0.4	0.19	1.10	0.17	1.10	0.21
0.360	0.45	0.22	1.18	0.19	1.17	0.26
0.400	0.5	0.25	1.26	0.20	1.22	0.31
0.440	0.55	0.28	1.34	0.21	1.27	0.36
0.480	0.6	0.31	1.42	0.22	1.31	0.41
0.520	0.65	0.35	1.50	0.23	1.35	0.47
0.560	0.70	0.38	1.59	0.24	1.37	0.51
0.600	0.75	0.40	1.68	0.24	1.39	0.56
0.640	0.8	0.43	1.77	0.24	1.39	0.60
0.680	0.85	0.46	1.88	0.24	1.39	0.63
0.720	0.9	0.48	2.00	0.24	1.38	0.66
0.760	0.95	0.49	2.15	0.23	1.34	0.66
0.800	1	0.50	2.51	0.20	1.22	0.62



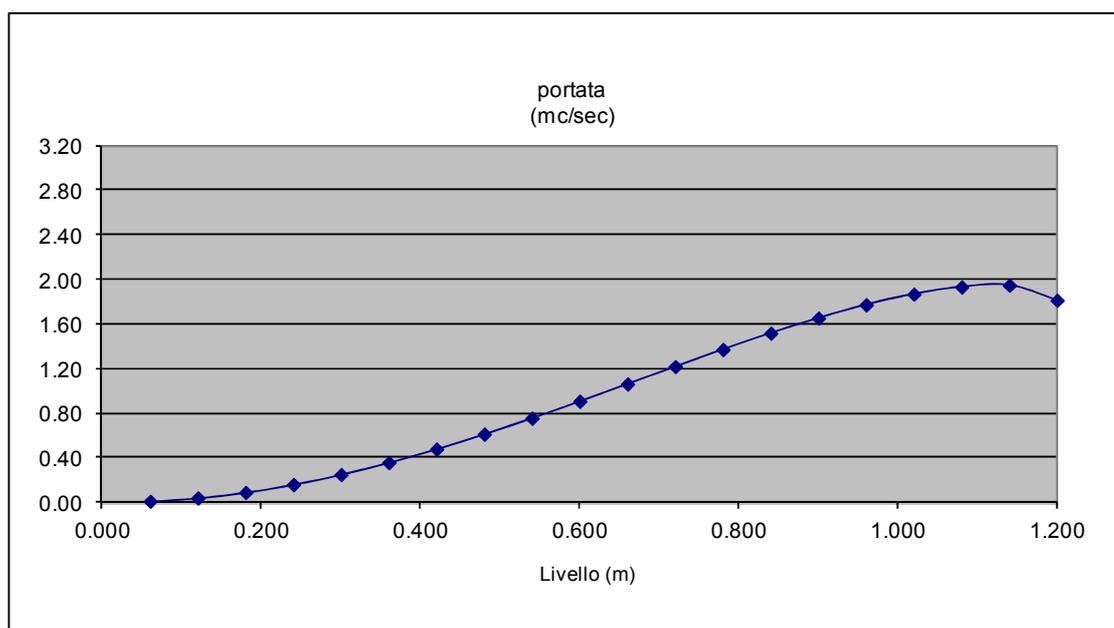
- *Bealera Bealerassa - sezioni circolari ϕ 1000 mm*

		Scala di deflusso in moto uniforme				
		sezione circolare ARRIAG049 - 050				
		- 051 - 052 - 053 - 054 - 055 - 056 -				
		057 - 059 - 064 - 066 - 069 - 070				
diametro esterno (mm)						
diametro interno (m)		1				
pendenza (m/m)	=	0.002				
C di Strickler (m ^{1/3} /s)	=	80				
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (mc/sec)
0.050	0.05	0.01	0.45	0.03	0.36	0.01
0.100	0.1	0.04	0.64	0.06	0.57	0.02
0.150	0.15	0.07	0.80	0.09	0.73	0.05
0.200	0.2	0.11	0.93	0.12	0.87	0.10
0.250	0.25	0.15	1.05	0.15	0.99	0.15
0.300	0.3	0.20	1.16	0.17	1.10	0.22
0.400	0.4	0.29	1.37	0.21	1.28	0.38
0.350	0.35	0.24	1.27	0.19	1.20	0.29
0.400	0.4	0.29	1.37	0.21	1.28	0.38
0.450	0.45	0.34	1.47	0.23	1.36	0.46
0.500	0.5	0.39	1.57	0.25	1.42	0.56
0.550	0.55	0.44	1.67	0.26	1.48	0.65
0.600	0.6	0.49	1.77	0.28	1.52	0.75
0.650	0.65	0.54	1.88	0.29	1.56	0.84
0.700	0.70	0.59	1.98	0.30	1.59	0.93
0.750	0.75	0.63	2.09	0.30	1.61	1.02
0.800	0.8	0.67	2.21	0.30	1.62	1.09
0.850	0.85	0.71	2.35	0.30	1.61	1.15
0.900	0.9	0.74	2.50	0.30	1.60	1.19
0.950	0.95	0.77	2.69	0.29	1.55	1.20
1.000	1	0.79	3.14	0.25	1.42	1.12



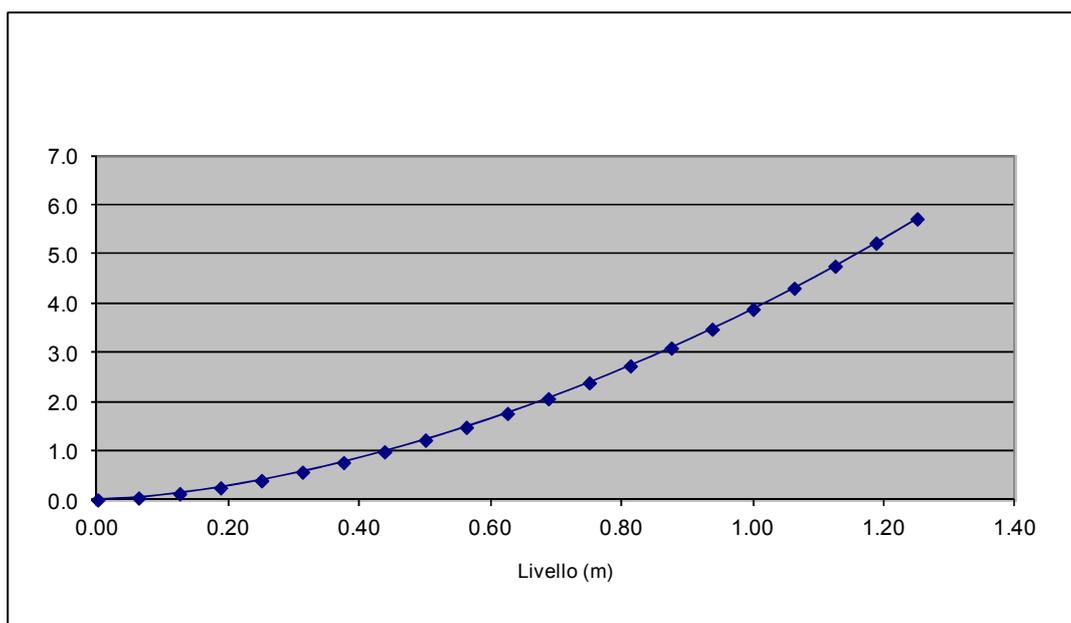
- *Bealera Bealerassa - sezioni circolari ϕ 1200 mm*

Scala di deflusso in moto uniforme sezione circolare ARRIAG063 - 068						
diametro esterno (mm)						
diametro interno (m)		1.2				
pendenza (m/m)	=	0.002				
C di Strickler (m ^{1/3} /s)	=	80				
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (mc/sec)
0.060	0.05	0.02	0.54	0.04	0.41	0.01
0.120	0.1	0.06	0.77	0.08	0.64	0.04
0.180	0.15	0.11	0.95	0.11	0.83	0.09
0.240	0.2	0.16	1.11	0.14	0.99	0.16
0.300	0.25	0.22	1.26	0.18	1.12	0.25
0.360	0.3	0.29	1.39	0.21	1.24	0.36
0.420	0.35	0.35	1.52	0.23	1.35	0.48
0.480	0.4	0.42	1.64	0.26	1.45	0.61
0.540	0.45	0.49	1.76	0.28	1.53	0.76
0.600	0.5	0.57	1.88	0.30	1.60	0.91
0.660	0.55	0.64	2.01	0.32	1.67	1.06
0.720	0.6	0.71	2.13	0.33	1.72	1.22
0.780	0.65	0.78	2.25	0.35	1.76	1.37
0.840	0.70	0.85	2.38	0.36	1.80	1.52
0.900	0.75	0.91	2.51	0.36	1.82	1.65
0.960	0.8	0.97	2.66	0.37	1.83	1.77
1.020	0.85	1.02	2.82	0.36	1.82	1.87
1.080	0.9	1.07	3.00	0.36	1.80	1.93
1.140	0.95	1.11	3.23	0.34	1.76	1.95
1.200	1	1.13	3.77	0.30	1.60	1.81



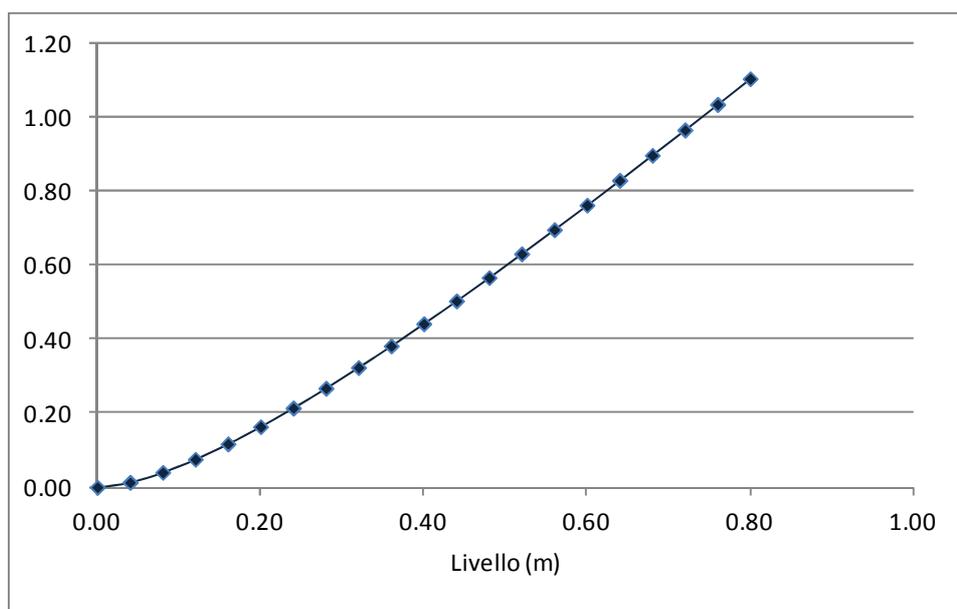
• *Gora Mottura - sezione trapezia 1 GM*

Vfr_Gora Mottura	Scala di deflusso in moto uniforme					
	sezione trapezia fosso esistente 1GM - 1GM					
Larghezza del fondo (m)	1.5	Scarpa	vert.	su	orizz.	
Pendenza (m/m)	0.005	sponde	1.25		0.7	
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40	Altezza massima dal fondo	1.25			
livello (m)	larghezza pelo libero (m)	superficie bagnata (m ²)	perimetro bagnato (m)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.0
0.06	1.57	0.10	1.64	0.06	0.43	0.0
0.13	1.64	0.20	1.79	0.11	0.65	0.1
0.19	1.71	0.30	1.93	0.16	0.82	0.2
0.25	1.78	0.41	2.07	0.20	0.96	0.4
0.31	1.85	0.52	2.22	0.24	1.08	0.6
0.38	1.92	0.64	2.36	0.27	1.19	0.8
0.44	1.99	0.76	2.50	0.31	1.28	1.0
0.50	2.06	0.89	2.65	0.34	1.37	1.2
0.56	2.13	1.02	2.79	0.37	1.45	1.5
0.63	2.20	1.16	2.93	0.39	1.52	1.8
0.69	2.27	1.30	3.08	0.42	1.59	2.1
0.75	2.34	1.44	3.22	0.45	1.65	2.4
0.81	2.41	1.59	3.36	0.47	1.72	2.7
0.88	2.48	1.74	3.51	0.50	1.77	3.1
0.94	2.55	1.90	3.65	0.52	1.83	3.5
1.00	2.62	2.06	3.79	0.54	1.88	3.9
1.06	2.69	2.23	3.94	0.57	1.93	4.3
1.13	2.76	2.40	4.08	0.59	1.98	4.8
1.19	2.83	2.57	4.22	0.61	2.03	5.2
1.25	2.90	2.75	4.37	0.63	2.08	5.7



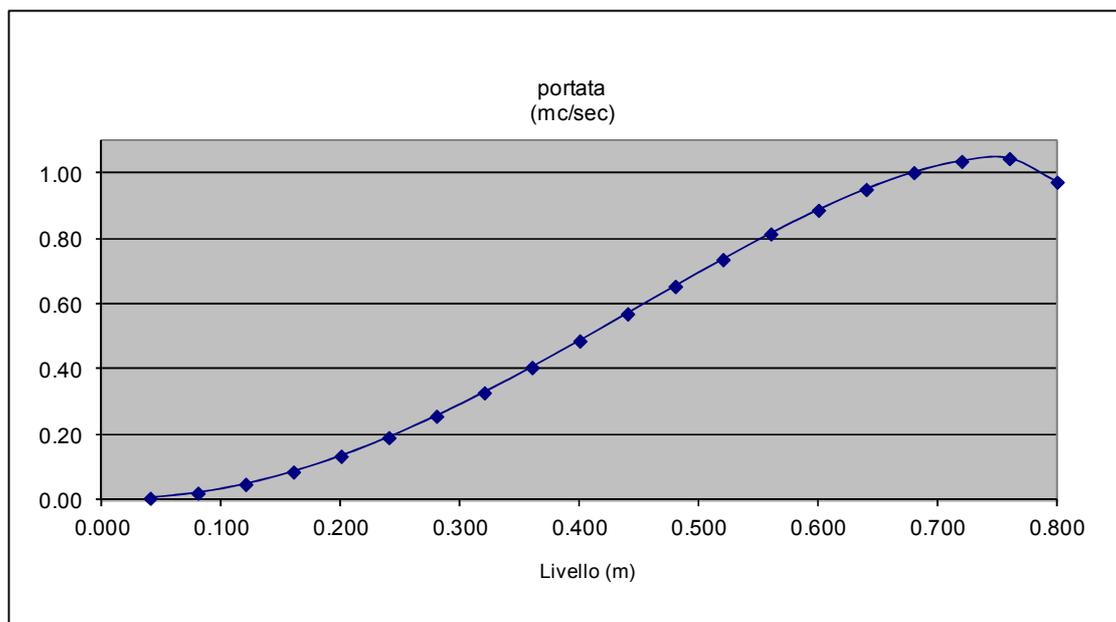
• *Gora Mottura - attraversamento AVONAG028*

Vfr_Gora Mottura		Scala di deflusso in moto uniforme sezione rettangolare AVONAG028		
Larghezza del fondo (m)		1.05		
Pendenza (m/m)		0.0050		
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)		40		
Altezza massima dal fondo		0.8		
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.04	0.04	0.04	0.32	0.01
0.08	0.08	0.07	0.48	0.04
0.12	0.13	0.10	0.60	0.08
0.16	0.17	0.12	0.70	0.12
0.20	0.21	0.14	0.78	0.16
0.24	0.25	0.16	0.85	0.21
0.28	0.29	0.18	0.91	0.27
0.32	0.34	0.20	0.96	0.32
0.36	0.38	0.21	1.01	0.38
0.40	0.42	0.23	1.05	0.44
0.44	0.46	0.24	1.09	0.50
0.48	0.50	0.25	1.12	0.57
0.52	0.55	0.26	1.16	0.63
0.56	0.59	0.27	1.18	0.70
0.60	0.63	0.28	1.21	0.76
0.64	0.67	0.29	1.23	0.83
0.68	0.71	0.30	1.26	0.90
0.72	0.76	0.30	1.28	0.97
0.76	0.80	0.31	1.30	1.03
0.80	0.84	0.32	1.31	1.10



- *Gora Mottura - sezione circolare ϕ 800 mm*

Vfr_Gora Mottura		Scala di deflusso in moto uniforme sezione circolare AVONAG010 - 14				
diametro esterno (mm)						
diametro interno (m)		0.8				
pendenza (m/m)	=	0.005				
C di Strickler (m ^{1/3} /s)	=	80				
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (mc/sec)
0.040	0.05	0.01	0.36	0.03	0.50	0.00
0.080	0.1	0.03	0.51	0.05	0.78	0.02
0.120	0.15	0.05	0.64	0.07	1.00	0.05
0.160	0.2	0.07	0.74	0.10	1.19	0.09
0.200	0.25	0.10	0.84	0.12	1.36	0.13
0.240	0.3	0.13	0.93	0.14	1.50	0.19
0.280	0.35	0.16	1.01	0.15	1.63	0.26
0.320	0.4	0.19	1.10	0.17	1.75	0.33
0.360	0.45	0.22	1.18	0.19	1.85	0.41
0.400	0.5	0.25	1.26	0.20	1.93	0.49
0.440	0.55	0.28	1.34	0.21	2.01	0.57
0.480	0.6	0.31	1.42	0.22	2.07	0.65
0.520	0.65	0.35	1.50	0.23	2.13	0.74
0.560	0.70	0.38	1.59	0.24	2.17	0.81
0.600	0.75	0.40	1.68	0.24	2.19	0.89
0.640	0.8	0.43	1.77	0.24	2.20	0.95
0.680	0.85	0.46	1.88	0.24	2.20	1.00
0.720	0.9	0.48	2.00	0.24	2.18	1.04
0.760	0.95	0.49	2.15	0.23	2.12	1.04
0.800	1	0.50	2.51	0.20	1.94	0.97



Conclusioni

Dall'esame dei risultati di calcolo sono emerse alcune criticità idrauliche lungo i corsi d'acqua analizzati (in particolare Canale del Molino e Canale di Via Carando), legate all'inadeguatezza delle sezioni d'alveo o degli attraversamenti e/o dei tratti canalizzati, che causano puntuali tracimazioni localizzate con conseguente interessamento delle aree limitrofe come riassunto nelle planimetrie riportate alle Tav. n. 018 e 019.

Per quanto riguarda il **Canale del Molino**, a seguito della realizzazione del bacino di laminazione a monte della Circonvallazione lo scenario che emerge dalle verifiche risulta decisamente mitigato rispetto a quello ricostruito sulla base della documentazione relativa agli eventi alluvionali degli anni 2001 e 2010, in quanto le portate in ingresso a monte dell'abitato risultano quasi dimezzate.

Ne consegue che la tracimazione avviene unicamente per tempi di ritorno attesi decisamente più lunghi ($Tr = 200$ anni anziché $Tr = 20 - 100$ anni) ed i tiranti idrici attesi sono decisamente ridotti, di ordine decimetrico e con velocità di deflusso basse, anche se il fenomeno non può essere completamente escluso come mostrano i risultati del calcolo.

In particolare, al fine di poter valutare nel dettaglio i tiranti idrici e le velocità, si è provveduto ad effettuare una analisi bidimensionale della porzione di concentrico nel settore a Est della SP 139-01, descritta nel relativo paragrafo.

L'analisi ha consentito in particolare di verificare nel dettaglio i percorsi di deflusso e le altezze raggiunte dalle portate che fuoriescono dall'alveo del Canale del Molino nella zona del ponte delle scuole, interessando le aree più a valle.

I risultati ottenuti dall'approfondimento idraulico hanno consentito di individuare le zone Eba e Ema tenendo conto dei tiranti idrici e delle velocità dei fenomeni di esondazione sulla base delle indicazioni della D.G.R. n. 64-7417 del 07.04.2014, portando ad una revisione delle aree allagabili e delle relative pericolosità.

Occorre evidenziare inoltre che il recente innalzamento della sponda orografica sinistra nel tratto a valle del ponte della Circonvallazione fino al ponte delle scuole di circa 1 - 1.50 m mediante la realizzazione di muretti e scogliere di fatto impedisce una tracimazione significativa in un'area che storicamente ha consentito alle acque di fuoriuscire e successivamente interessare buona parte dell'abitato più a valle.

Come evidenziato in Tav. 019, nel dettaglio i punti di tracimazione lungo il Canale del Molino risultano essere localizzati in sponda sinistra marginalmente in corrispondenza della sezione n. 7 Mo ed in particolare in corrispondenza del Ponte delle Scuole (sezione n. 9 Mo), e delle sezioni

14bis Mo a monte dell'area maggiormente urbanizzata e 17 Mo dove la sponda sinistra presenta un'altezza molto modesta.

A monte dell'abitato e dell'area interessata dal bacino di laminazione si segnala inoltre la presenza di aree allagabili principalmente in sponda sinistra anche in corrispondenza della Borgata Graneri, sebbene caratterizzata da pericolosità media/moderata.

Si segnala inoltre che, come evidenziato nella medesima tavola, la maggior parte degli attraversamenti non possiede il franco idraulico minimo previsto dalla Direttiva di Attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali “Criteri di valutazione delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B” di cui alla deliberazione del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Fiume PO in data 11/05/1999, anche nel caso in cui la sezione sia comunque verificata al passaggio delle portate previste.

Per tale motivo risulta incrementato il rischio di parziali occlusioni delle luci di passaggio da parte di elementi trasportati dalla corrente, con potenziale incremento delle criticità segnalate.

Per quanto riguarda il **Canale del Martinetto**, le verifiche effettuate con le portate di deflusso stimate a seguito della realizzazione del bacino di laminazione non hanno evidenziato particolari criticità, anche se come nel caso precedente si segnala che la maggior parte degli attraversamenti non possiede il franco idraulico minimo previsto dalla Direttiva di Attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali citata, pur essendo verificate al passaggio delle portate previste.

Per quanto riguarda il **Canale di Via Carando**, le verifiche effettuate indicano come risulti sottodimensionata in particolare la sezione del canale tombinata a monte di Via Carando, causando la tracimazione dello stesso nei terreni limitrofi proprio a ridosso dell'area edificata.

Più a valle tutti i tratti tombinati fino a Via San Sebastiano risultano in generale sottodimensionati con la possibilità di funzionamento in pressione, tuttavia le sezioni ridotte più a monte limitano di fatto il passaggio delle portate utilizzate per la verifica, limitandole a valori più bassi.

Ne consegue che le criticità maggiori risultano concentrate nell'area di più recente edificazione a monte di Via Carando.

Si rileva che per tutti i canali esistenti nel centro abitato (Canale del Molino, Canale di Via Carando, Canale del Martinetto) valgono i disposti dell’Art. 14 comma 7 delle NTA del PAI (fascia di rispetto pari a 5,00 m), alla luce delle caratteristiche di artificialità degli stessi assunte in particolare a seguito dell'esecuzione e del collaudo in data 07 Aprile 2016 delle “Opere di salvaguardia del territorio da esondazioni mediante la realizzazione di un invaso di laminazione lungo la bealera del Molino in Comune di Villafranca Piemonte (codice invaso TO01031)”.

Tali opere infatti, costituite da un bacino di laminazione a monte del rilevato stradale della SP 139-01 (circonvallazione di Villafranca) con manufatto di regolazione (coppia di paratoie) non consentono mai un deflusso di portata superiore a quello effettivamente smaltibile dai canali del Molino-Martinetto nelle loro sezioni più sfavorevoli, regolando artificialmente la portata di tutto il reticolo idrografico secondario in ingresso nel centro cittadino secondo quanto previsto dal Piano di Protezione civile comunale.

Per quanto riguarda il **T. Cantogno**, le verifiche effettuate non hanno individuato particolari criticità; si segnala unicamente una modesta laminazione in sponda sinistra a valle della confluenza del Rio Sterpissone a valle della frazione Cantogno, che interessa terreni agricoli.

Gli attraversamenti rilevati risultano verificati, sebbene il ponte di accesso alla borgata non presenti il franco idraulico richiesto.

Per quanto riguarda il **Rio Sterpissone**, le verifiche effettuate hanno individuato una modesta laminazione in sponda sinistra a monte della sezione n. 10 Ste, che interessa terreni agricoli, ed una fuoriuscita dall'alveo che interessa la viabilità comunale a monte dell'attraversamento AVONAG042, a causa della sezione ridotta dello stesso.

I restanti attraversamenti rilevati risultano verificati, sebbene in parte senza il franco idraulico richiesto.

Per quanto riguarda il **Rio Sterpissone Nero**, le verifiche effettuate non hanno individuato particolari criticità.

L'attraversamento AVONAG041 rilevato risulta verificato, sebbene senza il franco idraulico richiesto.

Per quanto riguarda la **Bealera Bealerassa**, alla luce della ridotta dimensione delle sezioni degli attraversamenti le verifiche risultano in generale non soddisfatte.

Tuttavia viste le modeste portate in gioco lo scenario che è possibile delineare è quello di modeste fuoriuscite di ordine centimetrico dall'alveo in corrispondenza degli attraversamenti esistenti, limitate ad una fascia di circa 5 m dall'alveo.

Vista la presenza del manufatto sfioratore a monte della SP139-01, si precisa che a valle della stessa le tubazioni esistenti fungono unicamente da rete di raccolta di eventuali acque bianche collettate, assumendo le caratteristiche di una rete fognaria ed essendo di fatto integrate nella stessa.

Infine per quanto riguarda la **Bealera Gora Mottura**, le verifiche effettuate non hanno individuato particolari criticità, trattandosi di un canale irriguo senza un vero e proprio bacino imbrifero afferente.

Alla luce dei risultati ottenuti sono state definite le aree potenzialmente allagabili, riportate nelle Tav. 018 e 019.

Sulle medesime tavole sono state inoltre riportate le aree interessate dal bacino di laminazione a monte dell'abitato, desunte dalla documentazione di progetto citata in precedenza.

Vista la parziale urbanizzazione di alcune aree incluse nella perimetrazione delle aree allagabili, costituite dalle aree edificate esistenti ed a quelle interessate da P.E.C. e già oggetto di lottizzazione nonché le aree edificabili più a valle, si è provveduto a definire le caratteristiche di massima di alcune opere di riassetto territoriale al fine di mitigare il rischio di inondazione e risolvere le criticità idrauliche individuate.

Per quanto riguarda l'area P.E.C. esistente di Via Candellino e le aree edificabili poste più a valle, sebbene le stesse risultino solo marginalmente interessate dai fenomeni alluvionali si ritiene in ogni caso di fornire alcune indicazioni al fine di un migliore inserimento nel tessuto urbano, limitando gli aggravii sulla rete fognaria esistente più a valle che presenta già notevoli criticità, e di una maggiore protezione nei confronti dell'allagamento delle aree circostanti.

Dal momento che l'incremento di portata bianca derivante dall'urbanizzazione delle aree non è compatibile con la rete esistente nella zona di Via Carando, la futura rete di fognatura bianca da realizzare sull'area dovrà necessariamente prevedere il recapito finale nel Canale del Mulino.

Al fine di ridurre le portate bianche e ritardare il recapito in fognatura e nel corpo ricettore finale, dovranno essere adottati nell'ambito dei singoli lotti opportuni sistemi di raccolta mediante vasche interrate, che consentiranno anche una valorizzazione della risorsa utilizzabile per l'irrigazione delle aree verdi.

Infine dovrà essere garantito un opportuno franco idraulico tra i livelli raggiunti dalla laminazione sulle aree circostanti ed il piano strada interno tra i lotti in progetto.

Il modello idraulico bidimensionale realizzato ha consentito di ottenere nel dettaglio i livelli raggiunti nelle varie aree, riassunti nella tabella riportata a pag. 46.

Dal momento che tutte le aree limitrofe presentano un livello di piena di riferimento pari a 253.80 m s.l.m., ritenendo cautelativo adottare un franco idraulico di circa 60 cm rispetto a tale quota ne consegue che la viabilità interna di tali aree dovrà avere una quota pari a **254.40 m s.l.m.**; tutti i locali ad uso abitativo dovranno ovviamente essere realizzati al di sopra di tale quota.

Alla luce della configurazione topografica dell'area, che presenta già in parte quote superiori alla quota indicata, tale requisito potrà essere indicativamente soddisfatto mediante un bilancio scavi - riporti all'interno dell'area stessa.

Al fine di definire invece il cronoprogramma relativo alle opere di riassetto territoriale necessarie per la mitigazione del rischio di inondazione e risolvere le criticità idrauliche individuate nelle aree edificate a maggiore pericolosità è possibile sommariamente indicare quanto segue:

- aree edificate a monte di Via Candellino:

- 1) Realizzazione opere di contenimento delle acque provenienti da monte, con relativa canaletta di scolo alla base al fine di evitare ristagni.
- 2) Corretta manutenzione del bacino di laminazione a monte e dei manufatti di regolazione delle portate defluenti.

- aree edificate zone Via Stobbia, Via Festa e Via F.lli Carando:

- 1) Realizzazione opere di contenimento delle acque provenienti da monte lungo la linea attualmente costituita dalle recinzioni delle abitazioni esistenti parallelamente a Via B. Stobbia e nel tratto terminale di Via Festa, mediante completamento dei tratti mancanti e chiusura delle aperture.
- 2) Realizzazione canale o condotta interrata di scolo a monte della linea delle recinzioni esistenti a partire dal tratto terminale di Via Festa al fine di favorire lo scarico delle acque di piena dalla zona di imbocco del Canale di Via Carando nel Canale del Mulino ed evitare ristagni.

Al fine di evitare il potenziale rifluimento delle acque il manufatto dovrà essere dotato di opportuni sistemi antiritorno allo scarico.

- 3) Realizzazione opere di difesa spondale in sponda orografica sinistra del Canale del Mulino a monte di Via Bartolomeo Stobbia (sezione di verifica n. 14bis Mo), al fine di contenere i livelli di piena ed evitare la laminazione a monte della zona edificata.
- 4) Corretta manutenzione del bacino di laminazione a monte e dei manufatti di regolazione delle portate defluenti.

- aree edificate zona Via Piave e Via S. Sebastiano:

- 1) Realizzazione di opere di difesa spondale in sponda orografica sinistra del Canale del Mulino a lato ed a monte di Via Piave (sezione di verifica n. 17 Mo), al fine di contenere i livelli di piena.
- 2) Corretta manutenzione del bacino di laminazione a monte e dei manufatti di regolazione delle portate defluenti.

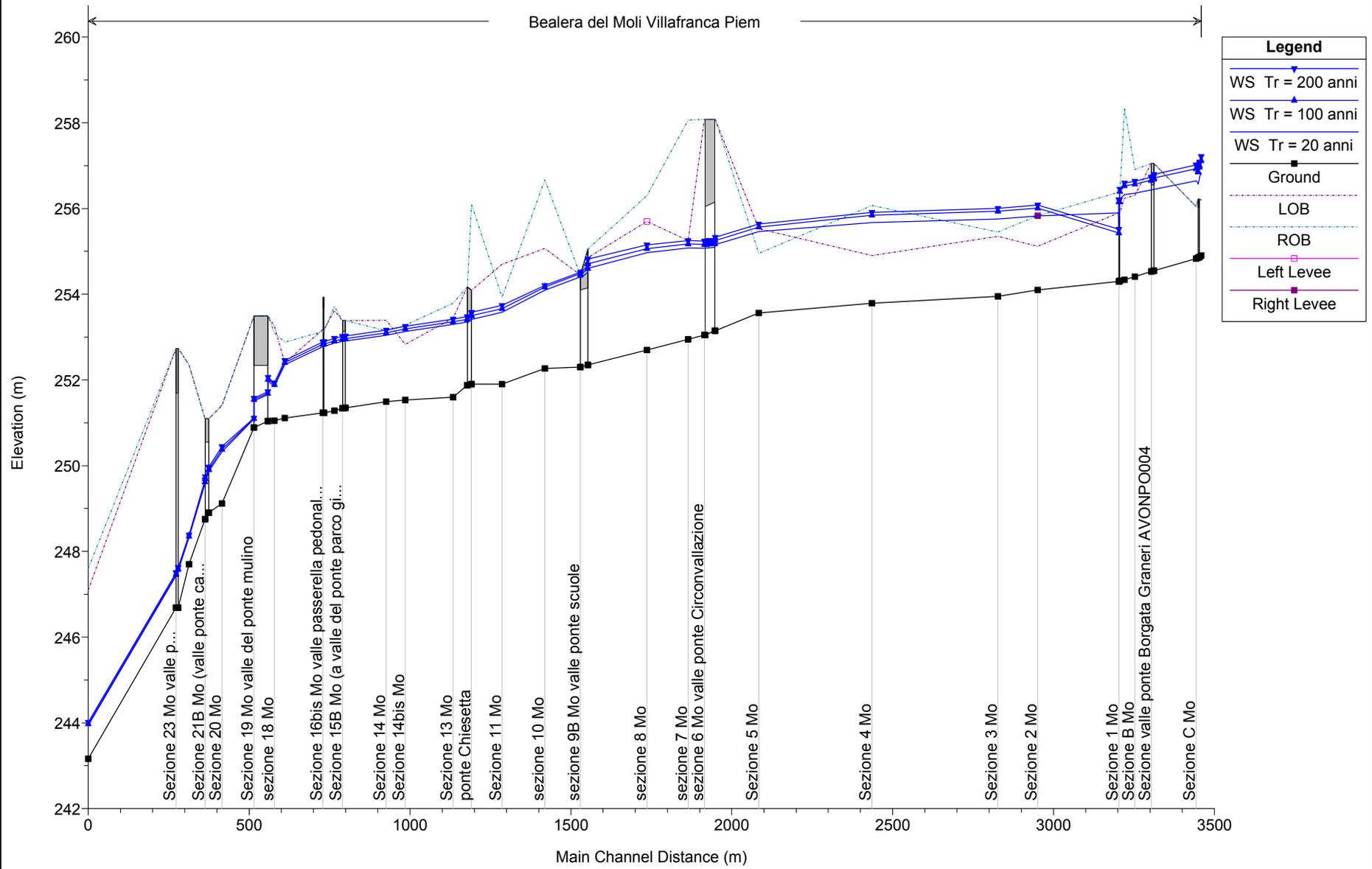
ALLEGATO A

VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE

CANALE DEL MULINO

Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

Bealera del Moli Villafranca Piem



HEC-RAS Plan: Plan 04 River: Bealera del Moli Reach: Villafranca Piem

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Villafranca Piem	37	Tr = 20 anni	15.00	254.90	256.83	256.20	256.20	255.90	256.93	0.001845	1.48	10.94	7.20	0.35
Villafranca Piem	37	Tr = 100 anni	20.40	254.90	257.12	256.20	256.20	256.12	257.26	0.002034	1.71	13.04	7.20	0.37
Villafranca Piem	37	Tr = 200 anni	22.30	254.90	257.21	256.20	256.20	256.23	257.37	0.002088	1.78	13.73	7.20	0.38
Villafranca Piem	36	Tr = 20 anni	15.00	254.87	256.73	256.22	256.22	255.99	256.91	0.003863	1.91	8.49	6.00	0.45
Villafranca Piem	36	Tr = 100 anni	20.40	254.87	257.00	256.22	256.22	256.34	257.23	0.004396	2.22	10.07	6.00	0.49
Villafranca Piem	36	Tr = 200 anni	22.30	254.87	257.08	256.22	256.22	256.43	257.34	0.004566	2.32	10.58	6.00	0.50
Villafranca Piem	35.5	Bridge												
Villafranca Piem	35	Tr = 20 anni	15.00	254.85	256.60	256.22	256.22		256.81	0.004958	2.06	7.76	6.00	0.50
Villafranca Piem	35	Tr = 100 anni	20.40	254.85	256.87	256.22	256.22		257.14	0.005402	2.37	9.37	6.00	0.53
Villafranca Piem	35	Tr = 200 anni	22.30	254.85	256.95	256.22	256.22		257.25	0.005536	2.47	9.89	6.00	0.54
Villafranca Piem	34	Tr = 20 anni	15.00	254.83	256.64	256.05	256.05		256.76	0.002185	1.57	10.31	7.20	0.38
Villafranca Piem	34	Tr = 100 anni	20.40	254.83	256.93	256.05	256.05		257.08	0.002373	1.80	12.36	7.20	0.40
Villafranca Piem	34	Tr = 200 anni	22.30	254.83	257.02	256.05	256.05		257.19	0.002429	1.88	13.02	7.20	0.41
Villafranca Piem	33.6	Tr = 20 anni	15.00	254.55	256.45	257.05	257.05	255.56	256.52	0.001430	1.21	12.35	8.28	0.32
Villafranca Piem	33.6	Tr = 100 anni	20.40	254.55	256.71	257.05	257.05	255.74	256.81	0.001654	1.40	14.58	8.60	0.34
Villafranca Piem	33.6	Tr = 200 anni	22.30	254.55	256.80	257.05	257.05	255.80	256.90	0.001716	1.45	15.34	8.70	0.35
Villafranca Piem	33.5	Bridge												
Villafranca Piem	33.4	Tr = 20 anni	15.00	254.53	256.43	257.05	257.05		256.51	0.001438	1.22	12.32	8.27	0.32
Villafranca Piem	33.4	Tr = 100 anni	20.40	254.53	256.66	257.05	257.05		256.77	0.001769	1.43	14.23	8.54	0.35
Villafranca Piem	33.4	Tr = 200 anni	22.30	254.53	256.73	257.05	257.05		256.85	0.001875	1.50	14.85	8.62	0.37
Villafranca Piem	33	Tr = 20 anni	15.00	254.41	256.36	256.31	256.91		256.43	0.001714	1.21	13.43	9.73	0.33
Villafranca Piem	33	Tr = 100 anni	20.40	254.41	256.57	256.31	256.91		256.67	0.002075	1.43	15.54	10.27	0.37
Villafranca Piem	33	Tr = 200 anni	22.30	254.41	256.64	256.31	256.91		256.74	0.002183	1.49	16.24	10.45	0.39
Villafranca Piem	32	Tr = 20 anni	15.00	254.34	256.33	256.24	258.34		256.38	0.001086	1.05	15.51	9.83	0.27
Villafranca Piem	32	Tr = 100 anni	20.40	254.34	256.53	256.24	258.34		256.61	0.001400	1.26	17.54	10.22	0.31
Villafranca Piem	32	Tr = 200 anni	22.30	254.34	256.59	256.24	258.34		256.68	0.001501	1.32	18.21	10.34	0.32
Villafranca Piem	31	Tr = 20 anni	15.00	254.31	256.22	255.90	256.38	255.51	256.35	0.002535	1.60	10.07	9.36	0.42
Villafranca Piem	31	Tr = 100 anni	20.40	254.31	256.40	255.90	256.38	255.75	256.57	0.003571	1.87	11.80	10.69	0.50
Villafranca Piem	31	Tr = 200 anni	22.30	254.31	256.45	255.90	256.38	255.82	256.64	0.003677	1.95	12.43	11.23	0.52
Villafranca Piem	30.5	Bridge												
Villafranca Piem	30	Tr = 20 anni	15.00	254.30	255.90	255.90	256.38		256.13	0.005581	2.10	7.14	9.09	0.61
Villafranca Piem	30	Tr = 100 anni	20.40	254.30	255.43	255.90	256.38	255.74	256.47	0.037093	4.52	4.52	5.11	1.53

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: Bealera del Moli Reach: Villafranca Piem (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Villafranca Piem	30	Tr = 200 anni	22.30	254.30	255.52	255.90	256.38	255.81	256.54	0.033826	4.48	4.98	5.29	1.47
Villafranca Piem	29	Tr = 20 anni	15.00	254.10	255.83	255.12	255.83	254.81	255.84	0.000347	0.47	31.98	37.04	0.16
Villafranca Piem	29	Tr = 100 anni	20.40	254.10	256.01	255.12	255.83	255.12	256.02	0.000233	0.44	53.57	67.34	0.14
Villafranca Piem	29	Tr = 200 anni	22.30	254.10	256.08	255.12	255.83	255.15	256.09	0.000216	0.44	58.30	67.34	0.13
Villafranca Piem	28	Tr = 20 anni	15.00	253.95	255.76	255.35	255.45		255.78	0.000533	0.73	21.21	20.12	0.21
Villafranca Piem	28	Tr = 100 anni	20.40	253.95	255.94	255.35	255.45		255.97	0.000622	0.86	24.82	20.12	0.23
Villafranca Piem	28	Tr = 200 anni	22.30	253.95	256.00	255.35	255.45		256.04	0.000633	0.89	26.21	20.12	0.23
Villafranca Piem	27	Tr = 20 anni	15.00	253.79	255.67	254.90	256.07		255.68	0.000149	0.38	46.21	48.94	0.11
Villafranca Piem	27	Tr = 100 anni	20.40	253.79	255.84	254.90	256.07		255.85	0.000169	0.43	54.68	50.28	0.12
Villafranca Piem	27	Tr = 200 anni	22.30	253.79	255.91	254.90	256.07		255.92	0.000167	0.43	58.26	50.84	0.12
Villafranca Piem	26	Tr = 20 anni	15.00	253.56	255.46	255.53	254.95		255.54	0.002050	1.30	12.63	14.22	0.38
Villafranca Piem	26	Tr = 100 anni	20.40	253.56	255.57	255.53	254.95		255.69	0.002774	1.58	14.26	16.03	0.45
Villafranca Piem	26	Tr = 200 anni	22.30	253.56	255.64	255.53	254.95		255.76	0.002716	1.62	15.41	18.37	0.44
Villafranca Piem	25	Tr = 20 anni	13.70	253.15	255.16	258.08	258.08	254.13	255.26	0.002066	1.41	9.71	5.05	0.32
Villafranca Piem	25	Tr = 100 anni	14.50	253.15	255.25	258.08	258.08	254.16	255.35	0.002036	1.43	10.18	5.05	0.32
Villafranca Piem	25	Tr = 200 anni	15.00	253.15	255.33	258.08	258.08	254.18	255.43	0.001963	1.42	10.57	5.05	0.31
Villafranca Piem	24.5		Culvert											
Villafranca Piem	24	Tr = 20 anni	13.70	253.05	255.08	258.08	258.08		255.18	0.002026	1.40	9.78	5.05	0.32
Villafranca Piem	24	Tr = 100 anni	14.50	253.05	255.16	258.08	258.08		255.27	0.002011	1.42	10.22	5.05	0.32
Villafranca Piem	24	Tr = 200 anni	15.00	253.05	255.24	258.08	258.08		255.34	0.001946	1.41	10.61	5.05	0.31
Villafranca Piem	23	Tr = 20 anni	13.70	252.95	255.08	255.25	258.06		255.11	0.000491	0.76	17.94	11.48	0.19
Villafranca Piem	23	Tr = 100 anni	14.50	252.95	255.17	255.25	258.06		255.20	0.000464	0.76	19.00	11.58	0.19
Villafranca Piem	23	Tr = 200 anni	15.00	252.95	255.25	255.25	258.06		255.28	0.000432	0.75	19.92	12.46	0.18
Villafranca Piem	22	Tr = 20 anni	13.70	252.70	254.97	255.70	256.30	253.71	255.02	0.001056	1.00	13.65	9.11	0.26
Villafranca Piem	22	Tr = 100 anni	14.50	252.70	255.06	255.70	256.30	253.74	255.12	0.000987	1.00	14.55	9.26	0.25
Villafranca Piem	22	Tr = 200 anni	15.00	252.70	255.15	255.70	256.30	253.77	255.20	0.000906	0.98	15.36	9.41	0.24
Villafranca Piem	21	Tr = 20 anni	13.70	252.35	254.60	254.85	255.05	253.56	254.72	0.002571	1.55	8.82	4.30	0.35
Villafranca Piem	21	Tr = 100 anni	14.50	252.35	254.71	254.85	255.05	253.60	254.84	0.002510	1.56	9.29	4.30	0.34
Villafranca Piem	21	Tr = 200 anni	15.00	252.35	254.82	254.85	255.05	253.62	254.94	0.002363	1.54	9.76	4.30	0.33
Villafranca Piem	20.5		Bridge											
Villafranca Piem	20	Tr = 20 anni	13.70	252.30	254.41	254.45	254.45		254.51	0.002049	1.42	9.68	5.00	0.32
Villafranca Piem	20	Tr = 100 anni	14.50	252.30	254.48	254.45	254.45		254.59	0.002041	1.44	10.11	6.30	0.32

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: Bealera del Moli Reach: Villafranca Piem (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Villafranca Piem	20	Tr = 200 anni	15.00	252.30	254.52	254.45	254.45		254.63	0.002060	1.46	10.33	6.30	0.33
Villafranca Piem	19	Tr = 20 anni	13.70	252.27	254.09	255.07	256.67		254.23	0.003172	1.61	8.53	6.05	0.43
Villafranca Piem	19	Tr = 100 anni	14.50	252.27	254.17	255.07	256.67		254.30	0.003397	1.61	9.00	6.92	0.45
Villafranca Piem	19	Tr = 200 anni	15.00	252.27	254.20	255.07	256.67		254.34	0.003363	1.62	9.29	7.87	0.45
Villafranca Piem	17	Tr = 20 anni	13.70	251.90	253.58	254.70	253.93		253.74	0.004293	1.74	7.88	7.29	0.53
Villafranca Piem	17	Tr = 100 anni	14.50	251.90	253.66	254.70	253.93		253.81	0.003957	1.71	8.47	7.49	0.51
Villafranca Piem	17	Tr = 200 anni	15.00	251.90	253.74	254.70	253.93		253.88	0.003540	1.66	9.05	7.69	0.49
Villafranca Piem	16	Tr = 20 anni	9.50	251.90	253.41	254.09	256.09	252.56	253.47	0.001405	1.07	8.91	6.00	0.28
Villafranca Piem	16	Tr = 100 anni	10.20	251.90	253.50	254.09	256.09	252.59	253.56	0.001374	1.08	9.43	6.00	0.28
Villafranca Piem	16	Tr = 200 anni	11.00	251.90	253.58	254.09	256.09	252.62	253.64	0.001386	1.11	9.91	6.00	0.28
Villafranca Piem	15.5		Bridge											
Villafranca Piem	15	Tr = 20 anni	9.50	251.87	253.35	254.17	254.17		253.43	0.002112	1.26	7.56	5.10	0.33
Villafranca Piem	15	Tr = 100 anni	10.20	251.87	253.41	254.17	254.17		253.50	0.002179	1.30	7.86	5.10	0.33
Villafranca Piem	15	Tr = 200 anni	11.00	251.87	253.48	254.17	254.17		253.57	0.002256	1.34	8.19	5.10	0.34
Villafranca Piem	14	Tr = 20 anni	9.50	251.60	253.30	253.44	253.79		253.36	0.001269	1.06	8.95	5.90	0.28
Villafranca Piem	14	Tr = 100 anni	10.20	251.60	253.36	253.44	253.79		253.42	0.001317	1.10	9.29	5.93	0.28
Villafranca Piem	14	Tr = 200 anni	11.00	251.60	253.42	253.44	253.79		253.49	0.001371	1.14	9.66	5.97	0.29
Villafranca Piem	13.5	Tr = 20 anni	9.50	251.53	253.13	252.83	253.28		253.18	0.001089	0.96	10.14	10.05	0.29
Villafranca Piem	13.5	Tr = 100 anni	10.20	251.53	253.19	252.83	253.28		253.24	0.001065	0.98	10.73	10.11	0.29
Villafranca Piem	13.5	Tr = 200 anni	11.00	251.53	253.25	252.83	253.28		253.30	0.001045	1.00	11.37	10.17	0.29
Villafranca Piem	13	Tr = 20 anni	9.50	251.49	253.04	253.39	253.15		253.10	0.001520	1.09	8.74	8.24	0.34
Villafranca Piem	13	Tr = 100 anni	10.20	251.49	253.10	253.39	253.15		253.16	0.001503	1.10	9.23	8.39	0.34
Villafranca Piem	13	Tr = 200 anni	11.00	251.49	253.16	253.39	253.15		253.23	0.001486	1.13	9.80	10.32	0.34
Villafranca Piem	12	Tr = 20 anni	9.50	251.35	252.91	253.38	253.38	251.93	252.95	0.000900	0.90	10.60	6.80	0.23
Villafranca Piem	12	Tr = 100 anni	10.20	251.35	252.97	253.38	253.38	251.96	253.01	0.000936	0.93	10.98	6.80	0.23
Villafranca Piem	12	Tr = 200 anni	11.00	251.35	253.02	253.38	253.38	251.99	253.07	0.000980	0.97	11.39	6.80	0.24
Villafranca Piem	11.5		Bridge											
Villafranca Piem	11	Tr = 20 anni	9.50	251.34	252.90	253.38	253.38		252.94	0.000896	0.89	10.62	6.80	0.23
Villafranca Piem	11	Tr = 100 anni	10.20	251.34	252.96	253.38	253.38		253.00	0.000934	0.93	10.99	6.80	0.23
Villafranca Piem	11	Tr = 200 anni	11.00	251.34	253.02	253.38	253.38		253.06	0.000978	0.97	11.40	6.80	0.24
Villafranca Piem	10	Tr = 20 anni	9.50	251.28	252.86	253.62	253.72		252.91	0.001287	1.05	9.06	6.57	0.28
Villafranca Piem	10	Tr = 100 anni	10.20	251.28	252.91	253.62	253.72		252.97	0.001338	1.08	9.42	6.70	0.29

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: Bealera del Moli Reach: Villafranca Piem (Continued)

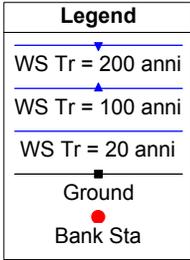
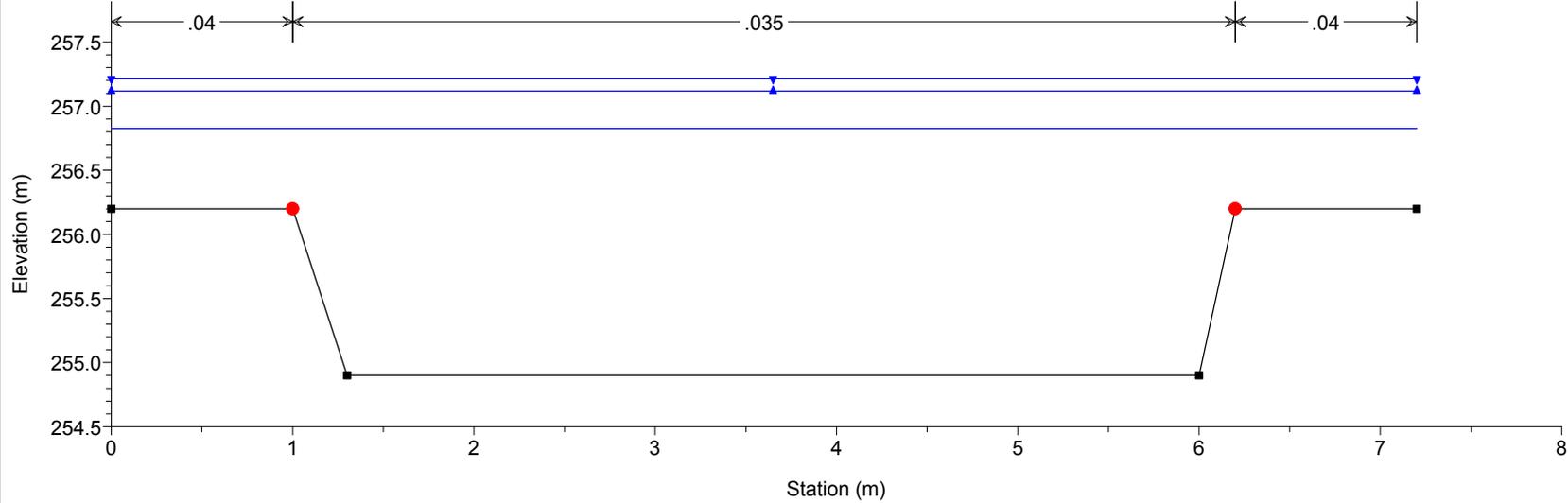
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Villafranca Piem	10	Tr = 200 anni	11.00	251.28	252.97	253.62	253.72		253.03	0.001396	1.12	9.84	8.21	0.30
Villafranca Piem	9.6	Tr = 20 anni	9.50	251.23	252.78	253.18	253.13	252.19	252.86	0.002067	1.22	7.78	7.76	0.39
Villafranca Piem	9.6	Tr = 100 anni	10.20	251.23	252.84	253.18	253.13	252.23	252.92	0.002064	1.24	8.20	7.93	0.39
Villafranca Piem	9.6	Tr = 200 anni	11.00	251.23	252.89	253.18	253.13	252.27	252.98	0.002071	1.27	8.66	8.12	0.39
Villafranca Piem	9.5	Bridge												
Villafranca Piem	9.4	Tr = 20 anni	9.50	251.23	252.78	253.18	253.13		252.85	0.002112	1.23	7.72	7.73	0.39
Villafranca Piem	9.4	Tr = 100 anni	10.20	251.23	252.83	253.18	253.13		252.91	0.002108	1.25	8.14	7.91	0.39
Villafranca Piem	9.4	Tr = 200 anni	11.00	251.23	252.89	253.18	253.13		252.97	0.002113	1.28	8.60	8.09	0.40
Villafranca Piem	9	Tr = 20 anni	9.50	251.11	252.35	252.40	252.88	251.97	252.50	0.004374	1.67	5.68	5.71	0.53
Villafranca Piem	9	Tr = 100 anni	10.20	251.11	252.40	252.40	252.88	252.00	252.55	0.004402	1.71	5.96	6.78	0.54
Villafranca Piem	9	Tr = 200 anni	11.00	251.11	252.46	252.40	252.88	252.04	252.61	0.004388	1.75	6.32	6.84	0.54
Villafranca Piem	8	Tr = 20 anni	9.50	251.05	251.85	253.25	253.10	251.85	252.22	0.017354	2.70	3.52	4.77	1.00
Villafranca Piem	8	Tr = 100 anni	10.20	251.05	251.89	253.25	253.10	251.89	252.28	0.017280	2.76	3.69	4.81	1.01
Villafranca Piem	8	Tr = 200 anni	11.00	251.05	251.93	253.25	253.10	251.93	252.34	0.017218	2.82	3.89	4.85	1.01
Villafranca Piem	7	Tr = 20 anni	9.50	251.04	251.97	253.49	253.49	251.42	252.00	0.000981	0.78	12.18	13.10	0.26
Villafranca Piem	7	Tr = 100 anni	10.20	251.04	252.01	253.49	253.49	251.43	252.05	0.000973	0.80	12.77	13.10	0.26
Villafranca Piem	7	Tr = 200 anni	11.00	251.04	252.06	253.49	253.49	251.45	252.10	0.000967	0.82	13.42	13.10	0.26
Villafranca Piem	6.5	Bridge												
Villafranca Piem	6	Tr = 20 anni	9.50	250.89	251.09	253.49	253.49	251.27	251.76	0.144869	3.64	2.61	13.10	2.60
Villafranca Piem	6	Tr = 100 anni	10.20	250.89	251.10	253.49	253.49	251.29	251.81	0.143254	3.73	2.74	13.10	2.60
Villafranca Piem	6	Tr = 200 anni	11.00	250.89	251.11	253.49	253.49	251.31	251.86	0.141549	3.83	2.88	13.10	2.61
Villafranca Piem	5	Tr = 20 anni	9.50	249.12	250.32	251.40	251.42	249.86	250.43	0.003298	1.48	6.41	6.15	0.46
Villafranca Piem	5	Tr = 100 anni	10.20	249.12	250.38	251.40	251.42	249.89	250.50	0.003259	1.51	6.77	6.24	0.46
Villafranca Piem	5	Tr = 200 anni	11.00	249.12	250.44	251.40	251.42	249.93	250.56	0.003218	1.53	7.18	6.36	0.46
Villafranca Piem	4	Tr = 20 anni	9.50	248.90	249.87	251.09	251.09	249.73	250.18	0.012936	2.45	3.88	4.00	0.79
Villafranca Piem	4	Tr = 100 anni	10.20	248.90	249.92	251.09	251.09	249.77	250.24	0.013000	2.51	4.07	4.00	0.79
Villafranca Piem	4	Tr = 200 anni	11.00	248.90	249.97	251.09	251.09	249.81	250.31	0.013108	2.57	4.28	4.00	0.79
Villafranca Piem	3.5	Bridge												
Villafranca Piem	3	Tr = 20 anni	9.50	248.75	249.58	251.09	251.09	249.58	250.00	0.020521	2.87	3.31	4.00	1.00
Villafranca Piem	3	Tr = 100 anni	10.20	248.75	249.62	251.09	251.09	249.62	250.06	0.020574	2.93	3.48	4.00	1.00
Villafranca Piem	3	Tr = 200 anni	11.00	248.75	249.66	251.09	251.09	249.66	250.13	0.020668	3.01	3.65	4.00	1.01

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: Bealera del Moli Reach: Villafranca Piem (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Villafranca Piem	2	Tr = 20 anni	9.50	247.70	248.32	252.35	252.35	248.43	248.80	0.028360	3.06	3.10	5.21	1.27
Villafranca Piem	2	Tr = 100 anni	10.20	247.70	248.35	252.35	252.35	248.46	248.86	0.028605	3.14	3.24	5.23	1.27
Villafranca Piem	2	Tr = 200 anni	11.00	247.70	248.38	252.35	252.35	248.50	248.91	0.028738	3.23	3.40	5.25	1.28
Villafranca Piem	1.6	Tr = 20 anni	9.50	246.69	247.55	252.74	252.74	247.32	247.72	0.006978	1.83	5.19	6.00	0.63
Villafranca Piem	1.6	Tr = 100 anni	10.20	246.69	247.59	252.74	252.74	247.35	247.77	0.007070	1.88	5.42	6.00	0.63
Villafranca Piem	1.6	Tr = 200 anni	11.00	246.69	247.63	252.74	252.74	247.38	247.82	0.007171	1.94	5.67	6.00	0.64
Villafranca Piem	1.5	Bridge												
Villafranca Piem	1.4	Tr = 20 anni	9.50	246.69	247.43	252.74	252.74		247.66	0.011208	2.14	4.44	6.00	0.79
Villafranca Piem	1.4	Tr = 100 anni	10.20	246.69	247.46	252.74	252.74	247.35	247.71	0.011187	2.19	4.66	6.00	0.79
Villafranca Piem	1.4	Tr = 200 anni	11.00	246.69	247.50	252.74	252.74	247.38	247.76	0.011182	2.25	4.90	6.00	0.79
Villafranca Piem	1	Tr = 20 anni	9.50	243.16	243.94	247.10	247.60	243.90	244.24	0.014013	2.44	3.89	5.49	0.92
Villafranca Piem	1	Tr = 100 anni	10.20	243.16	243.97	247.10	247.60	243.93	244.29	0.014011	2.50	4.08	5.53	0.93
Villafranca Piem	1	Tr = 200 anni	11.00	243.16	244.01	247.10	247.60	243.97	244.35	0.014010	2.56	4.30	5.58	0.93

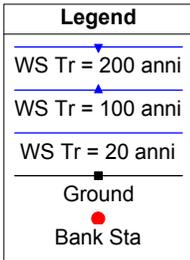
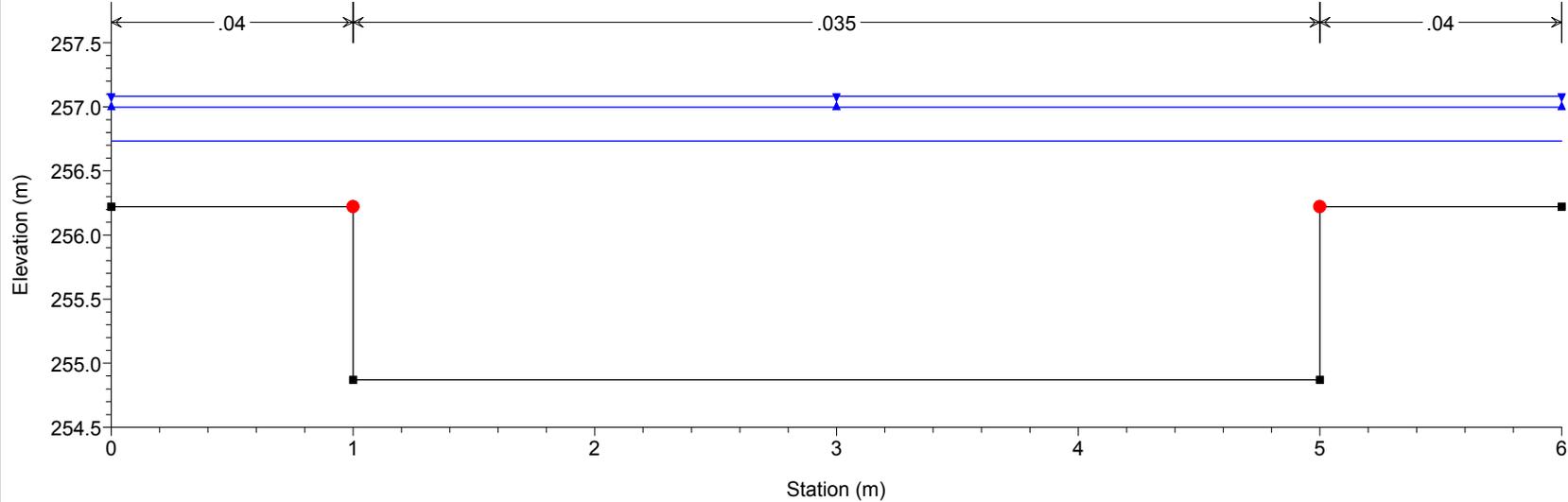
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 37 Sezione D Mo



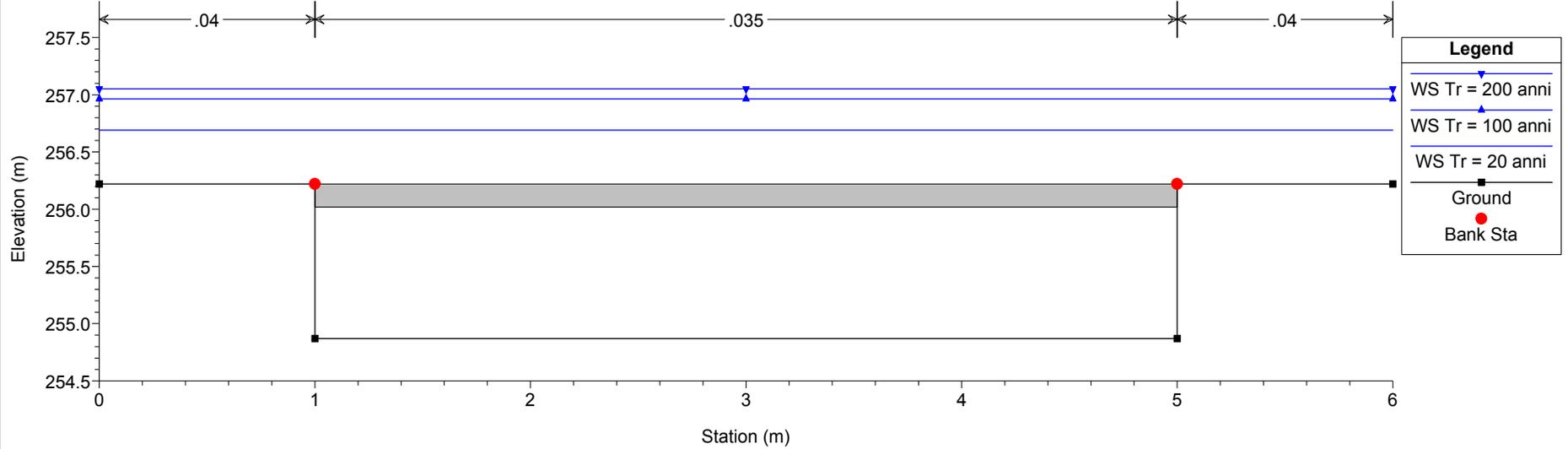
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 36 Sezione a monte ponte Borgata Graneri AVONAG034



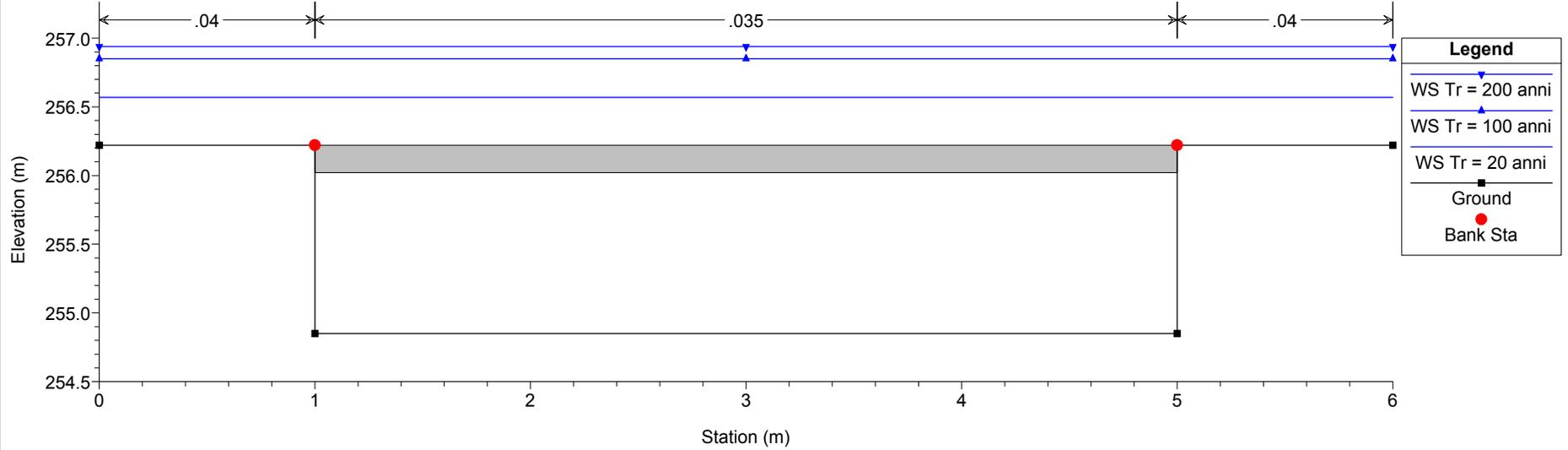
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 35.5 BR Ponte Borgata Graneri AVONAG034



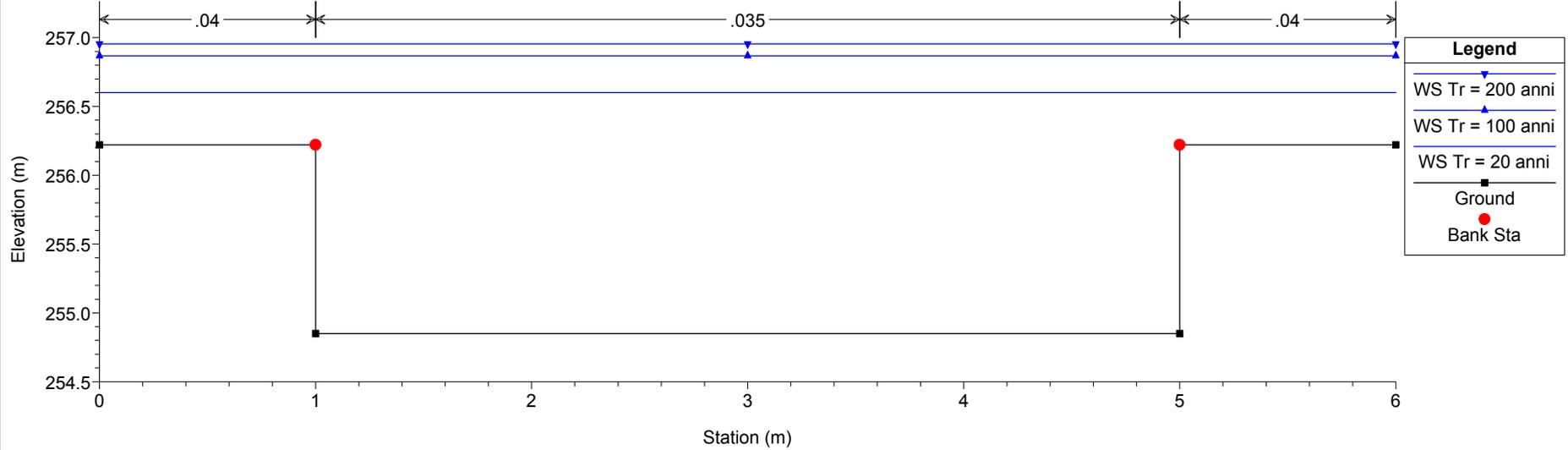
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 35.5 BR Ponte Borgata Graneri AVONAG034



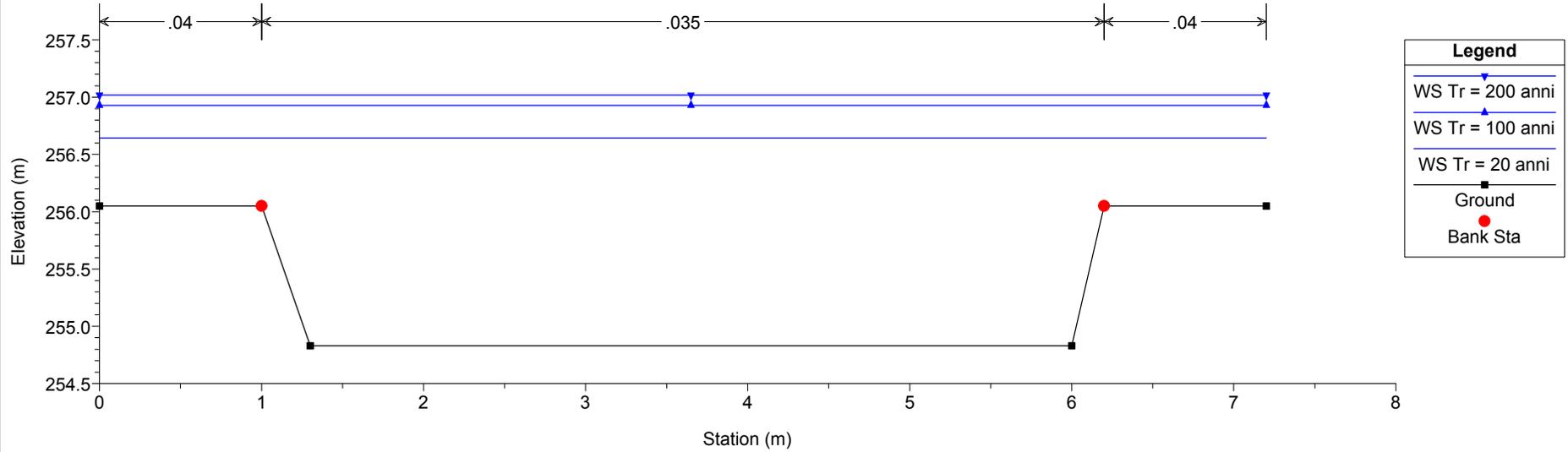
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 35 Sezione valle ponte Borgata Graneri AVONAG034



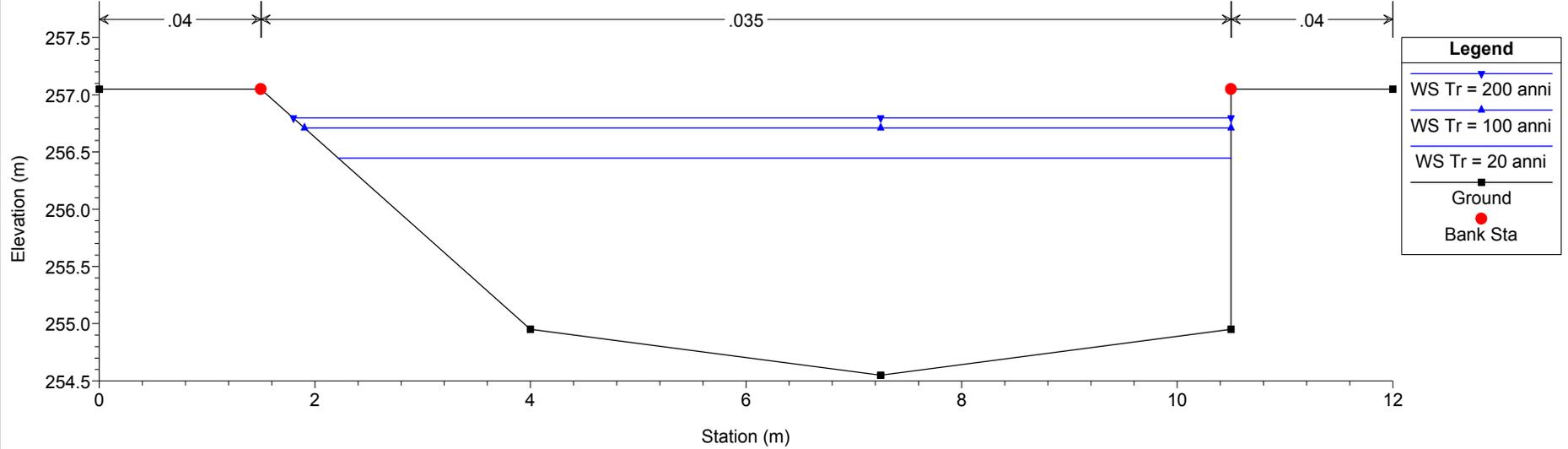
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 34 Sezione C Mo



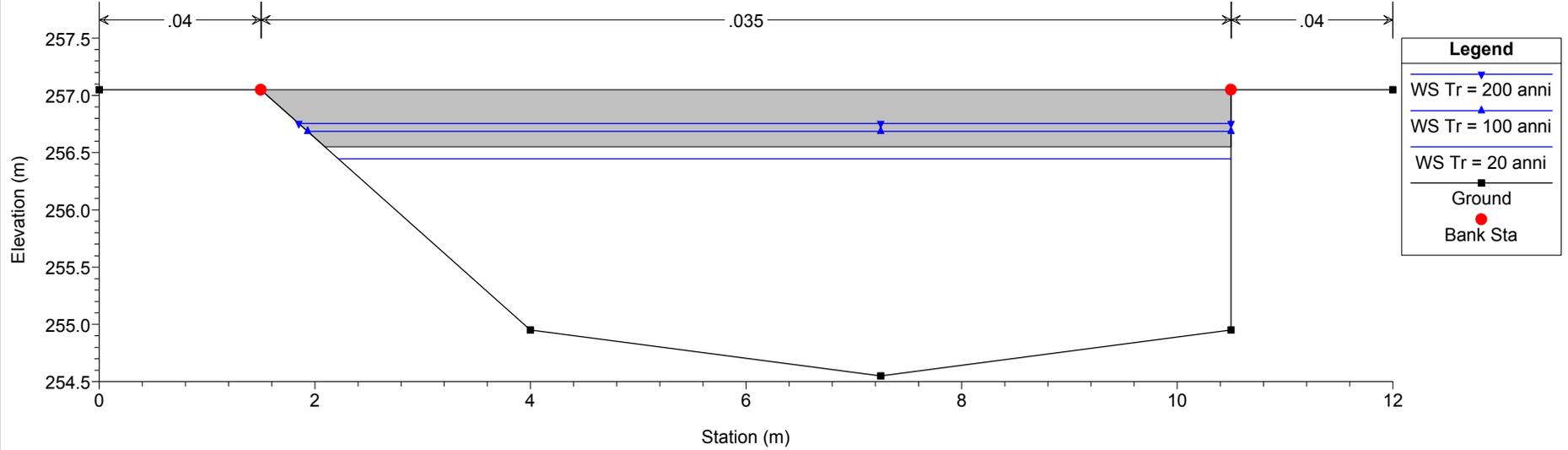
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 33.6 Sezione monte ponte Borgata Graneri AVONPO004



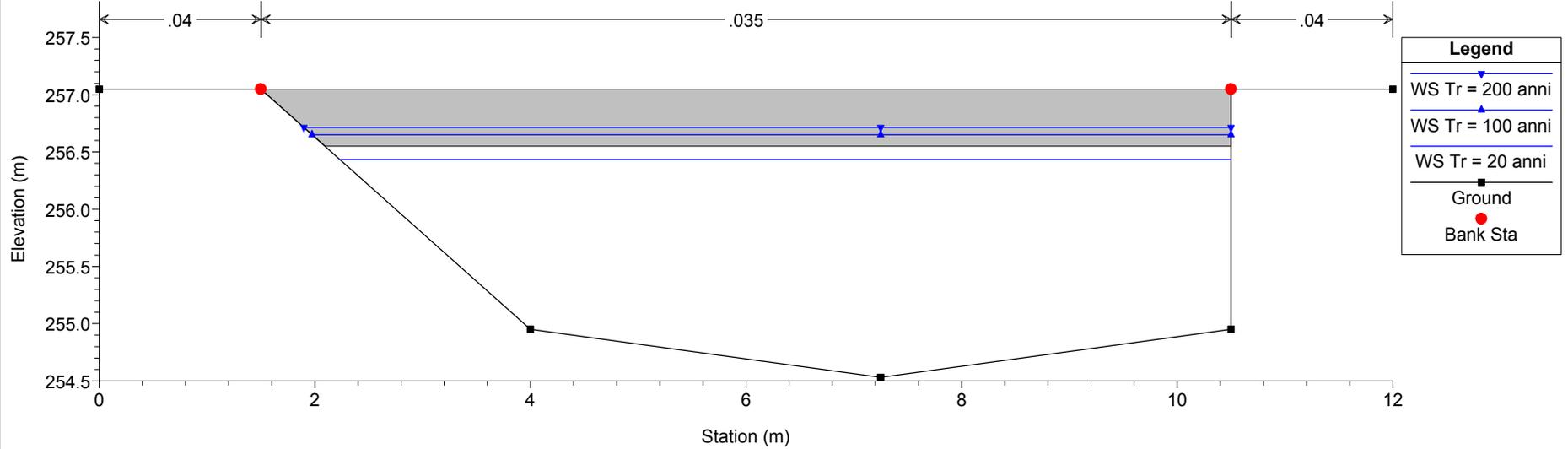
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 33.5 BR Ponte Borgata Graneri AVONPO004



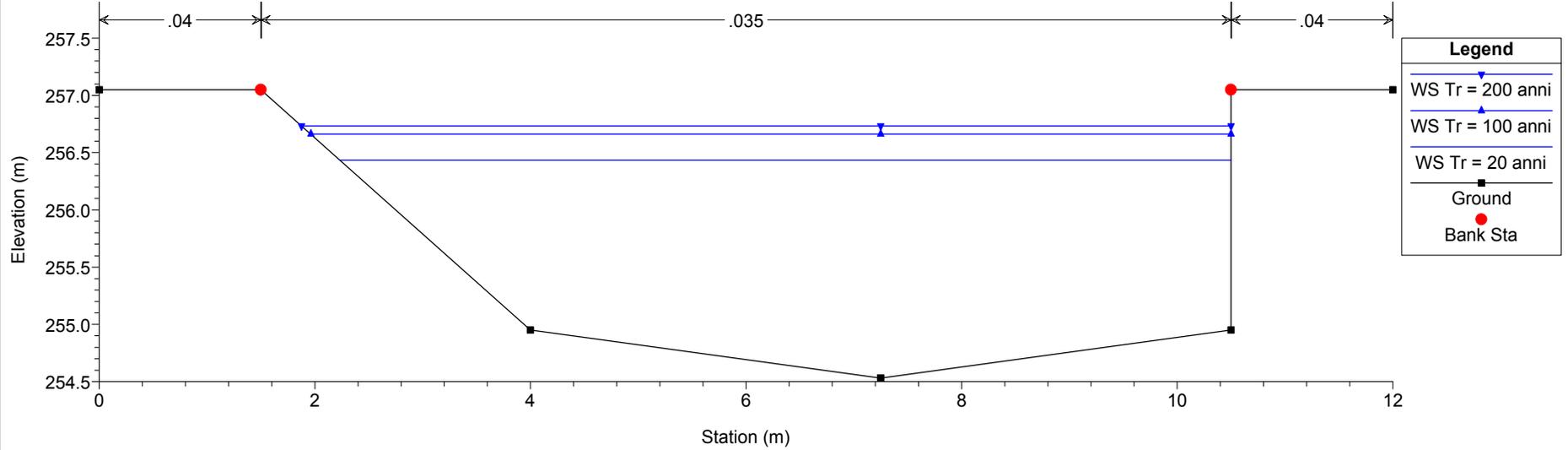
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 33.5 BR Ponte Borgata Graneri AVONPO004



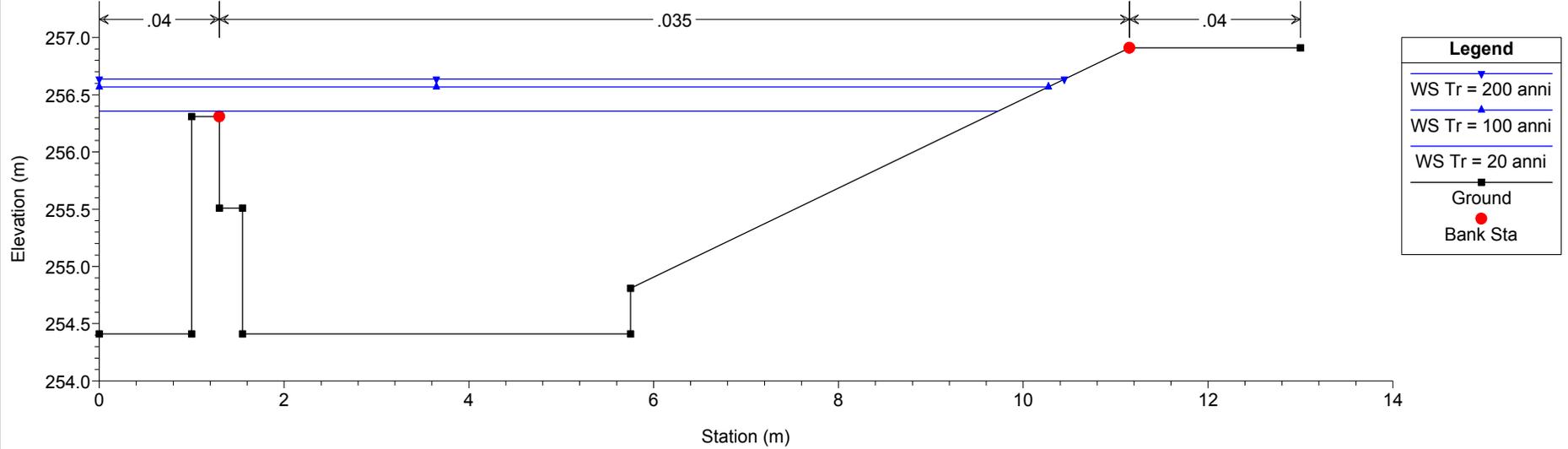
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 33.4 Sezione valle ponte Borgata Graneri AVONPO004



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 33 Sezione B Mo

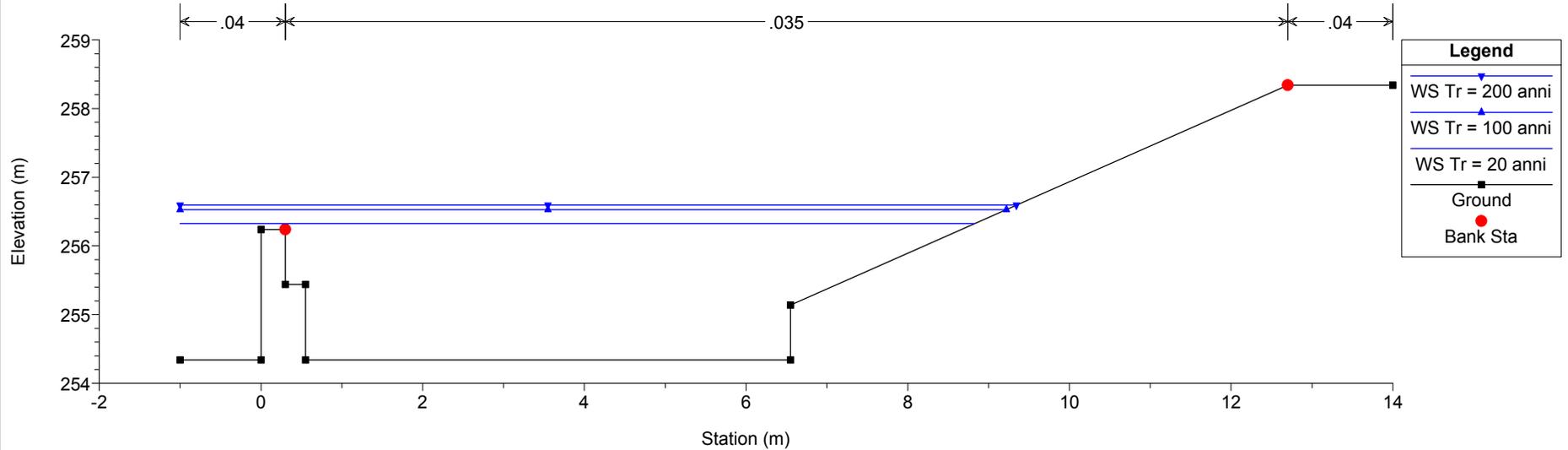


Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

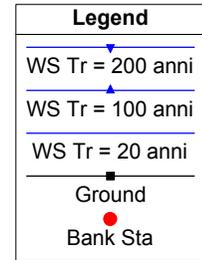
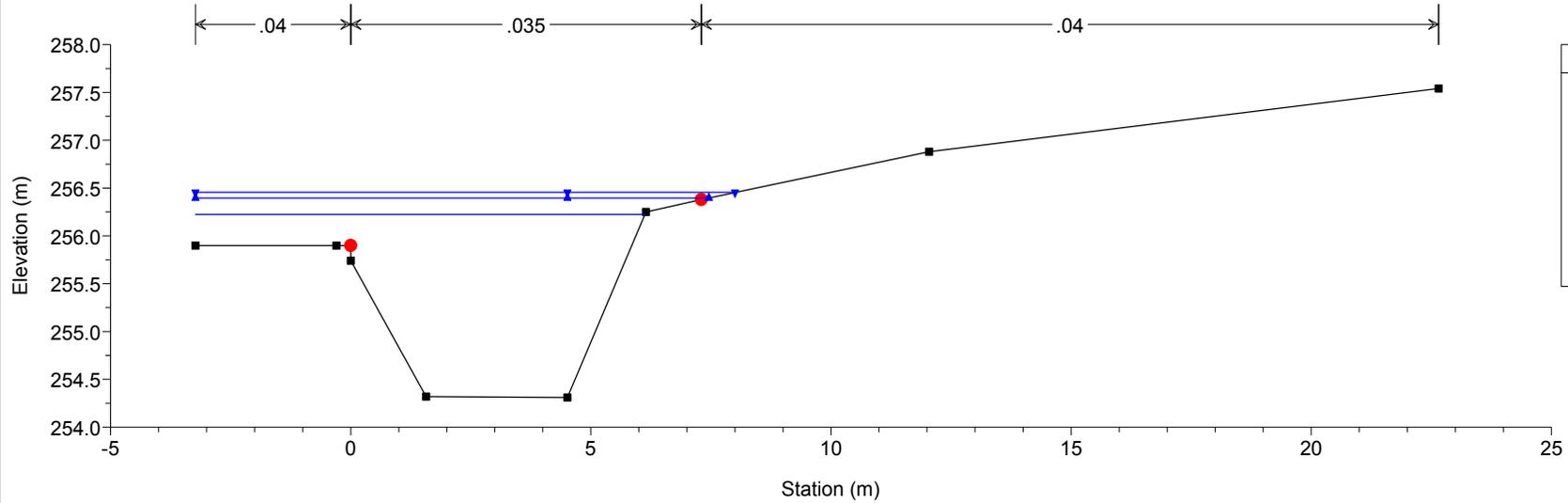
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 32 Sezione A Mo



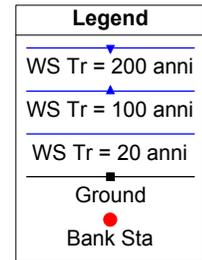
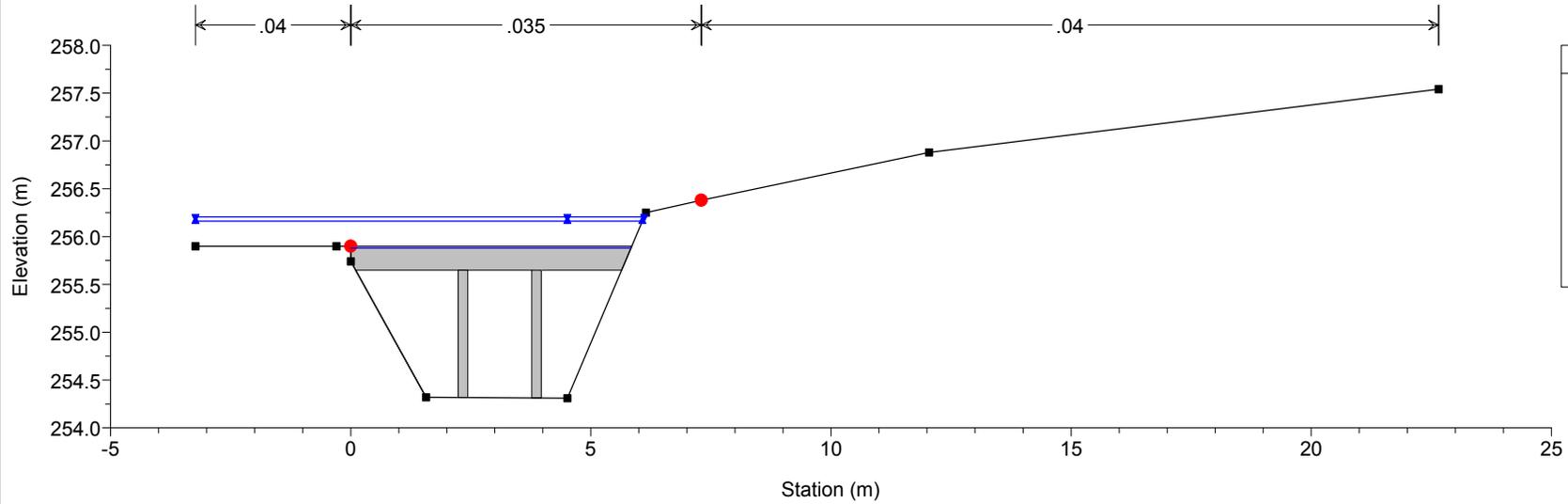
Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 31 Sezione monte ponticello

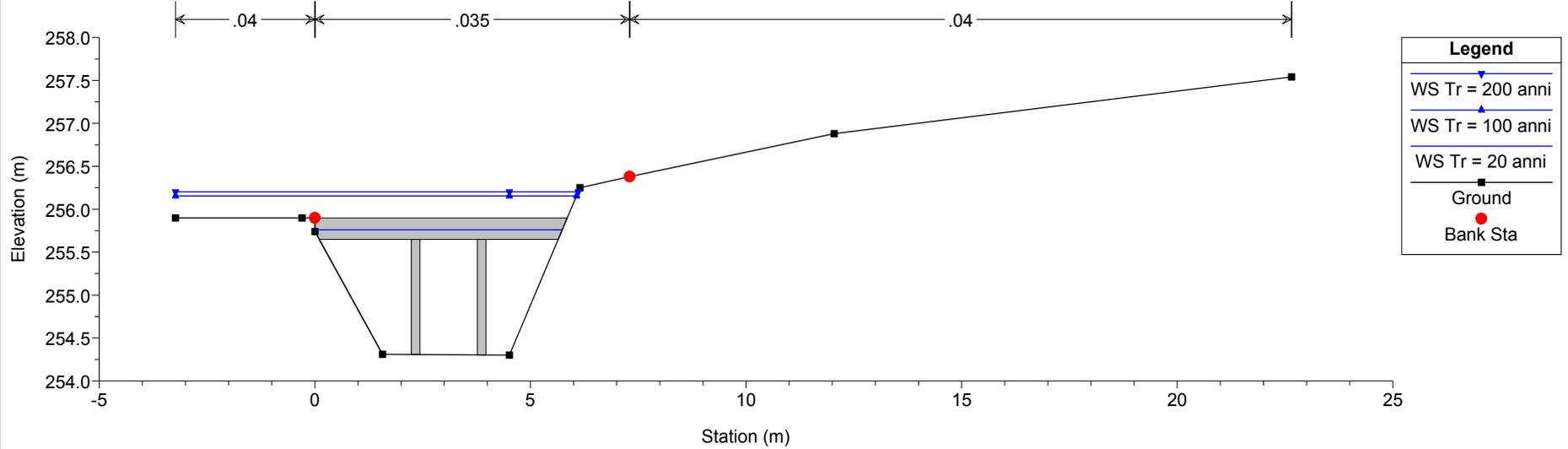


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 30.5 BR Ponticello allevamento ittico



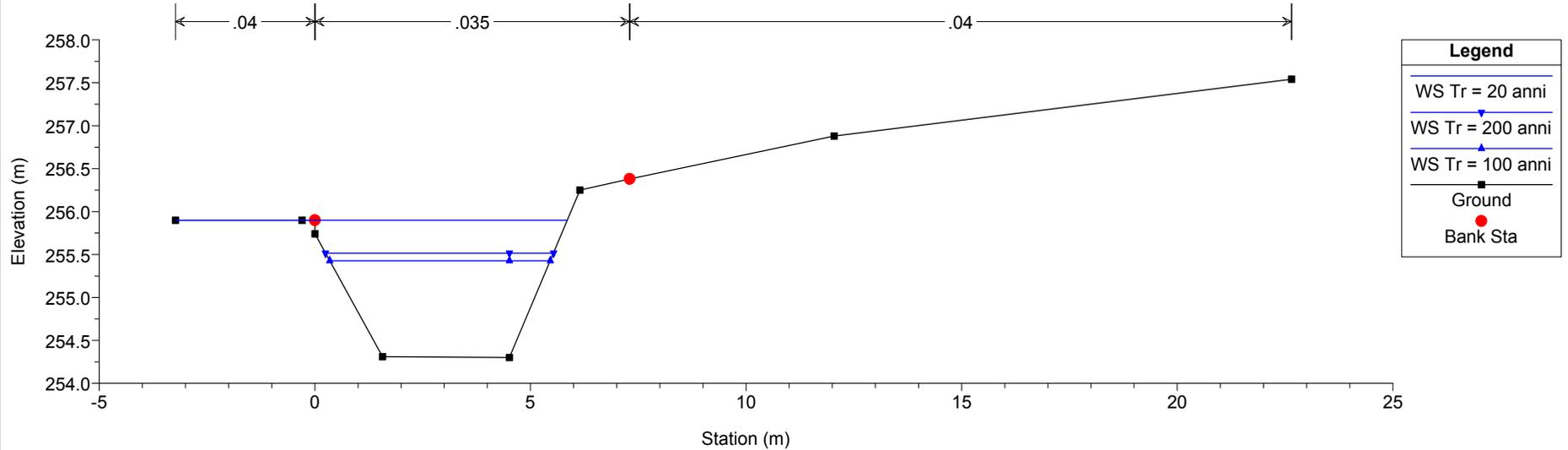
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 30.5 BR Ponticello allevamento ittico



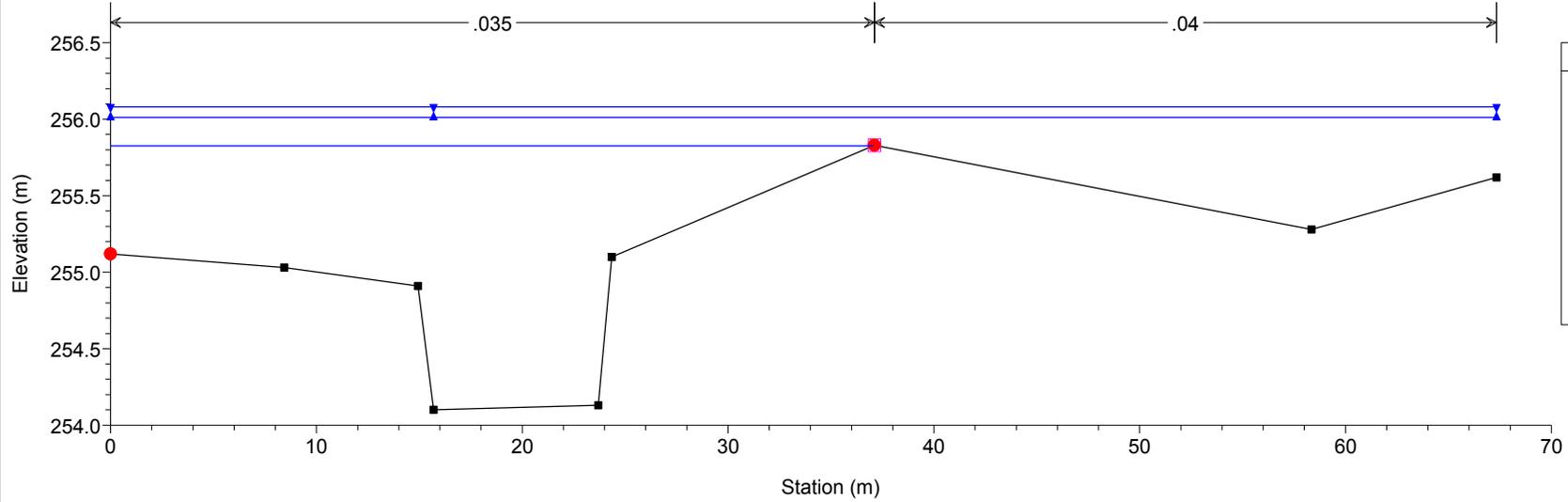
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 30 Sezione 1 Mo



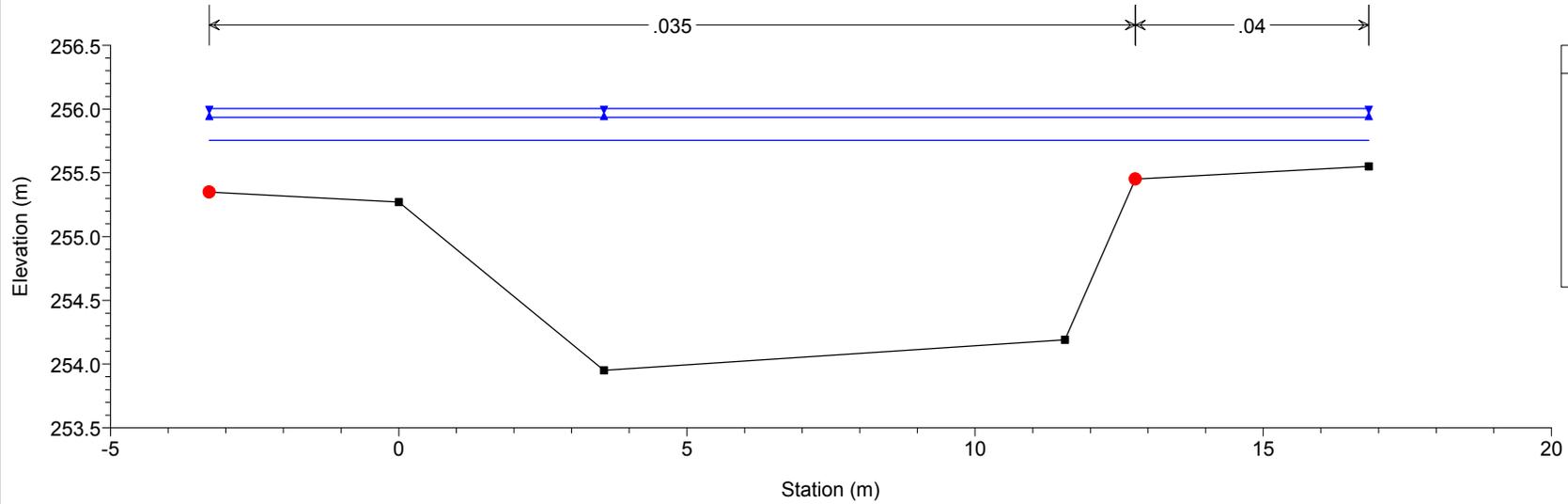
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 29 Sezione 2 Mo



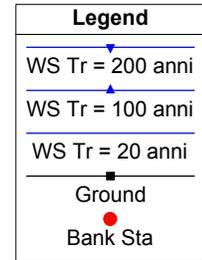
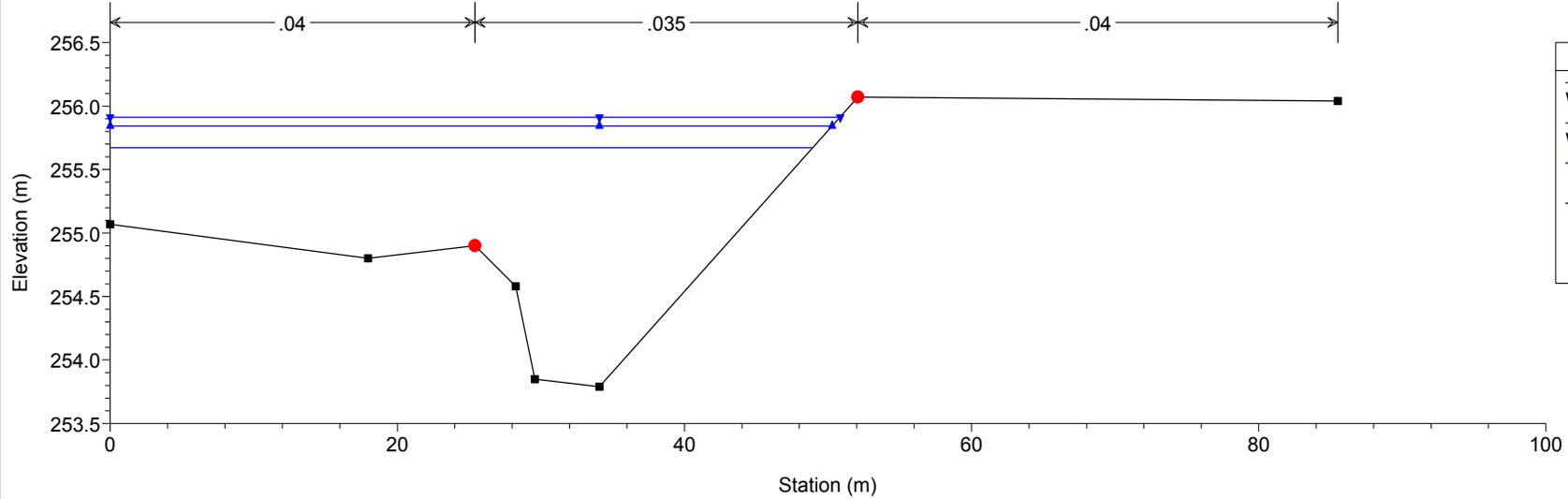
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 28 Sezione 3 Mo



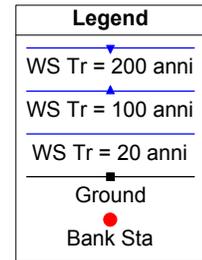
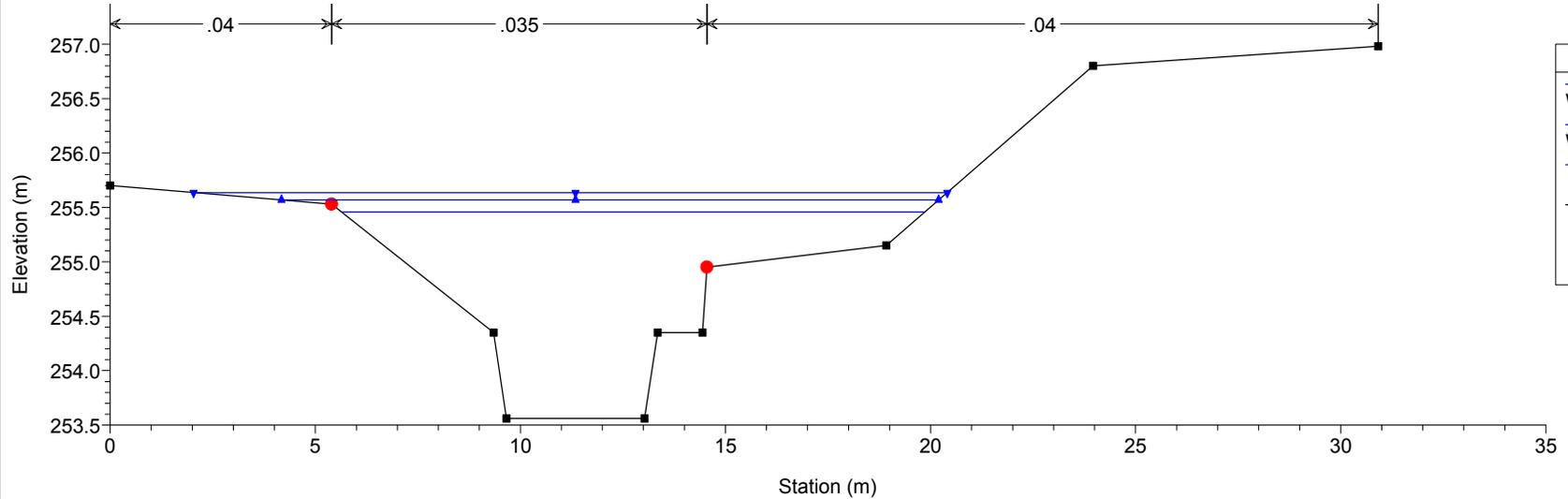
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 27 Sezione 4 Mo



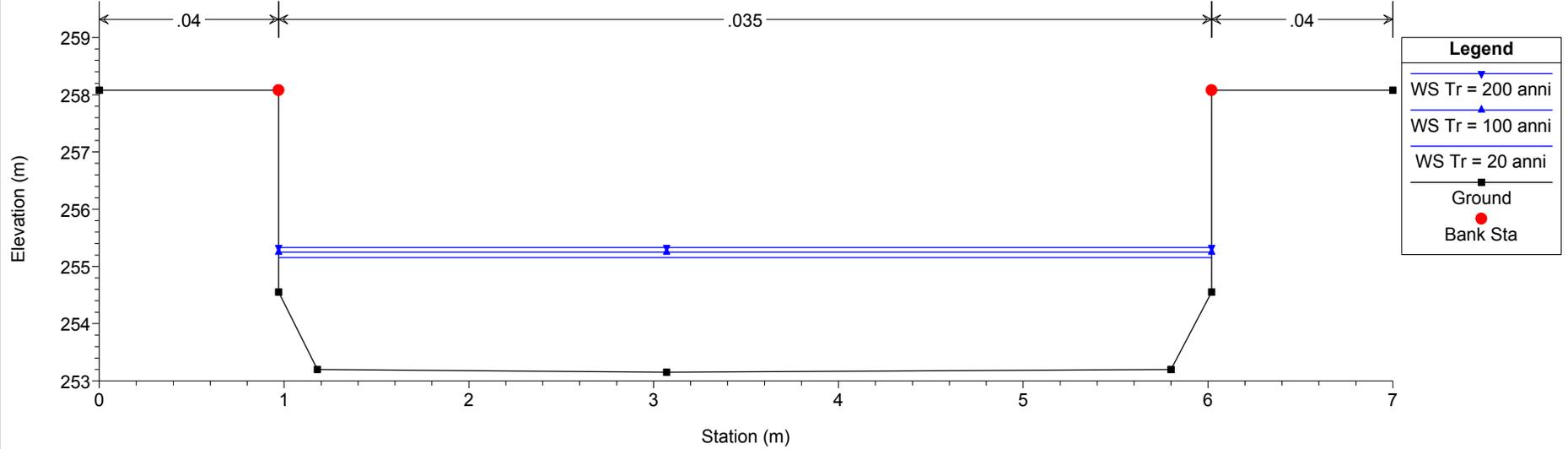
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 26 Sezione 5 Mo



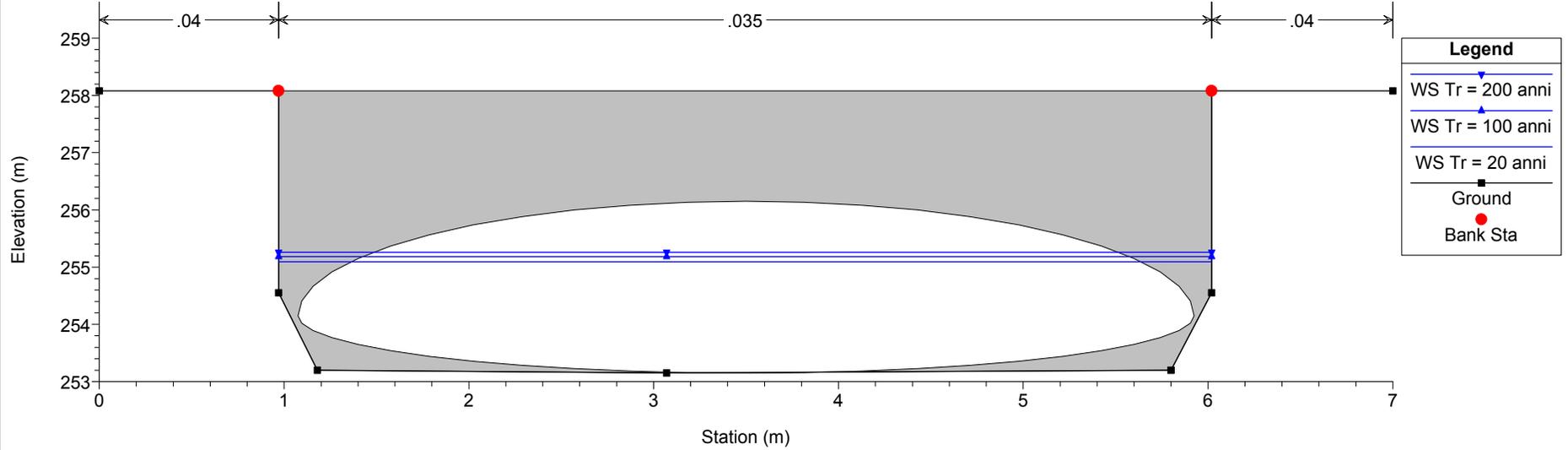
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 25 Sezione 6 Mo monte ponte Circonvallazione

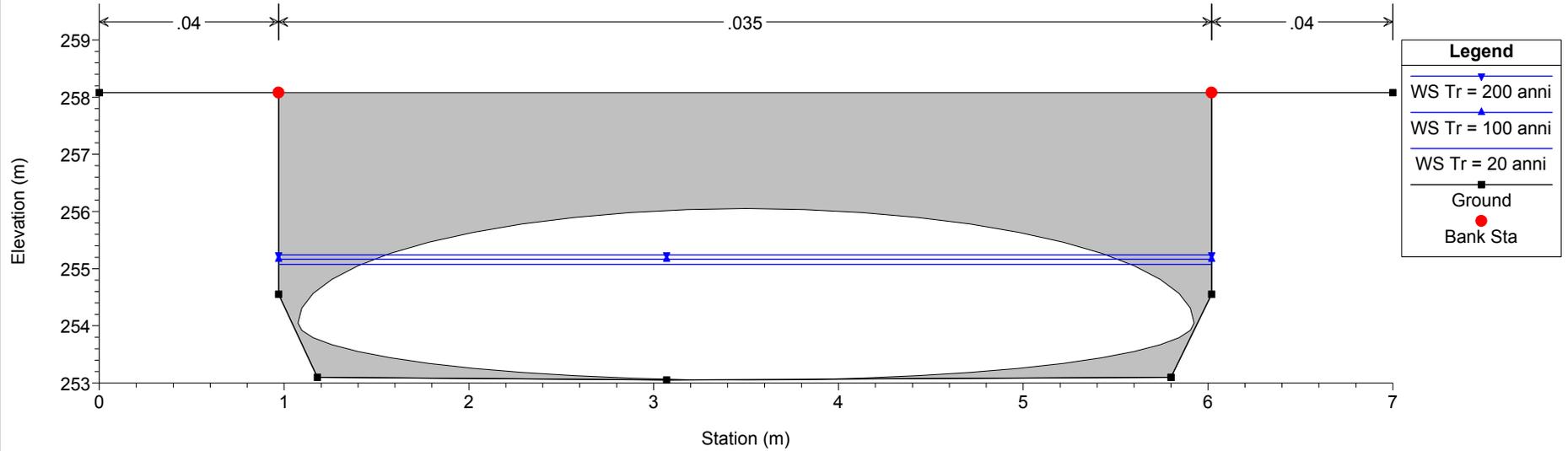


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

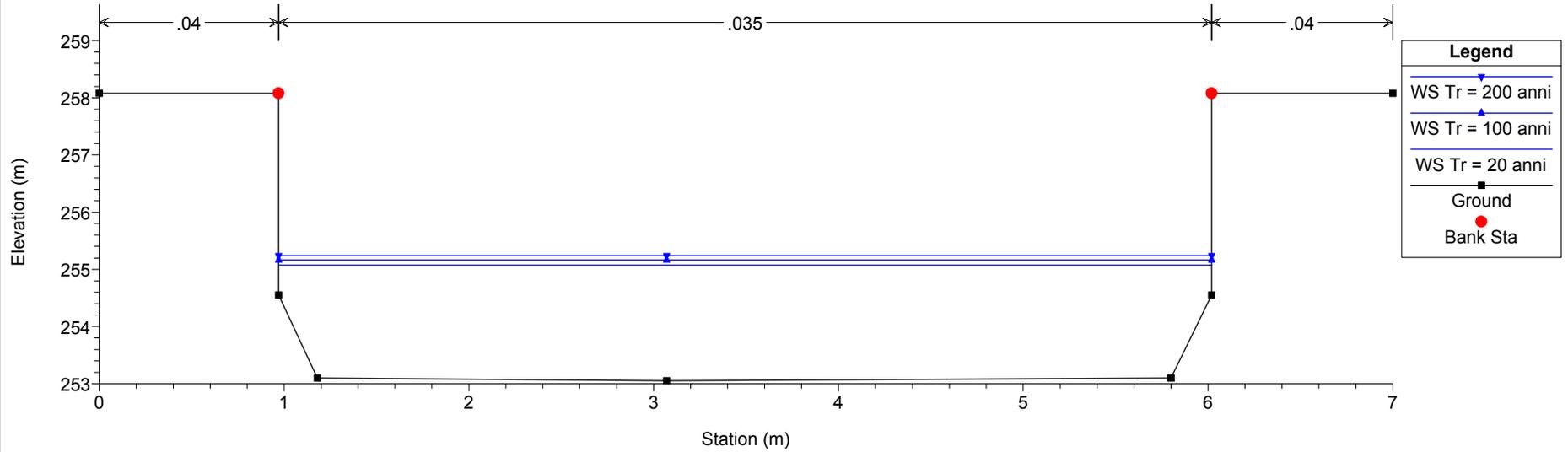
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 24.5 Culv Ponte Circonvallazione



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 24.5 Culv Ponte Circonvallazione

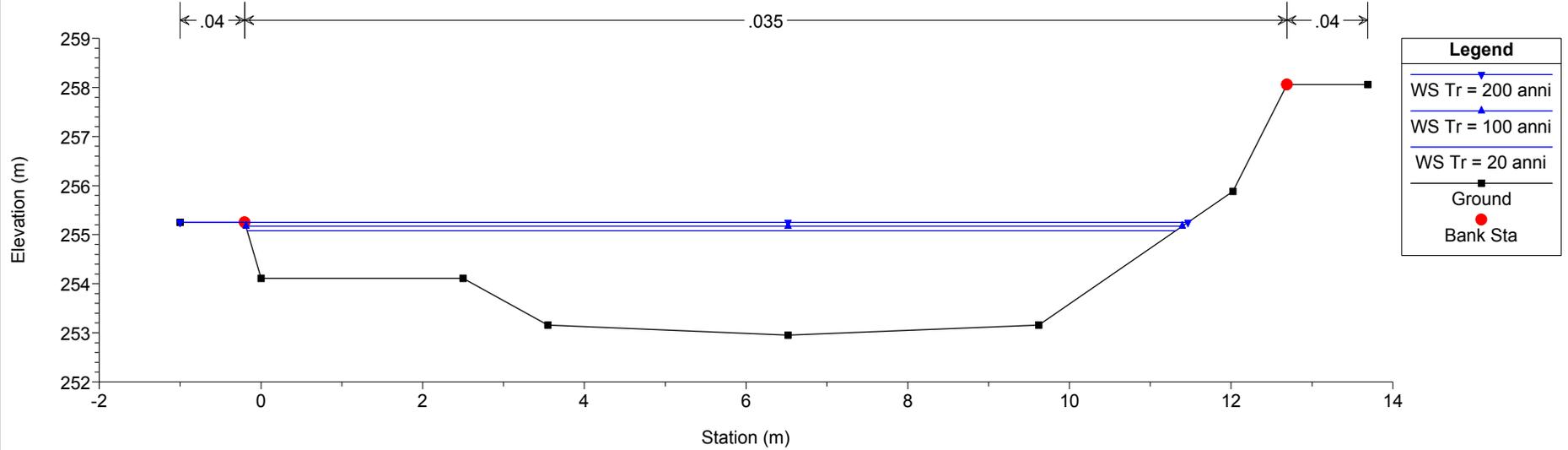


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 24 sezione 6 Mo valle ponte Circonvallazione



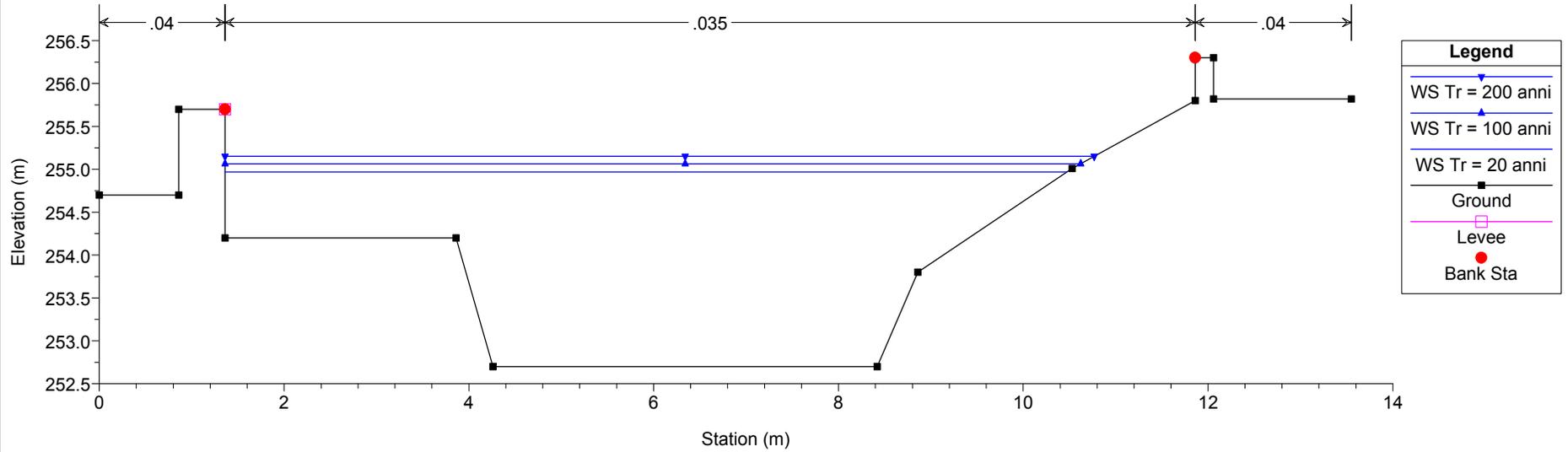
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 23 sezione 7 Mo



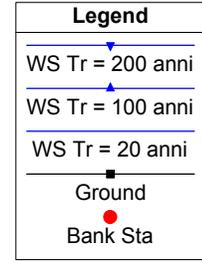
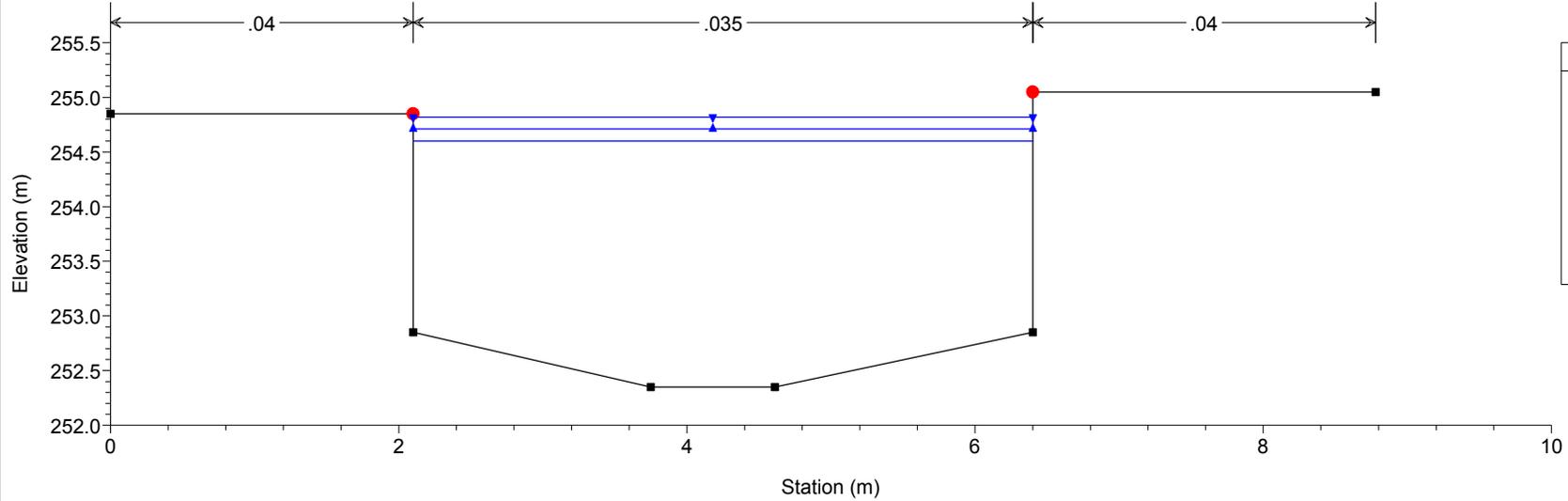
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 22 sezione 8 Mo



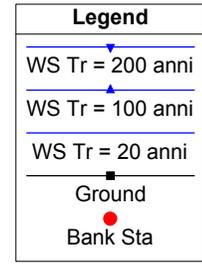
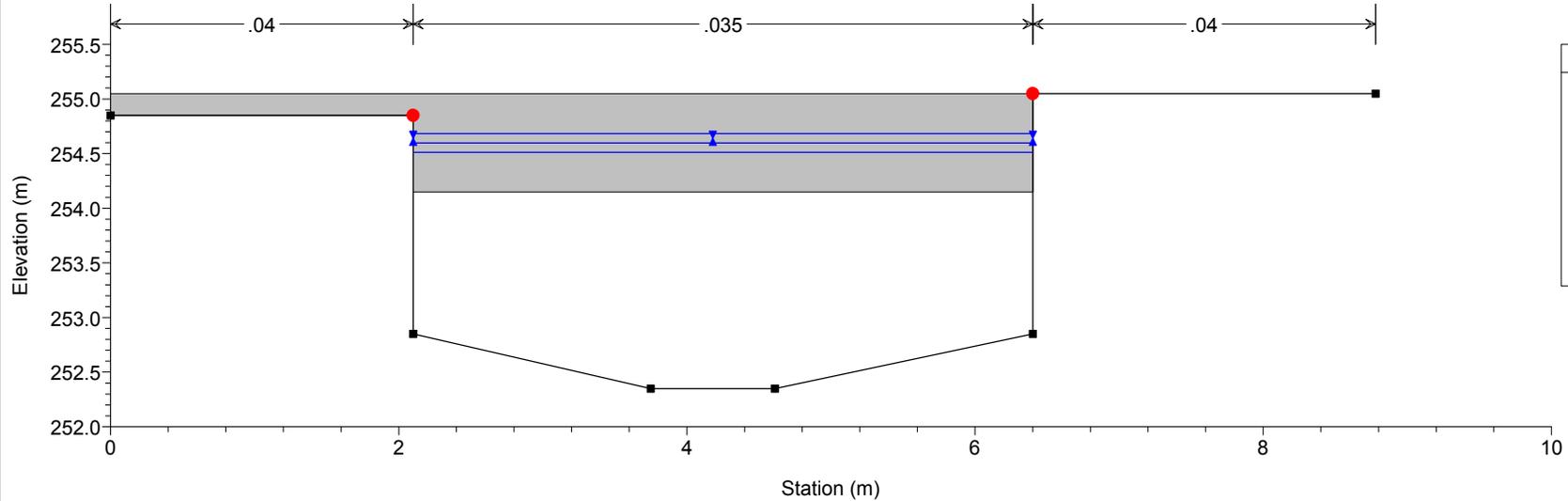
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 21 sezione 9A Mo monte ponte scuole

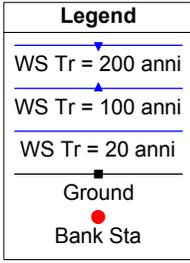
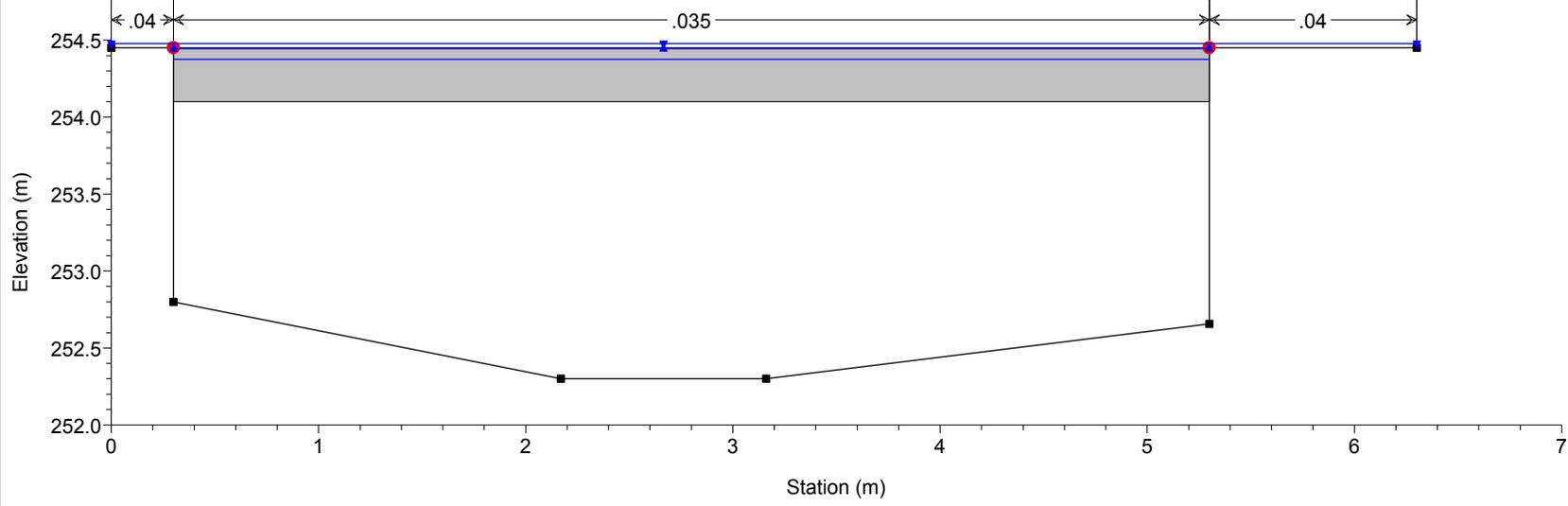


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

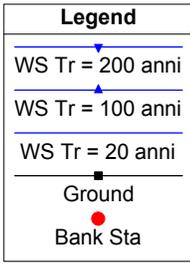
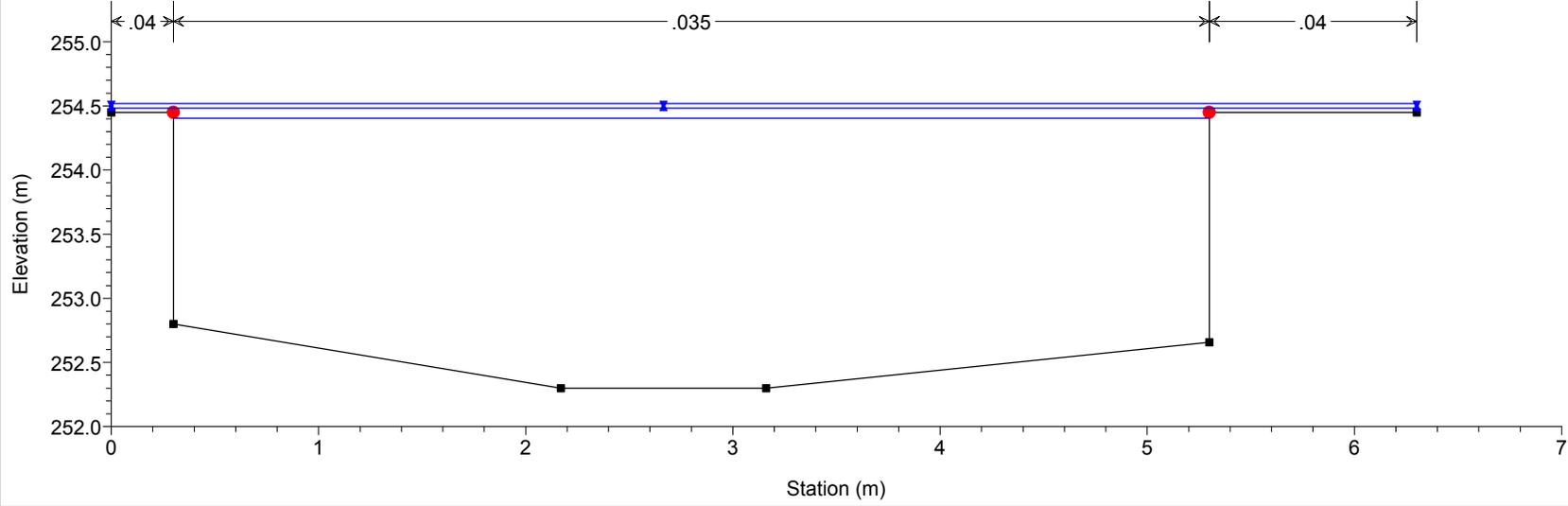
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 20.5 BR Ponte delle scuole



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 20.5 BR Ponte delle scuole

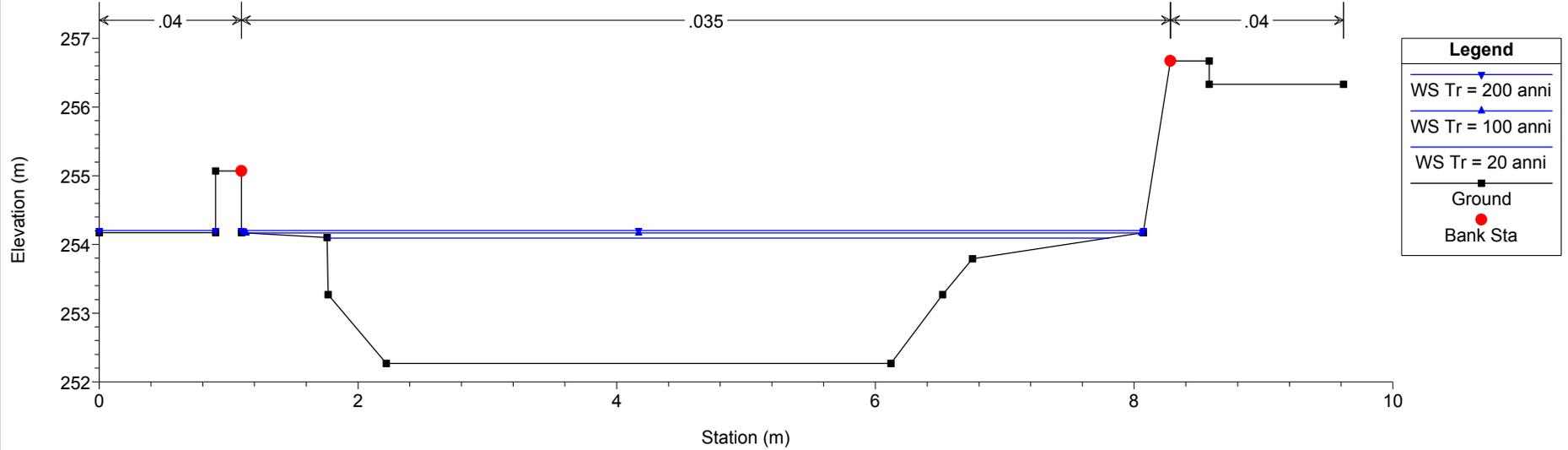


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 20 sezione 9B Mo valle ponte scuole



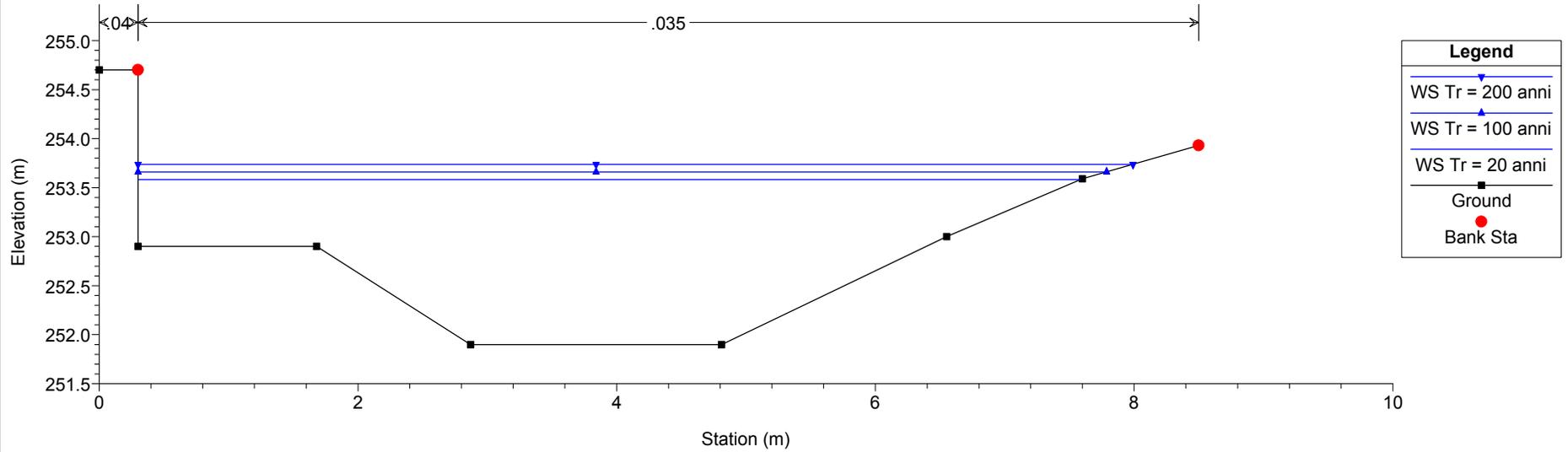
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 19 sezione 10 Mo



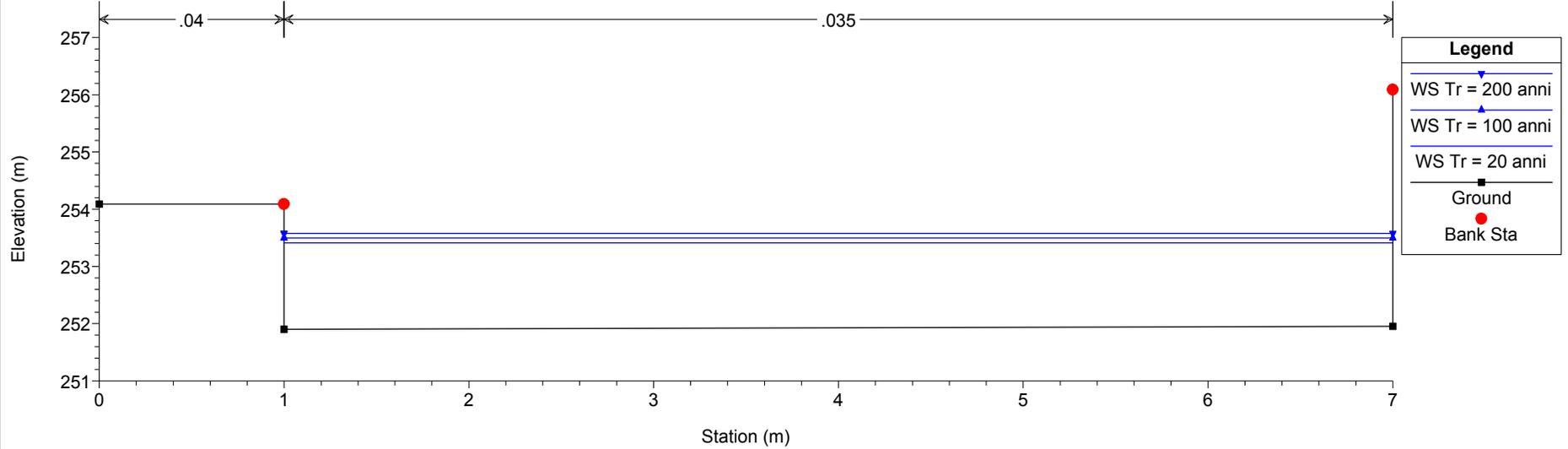
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 17 Sezione 11 Mo



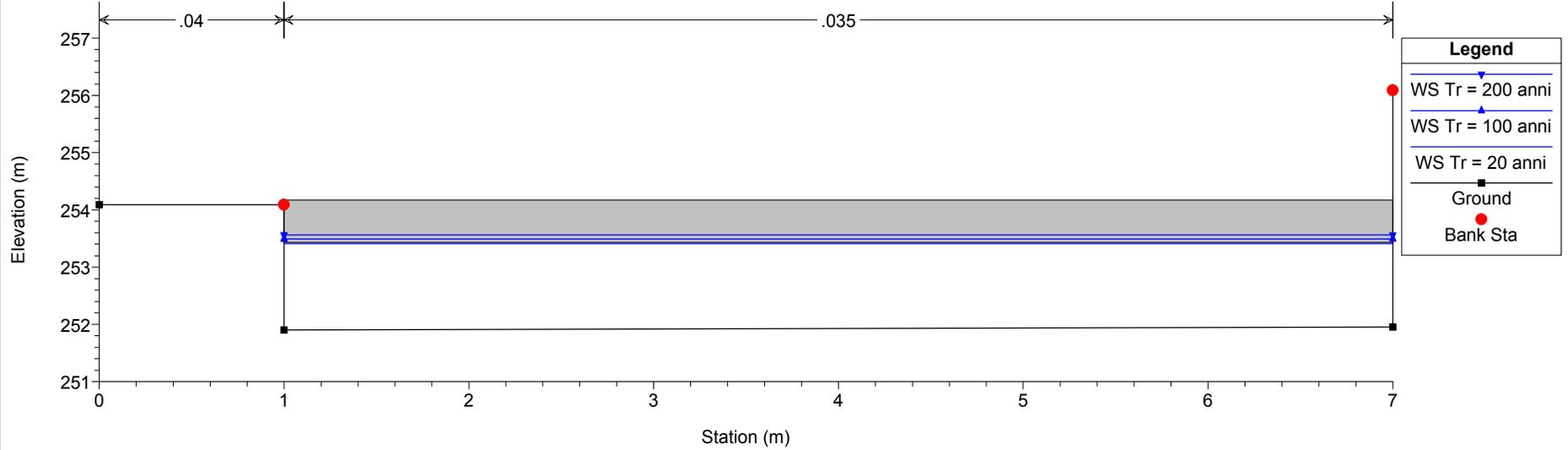
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 16 Sezione 12A Mo (a monte del ponte della chiesetta)

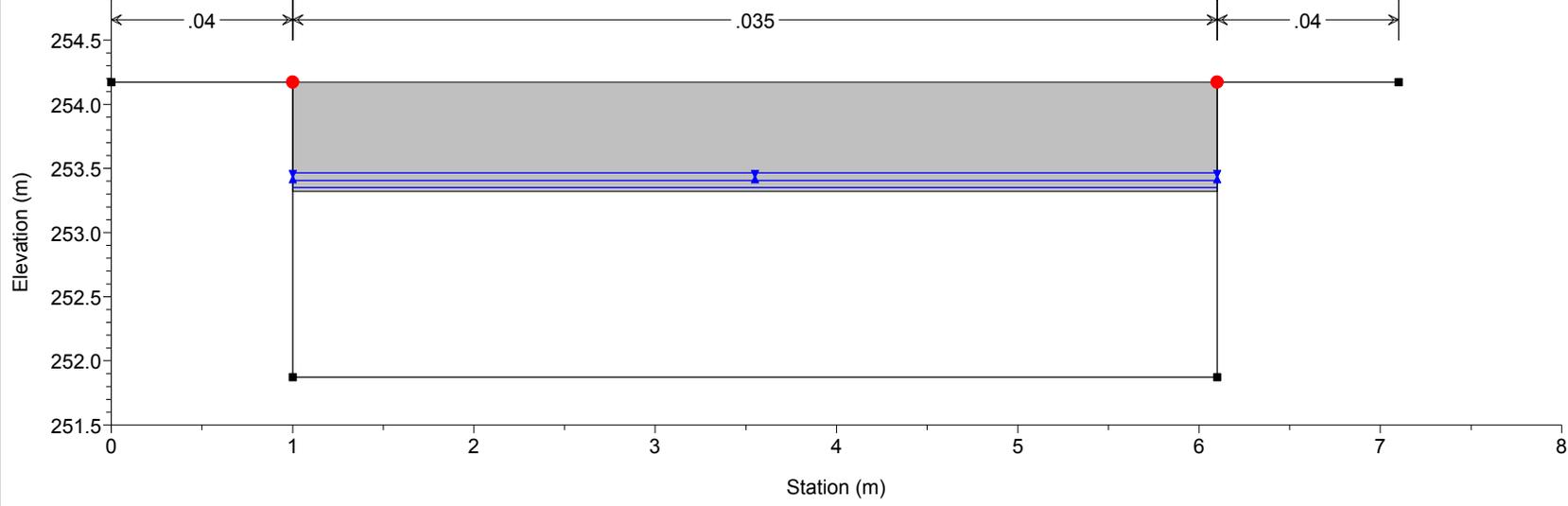


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 15.5 BR ponte Chiesetta



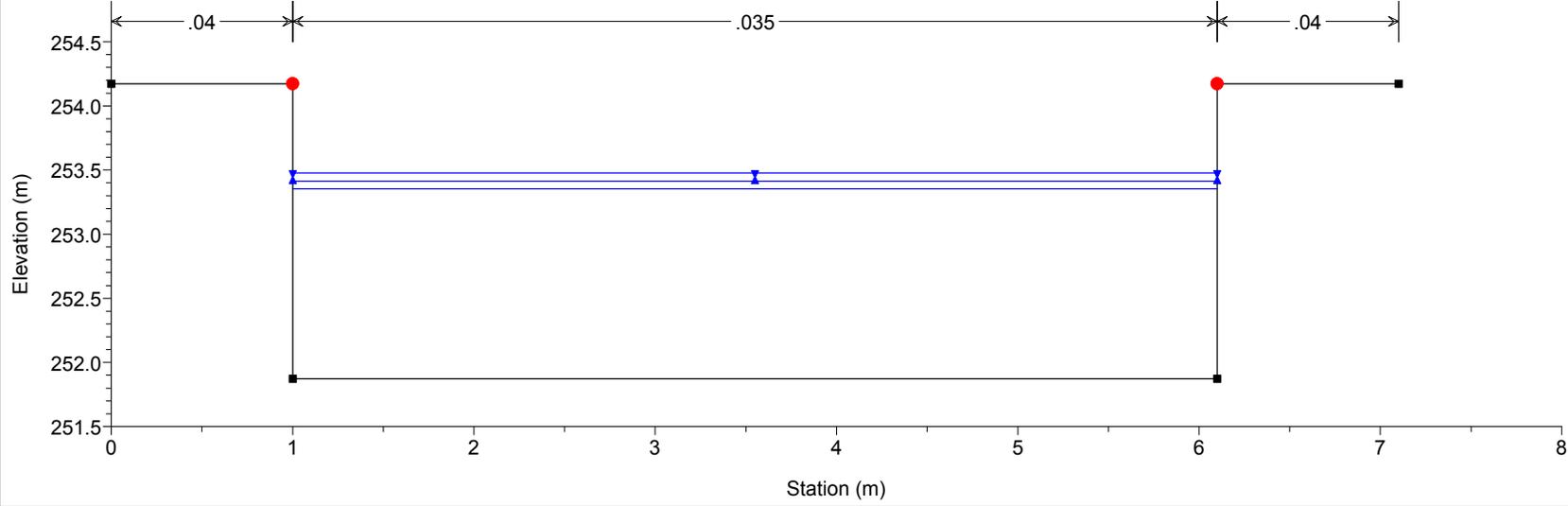
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 15.5 BR ponte Chiesetta



Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

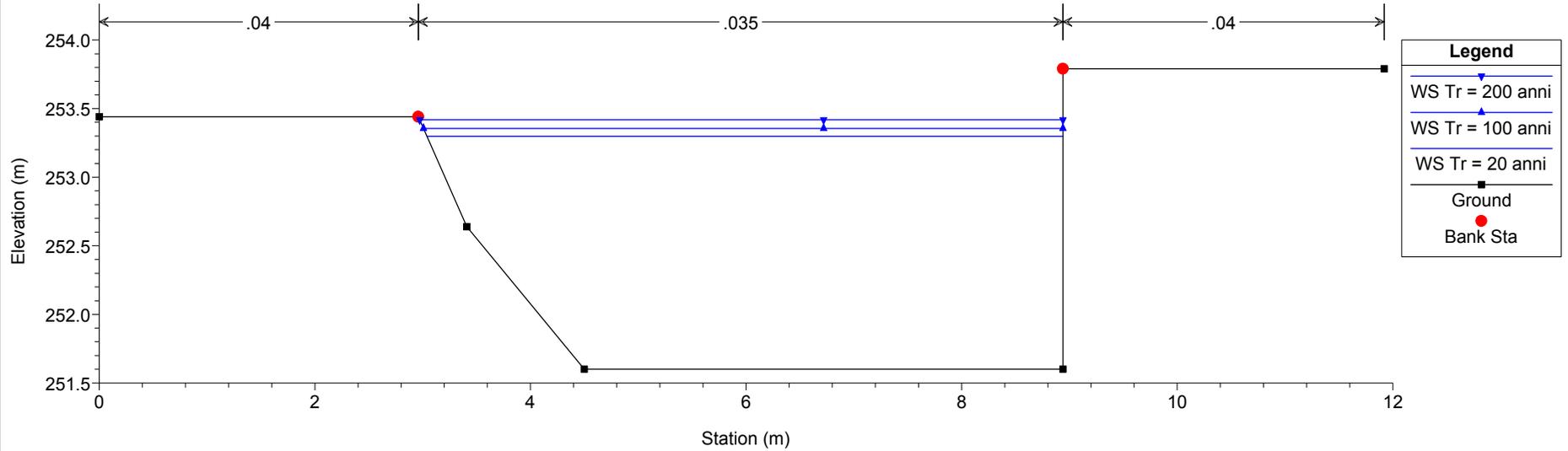
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 15 Sezione 12B Mo (a valle del ponte della chiesetta)



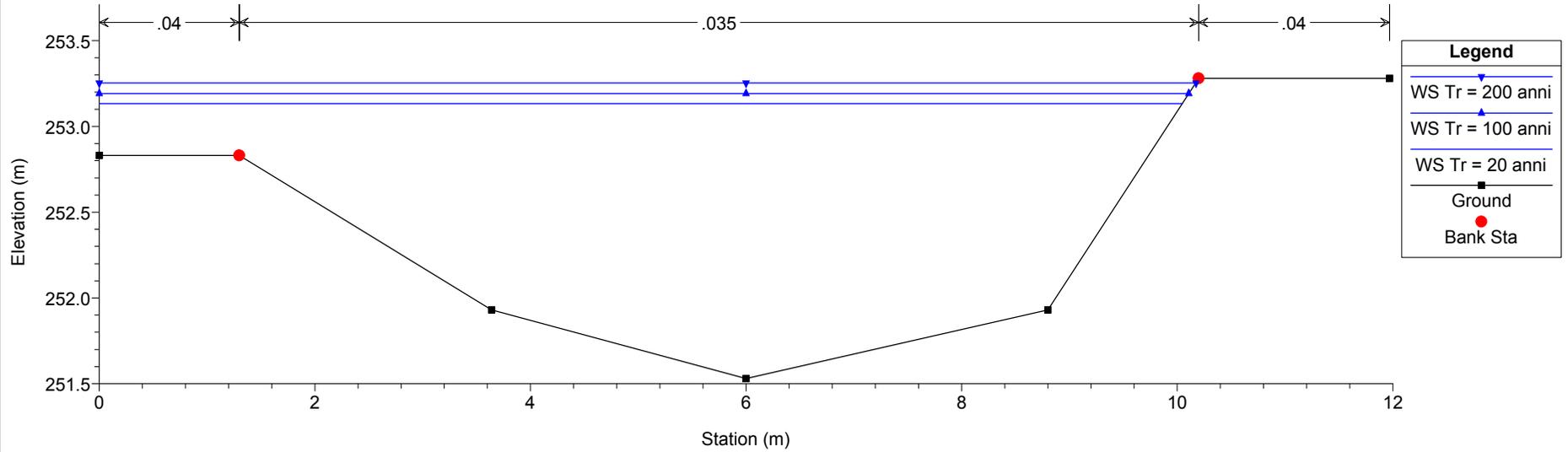
Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 14 Sezione 13 Mo

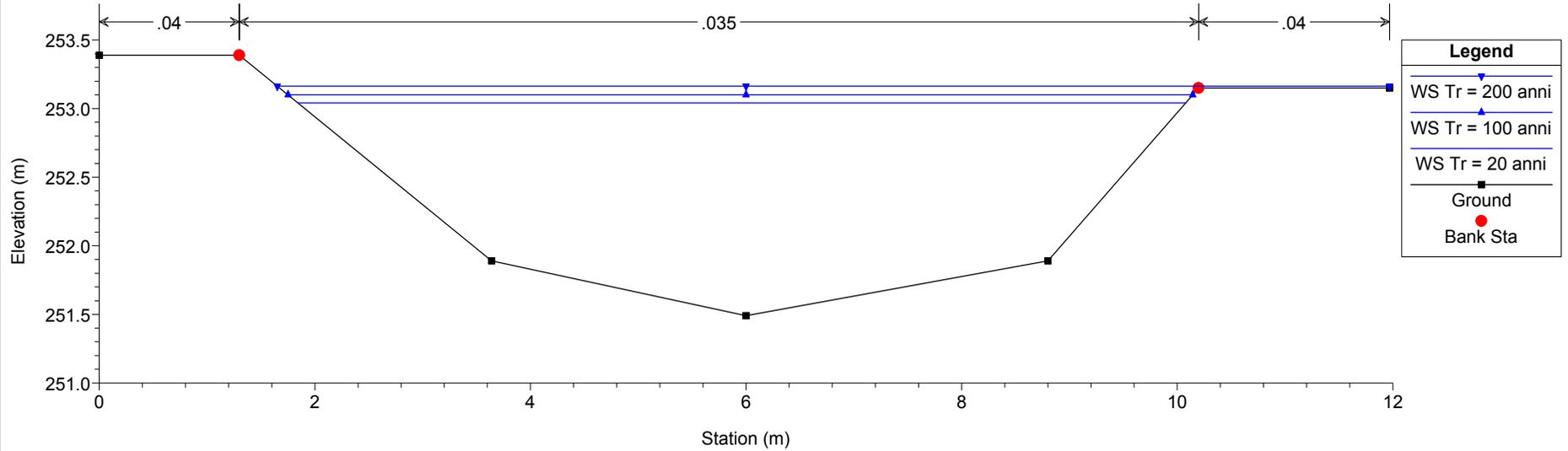


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 13.5 Sezione 14bis Mo



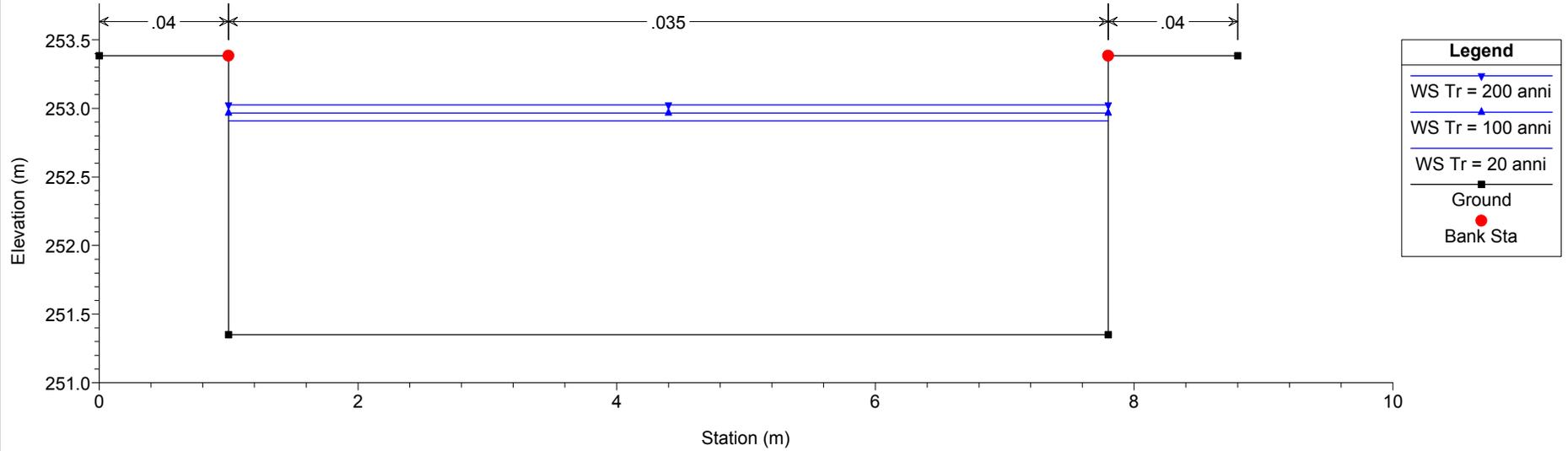
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 13 Sezione 14 Mo



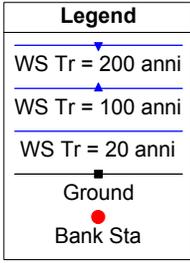
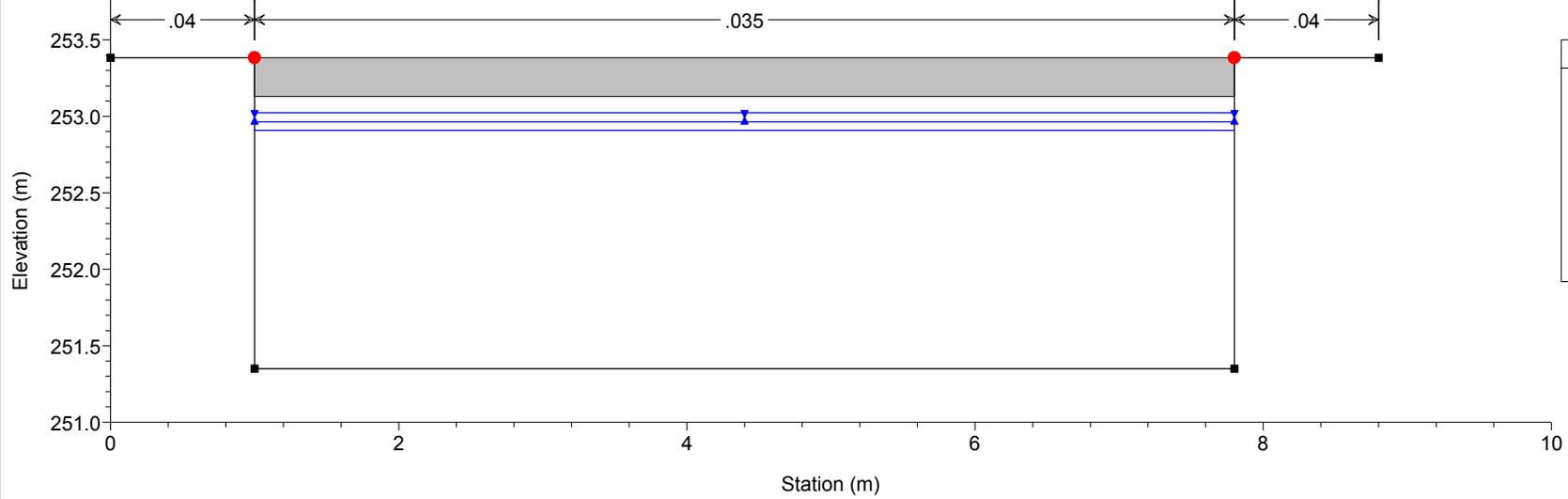
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 12 Sezione 15A Mo (a monte del ponte del parco giochi)



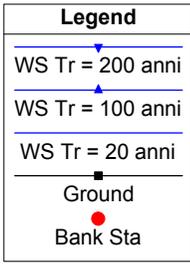
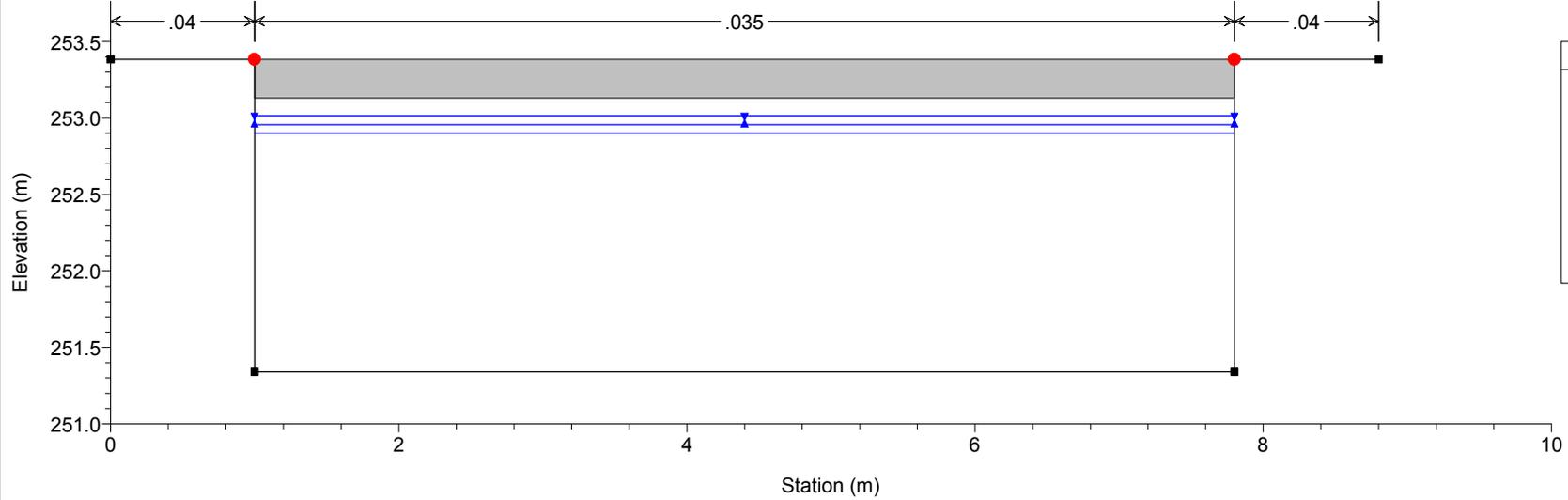
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 11.5 BR Ponte parco giochi



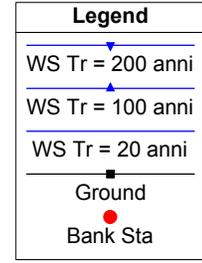
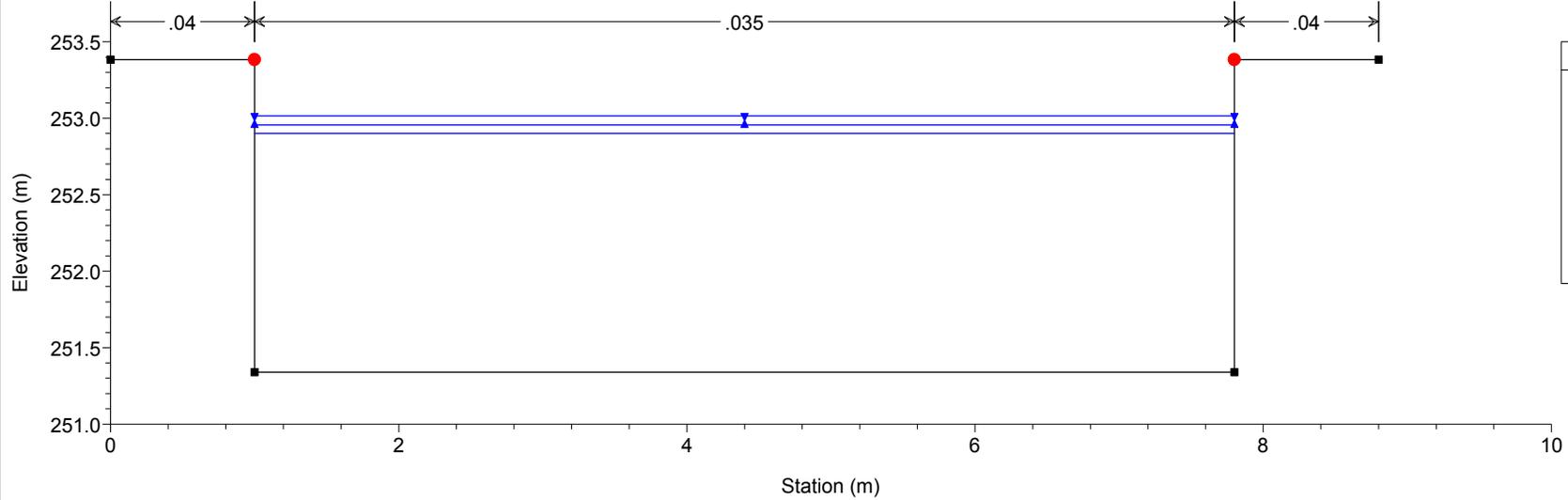
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 11.5 BR Ponte parco giochi



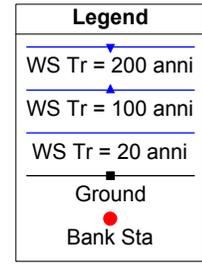
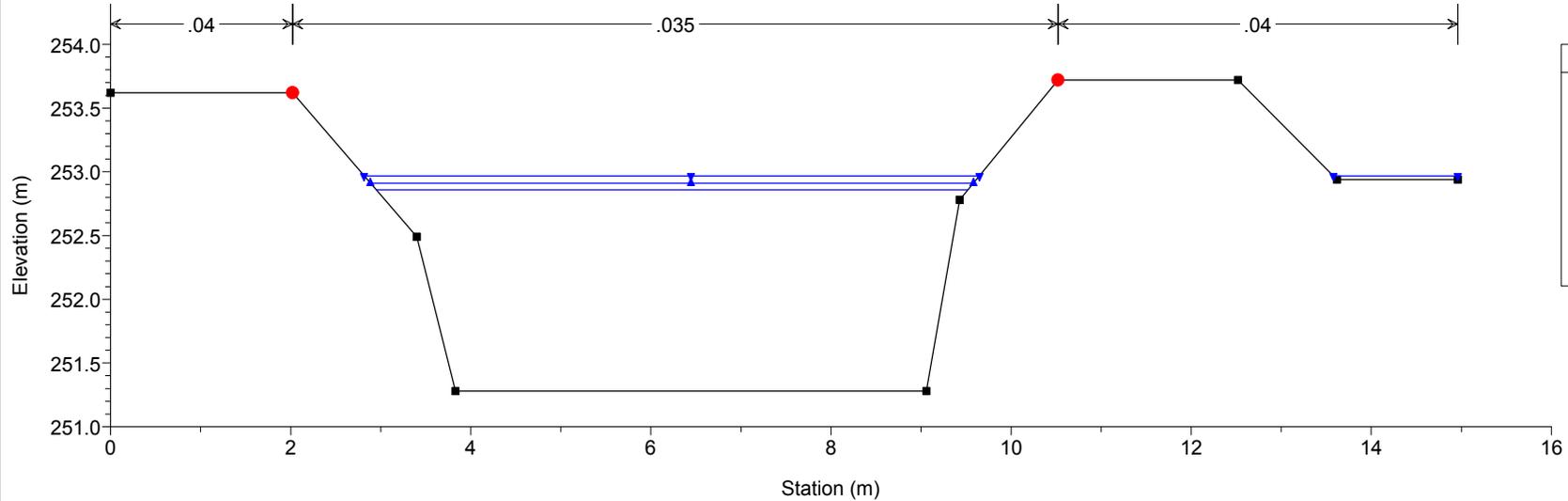
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 11 Sezione 15B Mo (a valle del ponte parco giochi)



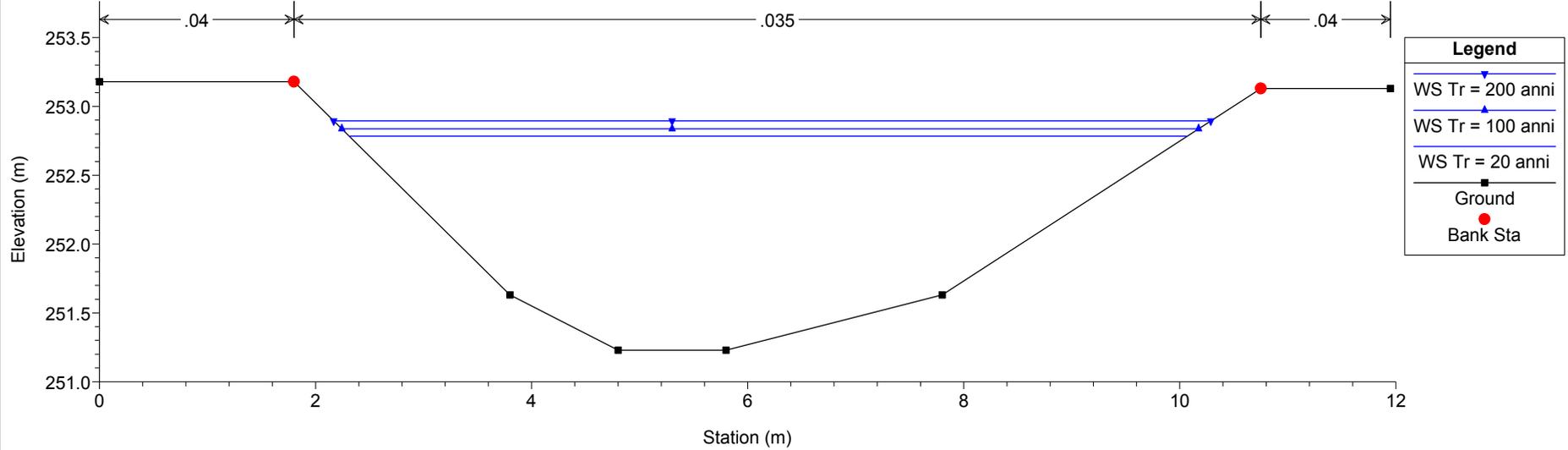
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 10 Sezione 16 Mo



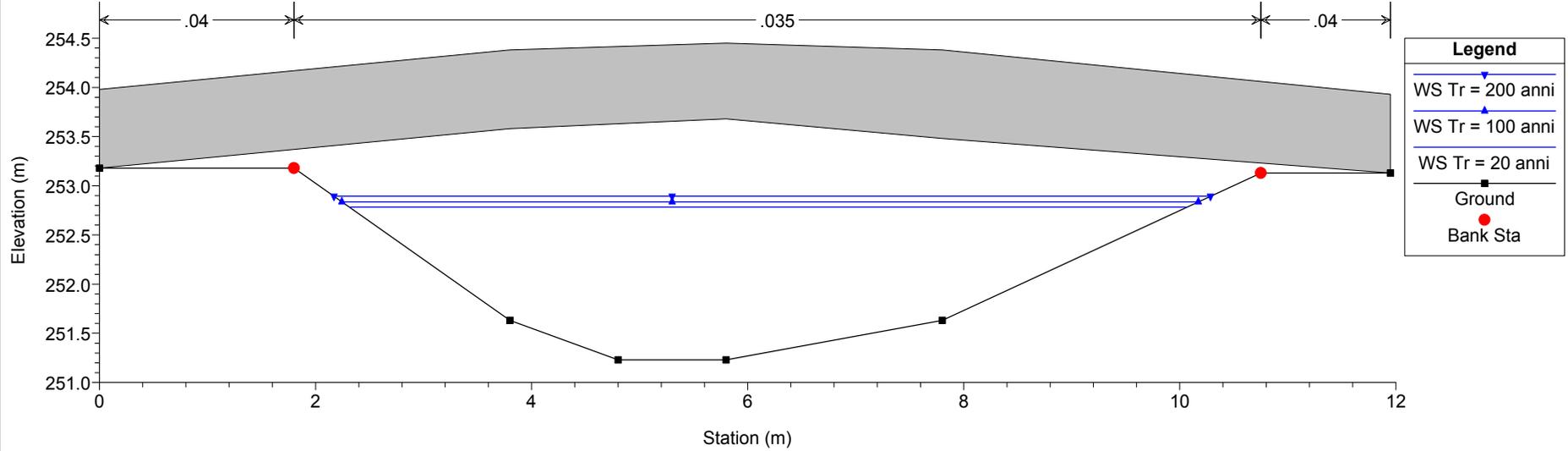
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

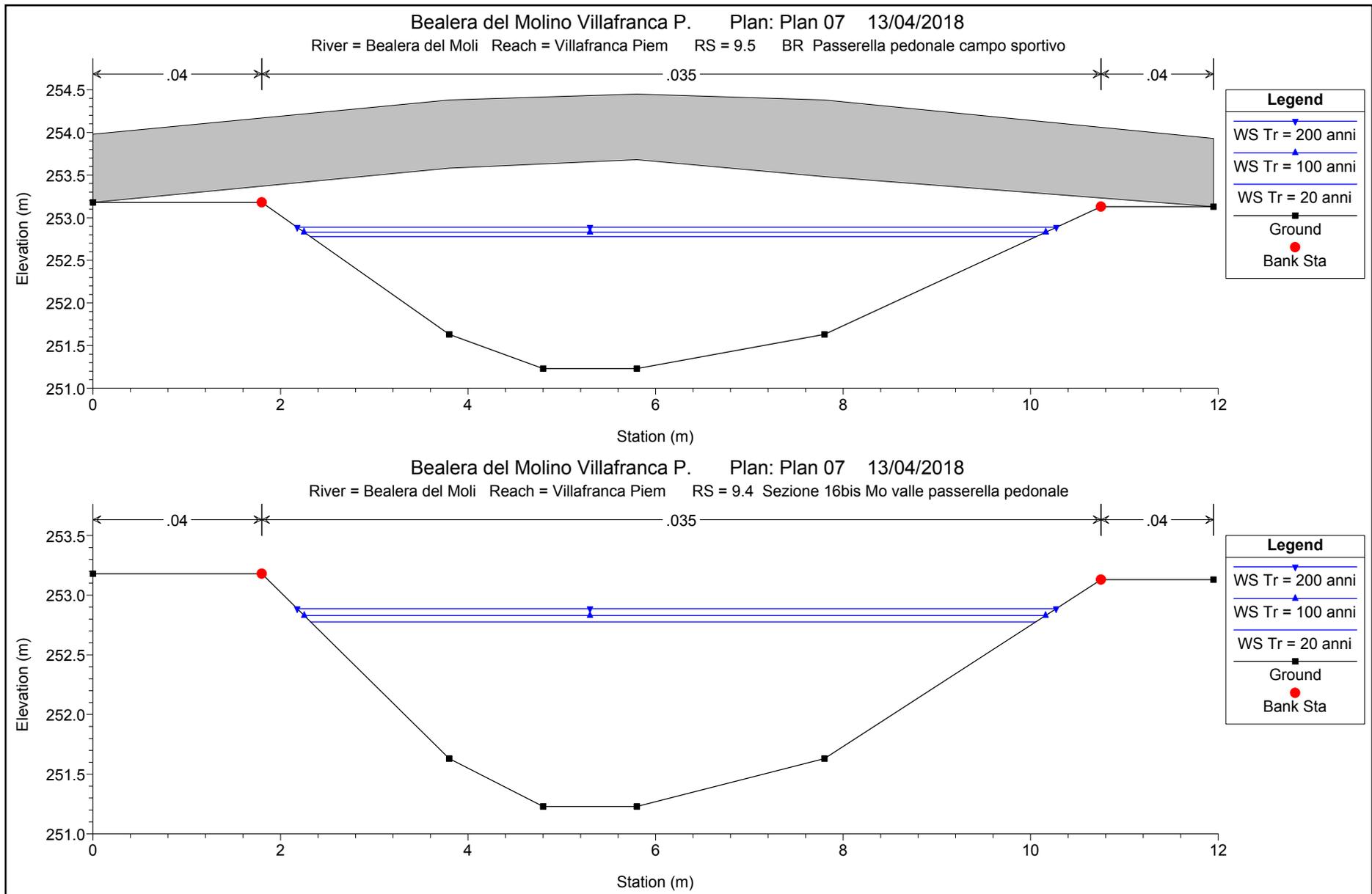
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 9.6 Sezione 16bis Mo monte passerella pedonale



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

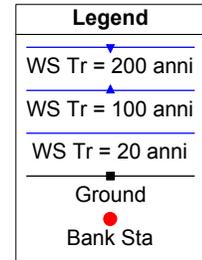
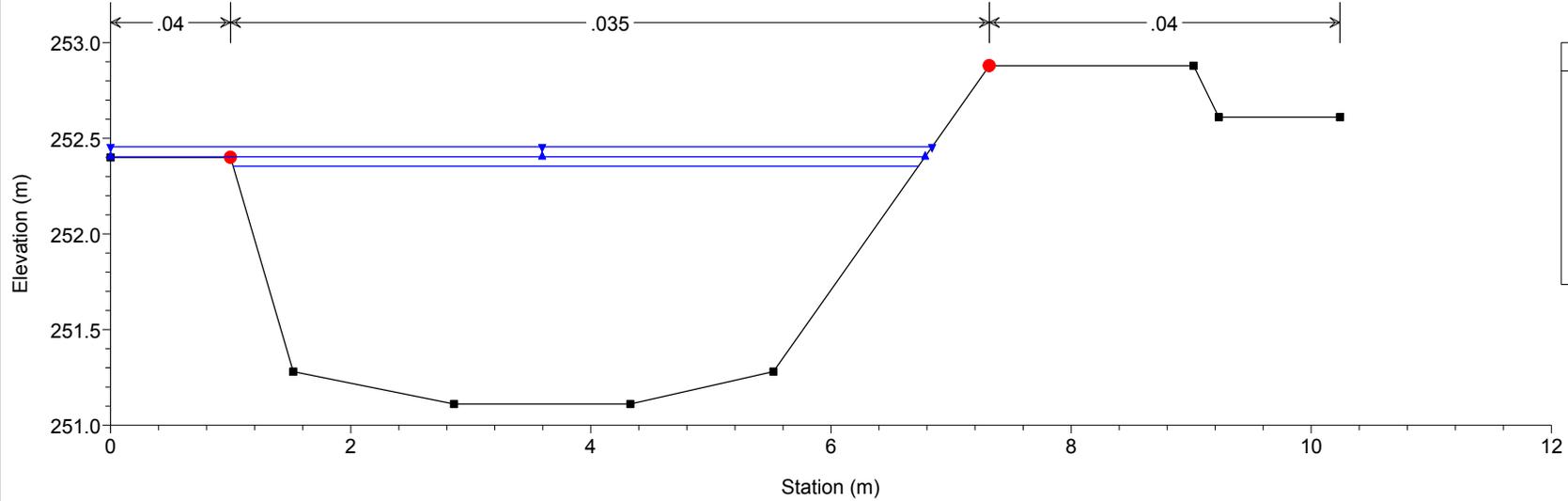
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 9.5 BR Passerella pedonale campo sportivo





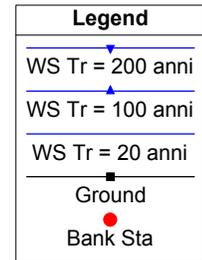
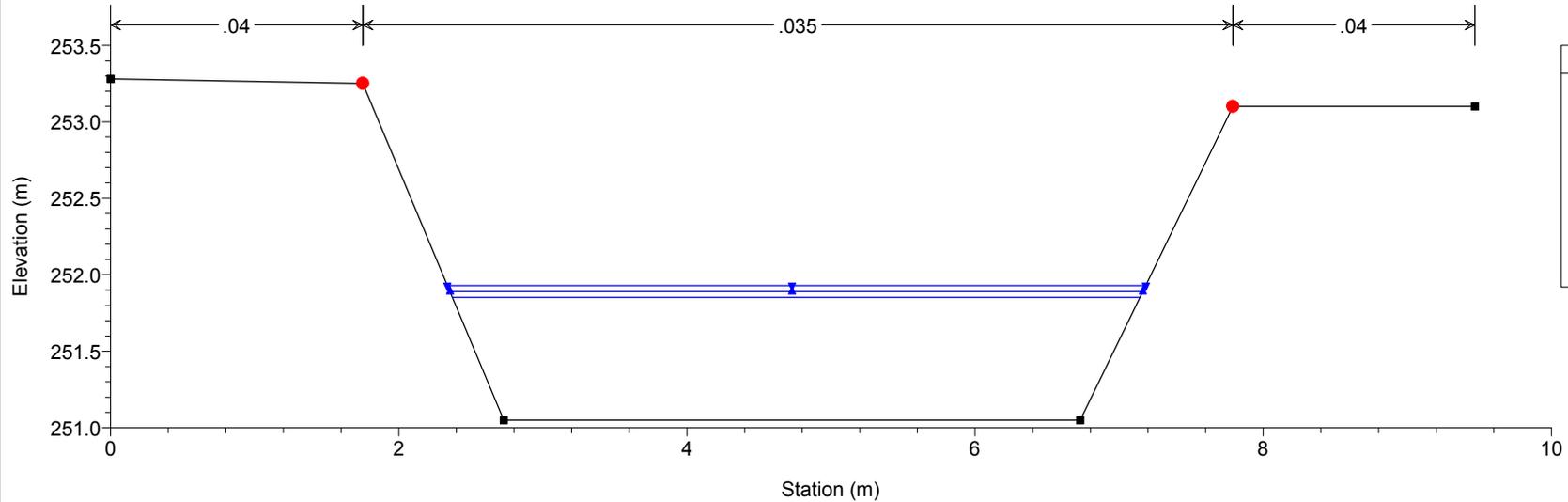
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

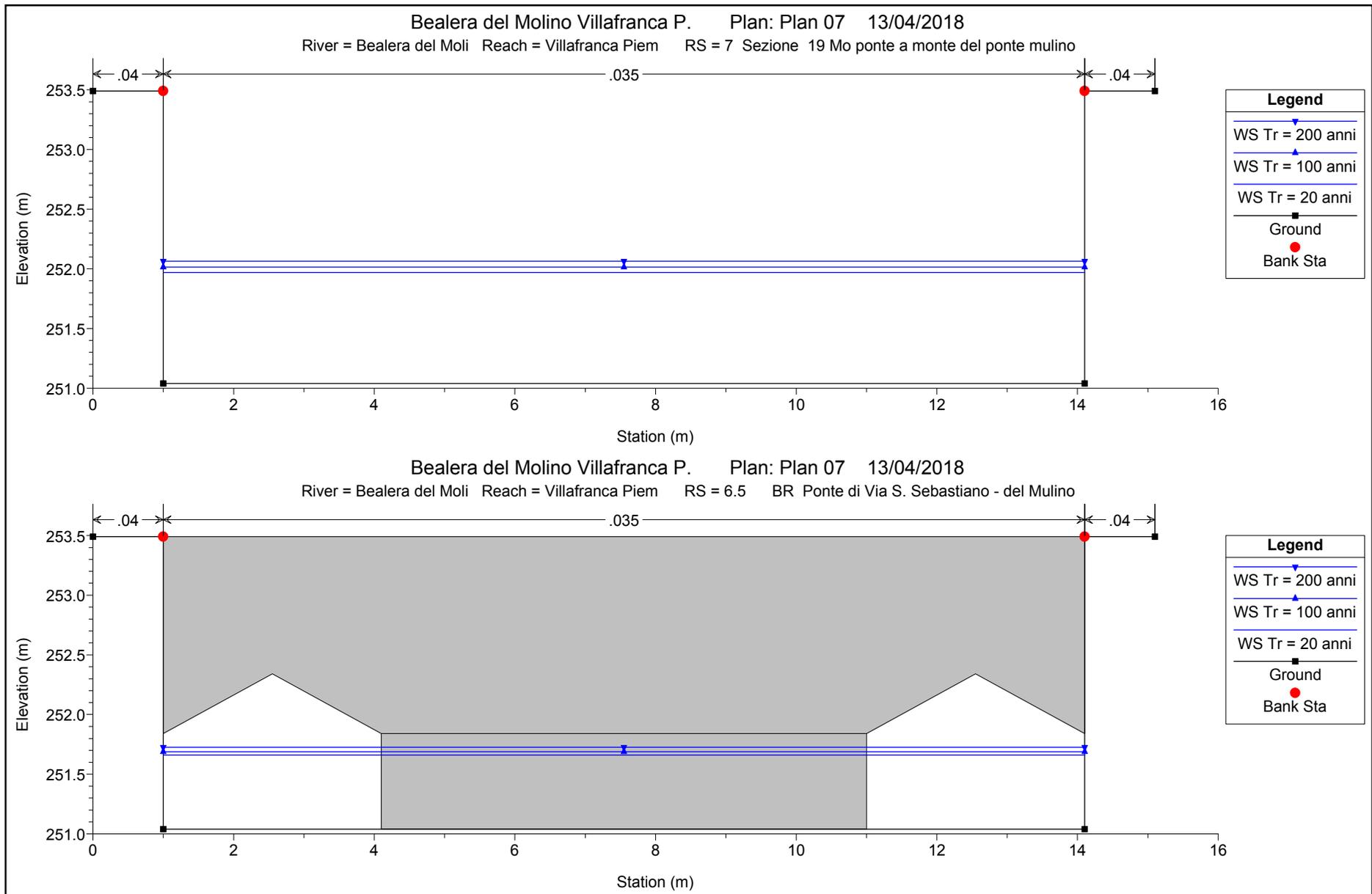
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 9 Sezione 17 Mo



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

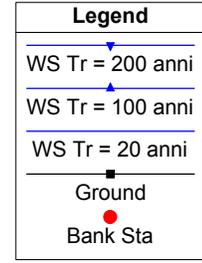
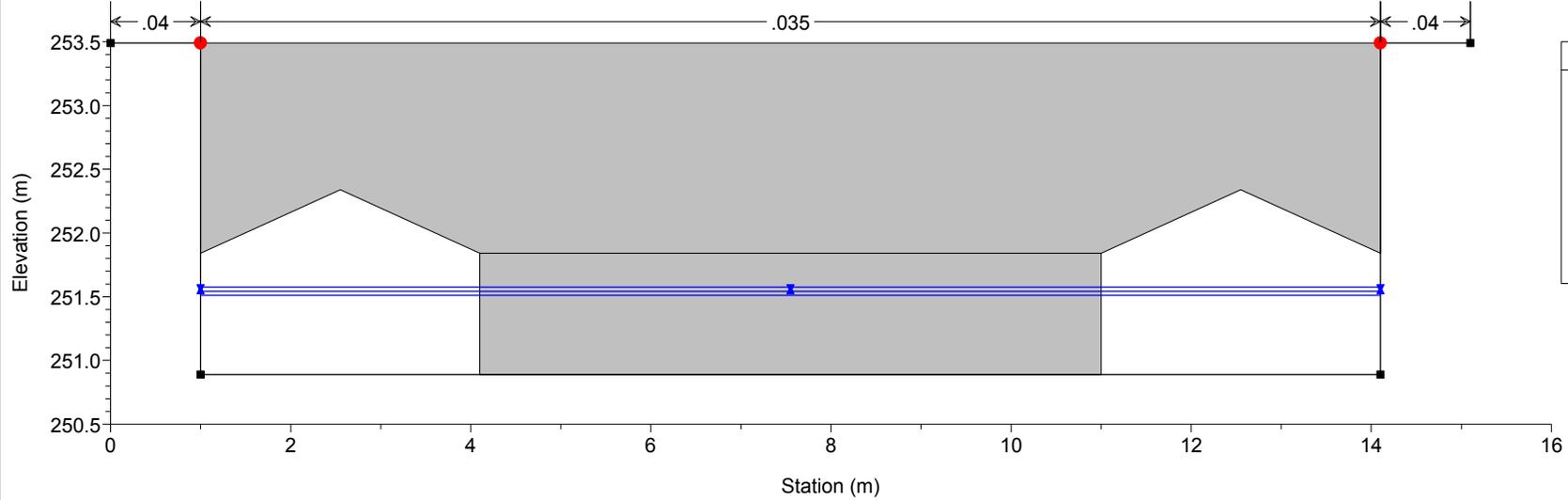
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 8 sezione 18 Mo





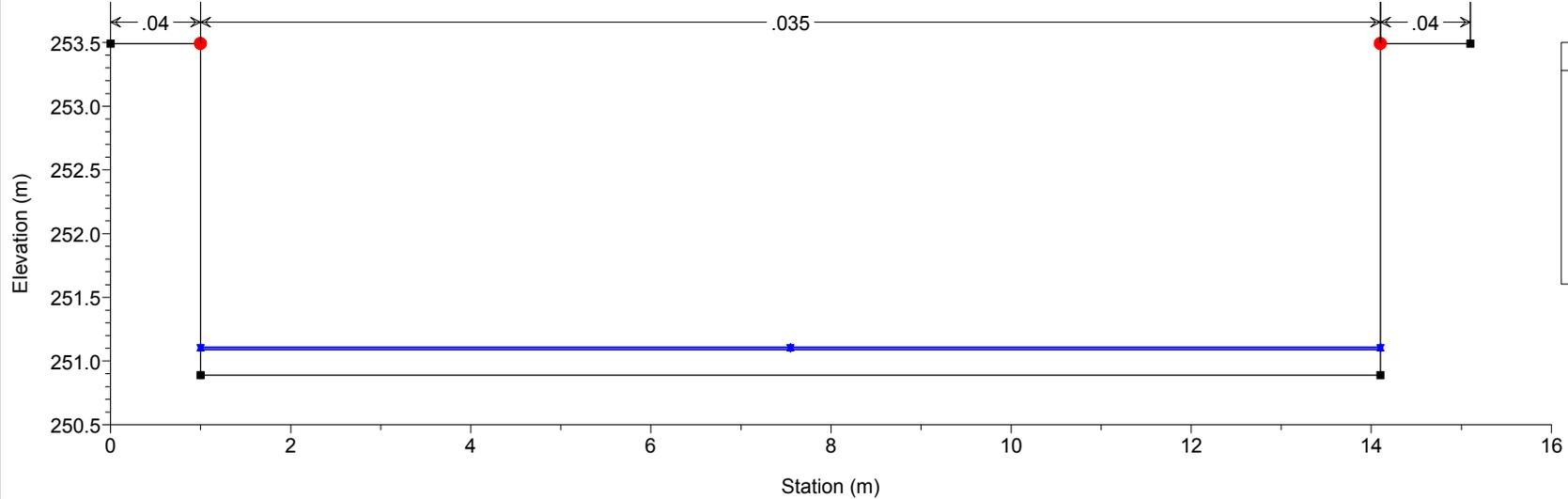
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 6.5 BR Ponte di Via S. Sebastiano - del Mulino



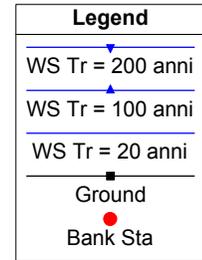
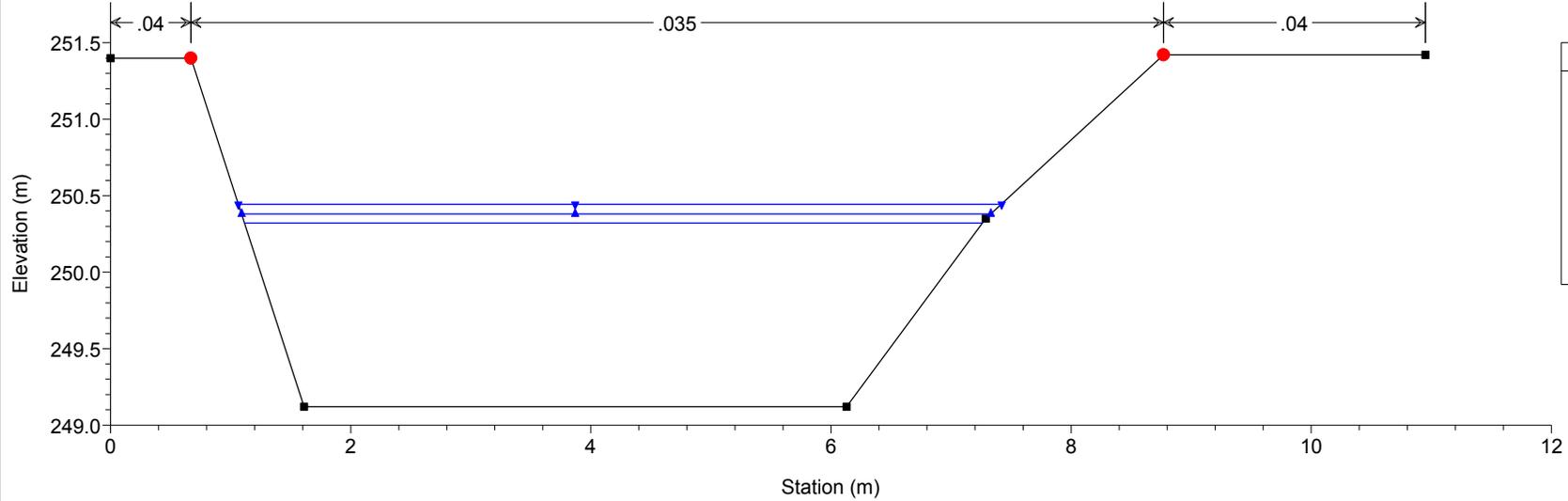
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 6 Sezione 19 Mo valle del ponte mulino



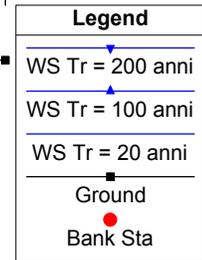
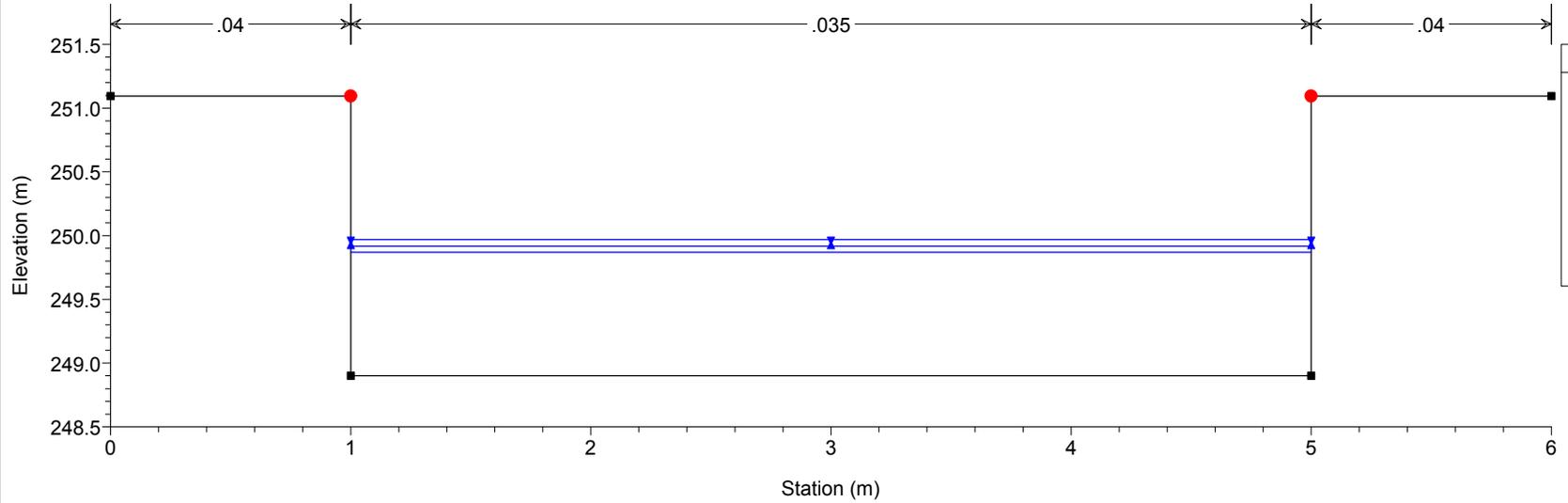
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 5 Sezione 20 Mo

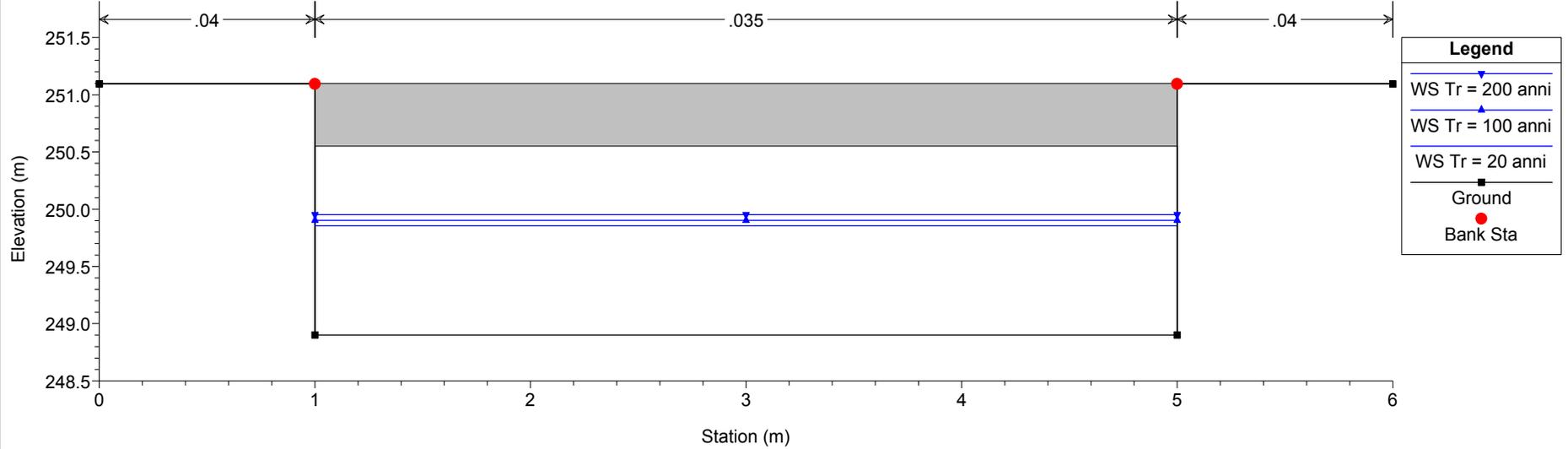


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

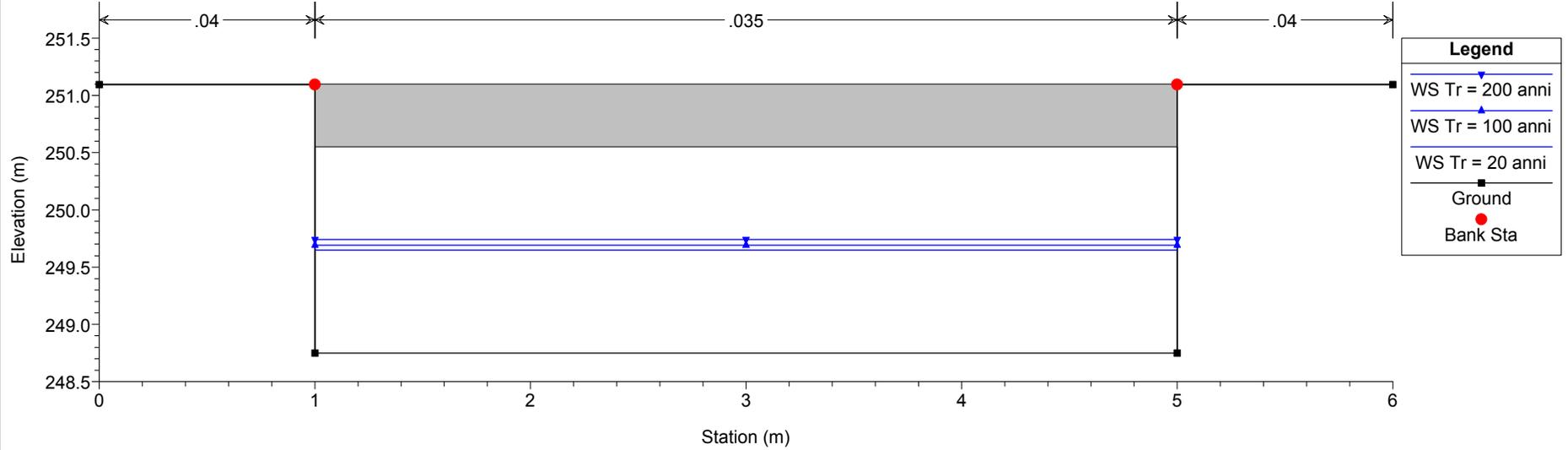
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 4 Sezione 21A Mo (monte ponte campo sportivo)



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 3.5 BR Ponte campo sportivo

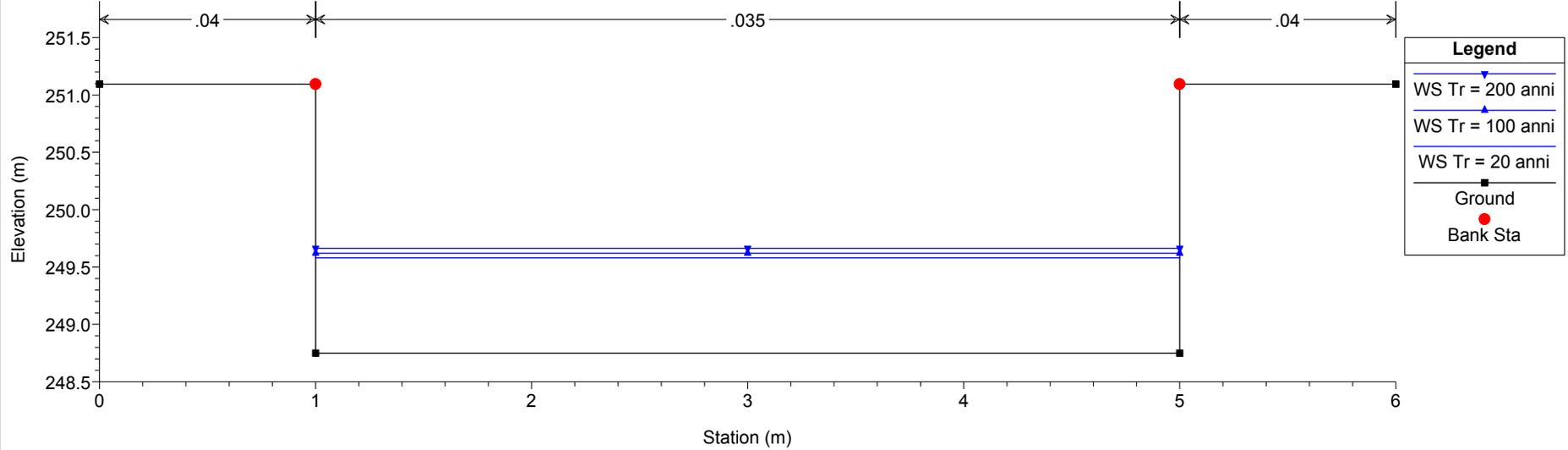


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 3.5 BR Ponte campo sportivo



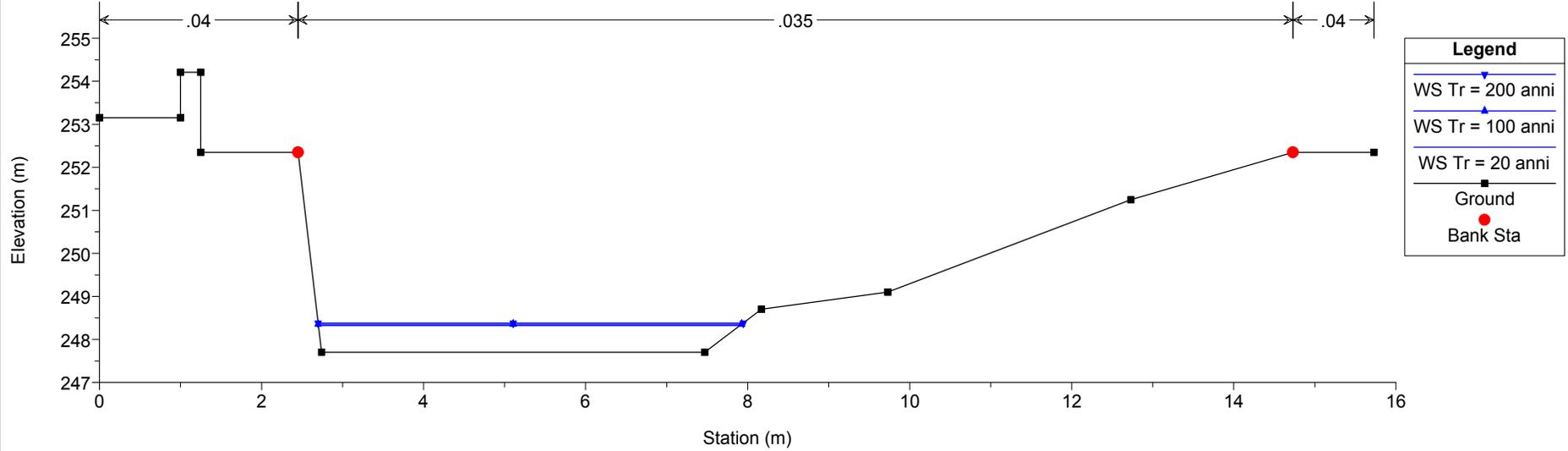
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 3 Sezione 21B Mo (valle ponte campo sportivo)



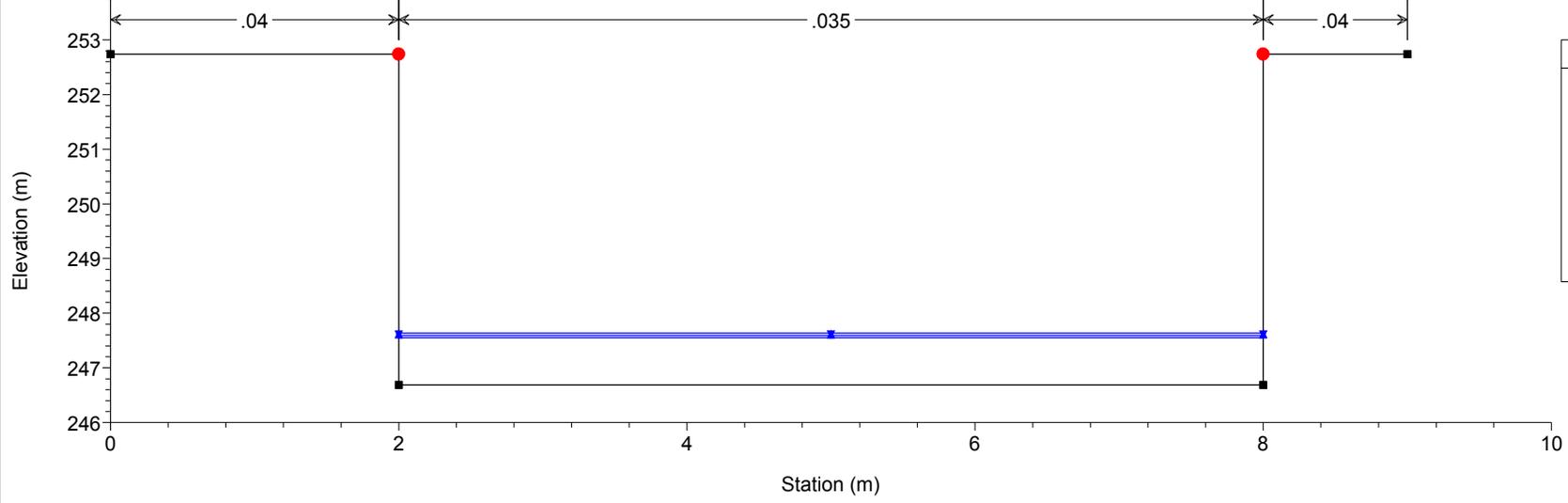
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 2 Sezione 22 Mo



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 1.6 Sezione 23 Mo monte ponte ciclabile

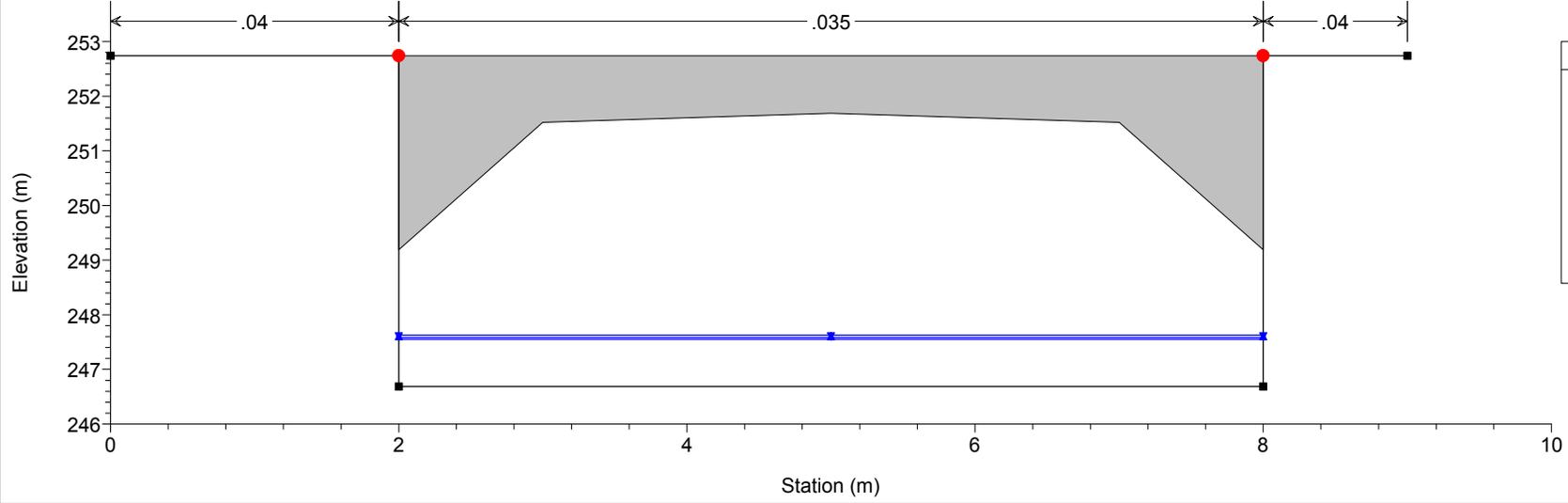


Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 1.5 BR ponte pista ciclabile

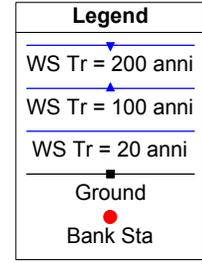
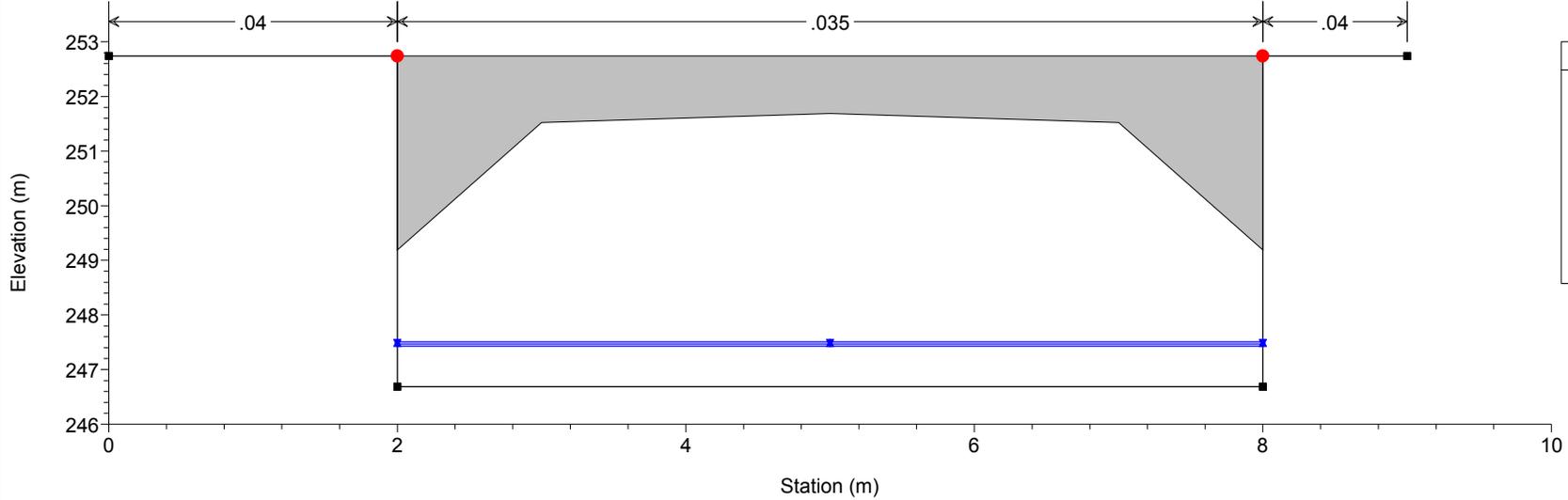


Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

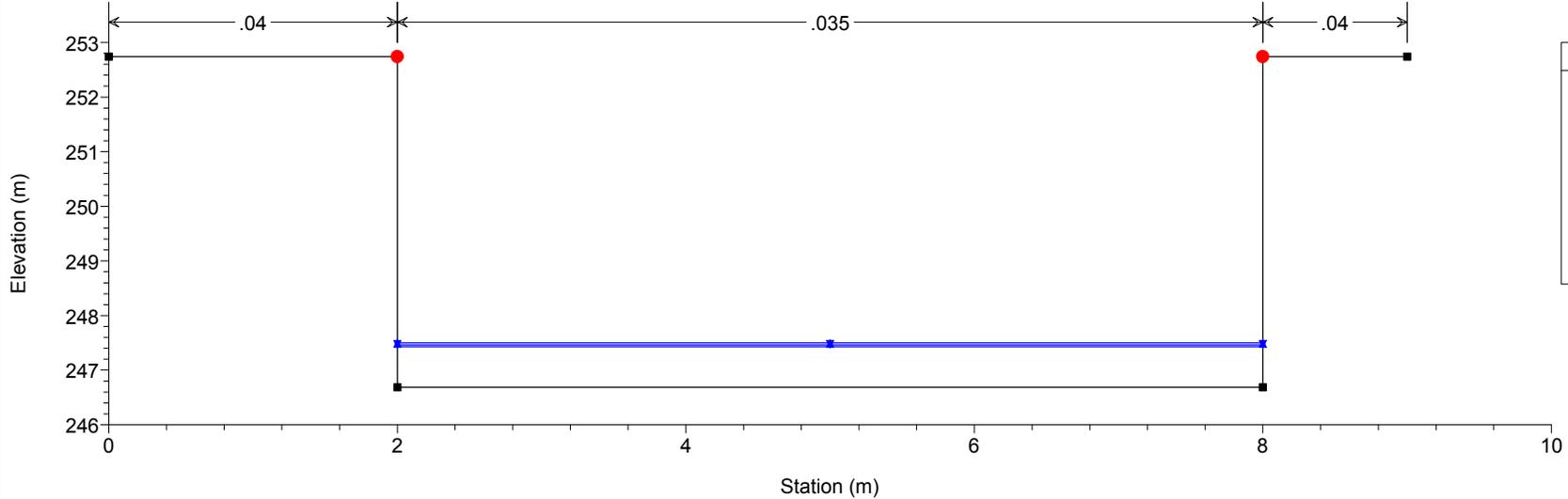
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 1.5 BR ponte pista ciclabile



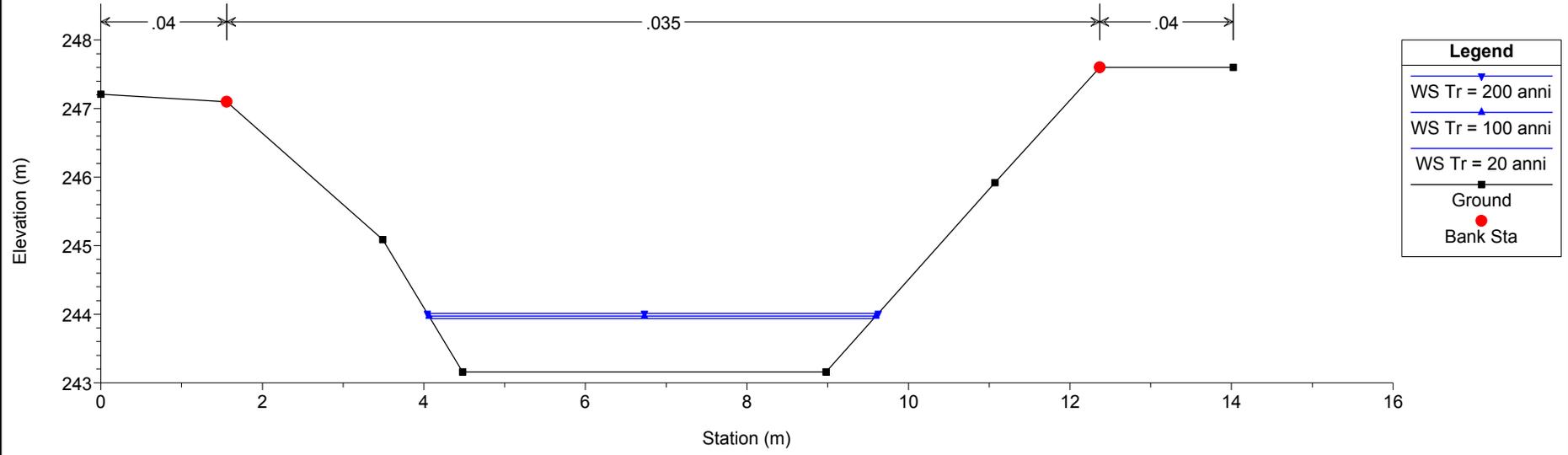
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 1.4 Sezione 23 Mo valle ponte ciclabile



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 07 13/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 1 Sezione 24 Mo



Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

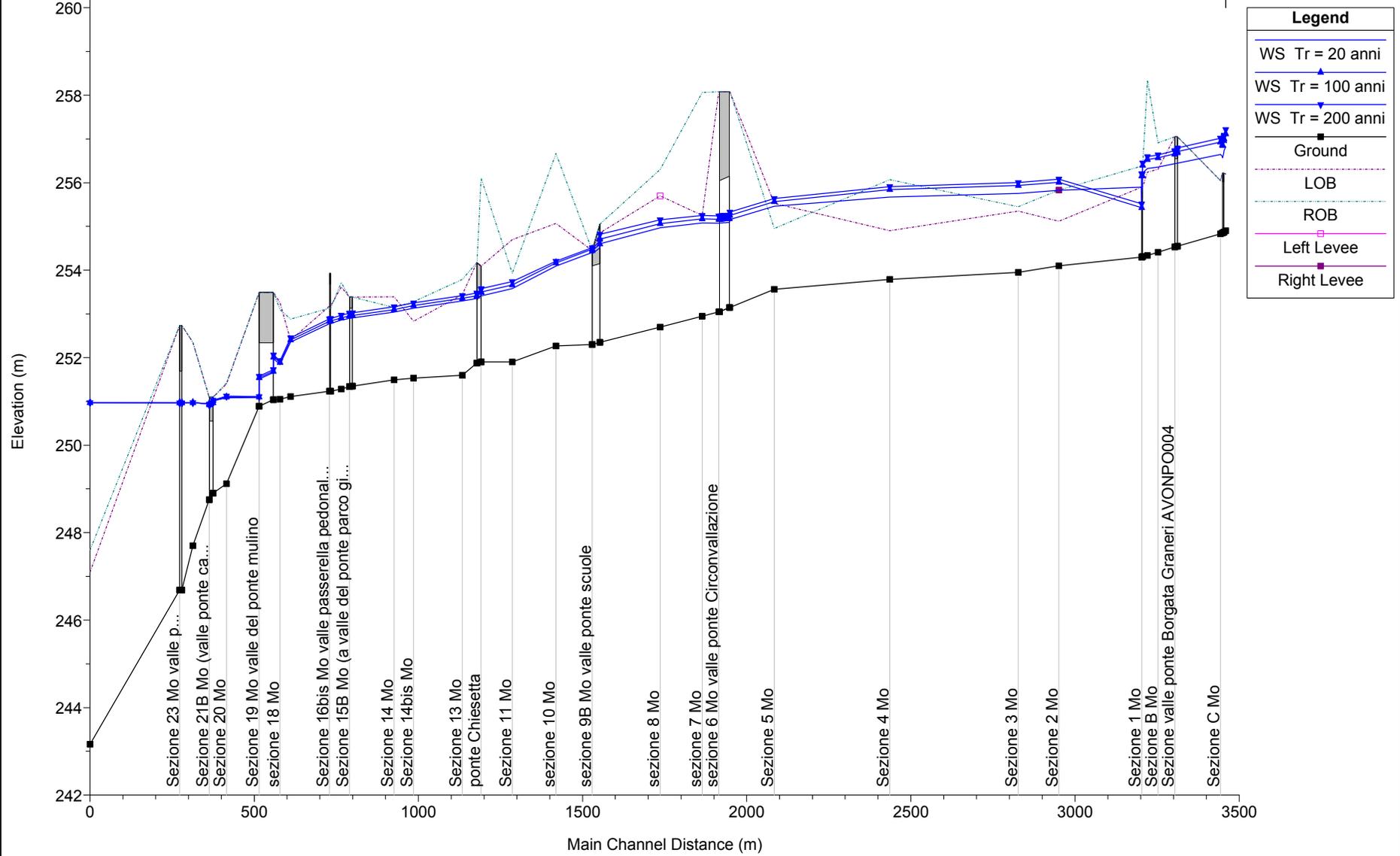
ALLEGATO A

VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE

**CANALE DEL MULINO - SIMULAZIONE PROFILO DI RIGURGITO CON
CONCOMITANZA DELLA PIENA DEL F. PO**

Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

Bealera del Moli Villafranca Piem



HEC-RAS Plan: Plan 04 River: Bealera del Moli Reach: Villafranca Piem

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Villafranca Piem	37	Tr = 20 anni	15.00	254.90	256.83	256.20	256.20	255.90	256.93	0.001845	1.48	10.94	7.20	0.35
Villafranca Piem	37	Tr = 100 anni	20.40	254.90	257.12	256.20	256.20	256.12	257.26	0.002034	1.71	13.04	7.20	0.37
Villafranca Piem	37	Tr = 200 anni	22.30	254.90	257.21	256.20	256.20	256.23	257.37	0.002088	1.78	13.73	7.20	0.38
Villafranca Piem	36	Tr = 20 anni	15.00	254.87	256.73	256.22	256.22	255.99	256.91	0.003863	1.91	8.49	6.00	0.45
Villafranca Piem	36	Tr = 100 anni	20.40	254.87	257.00	256.22	256.22	256.34	257.23	0.004396	2.22	10.07	6.00	0.49
Villafranca Piem	36	Tr = 200 anni	22.30	254.87	257.08	256.22	256.22	256.43	257.34	0.004566	2.32	10.58	6.00	0.50
Villafranca Piem	35.5	Bridge												
Villafranca Piem	35	Tr = 20 anni	15.00	254.85	256.60	256.22	256.22		256.81	0.004958	2.06	7.76	6.00	0.50
Villafranca Piem	35	Tr = 100 anni	20.40	254.85	256.87	256.22	256.22		257.14	0.005402	2.37	9.37	6.00	0.53
Villafranca Piem	35	Tr = 200 anni	22.30	254.85	256.95	256.22	256.22		257.25	0.005536	2.47	9.89	6.00	0.54
Villafranca Piem	34	Tr = 20 anni	15.00	254.83	256.64	256.05	256.05		256.76	0.002185	1.57	10.31	7.20	0.38
Villafranca Piem	34	Tr = 100 anni	20.40	254.83	256.93	256.05	256.05		257.08	0.002373	1.80	12.36	7.20	0.40
Villafranca Piem	34	Tr = 200 anni	22.30	254.83	257.02	256.05	256.05		257.19	0.002429	1.88	13.02	7.20	0.41
Villafranca Piem	33.6	Tr = 20 anni	15.00	254.55	256.45	257.05	257.05	255.56	256.52	0.001430	1.21	12.35	8.28	0.32
Villafranca Piem	33.6	Tr = 100 anni	20.40	254.55	256.71	257.05	257.05	255.74	256.81	0.001654	1.40	14.58	8.60	0.34
Villafranca Piem	33.6	Tr = 200 anni	22.30	254.55	256.80	257.05	257.05	255.80	256.90	0.001716	1.45	15.34	8.70	0.35
Villafranca Piem	33.5	Bridge												
Villafranca Piem	33.4	Tr = 20 anni	15.00	254.53	256.43	257.05	257.05		256.51	0.001438	1.22	12.32	8.27	0.32
Villafranca Piem	33.4	Tr = 100 anni	20.40	254.53	256.66	257.05	257.05		256.77	0.001769	1.43	14.23	8.54	0.35
Villafranca Piem	33.4	Tr = 200 anni	22.30	254.53	256.73	257.05	257.05		256.85	0.001875	1.50	14.85	8.62	0.37
Villafranca Piem	33	Tr = 20 anni	15.00	254.41	256.36	256.31	256.91		256.43	0.001714	1.21	13.43	9.73	0.33
Villafranca Piem	33	Tr = 100 anni	20.40	254.41	256.57	256.31	256.91		256.67	0.002075	1.43	15.54	10.27	0.37
Villafranca Piem	33	Tr = 200 anni	22.30	254.41	256.64	256.31	256.91		256.74	0.002183	1.49	16.24	10.45	0.39
Villafranca Piem	32	Tr = 20 anni	15.00	254.34	256.33	256.24	258.34		256.38	0.001086	1.05	15.51	9.83	0.27
Villafranca Piem	32	Tr = 100 anni	20.40	254.34	256.53	256.24	258.34		256.61	0.001400	1.26	17.54	10.22	0.31
Villafranca Piem	32	Tr = 200 anni	22.30	254.34	256.59	256.24	258.34		256.68	0.001501	1.32	18.21	10.34	0.32
Villafranca Piem	31	Tr = 20 anni	15.00	254.31	256.22	255.90	256.38	255.51	256.35	0.002535	1.60	10.07	9.36	0.42
Villafranca Piem	31	Tr = 100 anni	20.40	254.31	256.40	255.90	256.38	255.75	256.57	0.003571	1.87	11.80	10.69	0.50
Villafranca Piem	31	Tr = 200 anni	22.30	254.31	256.45	255.90	256.38	255.82	256.64	0.003677	1.95	12.43	11.23	0.52
Villafranca Piem	30.5	Bridge												
Villafranca Piem	30	Tr = 20 anni	15.00	254.30	255.90	255.90	256.38		256.13	0.005581	2.10	7.14	9.09	0.61
Villafranca Piem	30	Tr = 100 anni	20.40	254.30	255.43	255.90	256.38	255.74	256.47	0.037093	4.52	4.52	5.11	1.53

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: Bealera del Moli Reach: Villafranca Piem (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Villafranca Piem	30	Tr = 200 anni	22.30	254.30	255.52	255.90	256.38	255.81	256.54	0.033826	4.48	4.98	5.29	1.47
Villafranca Piem	29	Tr = 20 anni	15.00	254.10	255.83	255.12	255.83	254.81	255.84	0.000347	0.47	31.98	37.04	0.16
Villafranca Piem	29	Tr = 100 anni	20.40	254.10	256.01	255.12	255.83	255.12	256.02	0.000233	0.44	53.57	67.34	0.14
Villafranca Piem	29	Tr = 200 anni	22.30	254.10	256.08	255.12	255.83	255.15	256.09	0.000216	0.44	58.30	67.34	0.13
Villafranca Piem	28	Tr = 20 anni	15.00	253.95	255.76	255.35	255.45		255.78	0.000533	0.73	21.21	20.12	0.21
Villafranca Piem	28	Tr = 100 anni	20.40	253.95	255.94	255.35	255.45		255.97	0.000622	0.86	24.82	20.12	0.23
Villafranca Piem	28	Tr = 200 anni	22.30	253.95	256.00	255.35	255.45		256.04	0.000633	0.89	26.21	20.12	0.23
Villafranca Piem	27	Tr = 20 anni	15.00	253.79	255.67	254.90	256.07		255.68	0.000149	0.38	46.21	48.94	0.11
Villafranca Piem	27	Tr = 100 anni	20.40	253.79	255.84	254.90	256.07		255.85	0.000169	0.43	54.68	50.28	0.12
Villafranca Piem	27	Tr = 200 anni	22.30	253.79	255.91	254.90	256.07		255.92	0.000167	0.43	58.26	50.84	0.12
Villafranca Piem	26	Tr = 20 anni	15.00	253.56	255.46	255.53	254.95		255.54	0.002050	1.30	12.63	14.22	0.38
Villafranca Piem	26	Tr = 100 anni	20.40	253.56	255.57	255.53	254.95		255.69	0.002774	1.58	14.26	16.03	0.45
Villafranca Piem	26	Tr = 200 anni	22.30	253.56	255.64	255.53	254.95		255.76	0.002716	1.62	15.41	18.37	0.44
Villafranca Piem	25	Tr = 20 anni	13.70	253.15	255.16	258.08	258.08	254.13	255.26	0.002066	1.41	9.71	5.05	0.32
Villafranca Piem	25	Tr = 100 anni	14.50	253.15	255.25	258.08	258.08	254.16	255.35	0.002036	1.43	10.18	5.05	0.32
Villafranca Piem	25	Tr = 200 anni	15.00	253.15	255.33	258.08	258.08	254.18	255.43	0.001963	1.42	10.57	5.05	0.31
Villafranca Piem	24.5		Culvert											
Villafranca Piem	24	Tr = 20 anni	13.70	253.05	255.08	258.08	258.08		255.18	0.002026	1.40	9.78	5.05	0.32
Villafranca Piem	24	Tr = 100 anni	14.50	253.05	255.16	258.08	258.08		255.27	0.002011	1.42	10.22	5.05	0.32
Villafranca Piem	24	Tr = 200 anni	15.00	253.05	255.24	258.08	258.08		255.34	0.001946	1.41	10.61	5.05	0.31
Villafranca Piem	23	Tr = 20 anni	13.70	252.95	255.08	255.25	258.06		255.11	0.000491	0.76	17.94	11.48	0.19
Villafranca Piem	23	Tr = 100 anni	14.50	252.95	255.17	255.25	258.06		255.20	0.000464	0.76	19.00	11.58	0.19
Villafranca Piem	23	Tr = 200 anni	15.00	252.95	255.25	255.25	258.06		255.28	0.000432	0.75	19.92	12.46	0.18
Villafranca Piem	22	Tr = 20 anni	13.70	252.70	254.97	255.70	256.30	253.71	255.02	0.001056	1.00	13.65	9.11	0.26
Villafranca Piem	22	Tr = 100 anni	14.50	252.70	255.06	255.70	256.30	253.74	255.12	0.000987	1.00	14.55	9.26	0.25
Villafranca Piem	22	Tr = 200 anni	15.00	252.70	255.15	255.70	256.30	253.77	255.20	0.000906	0.98	15.36	9.41	0.24
Villafranca Piem	21	Tr = 20 anni	13.70	252.35	254.60	254.85	255.05	253.56	254.72	0.002571	1.55	8.82	4.30	0.35
Villafranca Piem	21	Tr = 100 anni	14.50	252.35	254.71	254.85	255.05	253.60	254.84	0.002510	1.56	9.29	4.30	0.34
Villafranca Piem	21	Tr = 200 anni	15.00	252.35	254.82	254.85	255.05	253.62	254.94	0.002363	1.54	9.76	4.30	0.33
Villafranca Piem	20.5		Bridge											
Villafranca Piem	20	Tr = 20 anni	13.70	252.30	254.41	254.45	254.45		254.51	0.002049	1.42	9.68	5.00	0.32
Villafranca Piem	20	Tr = 100 anni	14.50	252.30	254.48	254.45	254.45		254.59	0.002041	1.44	10.11	6.30	0.32

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: Bealera del Moli Reach: Villafranca Piem (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Villafranca Piem	20	Tr = 200 anni	15.00	252.30	254.52	254.45	254.45		254.63	0.002060	1.46	10.33	6.30	0.33
Villafranca Piem	19	Tr = 20 anni	13.70	252.27	254.09	255.07	256.67		254.23	0.003172	1.61	8.53	6.05	0.43
Villafranca Piem	19	Tr = 100 anni	14.50	252.27	254.17	255.07	256.67		254.30	0.003397	1.61	9.00	6.92	0.45
Villafranca Piem	19	Tr = 200 anni	15.00	252.27	254.20	255.07	256.67		254.34	0.003363	1.62	9.29	7.87	0.45
Villafranca Piem	17	Tr = 20 anni	13.70	251.90	253.58	254.70	253.93		253.74	0.004293	1.74	7.88	7.29	0.53
Villafranca Piem	17	Tr = 100 anni	14.50	251.90	253.66	254.70	253.93		253.81	0.003957	1.71	8.47	7.49	0.51
Villafranca Piem	17	Tr = 200 anni	15.00	251.90	253.74	254.70	253.93		253.88	0.003540	1.66	9.05	7.69	0.49
Villafranca Piem	16	Tr = 20 anni	9.50	251.90	253.41	254.09	256.09	252.56	253.47	0.001405	1.07	8.91	6.00	0.28
Villafranca Piem	16	Tr = 100 anni	10.20	251.90	253.50	254.09	256.09	252.59	253.56	0.001374	1.08	9.43	6.00	0.28
Villafranca Piem	16	Tr = 200 anni	11.00	251.90	253.58	254.09	256.09	252.62	253.64	0.001386	1.11	9.91	6.00	0.28
Villafranca Piem	15.5		Bridge											
Villafranca Piem	15	Tr = 20 anni	9.50	251.87	253.35	254.17	254.17		253.43	0.002112	1.26	7.56	5.10	0.33
Villafranca Piem	15	Tr = 100 anni	10.20	251.87	253.41	254.17	254.17		253.50	0.002179	1.30	7.86	5.10	0.33
Villafranca Piem	15	Tr = 200 anni	11.00	251.87	253.48	254.17	254.17		253.57	0.002256	1.34	8.19	5.10	0.34
Villafranca Piem	14	Tr = 20 anni	9.50	251.60	253.30	253.44	253.79		253.36	0.001269	1.06	8.95	5.90	0.28
Villafranca Piem	14	Tr = 100 anni	10.20	251.60	253.36	253.44	253.79		253.42	0.001317	1.10	9.29	5.93	0.28
Villafranca Piem	14	Tr = 200 anni	11.00	251.60	253.42	253.44	253.79		253.49	0.001371	1.14	9.66	5.97	0.29
Villafranca Piem	13.5	Tr = 20 anni	9.50	251.53	253.13	252.83	253.28		253.18	0.001089	0.96	10.14	10.05	0.29
Villafranca Piem	13.5	Tr = 100 anni	10.20	251.53	253.19	252.83	253.28		253.24	0.001065	0.98	10.73	10.11	0.29
Villafranca Piem	13.5	Tr = 200 anni	11.00	251.53	253.25	252.83	253.28		253.30	0.001045	1.00	11.37	10.17	0.29
Villafranca Piem	13	Tr = 20 anni	9.50	251.49	253.04	253.39	253.15		253.10	0.001520	1.09	8.74	8.24	0.34
Villafranca Piem	13	Tr = 100 anni	10.20	251.49	253.10	253.39	253.15		253.16	0.001503	1.10	9.23	8.39	0.34
Villafranca Piem	13	Tr = 200 anni	11.00	251.49	253.16	253.39	253.15		253.23	0.001486	1.13	9.80	10.32	0.34
Villafranca Piem	12	Tr = 20 anni	9.50	251.35	252.91	253.38	253.38	251.93	252.95	0.000900	0.90	10.60	6.80	0.23
Villafranca Piem	12	Tr = 100 anni	10.20	251.35	252.97	253.38	253.38	251.96	253.01	0.000936	0.93	10.98	6.80	0.23
Villafranca Piem	12	Tr = 200 anni	11.00	251.35	253.02	253.38	253.38	251.99	253.07	0.000980	0.97	11.39	6.80	0.24
Villafranca Piem	11.5		Bridge											
Villafranca Piem	11	Tr = 20 anni	9.50	251.34	252.90	253.38	253.38		252.94	0.000896	0.89	10.62	6.80	0.23
Villafranca Piem	11	Tr = 100 anni	10.20	251.34	252.96	253.38	253.38		253.00	0.000934	0.93	10.99	6.80	0.23
Villafranca Piem	11	Tr = 200 anni	11.00	251.34	253.02	253.38	253.38		253.06	0.000978	0.97	11.40	6.80	0.24
Villafranca Piem	10	Tr = 20 anni	9.50	251.28	252.86	253.62	253.72		252.91	0.001287	1.05	9.06	6.57	0.28
Villafranca Piem	10	Tr = 100 anni	10.20	251.28	252.91	253.62	253.72		252.97	0.001338	1.08	9.42	6.70	0.29

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: Bealera del Moli Reach: Villafranca Piem (Continued)

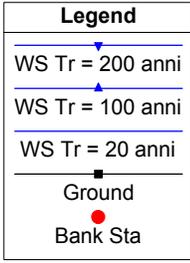
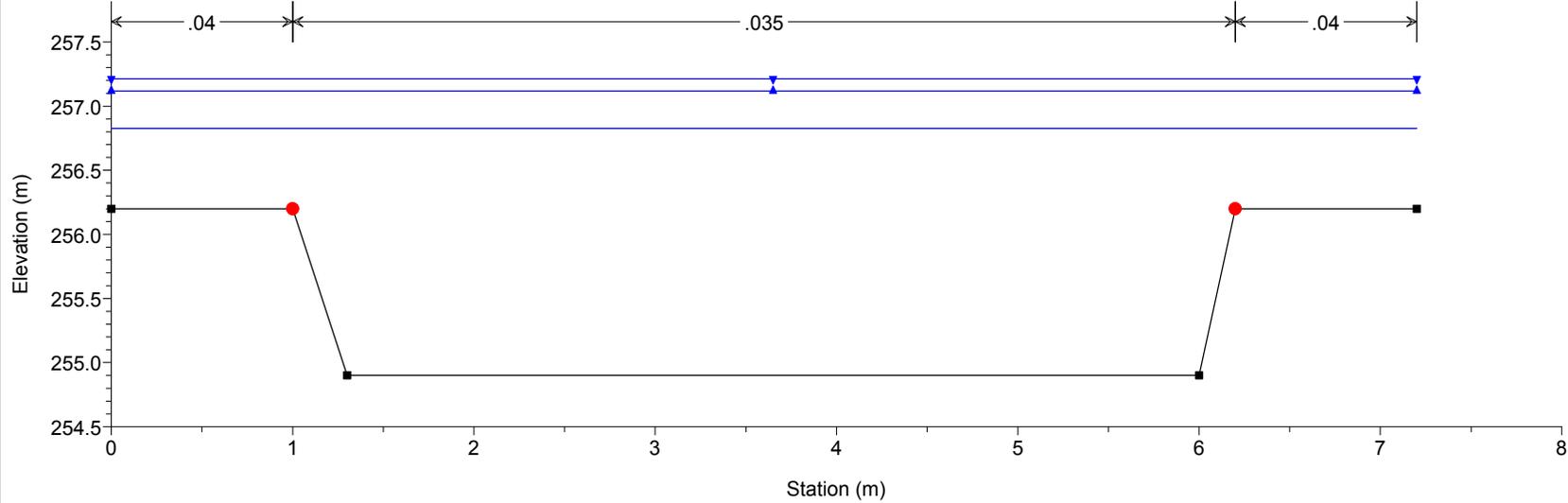
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Villafranca Piem	10	Tr = 200 anni	11.00	251.28	252.97	253.62	253.72		253.03	0.001396	1.12	9.84	8.21	0.30
Villafranca Piem	9.6	Tr = 20 anni	9.50	251.23	252.78	253.18	253.13	252.19	252.86	0.002067	1.22	7.78	7.76	0.39
Villafranca Piem	9.6	Tr = 100 anni	10.20	251.23	252.84	253.18	253.13	252.23	252.92	0.002064	1.24	8.20	7.93	0.39
Villafranca Piem	9.6	Tr = 200 anni	11.00	251.23	252.89	253.18	253.13	252.27	252.98	0.002071	1.27	8.66	8.12	0.39
Villafranca Piem	9.5	Bridge												
Villafranca Piem	9.4	Tr = 20 anni	9.50	251.23	252.78	253.18	253.13		252.85	0.002112	1.23	7.72	7.73	0.39
Villafranca Piem	9.4	Tr = 100 anni	10.20	251.23	252.83	253.18	253.13		252.91	0.002108	1.25	8.14	7.91	0.39
Villafranca Piem	9.4	Tr = 200 anni	11.00	251.23	252.89	253.18	253.13		252.97	0.002113	1.28	8.60	8.09	0.40
Villafranca Piem	9	Tr = 20 anni	9.50	251.11	252.35	252.40	252.88	251.97	252.50	0.004374	1.67	5.68	5.71	0.53
Villafranca Piem	9	Tr = 100 anni	10.20	251.11	252.40	252.40	252.88	252.00	252.55	0.004402	1.71	5.96	6.78	0.54
Villafranca Piem	9	Tr = 200 anni	11.00	251.11	252.46	252.40	252.88	252.04	252.61	0.004388	1.75	6.32	6.84	0.54
Villafranca Piem	8	Tr = 20 anni	9.50	251.05	251.85	253.25	253.10	251.85	252.22	0.017354	2.70	3.52	4.77	1.00
Villafranca Piem	8	Tr = 100 anni	10.20	251.05	251.89	253.25	253.10	251.89	252.28	0.017280	2.76	3.69	4.81	1.01
Villafranca Piem	8	Tr = 200 anni	11.00	251.05	251.93	253.25	253.10	251.93	252.34	0.017218	2.82	3.89	4.85	1.01
Villafranca Piem	7	Tr = 20 anni	9.50	251.04	251.97	253.49	253.49	251.42	252.00	0.000981	0.78	12.18	13.10	0.26
Villafranca Piem	7	Tr = 100 anni	10.20	251.04	252.01	253.49	253.49	251.43	252.05	0.000973	0.80	12.77	13.10	0.26
Villafranca Piem	7	Tr = 200 anni	11.00	251.04	252.06	253.49	253.49	251.45	252.10	0.000967	0.82	13.42	13.10	0.26
Villafranca Piem	6.5	Bridge												
Villafranca Piem	6	Tr = 20 anni	9.50	250.89	251.09	253.49	253.49	251.27	251.76	0.144869	3.64	2.61	13.10	2.60
Villafranca Piem	6	Tr = 100 anni	10.20	250.89	251.10	253.49	253.49	251.29	251.81	0.143254	3.73	2.74	13.10	2.60
Villafranca Piem	6	Tr = 200 anni	11.00	250.89	251.11	253.49	253.49	251.31	251.86	0.141549	3.83	2.88	13.10	2.61
Villafranca Piem	5	Tr = 20 anni	9.50	249.12	251.08	251.40	251.42	249.86	251.12	0.000636	0.82	11.61	7.50	0.21
Villafranca Piem	5	Tr = 100 anni	10.20	249.12	251.10	251.40	251.42	249.89	251.14	0.000711	0.87	11.74	7.54	0.22
Villafranca Piem	5	Tr = 200 anni	11.00	249.12	251.12	251.40	251.42	249.93	251.17	0.000797	0.92	11.90	7.57	0.24
Villafranca Piem	4	Tr = 20 anni	9.50	248.90	251.01	251.09	251.09	249.73	251.08	0.001494	1.12	8.45	4.00	0.25
Villafranca Piem	4	Tr = 100 anni	10.20	248.90	251.02	251.09	251.09	249.77	251.09	0.001708	1.20	8.48	4.00	0.26
Villafranca Piem	4	Tr = 200 anni	11.00	248.90	251.03	251.09	251.09	249.81	251.11	0.001964	1.29	8.51	4.00	0.28
Villafranca Piem	3.5	Bridge												
Villafranca Piem	3	Tr = 20 anni	9.50	248.75	250.95	251.09	251.09		251.01	0.001346	1.08	8.79	4.00	0.23
Villafranca Piem	3	Tr = 100 anni	10.20	248.75	250.94	251.09	251.09		251.01	0.001559	1.16	8.77	4.00	0.25
Villafranca Piem	3	Tr = 200 anni	11.00	248.75	250.94	251.09	251.09		251.02	0.001823	1.26	8.76	4.00	0.27

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: Bealera del Moli Reach: Villafranca Piem (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Villafranca Piem	2	Tr = 20 anni	9.50	247.70	250.97	252.35	252.35		250.98	0.000102	0.41	23.41	9.80	0.08
Villafranca Piem	2	Tr = 100 anni	10.20	247.70	250.97	252.35	252.35		250.98	0.000118	0.44	23.41	9.80	0.09
Villafranca Piem	2	Tr = 200 anni	11.00	247.70	250.97	252.35	252.35		250.98	0.000137	0.47	23.42	9.80	0.10
Villafranca Piem	1.6	Tr = 20 anni	9.50	246.69	250.97	252.74	252.74	247.32	250.98	0.000079	0.37	25.69	6.00	0.06
Villafranca Piem	1.6	Tr = 100 anni	10.20	246.69	250.97	252.74	252.74	247.35	250.98	0.000091	0.40	25.69	6.00	0.06
Villafranca Piem	1.6	Tr = 200 anni	11.00	246.69	250.97	252.74	252.74	247.38	250.98	0.000105	0.43	25.69	6.00	0.07
Villafranca Piem	1.5	Bridge												
Villafranca Piem	1.4	Tr = 20 anni	9.50	246.69	250.97	252.74	252.74		250.97	0.000079	0.37	25.68	6.00	0.06
Villafranca Piem	1.4	Tr = 100 anni	10.20	246.69	250.97	252.74	252.74		250.98	0.000091	0.40	25.68	6.00	0.06
Villafranca Piem	1.4	Tr = 200 anni	11.00	246.69	250.97	252.74	252.74		250.98	0.000105	0.43	25.68	6.00	0.07
Villafranca Piem	1	Tr = 20 anni	9.50	243.16	250.97	247.10	247.60	243.90	250.97	0.000003	0.13	81.75	14.02	0.02
Villafranca Piem	1	Tr = 100 anni	10.20	243.16	250.97	247.10	247.60	243.93	250.97	0.000003	0.14	81.75	14.02	0.02
Villafranca Piem	1	Tr = 200 anni	11.00	243.16	250.97	247.10	247.60	243.97	250.97	0.000003	0.15	81.75	14.02	0.02

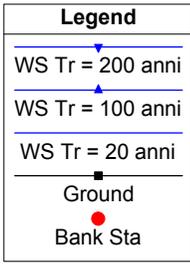
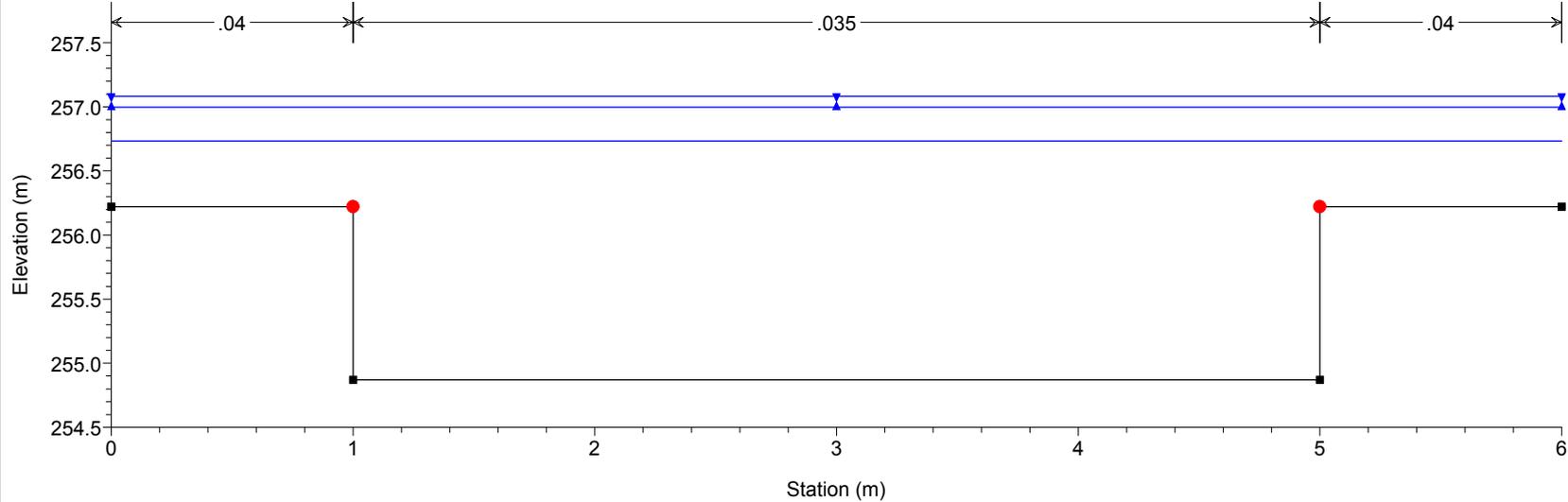
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 37 Sezione D Mo



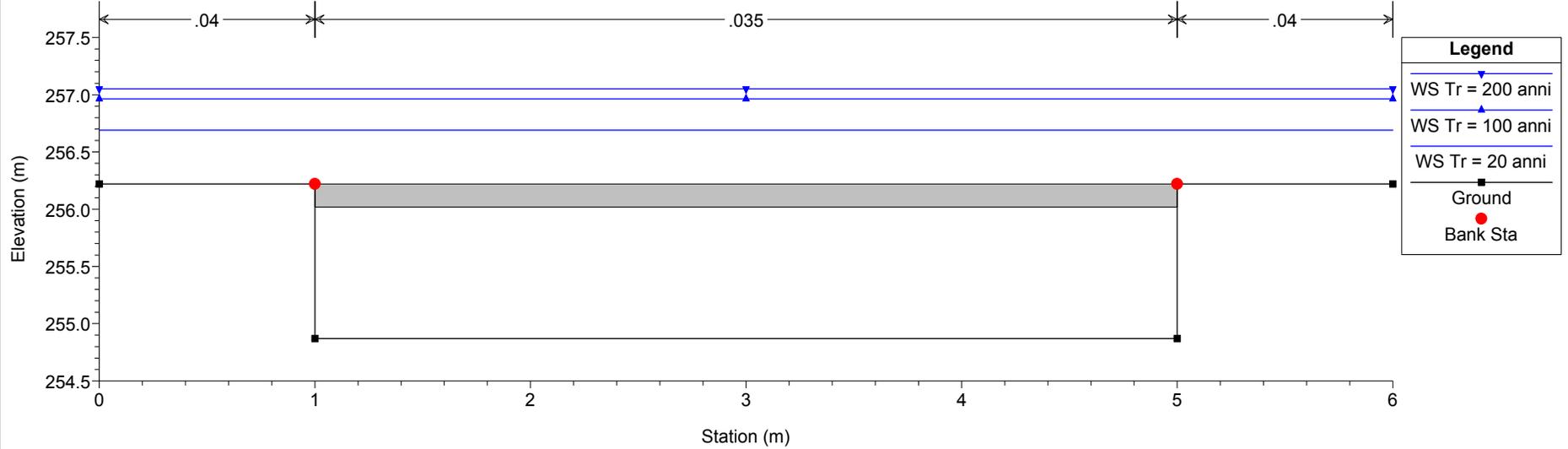
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 36 Sezione a monte ponte Borgata Graneri AVONAG034



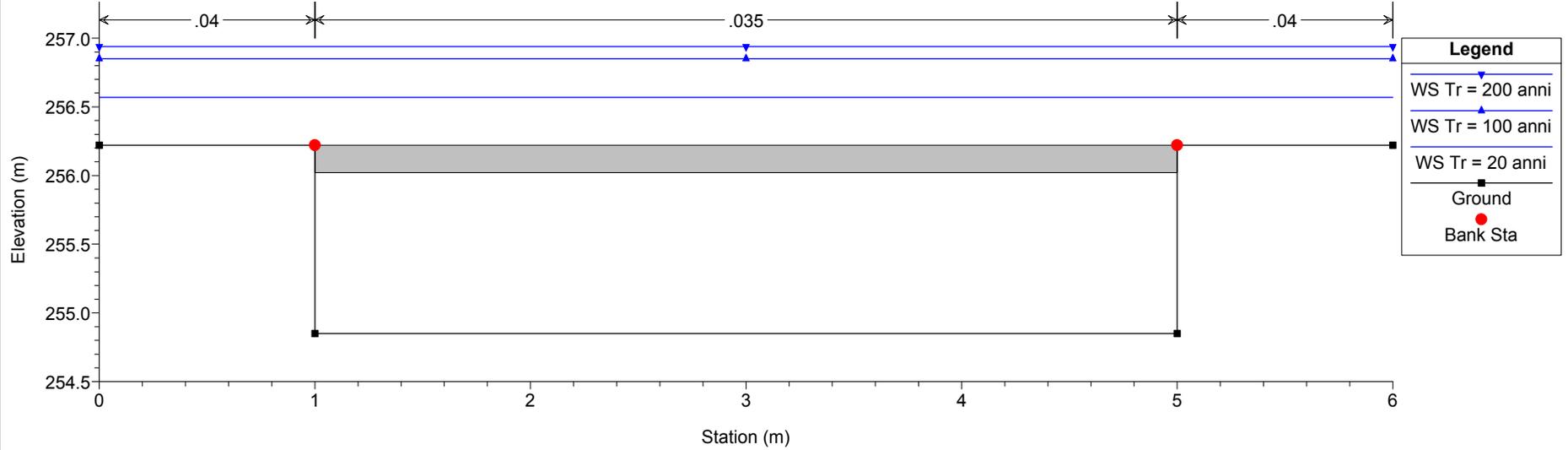
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 35.5 BR Ponte Borgata Graneri AVONAG034



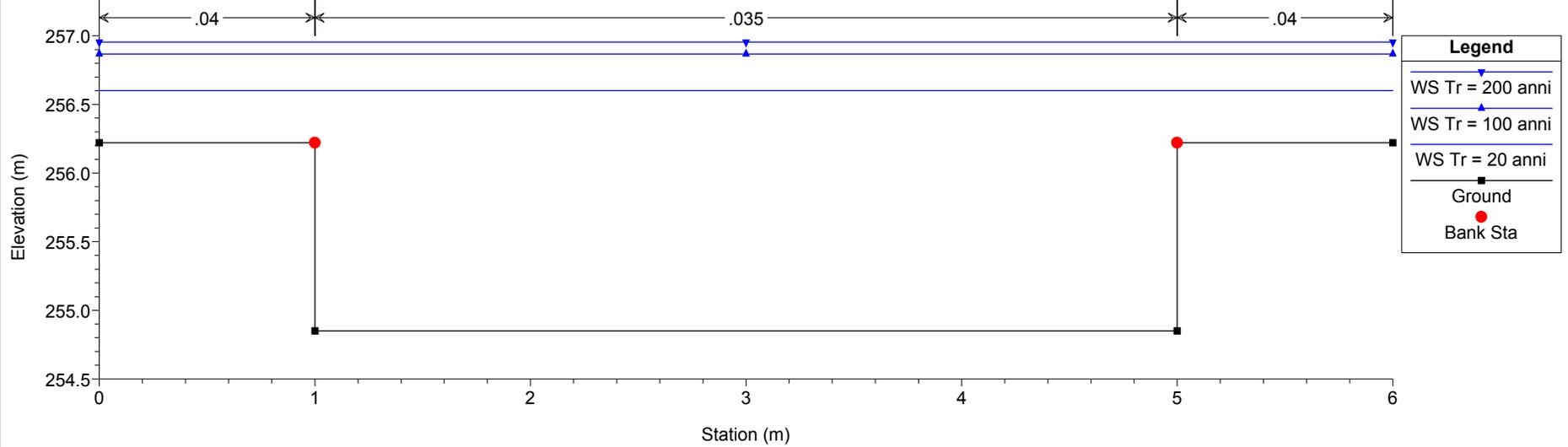
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 35.5 BR Ponte Borgata Graneri AVONAG034



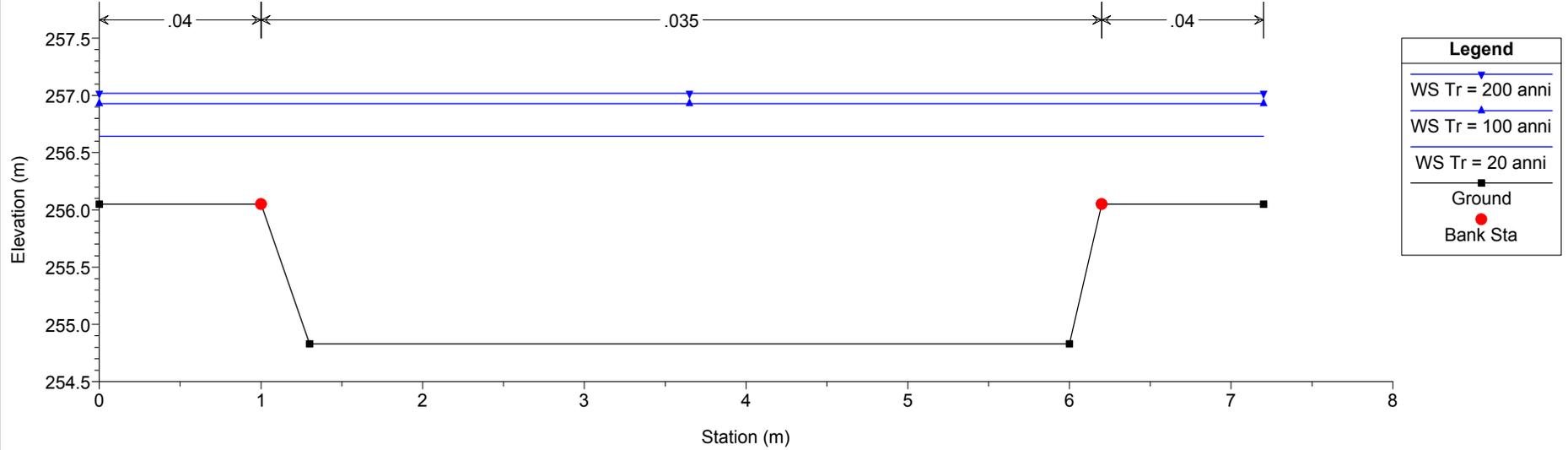
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 35 Sezione valle ponte Borgata Graneri AVONAG034



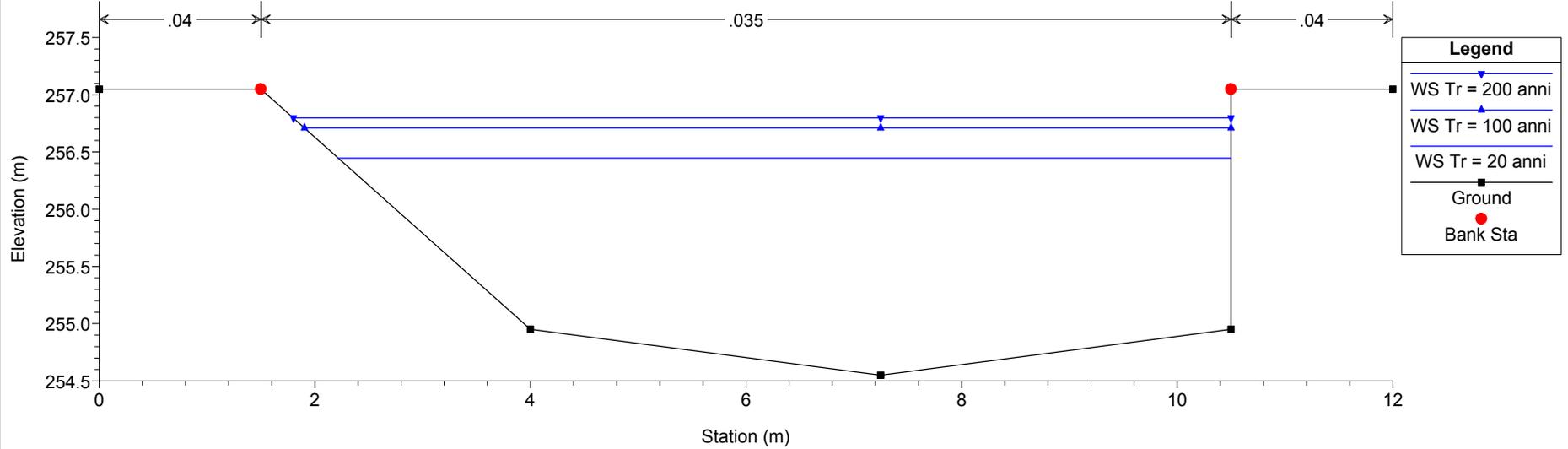
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 34 Sezione C Mo



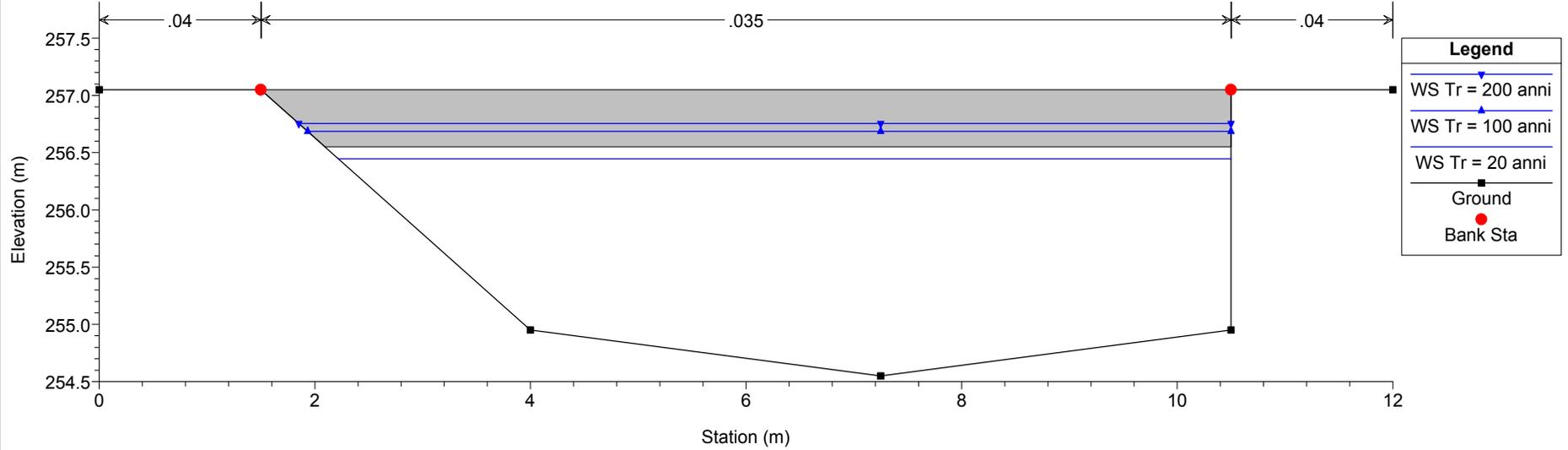
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 33.6 Sezione monte ponte Borgata Graneri AVONPO004



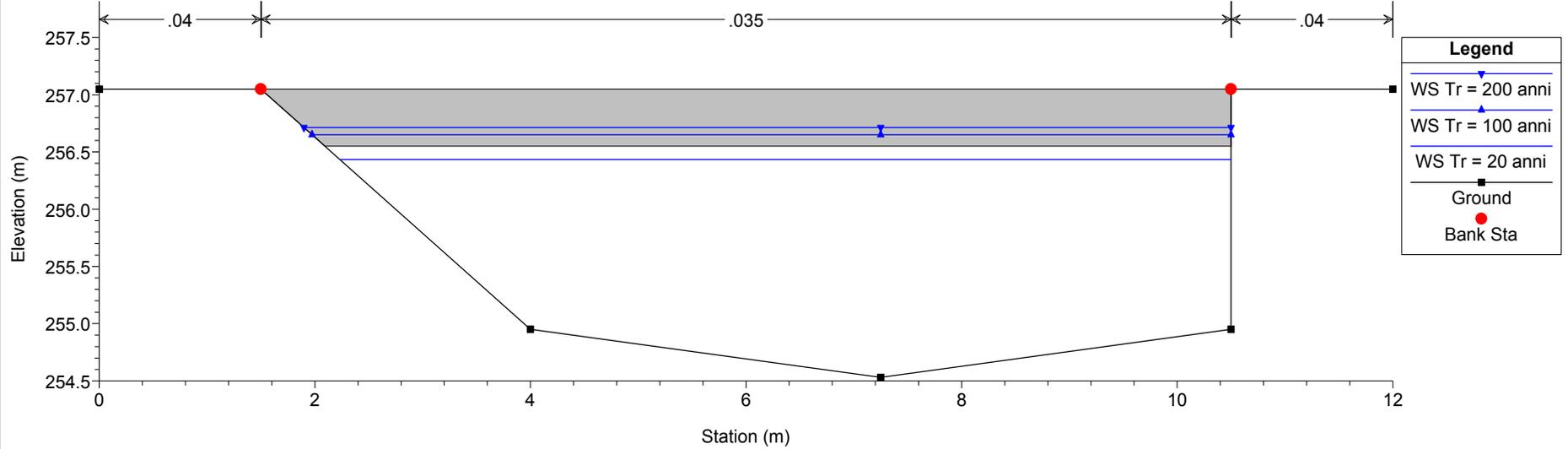
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 33.5 BR Ponte Borgata Graneri AVONPO004



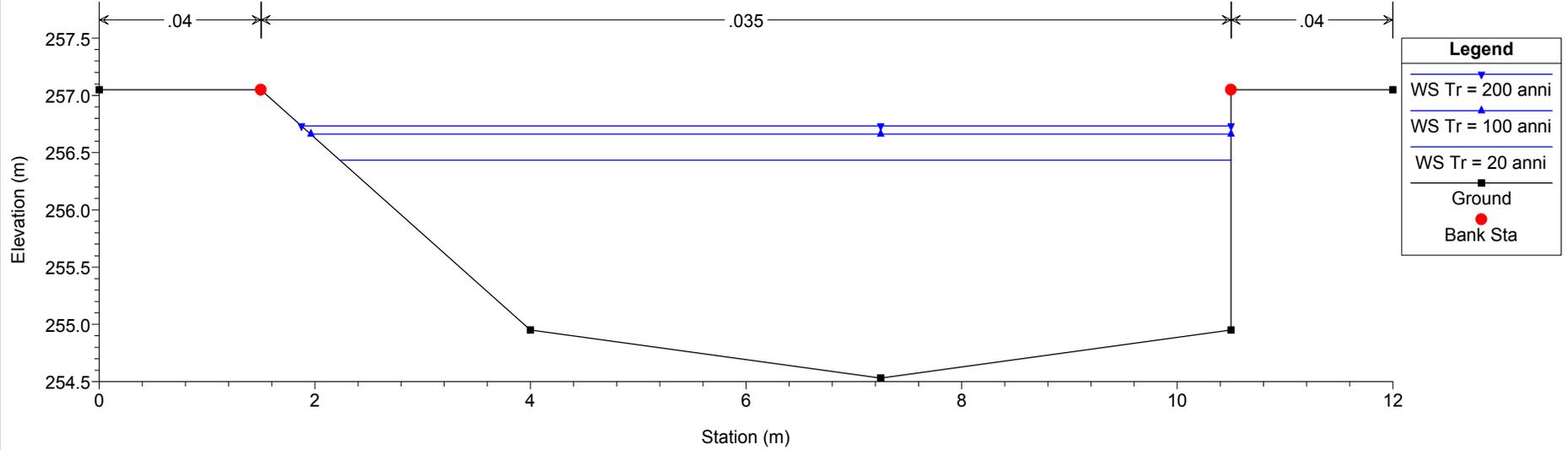
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 33.5 BR Ponte Borgata Graneri AVONPO004



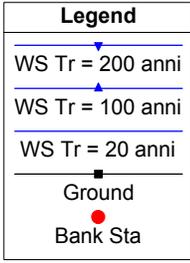
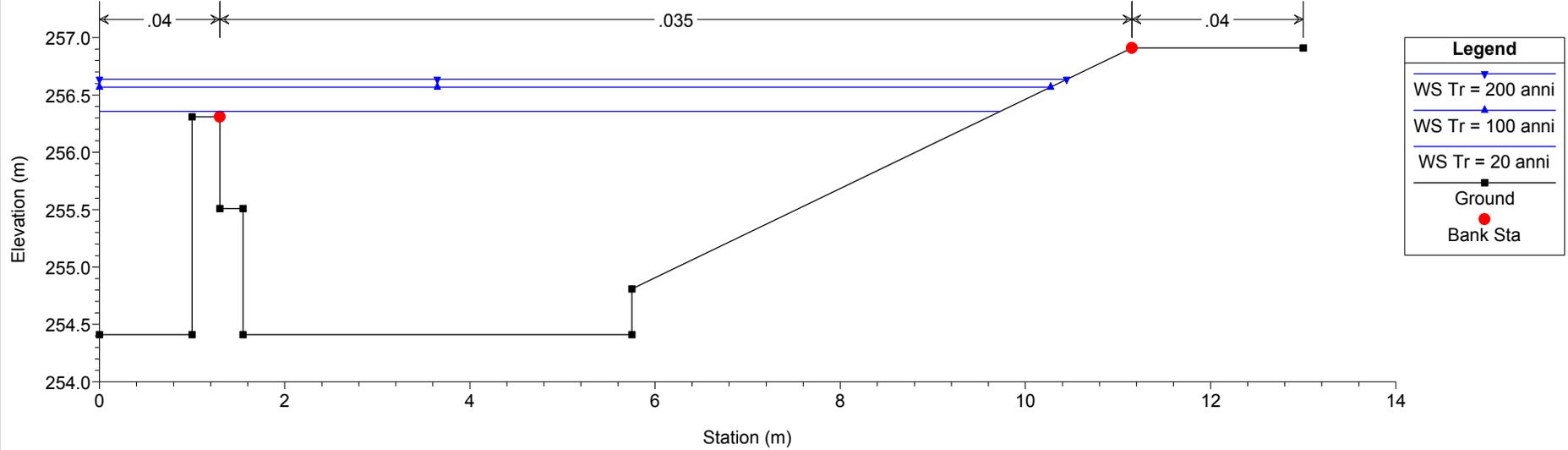
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 33.4 Sezione valle ponte Borgata Graneri AVONPO004



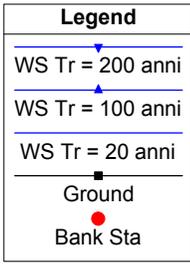
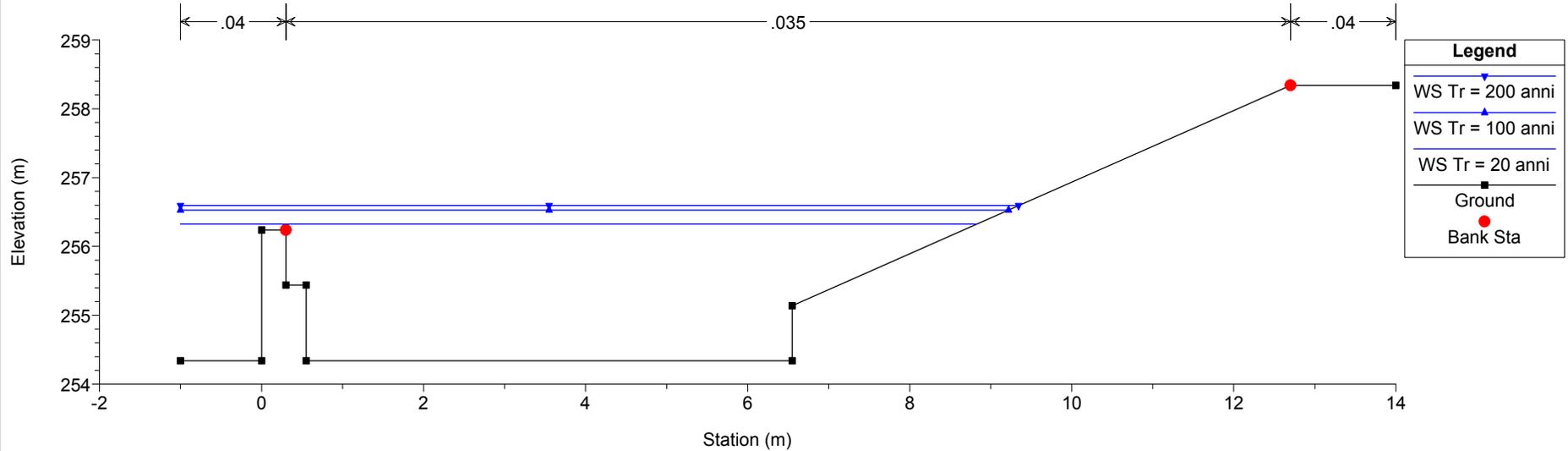
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 33 Sezione B Mo



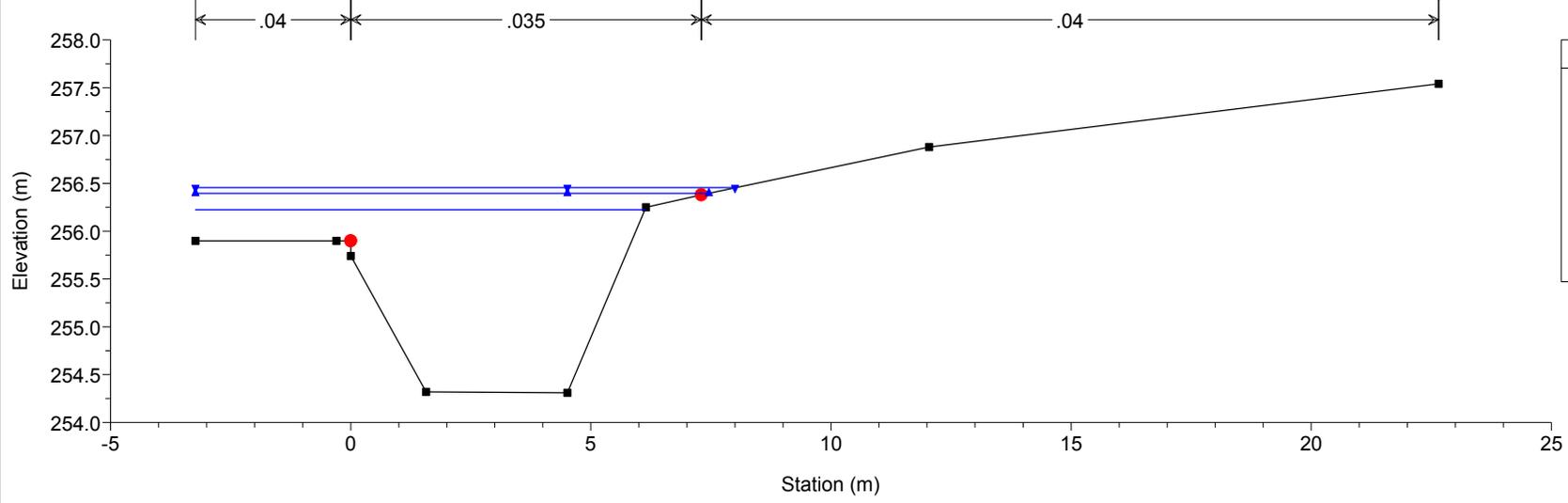
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 32 Sezione A Mo



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 31 Sezione monte ponticello

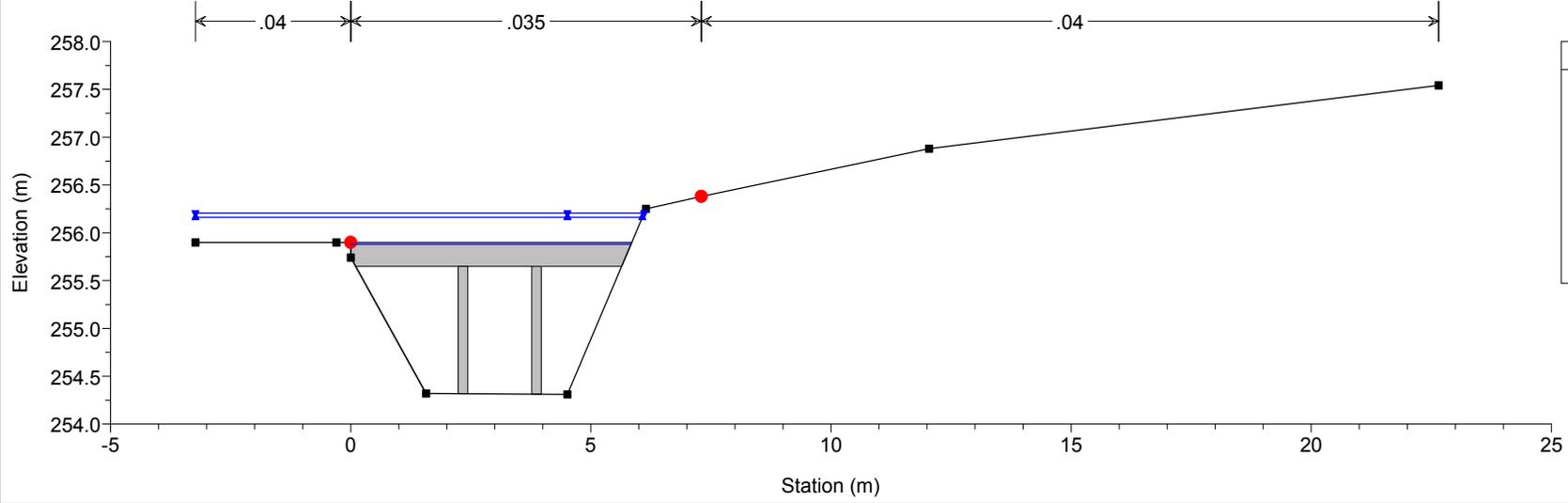


Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

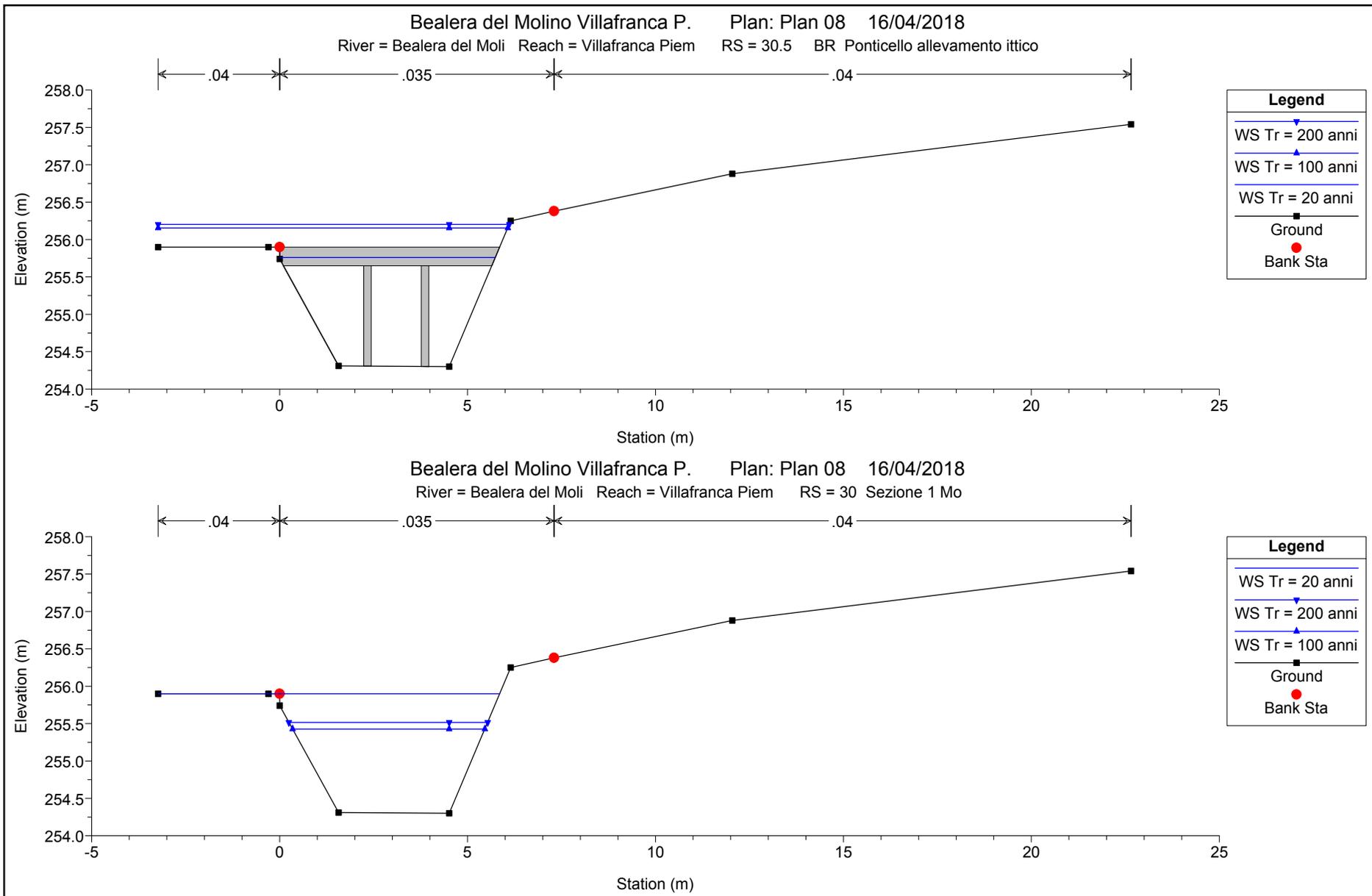
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 30.5 BR Ponticello allevamento ittico



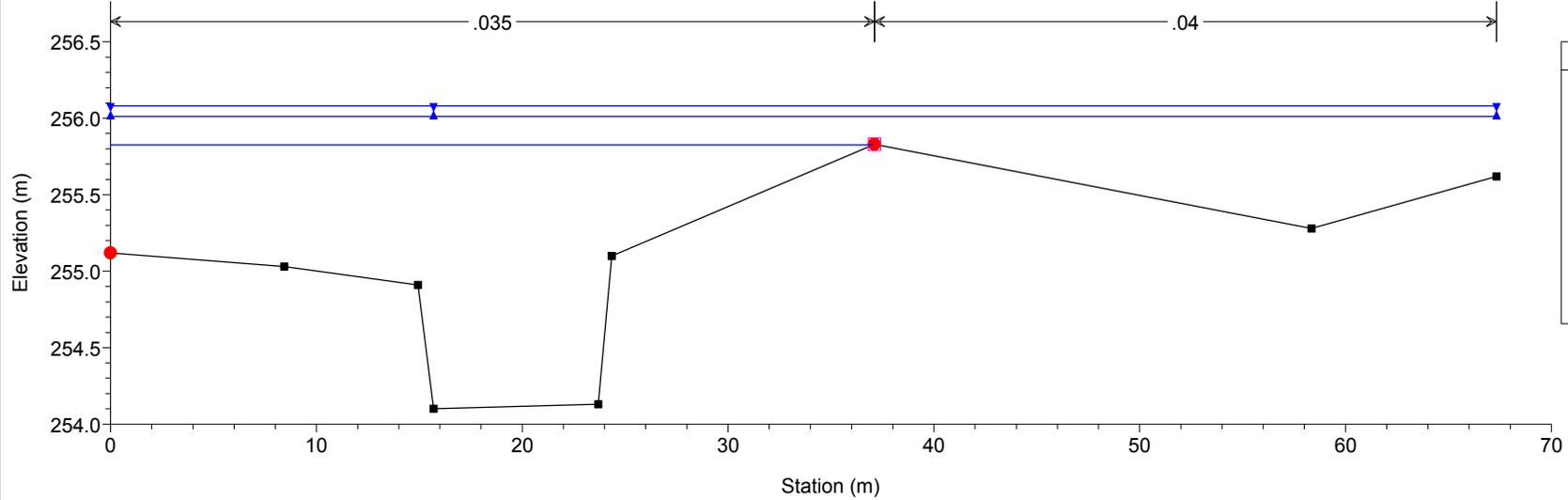
Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta



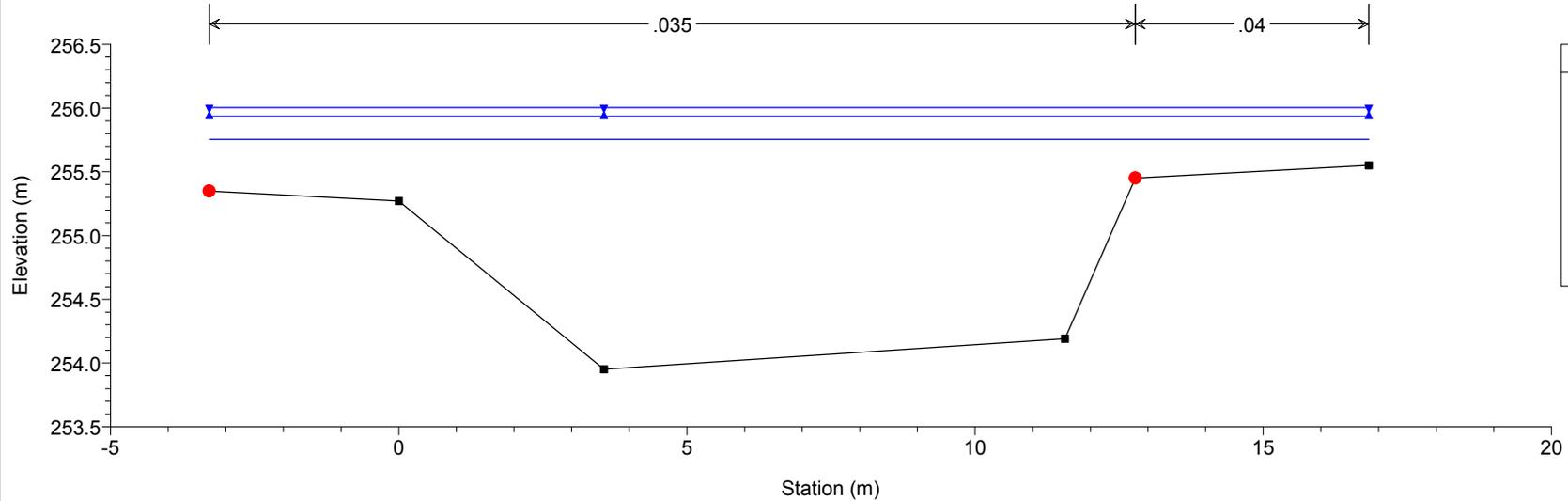
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 29 Sezione 2 Mo



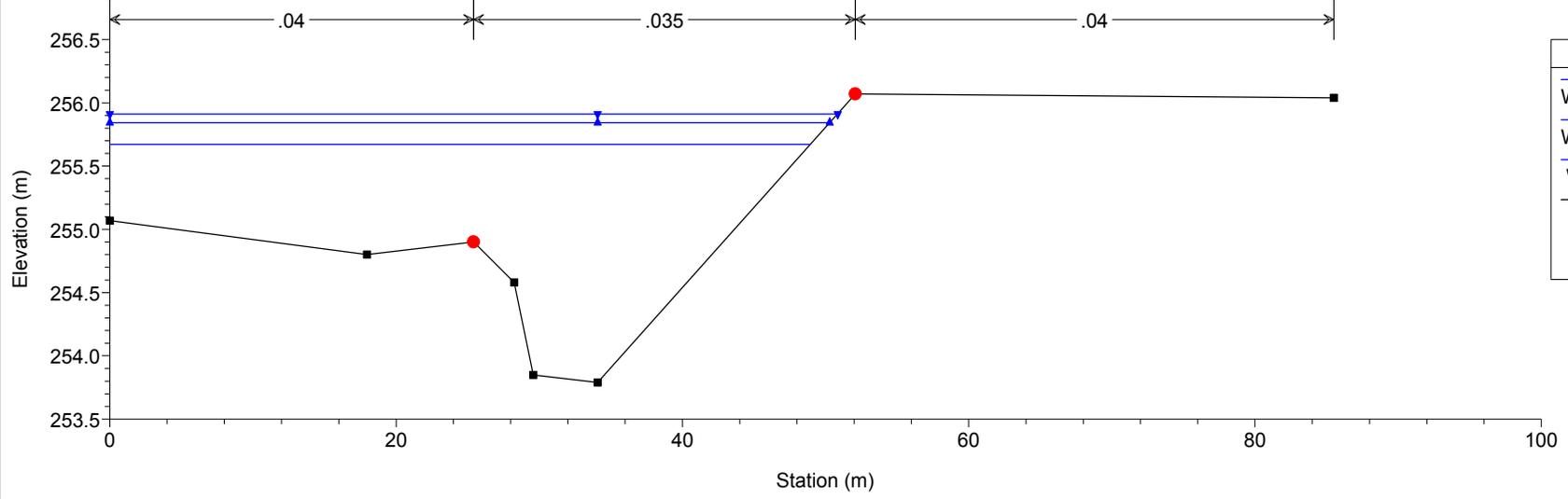
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 28 Sezione 3 Mo



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 27 Sezione 4 Mo

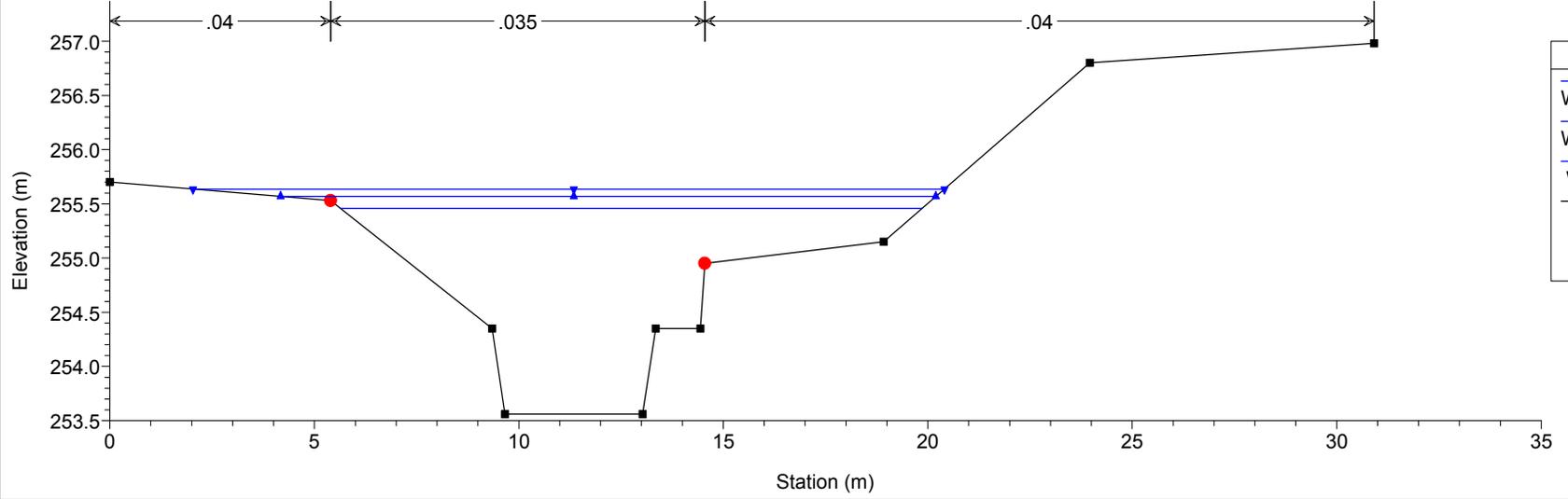


Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

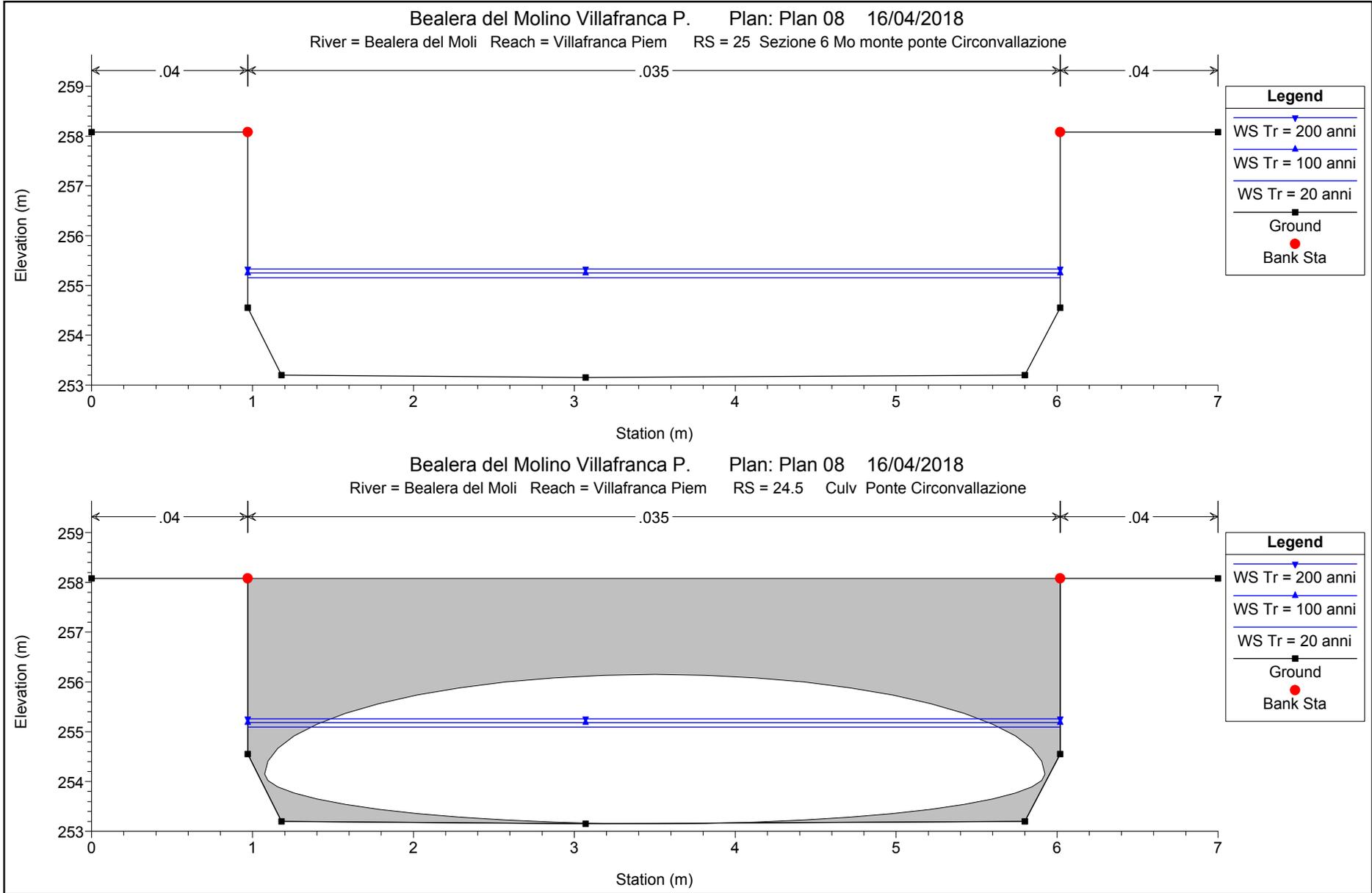
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 26 Sezione 5 Mo

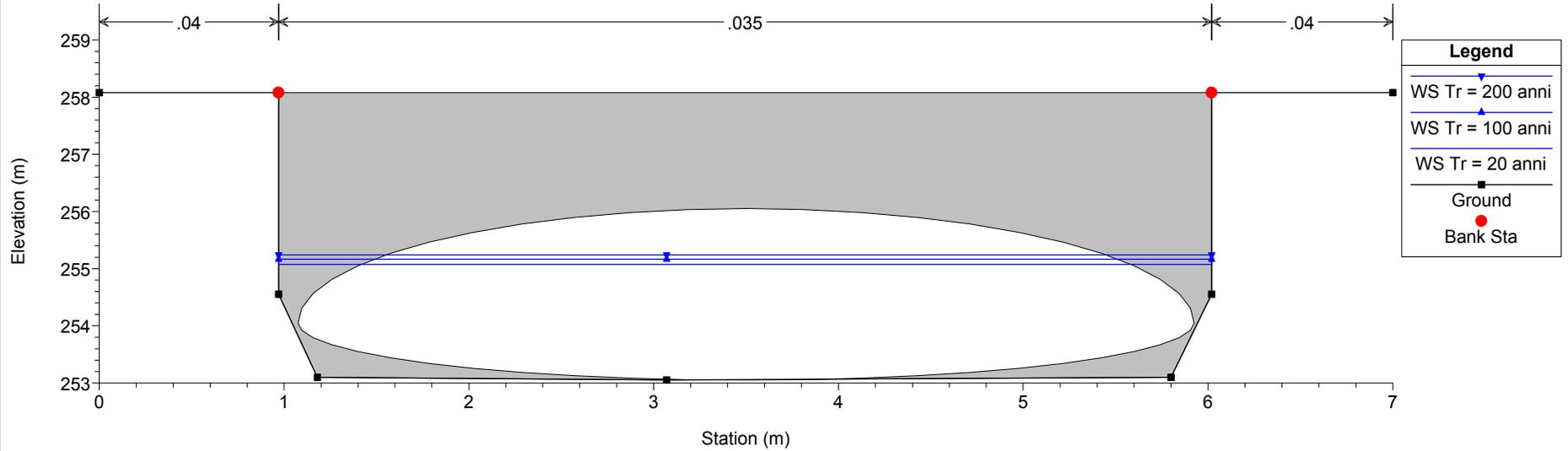


Legend

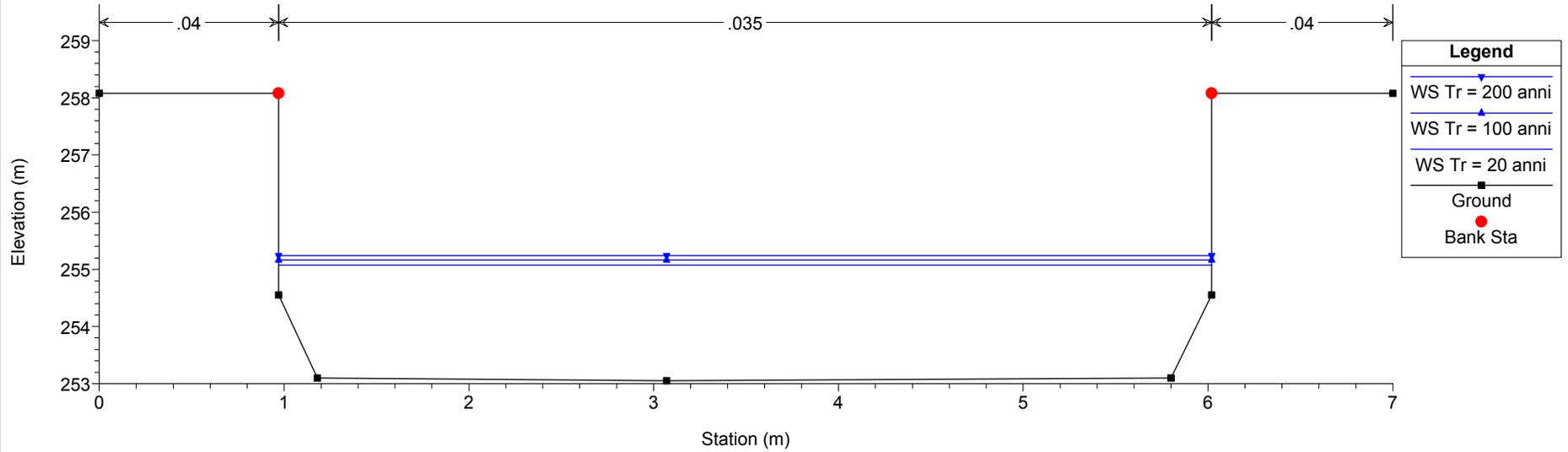
- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 24.5 Culv Ponte Circonvallazione

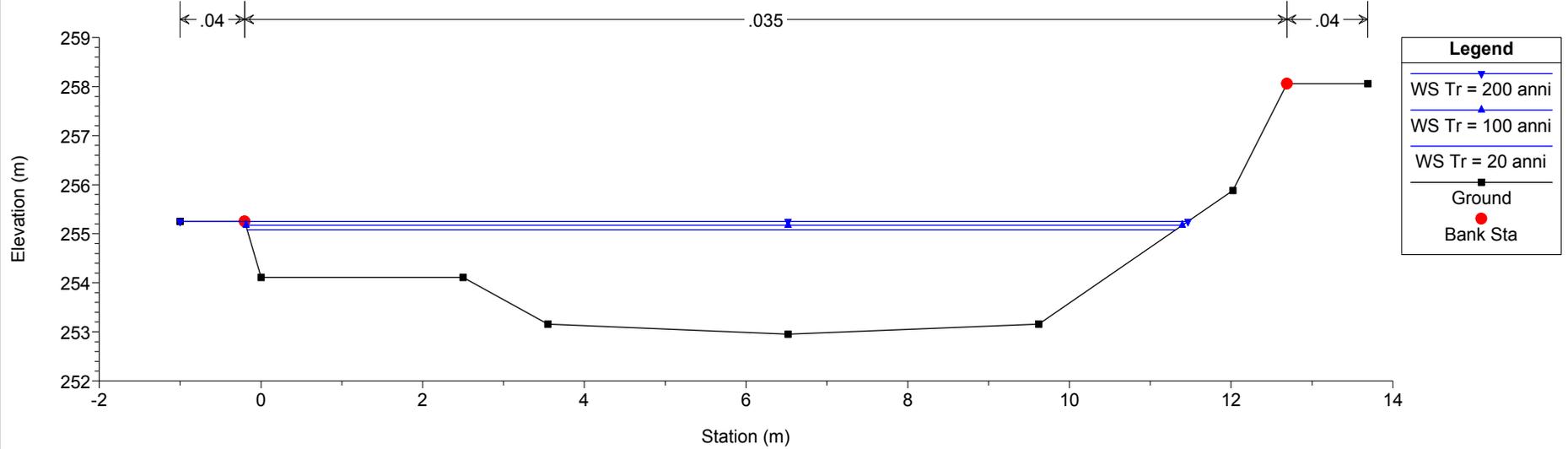


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 24 sezione 6 Mo valle ponte Circonvallazione



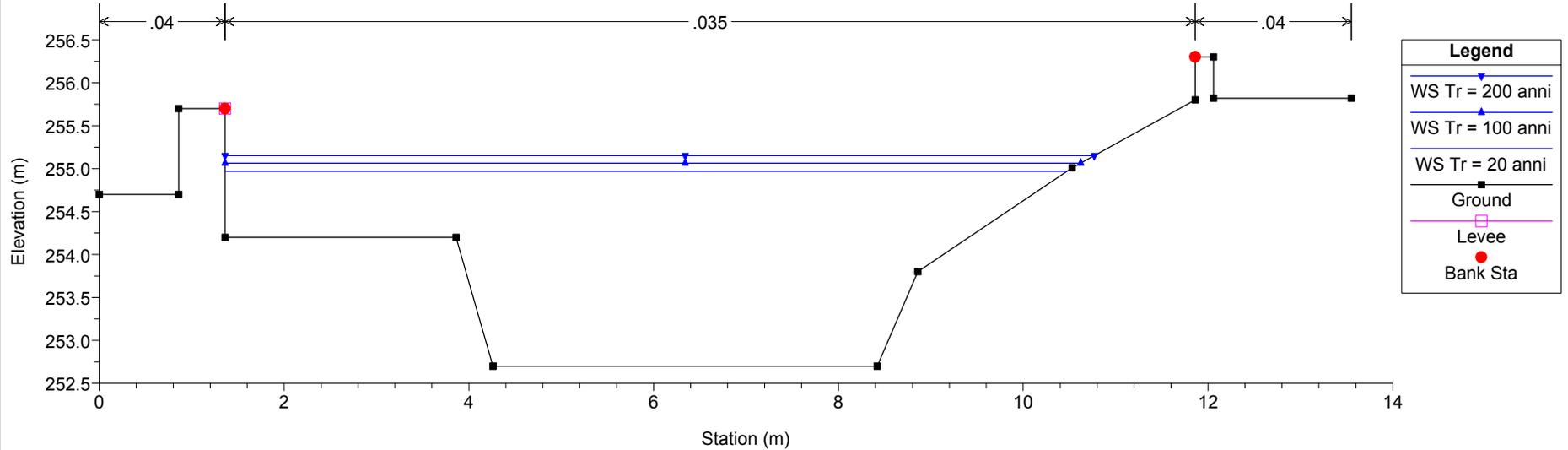
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 23 sezione 7 Mo



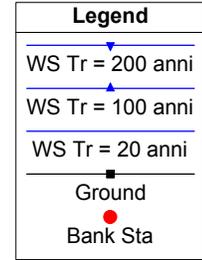
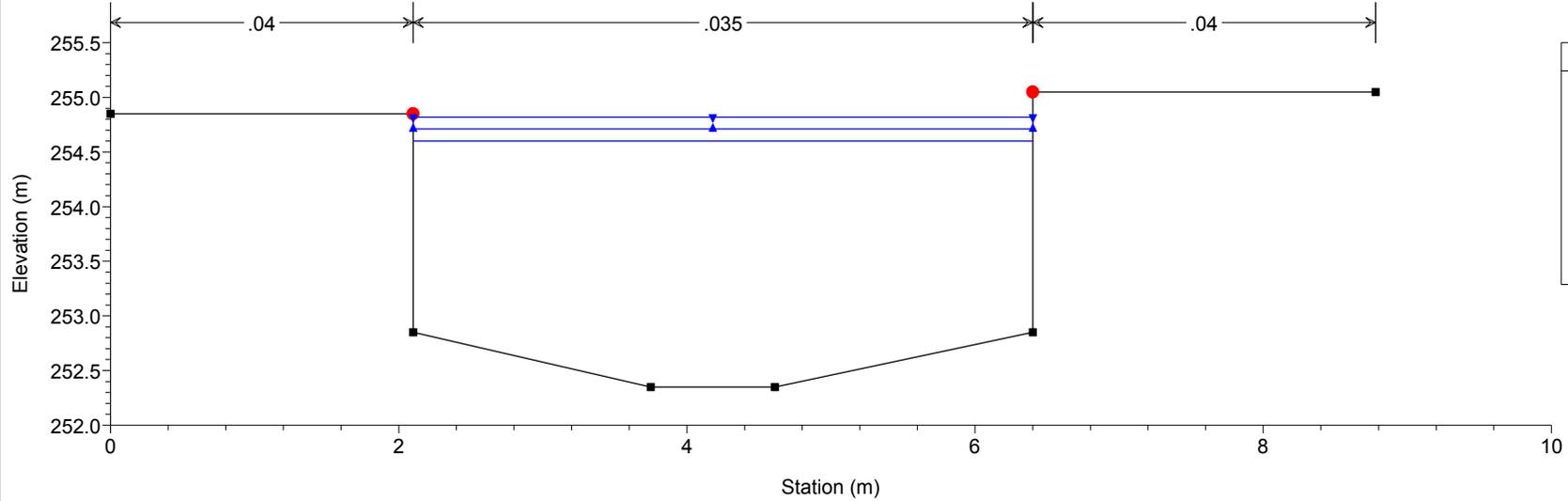
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 22 sezione 8 Mo



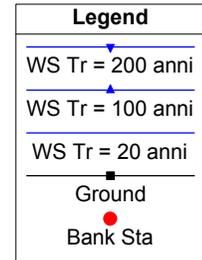
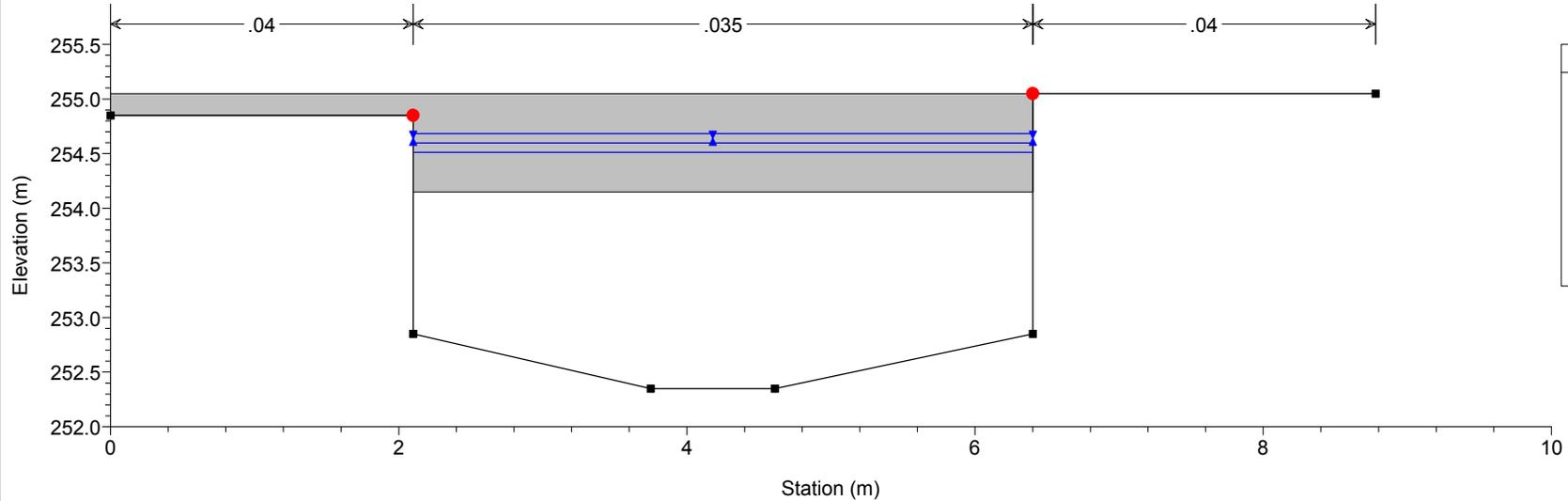
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 21 sezione 9A Mo monte ponte scuole

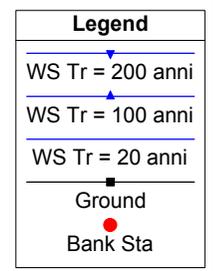
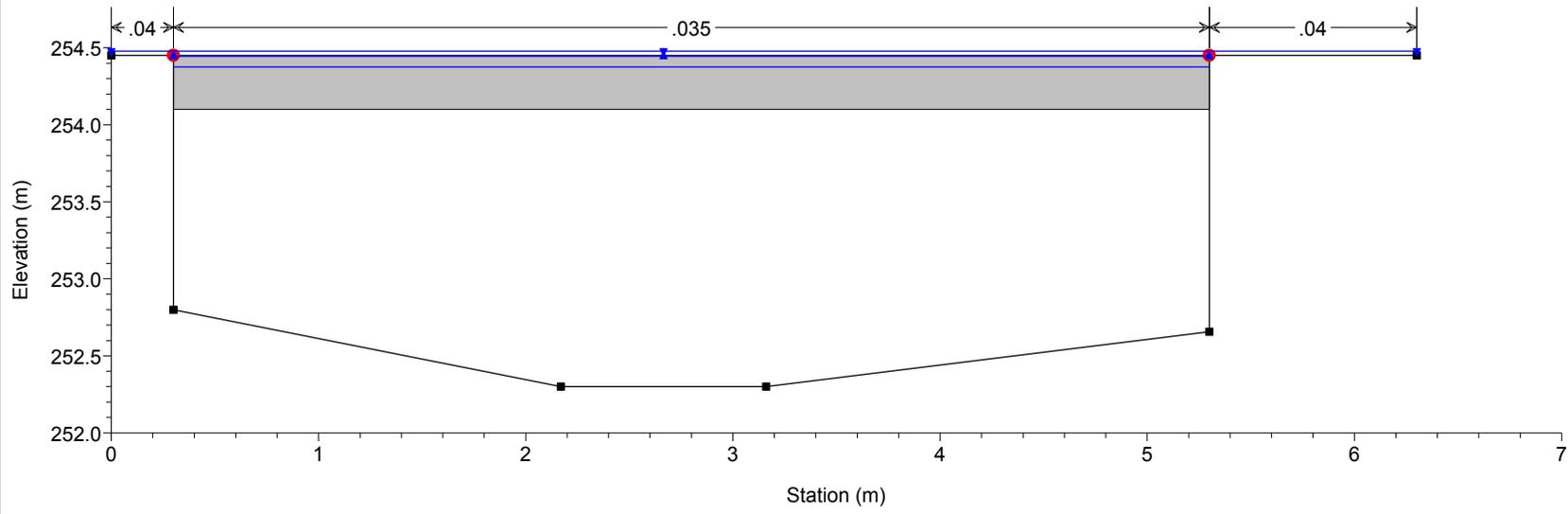


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

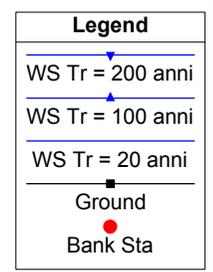
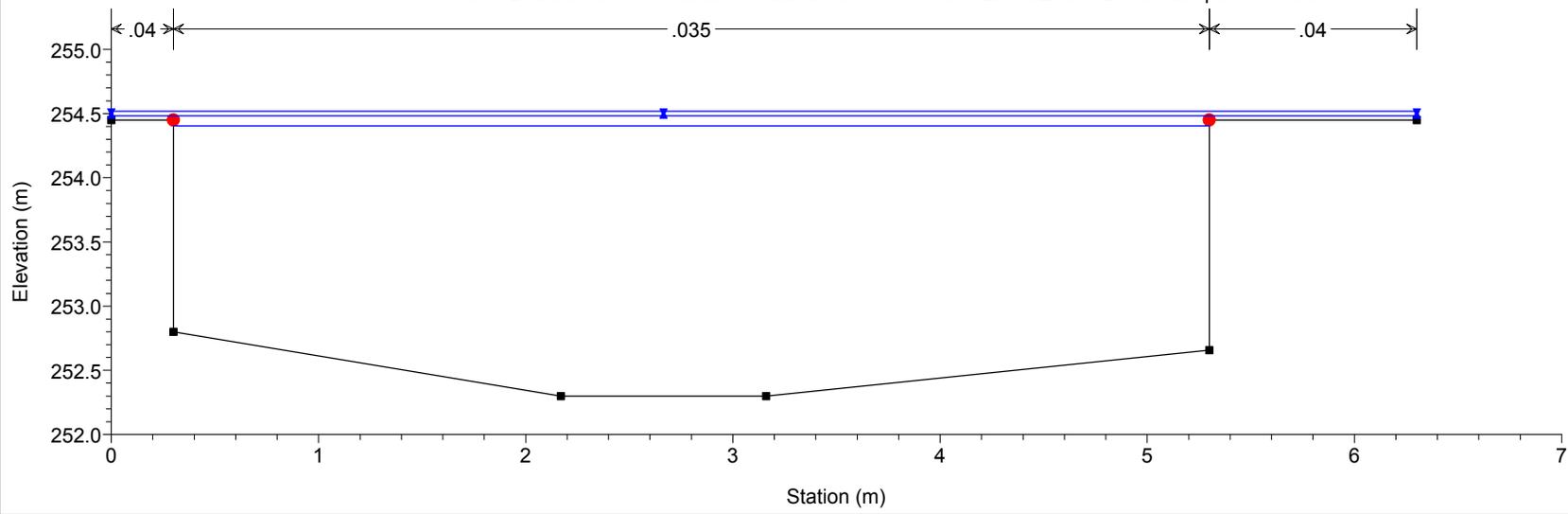
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 20.5 BR Ponte delle scuole



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 20.5 BR Ponte delle scuole

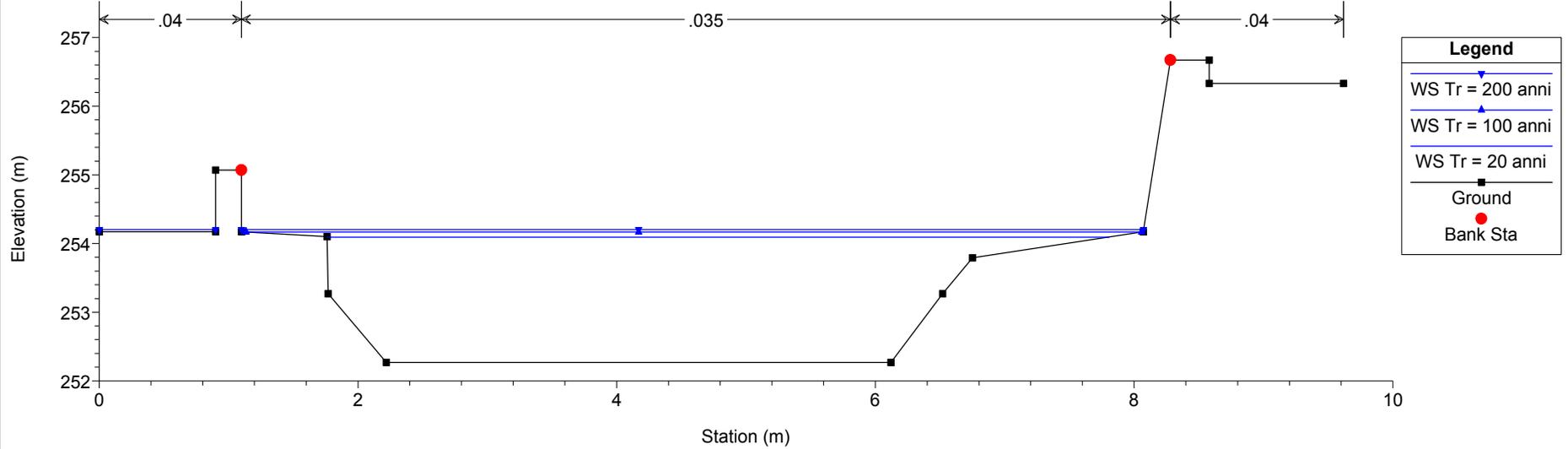


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 20 sezione 9B Mo valle ponte scuole



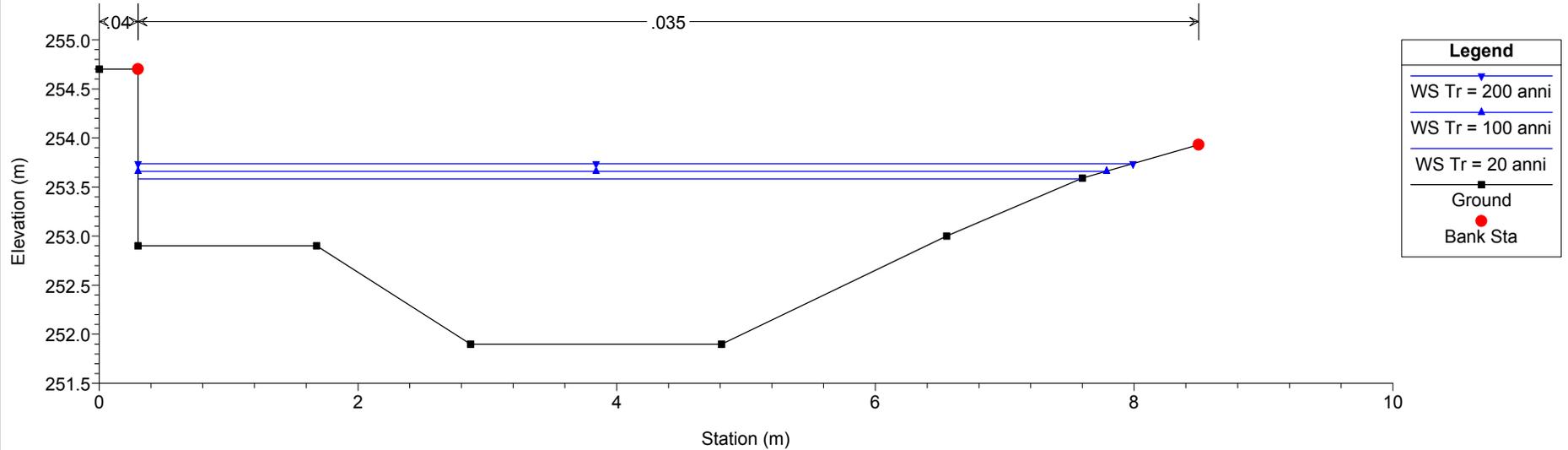
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 19 sezione 10 Mo



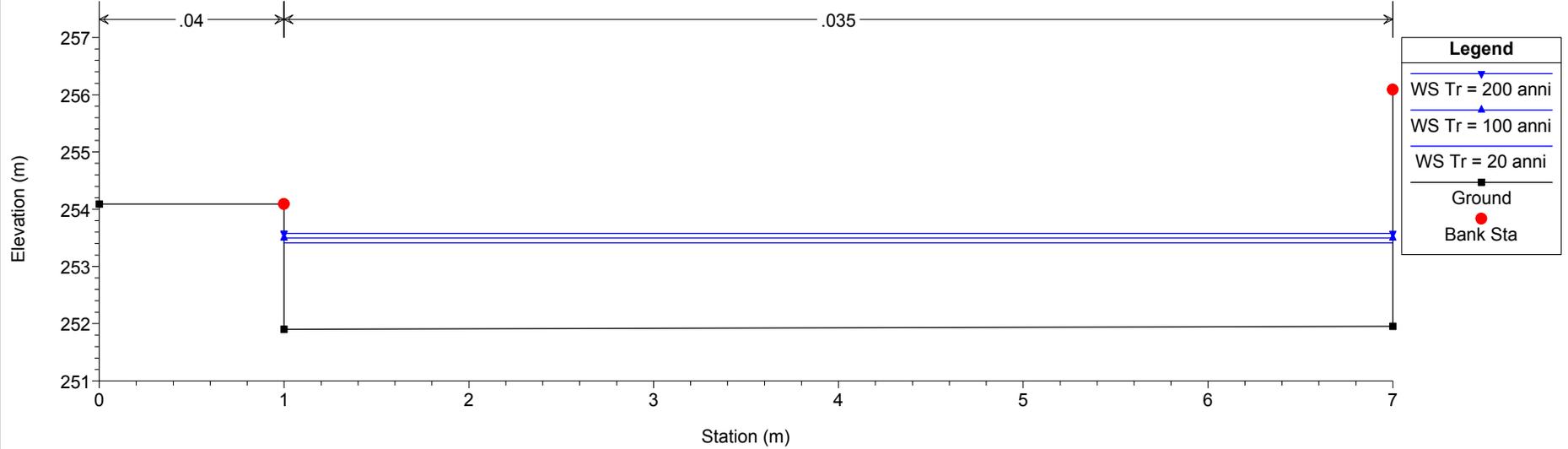
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 17 Sezione 11 Mo



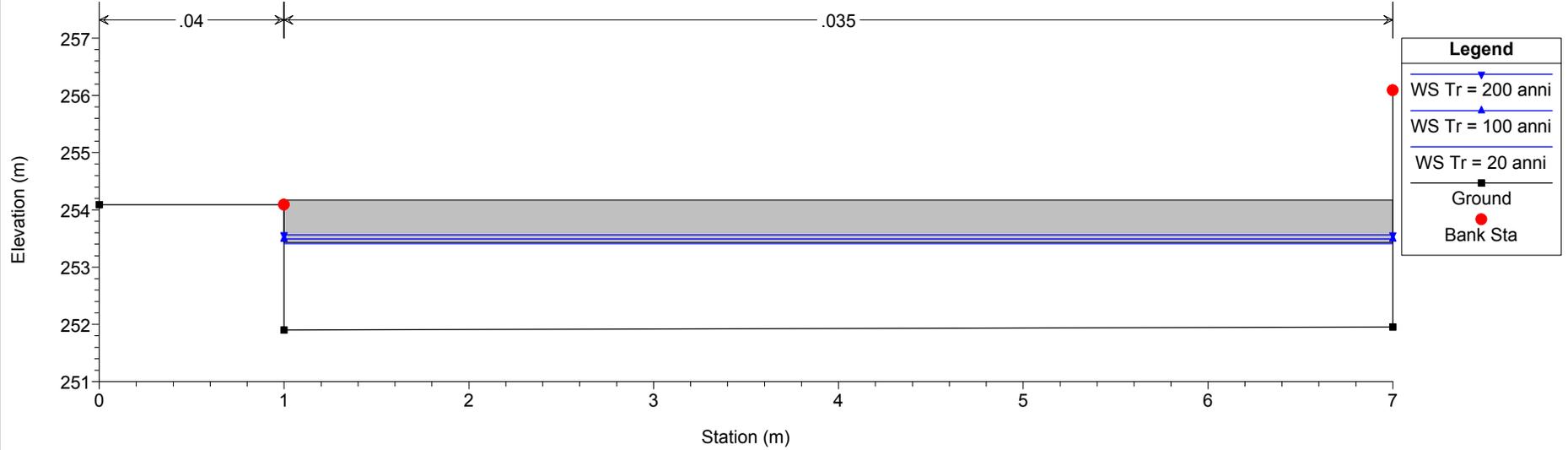
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 16 Sezione 12A Mo (a monte del ponte della chiesetta)

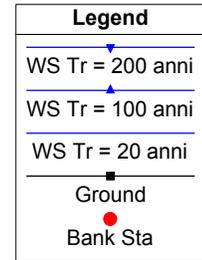
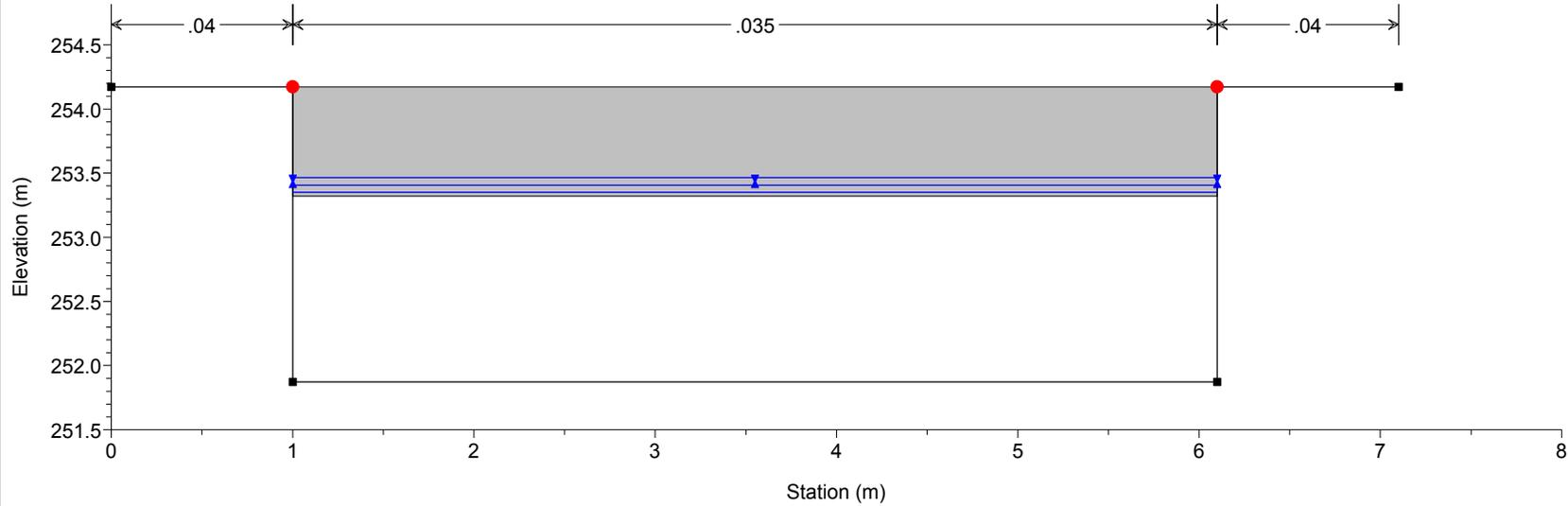


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

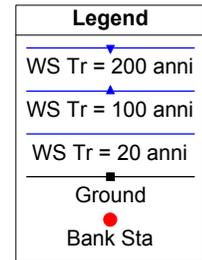
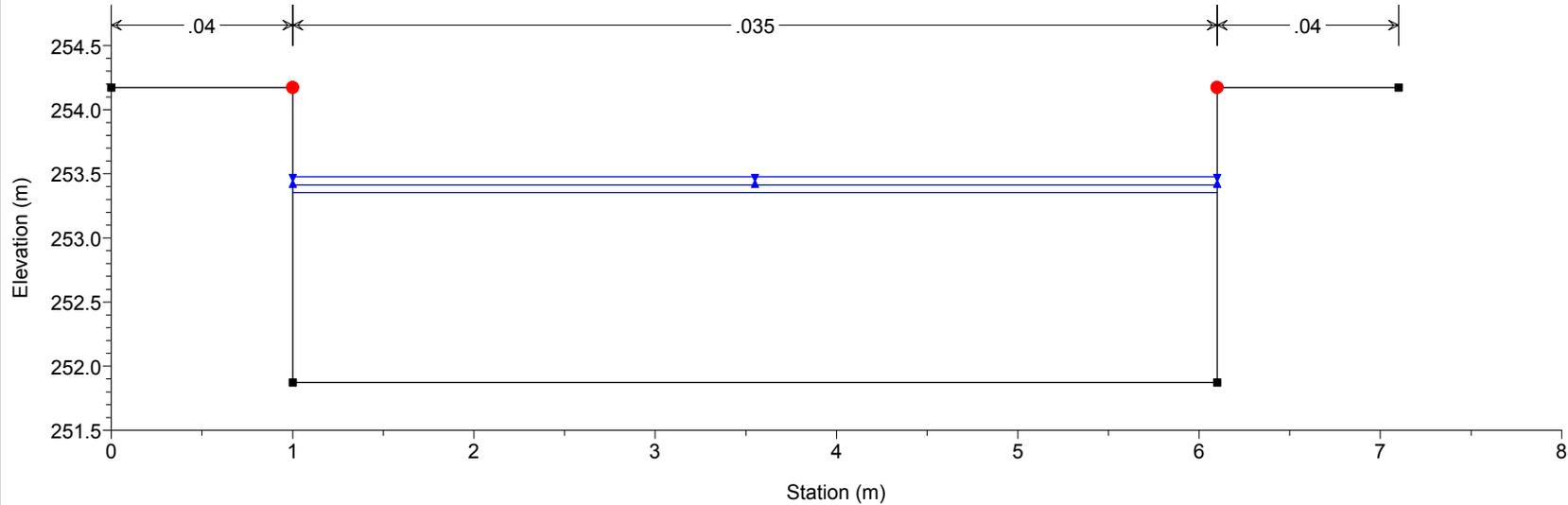
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 15.5 BR ponte Chiesetta



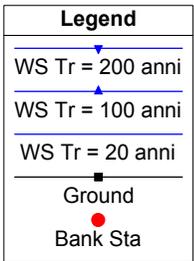
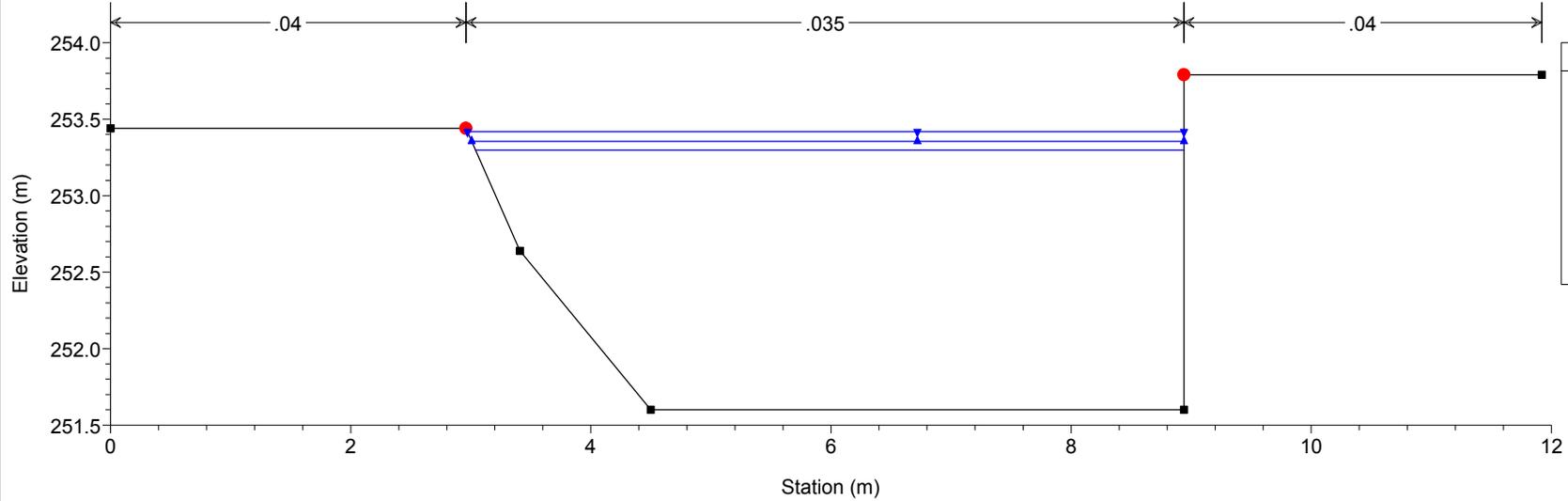
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 15.5 BR ponte Chiesetta



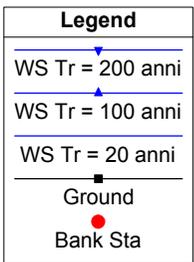
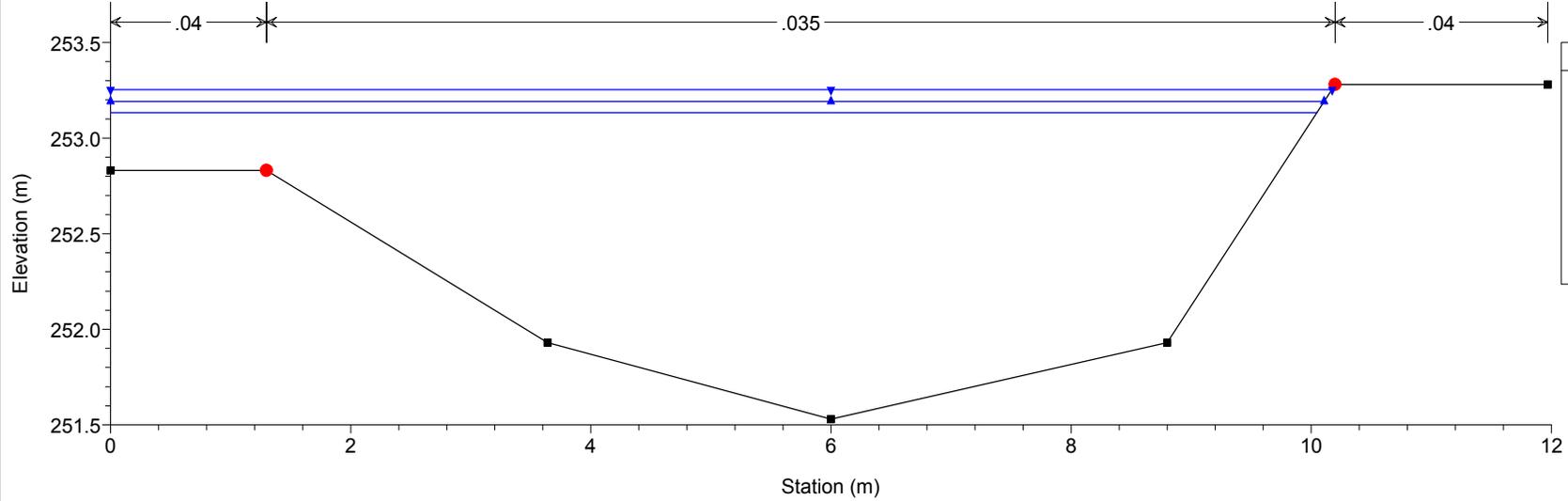
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 15 Sezione 12B Mo (a valle del ponte della chiesetta)



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 14 Sezione 13 Mo

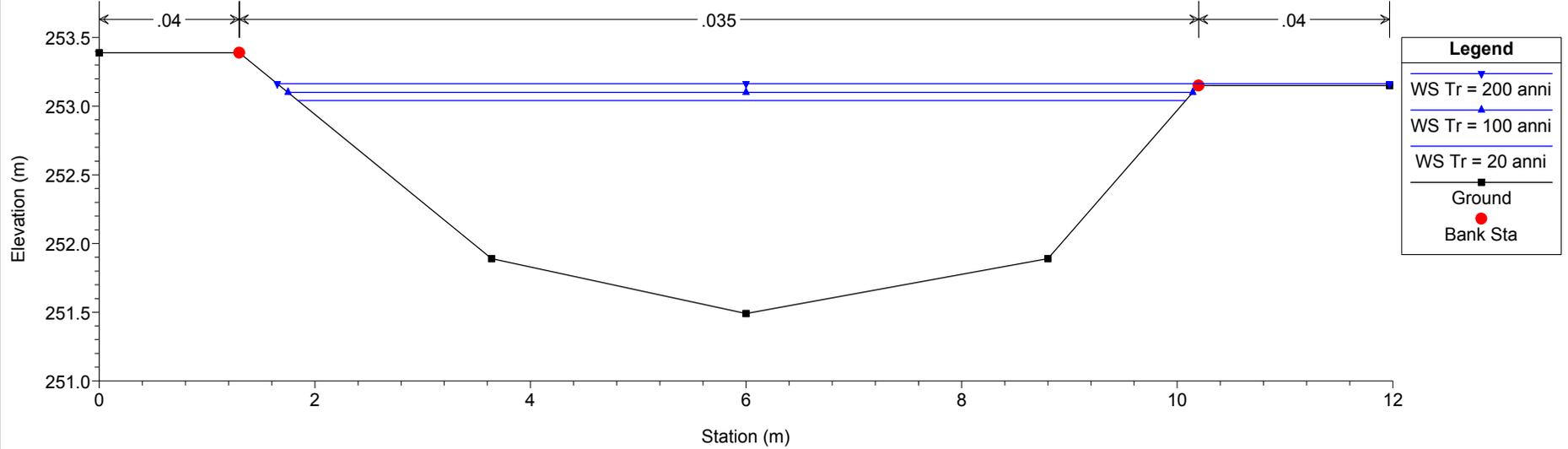


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018
 River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 13.5 Sezione 14bis Mo



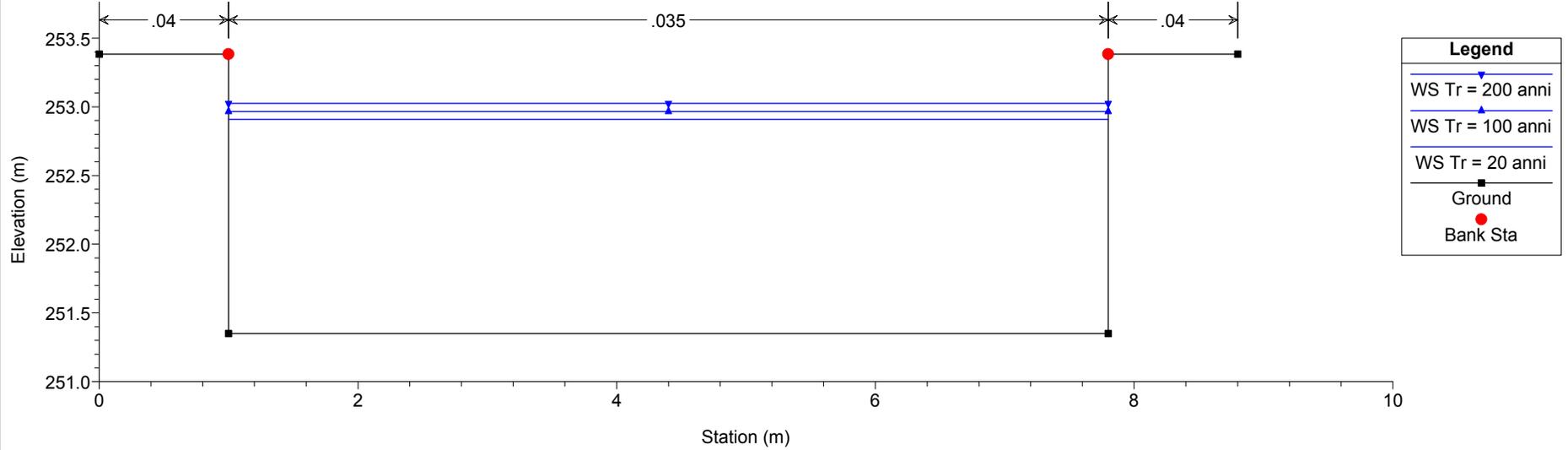
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 13 Sezione 14 Mo



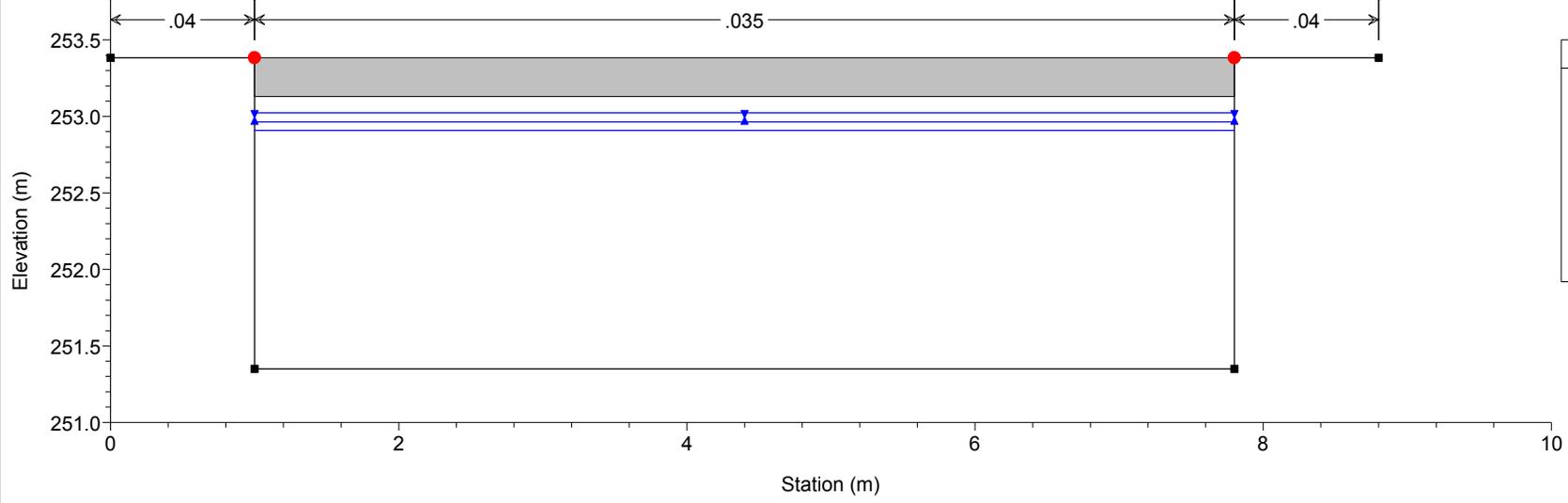
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 12 Sezione 15A Mo (a monte del ponte del parco giochi)



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 11.5 BR Ponte parco giochi

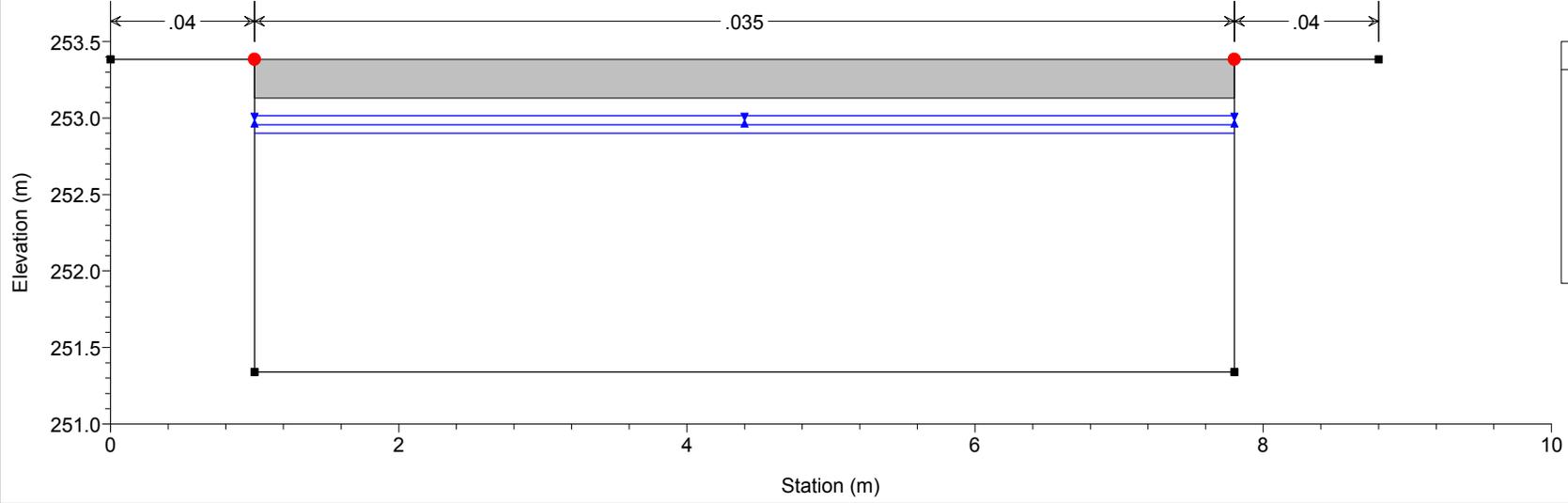


Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

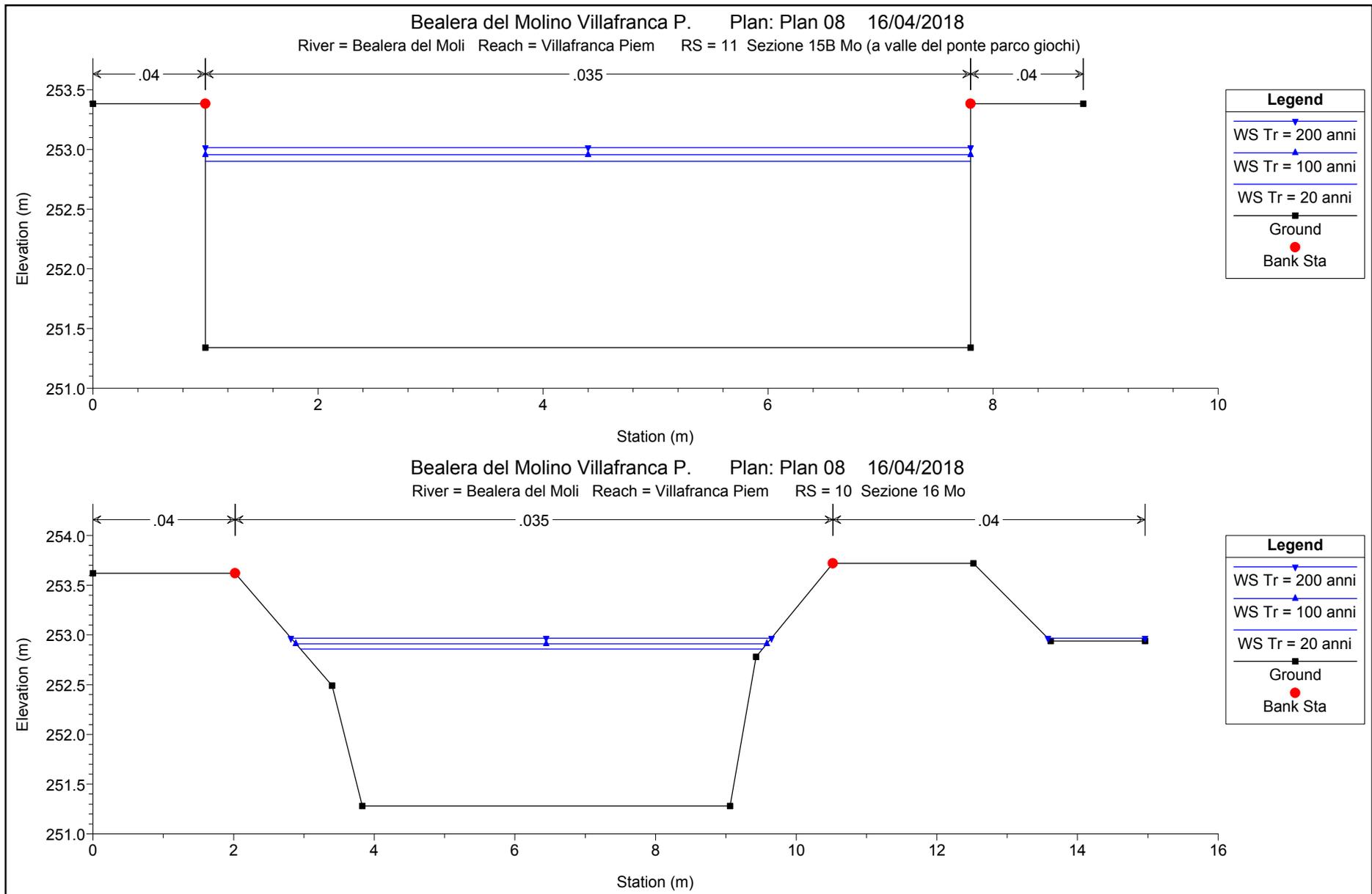
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 11.5 BR Ponte parco giochi



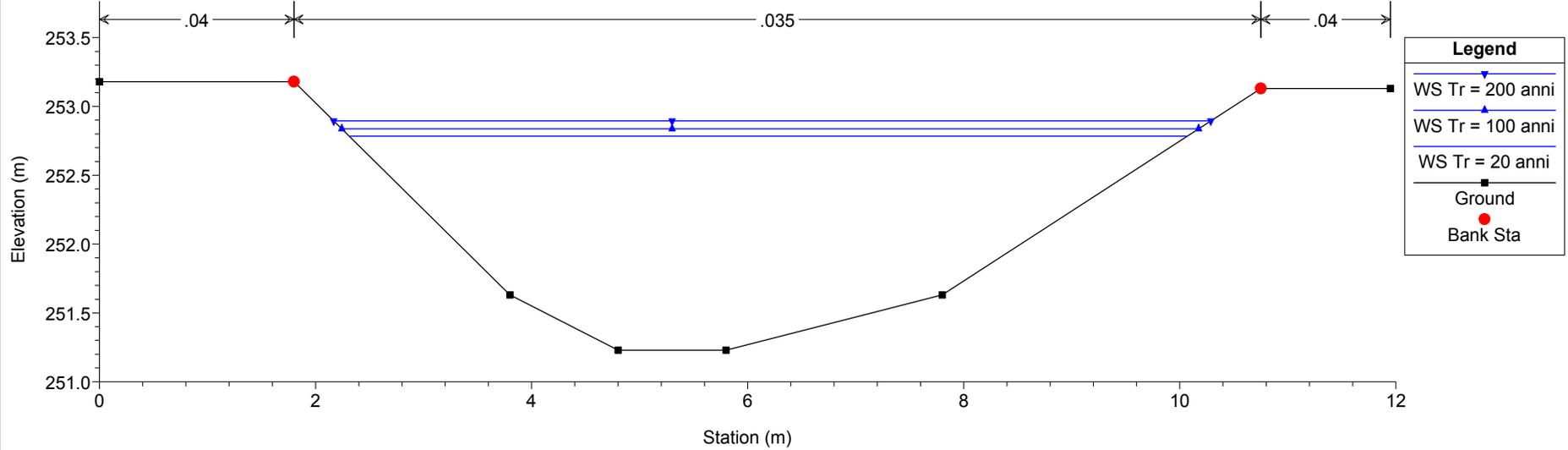
Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta



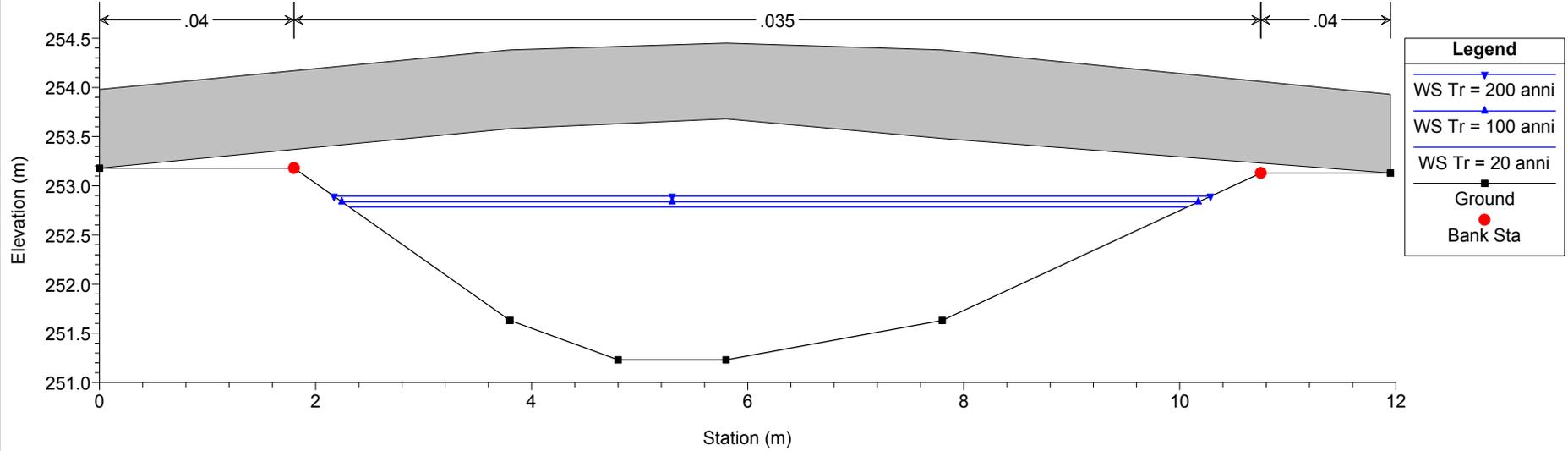
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

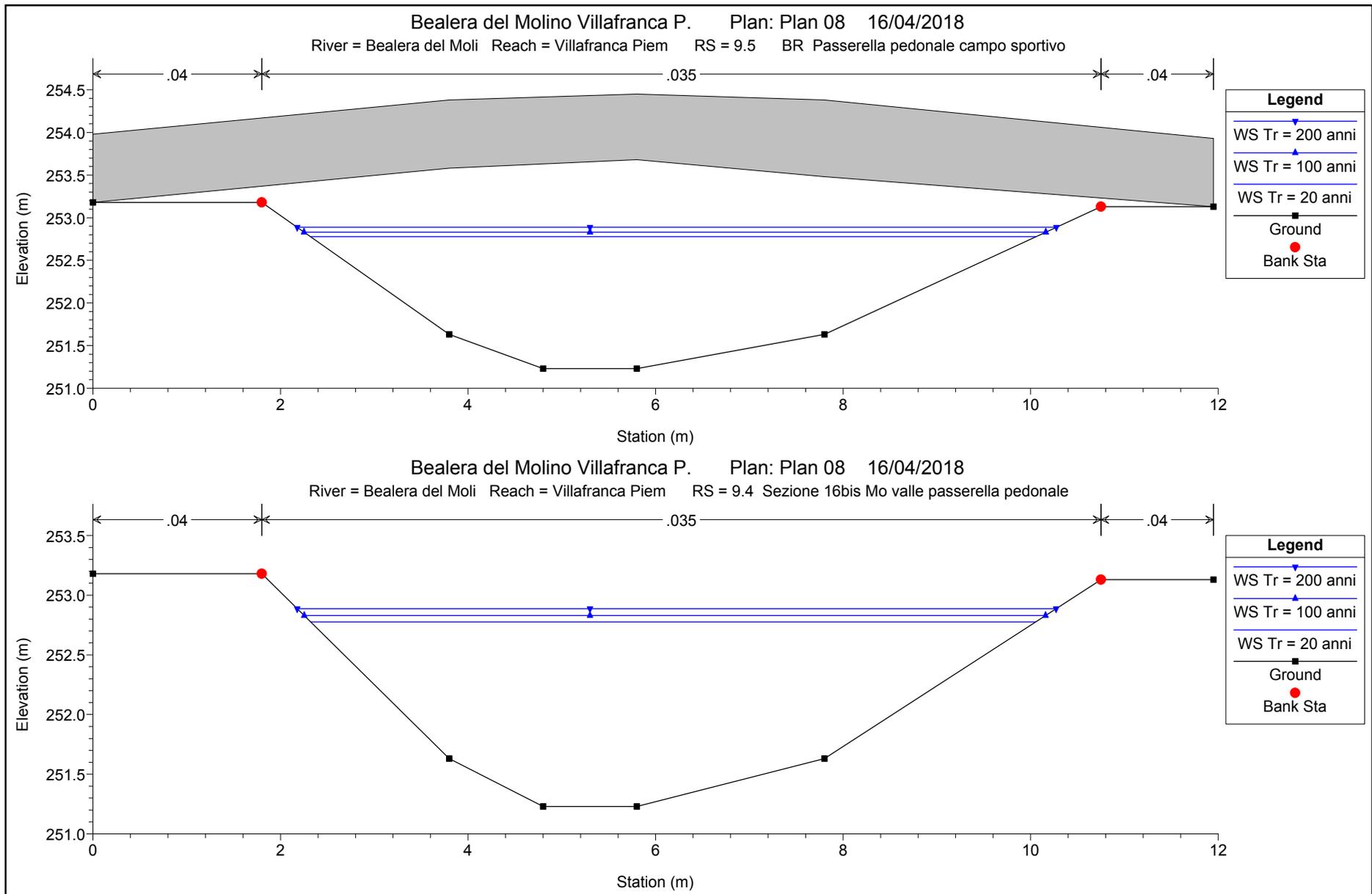
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 9.6 Sezione 16bis Mo monte passerella pedonale



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

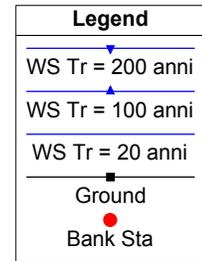
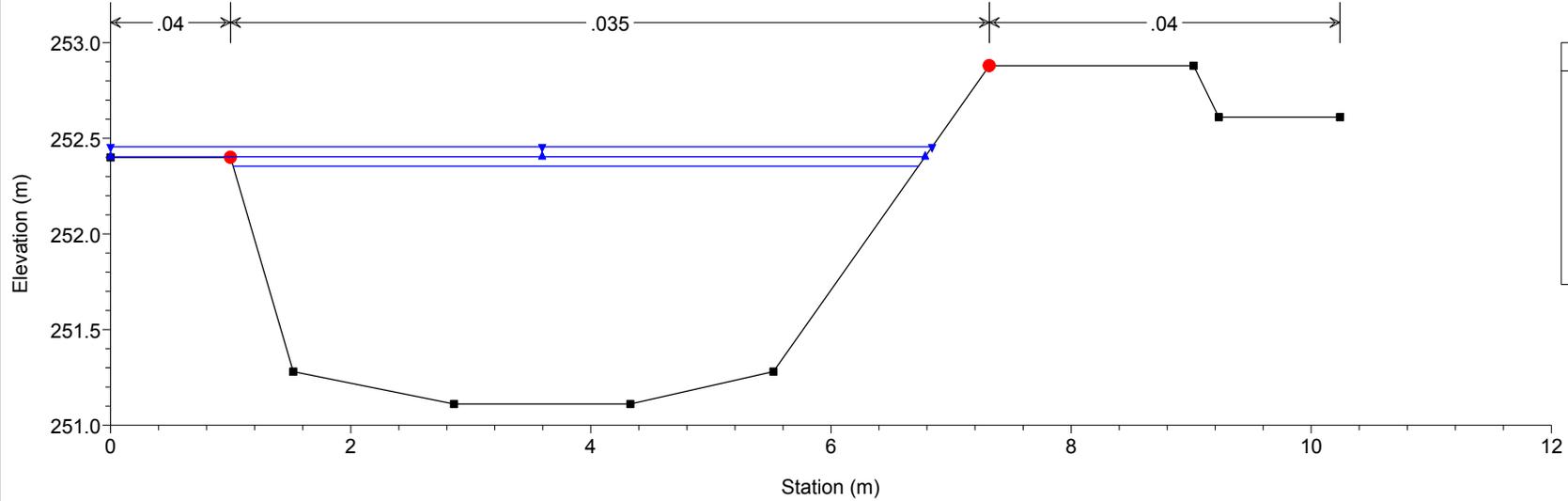
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 9.5 BR Passerella pedonale campo sportivo





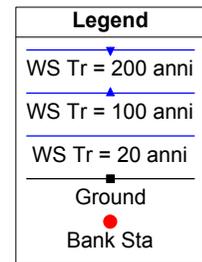
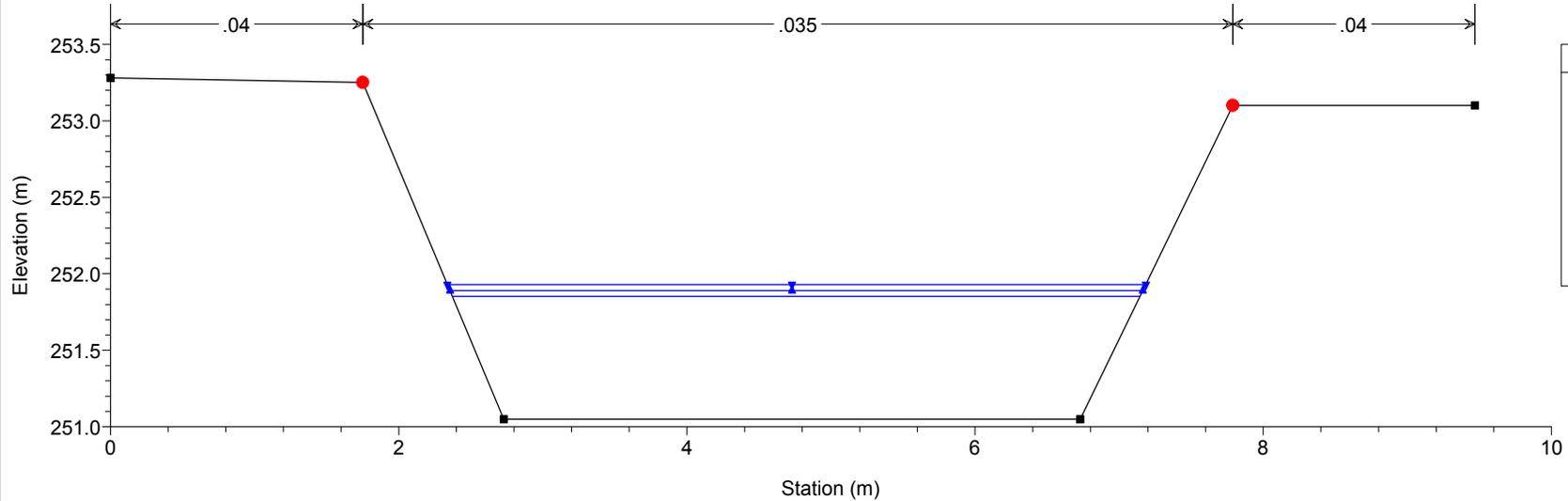
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

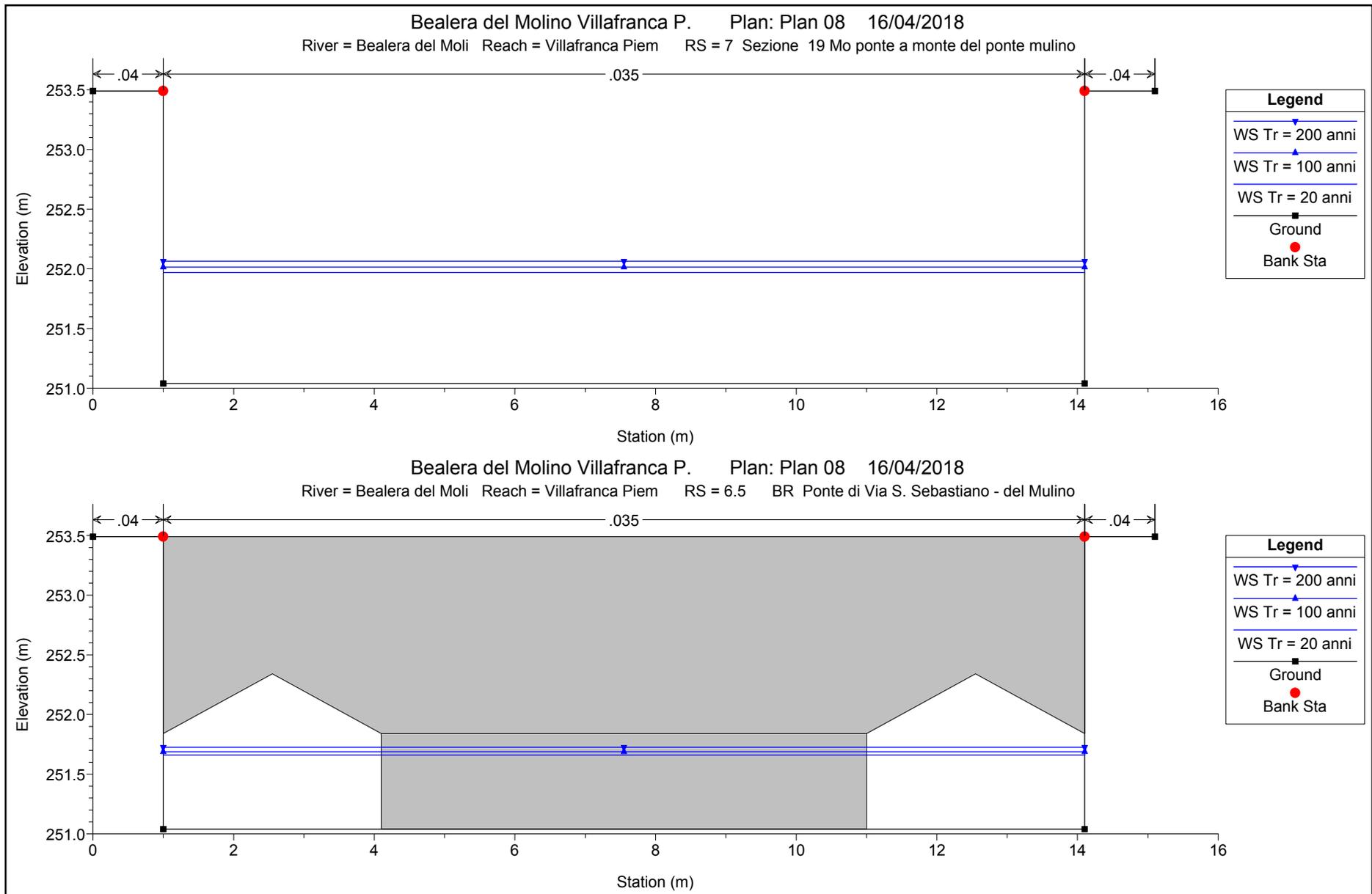
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 9 Sezione 17 Mo



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

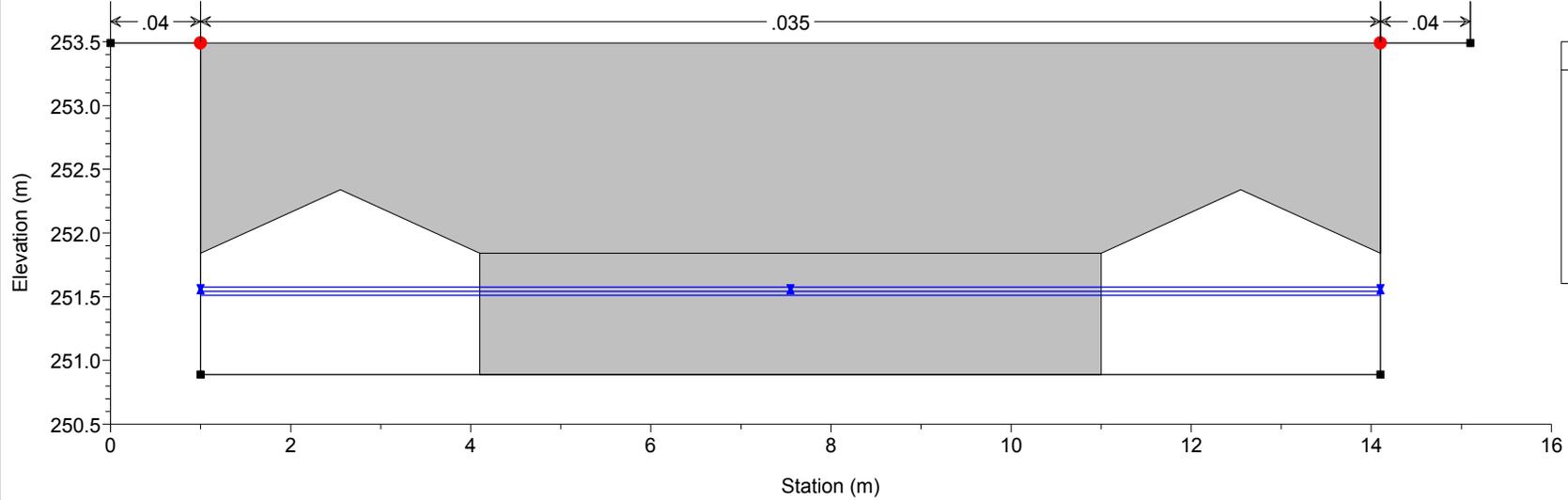
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 8 sezione 18 Mo





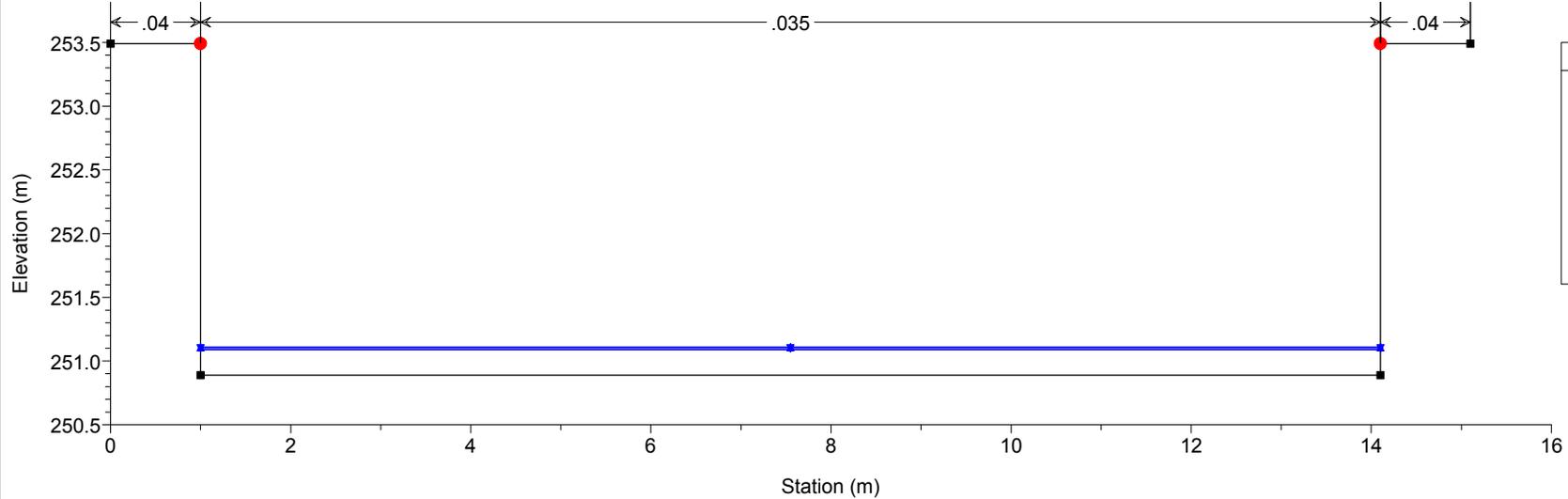
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 6.5 BR Ponte di Via S. Sebastiano - del Mulino



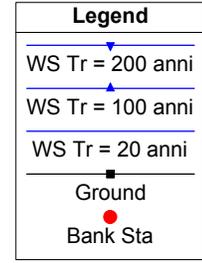
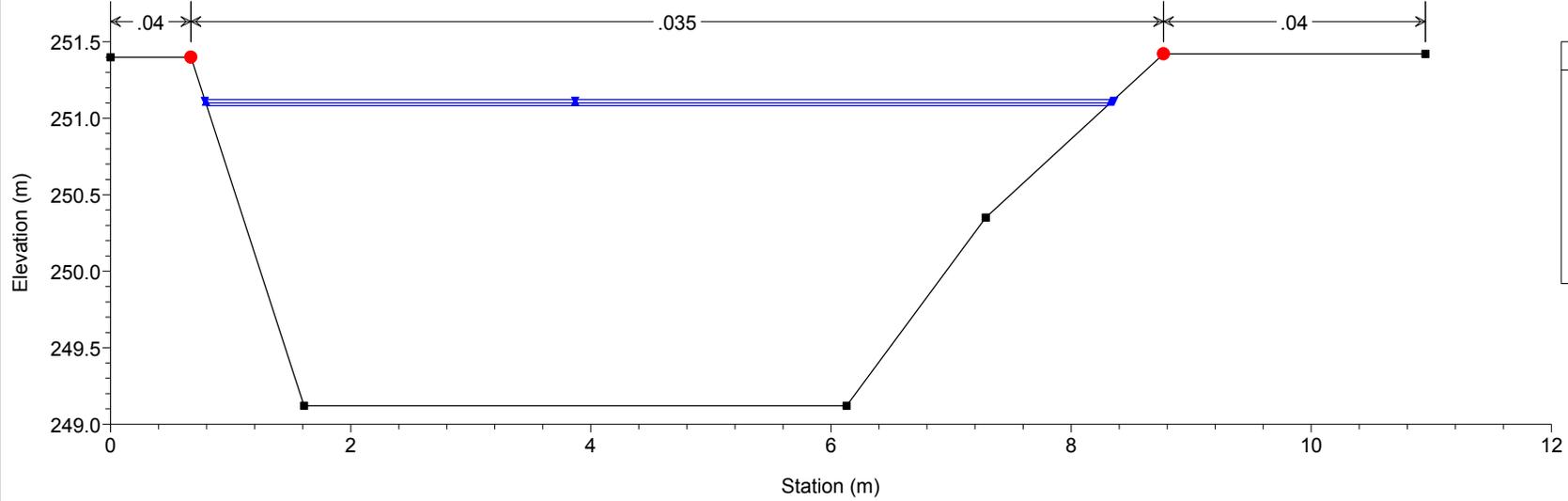
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 6 Sezione 19 Mo valle del ponte mulino



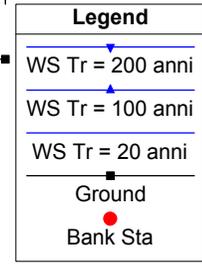
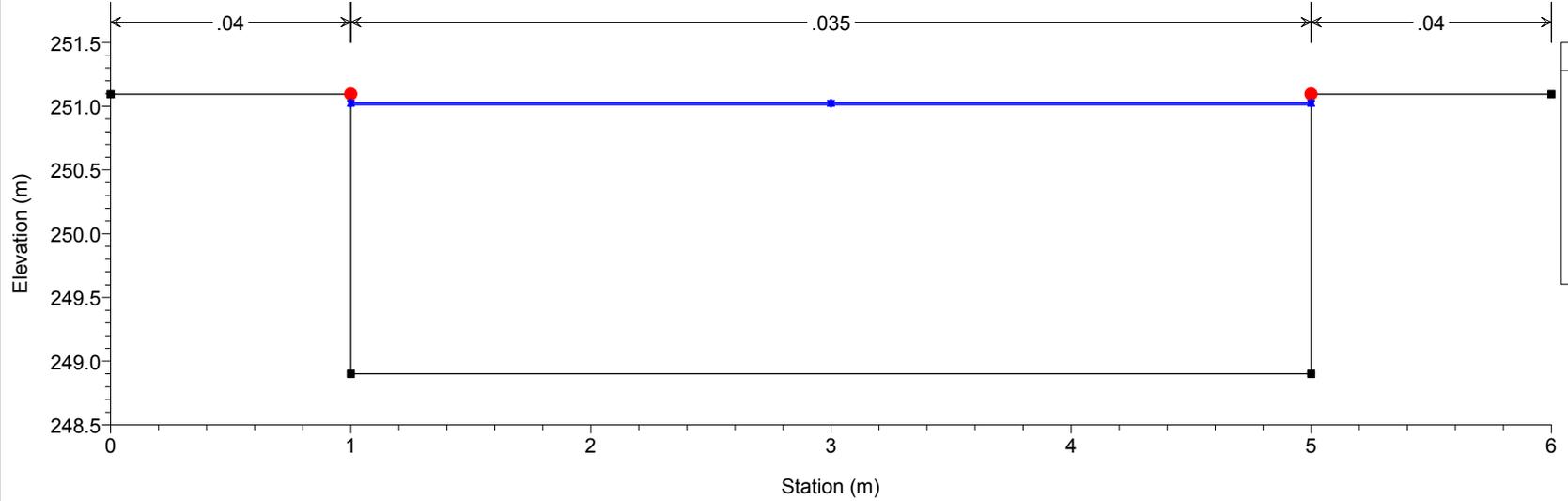
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 5 Sezione 20 Mo

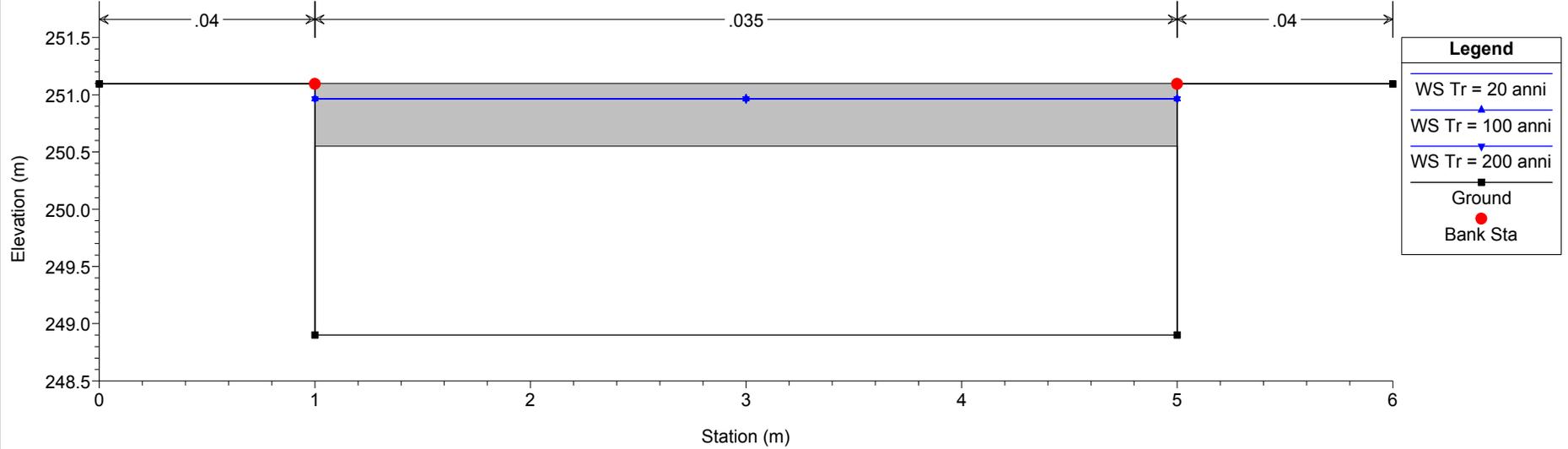


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

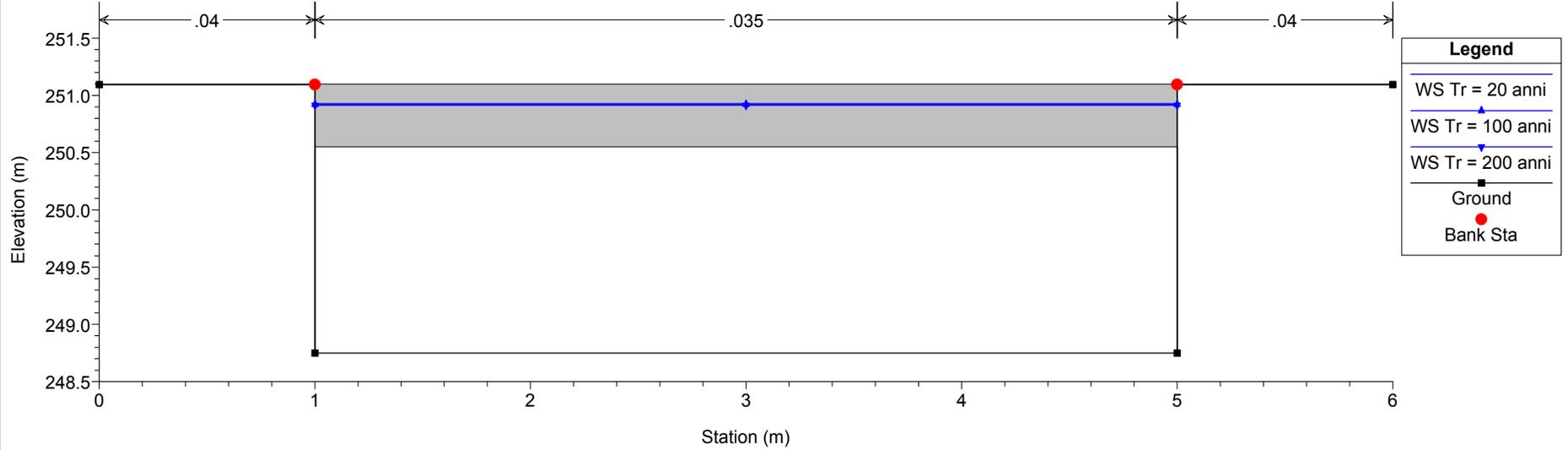
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 4 Sezione 21A Mo (monte ponte campo sportivo)



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 3.5 BR Ponte campo sportivo

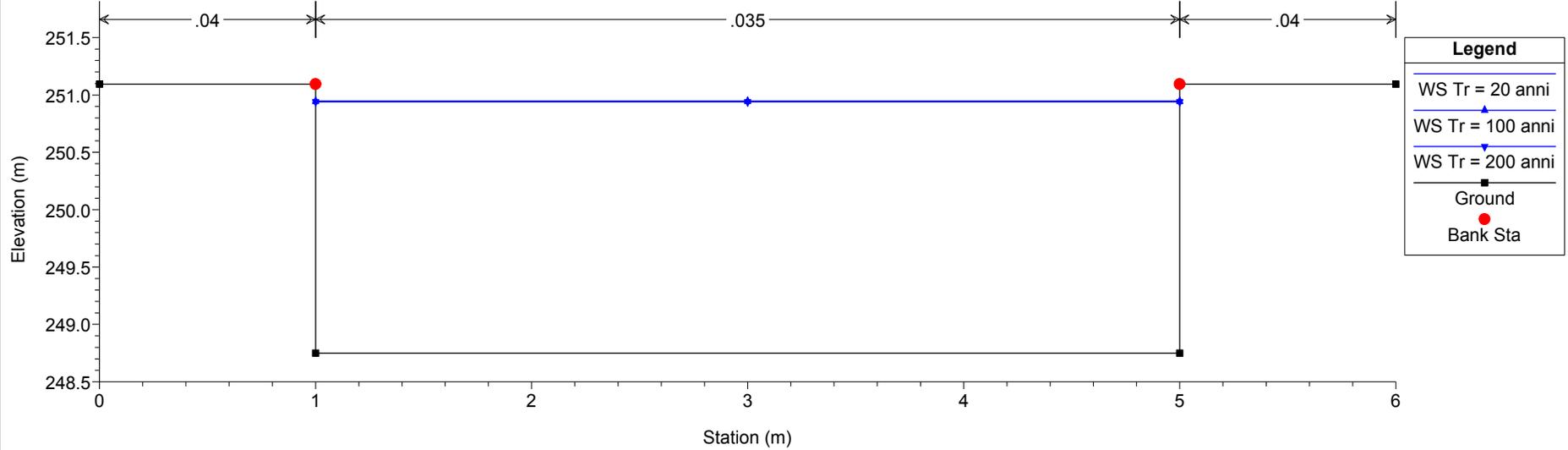


Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018
River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 3.5 BR Ponte campo sportivo



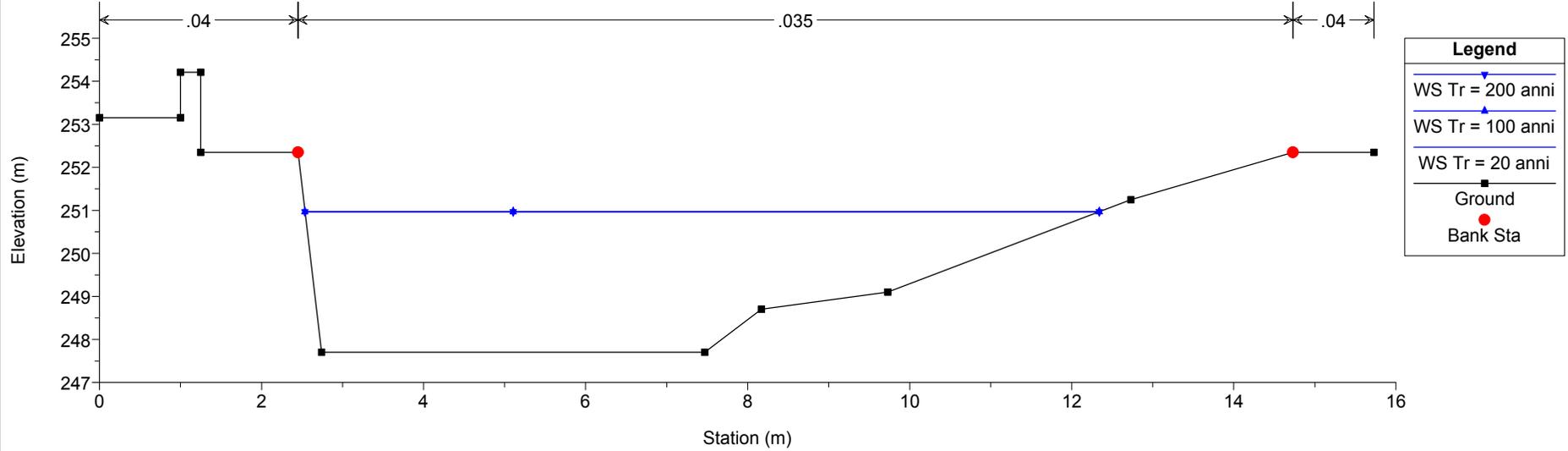
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 3 Sezione 21B Mo (valle ponte campo sportivo)



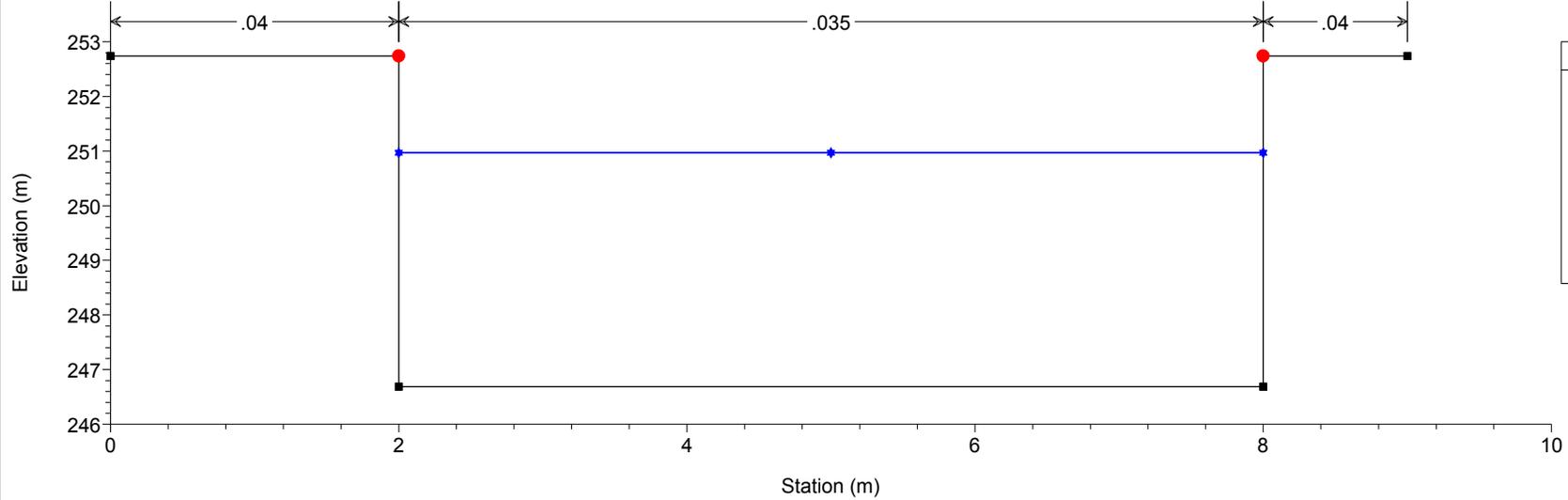
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 2 Sezione 22 Mo



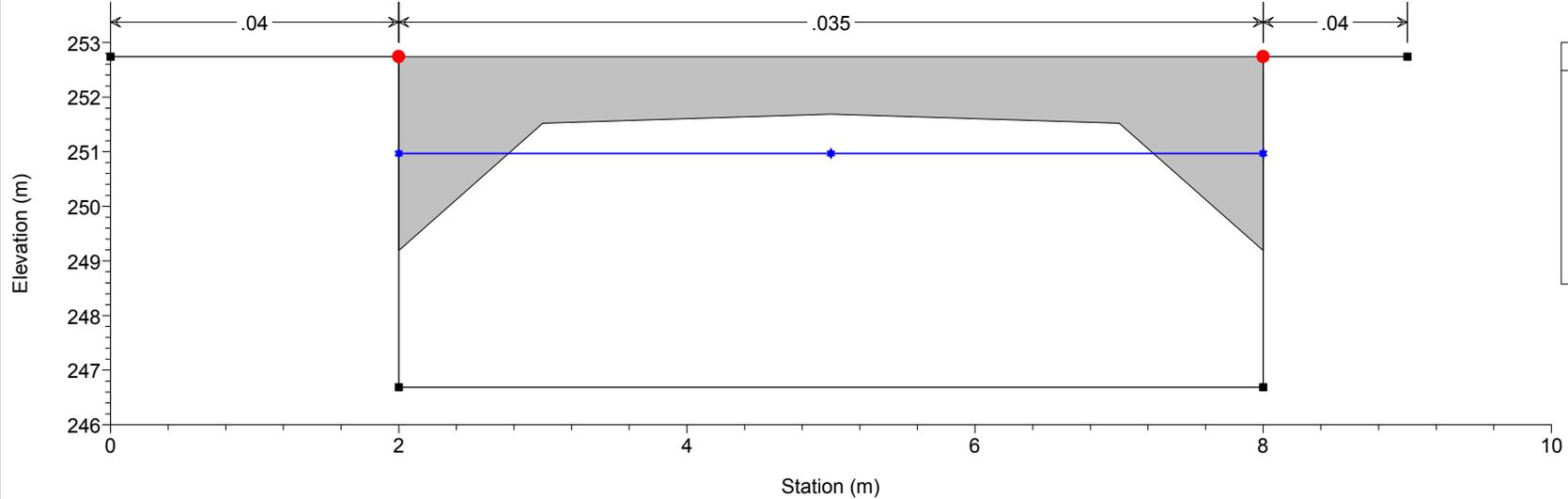
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 1.6 Sezione 23 Mo monte ponte ciclabile



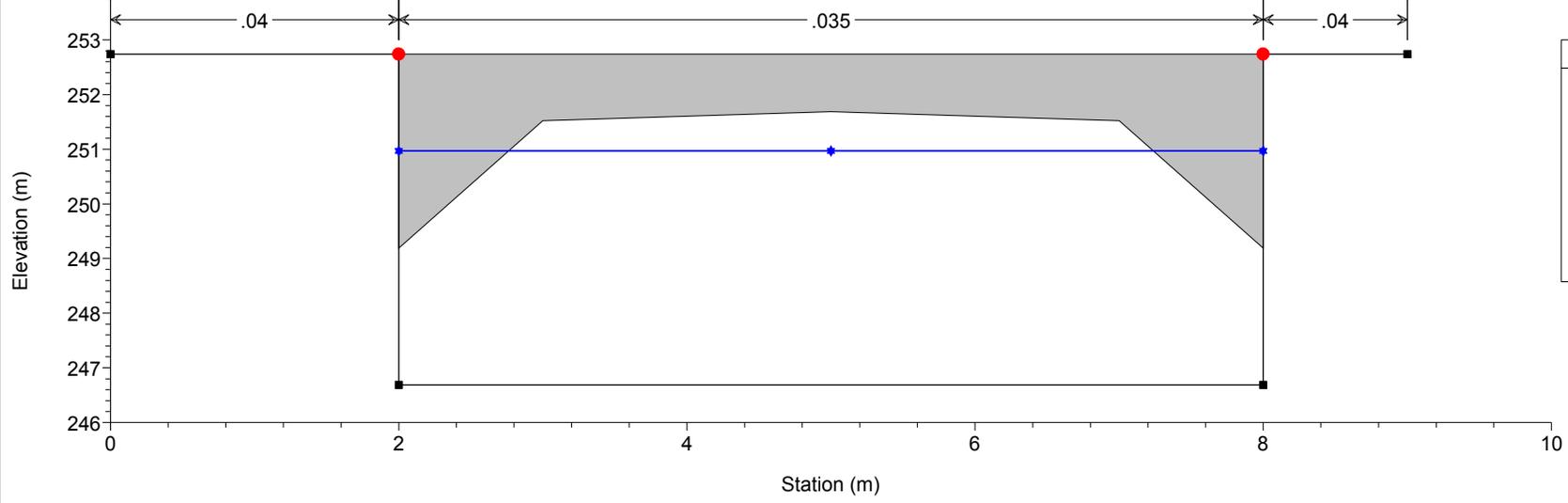
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 1.5 BR ponte pista ciclabile



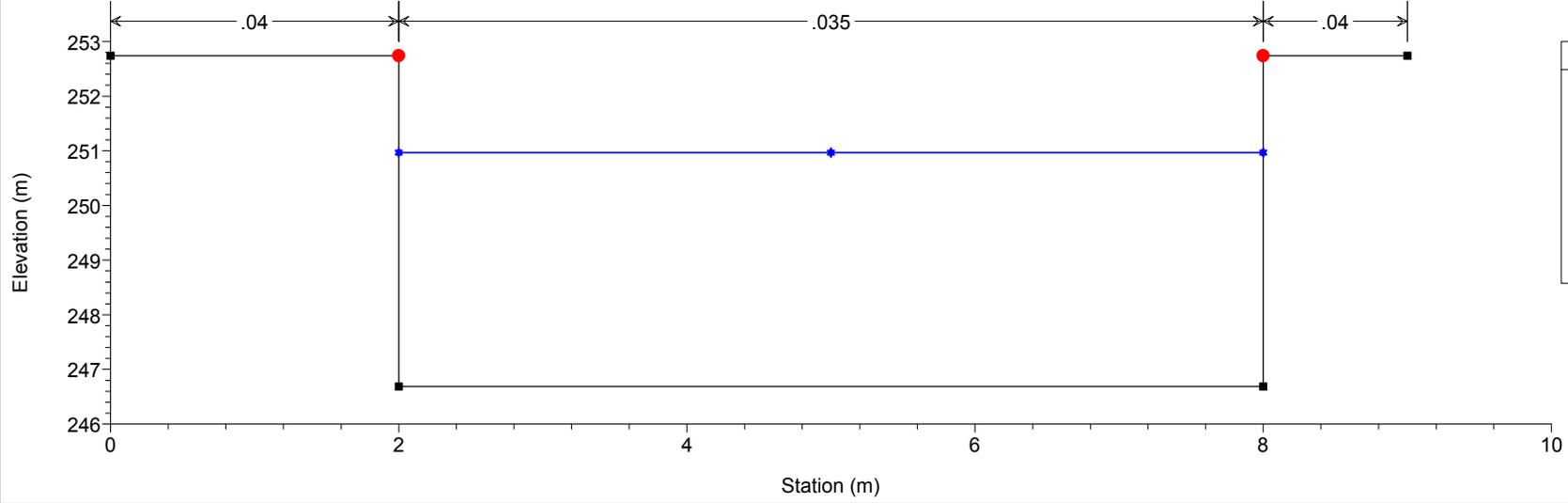
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 1.5 BR ponte pista ciclabile



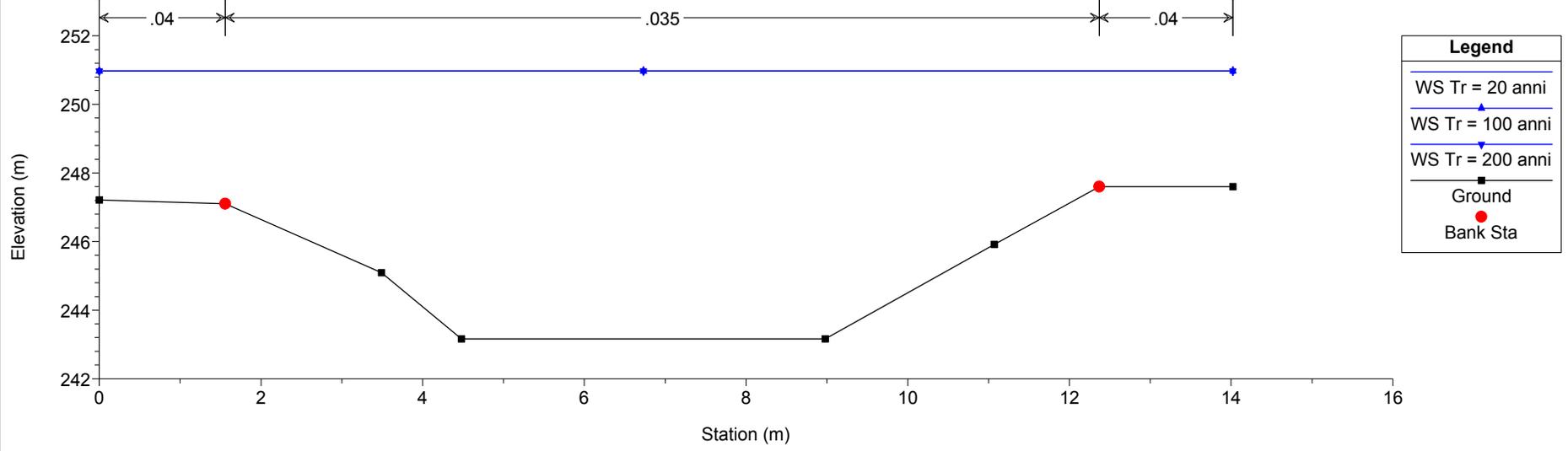
Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 1.4 Sezione 23 Mo valle ponte ciclabile



Bealera del Molino Villafranca P. Plan: Plan 08 16/04/2018

River = Bealera del Moli Reach = Villafranca Piem RS = 1 Sezione 24 Mo



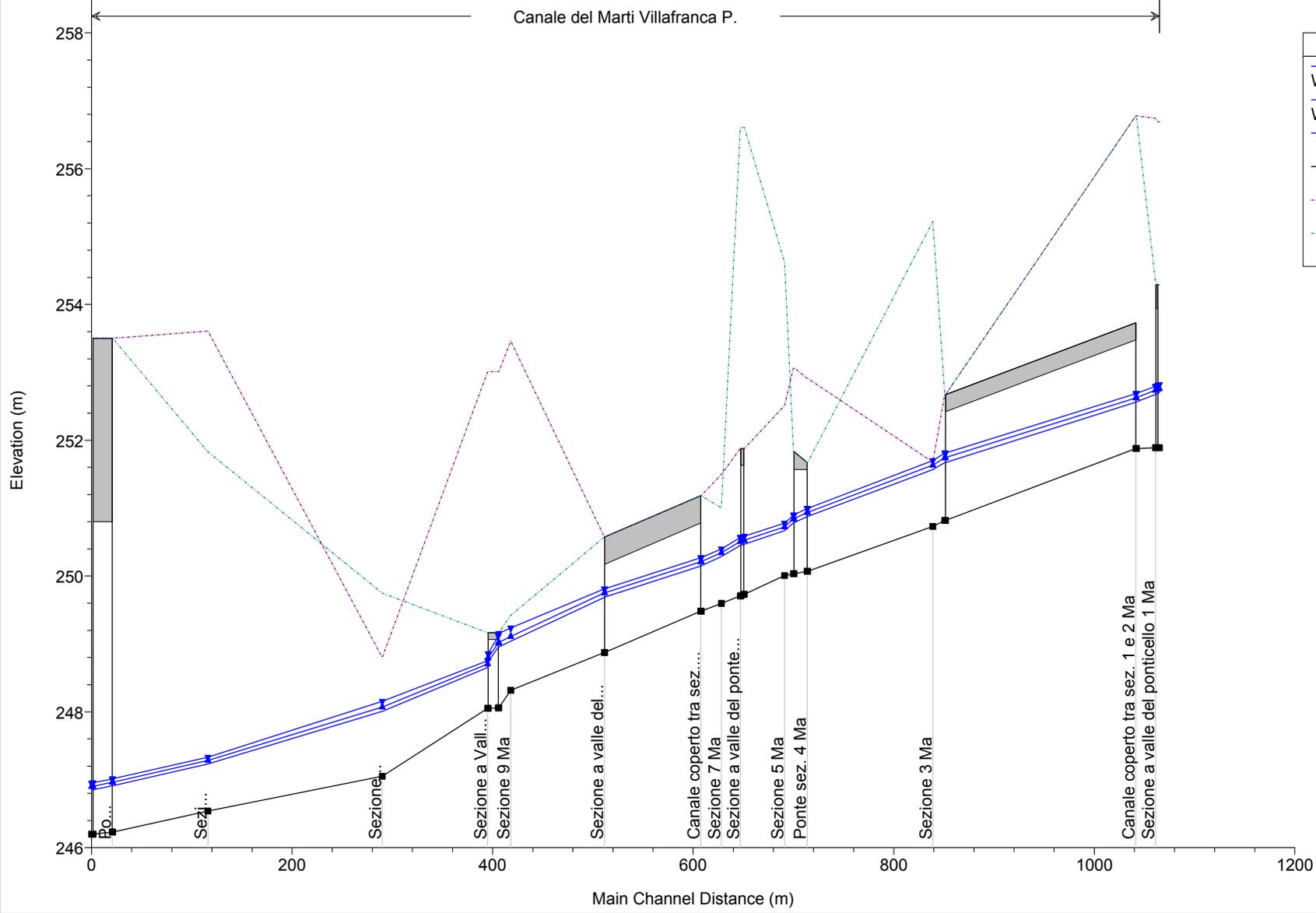
ALLEGATO B

VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE

CANALE DEL MARTINETTO

Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017

Canale del Marti Villafranca P.



Legend	
WS Tr 200 anni	Blue line with downward-pointing triangle markers
WS Tr 100 anni	Blue line with upward-pointing triangle markers
WS Tr 20 anni	Blue line with diamond markers
Ground	Black line with square markers
LOB	Dashed magenta line
ROB	Dotted green line

HEC-RAS Plan:

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	LOB Elev	ROB 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/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Villafranca P.	20	Tr 20 anni	4.00	251.89	252.70	256.69	254.29	252.37	252.79	0.004404	1.30	3.08	3.80	0.46
Villafranca P.	20	Tr 100 anni	4.50	251.89	252.76	256.69	254.29	252.41	252.85	0.004518	1.36	3.31	3.80	0.47
Villafranca P.	20	Tr 200 anni	5.00	251.89	252.82	256.69	254.29	252.45	252.92	0.004608	1.42	3.53	3.80	0.47
Villafranca P.	19.5	Bridge												
Villafranca P.	19	Tr 20 anni	4.00	251.89	252.68	256.74	254.34		252.77	0.004795	1.34	2.99	3.80	0.48
Villafranca P.	19	Tr 100 anni	4.50	251.89	252.74	256.74	254.34		252.84	0.004897	1.40	3.22	3.80	0.49
Villafranca P.	19	Tr 200 anni	5.00	251.89	252.80	256.74	254.34		252.90	0.004973	1.45	3.44	3.80	0.49
Villafranca P.	18	Tr 20 anni	4.00	251.88	252.57	256.78	256.78	252.33	252.67	0.005854	1.41	2.85	4.15	0.54
Villafranca P.	18	Tr 100 anni	4.50	251.88	252.63	256.78	256.78	252.37	252.73	0.005722	1.45	3.10	4.15	0.54
Villafranca P.	18	Tr 200 anni	5.00	251.88	252.69	256.78	256.78	252.41	252.80	0.005590	1.49	3.36	4.15	0.53
Villafranca P.	17.5	Bridge												
Villafranca P.	17	Tr 20 anni	4.00	250.82	251.67	252.67	252.67		251.75	0.003936	1.25	3.19	3.75	0.43
Villafranca P.	17	Tr 100 anni	4.50	250.82	251.74	252.67	252.67		251.83	0.003930	1.30	3.46	3.75	0.43
Villafranca P.	17	Tr 200 anni	5.00	250.82	251.81	252.67	252.67		251.90	0.003949	1.35	3.72	3.75	0.43
Villafranca P.	16	Tr 20 anni	4.00	250.73	251.57	251.68	255.22		251.69	0.006363	1.54	2.60	3.24	0.55
Villafranca P.	16	Tr 100 anni	4.50	250.73	251.64	251.68	255.22		251.77	0.006350	1.59	2.83	3.26	0.55
Villafranca P.	16	Tr 200 anni	5.00	250.73	251.70	251.68	255.22		251.84	0.006317	1.64	3.07	4.70	0.54
Villafranca P.	15	Tr 20 anni	4.00	250.07	250.88	252.91	251.67	250.57	250.97	0.005047	1.38	2.91	3.60	0.49
Villafranca P.	15	Tr 100 anni	4.50	250.07	250.94	252.91	251.67	250.61	251.04	0.005172	1.44	3.13	3.60	0.49
Villafranca P.	15	Tr 200 anni	5.00	250.07	251.00	252.91	251.67	250.65	251.11	0.005277	1.50	3.34	3.60	0.50
Villafranca P.	14.5	Bridge												
Villafranca P.	14	Tr 20 anni	4.00	250.03	250.78	253.07	251.83		250.89	0.006323	1.49	2.69	3.60	0.55
Villafranca P.	14	Tr 100 anni	4.50	250.03	250.84	253.07	251.83		250.96	0.006424	1.55	2.90	3.60	0.55
Villafranca P.	14	Tr 200 anni	5.00	250.03	250.90	253.07	251.83		251.03	0.006511	1.61	3.11	3.60	0.55
Villafranca P.	13	Tr 20 anni	4.00	250.01	250.67	252.51	254.62		250.82	0.009815	1.73	2.31	3.50	0.68
Villafranca P.	13	Tr 100 anni	4.50	250.01	250.72	252.51	254.62		250.89	0.009744	1.80	2.51	3.50	0.68
Villafranca P.	13	Tr 200 anni	5.00	250.01	250.78	252.51	254.62		250.95	0.009682	1.85	2.70	3.50	0.67
Villafranca P.	12	Tr 20 anni	4.00	249.73	250.47	251.88	256.61	250.17	250.55	0.004329	1.26	3.17	4.30	0.47
Villafranca P.	12	Tr 100 anni	4.50	249.73	250.53	251.88	256.61	250.21	250.62	0.004335	1.31	3.43	4.30	0.47

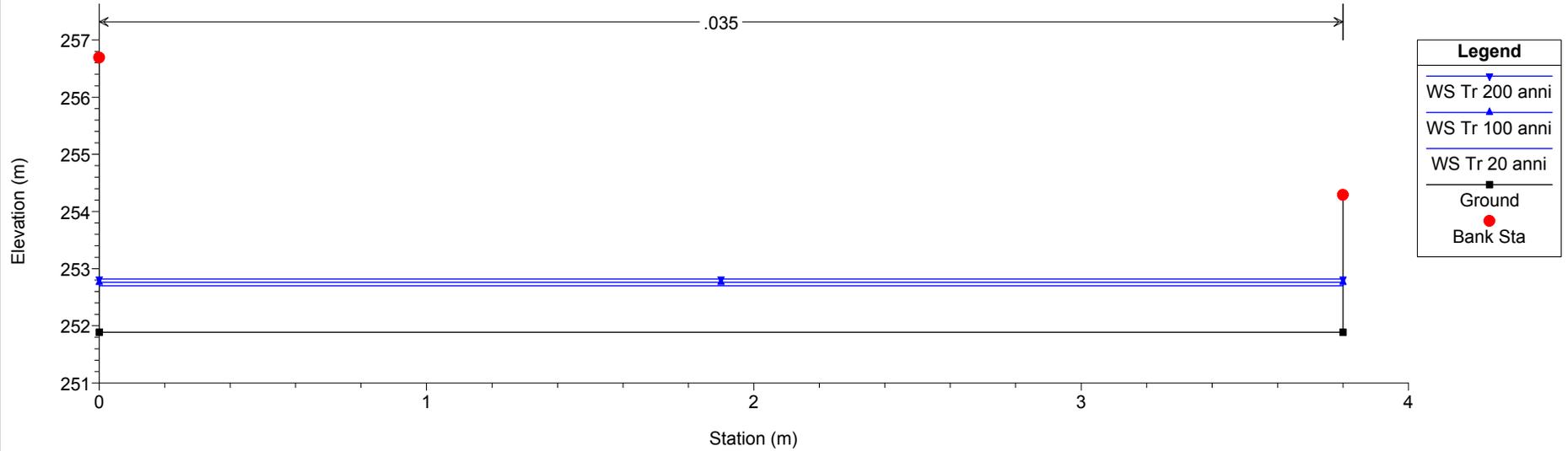
HEC-RAS Plan: (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Villafranca P.	12	Tr 200 anni	5.00	249.73	250.59	251.88	256.61	250.24	250.68	0.004342	1.36	3.68	4.30	0.47
Villafranca P.	11.5	Bridge												
Villafranca P.	11	Tr 20 anni	4.00	249.71	250.45	251.88	256.61		250.53	0.004291	1.26	3.18	4.30	0.47
Villafranca P.	11	Tr 100 anni	4.50	249.71	250.51	251.88	256.61		250.60	0.004300	1.31	3.44	4.30	0.47
Villafranca P.	11	Tr 200 anni	5.00	249.71	250.57	251.88	256.61		250.66	0.004311	1.35	3.69	4.30	0.47
Villafranca P.	10	Tr 20 anni	4.00	249.60	250.29	251.50	251.00		250.42	0.007821	1.61	2.49	3.74	0.63
Villafranca P.	10	Tr 100 anni	4.50	249.60	250.34	251.50	251.00		250.48	0.007749	1.66	2.71	3.77	0.63
Villafranca P.	10	Tr 200 anni	5.00	249.60	250.40	251.50	251.00		250.55	0.007679	1.71	2.92	3.79	0.62
Villafranca P.	9	Tr 20 anni	4.00	249.48	250.15	251.18	251.18	249.95	250.27	0.006915	1.50	2.67	4.00	0.59
Villafranca P.	9	Tr 100 anni	4.50	249.48	250.21	251.18	251.18	249.99	250.33	0.006706	1.54	2.92	4.00	0.58
Villafranca P.	9	Tr 200 anni	5.00	249.48	250.27	251.18	251.18	250.02	250.40	0.006562	1.58	3.16	4.00	0.57
Villafranca P.	8.5	Bridge												
Villafranca P.	8	Tr 20 anni	4.00	248.87	249.69	250.57	250.57		249.76	0.003838	1.23	3.26	4.00	0.43
Villafranca P.	8	Tr 100 anni	4.50	248.87	249.75	250.57	250.57		249.84	0.003880	1.28	3.51	4.00	0.44
Villafranca P.	8	Tr 200 anni	5.00	248.87	249.81	250.57	250.57		249.90	0.003980	1.34	3.74	4.00	0.44
Villafranca P.	7	Tr 20 anni	4.00	248.32	249.04	253.46	249.42		249.21	0.010022	1.81	2.21	3.22	0.70
Villafranca P.	7	Tr 100 anni	4.50	248.32	249.11	253.46	249.42		249.29	0.009590	1.85	2.44	3.25	0.68
Villafranca P.	7	Tr 200 anni	5.00	248.32	249.23	253.46	249.42		249.39	0.007659	1.76	2.84	3.31	0.61
Villafranca P.	6	Tr 20 anni	4.00	248.06	248.96	253.01	249.17	248.67	249.10	0.007611	1.65	2.42	2.70	0.56
Villafranca P.	6	Tr 100 anni	4.50	248.06	249.02	253.01	249.17	248.71	249.18	0.007923	1.73	2.60	2.70	0.56
Villafranca P.	6	Tr 200 anni	5.00	248.06	249.16	253.01	249.17	248.76	249.30	0.006826	1.69	2.96	2.70	0.51
Villafranca P.	5.5	Bridge												
Villafranca P.	5	Tr 20 anni	4.00	248.05	248.65	253.01	249.17	248.65	248.96	0.023550	2.45	1.63	2.70	1.01
Villafranca P.	5	Tr 100 anni	4.50	248.05	248.70	253.01	249.17	248.70	249.03	0.023715	2.55	1.77	2.70	1.01
Villafranca P.	5	Tr 200 anni	5.00	248.05	248.75	253.01	249.17	248.75	249.11	0.023886	2.64	1.90	2.70	1.01
Villafranca P.	4	Tr 20 anni	4.00	247.05	248.01	248.80	249.75	247.58	248.07	0.002916	1.16	3.45	4.11	0.40
Villafranca P.	4	Tr 100 anni	4.50	247.05	248.07	248.80	249.75	247.63	248.15	0.002971	1.21	3.72	4.18	0.41
Villafranca P.	4	Tr 200 anni	5.00	247.05	248.16	248.80	249.75	247.67	248.23	0.003148	1.22	4.09	4.82	0.42

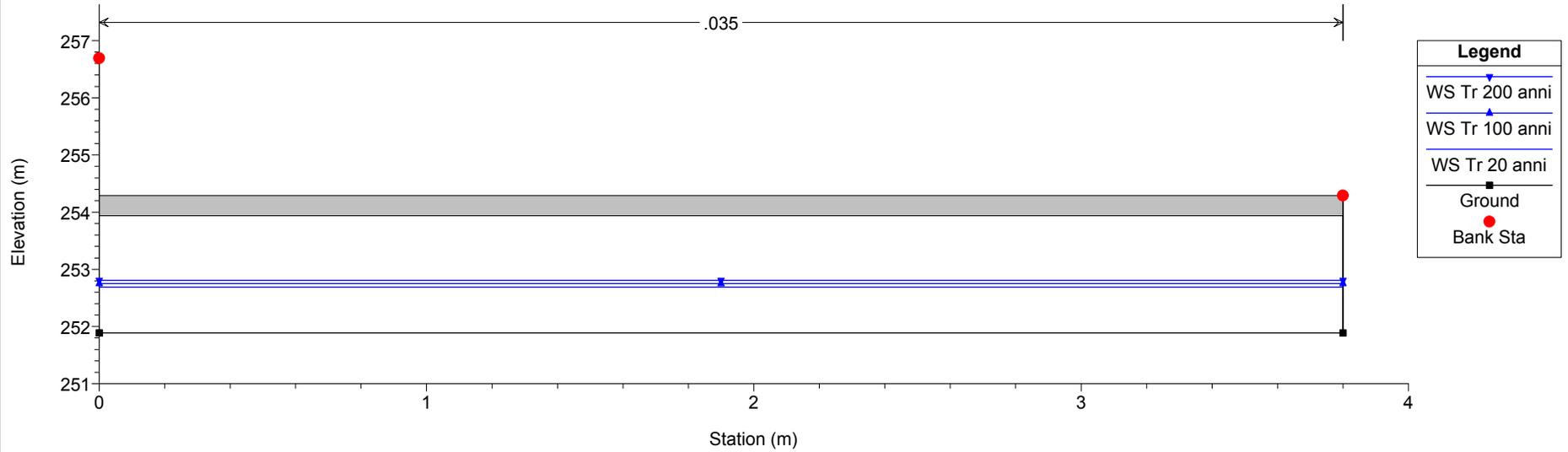
HEC-RAS Plan: (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Villafranca P.	3	Tr 20 anni	4.00	246.54	247.23	253.61	251.83		247.35	0.006402	1.49	2.68	4.15	0.59
Villafranca P.	3	Tr 100 anni	4.50	246.54	247.28	253.61	251.83		247.41	0.006447	1.55	2.90	4.19	0.60
Villafranca P.	3	Tr 200 anni	5.00	246.54	247.33	253.61	251.83		247.47	0.006485	1.61	3.11	4.23	0.60
Villafranca P.	2	Tr 20 anni	4.00	246.23	246.91	253.50	253.50	246.59	246.96	0.002569	0.98	4.09	6.00	0.38
Villafranca P.	2	Tr 100 anni	4.50	246.23	246.96	253.50	253.50	246.61	247.02	0.002591	1.02	4.40	6.00	0.38
Villafranca P.	2	Tr 200 anni	5.00	246.23	247.01	253.50	253.50	246.64	247.07	0.002616	1.06	4.70	6.00	0.38
Villafranca P.	1.5	Bridge												
Villafranca P.	1	Tr 20 anni	4.00	246.20	246.85	253.50	253.50	246.56	246.90	0.003001	1.03	3.89	6.00	0.41
Villafranca P.	1	Tr 100 anni	4.50	246.20	246.90	253.50	253.50	246.58	246.96	0.003000	1.07	4.20	6.00	0.41
Villafranca P.	1	Tr 200 anni	5.00	246.20	246.95	253.50	253.50	246.61	247.01	0.003004	1.11	4.49	6.00	0.41

Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 20 Sezione a monte del ponticello 1 Ma

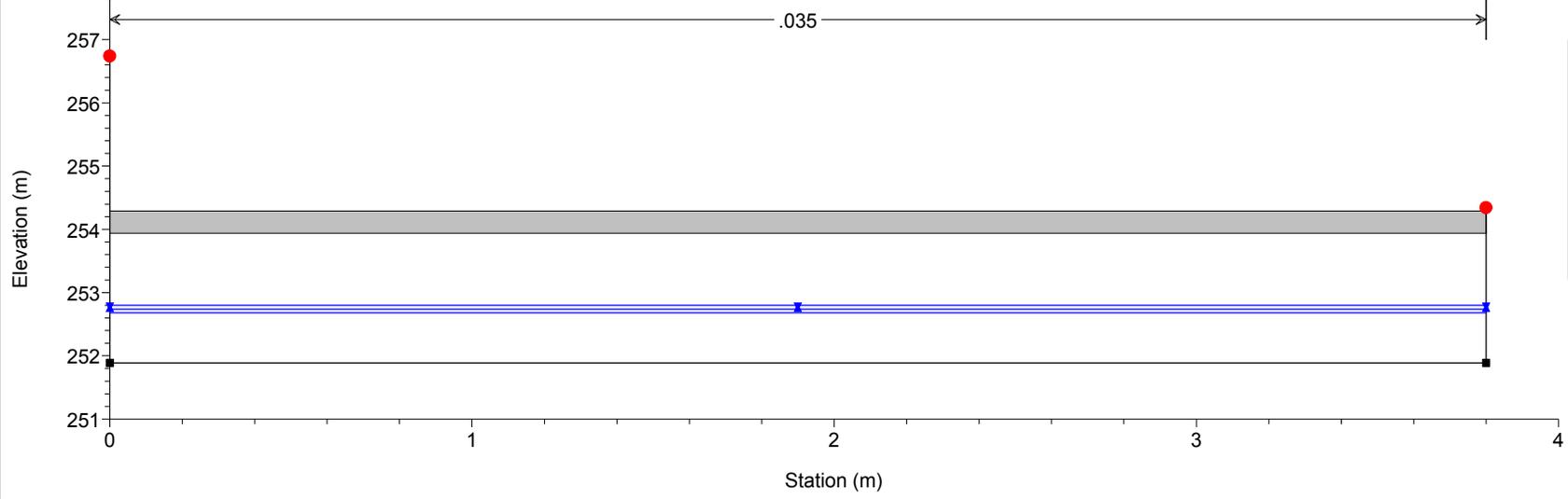


Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 19.5 BR Ponticello su sez. 1 Ma



Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017

River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 19.5 BR Ponticello su sez. 1 Ma

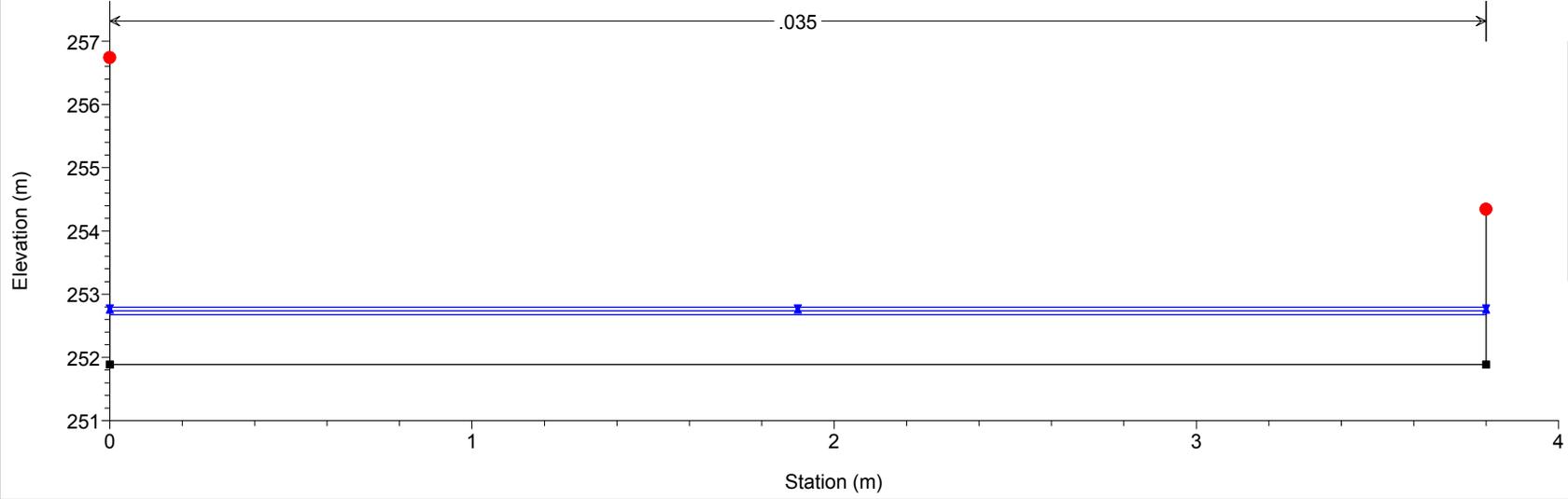


Legend

- WS Tr 200 anni
- WS Tr 100 anni
- WS Tr 20 anni
- Ground
- Bank Sta

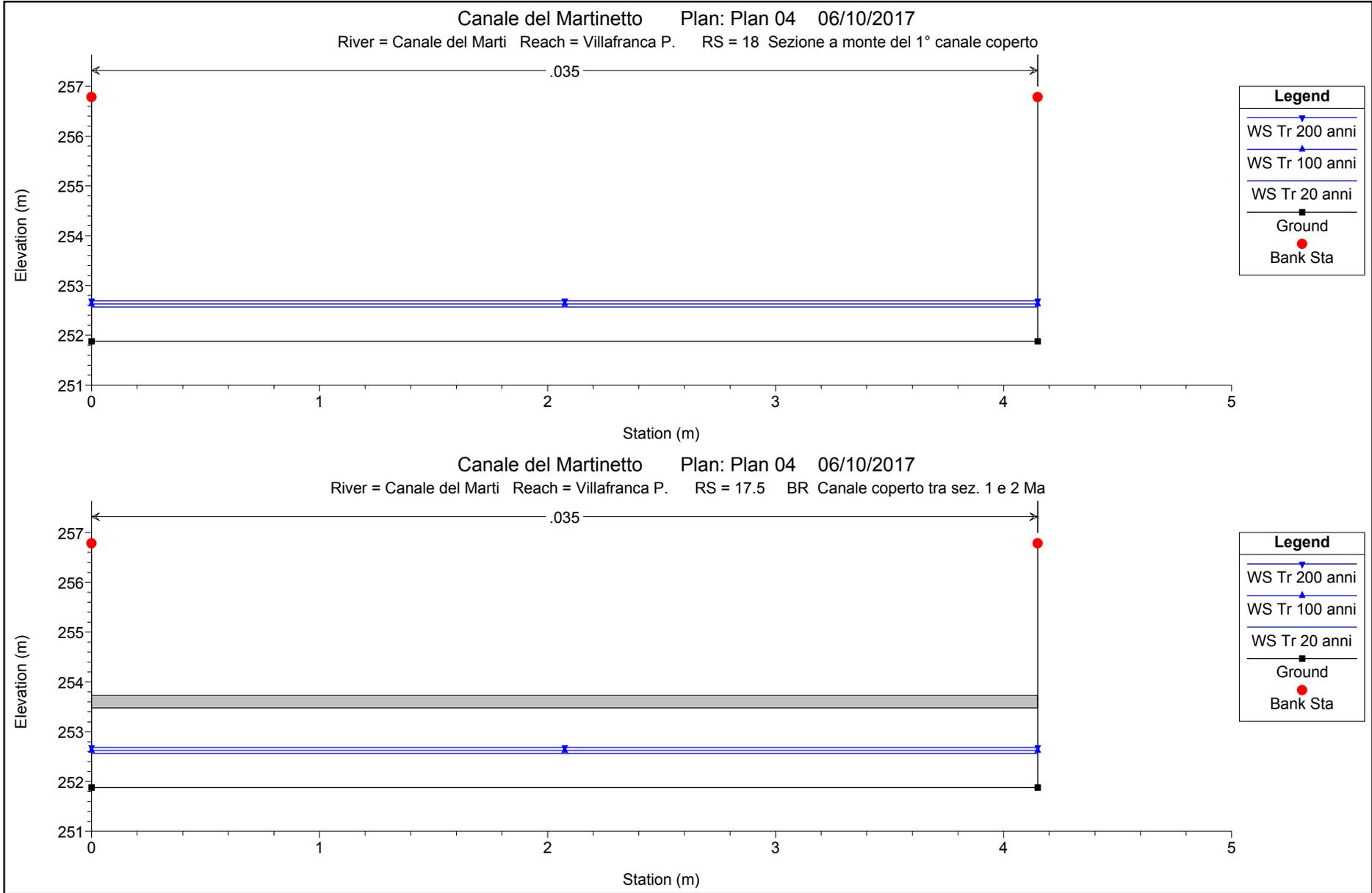
Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017

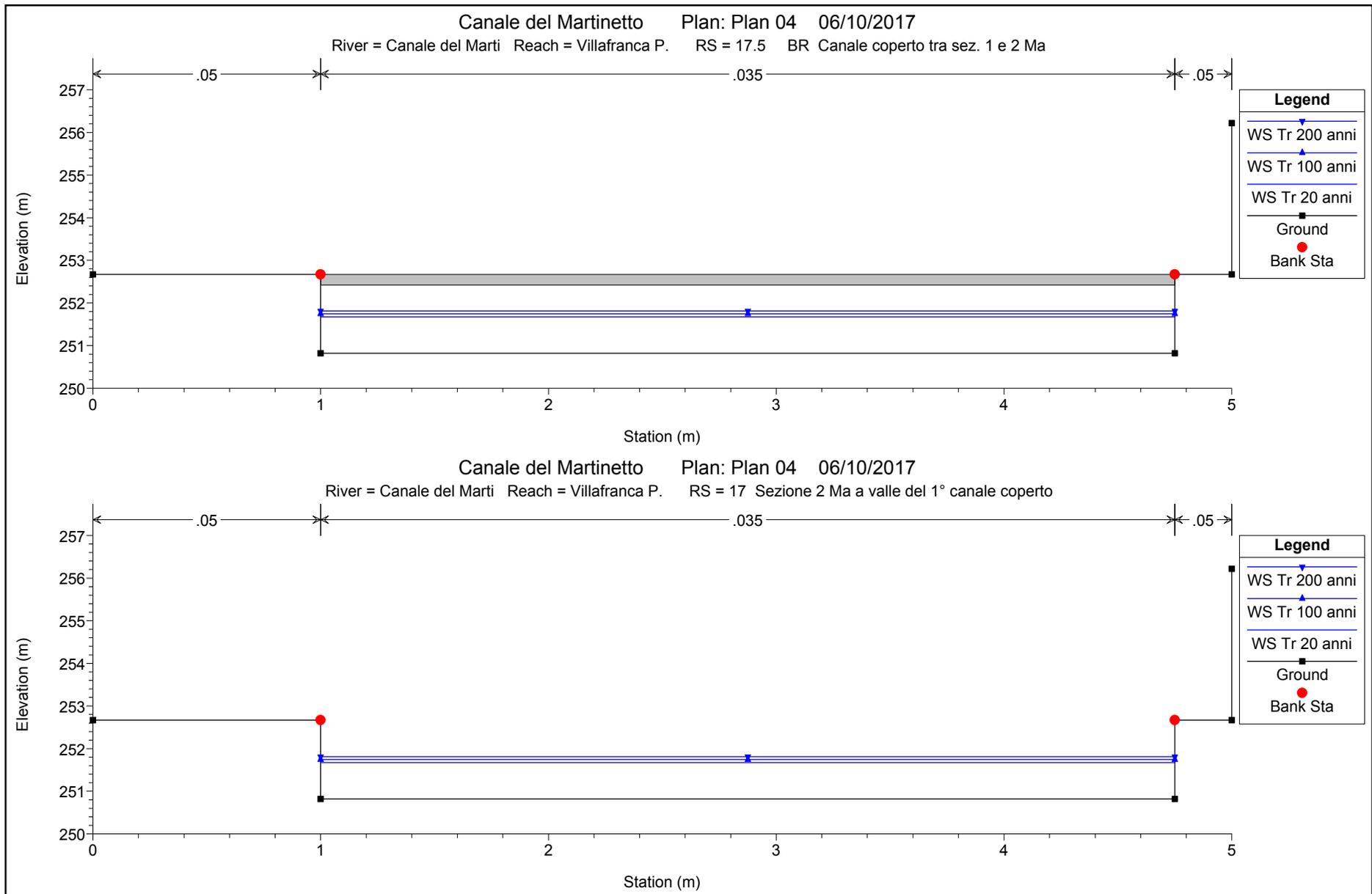
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 19 Sezione a valle del ponticello 1 Ma



Legend

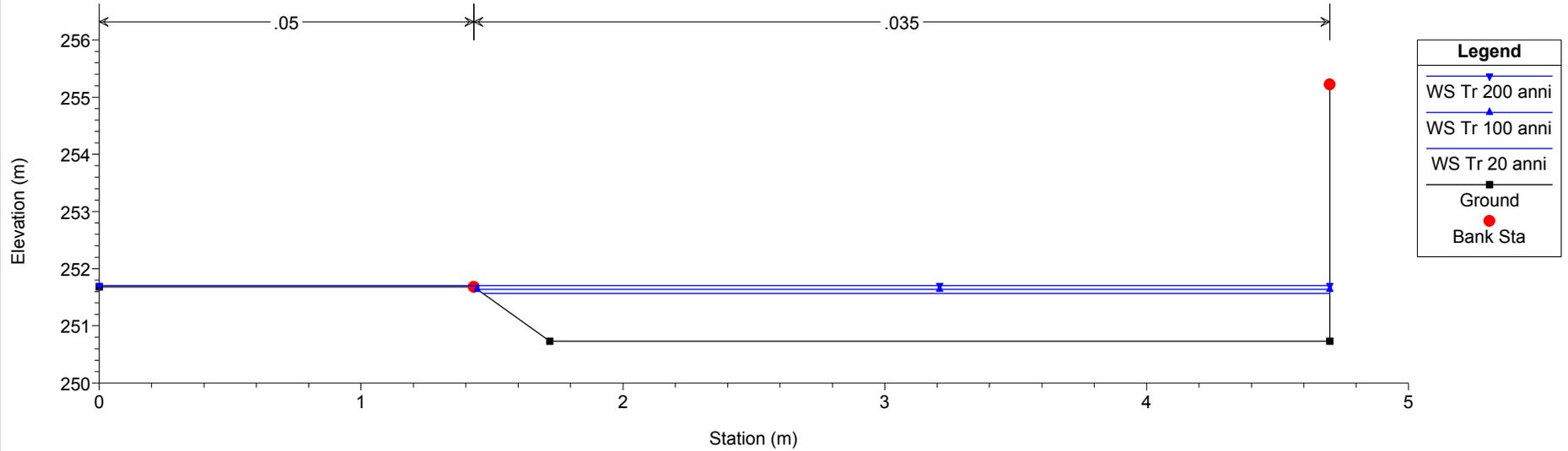
- WS Tr 200 anni
- WS Tr 100 anni
- WS Tr 20 anni
- Ground
- Bank Sta





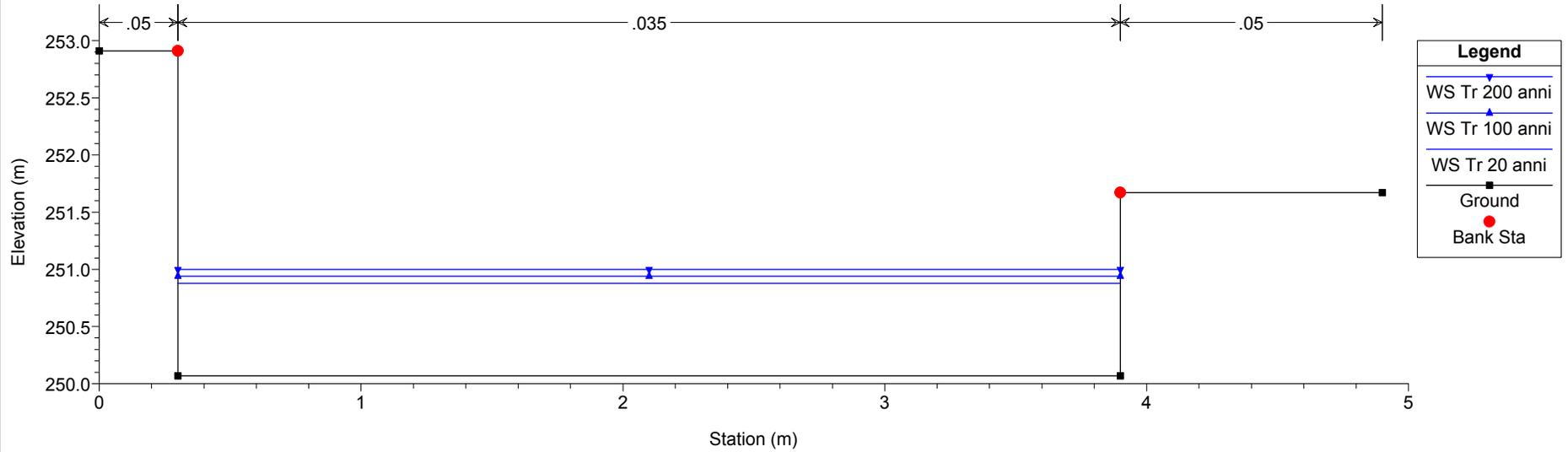
Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017

River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 16 Sezione 3 Ma

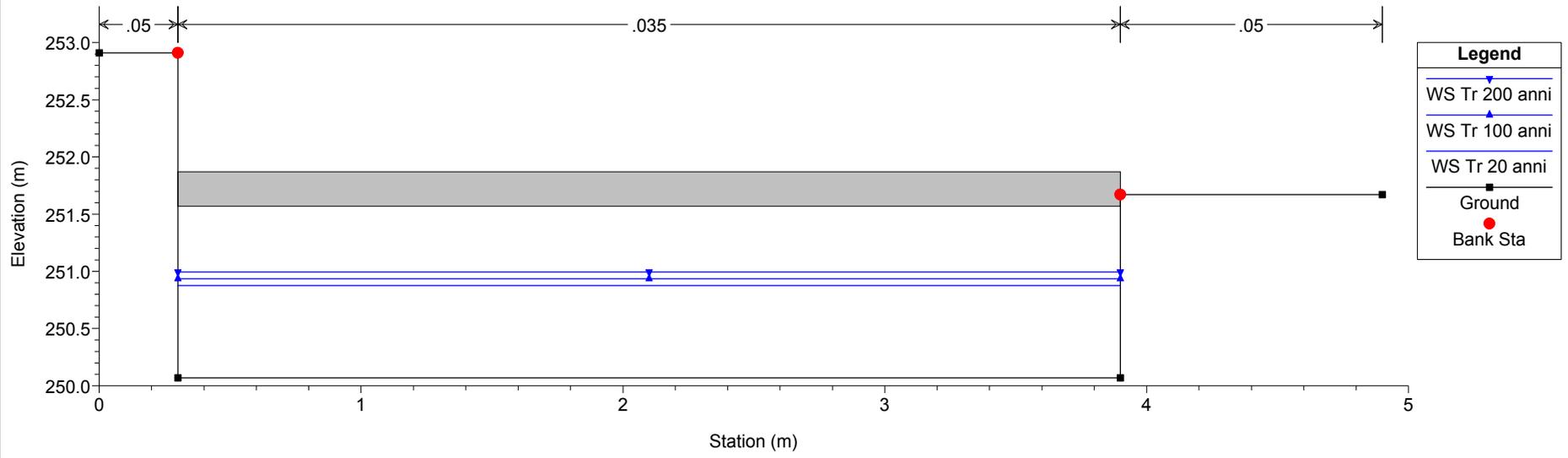


Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017

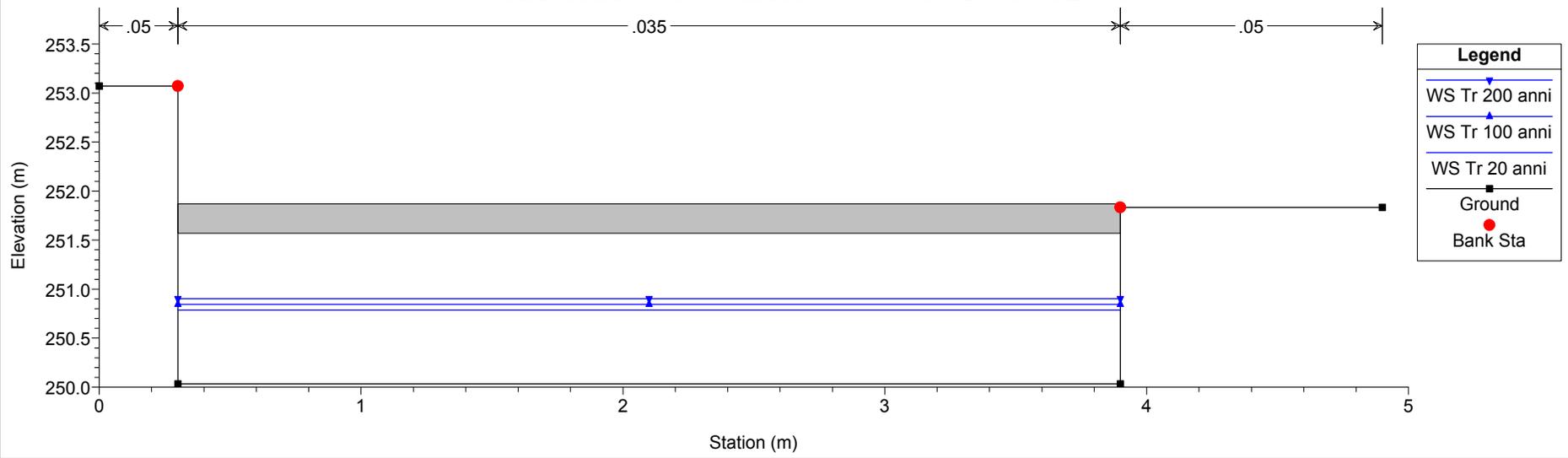
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 15 Sezione a monte del ponte 4 Ma



Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017
 River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 14.5 BR Ponte sez. 4 Ma

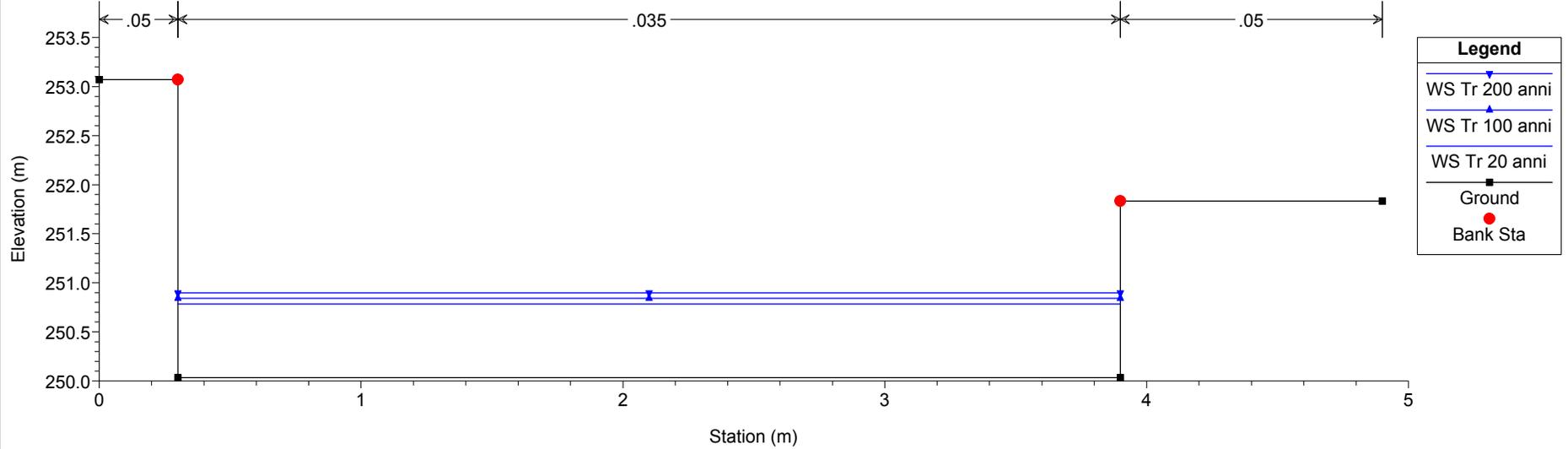


Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017
 River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 14.5 BR Ponte sez. 4 Ma



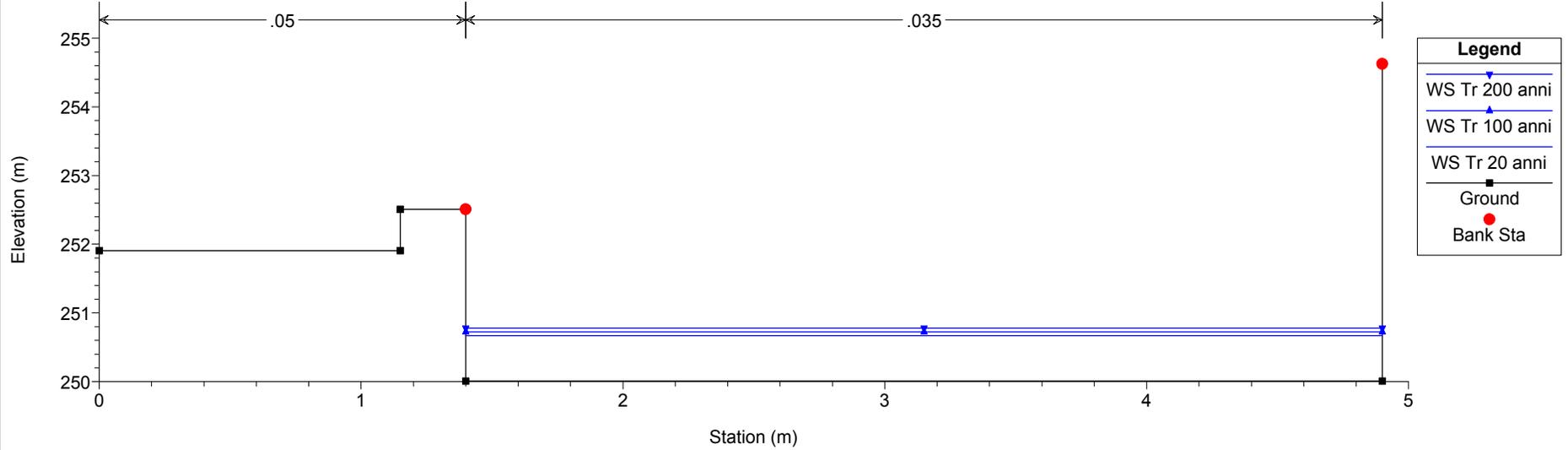
Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017

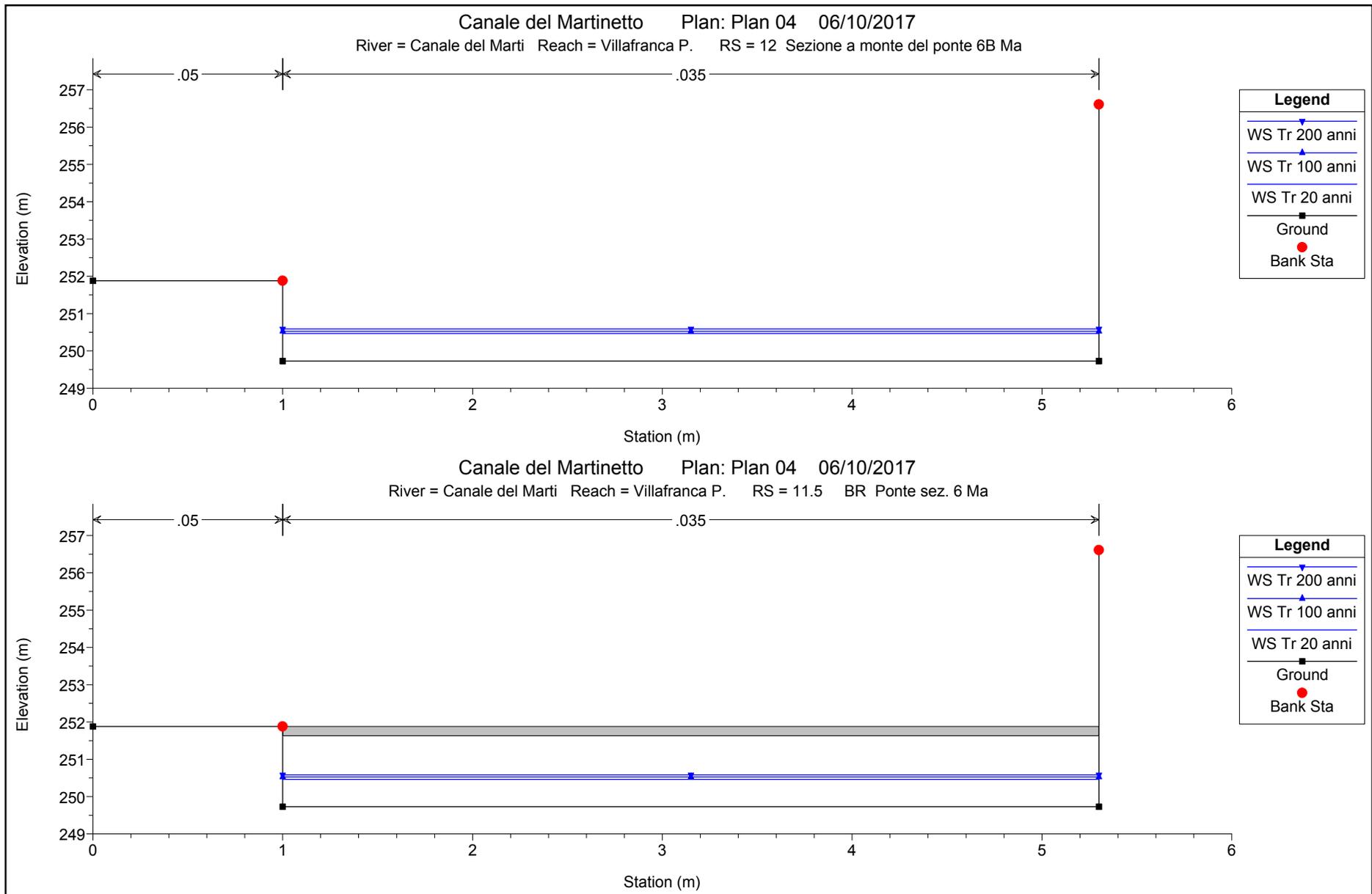
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 14 Sezione a valle del ponte 4 Ma



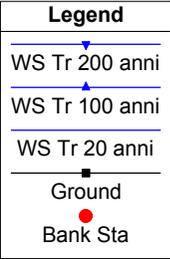
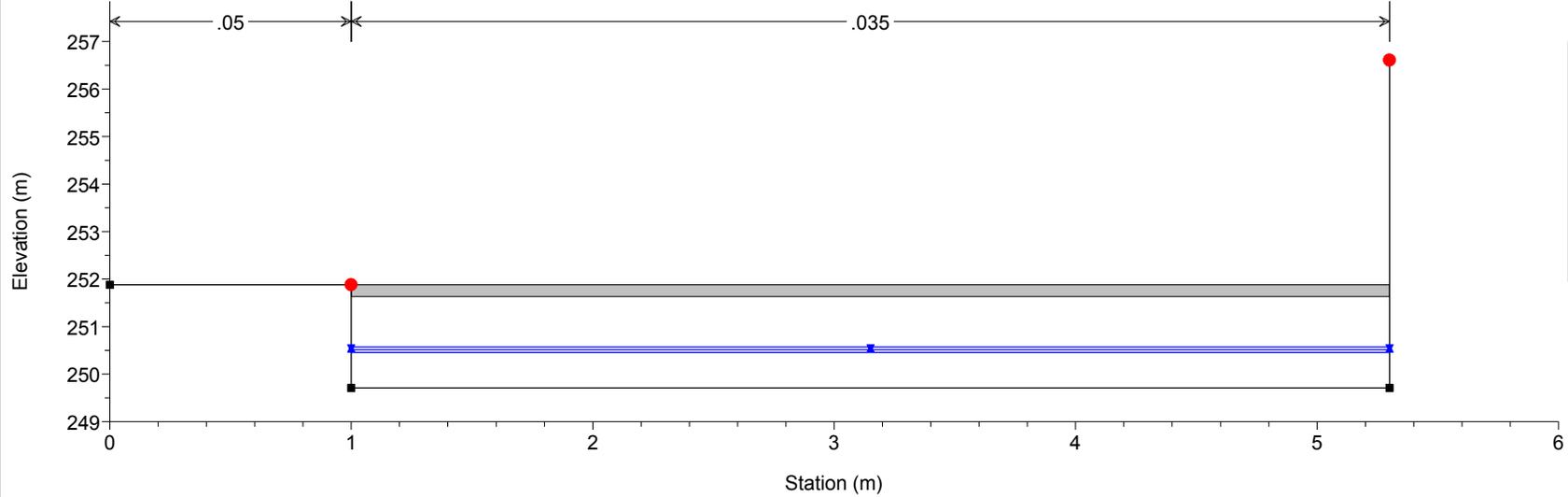
Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017

River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 13 Sezione 5 Ma

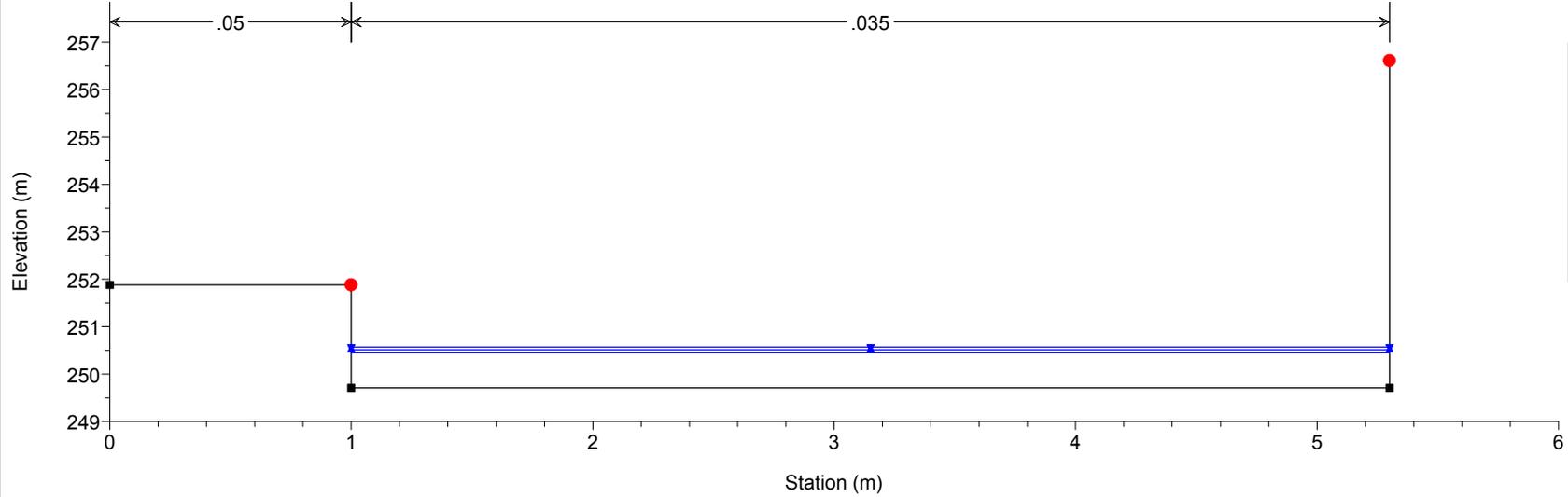




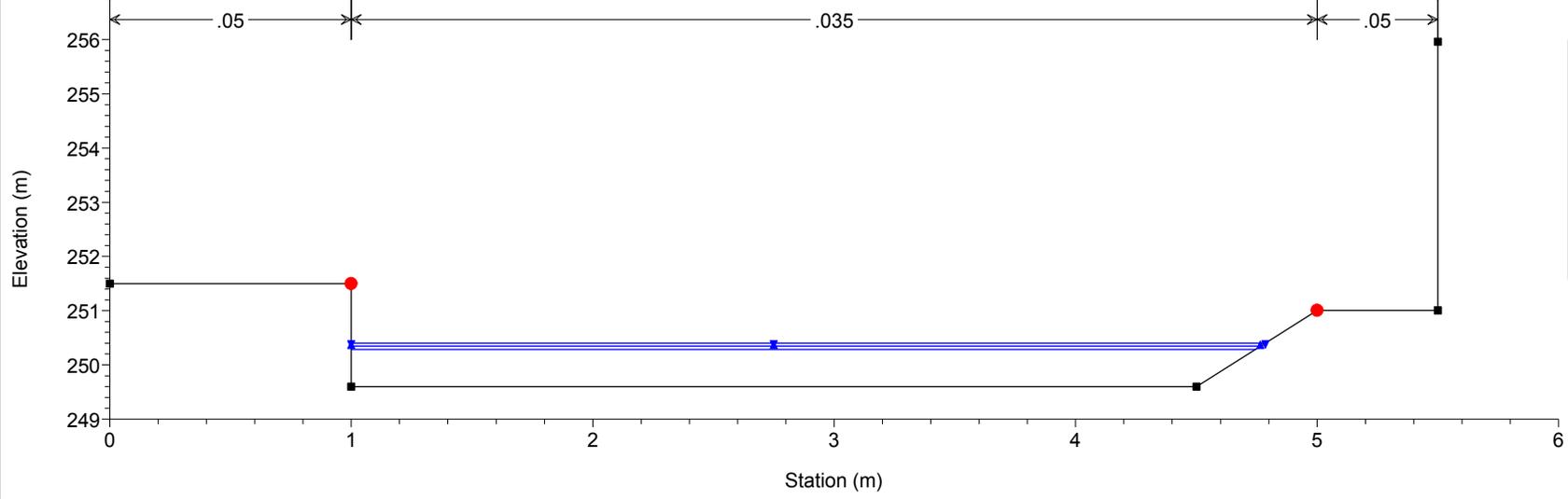
Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 11.5 BR Ponte sez. 6 Ma



Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 11 Sezione a valle del ponte 6B Ma



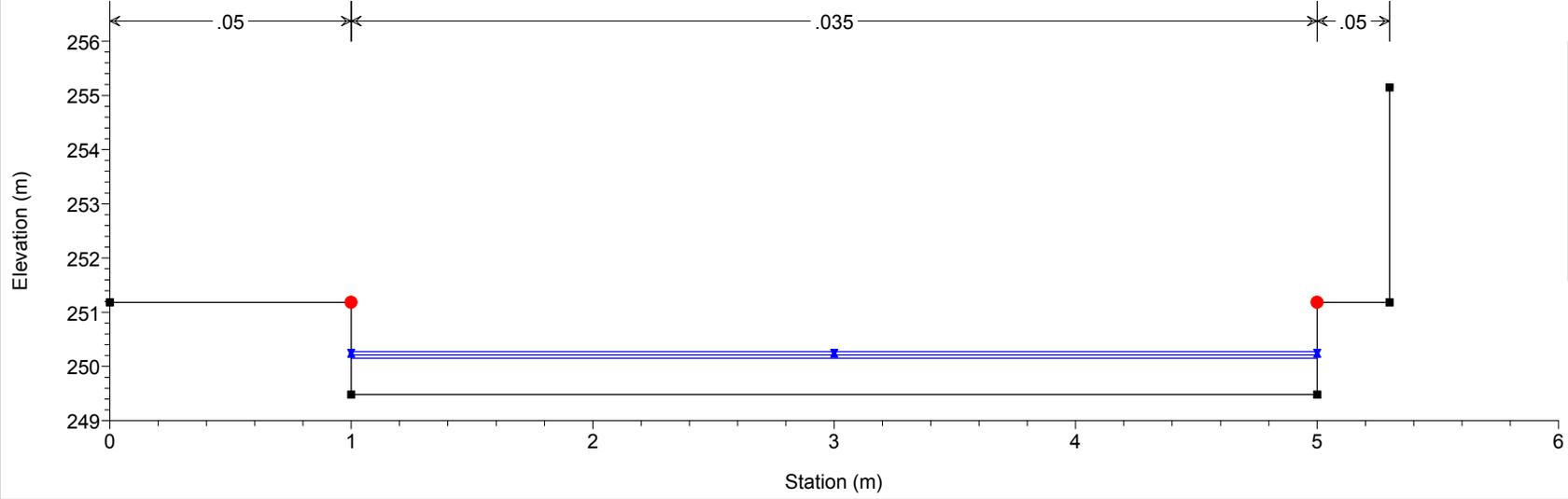
Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017
 River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 10 Sezione 7 Ma



Legend

- WS Tr 200 anni
- WS Tr 100 anni
- WS Tr 20 anni
- Ground
- Bank Sta

Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017
 River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 9 Sezione 8 Ma a monte del 2° canale coperto

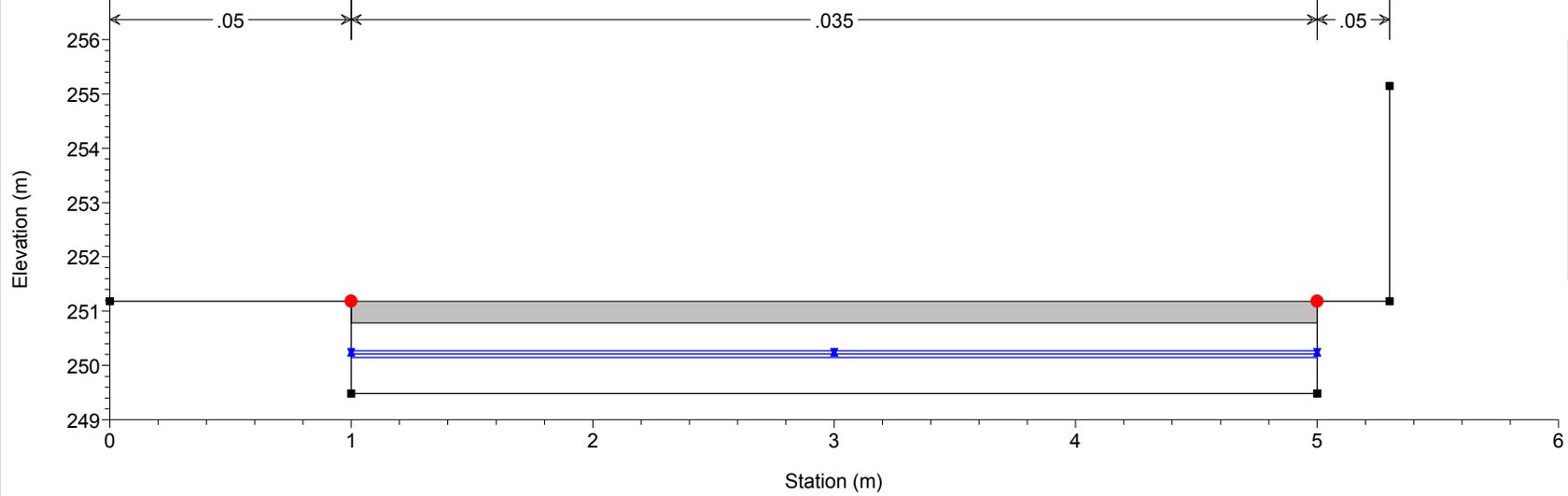


Legend

- WS Tr 200 anni
- WS Tr 100 anni
- WS Tr 20 anni
- Ground
- Bank Sta

Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017

River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 8.5 BR Canale coperto tra sez. 8 e 9 Ma

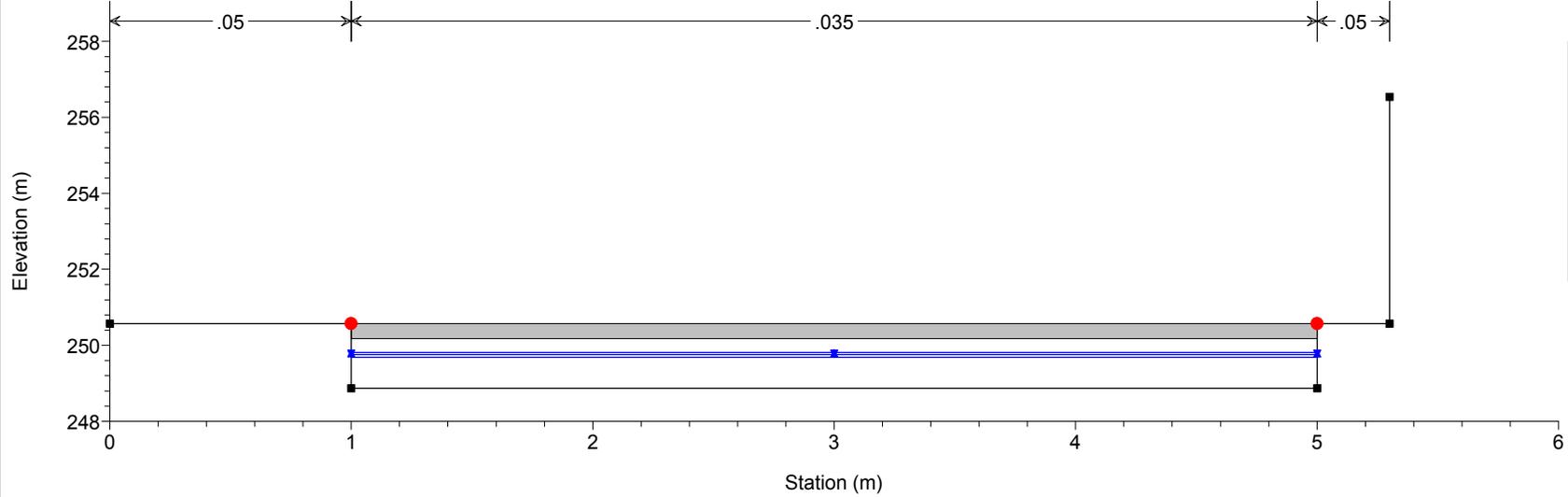


Legend

- WS Tr 200 anni
- WS Tr 100 anni
- WS Tr 20 anni
- Ground
- Bank Sta

Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017

River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 8.5 BR Canale coperto tra sez. 8 e 9 Ma

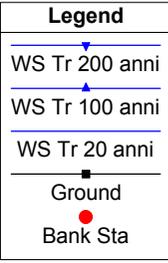
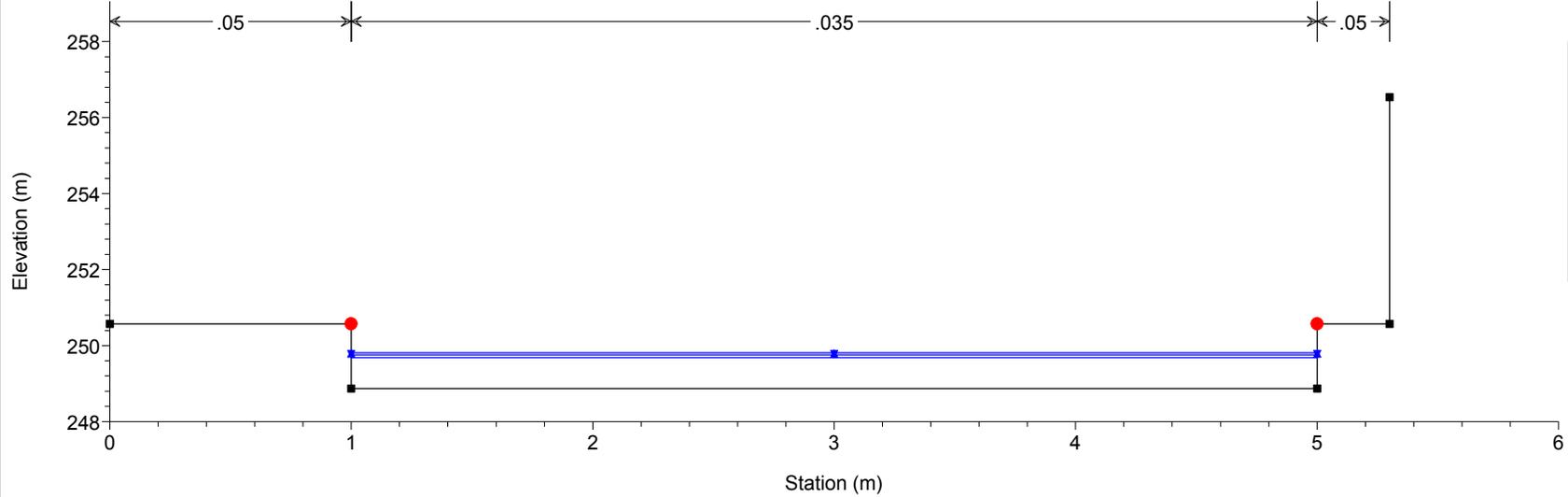


Legend

- WS Tr 200 anni
- WS Tr 100 anni
- WS Tr 20 anni
- Ground
- Bank Sta

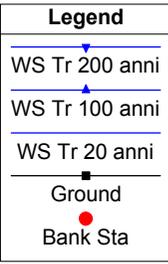
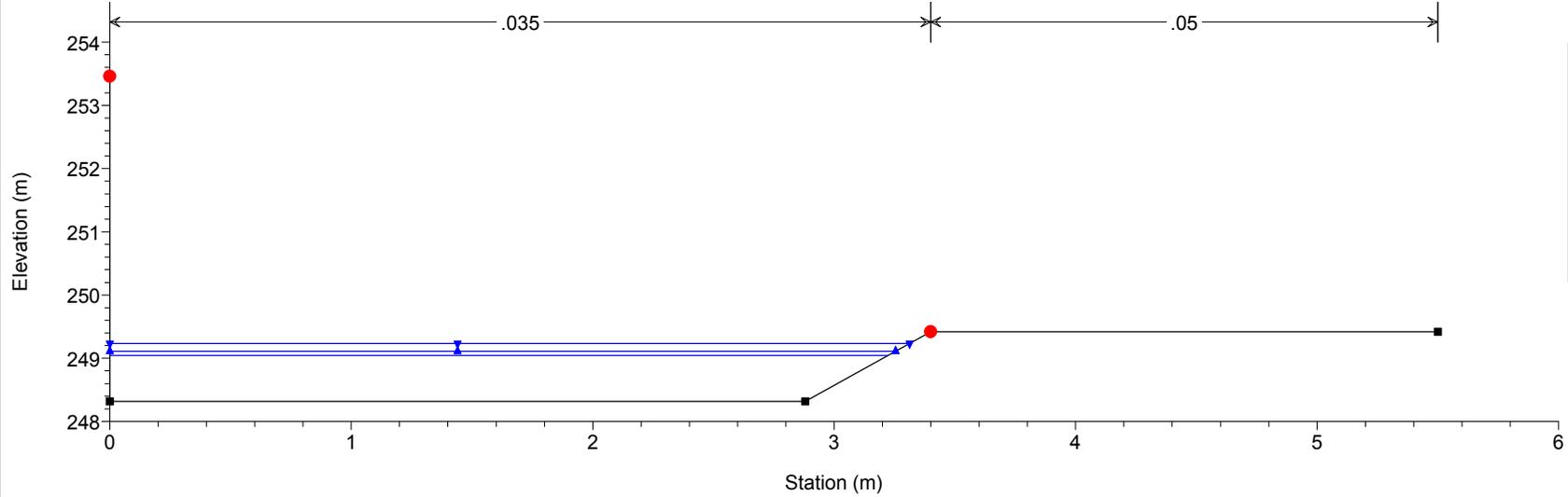
Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017

River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 8 Sezione a valle del 2° canale coperto

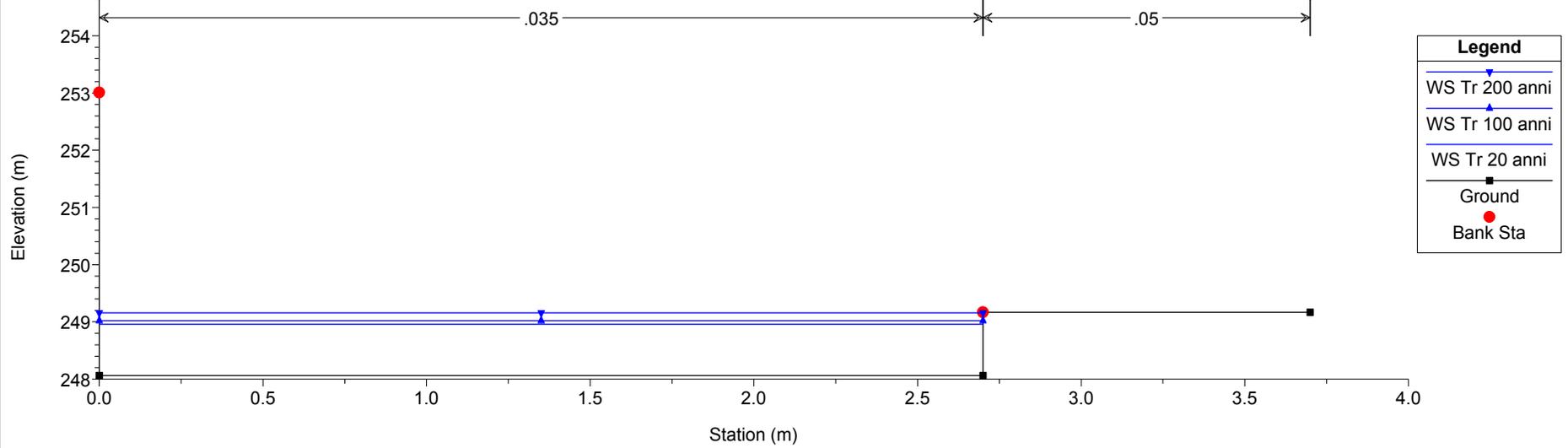


Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017

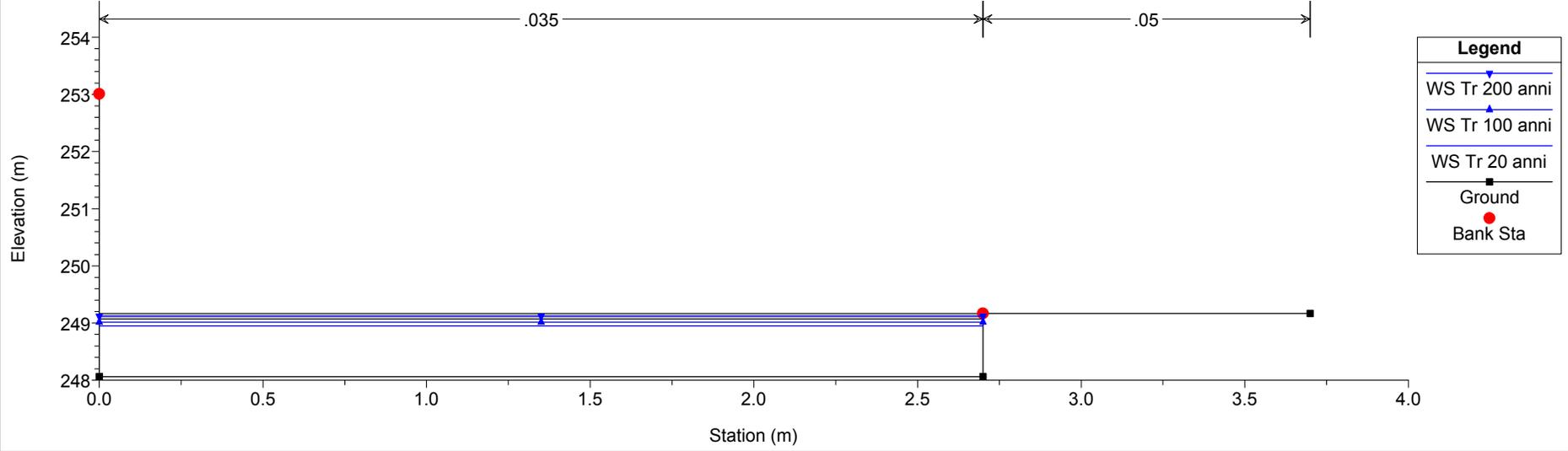
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 7 Sezione 9 Ma



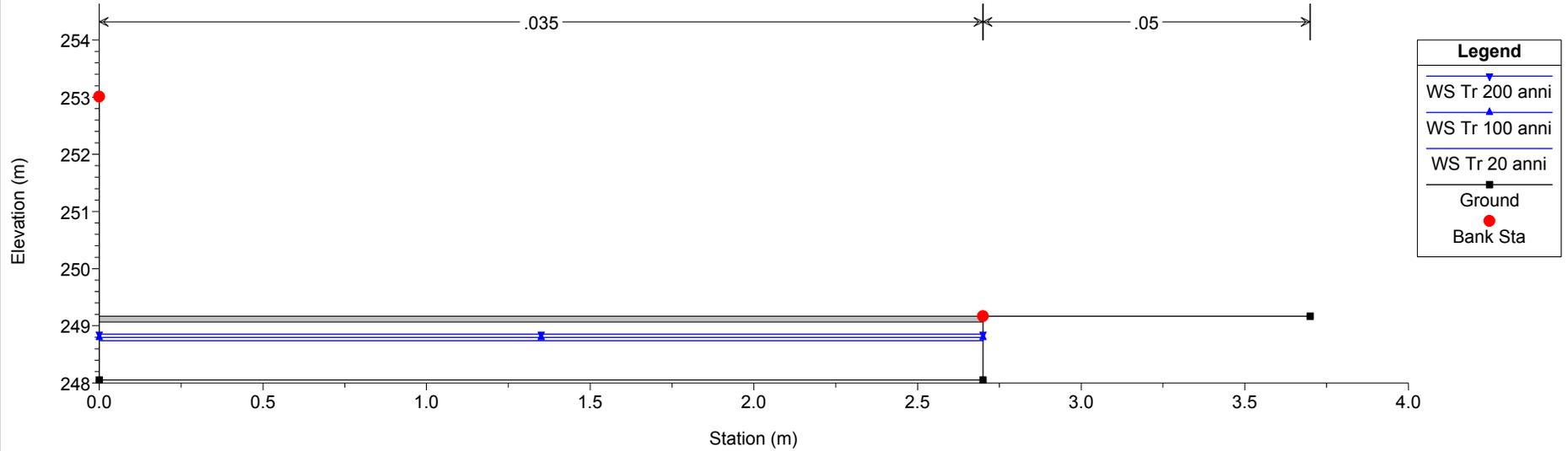
Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 6 Sezione a Monte 10A Ma



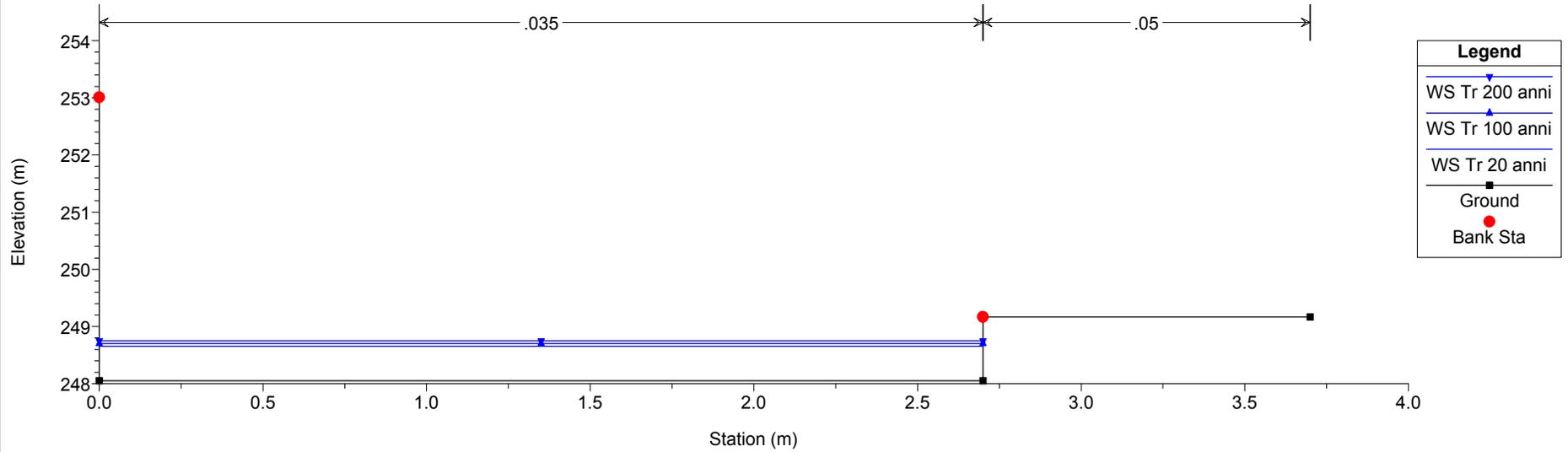
Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 5.5 BR Ponte sez. 10 Ma



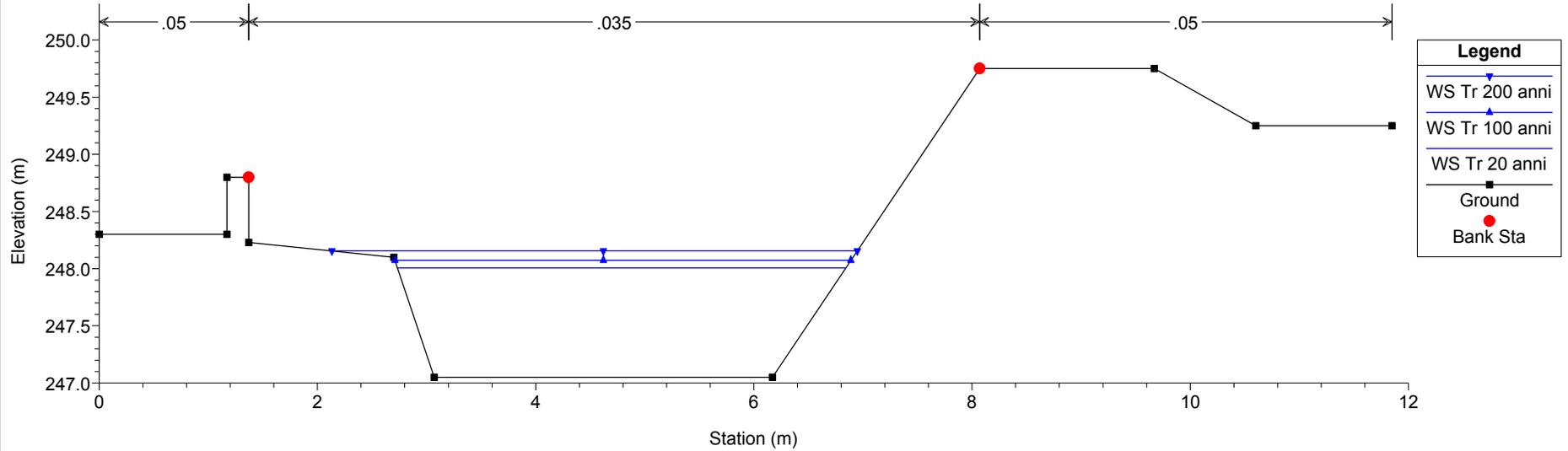
Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 5.5 BR Ponte sez. 10 Ma



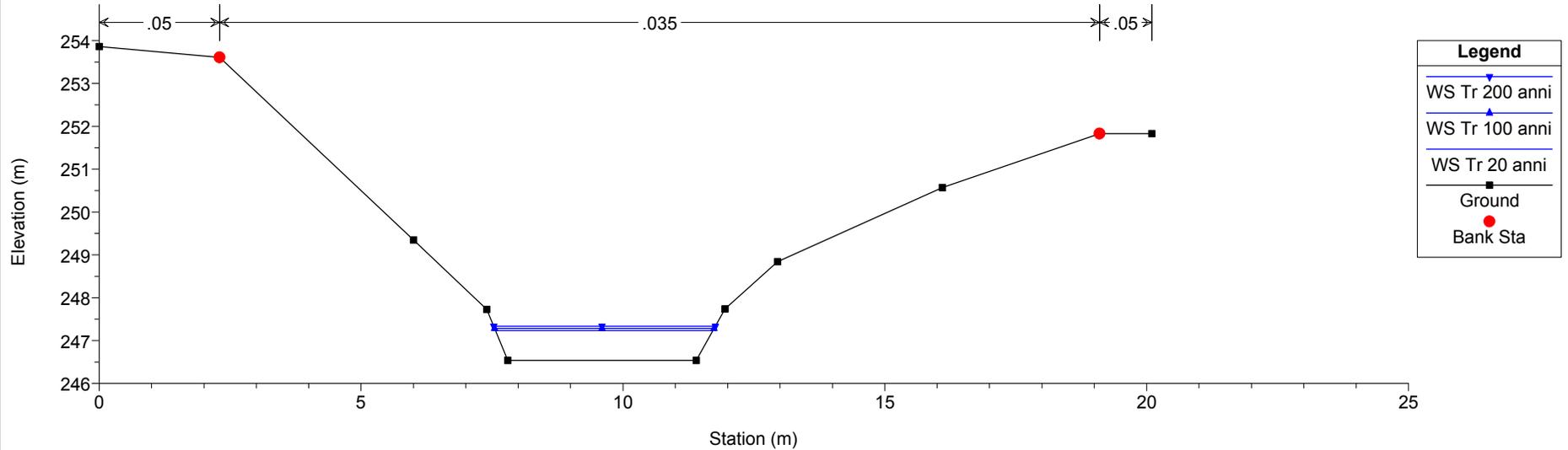
Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 5 Sezione a Valle 10B Ma

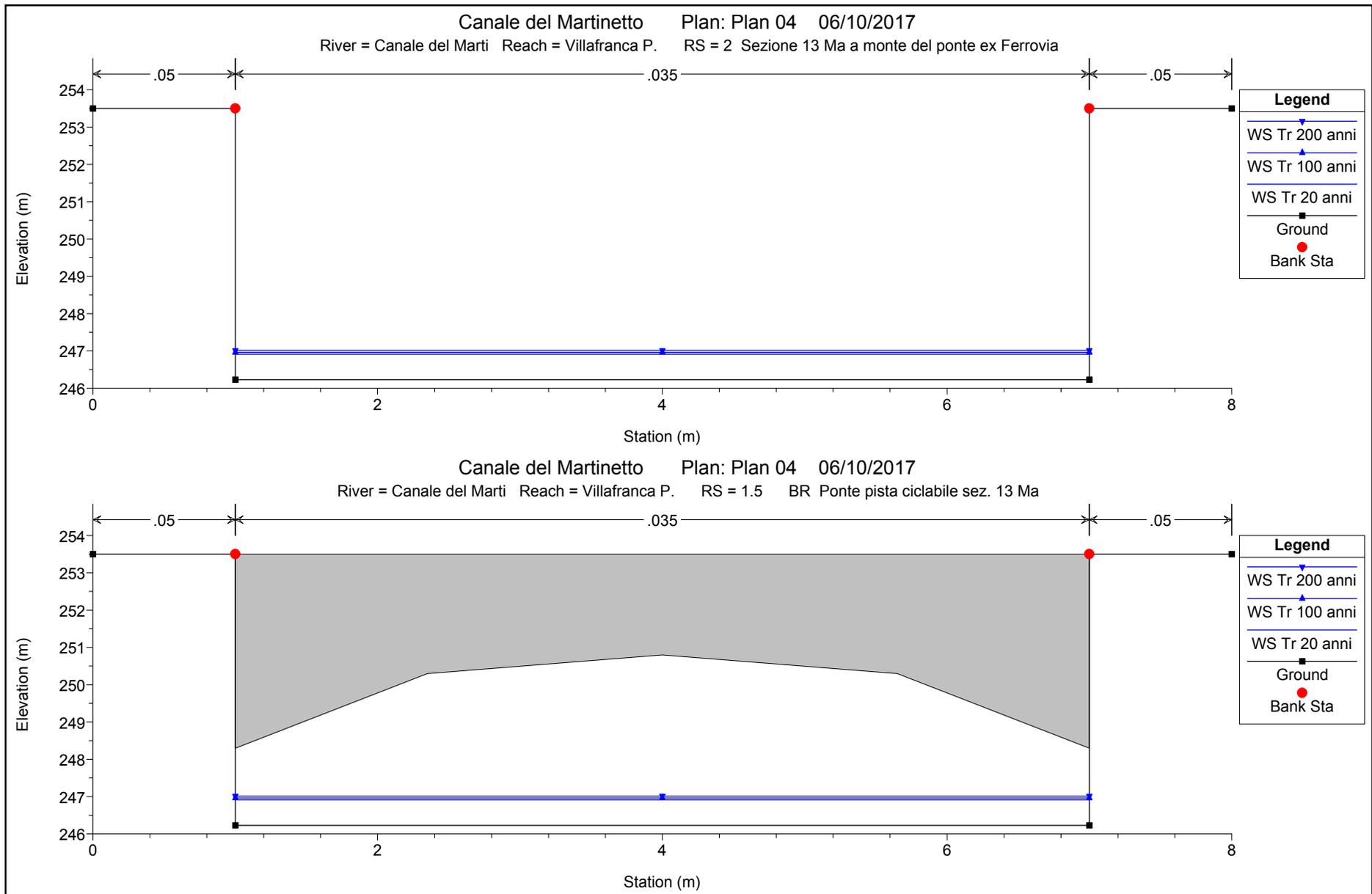


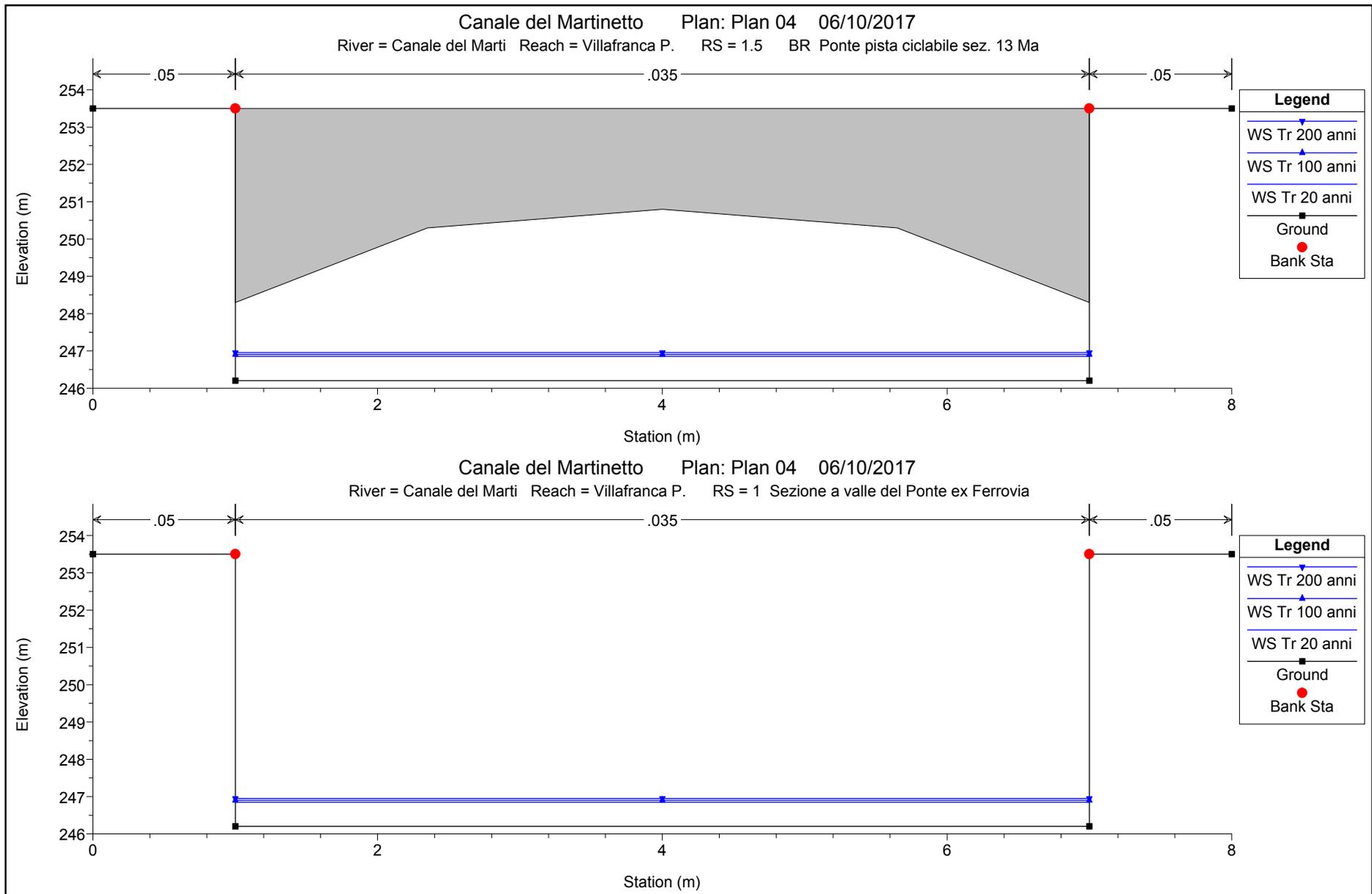
Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017
 River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 4 Sezione 11 Ma



Canale del Martinetto Plan: Plan 04 06/10/2017
 River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 3 Sezione 12 Ma







ALLEGATO B

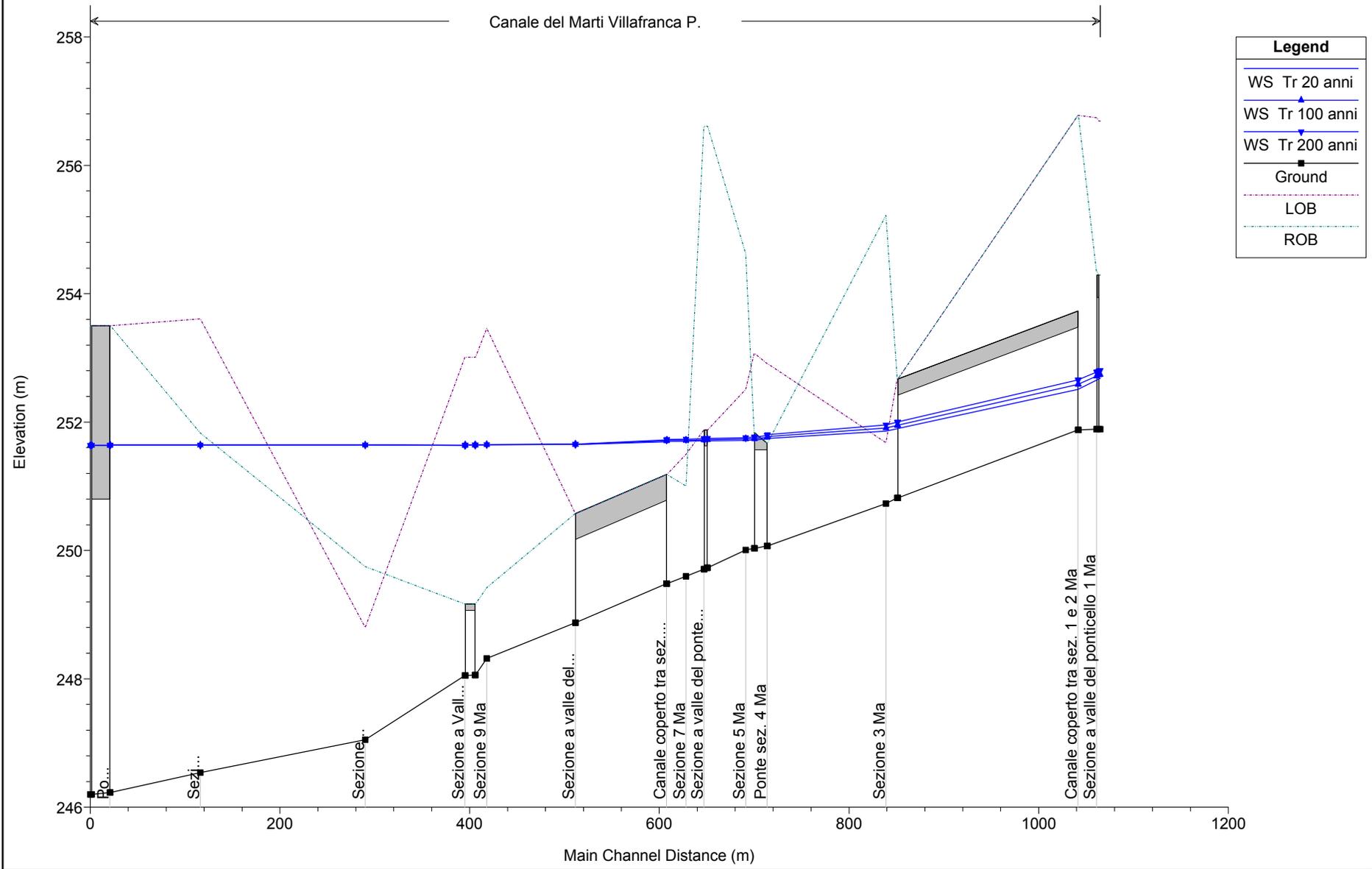
VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE

CANALE DEL MARTINETTO - SIMULAZIONE PROFILO DI RIGURGITO

CON CONCOMITANZA DELLA PIENA DEL F. PO

Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018

Canale del Marti Villafranca P.



Legend	
WS Tr 20 anni	(Blue line with upward triangle)
WS Tr 100 anni	(Blue line with upward triangle)
WS Tr 200 anni	(Blue line with upward triangle)
Ground	(Black line with square)
LOB	(Dashed magenta line)
ROB	(Dashed green line)

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: Canale del Marti Reach: Villafranca P.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	LOB Elev	ROB 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/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Villafranca P.	20	Tr 20 anni	4.00	251.89	252.68	256.69	254.29	252.37	252.77	0.004733	1.33	3.00	3.80	0.48
Villafranca P.	20	Tr 100 anni	4.50	251.89	252.74	256.69	254.29	252.41	252.84	0.004781	1.39	3.24	3.80	0.48
Villafranca P.	20	Tr 200 anni	5.00	251.89	252.81	256.69	254.29	252.45	252.91	0.004810	1.44	3.48	3.80	0.48
Villafranca P.	19.5	Bridge												
Villafranca P.	19	Tr 20 anni	4.00	251.89	252.65	256.74	254.34		252.75	0.005213	1.38	2.91	3.80	0.50
Villafranca P.	19	Tr 100 anni	4.50	251.89	252.72	256.74	254.34		252.82	0.005227	1.43	3.14	3.80	0.50
Villafranca P.	19	Tr 200 anni	5.00	251.89	252.78	256.74	254.34		252.89	0.005223	1.48	3.38	3.80	0.50
Villafranca P.	18	Tr 20 anni	4.00	251.88	252.51	256.78	256.78	252.33	252.63	0.007410	1.52	2.63	4.15	0.61
Villafranca P.	18	Tr 100 anni	4.50	251.88	252.59	256.78	256.78	252.37	252.71	0.006688	1.53	2.95	4.15	0.58
Villafranca P.	18	Tr 200 anni	5.00	251.88	252.66	256.78	256.78	252.41	252.78	0.006202	1.54	3.24	4.15	0.56
Villafranca P.	17.5	Bridge												
Villafranca P.	17	Tr 20 anni	4.00	250.82	251.90	252.67	252.67		251.95	0.001991	0.99	4.04	3.75	0.30
Villafranca P.	17	Tr 100 anni	4.50	250.82	251.95	252.67	252.67		252.01	0.002207	1.06	4.23	3.75	0.32
Villafranca P.	17	Tr 200 anni	5.00	250.82	252.00	252.67	252.67		252.07	0.002395	1.13	4.43	3.75	0.33
Villafranca P.	16	Tr 20 anni	4.00	250.73	251.86	251.68	255.22		251.92	0.002422	1.10	3.81	4.70	0.34
Villafranca P.	16	Tr 100 anni	4.50	250.73	251.91	251.68	255.22		251.98	0.002653	1.18	4.03	4.70	0.35
Villafranca P.	16	Tr 200 anni	5.00	250.73	251.96	251.68	255.22		252.03	0.002834	1.25	4.27	4.70	0.37
Villafranca P.	15	Tr 20 anni	4.00	250.07	251.75	252.91	251.67	250.57	251.77	0.000638	0.66	6.11	4.60	0.16
Villafranca P.	15	Tr 100 anni	4.50	250.07	251.77	252.91	251.67	250.61	251.80	0.000768	0.73	6.24	4.60	0.18
Villafranca P.	15	Tr 200 anni	5.00	250.07	251.80	252.91	251.67	250.65	251.84	0.000896	0.80	6.38	4.60	0.19
Villafranca P.	14.5	Bridge												
Villafranca P.	14	Tr 20 anni	4.00	250.03	251.72	253.07	251.83		251.75	0.000636	0.66	6.08	3.60	0.16
Villafranca P.	14	Tr 100 anni	4.50	250.03	251.75	253.07	251.83		251.77	0.000779	0.73	6.16	3.60	0.18
Villafranca P.	14	Tr 200 anni	5.00	250.03	251.77	253.07	251.83		251.80	0.000928	0.80	6.24	3.60	0.19
Villafranca P.	13	Tr 20 anni	4.00	250.01	251.72	252.51	254.62		251.74	0.000665	0.67	5.98	3.50	0.16
Villafranca P.	13	Tr 100 anni	4.50	250.01	251.74	252.51	254.62		251.77	0.000816	0.74	6.05	3.50	0.18
Villafranca P.	13	Tr 200 anni	5.00	250.01	251.76	252.51	254.62		251.79	0.000975	0.82	6.13	3.50	0.20
Villafranca P.	12	Tr 20 anni	4.00	249.73	251.71	251.88	256.61	250.17	251.72	0.000260	0.47	8.51	4.30	0.11
Villafranca P.	12	Tr 100 anni	4.50	249.73	251.73	251.88	256.61	250.21	251.74	0.000321	0.52	8.59	4.30	0.12

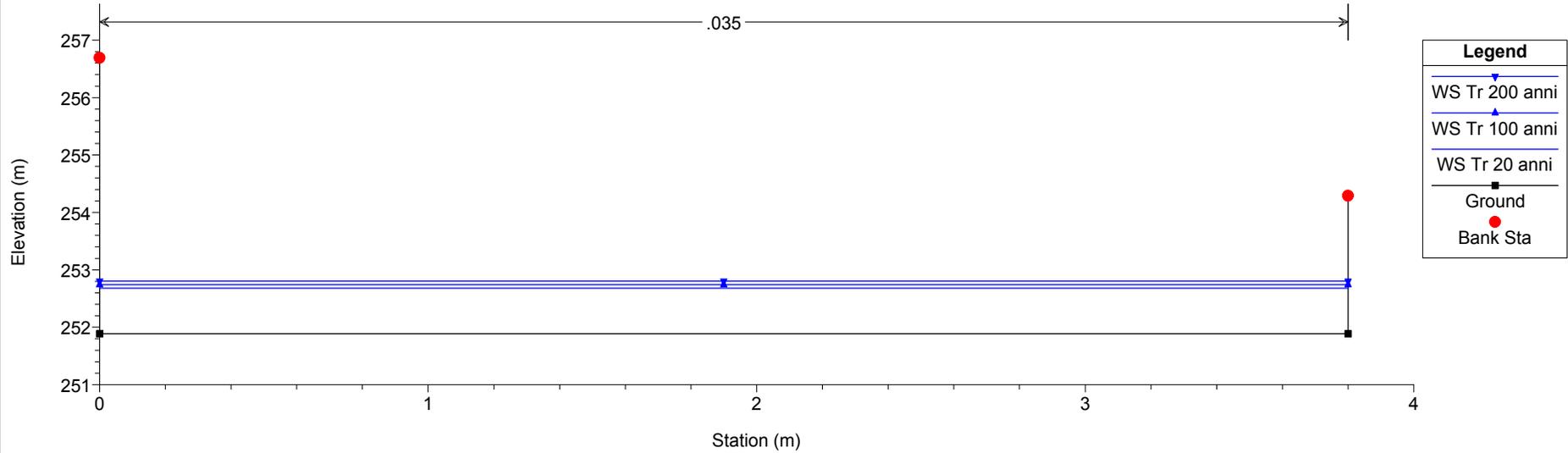
HEC-RAS Plan: Plan 05 River: Canale del Marti Reach: Villafranca P. (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Villafranca P.	12	Tr 200 anni	5.00	249.73	251.75	251.88	256.61	250.24	251.76	0.000386	0.58	8.67	4.30	0.13
Villafranca P.	11.5		Bridge											
Villafranca P.	11	Tr 20 anni	4.00	249.71	251.71	251.88	256.61		251.72	0.000254	0.47	8.59	4.30	0.11
Villafranca P.	11	Tr 100 anni	4.50	249.71	251.72	251.88	256.61		251.74	0.000314	0.52	8.66	4.30	0.12
Villafranca P.	11	Tr 200 anni	5.00	249.71	251.74	251.88	256.61		251.76	0.000378	0.57	8.74	4.30	0.13
Villafranca P.	10	Tr 20 anni	4.00	249.60	251.70	251.50	251.00		251.71	0.000237	0.49	8.61	5.50	0.11
Villafranca P.	10	Tr 100 anni	4.50	249.60	251.72	251.50	251.00		251.73	0.000291	0.54	8.70	5.50	0.12
Villafranca P.	10	Tr 200 anni	5.00	249.60	251.73	251.50	251.00		251.75	0.000349	0.60	8.79	5.50	0.13
Villafranca P.	9	Tr 20 anni	4.00	249.48	251.70	251.18	251.18	249.95	251.71	0.000188	0.44	9.53	5.30	0.09
Villafranca P.	9	Tr 100 anni	4.50	249.48	251.71	251.18	251.18	249.99	251.73	0.000233	0.49	9.61	5.30	0.11
Villafranca P.	9	Tr 200 anni	5.00	249.48	251.73	251.18	251.18	250.02	251.75	0.000280	0.54	9.70	5.30	0.12
Villafranca P.	8.5		Bridge											
Villafranca P.	8	Tr 20 anni	4.00	248.87	251.65	250.57	250.57		251.66	0.000085	0.35	12.51	5.30	0.07
Villafranca P.	8	Tr 100 anni	4.50	248.87	251.65	250.57	250.57		251.66	0.000108	0.39	12.53	5.30	0.07
Villafranca P.	8	Tr 200 anni	5.00	248.87	251.66	250.57	250.57		251.67	0.000132	0.43	12.55	5.30	0.08
Villafranca P.	7	Tr 20 anni	4.00	248.32	251.65	253.46	249.42		251.65	0.000062	0.29	15.71	5.50	0.05
Villafranca P.	7	Tr 100 anni	4.50	248.32	251.65	253.46	249.42		251.65	0.000078	0.33	15.72	5.50	0.06
Villafranca P.	7	Tr 200 anni	5.00	248.32	251.65	253.46	249.42		251.66	0.000096	0.36	15.73	5.50	0.06
Villafranca P.	6	Tr 20 anni	4.00	248.06	251.64	253.01	249.17	248.66	251.65	0.000117	0.37	12.15	3.70	0.06
Villafranca P.	6	Tr 100 anni	4.50	248.06	251.64	253.01	249.17	248.71	251.65	0.000148	0.42	12.15	3.70	0.07
Villafranca P.	6	Tr 200 anni	5.00	248.06	251.64	253.01	249.17	248.76	251.65	0.000182	0.46	12.16	3.70	0.08
Villafranca P.	5.5		Bridge											
Villafranca P.	5	Tr 20 anni	4.00	248.05	251.64	253.01	249.17		251.65	0.000116	0.37	12.17	3.70	0.06
Villafranca P.	5	Tr 100 anni	4.50	248.05	251.64	253.01	249.17		251.65	0.000147	0.41	12.17	3.70	0.07
Villafranca P.	5	Tr 200 anni	5.00	248.05	251.64	253.01	249.17		251.65	0.000182	0.46	12.17	3.70	0.08
Villafranca P.	4	Tr 20 anni	4.00	247.05	251.64	248.80	249.75		251.64	0.000005	0.13	39.02	11.85	0.02
Villafranca P.	4	Tr 100 anni	4.50	247.05	251.64	248.80	249.75		251.64	0.000006	0.14	39.03	11.85	0.02
Villafranca P.	4	Tr 200 anni	5.00	247.05	251.64	248.80	249.75		251.65	0.000008	0.16	39.04	11.85	0.03

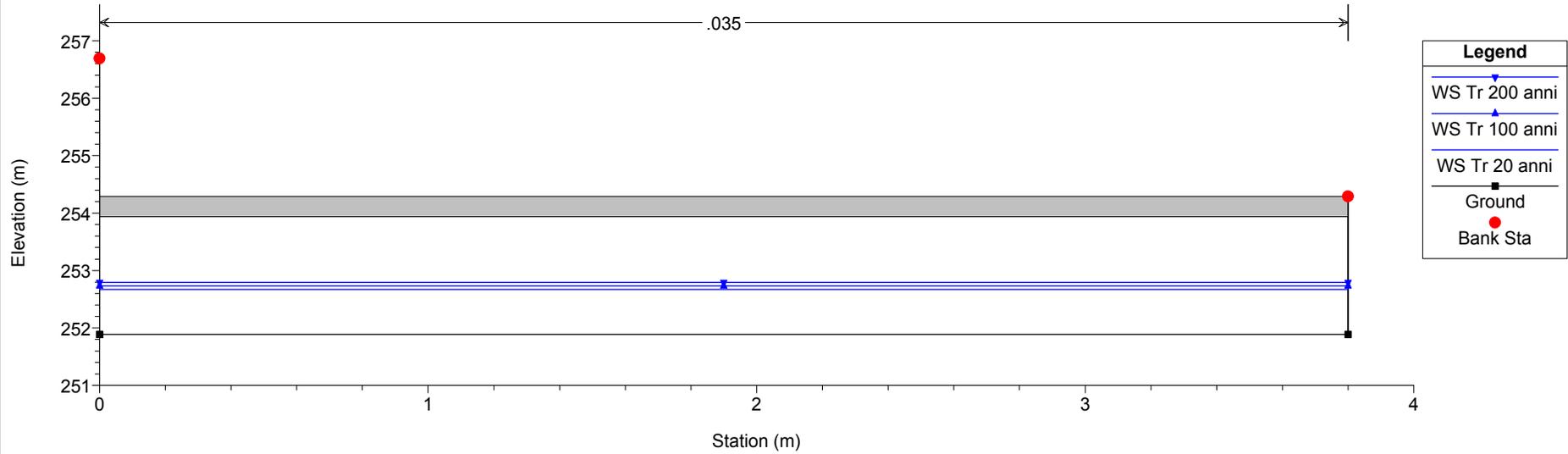
HEC-RAS Plan: Plan 05 River: Canale del Marti Reach: Villafranca P. (Continued)

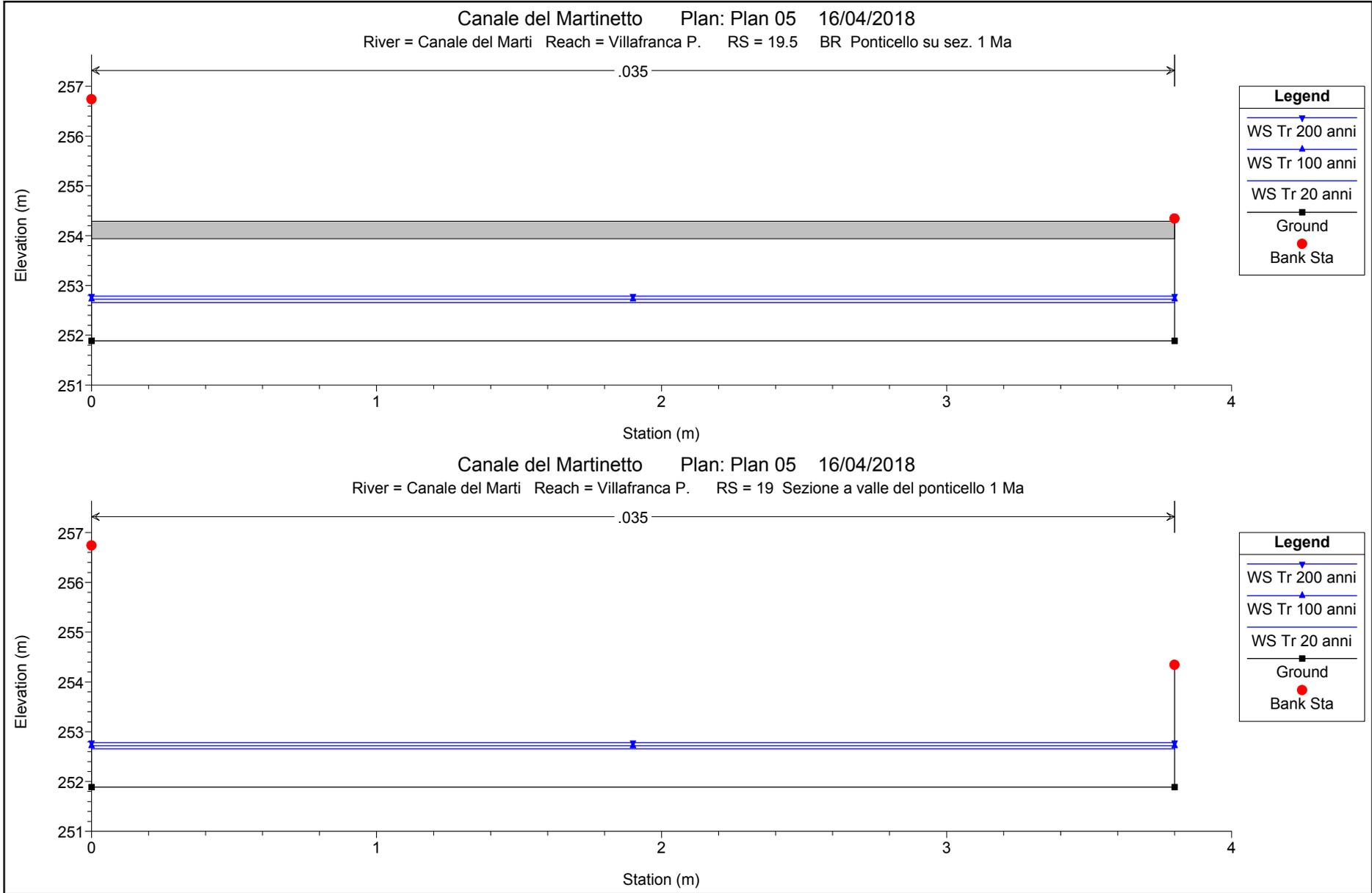
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Villafranca P.	3	Tr 20 anni	4.00	246.54	251.64	253.61	251.83		251.64	0.000005	0.10	40.09	14.64	0.02
Villafranca P.	3	Tr 100 anni	4.50	246.54	251.64	253.61	251.83		251.64	0.000006	0.11	40.10	14.64	0.02
Villafranca P.	3	Tr 200 anni	5.00	246.54	251.64	253.61	251.83		251.64	0.000007	0.12	40.11	14.65	0.02
Villafranca P.	2	Tr 20 anni	4.00	246.23	251.64	253.50	253.50	246.59	251.64	0.000008	0.12	32.47	6.00	0.02
Villafranca P.	2	Tr 100 anni	4.50	246.23	251.64	253.50	253.50	246.61	251.64	0.000010	0.14	32.47	6.00	0.02
Villafranca P.	2	Tr 200 anni	5.00	246.23	251.64	253.50	253.50	246.64	251.64	0.000012	0.15	32.47	6.00	0.02
Villafranca P.	1.5	Bridge												
Villafranca P.	1	Tr 20 anni	4.00	246.20	251.64	253.50	253.50	246.56	251.64	0.000008	0.12	32.64	6.00	0.02
Villafranca P.	1	Tr 100 anni	4.50	246.20	251.64	253.50	253.50	246.58	251.64	0.000010	0.14	32.64	6.00	0.02
Villafranca P.	1	Tr 200 anni	5.00	246.20	251.64	253.50	253.50	246.61	251.64	0.000012	0.15	32.64	6.00	0.02

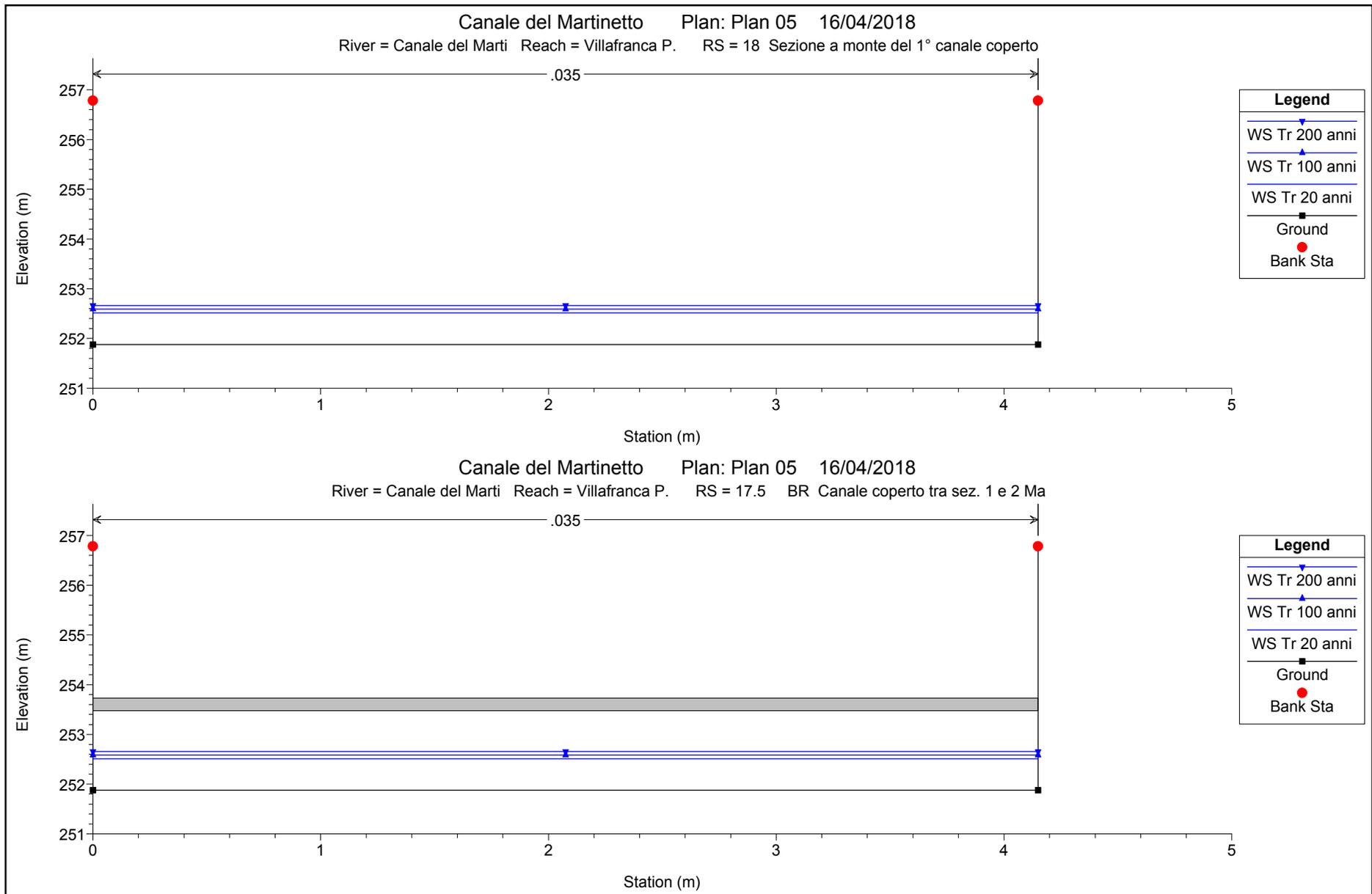
Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 20 Sezione a monte del ponticello 1 Ma

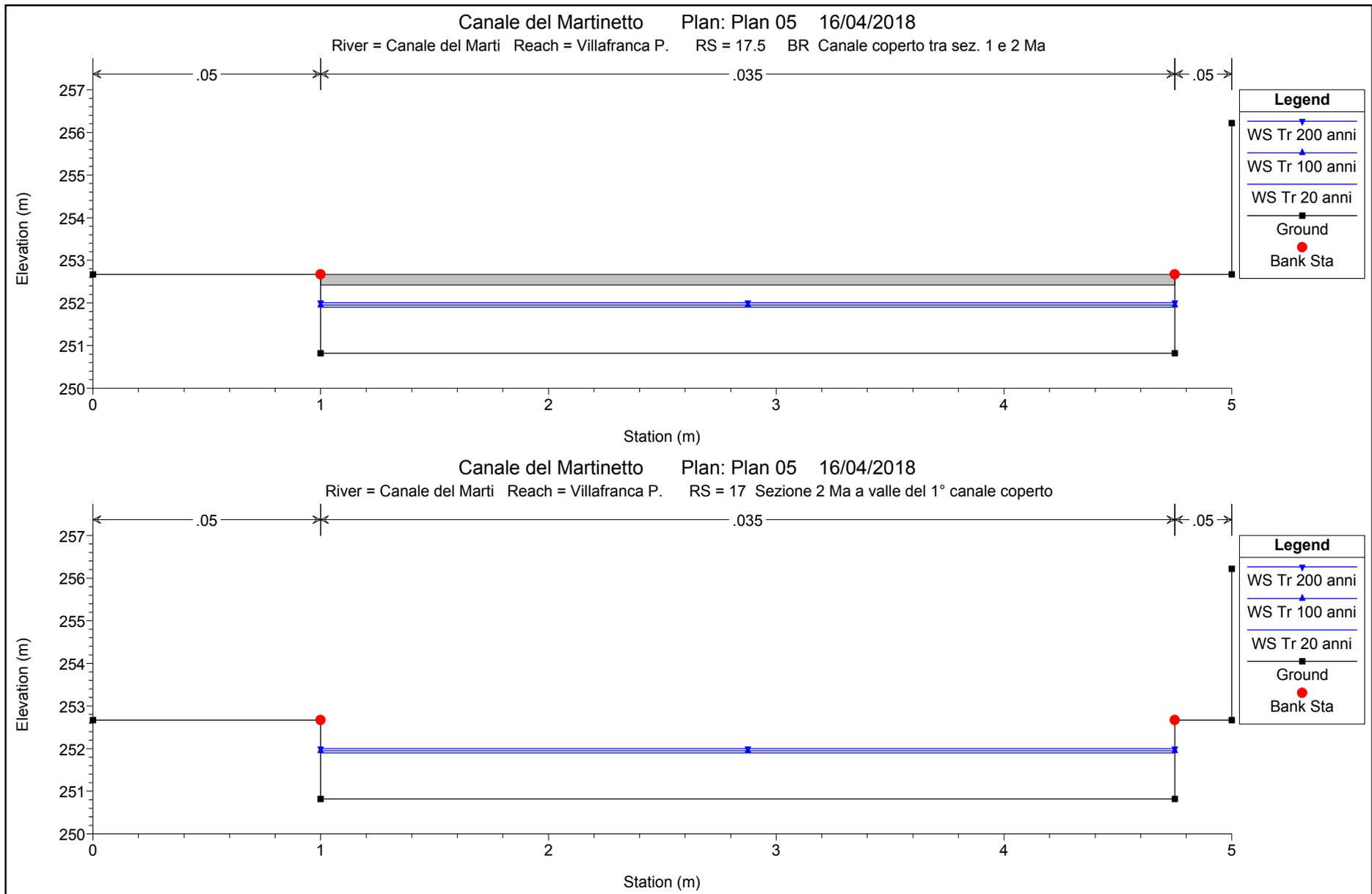


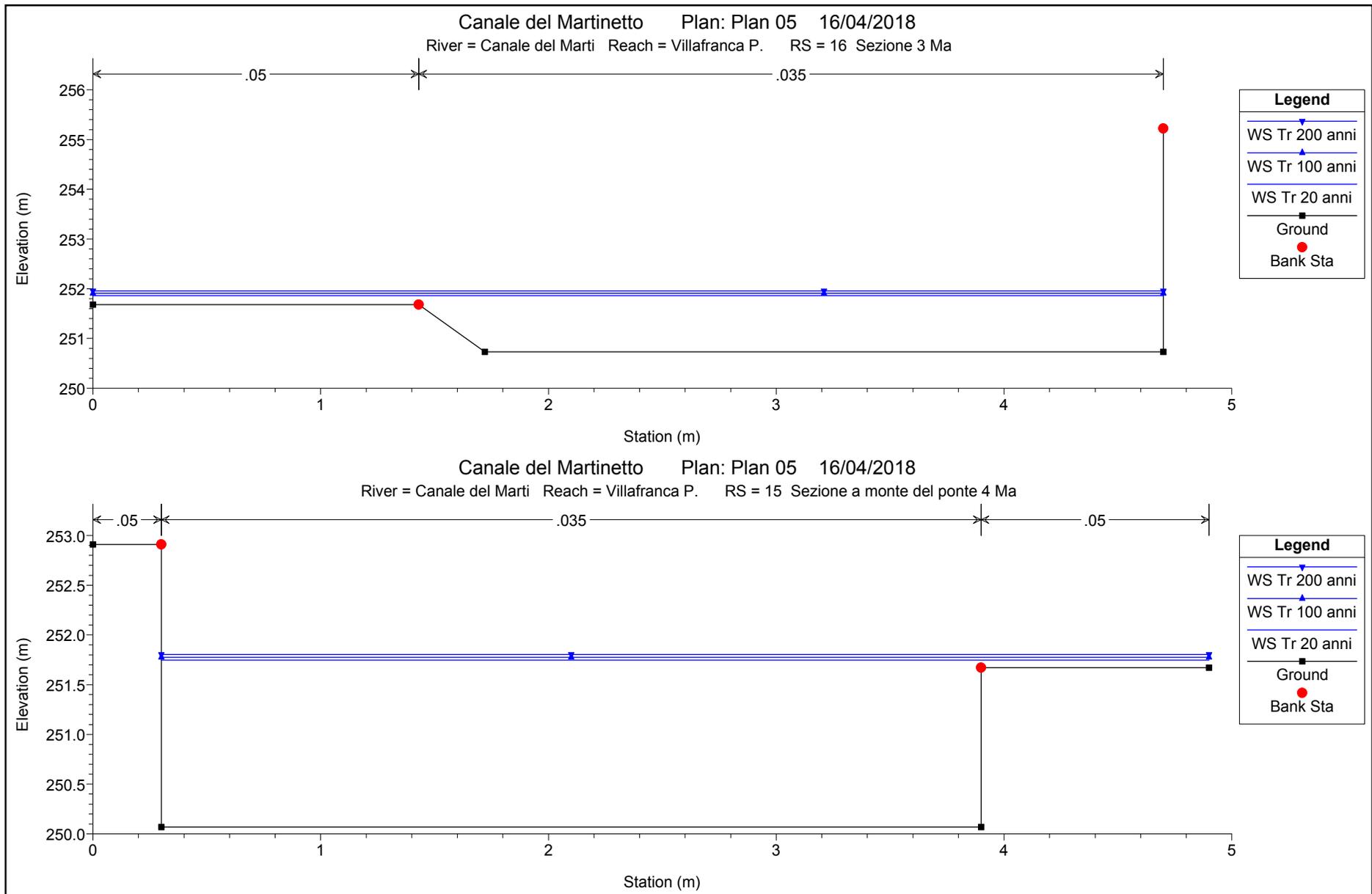
Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 19.5 BR Ponticello su sez. 1 Ma



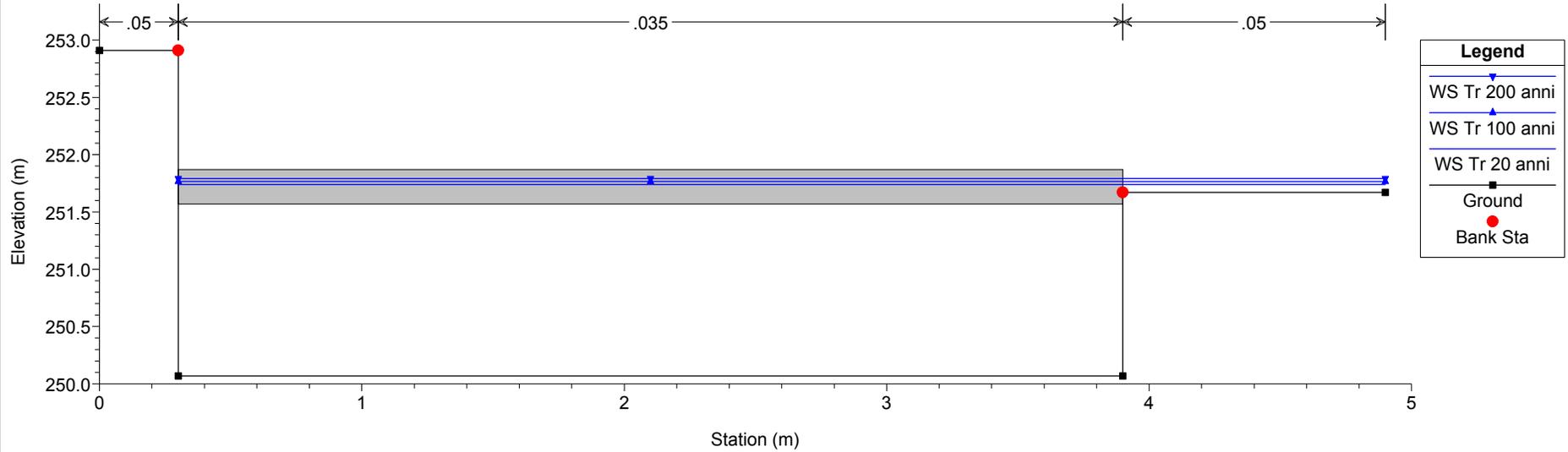




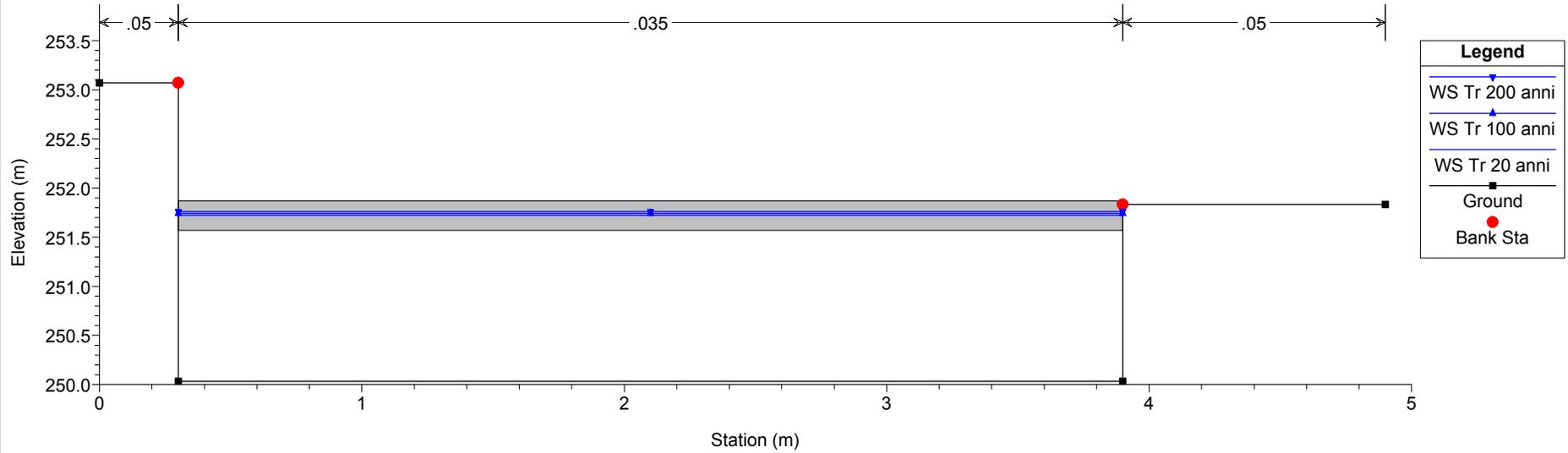




Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 14.5 BR Ponte sez. 4 Ma

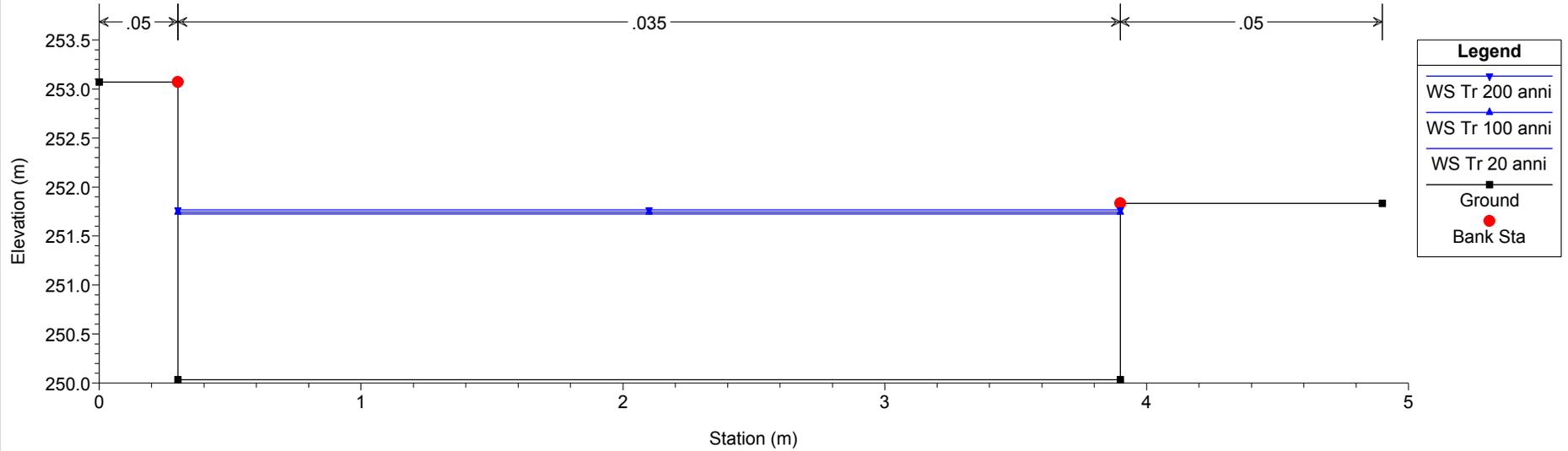


Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 14.5 BR Ponte sez. 4 Ma



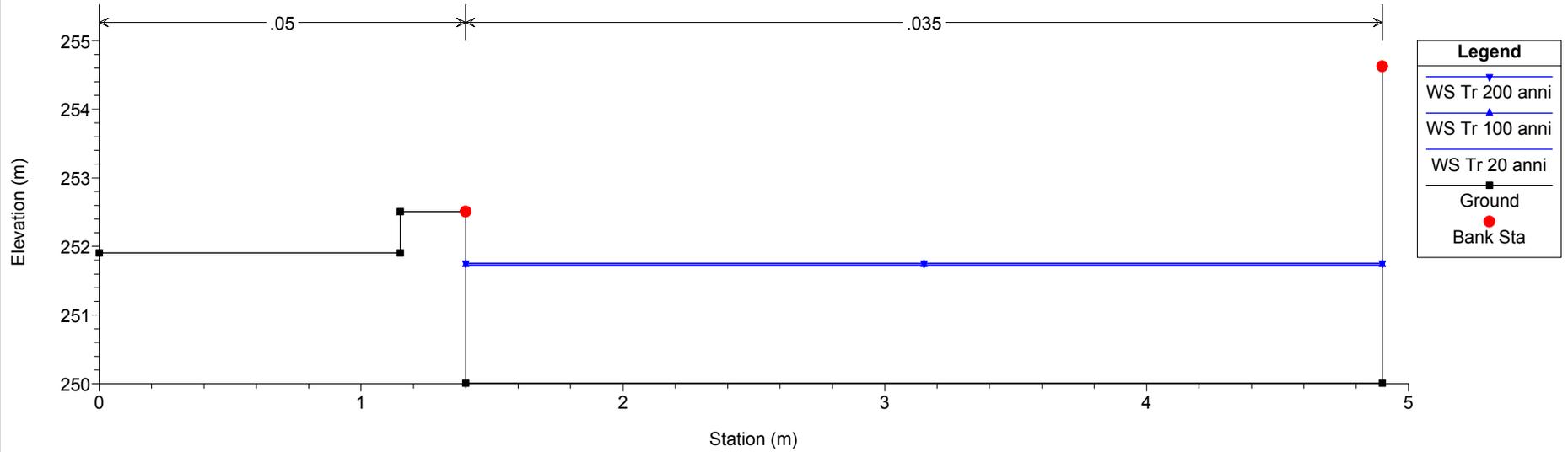
Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018

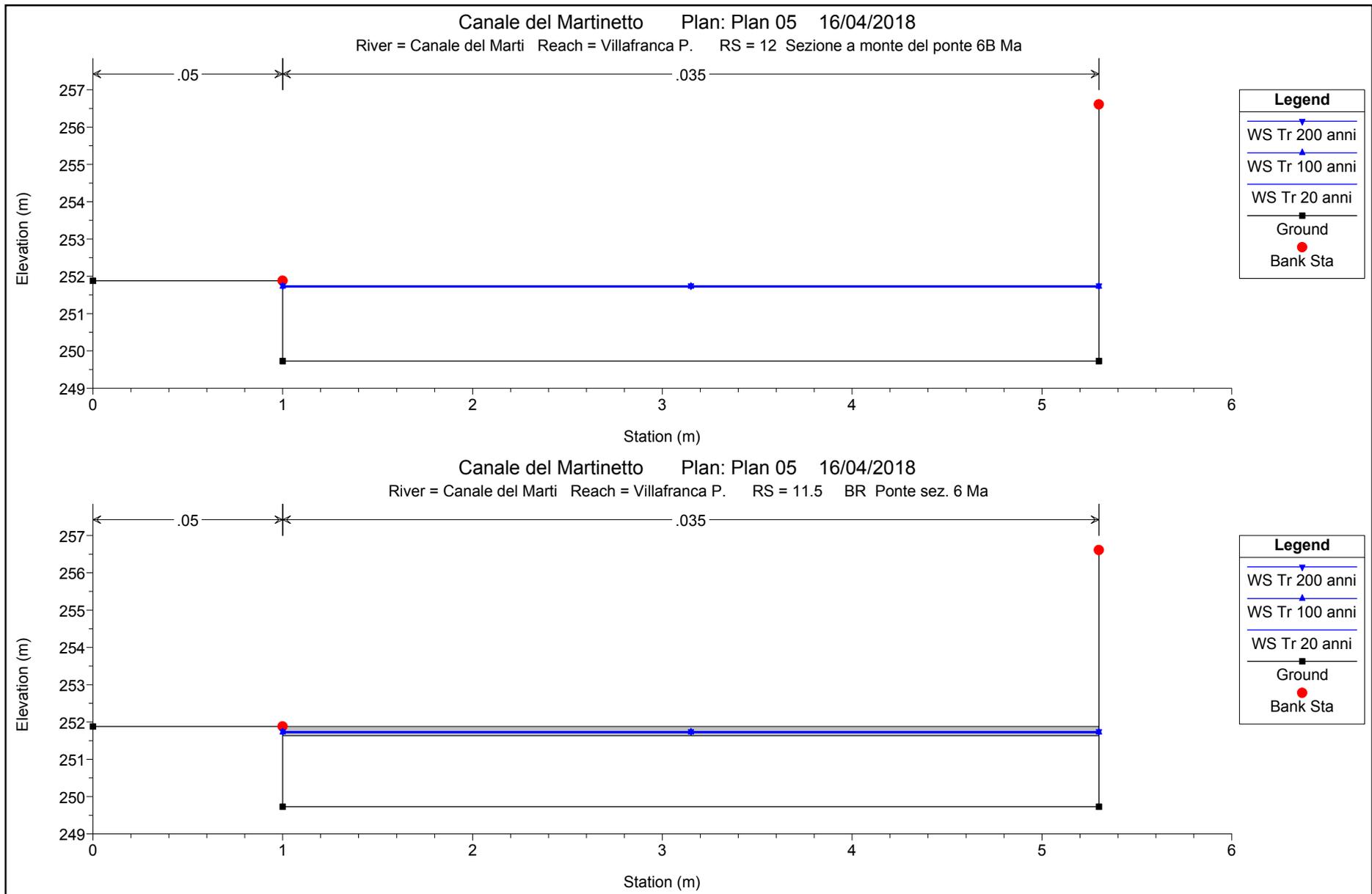
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 14 Sezione a valle del ponte 4 Ma



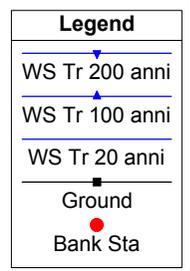
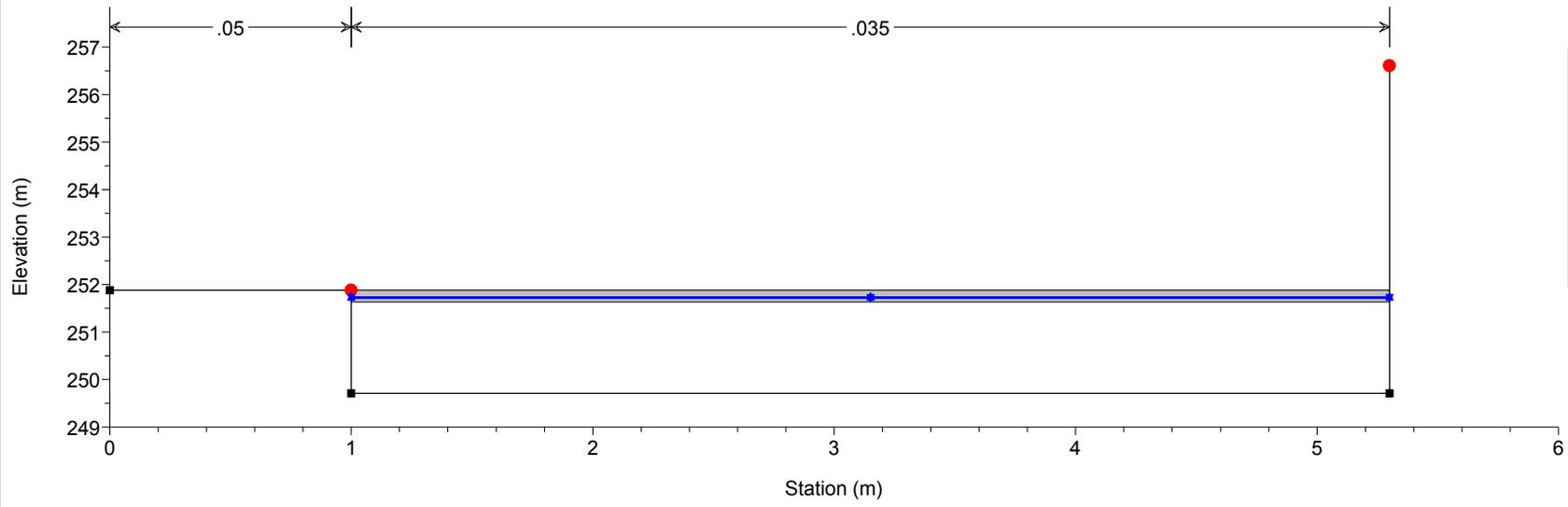
Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018

River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 13 Sezione 5 Ma

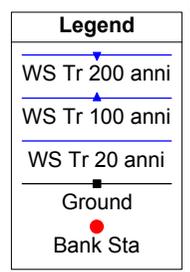
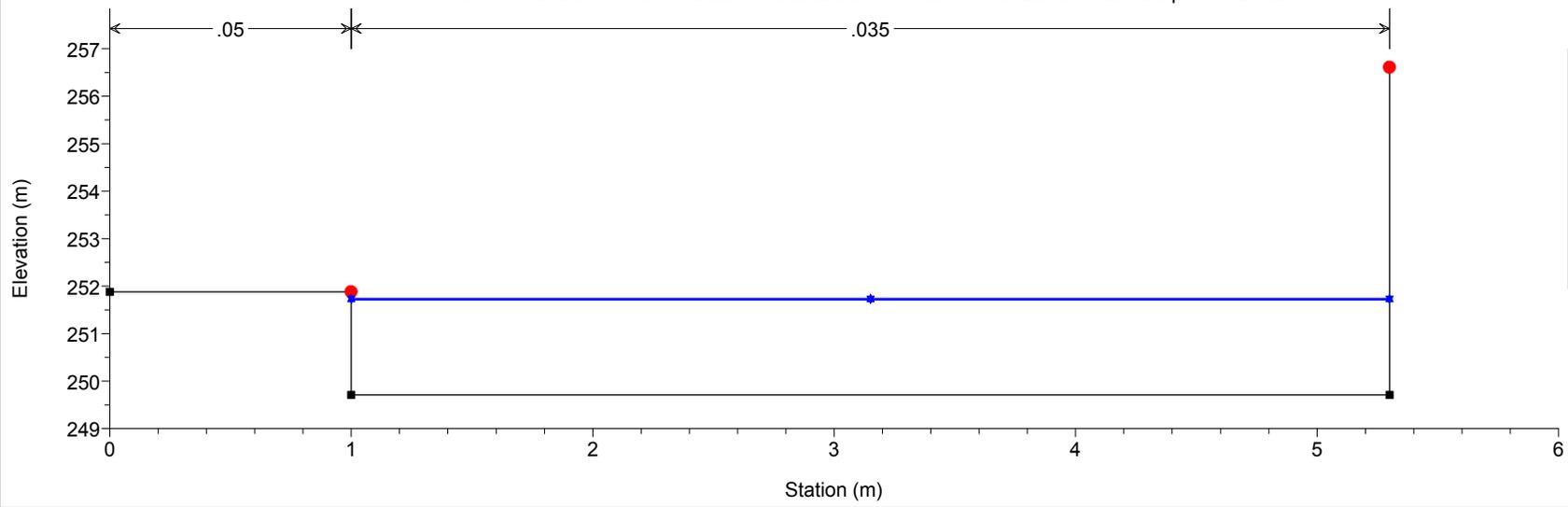




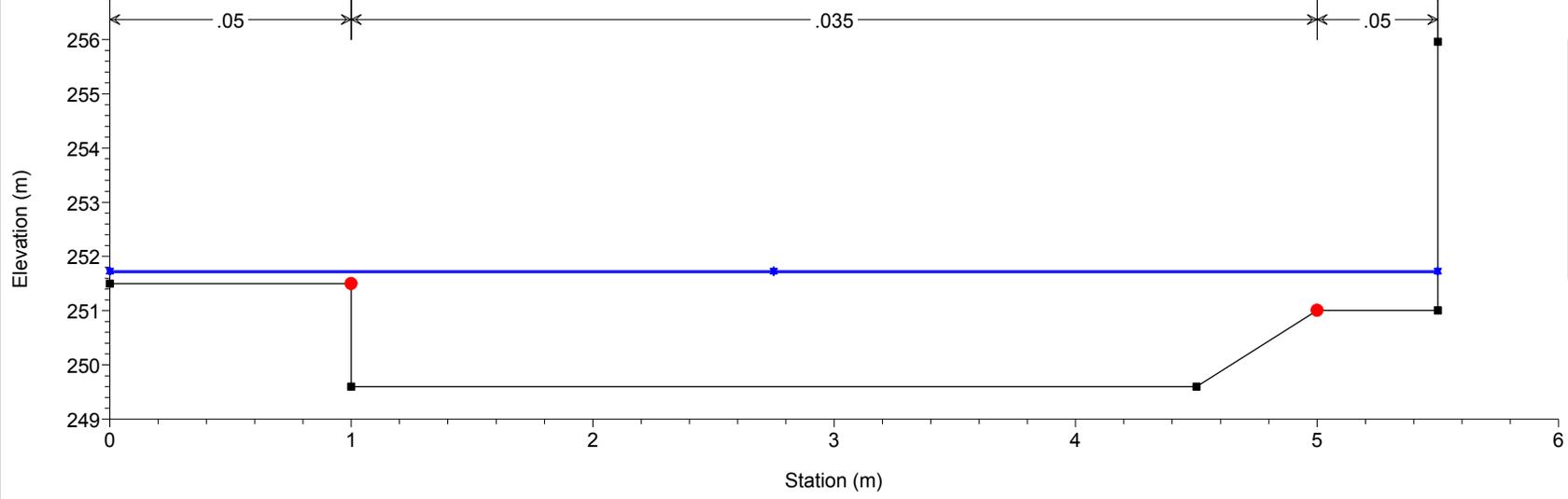
Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018
 River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 11.5 BR Ponte sez. 6 Ma



Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018
 River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 11 Sezione a valle del ponte 6B Ma



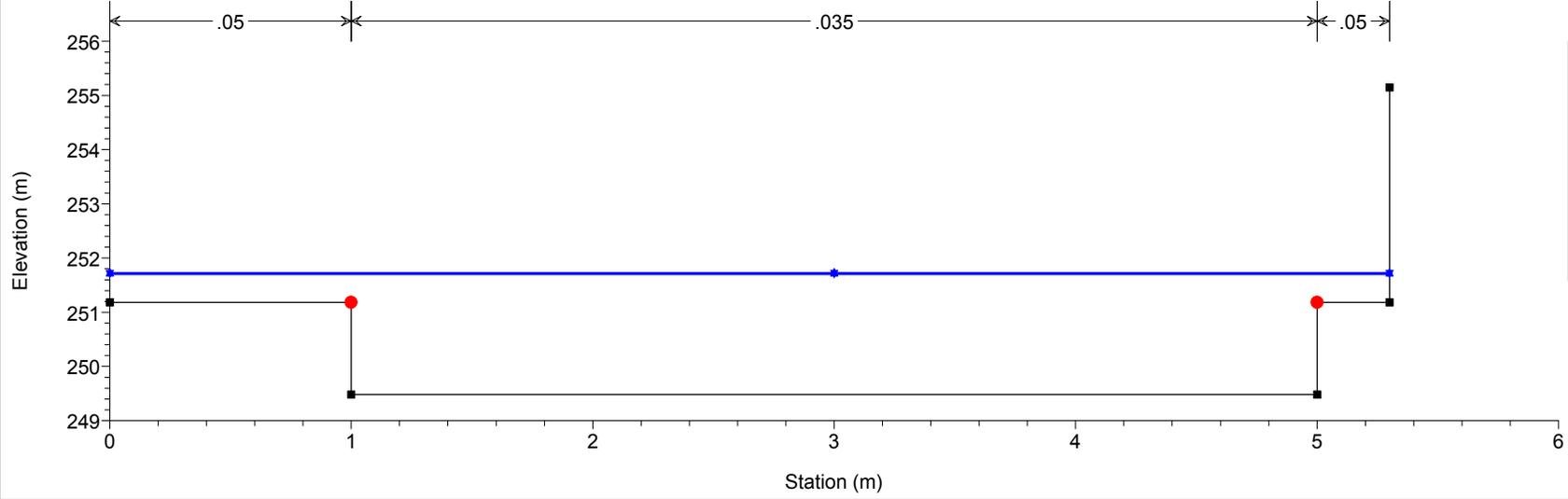
Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018
 River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 10 Sezione 7 Ma



Legend

- WS Tr 200 anni
- WS Tr 100 anni
- WS Tr 20 anni
- Ground
- Bank Sta

Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018
 River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 9 Sezione 8 Ma a monte del 2° canale coperto

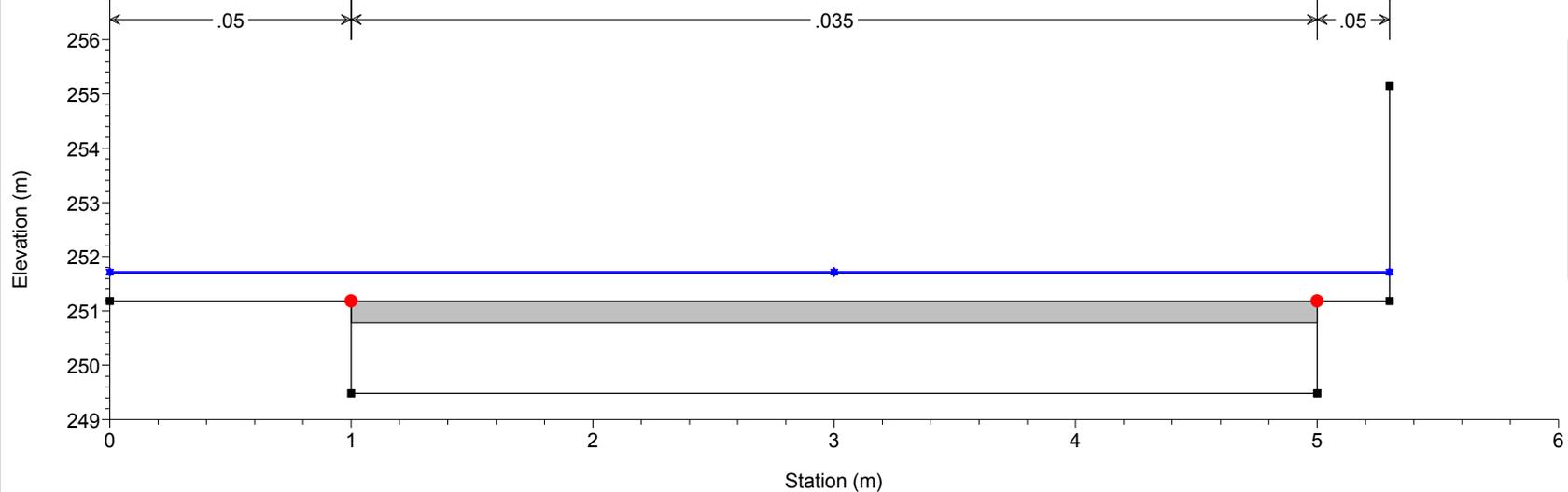


Legend

- WS Tr 200 anni
- WS Tr 100 anni
- WS Tr 20 anni
- Ground
- Bank Sta

Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018

River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 8.5 BR Canale coperto tra sez. 8 e 9 Ma

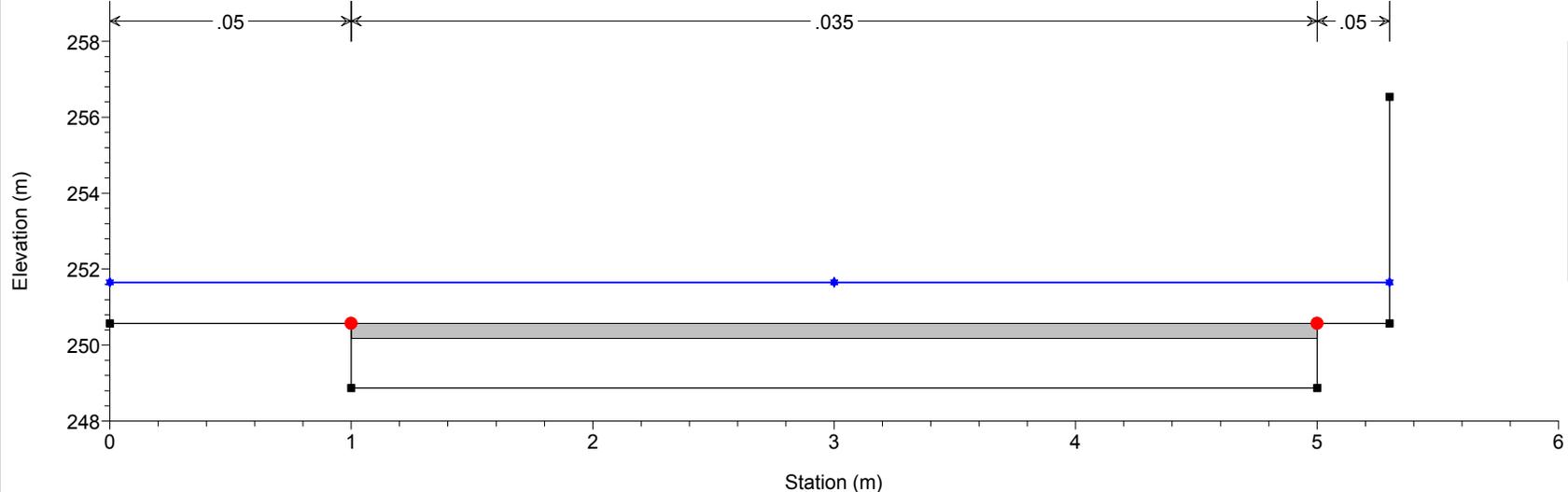


Legend

- WS Tr 200 anni
- WS Tr 100 anni
- WS Tr 20 anni
- Ground
- Bank Sta

Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018

River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 8.5 BR Canale coperto tra sez. 8 e 9 Ma

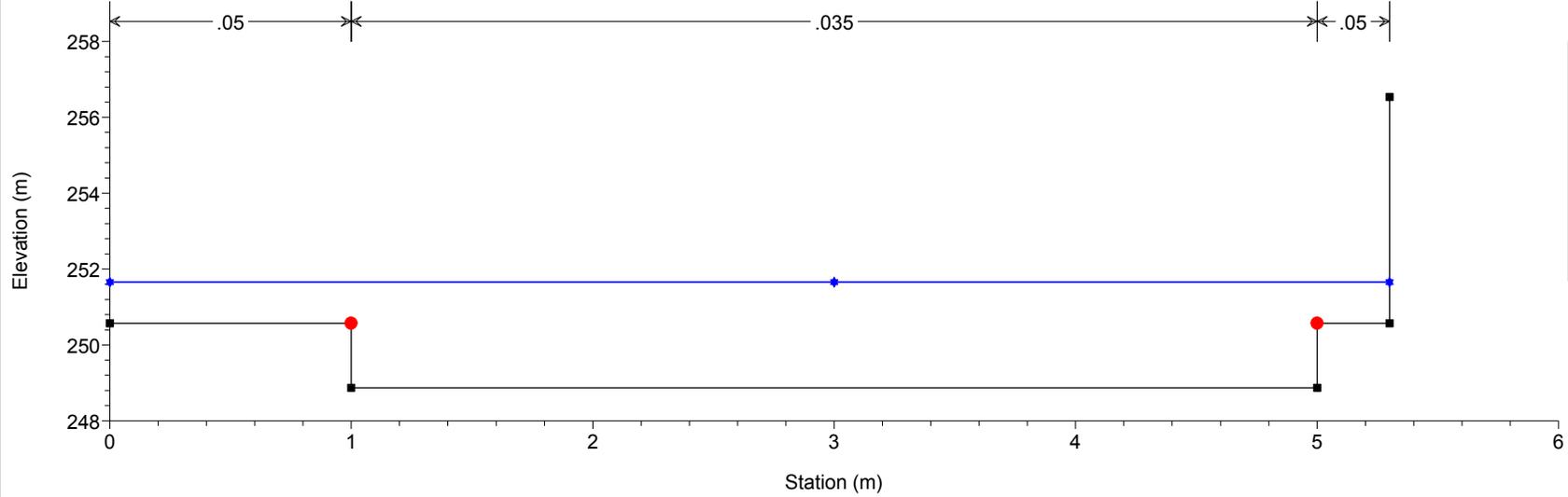


Legend

- WS Tr 200 anni
- WS Tr 100 anni
- WS Tr 20 anni
- Ground
- Bank Sta

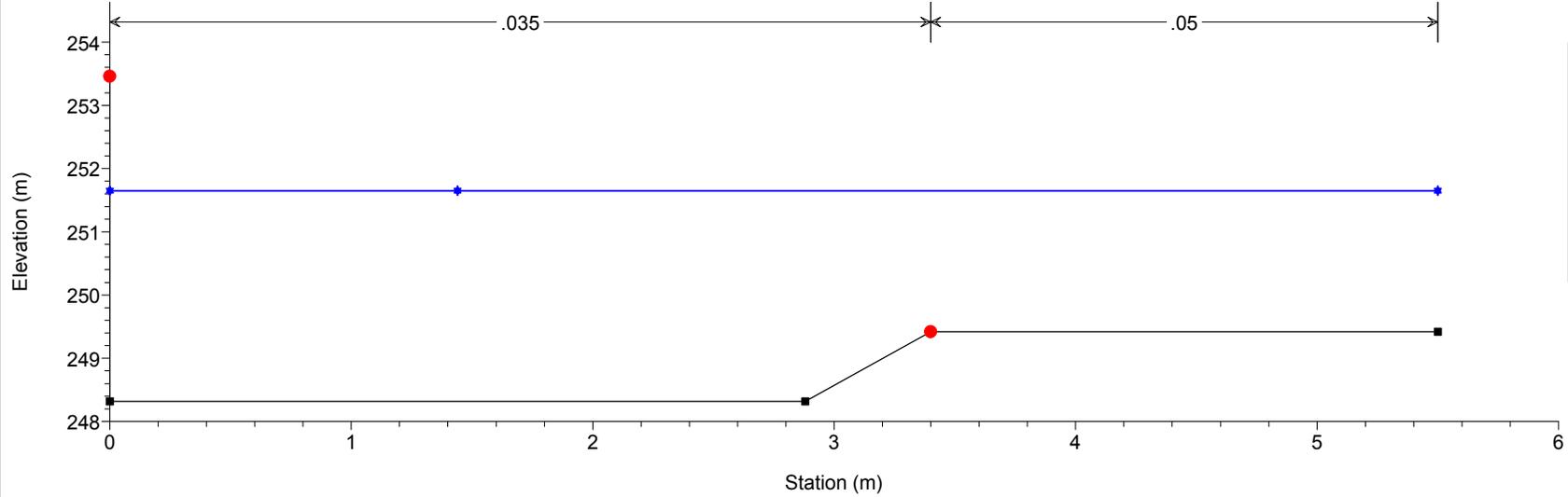
Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018

River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 8 Sezione a valle del 2° canale coperto

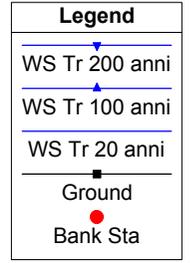
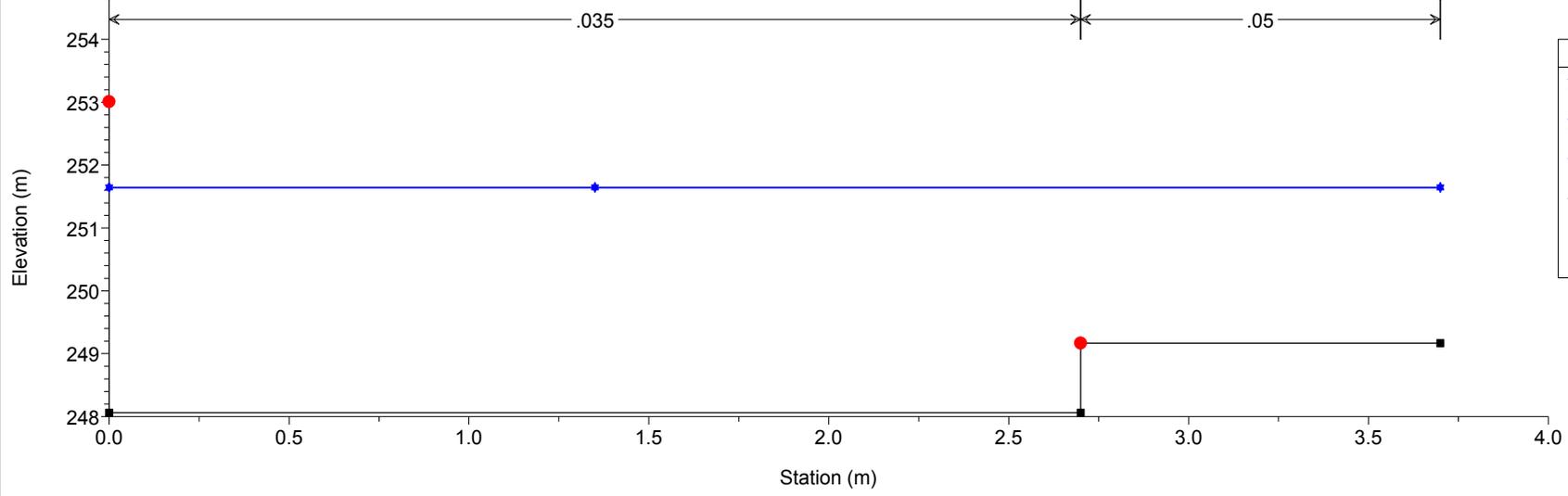


Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018

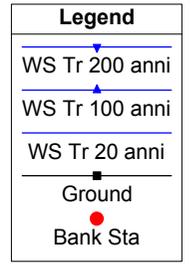
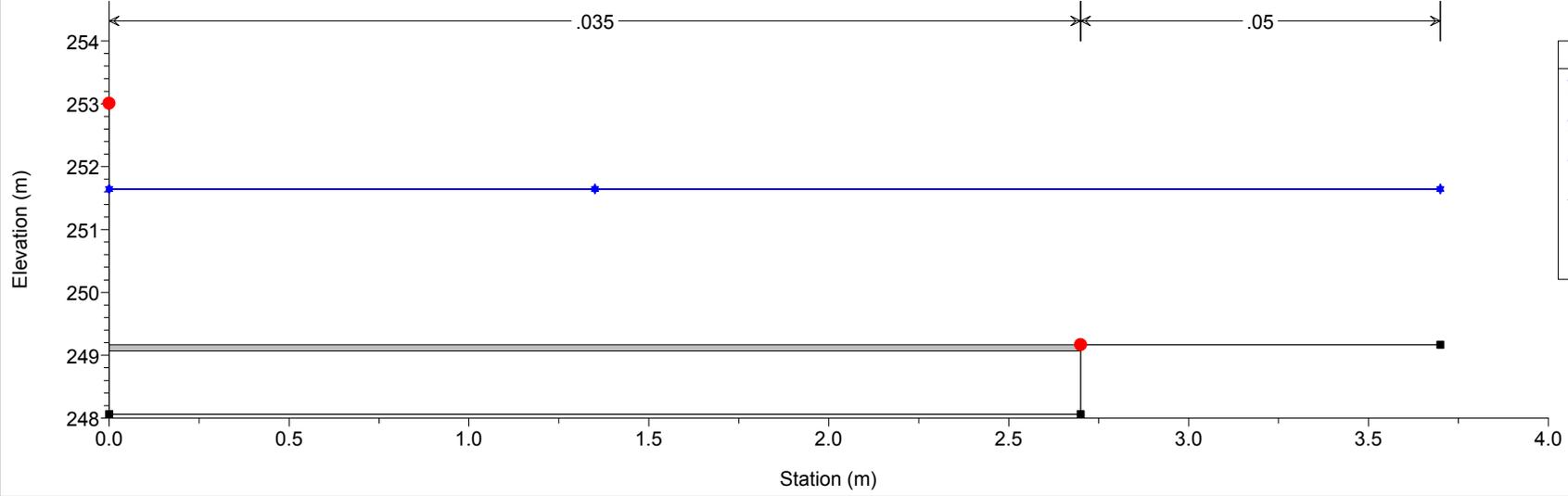
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 7 Sezione 9 Ma



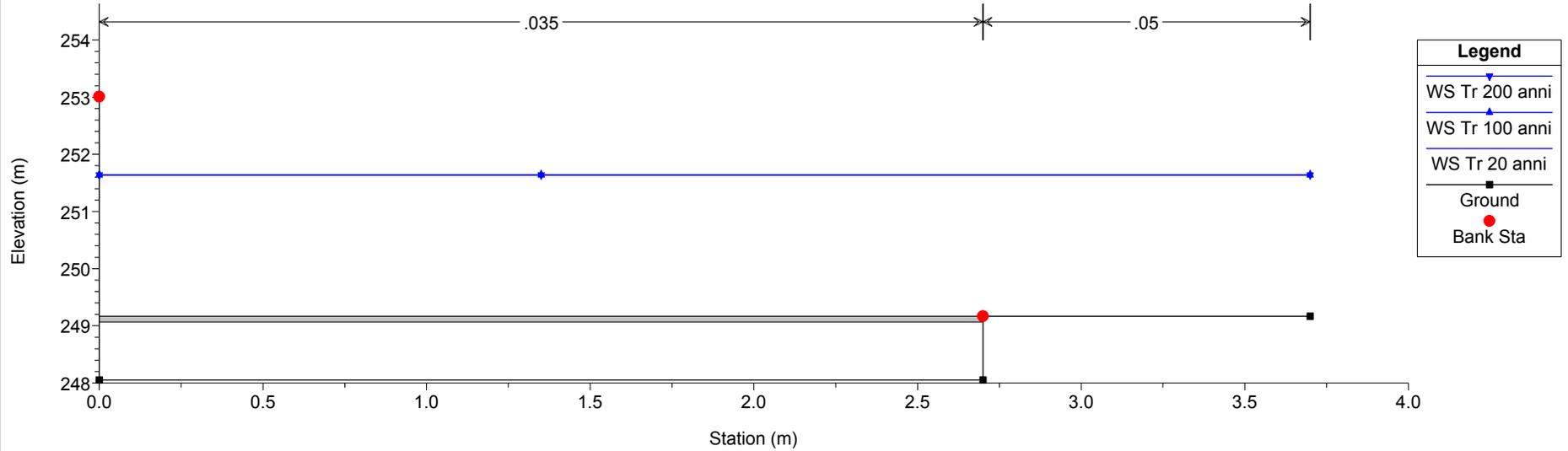
Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 6 Sezione a Monte 10A Ma



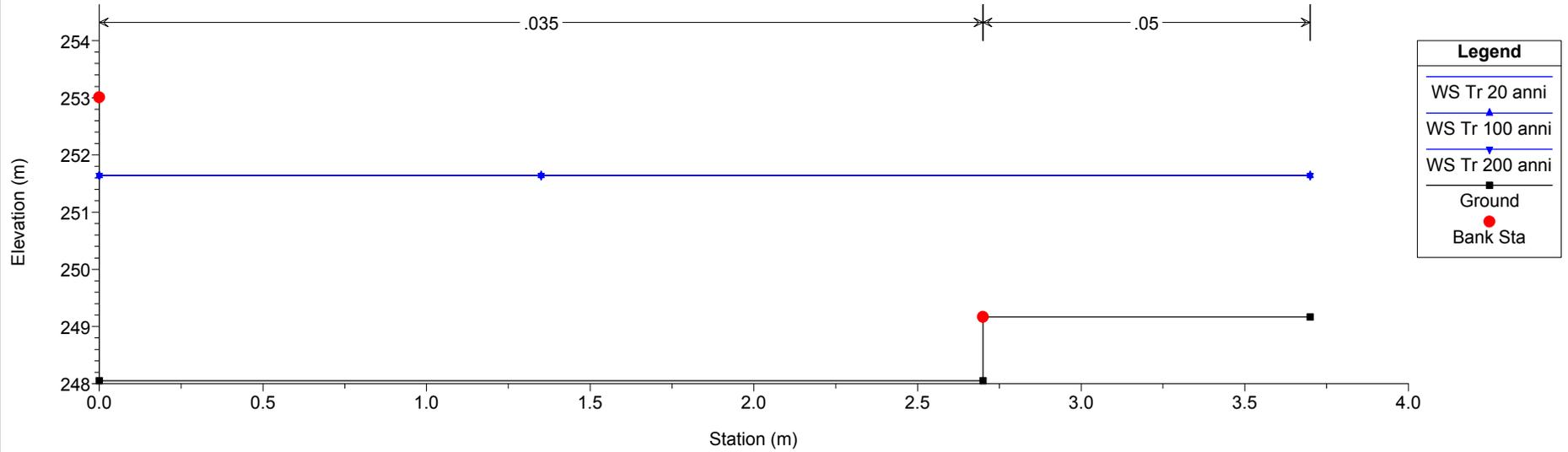
Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 5.5 BR Ponte sez. 10 Ma



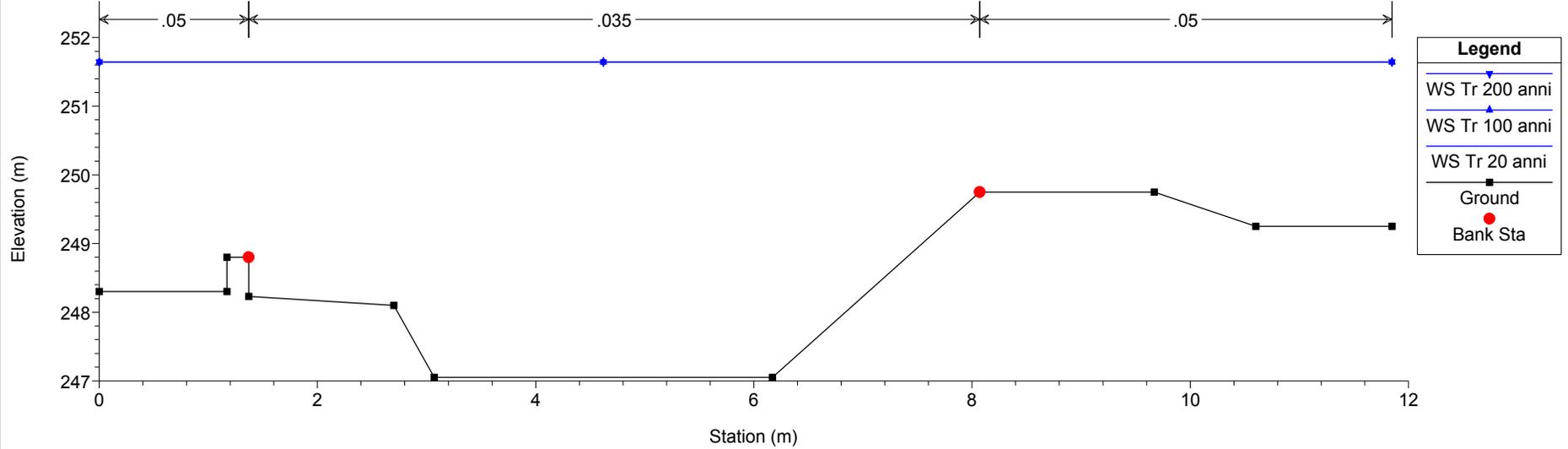
Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 5.5 BR Ponte sez. 10 Ma



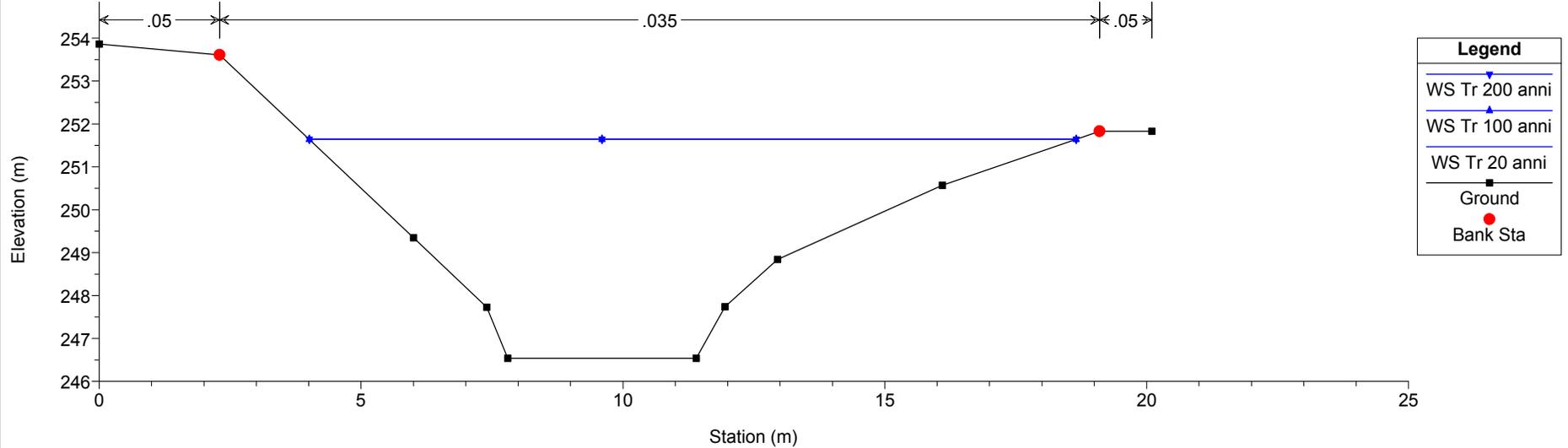
Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018
River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 5 Sezione a Valle 10B Ma

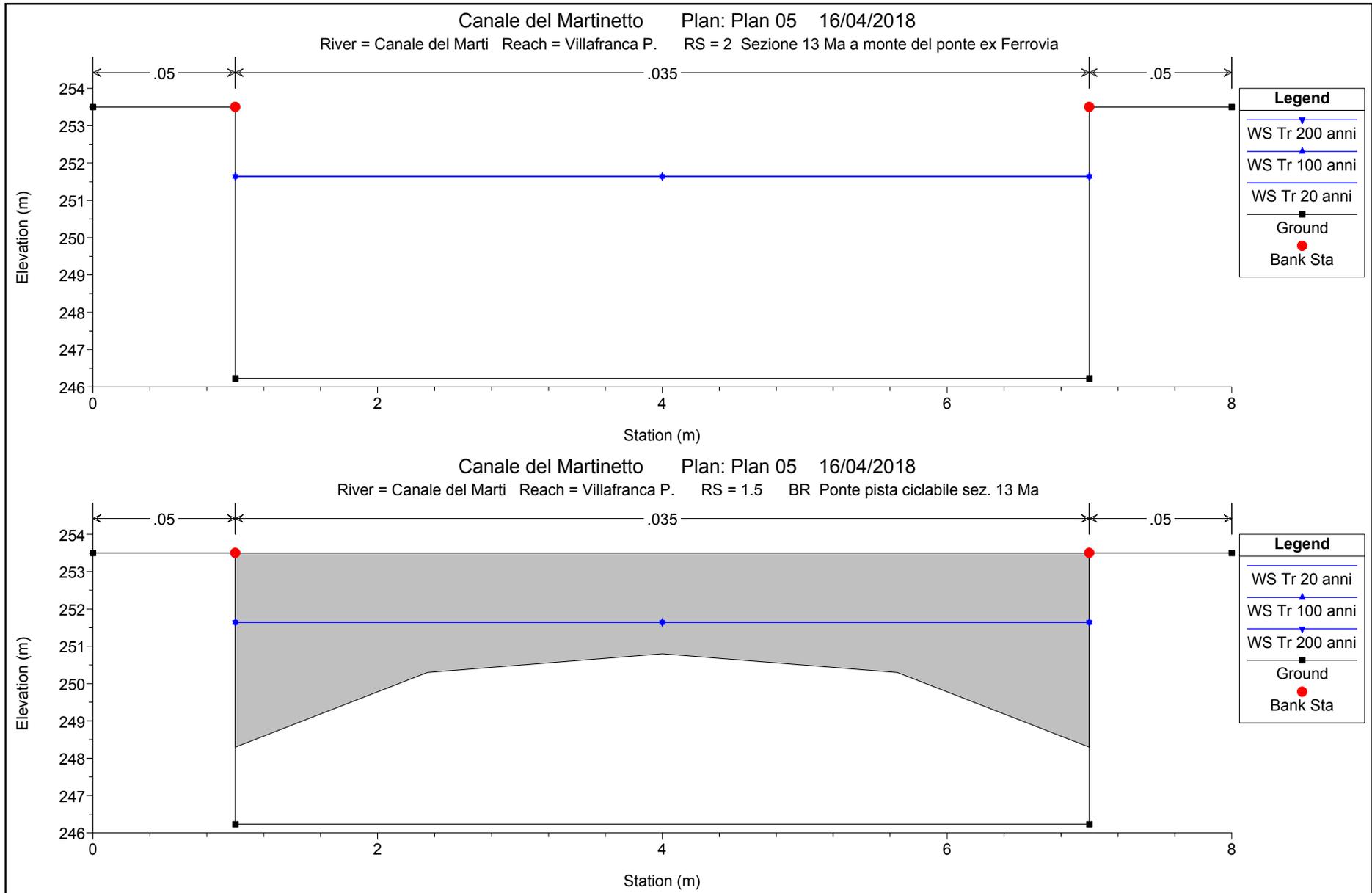


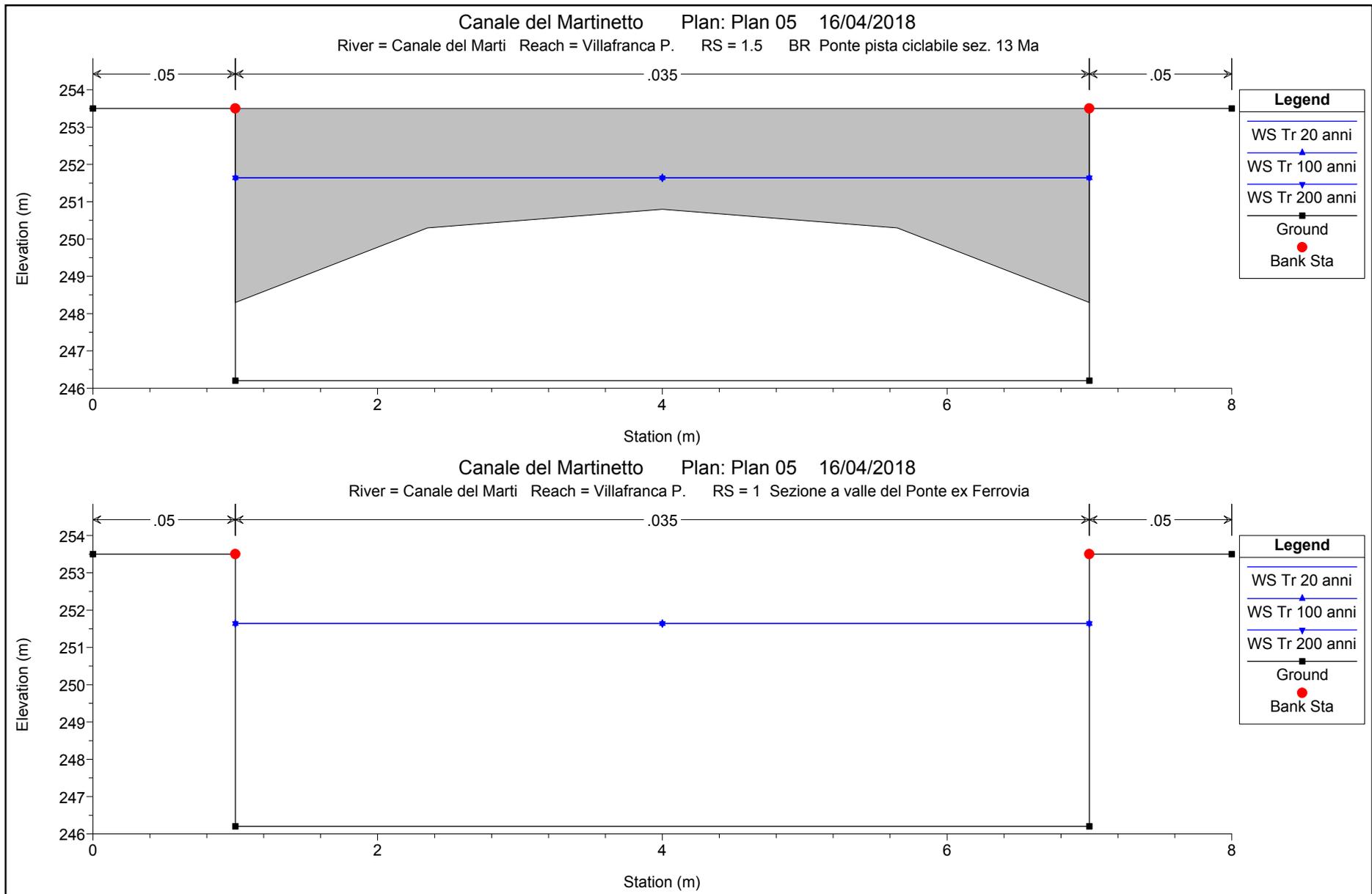
Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018
 River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 4 Sezione 11 Ma



Canale del Martinetto Plan: Plan 05 16/04/2018
 River = Canale del Marti Reach = Villafranca P. RS = 3 Sezione 12 Ma







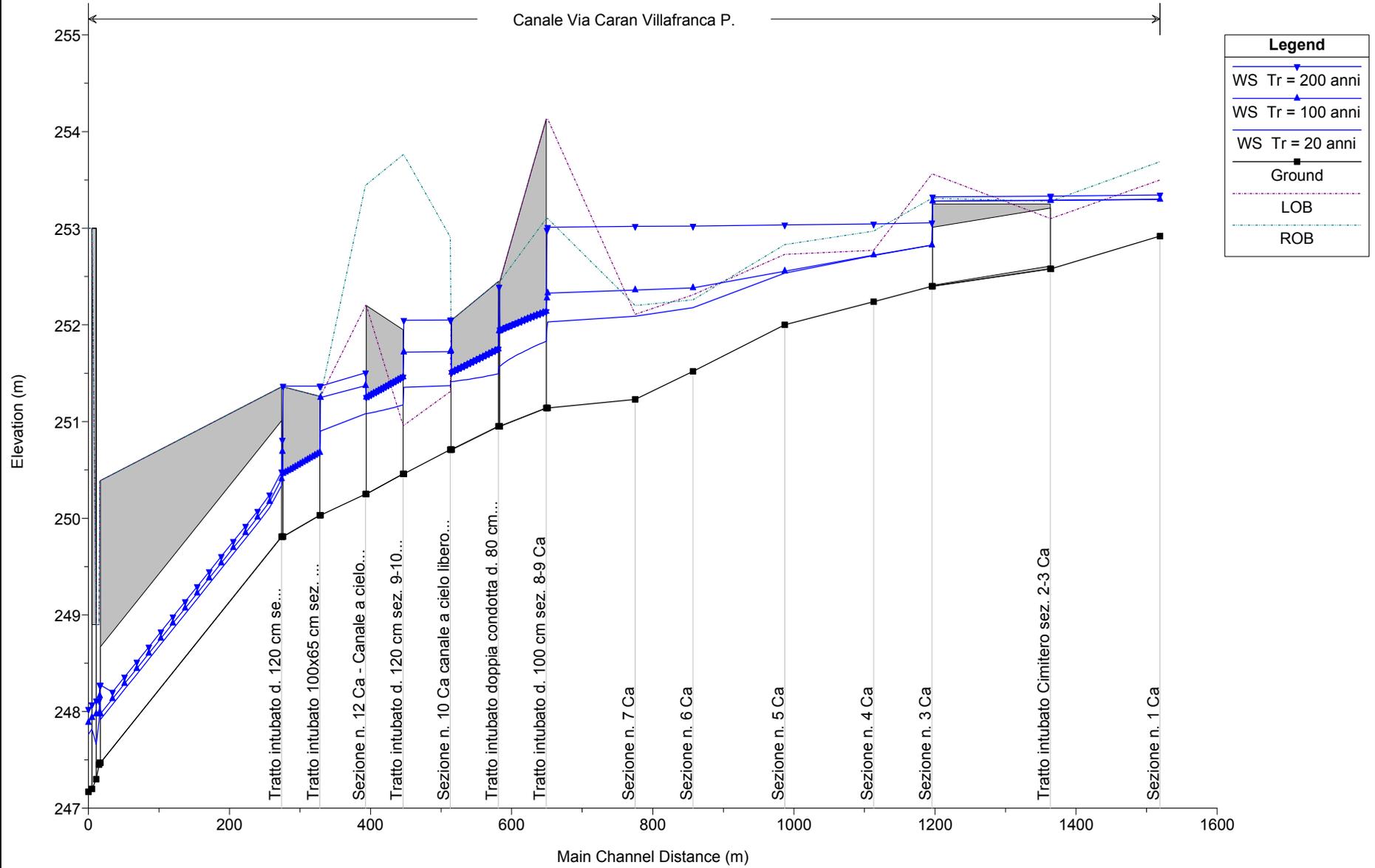
ALLEGATO C

VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE

CANALE VIA CARANDO

Canale Via Carando Plan: Plan 04 06/04/2018

Canale Via Caran Villafranca P.



Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- LOB
- ROB

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Canale Via Caran Reach: Villafranca P.

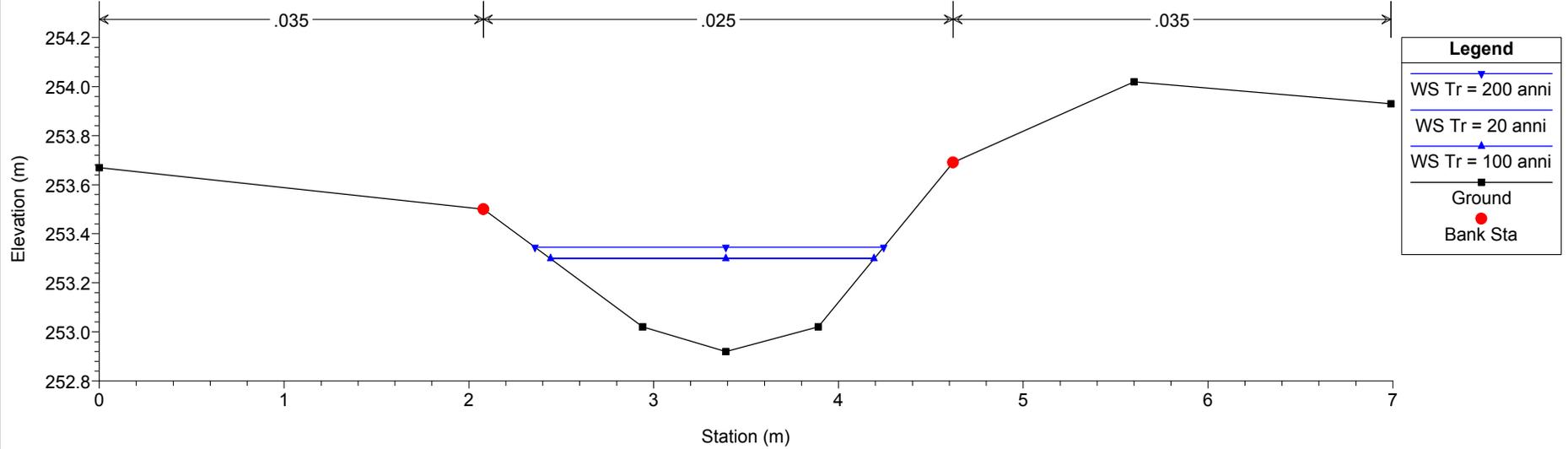
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Villafranca P.	12	Tr = 20 anni	0.30	252.92	253.30	253.50	253.69	253.18	253.33	0.002356	0.70	0.43	1.76	0.46
Villafranca P.	12	Tr = 100 anni	0.30	252.92	253.30	253.50	253.69	253.18	253.32	0.002420	0.71	0.42	1.75	0.46
Villafranca P.	12	Tr = 200 anni	0.40	252.92	253.34	253.50	253.69	253.22	253.38	0.002597	0.79	0.51	1.89	0.48
Villafranca P.	11	Tr = 20 anni	0.30	252.58	253.29	253.10	253.28	252.77	253.29	0.000054	0.18	1.80	4.73	0.08
Villafranca P.	11	Tr = 100 anni	0.30	252.58	253.29	253.10	253.28	252.77	253.29	0.000055	0.18	1.79	4.69	0.08
Villafranca P.	11	Tr = 200 anni	0.40	252.58	253.33	253.10	253.28	252.80	253.33	0.000073	0.22	2.00	5.37	0.09
Villafranca P.	10.5		Culvert											
Villafranca P.	10	Tr = 20 anni	0.30	252.40	252.83	253.56	253.31		252.85	0.002439	0.74	0.41	1.48	0.45
Villafranca P.	10	Tr = 100 anni	0.30	252.40	252.83	253.56	253.31		252.85	0.002424	0.73	0.41	1.48	0.45
Villafranca P.	10	Tr = 200 anni	0.40	252.40	253.06	253.56	253.31		253.07	0.000683	0.49	0.81	2.03	0.25
Villafranca P.	9	Tr = 20 anni	0.30	252.24	252.72	252.77	252.97		252.73	0.000938	0.50	0.60	2.00	0.29
Villafranca P.	9	Tr = 100 anni	0.30	252.24	252.72	252.77	252.97		252.73	0.000913	0.50	0.60	2.01	0.29
Villafranca P.	9	Tr = 200 anni	0.40	252.24	253.05	252.77	252.97		253.05	0.000104	0.25	2.01	6.57	0.11
Villafranca P.	8	Tr = 20 anni	0.30	252.00	252.54	252.73	252.83		252.56	0.002112	0.70	0.43	1.44	0.41
Villafranca P.	8	Tr = 100 anni	0.30	252.00	252.56	252.73	252.83		252.58	0.001764	0.65	0.46	1.49	0.38
Villafranca P.	8	Tr = 200 anni	0.40	252.00	253.03	252.73	252.83		253.04	0.000077	0.23	2.41	7.02	0.09
Villafranca P.	7	Tr = 20 anni	0.95	251.52	252.18	252.31	252.26		252.23	0.002675	1.01	0.94	2.30	0.51
Villafranca P.	7	Tr = 100 anni	1.20	251.52	252.38	252.31	252.26		252.42	0.001145	0.82	1.58	5.51	0.35
Villafranca P.	7	Tr = 200 anni	1.50	251.52	253.02	252.31	252.26		253.03	0.000069	0.33	6.09	7.13	0.10
Villafranca P.	6	Tr = 20 anni	0.95	251.23	252.09	252.11	252.20		252.11	0.000815	0.64	1.49	3.10	0.29
Villafranca P.	6	Tr = 100 anni	1.20	251.23	252.36	252.11	252.20		252.37	0.000249	0.46	3.15	7.66	0.17
Villafranca P.	6	Tr = 200 anni	1.50	251.23	253.02	252.11	252.20		253.02	0.000029	0.24	8.21	7.66	0.07
Villafranca P.	5	Tr = 20 anni	0.95	251.14	252.03	254.13	253.10		252.04	0.000351	0.49	1.94	2.40	0.17
Villafranca P.	5	Tr = 100 anni	1.20	251.14	252.33	254.13	253.10		252.34	0.000240	0.45	2.65	2.40	0.14
Villafranca P.	5	Tr = 200 anni	1.50	251.14	253.01	254.13	253.10		253.02	0.000107	0.35	4.51	3.40	0.08
Villafranca P.	4	Tr = 20 anni	0.95	251.14	251.97	254.13	253.10	251.59	252.04	0.003863	1.14	0.83	1.00	0.40
Villafranca P.	4	Tr = 100 anni	1.20	251.14	252.28	254.13	253.10	251.67	252.33	0.002846	1.05	1.14	1.00	0.32
Villafranca P.	4	Tr = 200 anni	1.50	251.14	252.98	254.13	253.10	251.75	253.01	0.001442	0.82	1.84	1.00	0.19
Villafranca P.	3.95		Culvert											
Villafranca P.	3.9	Tr = 20 anni	0.95	250.95	251.57	252.45	252.45	251.23	251.60	0.001310	0.76	1.24	2.00	0.31
Villafranca P.	3.9	Tr = 100 anni	1.20	250.95	251.94	252.45	252.45	251.28	251.96	0.000585	0.61	1.98	2.00	0.19
Villafranca P.	3.9	Tr = 200 anni	1.50	250.95	252.39	252.45	252.45	251.33	252.41	0.000342	0.52	2.88	2.00	0.14

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Canale Via Caran Reach: Villafranca P. (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Villafranca P.	1	Tr = 20 anni	0.95	247.17	247.77	253.00	253.00	247.62	247.90	0.009003	1.59	0.60	1.00	0.66
Villafranca P.	1	Tr = 100 anni	1.20	247.17	247.88	253.00	253.00	247.70	248.03	0.009001	1.68	0.71	1.00	0.63
Villafranca P.	1	Tr = 200 anni	1.50	247.17	248.02	253.00	253.00	247.78	248.18	0.009000	1.76	0.85	1.00	0.61

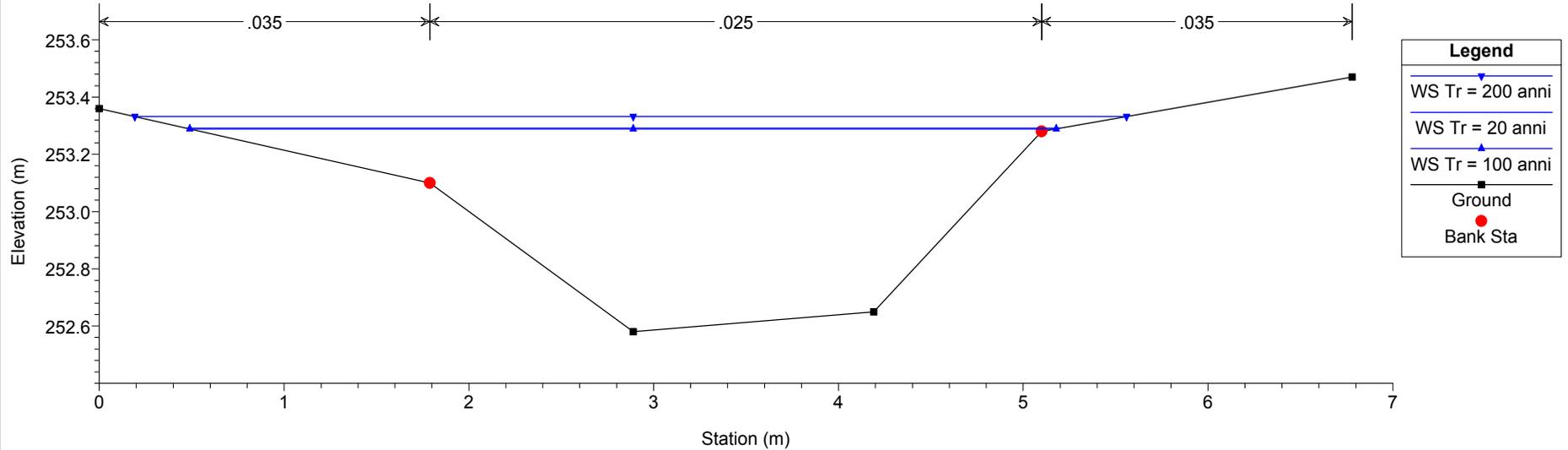
Canale Via Carando Plan: Plan 04 06/04/2018

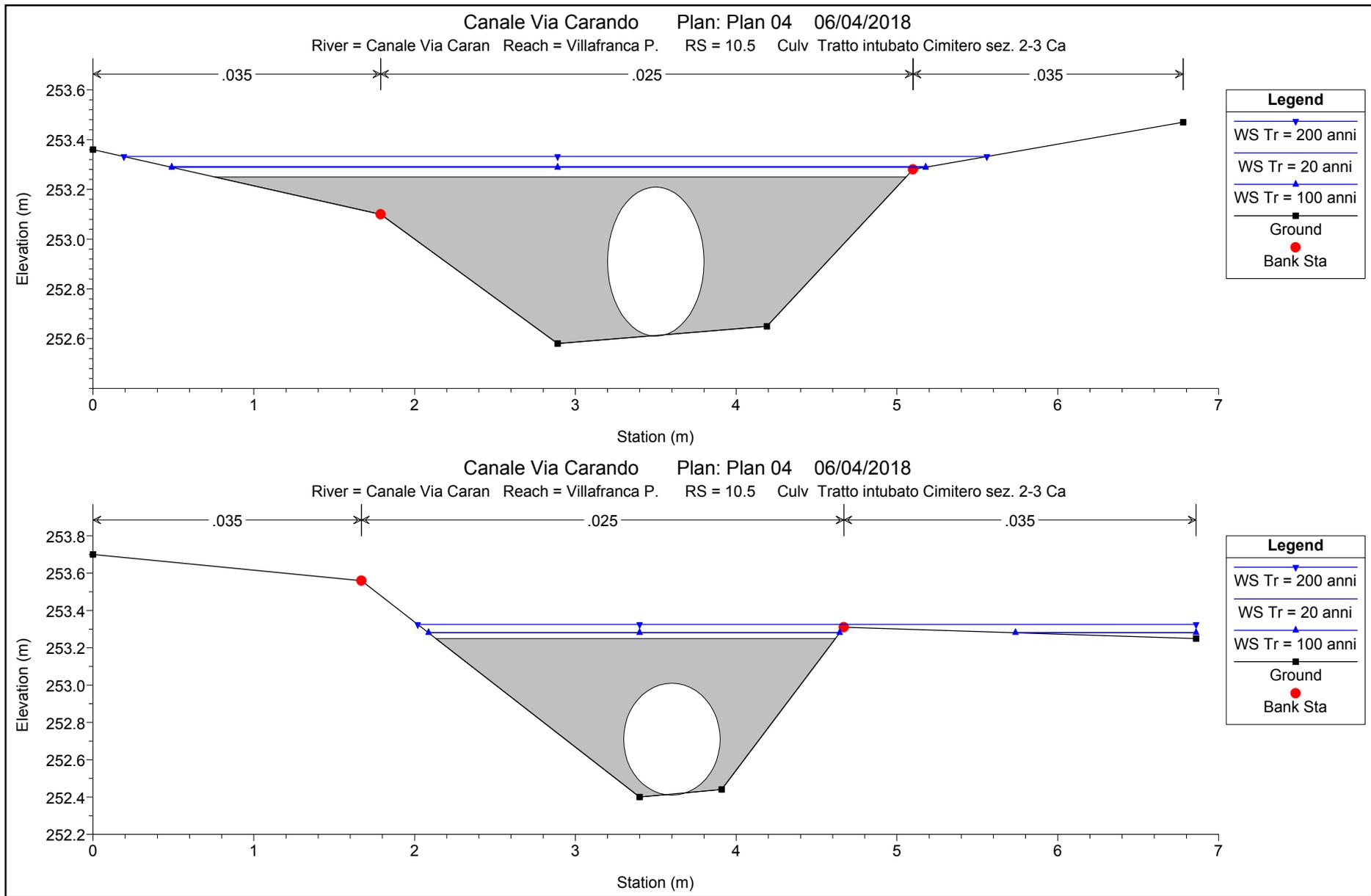
River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 12 Sezione n. 1 Ca



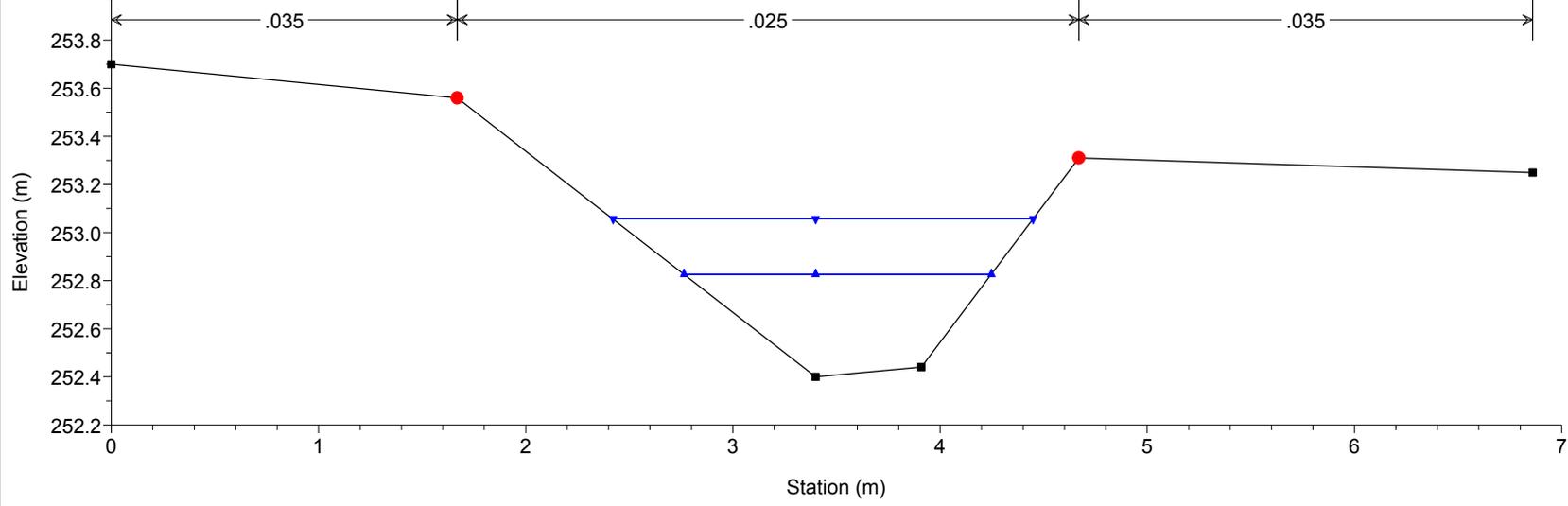
Canale Via Carando Plan: Plan 04 06/04/2018

River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 11 Sezione n. 2 Ca





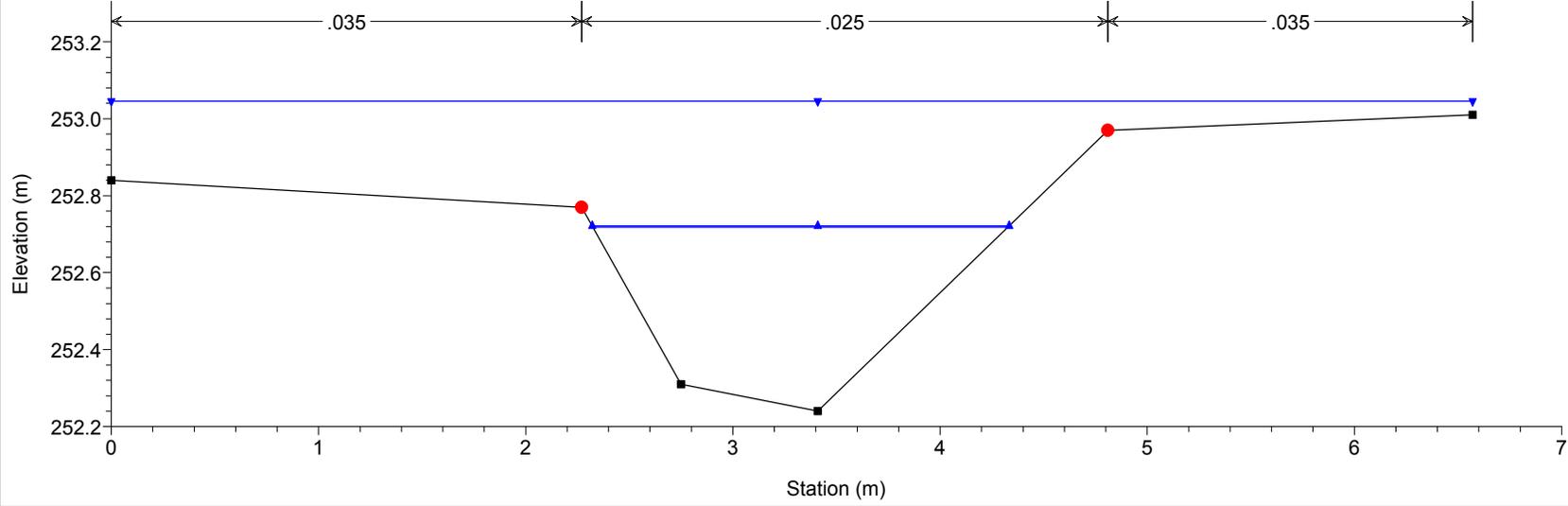
Canale Via Carando Plan: Plan 04 06/04/2018
 River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 10 Sezione n. 3 Ca



Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

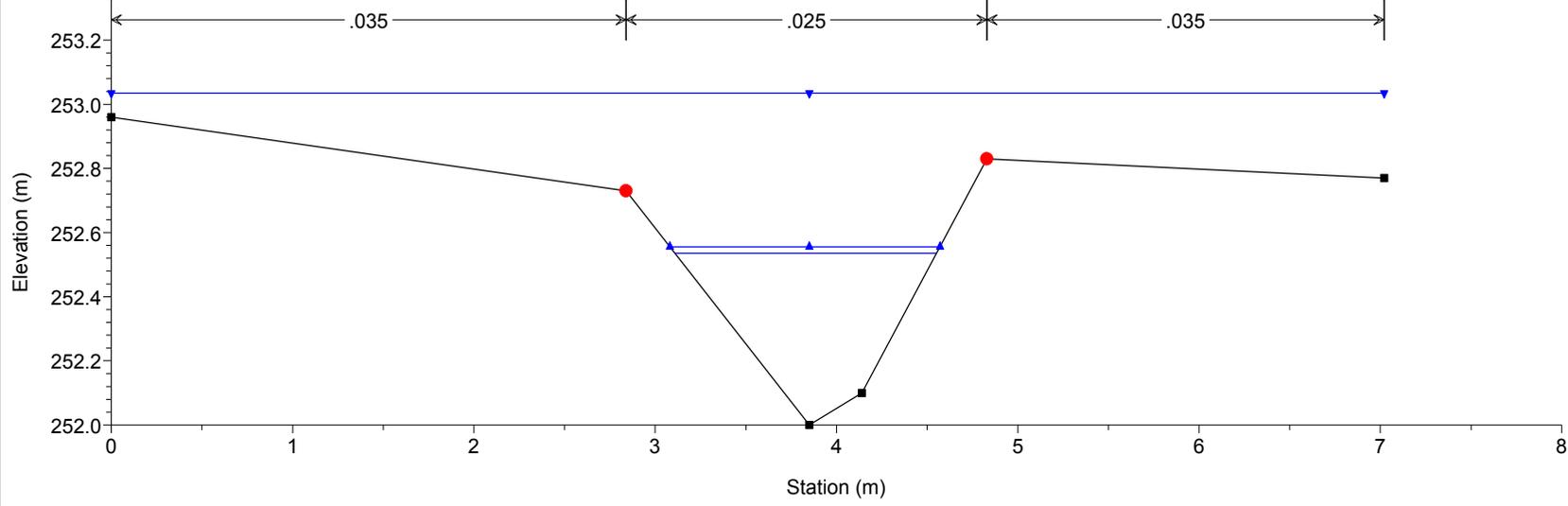
Canale Via Carando Plan: Plan 04 06/04/2018
 River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 9 Sezione n. 4 Ca



Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

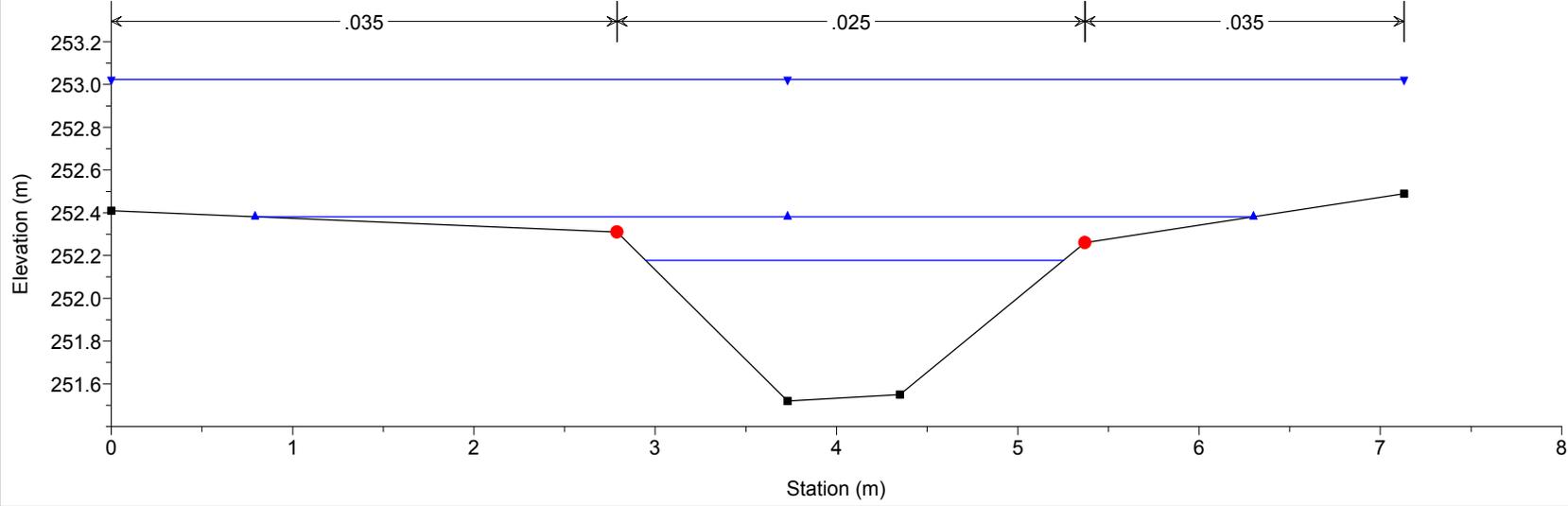
Canale Via Carando Plan: Plan 04 06/04/2018
 River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 8 Sezione n. 5 Ca



Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

Canale Via Carando Plan: Plan 04 06/04/2018
 River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 7 Sezione n. 6 Ca

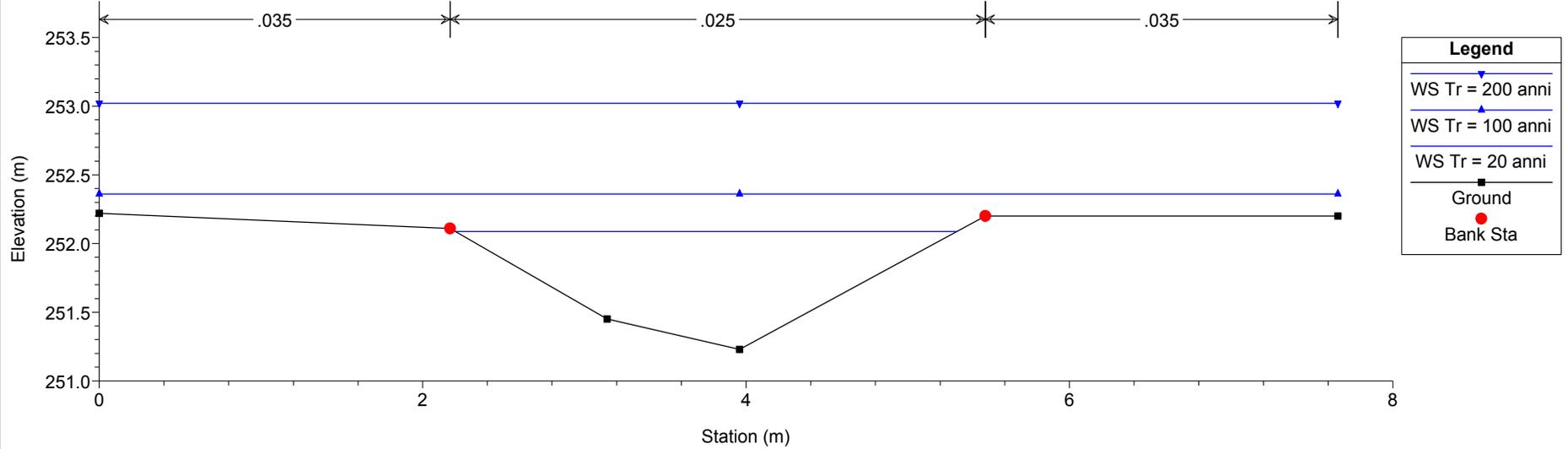


Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

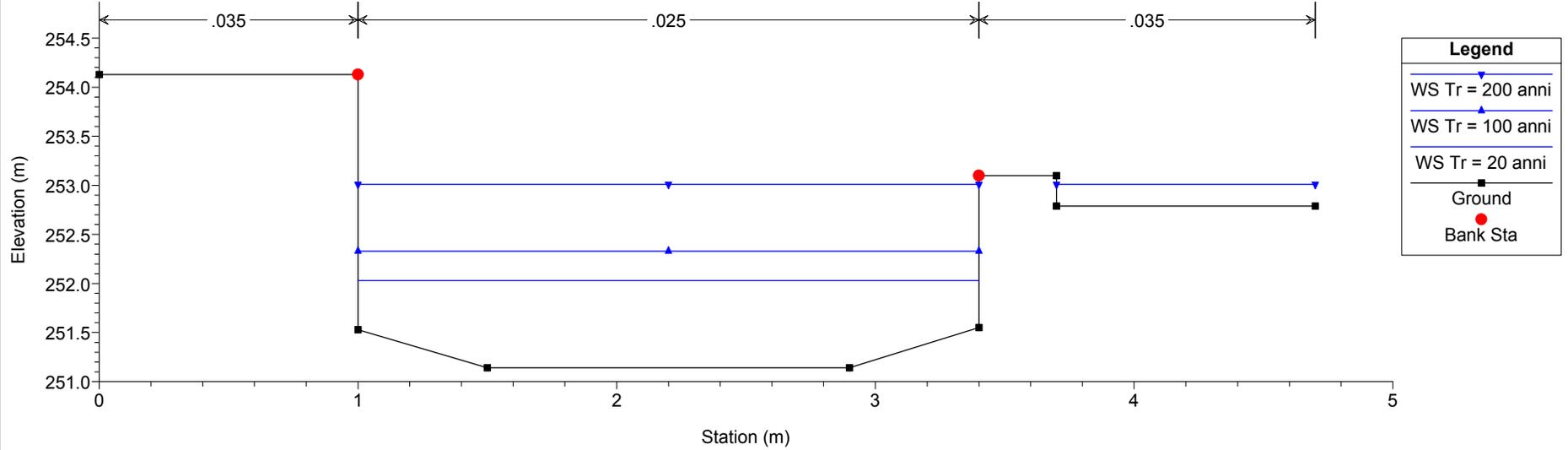
Canale Via Carando Plan: Plan 04 06/04/2018

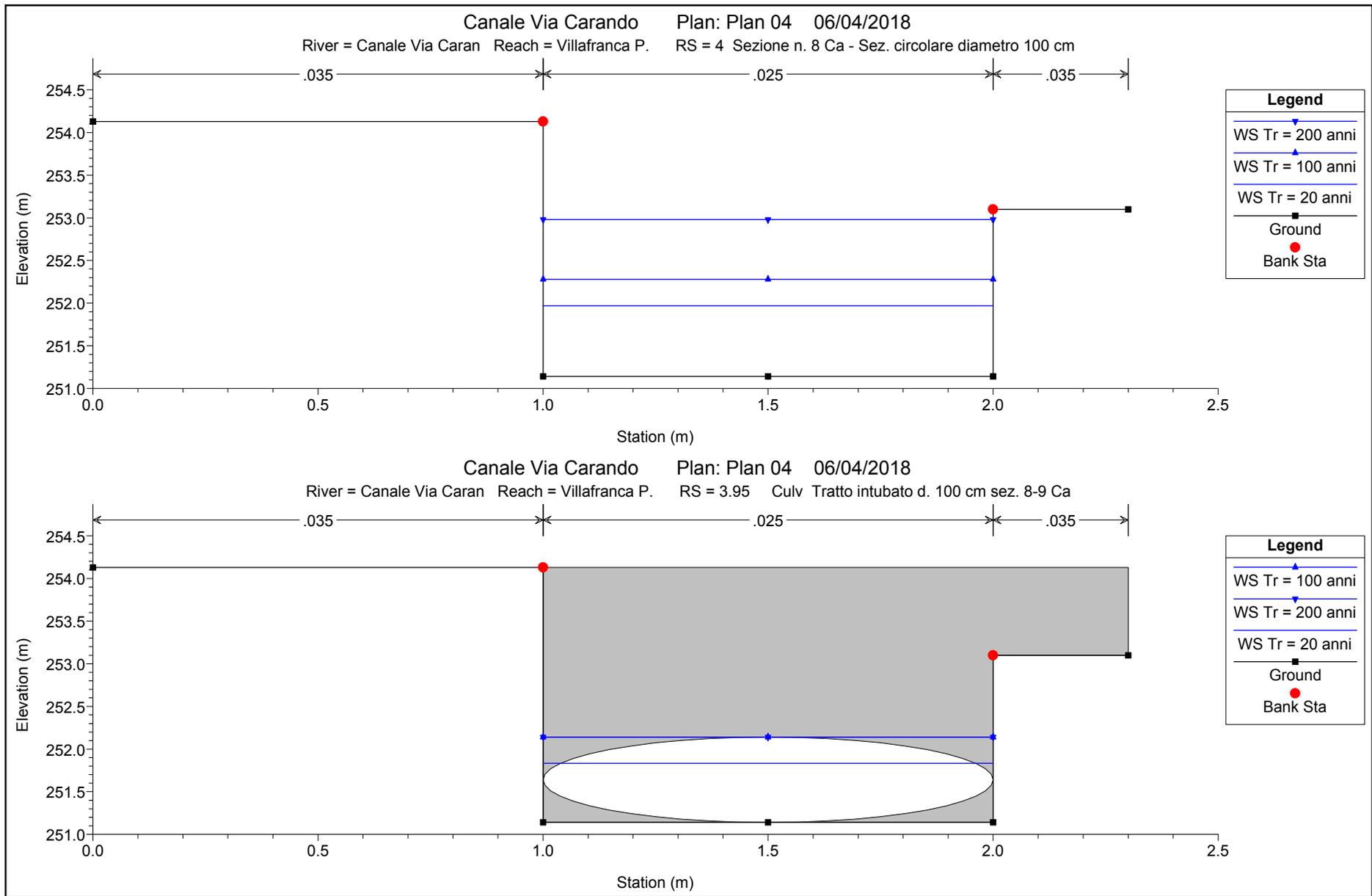
River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 6 Sezione n. 7 Ca

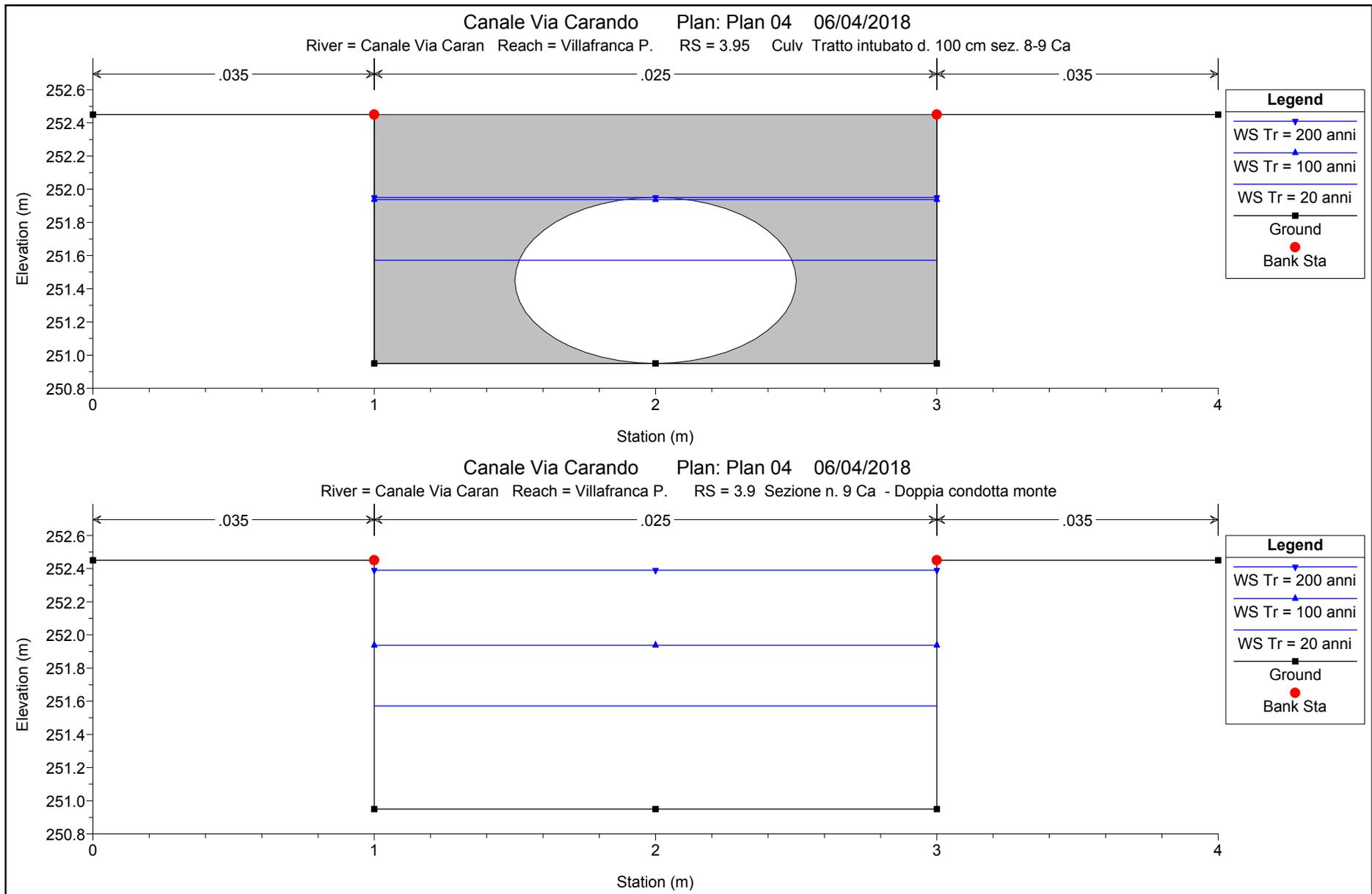


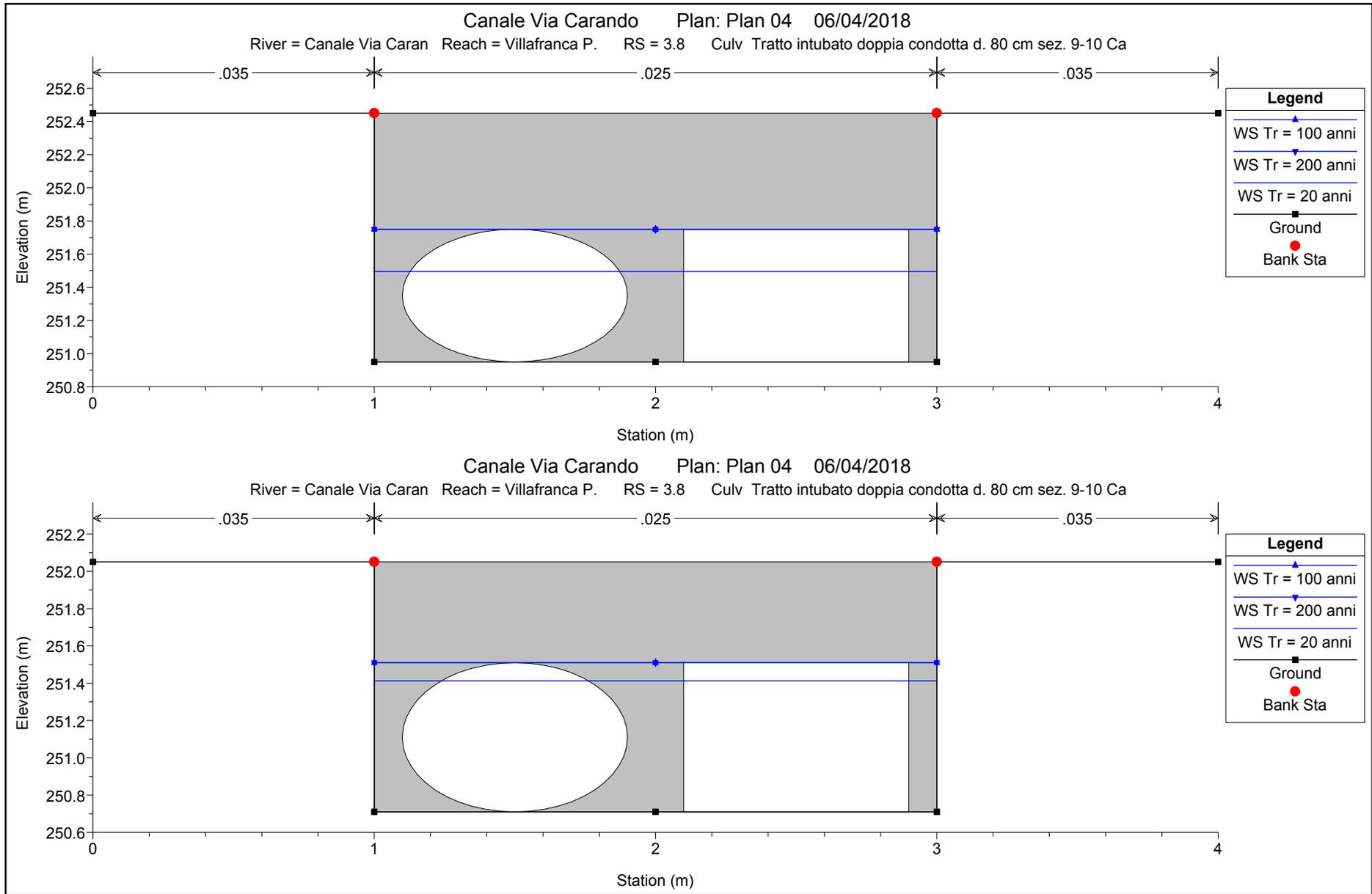
Canale Via Carando Plan: Plan 04 06/04/2018

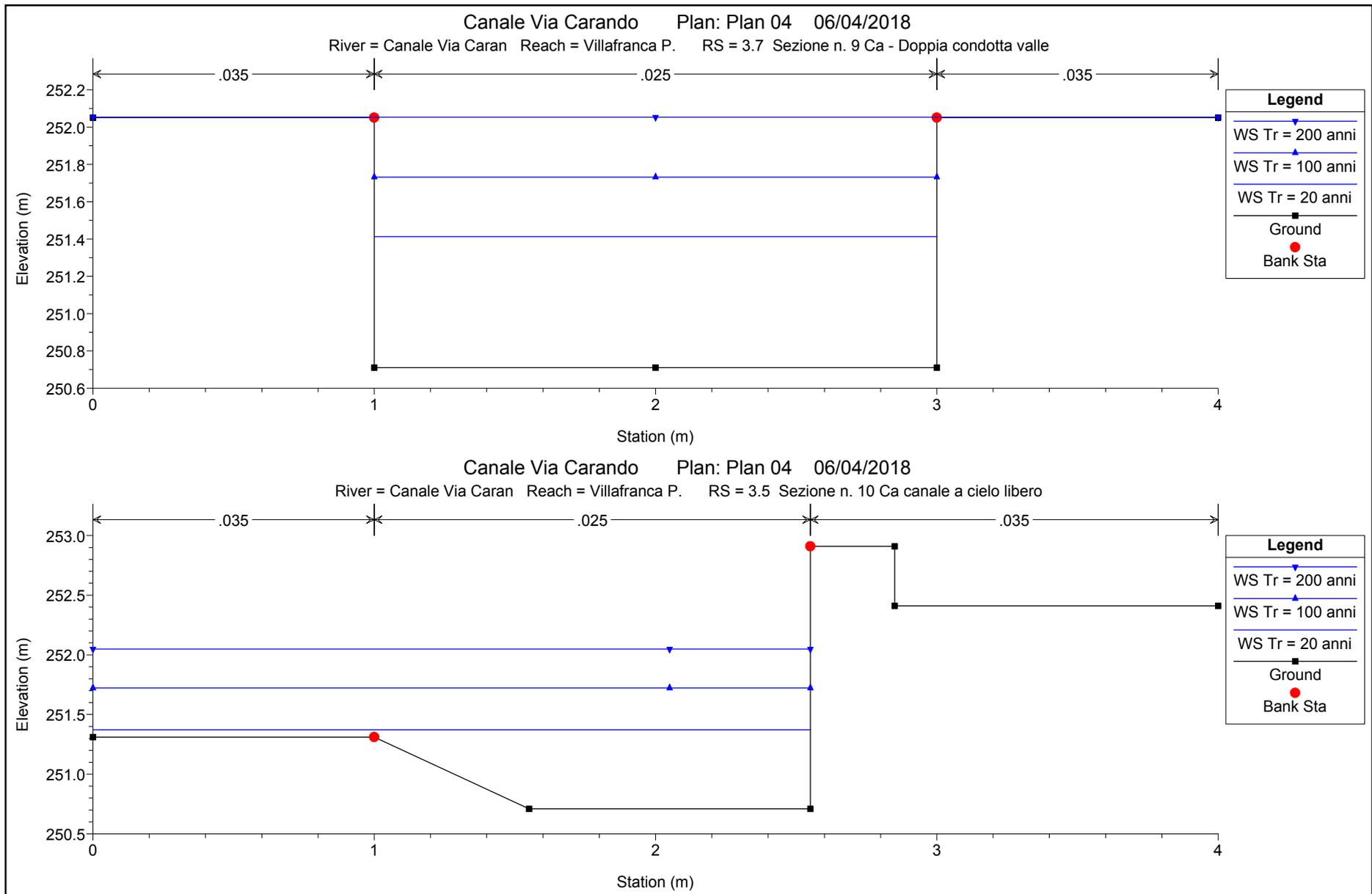
River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 5 Sezione n. 8 Ca monte

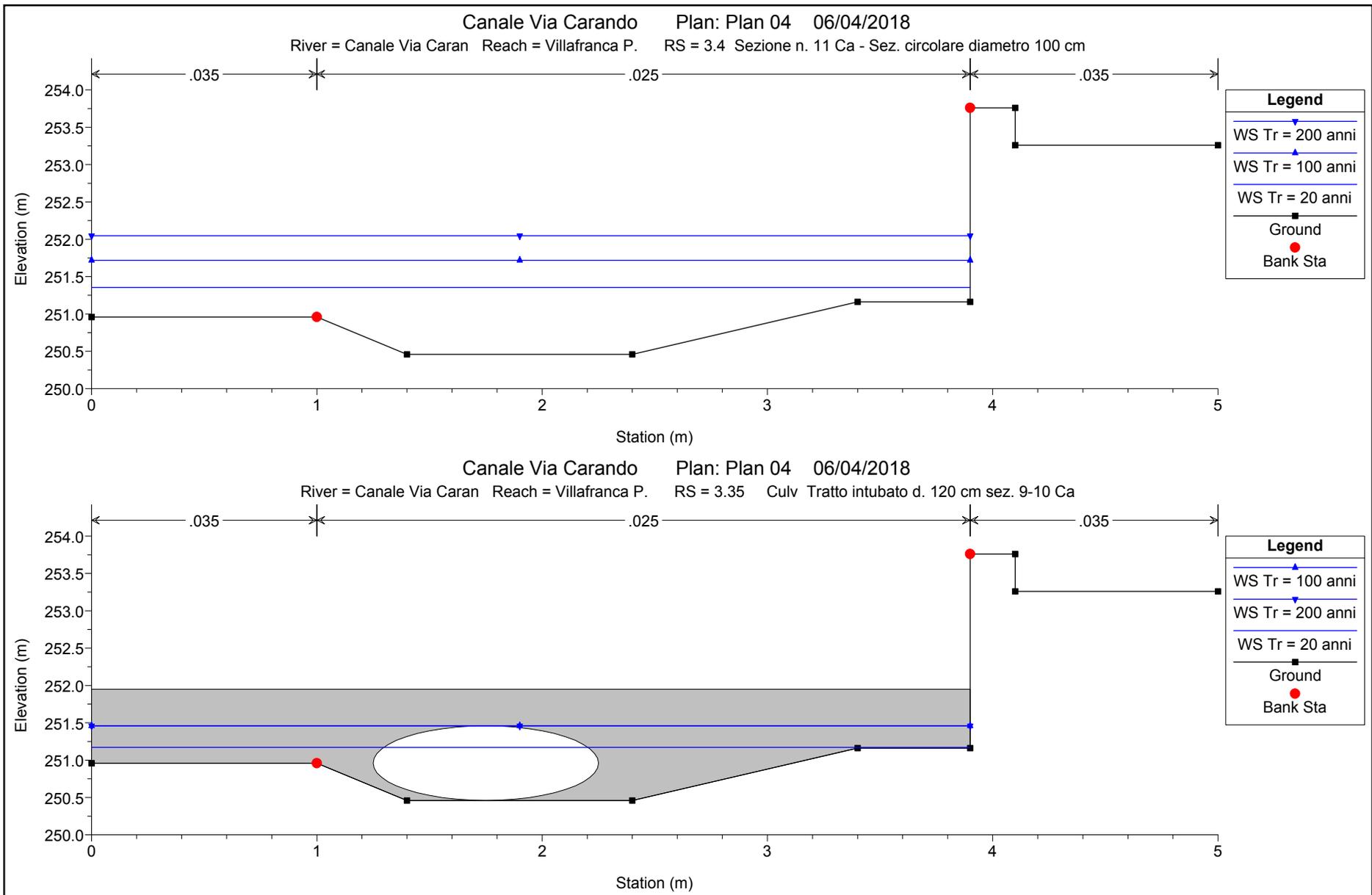


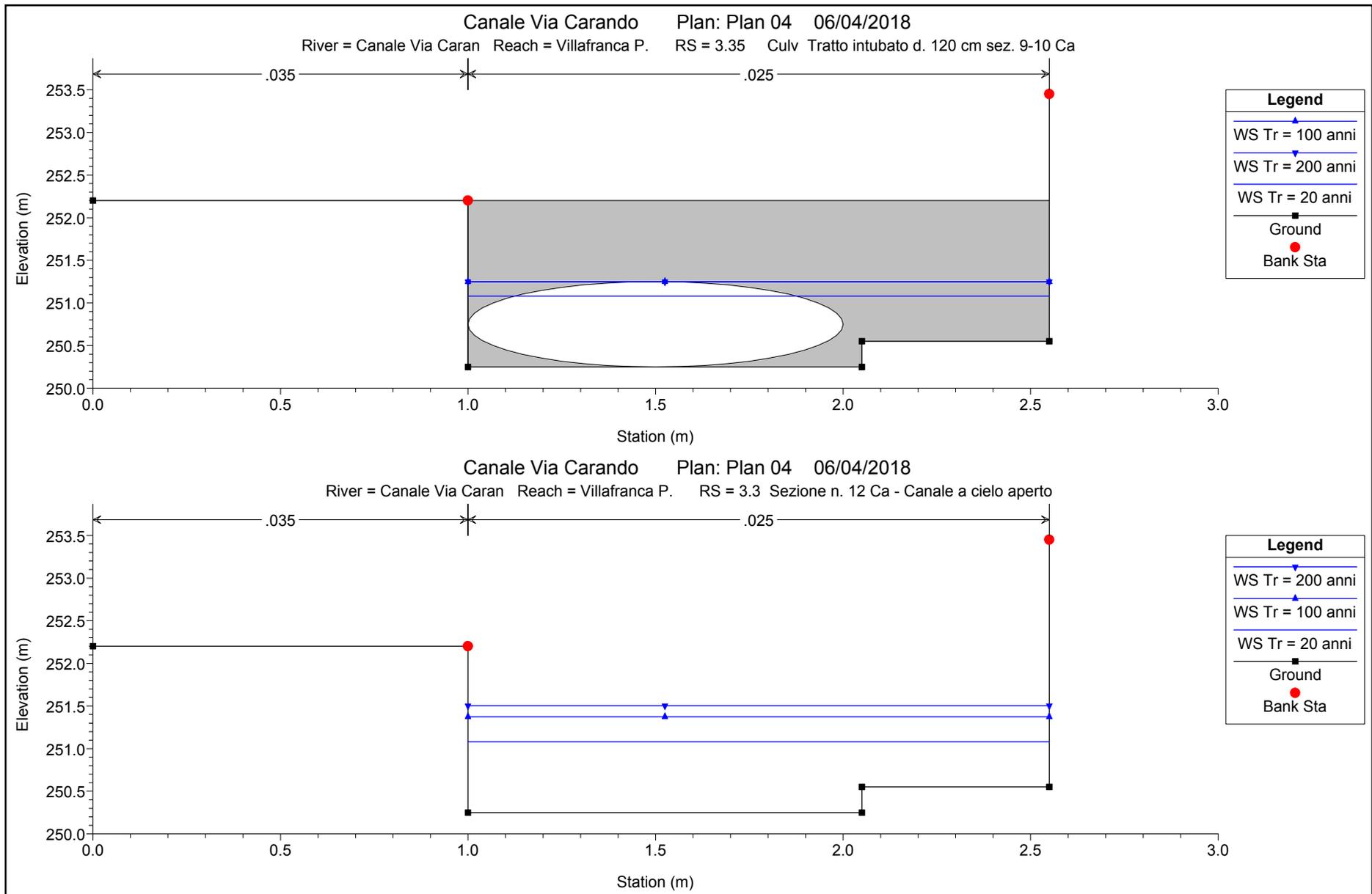


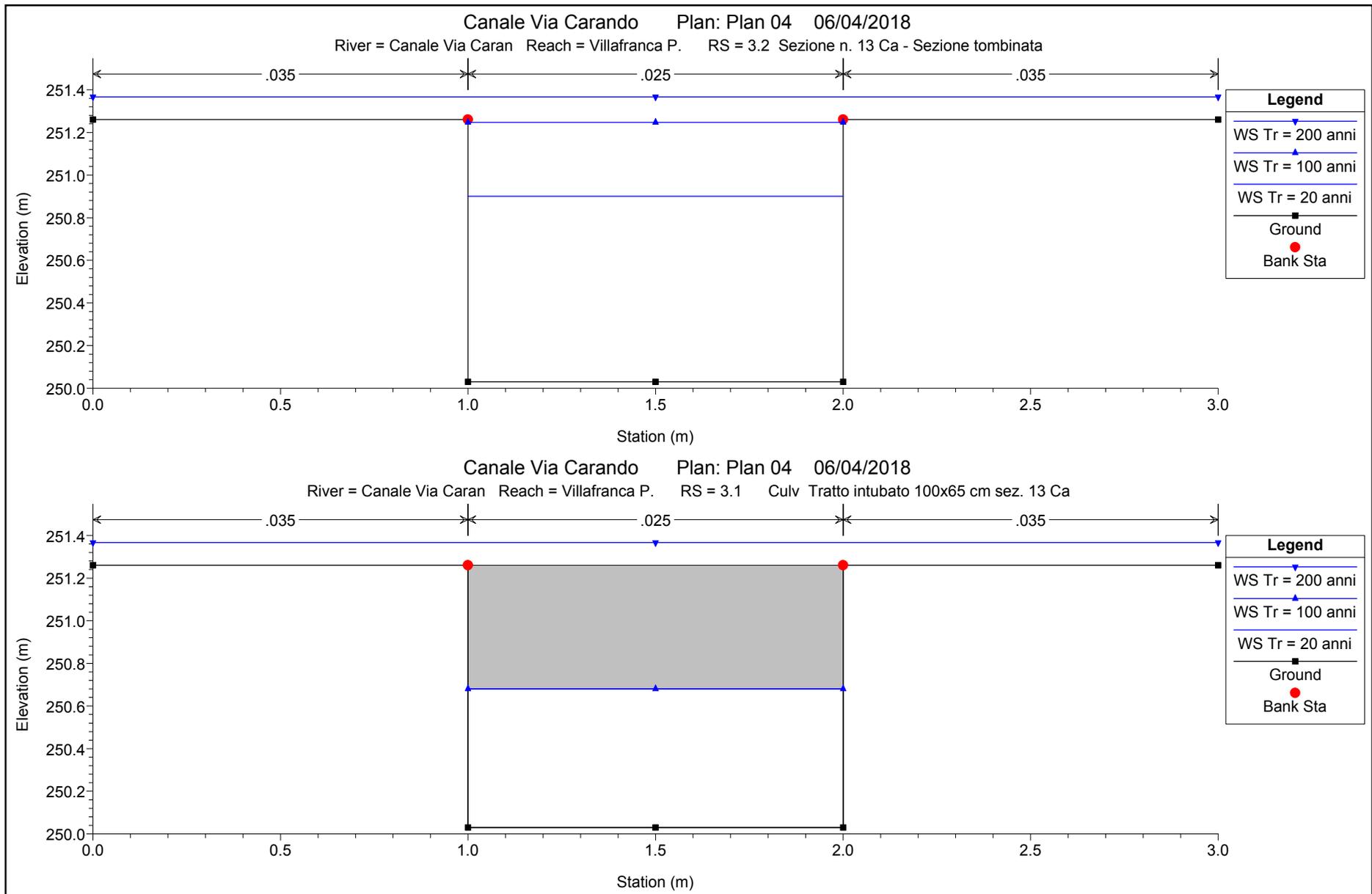


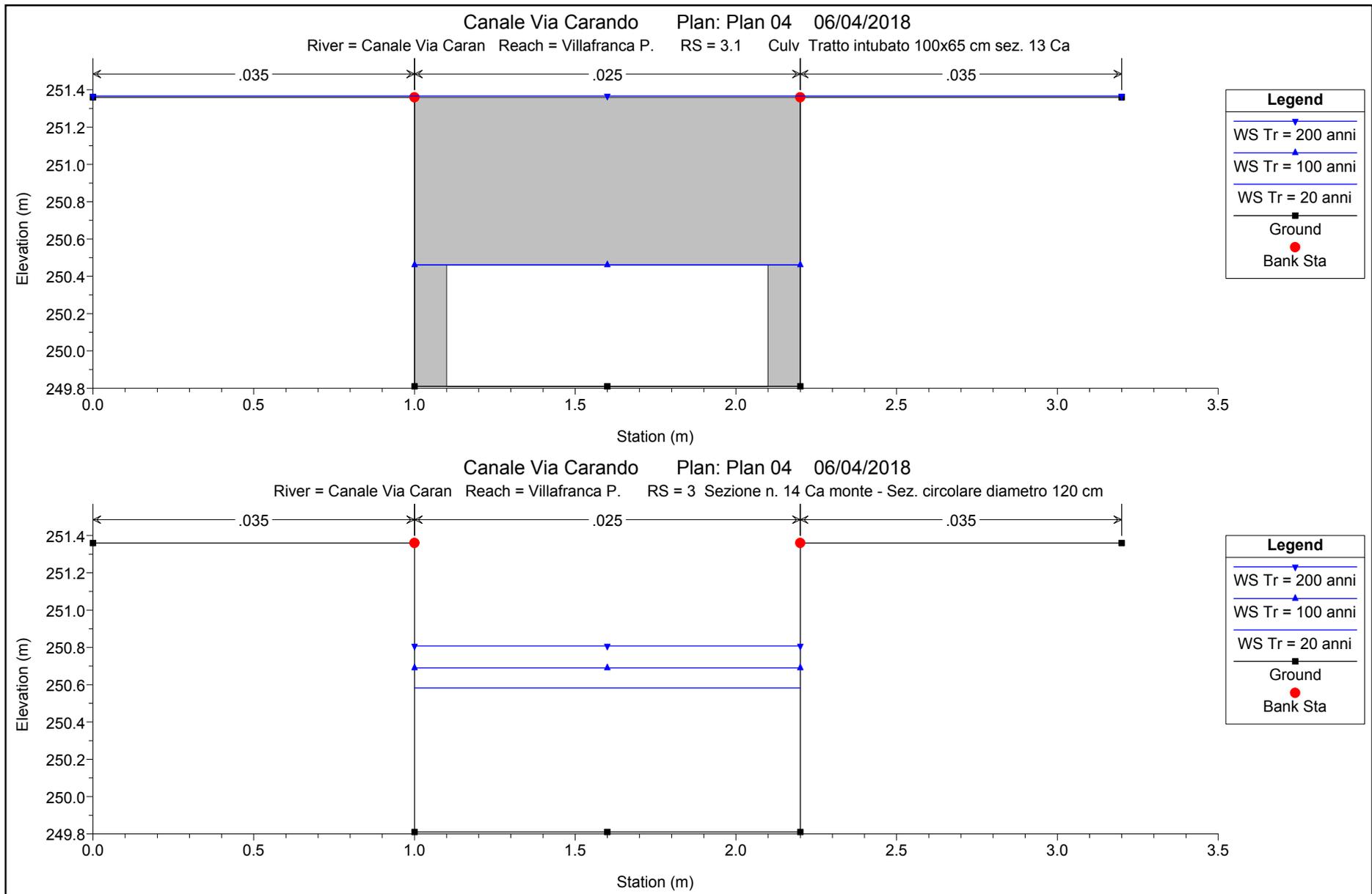


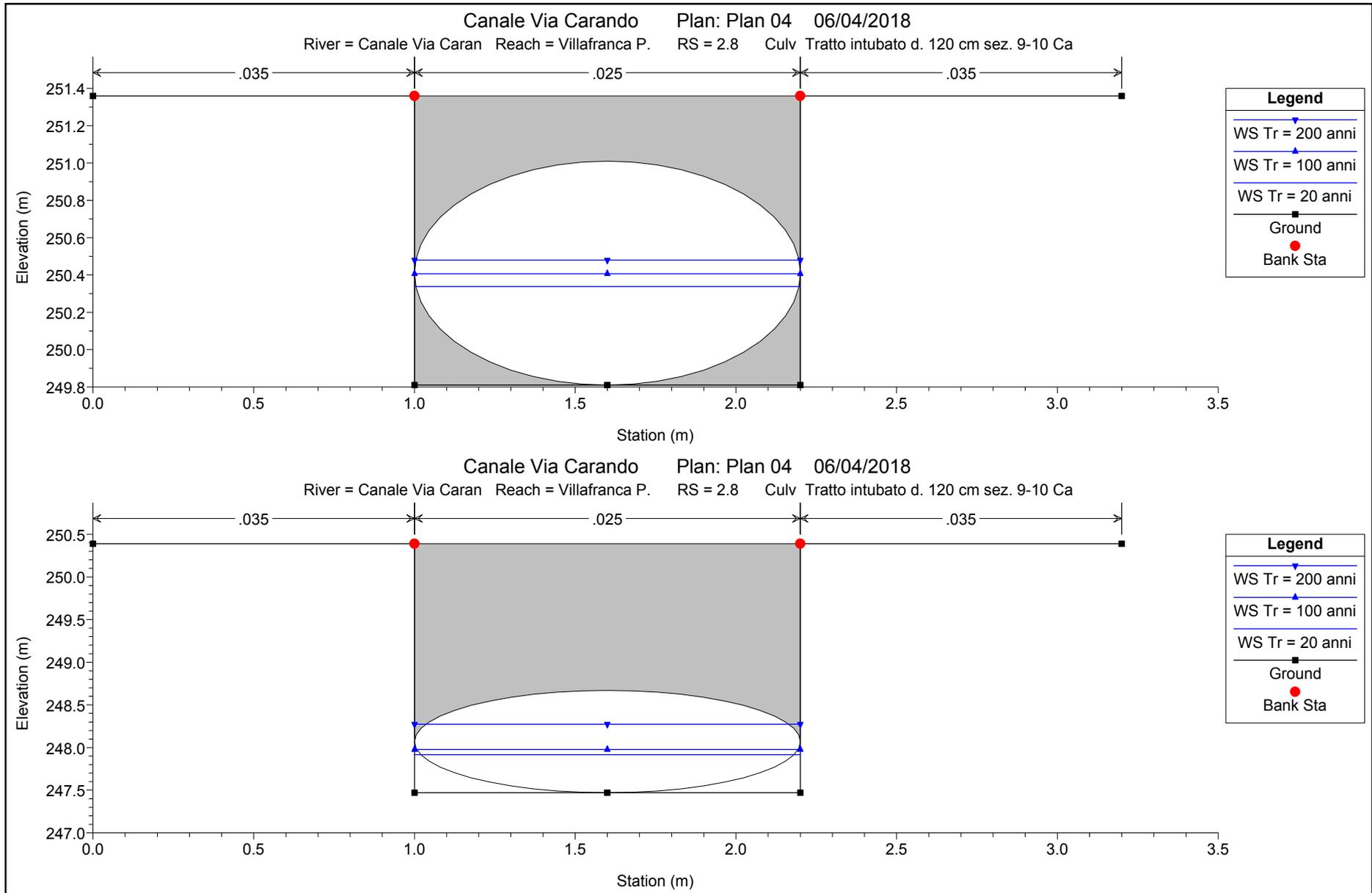


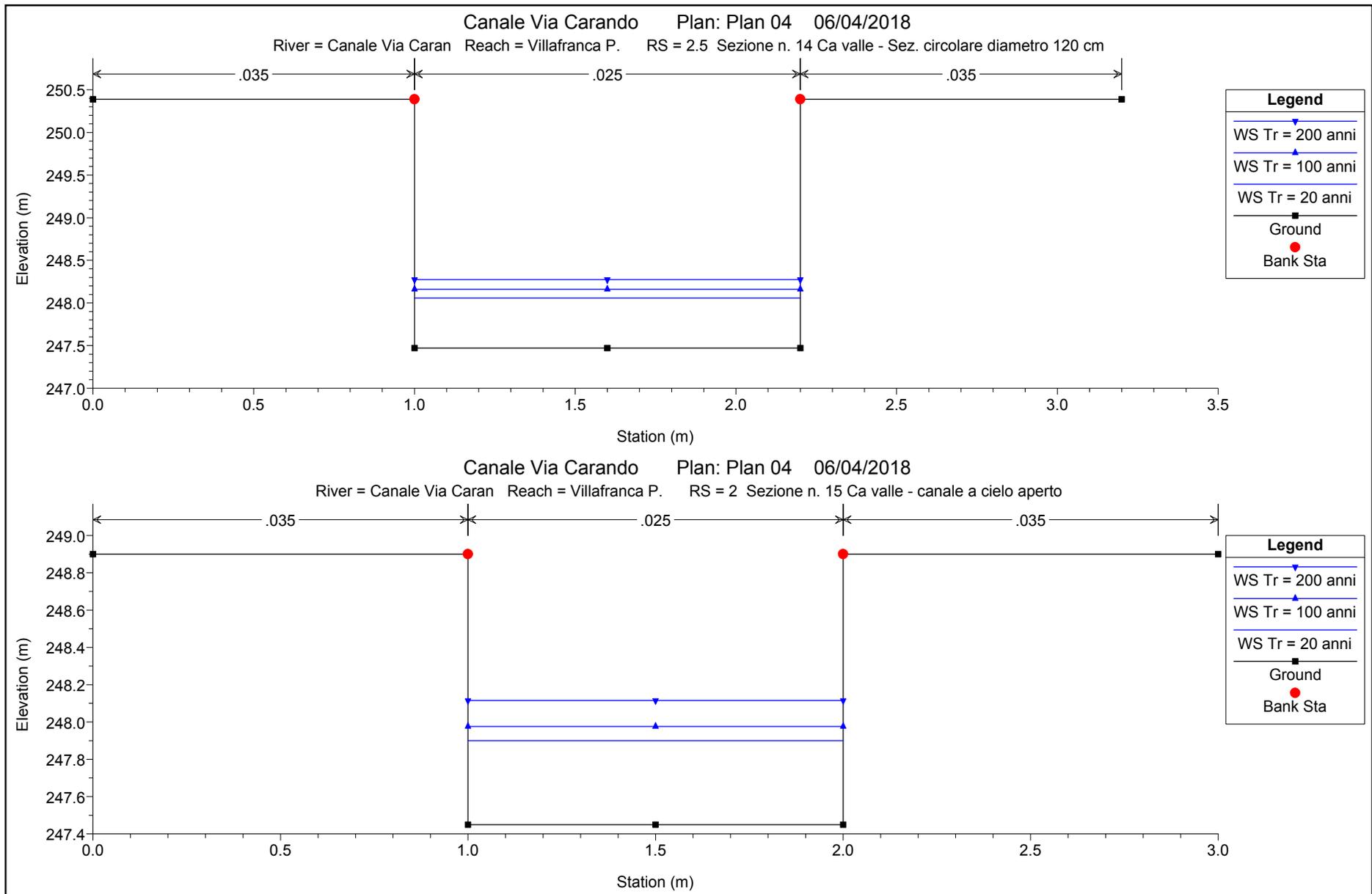


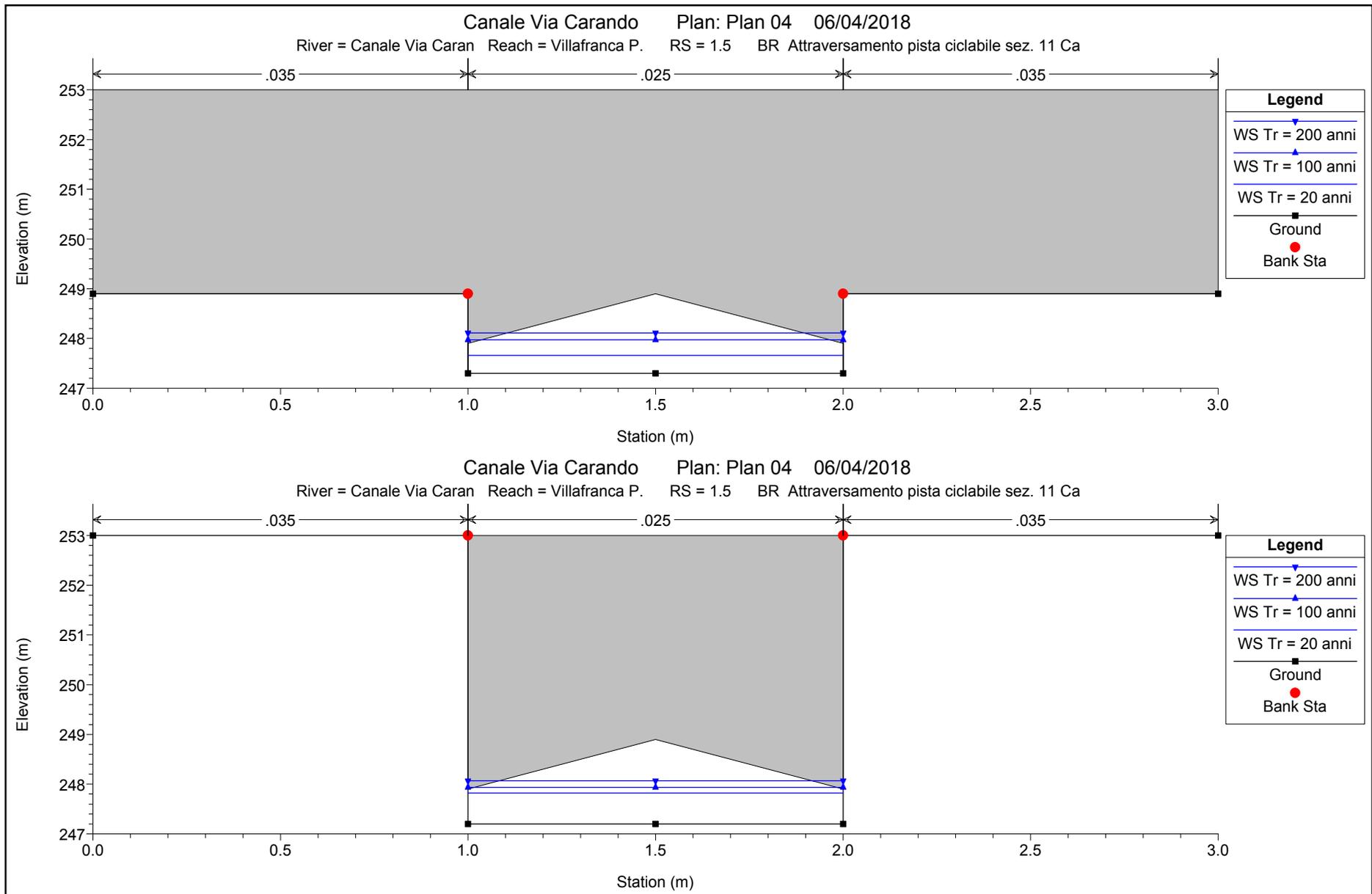






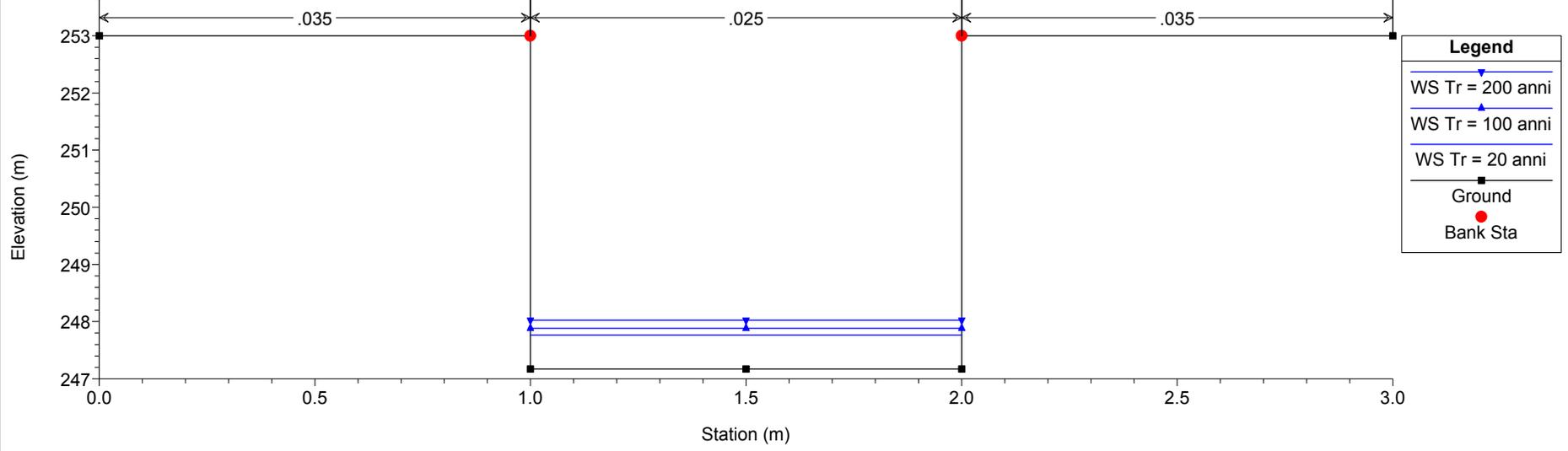






Canale Via Carando Plan: Plan 04 06/04/2018

River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 1 Sezione n. 16 Ca ponte pista ciclabile



Legend

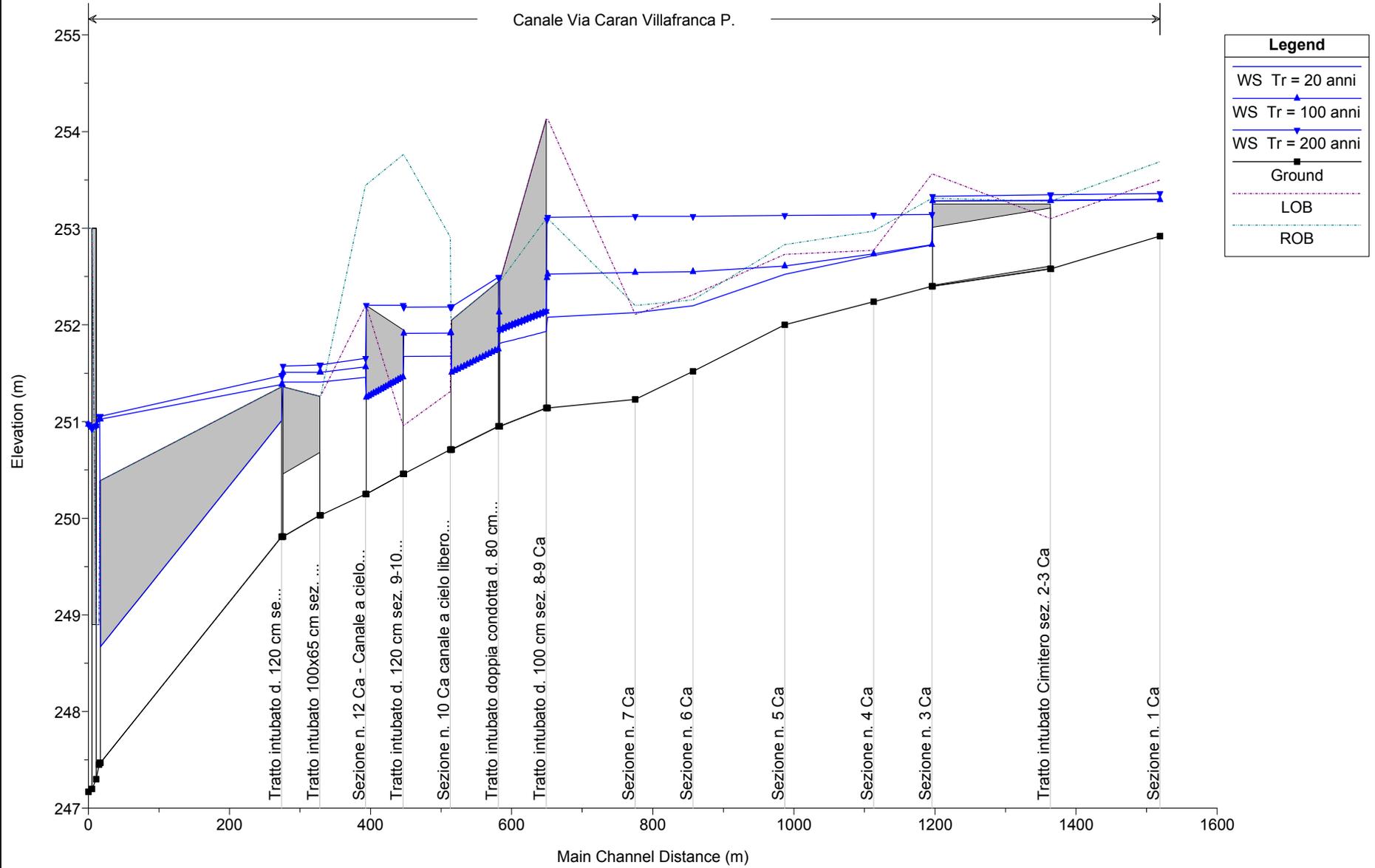
- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

ALLEGATO C

**VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE
CANALE VIA CARANDO - SIMULAZIONE PROFILO DI RIGURGITO
CON CONCOMITANZA DELLA PIENA DEL F. PO**

Canale Via Carando Plan: Plan 05 16/04/2018

Canale Via Caran Villafranca P.



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Canale Via Caran Reach: Villafranca P.

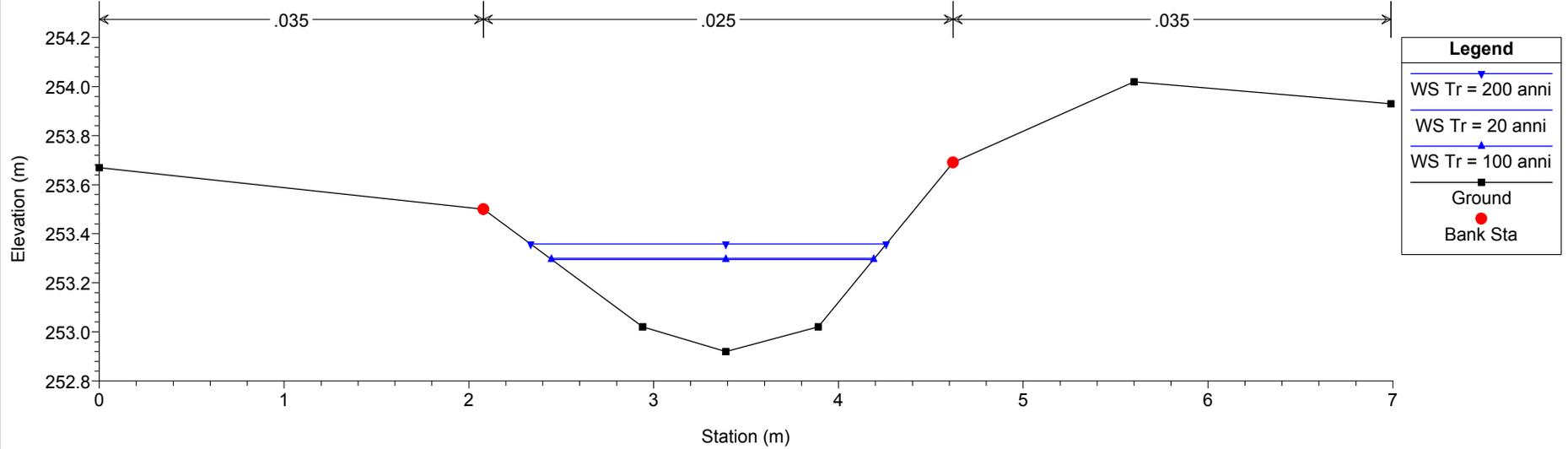
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Villafranca P.	12	Tr = 20 anni	0.30	252.92	253.30	253.50	253.69	253.18	253.32	0.002379	0.71	0.43	1.75	0.46
Villafranca P.	12	Tr = 100 anni	0.30	252.92	253.30	253.50	253.69	253.18	253.32	0.002491	0.72	0.42	1.74	0.47
Villafranca P.	12	Tr = 200 anni	0.40	252.92	253.36	253.50	253.69	253.22	253.39	0.002279	0.75	0.53	1.92	0.45
Villafranca P.	11	Tr = 20 anni	0.30	252.58	253.29	253.10	253.28	252.77	253.29	0.000055	0.18	1.79	4.71	0.08
Villafranca P.	11	Tr = 100 anni	0.30	252.58	253.29	253.10	253.28	252.77	253.29	0.000056	0.18	1.77	4.64	0.08
Villafranca P.	11	Tr = 200 anni	0.40	252.58	253.35	253.10	253.28	252.80	253.35	0.000067	0.21	2.08	5.59	0.09
Villafranca P.	10.5		Culvert											
Villafranca P.	10	Tr = 20 anni	0.30	252.40	252.83	253.56	253.31		252.85	0.002444	0.74	0.41	1.48	0.45
Villafranca P.	10	Tr = 100 anni	0.30	252.40	252.83	253.56	253.31		252.86	0.002345	0.73	0.41	1.49	0.44
Villafranca P.	10	Tr = 200 anni	0.40	252.40	253.14	253.56	253.31		253.15	0.000396	0.40	1.00	2.23	0.19
Villafranca P.	9	Tr = 20 anni	0.30	252.24	252.72	252.77	252.97		252.73	0.000945	0.50	0.60	2.00	0.29
Villafranca P.	9	Tr = 100 anni	0.30	252.24	252.73	252.77	252.97		252.75	0.000813	0.48	0.63	2.05	0.27
Villafranca P.	9	Tr = 200 anni	0.40	252.24	253.14	252.77	252.97		253.14	0.000054	0.20	2.62	6.57	0.08
Villafranca P.	8	Tr = 20 anni	0.30	252.00	252.52	252.73	252.83		252.55	0.002338	0.73	0.41	1.42	0.43
Villafranca P.	8	Tr = 100 anni	0.30	252.00	252.61	252.73	252.83		252.62	0.001141	0.56	0.54	1.61	0.31
Villafranca P.	8	Tr = 200 anni	0.40	252.00	253.13	252.73	252.83		253.13	0.000040	0.18	3.09	7.02	0.07
Villafranca P.	7	Tr = 20 anni	0.95	251.52	252.20	252.31	252.26		252.25	0.002334	0.96	0.99	2.36	0.47
Villafranca P.	7	Tr = 100 anni	1.20	251.52	252.55	252.31	252.26		252.56	0.000377	0.56	2.73	7.13	0.21
Villafranca P.	7	Tr = 200 anni	1.50	251.52	253.12	252.31	252.26		253.13	0.000050	0.30	6.81	7.13	0.08
Villafranca P.	6	Tr = 20 anni	0.95	251.23	252.13	252.11	252.20		252.15	0.000651	0.59	1.62	3.55	0.26
Villafranca P.	6	Tr = 100 anni	1.20	251.23	252.54	252.11	252.20		252.55	0.000097	0.33	4.55	7.66	0.11
Villafranca P.	6	Tr = 200 anni	1.50	251.23	253.12	252.11	252.20		253.12	0.000022	0.22	8.99	7.66	0.06
Villafranca P.	5	Tr = 20 anni	0.95	251.14	252.08	254.13	253.10		252.09	0.000299	0.46	2.06	2.40	0.16
Villafranca P.	5	Tr = 100 anni	1.20	251.14	252.53	254.13	253.10		252.53	0.000157	0.38	3.12	2.40	0.11
Villafranca P.	5	Tr = 200 anni	1.50	251.14	253.11	254.13	253.10		253.12	0.000092	0.32	4.86	3.70	0.08
Villafranca P.	4	Tr = 20 anni	0.95	251.14	252.03	254.13	253.10	251.59	252.09	0.003279	1.07	0.89	1.00	0.36
Villafranca P.	4	Tr = 100 anni	1.20	251.14	252.49	254.13	253.10	251.67	252.53	0.001898	0.89	1.35	1.00	0.24
Villafranca P.	4	Tr = 200 anni	1.50	251.14	253.09	254.13	253.10	251.75	253.12	0.001269	0.77	1.95	1.00	0.18
Villafranca P.	3.95		Culvert											
Villafranca P.	3.9	Tr = 20 anni	0.95	250.95	251.81	252.45	252.45	251.23	251.83	0.000532	0.55	1.72	2.00	0.19
Villafranca P.	3.9	Tr = 100 anni	1.20	250.95	252.13	252.45	252.45	251.28	252.14	0.000365	0.51	2.36	2.00	0.15
Villafranca P.	3.9	Tr = 200 anni	1.50	250.95	252.49	252.45	252.45	251.33	252.51	0.000279	0.48	3.18	4.00	0.12

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Canale Via Caran Reach: Villafranca P. (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB 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
Villafranca P.	1	Tr = 20 anni	0.95	247.17	250.97	253.00	253.00	247.62	250.97	0.000116	0.25	3.80	1.00	0.04
Villafranca P.	1	Tr = 100 anni	1.20	247.17	250.97	253.00	253.00	247.70	250.98	0.000185	0.32	3.80	1.00	0.05
Villafranca P.	1	Tr = 200 anni	1.50	247.17	250.97	253.00	253.00	247.78	250.98	0.000289	0.39	3.80	1.00	0.06

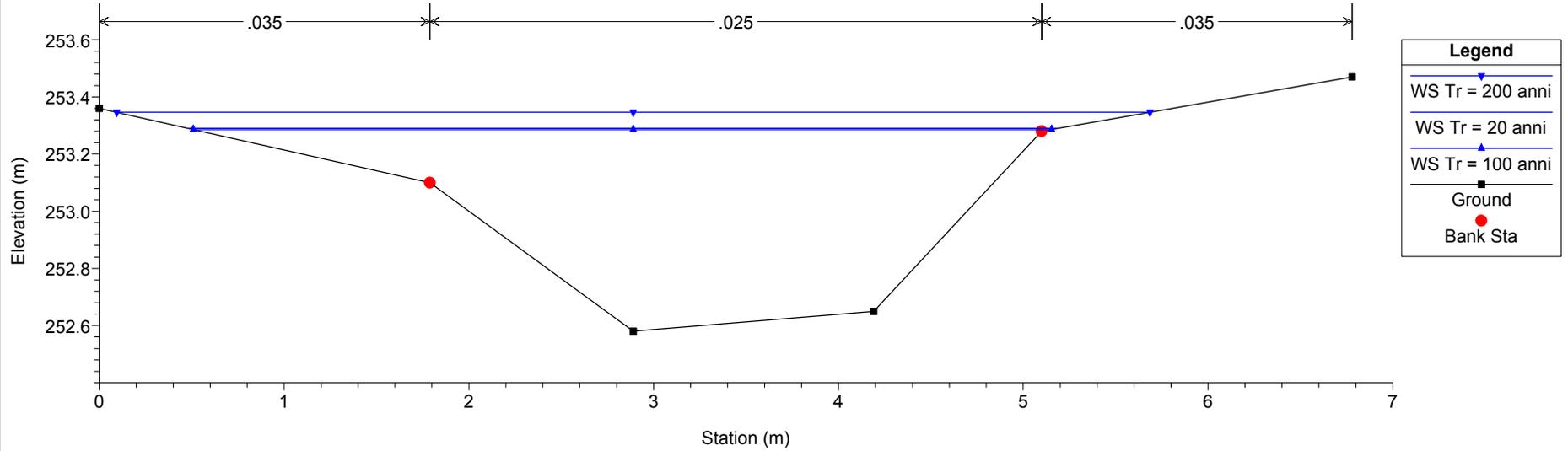
Canale Via Carando Plan: Plan 05 16/04/2018

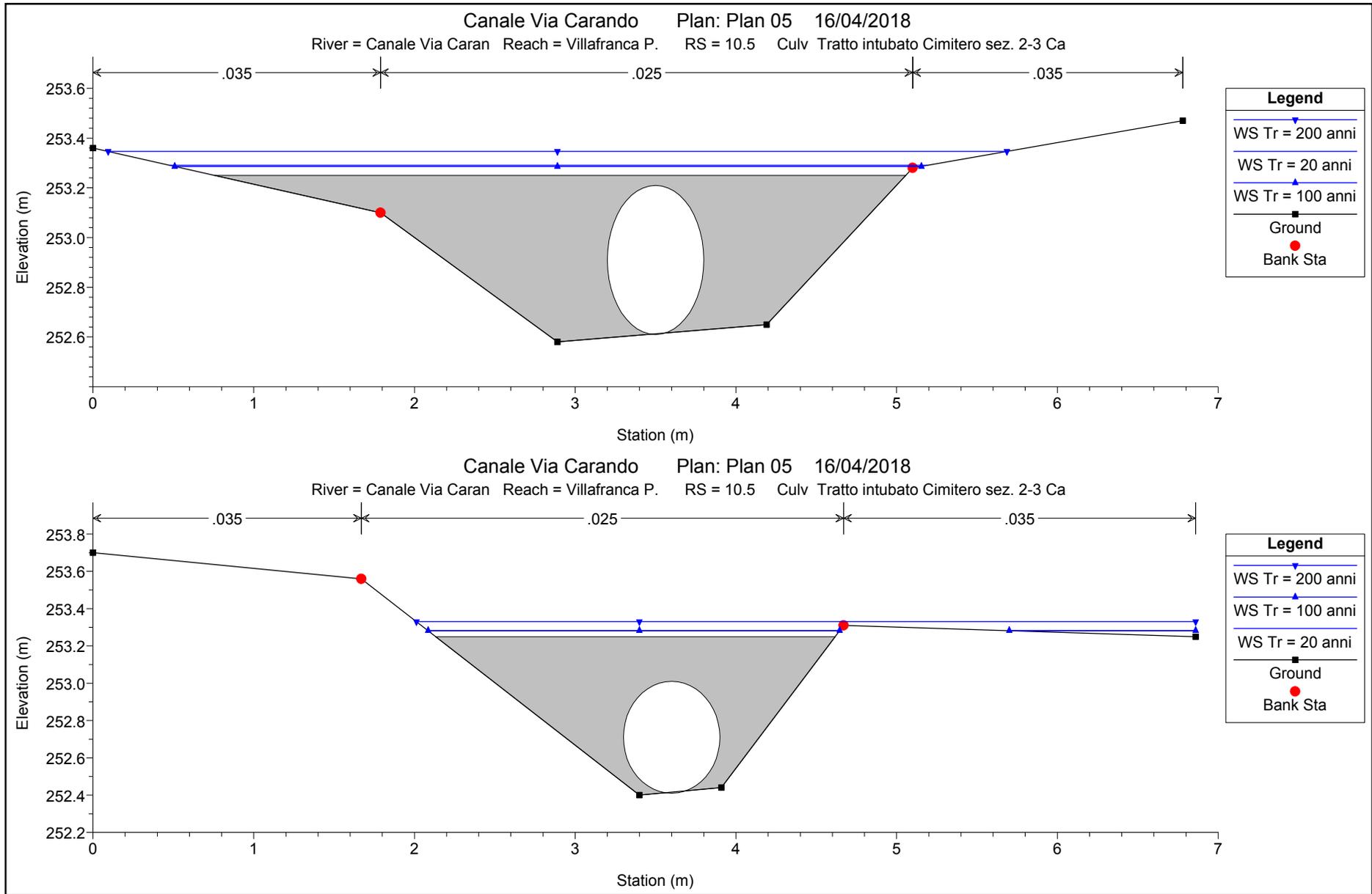
River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 12 Sezione n. 1 Ca



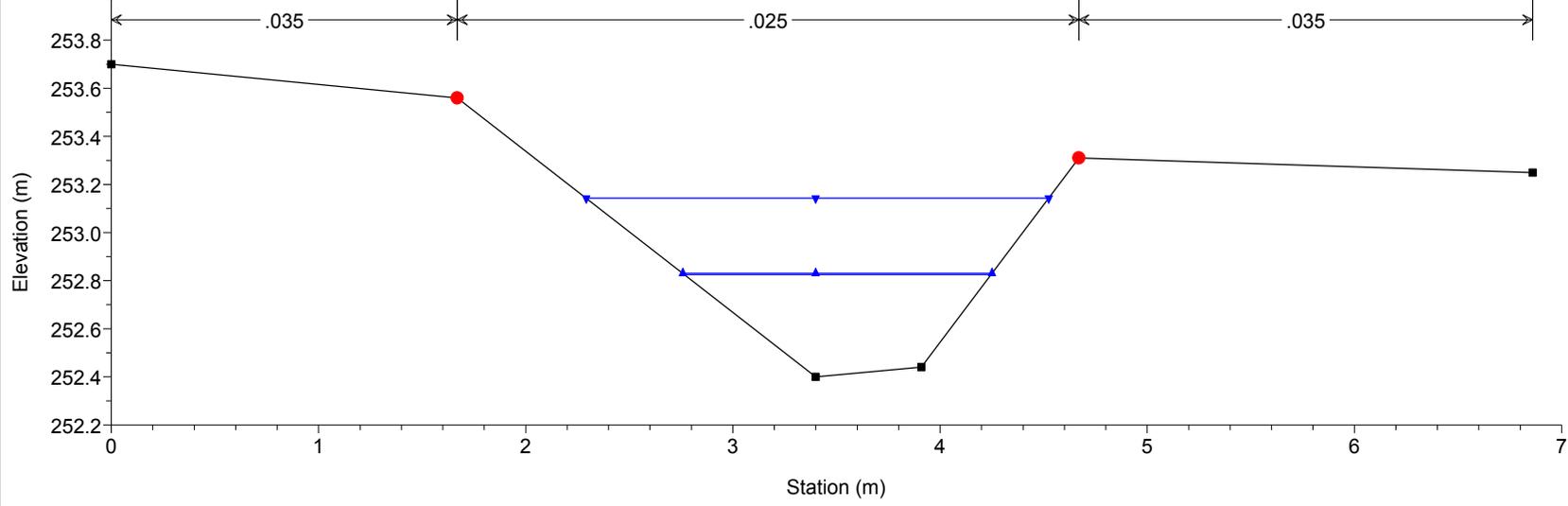
Canale Via Carando Plan: Plan 05 16/04/2018

River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 11 Sezione n. 2 Ca





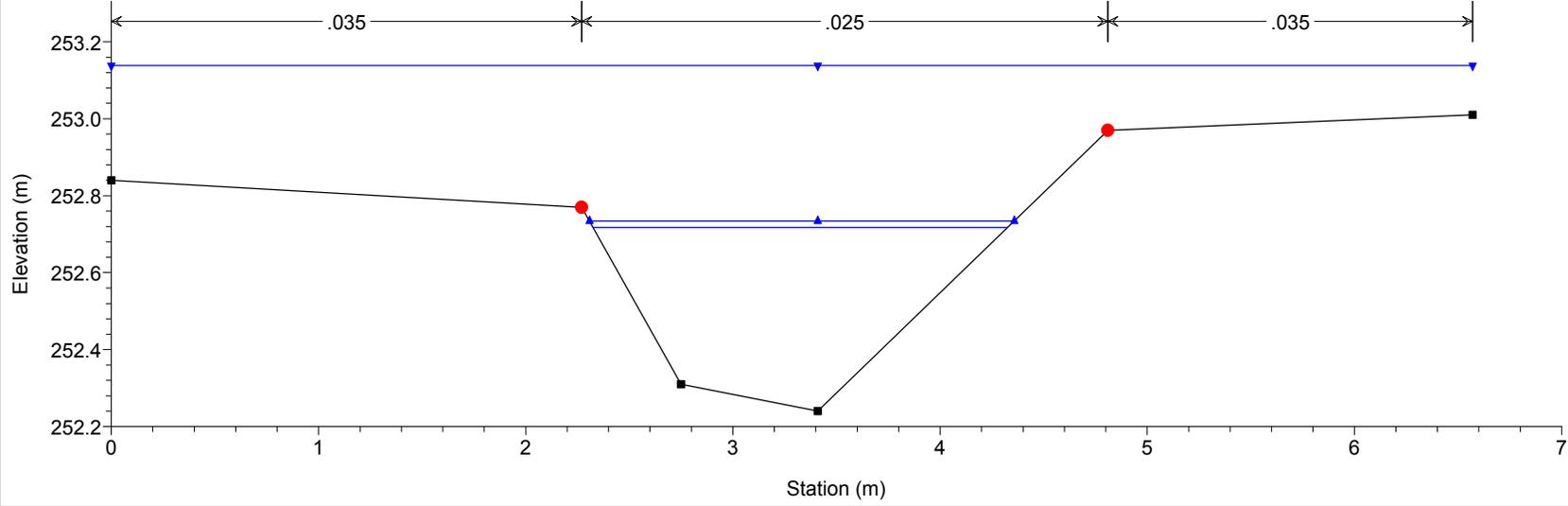
Canale Via Carando Plan: Plan 05 16/04/2018
 River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 10 Sezione n. 3 Ca



Legend

- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

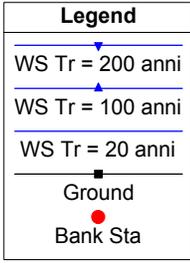
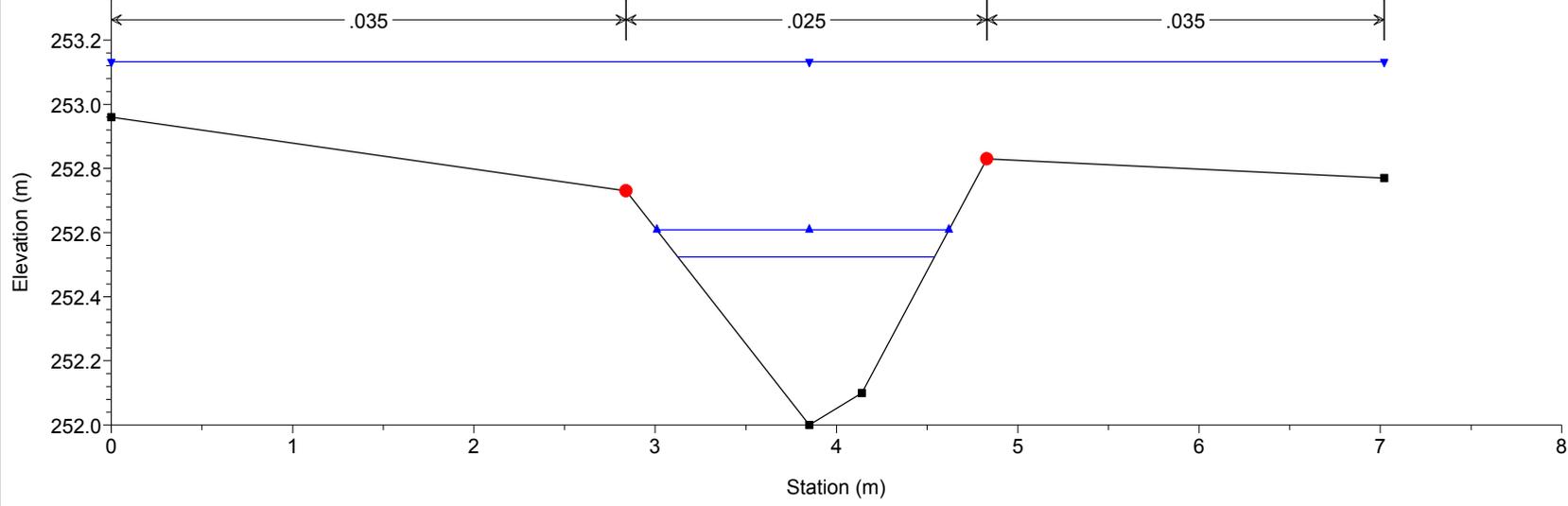
Canale Via Carando Plan: Plan 05 16/04/2018
 River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 9 Sezione n. 4 Ca



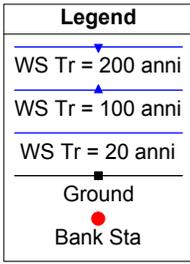
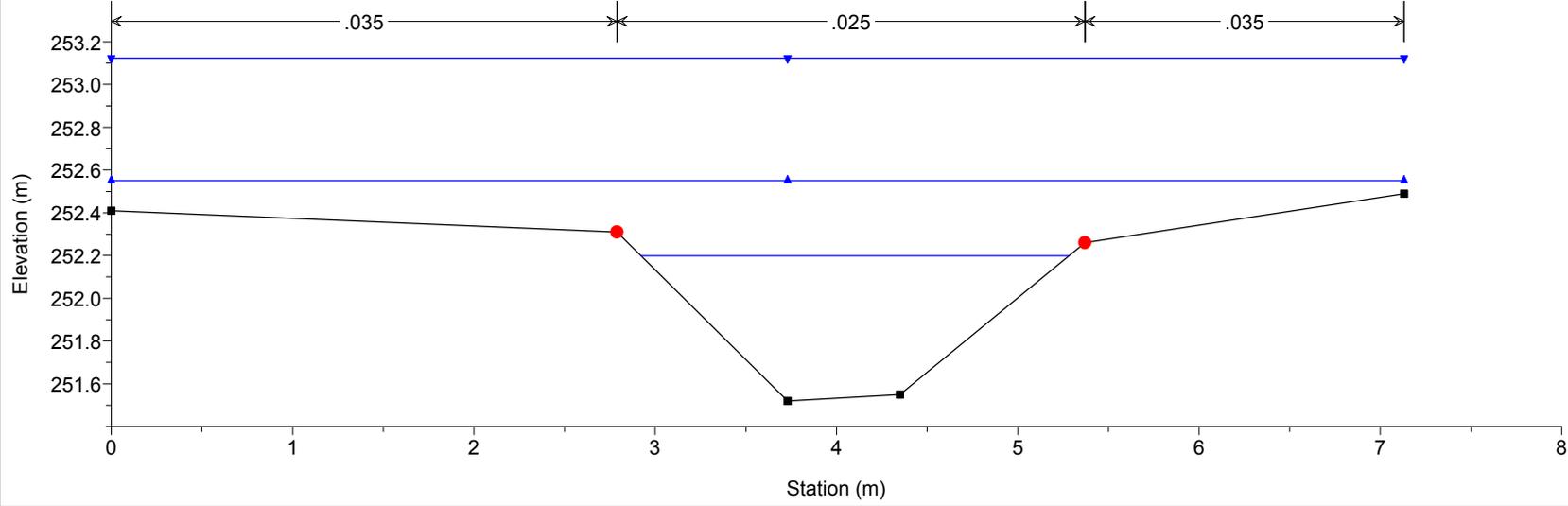
Legend

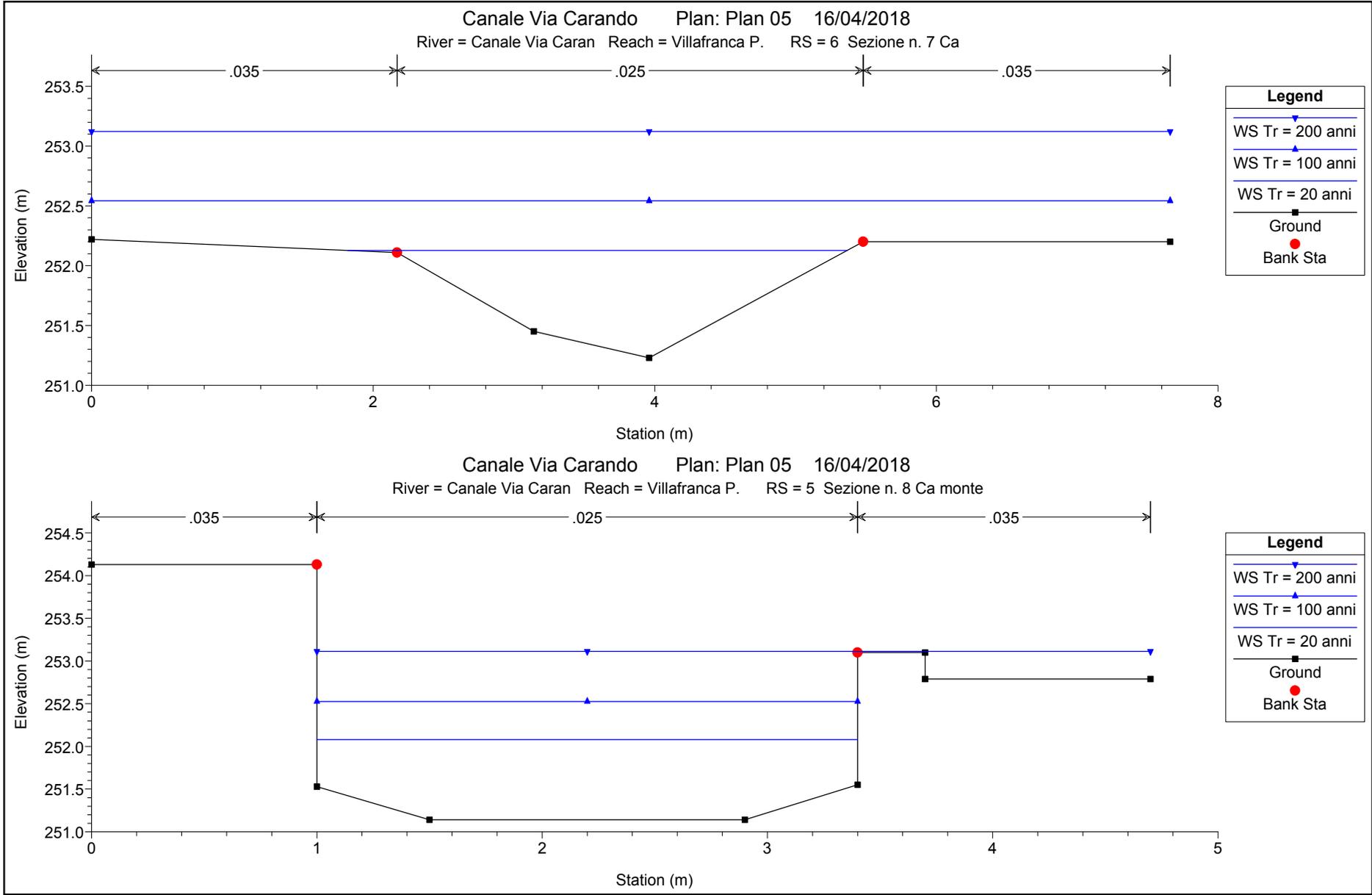
- WS Tr = 200 anni
- WS Tr = 100 anni
- WS Tr = 20 anni
- Ground
- Bank Sta

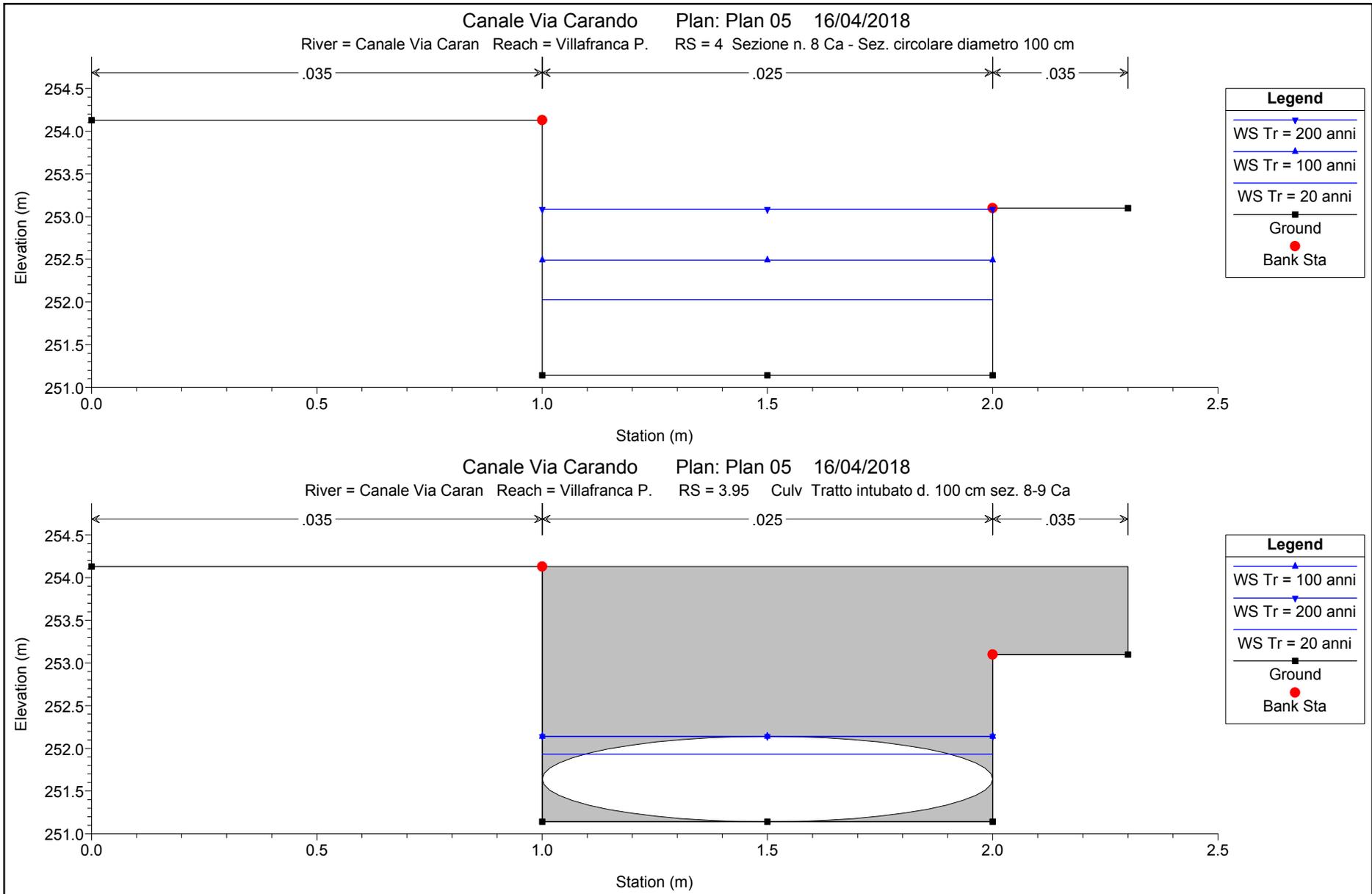
Canale Via Carando Plan: Plan 05 16/04/2018
 River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 8 Sezione n. 5 Ca

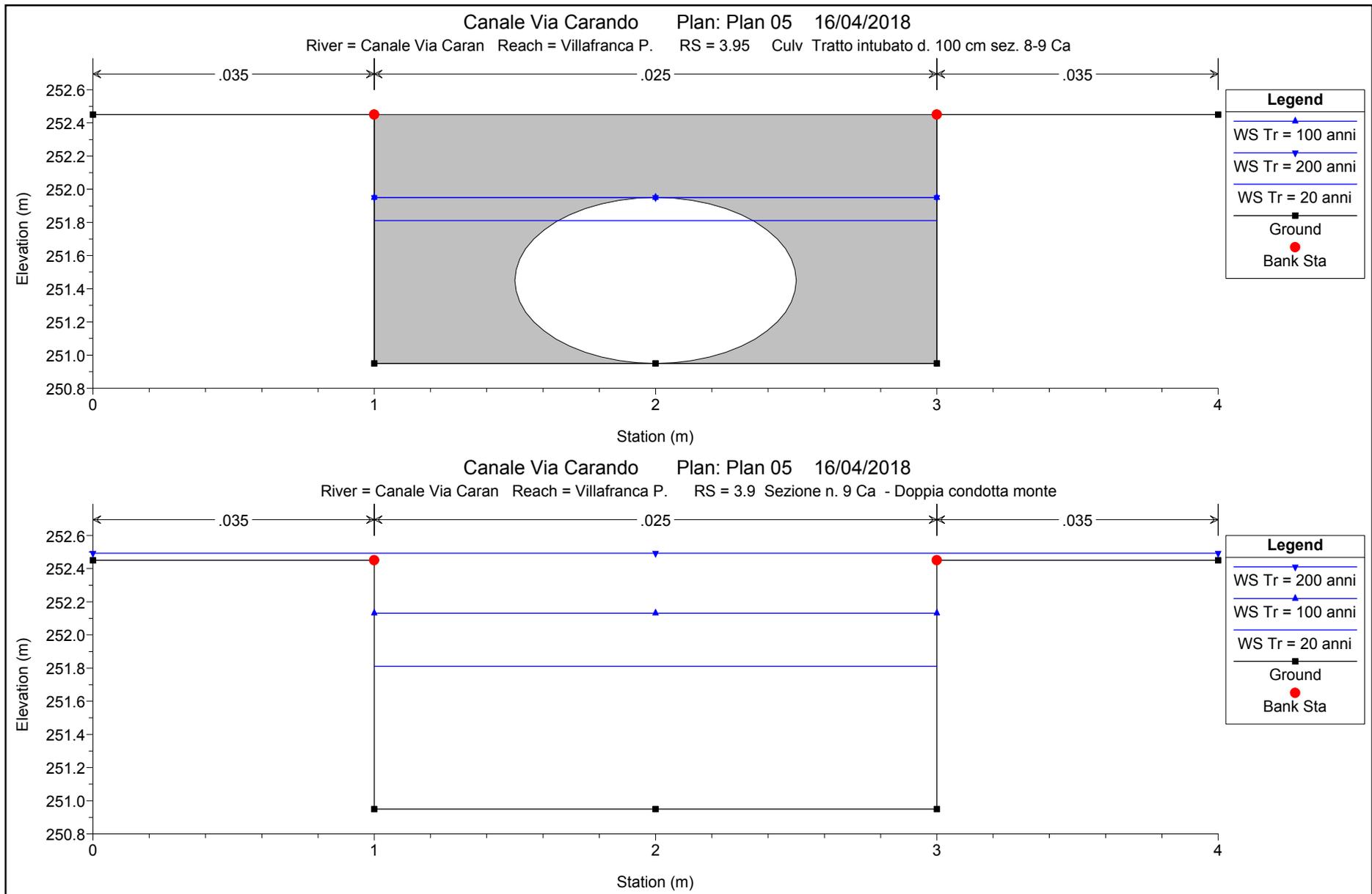


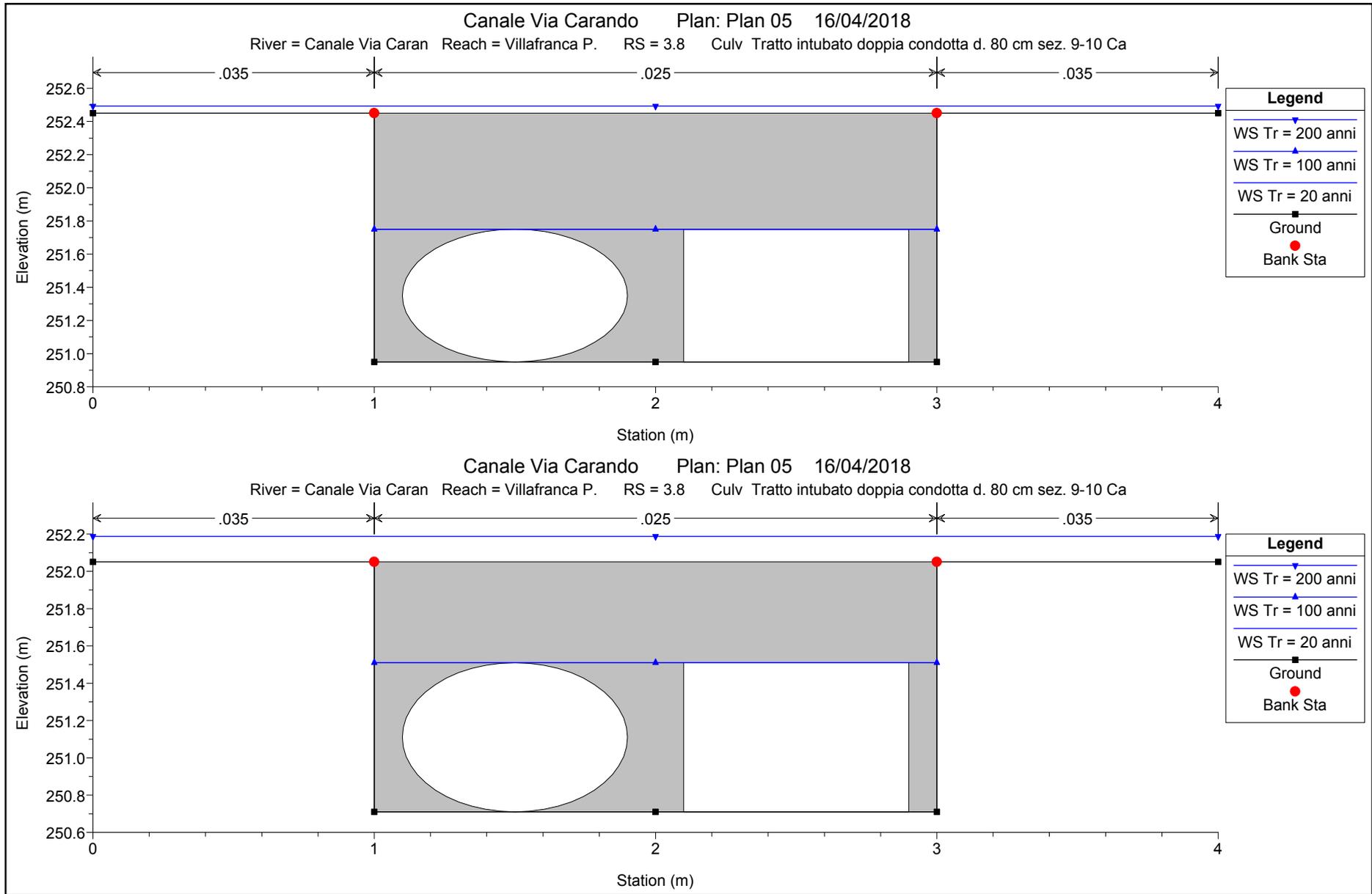
Canale Via Carando Plan: Plan 05 16/04/2018
 River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 7 Sezione n. 6 Ca

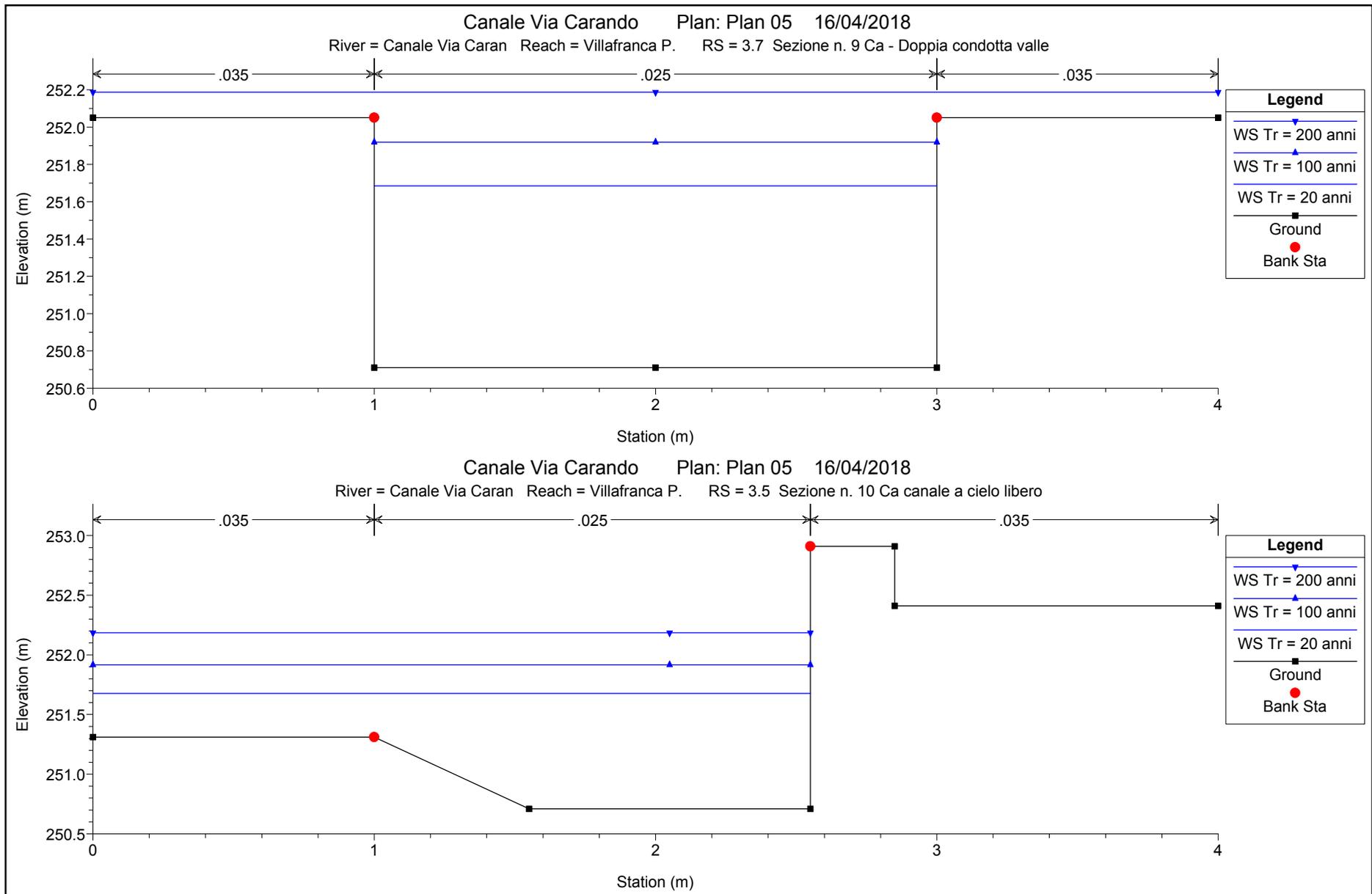


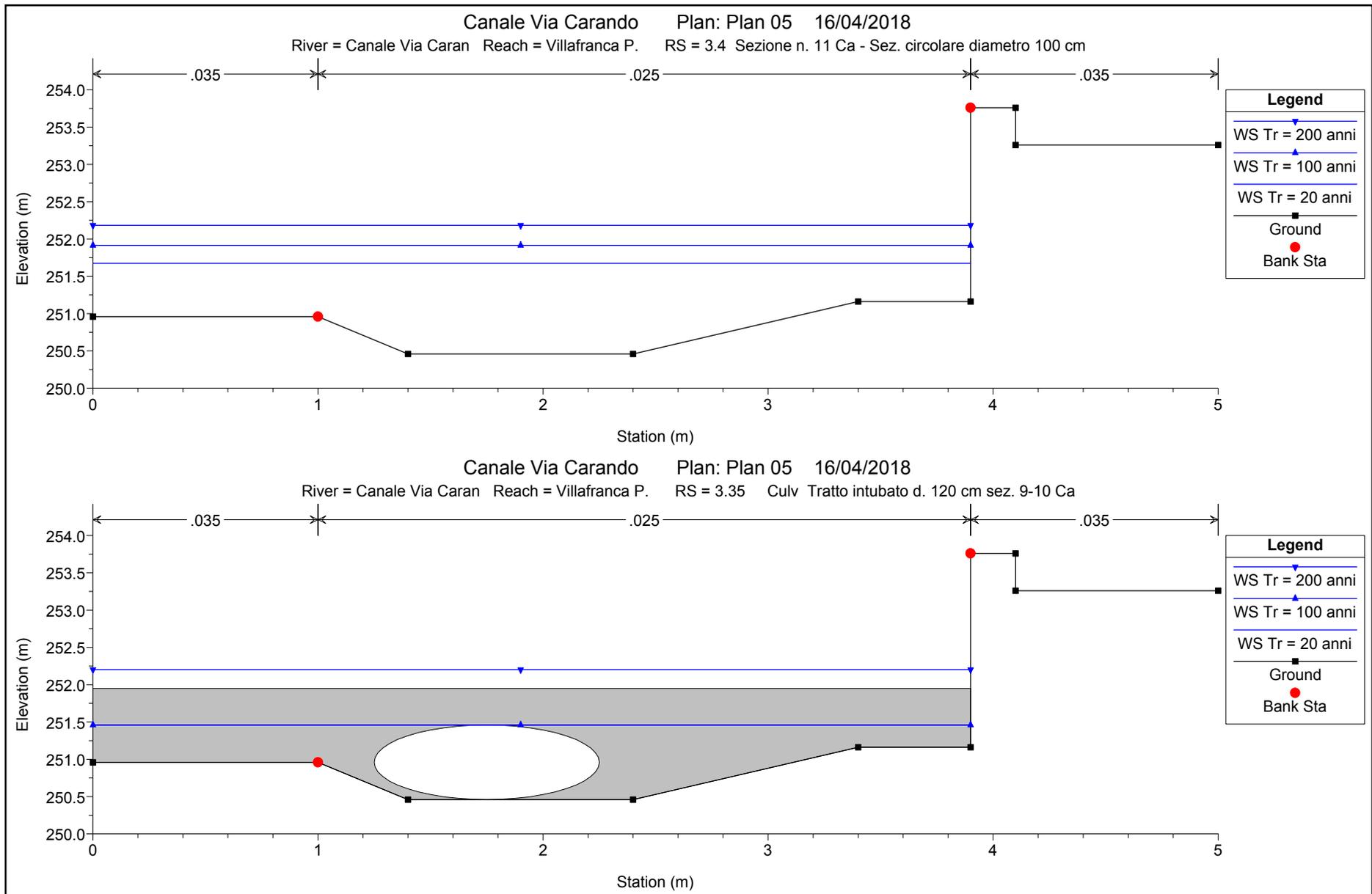


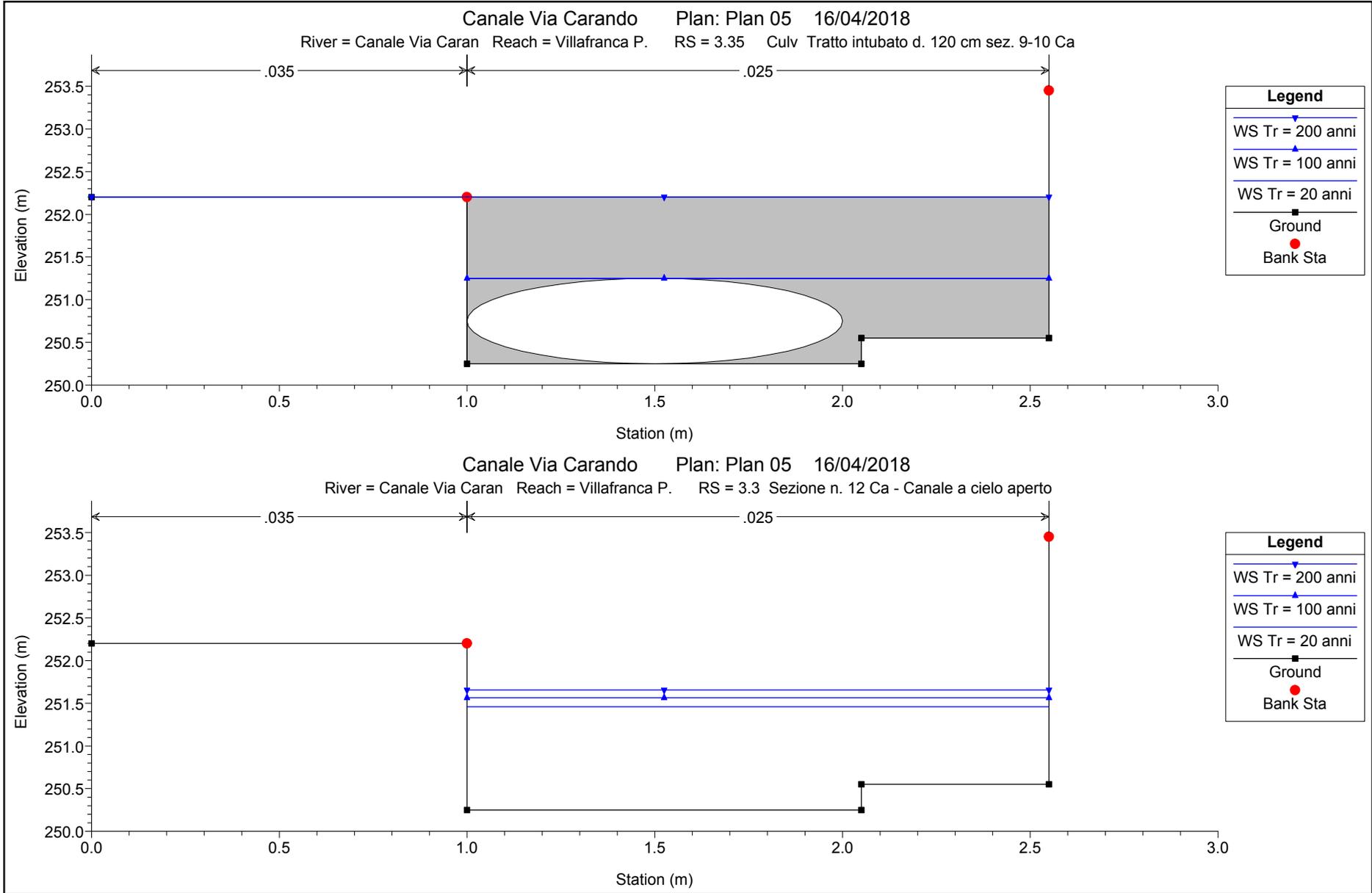


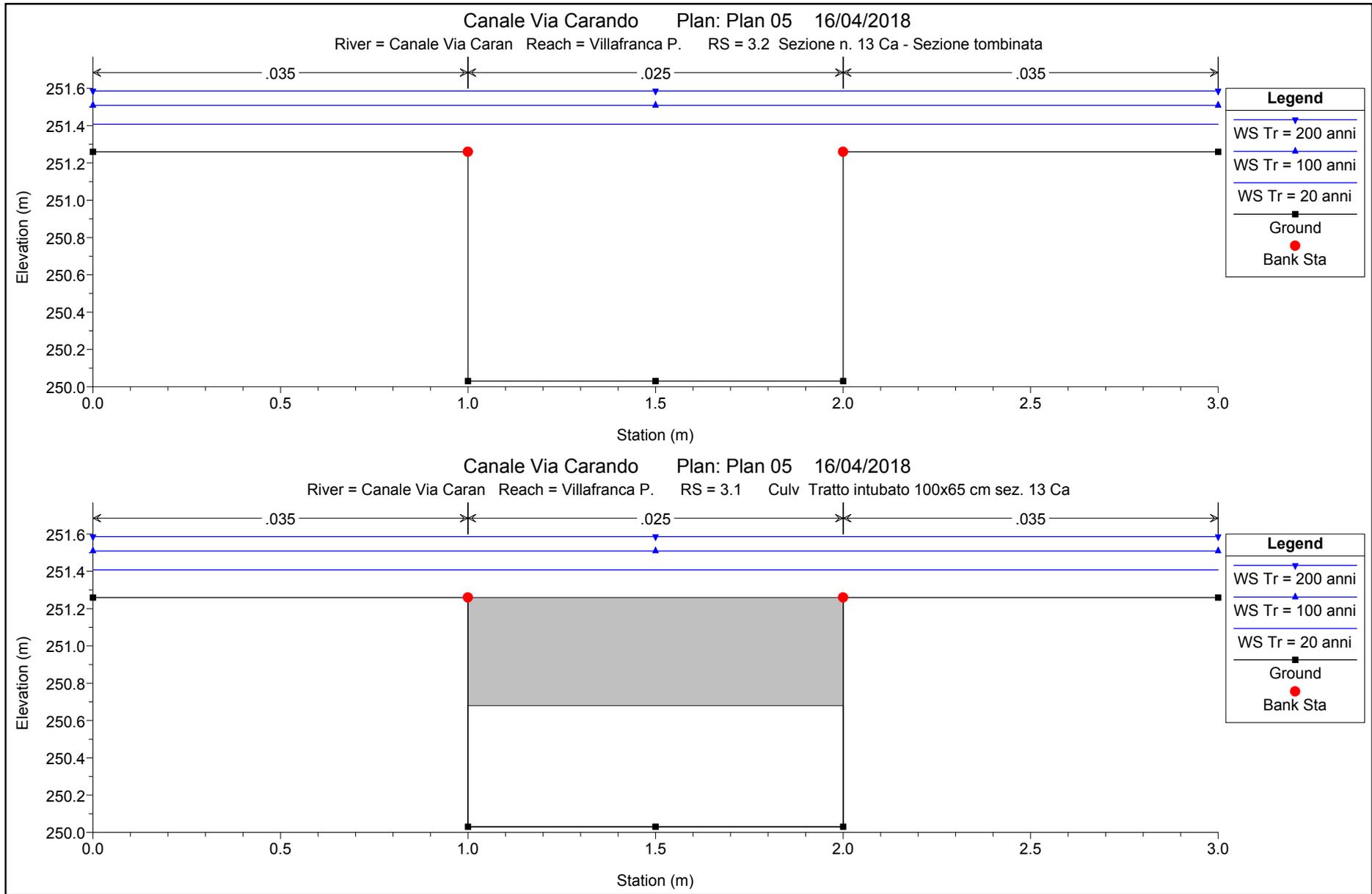


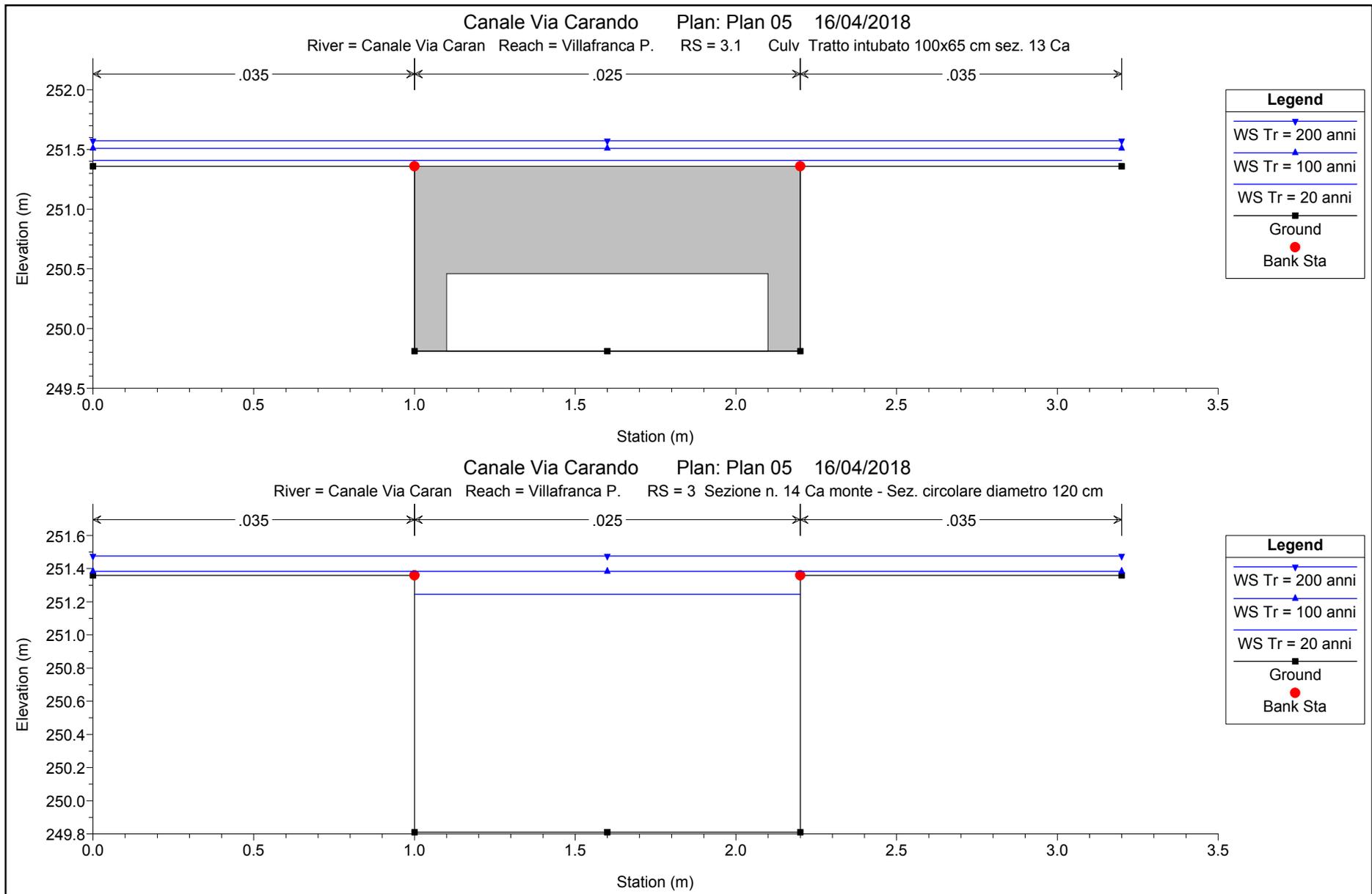


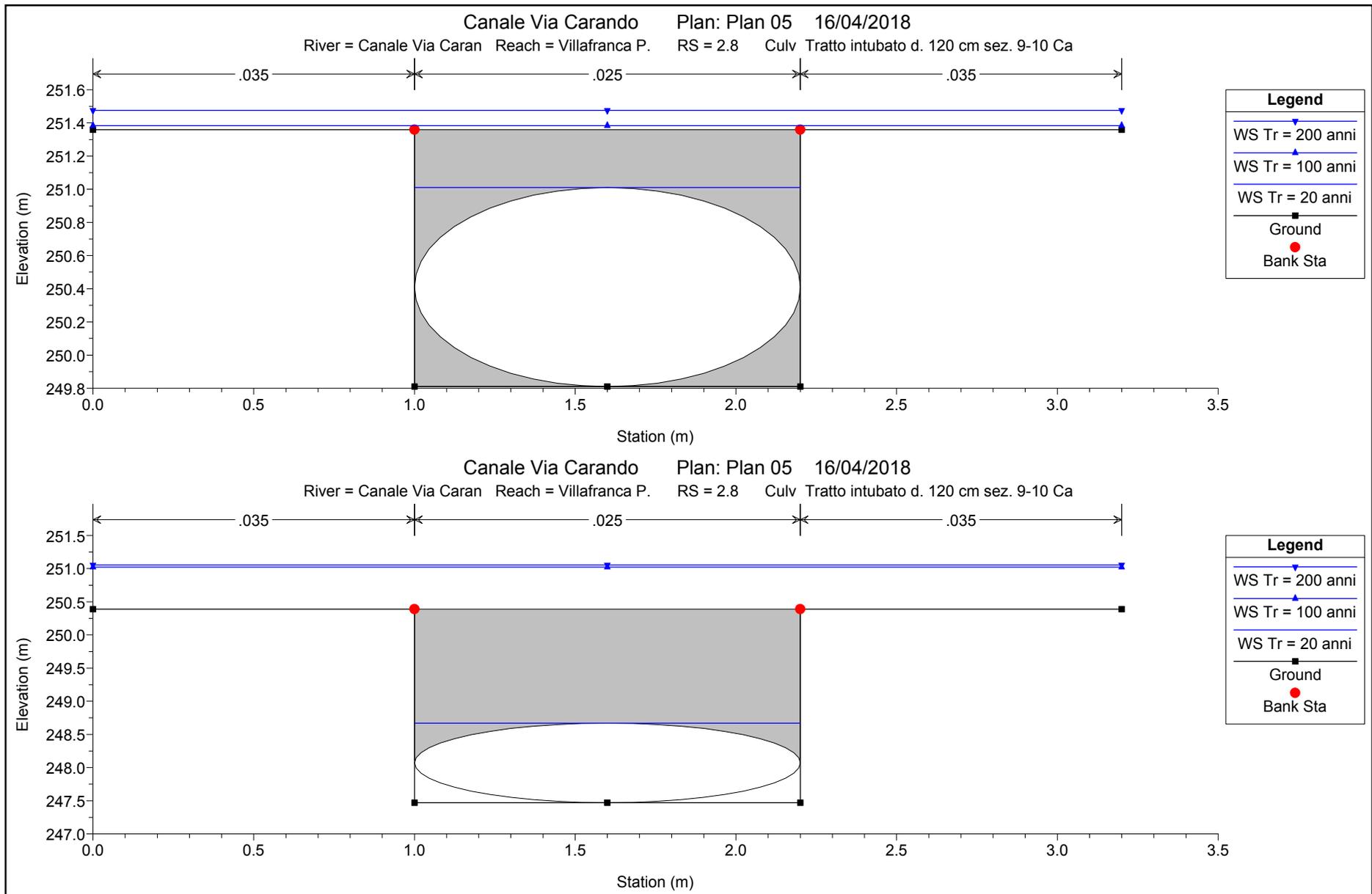


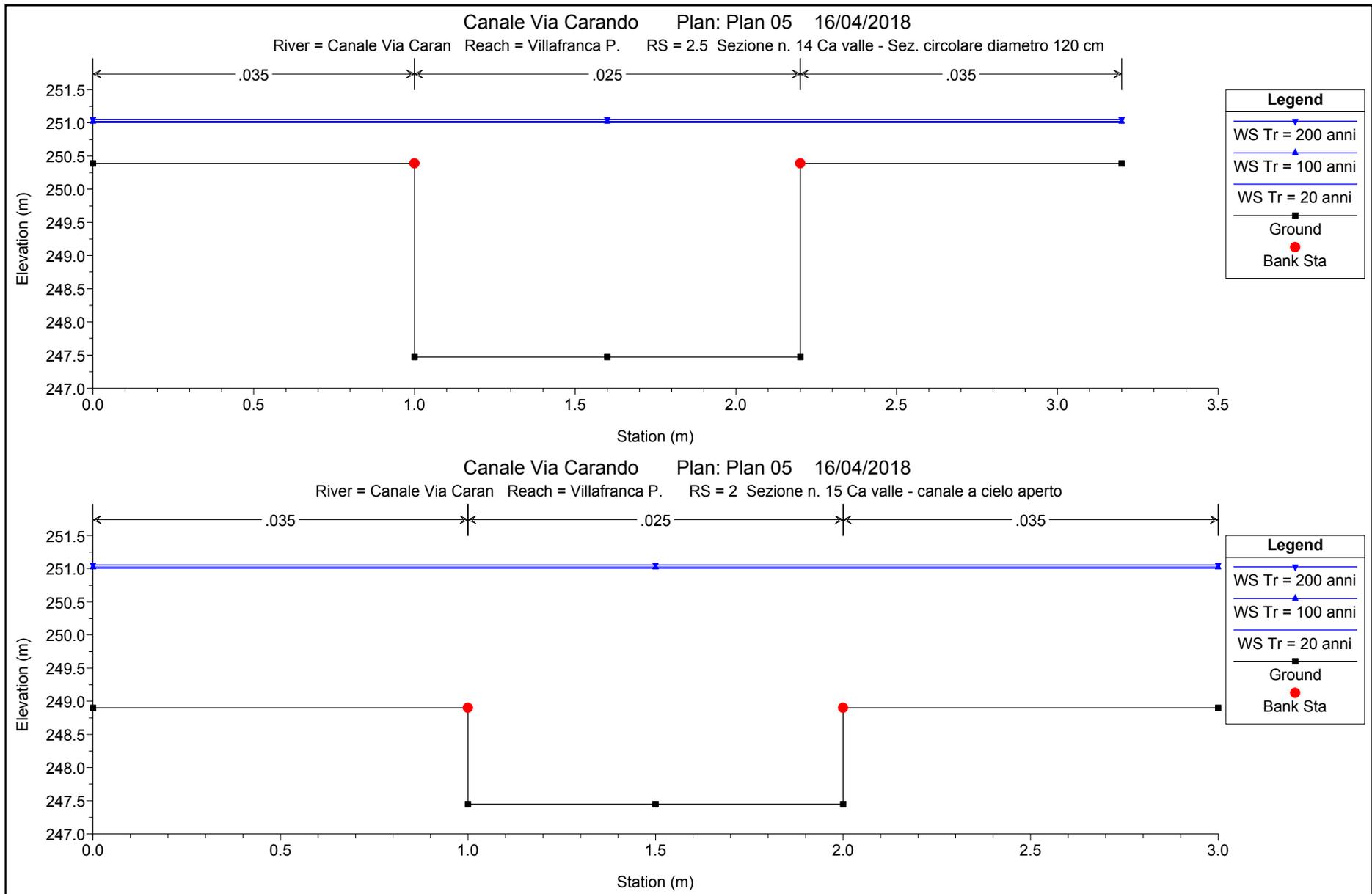


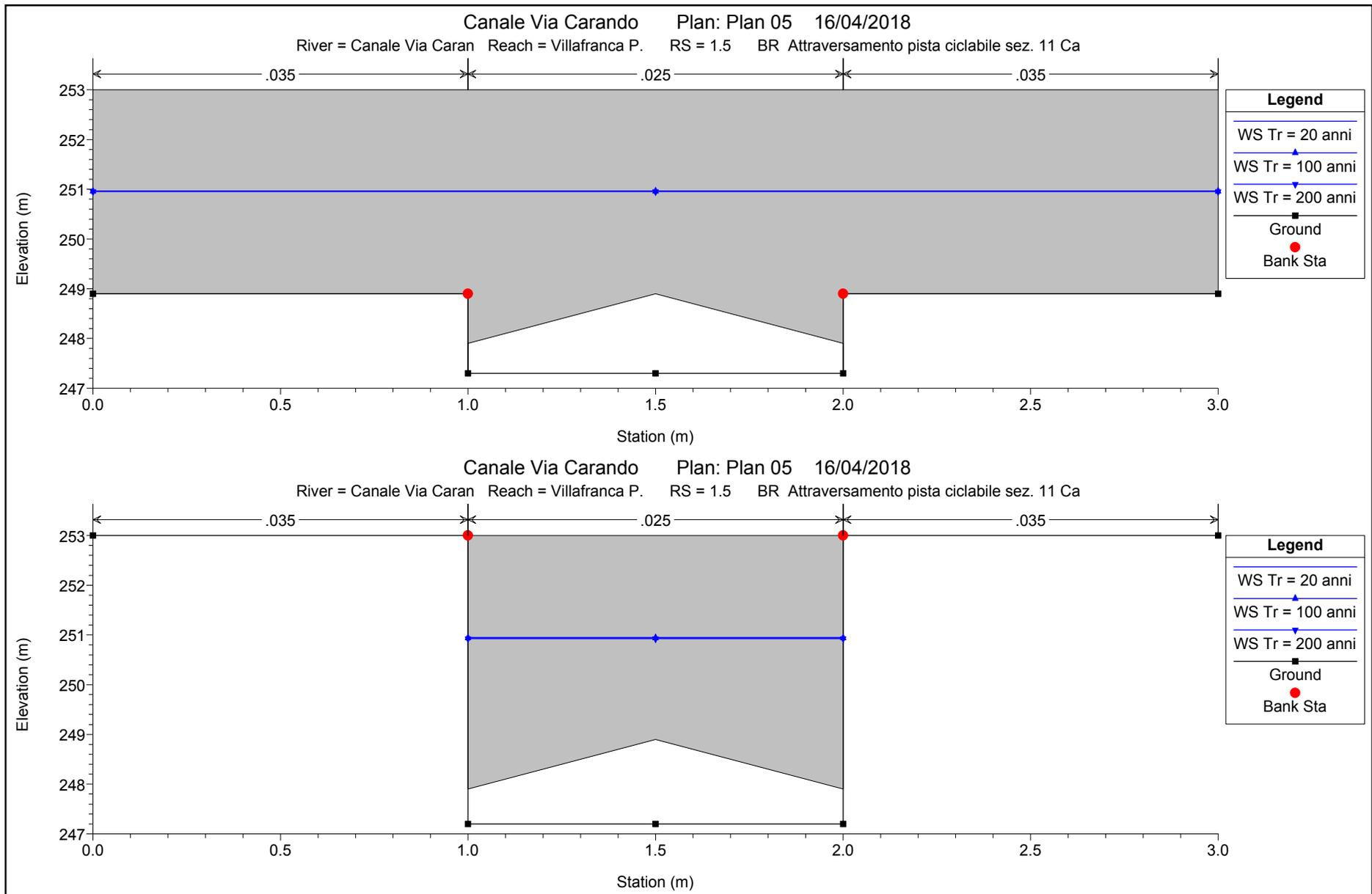






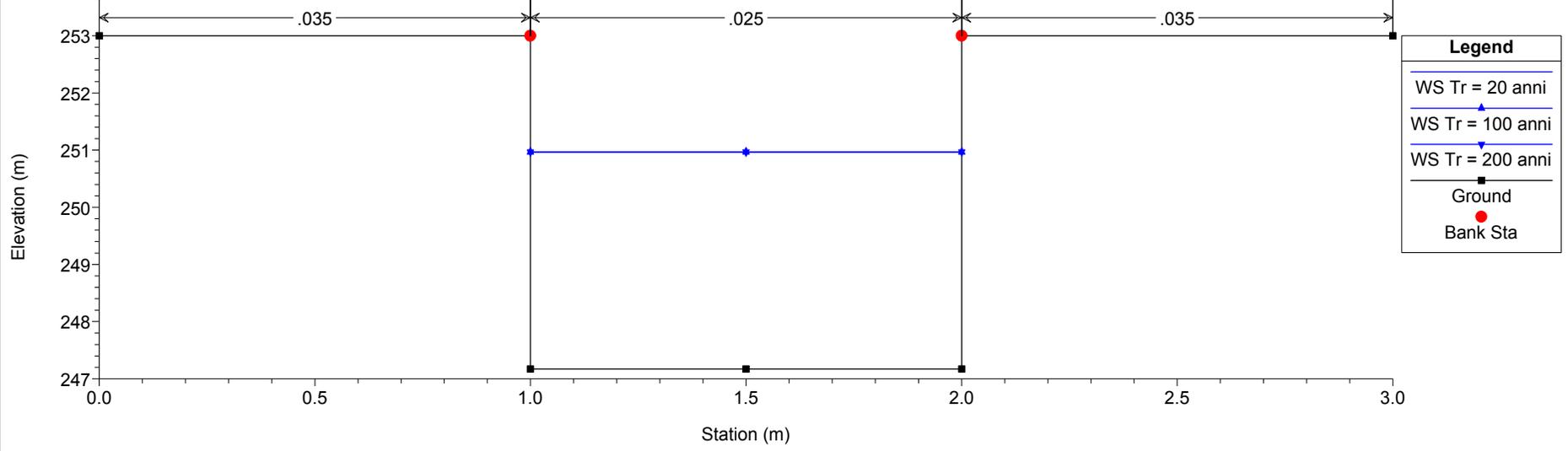






Canale Via Carando Plan: Plan 05 16/04/2018

River = Canale Via Caran Reach = Villafranca P. RS = 1 Sezione n. 16 Ca ponte pista ciclabile



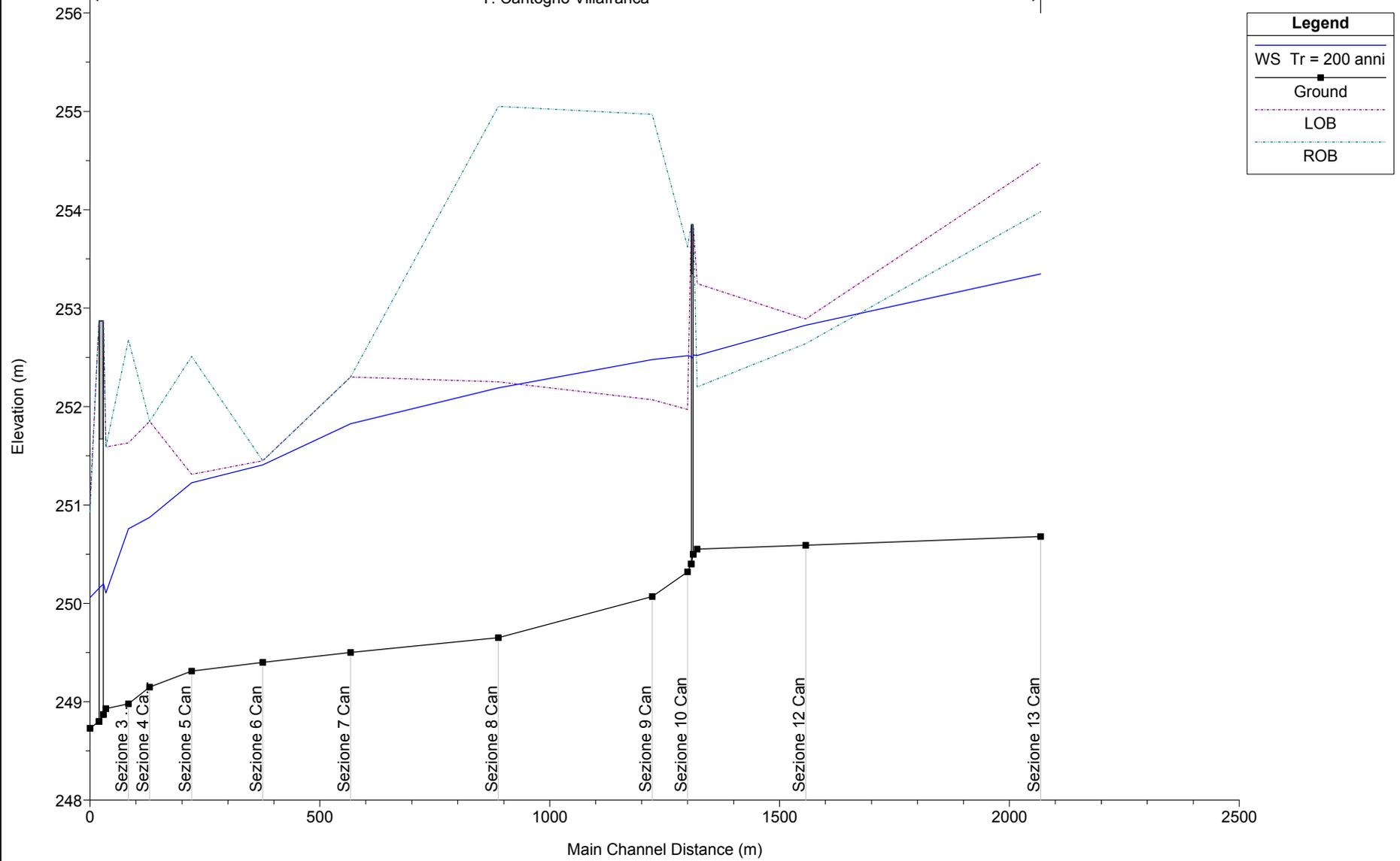
ALLEGATO D

VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE

T. CANTOGNO

Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017

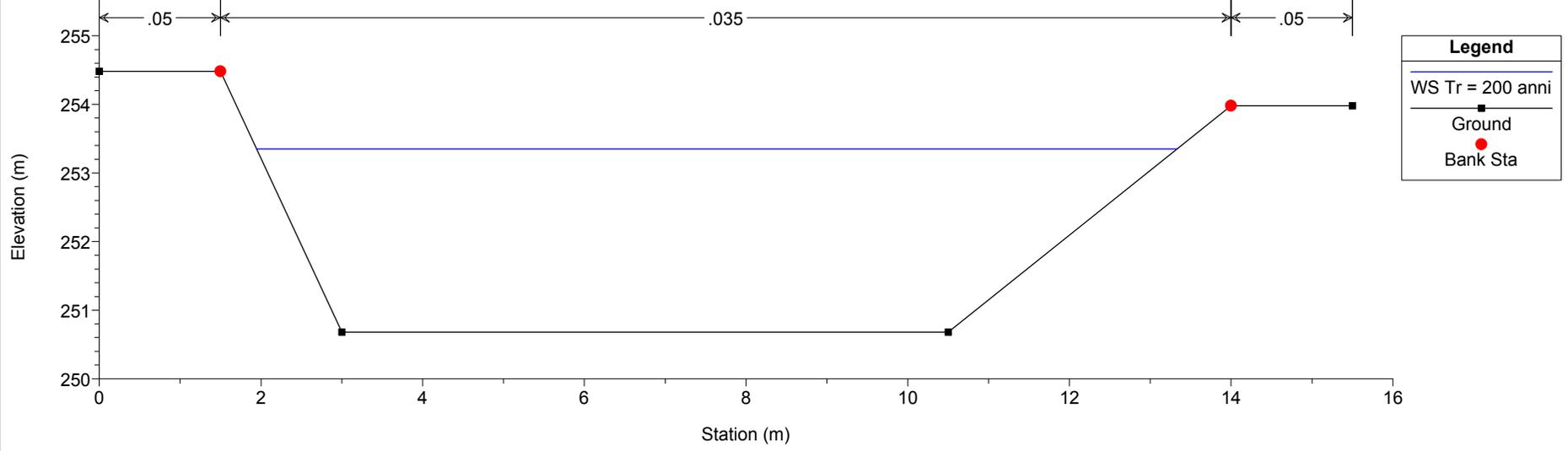
T. Cantogno Villafranca



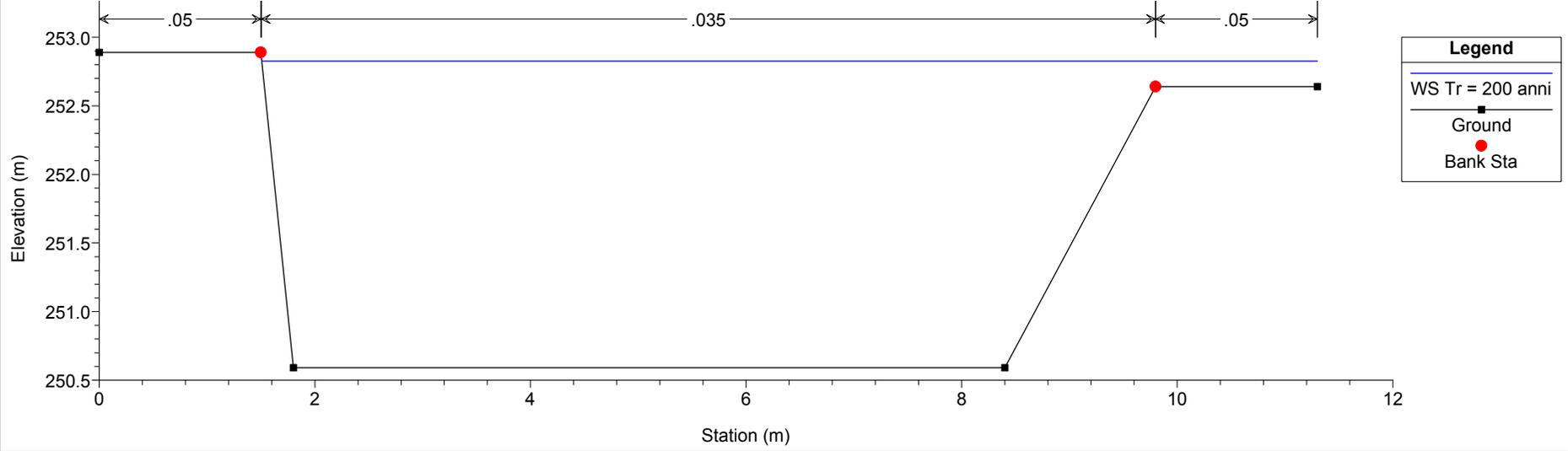
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: T. Cantogno Reach: Villafranca Profile: Tr = 200 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	LOB Elev	ROB 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/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Villafranca	13	Tr = 200 anni	25.00	250.68	253.35	254.48	253.98	251.69	253.40	0.000564	0.99	25.20	11.38	0.21
Villafranca	12	Tr = 200 anni	25.00	250.59	252.83	252.89	252.64		252.94	0.001603	1.49	17.06	9.79	0.33
Villafranca	11	Tr = 200 anni	25.00	250.55	252.52	253.25	252.20		252.60	0.001215	1.28	19.94	13.16	0.32
Villafranca	10.6	Tr = 200 anni	25.00	250.50	252.52	253.85	253.85	251.30	252.59	0.000917	1.12	22.26	11.00	0.25
Villafranca	10.5	Bridge												
Villafranca	10.4	Tr = 200 anni	25.00	250.40	252.51	253.85	253.85		252.57	0.000810	1.08	23.20	11.00	0.24
Villafranca	10	Tr = 200 anni	30.00	250.32	252.52	251.97	253.62		252.56	0.000496	0.90	33.93	20.28	0.22
Villafranca	9	Tr = 200 anni	30.00	250.07	252.48	252.07	254.97		252.52	0.000562	0.90	33.81	21.16	0.22
Villafranca	8	Tr = 200 anni	30.00	249.65	252.19	252.25	255.05		252.26	0.001064	1.19	25.31	14.75	0.29
Villafranca	7	Tr = 200 anni	30.00	249.50	251.83	252.30	252.30		251.91	0.001131	1.27	23.62	13.05	0.30
Villafranca	6	Tr = 200 anni	30.00	249.40	251.41	251.45	251.45		251.57	0.002925	1.79	16.75	11.74	0.48
Villafranca	5	Tr = 200 anni	30.00	249.31	251.23	251.31	252.51		251.29	0.001027	1.13	26.59	17.38	0.29
Villafranca	4	Tr = 200 anni	30.00	249.15	250.87	251.85	251.85		251.11	0.004245	2.14	14.02	8.78	0.54
Villafranca	3	Tr = 200 anni	30.00	248.98	250.76	251.63	252.68		250.92	0.003025	1.79	16.80	12.12	0.48
Villafranca	2	Tr = 200 anni	30.00	248.93	250.11	251.59	251.59	250.11	250.61	0.013658	3.15	9.51	9.48	1.01
Villafranca	1.6	Tr = 200 anni	30.00	248.87	250.20	252.87	252.87	249.81	250.43	0.005238	2.15	13.95	10.50	0.60
Villafranca	1.5	Bridge												
Villafranca	1.4	Tr = 200 anni	30.00	248.80	250.15	252.87	252.87		250.38	0.004948	2.11	14.21	10.50	0.58
Villafranca	1	Tr = 200 anni	30.00	248.73	250.06	251.03	250.93	249.66	250.29	0.005001	2.11	14.23	10.70	0.58

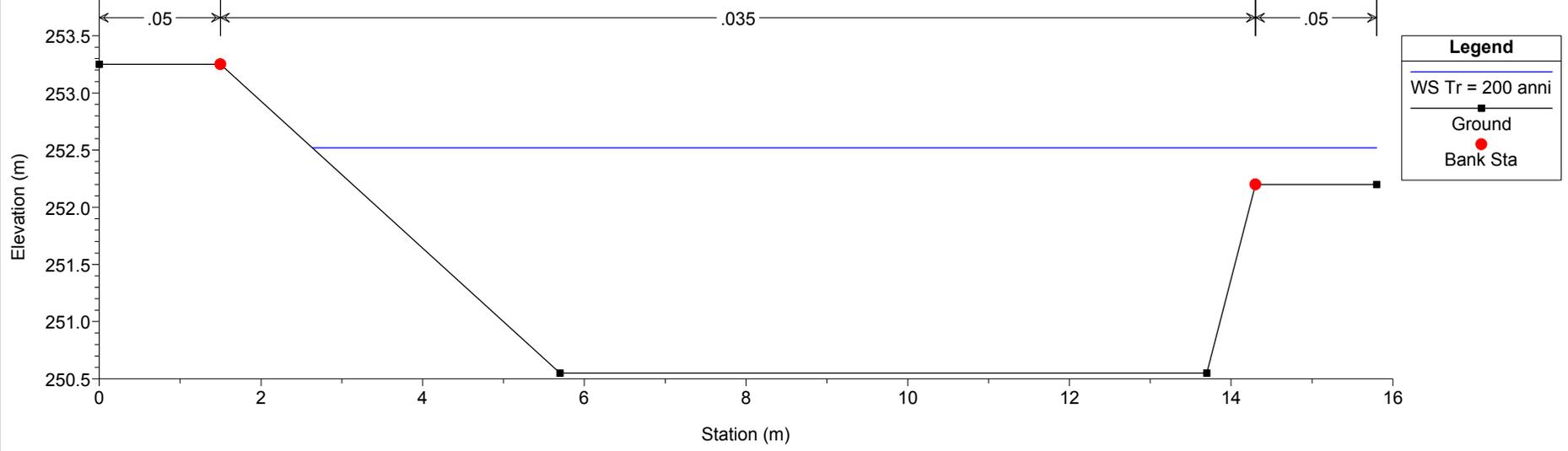
Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
 River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 13 Sezione 13 Can



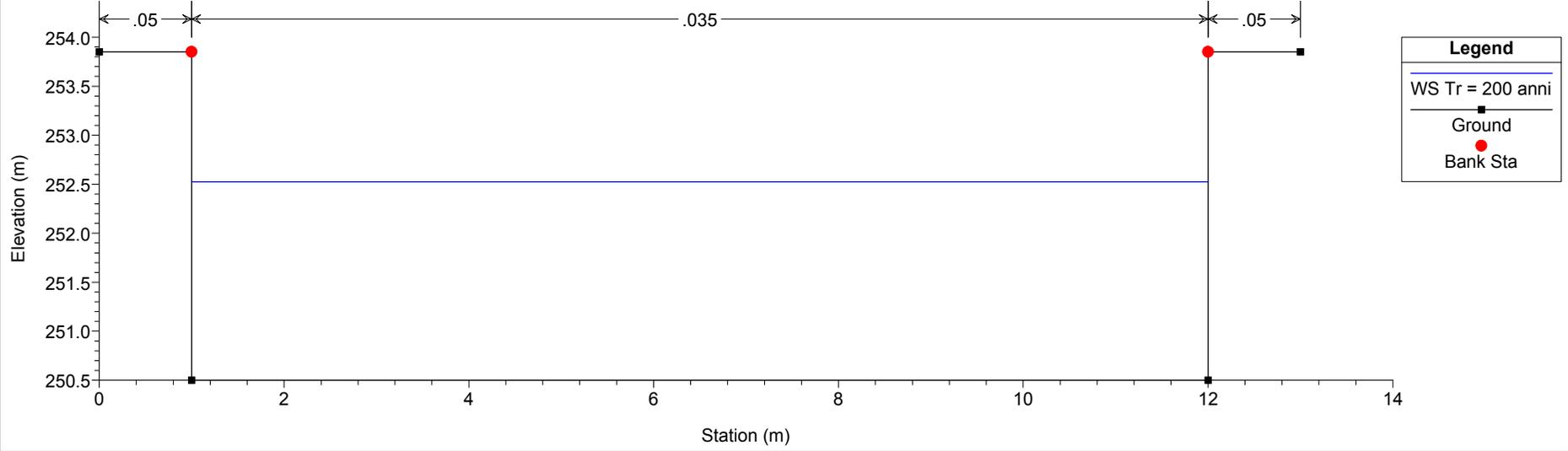
Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
 River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 12 Sezione 12 Can



Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 11 Sezione 11 Can

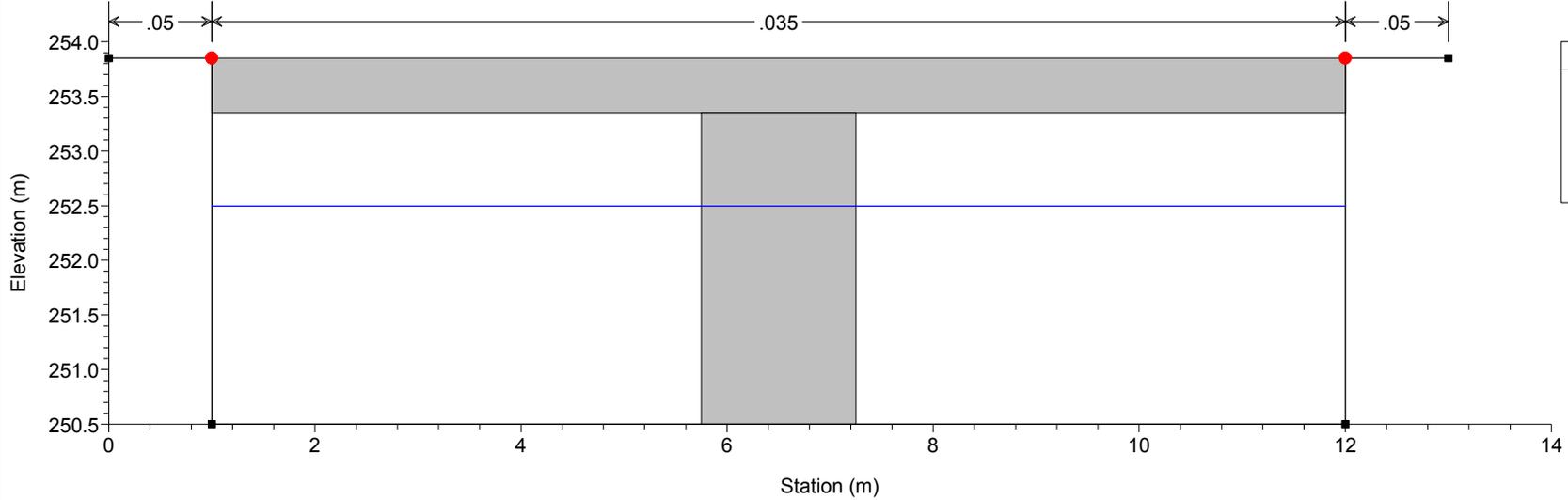


Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 10.6 Sezione a monte AVONP002



Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017

River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 10.5 BR Sezione ponte AVONP002 B.ta Cantogno

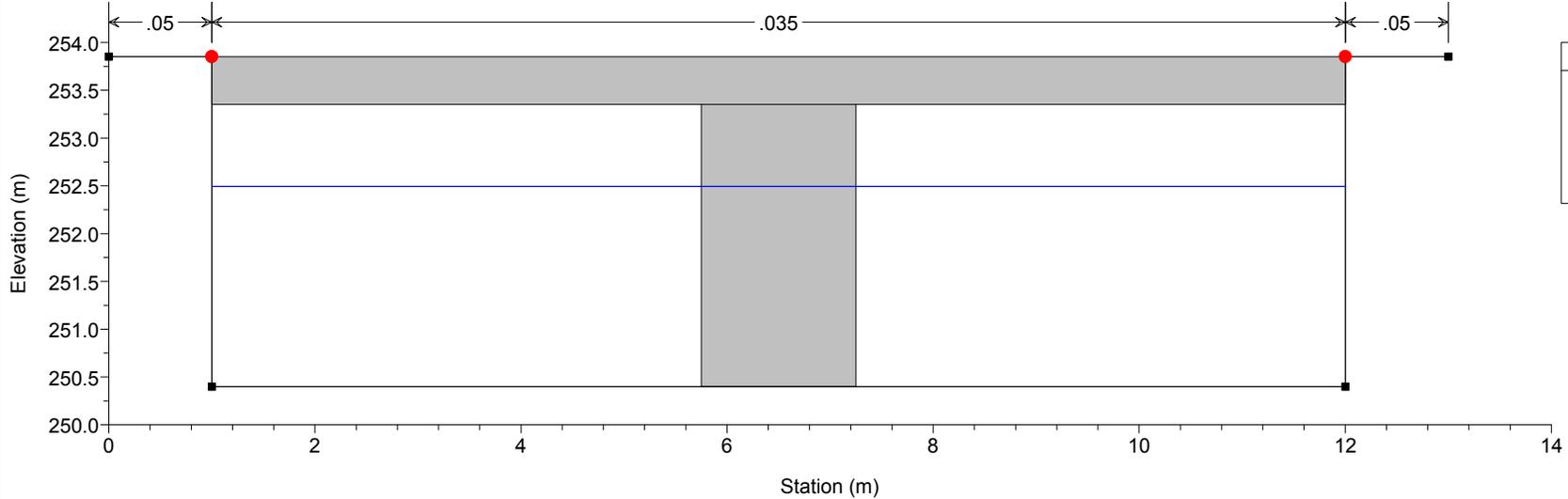


Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017

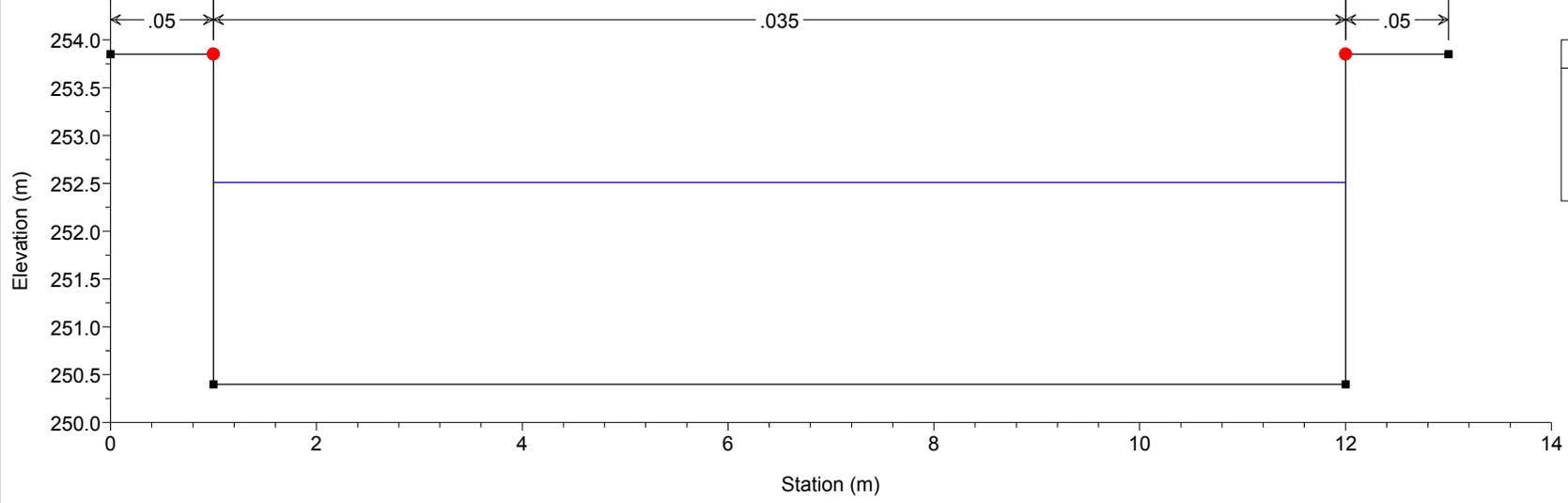
River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 10.5 BR Sezione ponte AVONP002 B.ta Cantogno



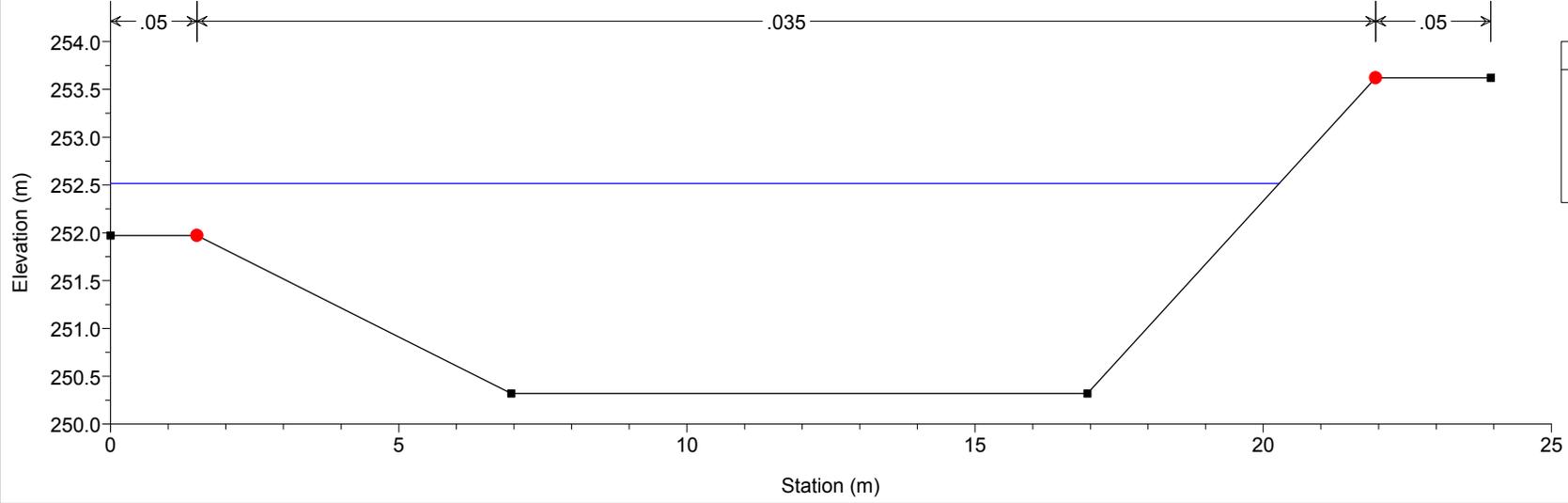
Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

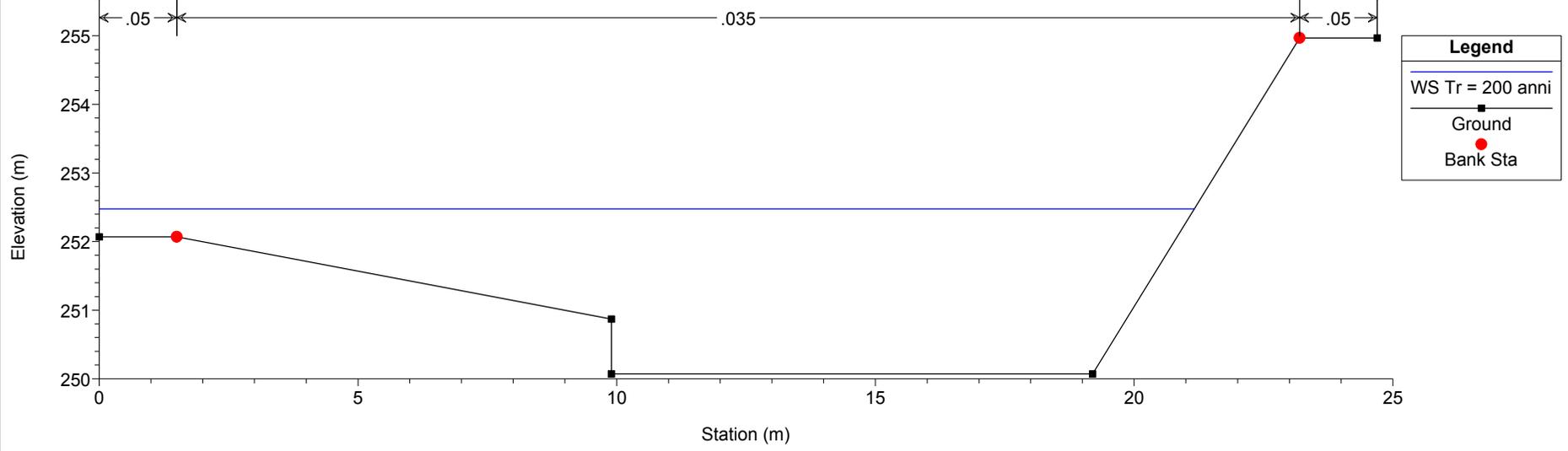
Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 10.4 Sezione a valle AVONP002



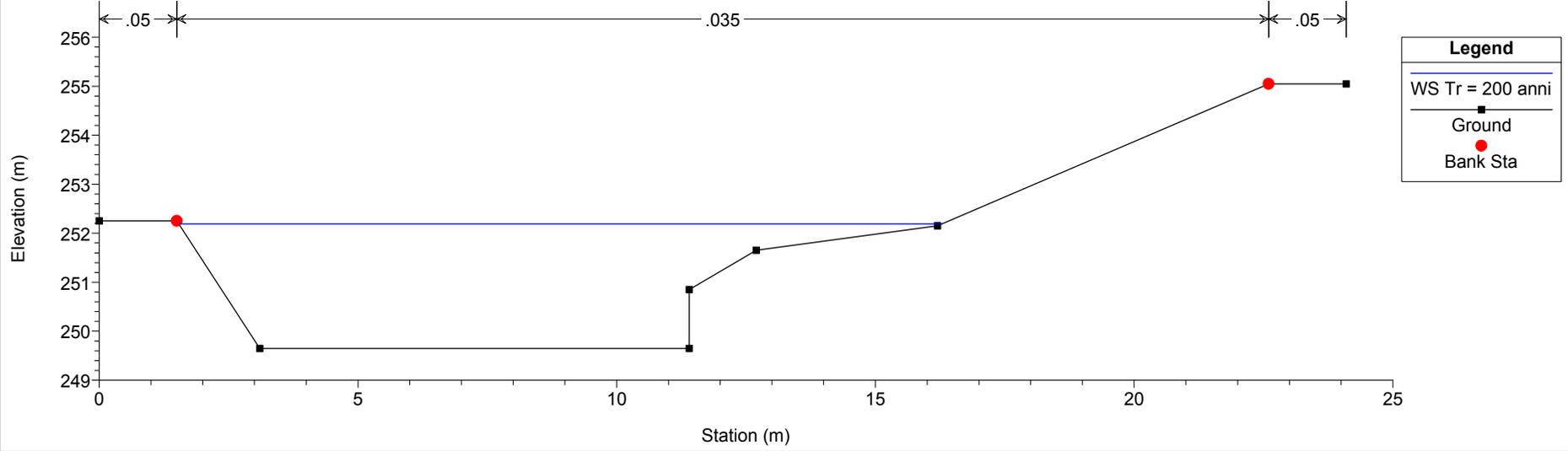
Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 10 Sezione 10 Can



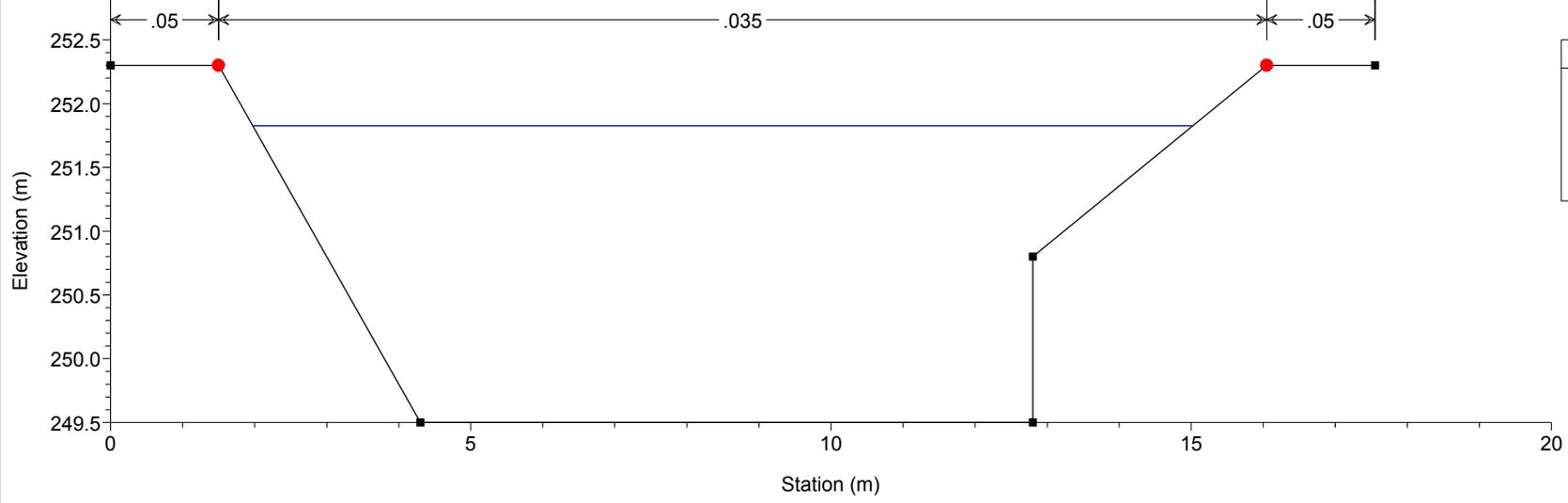
Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
 River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 9 Sezione 9 Can



Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
 River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 8 Sezione 8 Can



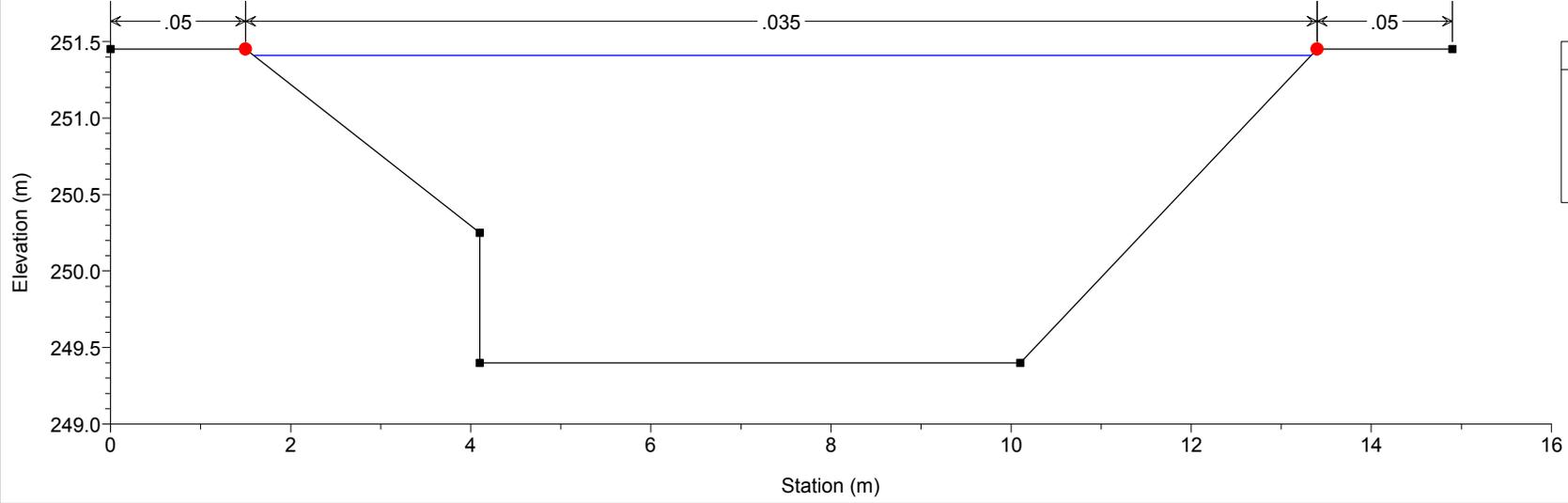
Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 7 Sezione 7 Can



Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

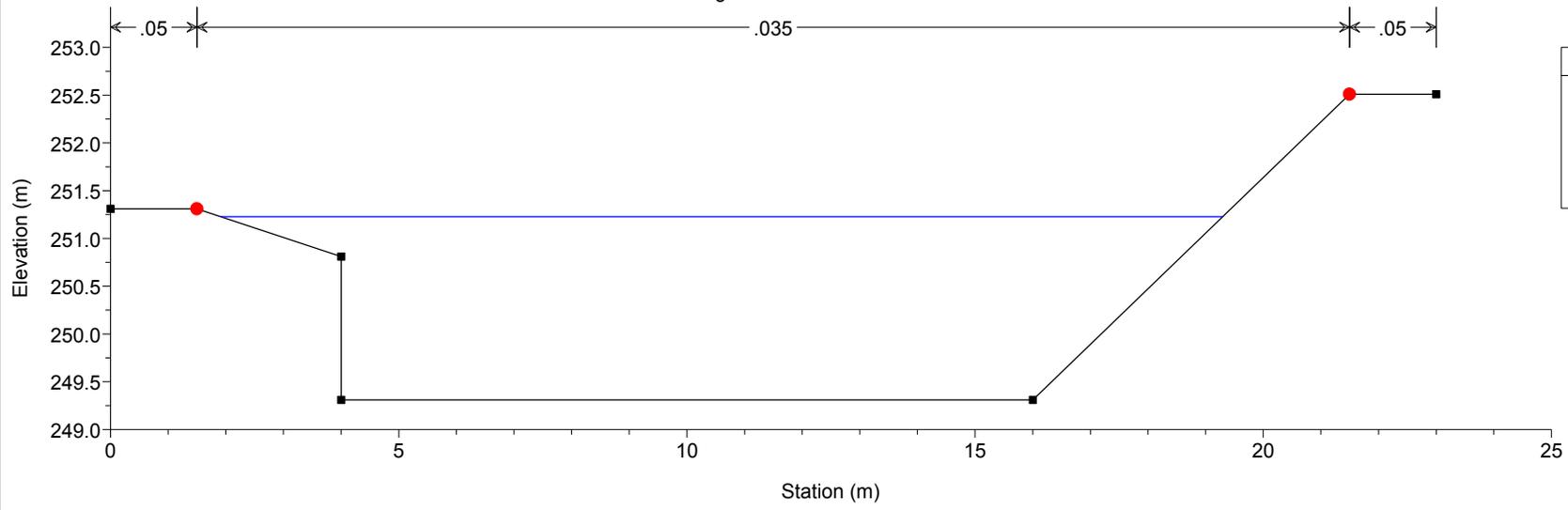
Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 6 Sezione 6 Can



Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

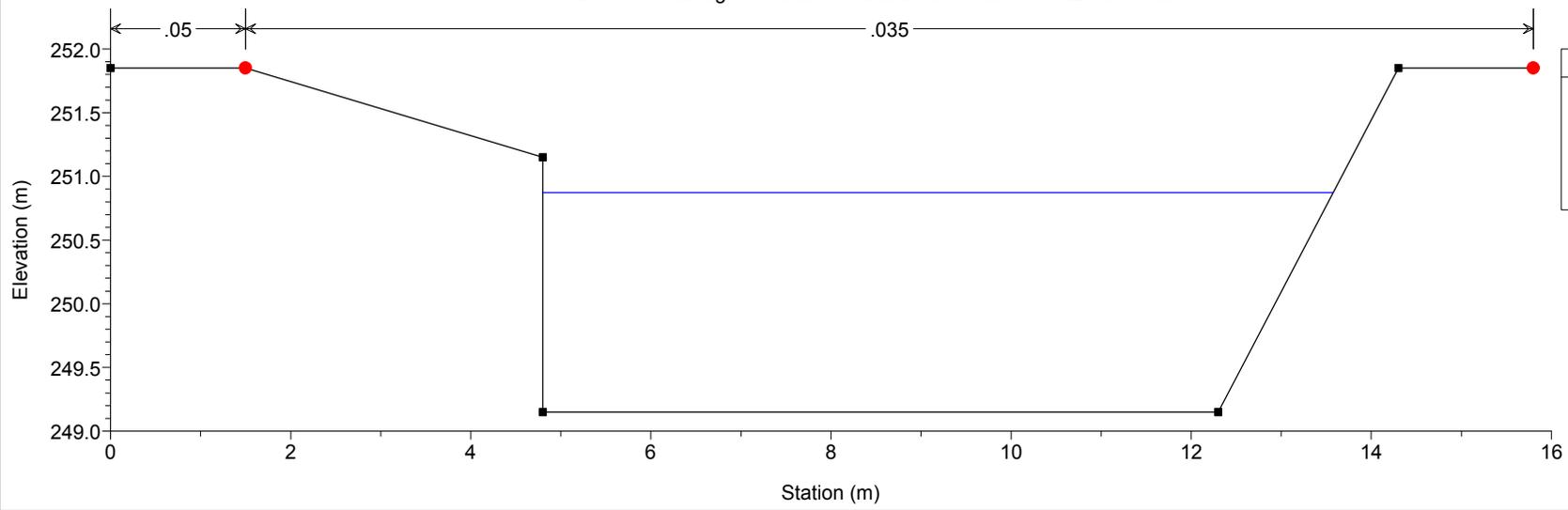
Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 5 Sezione 5 Can



Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

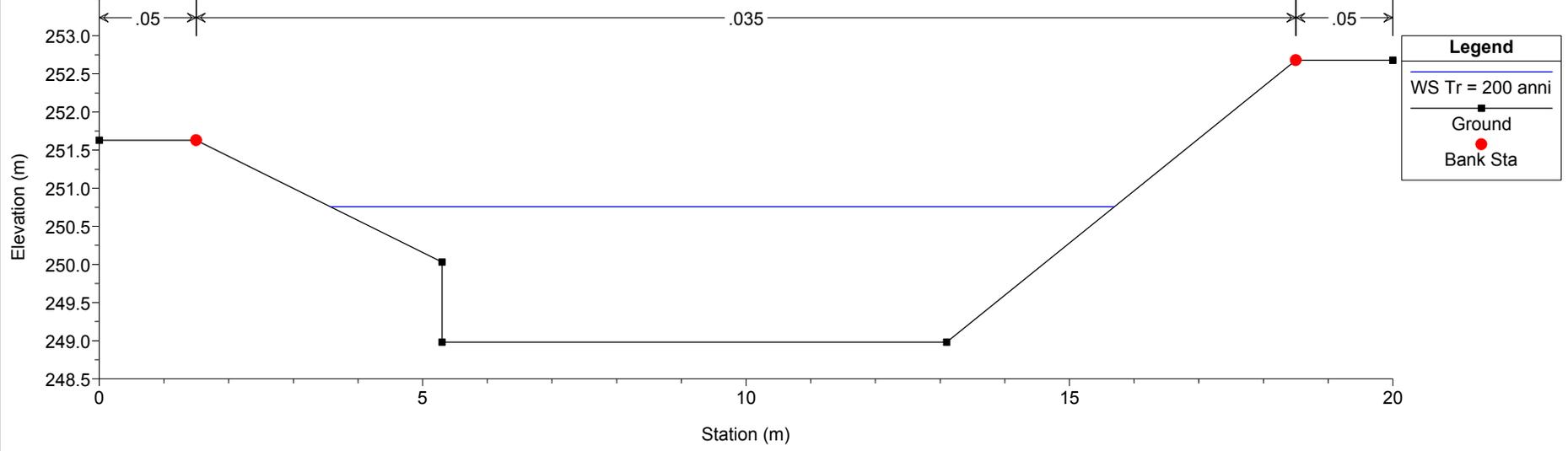
Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 4 Sezione 4 Can



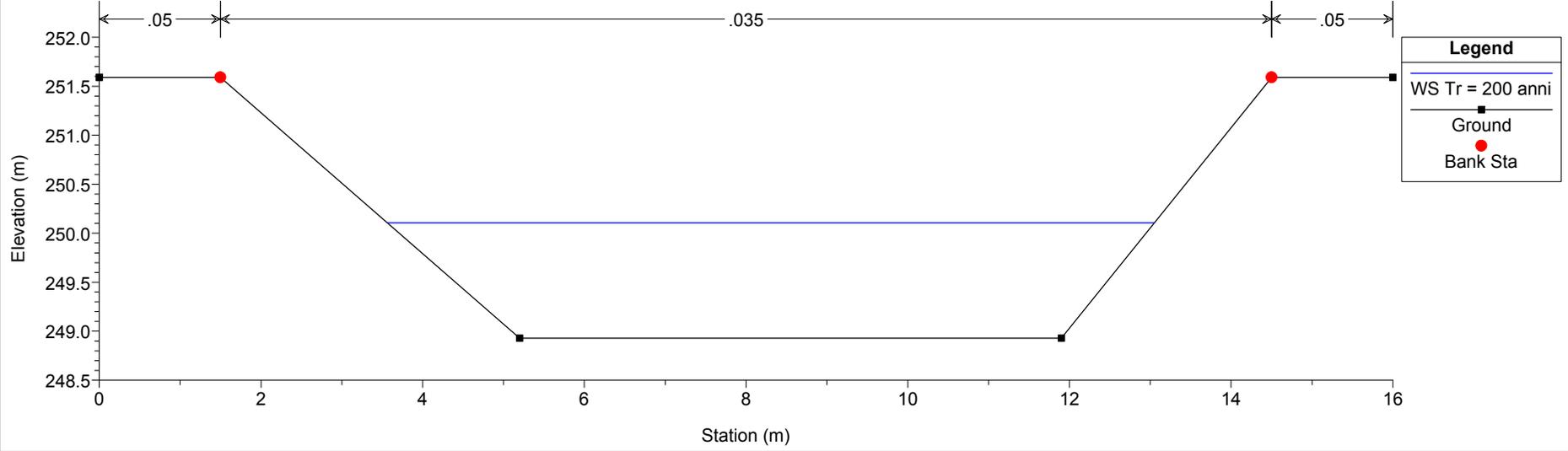
Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

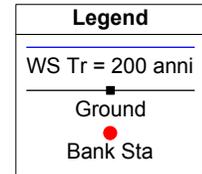
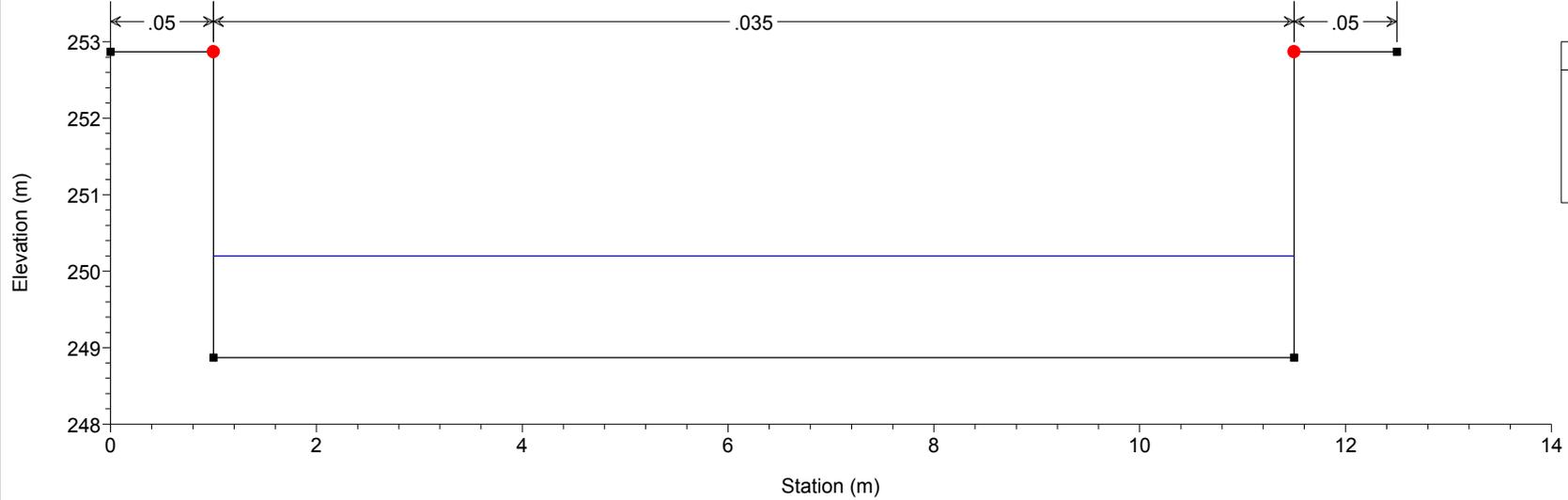
Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
 River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 3 Sezione 3 Can



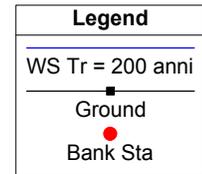
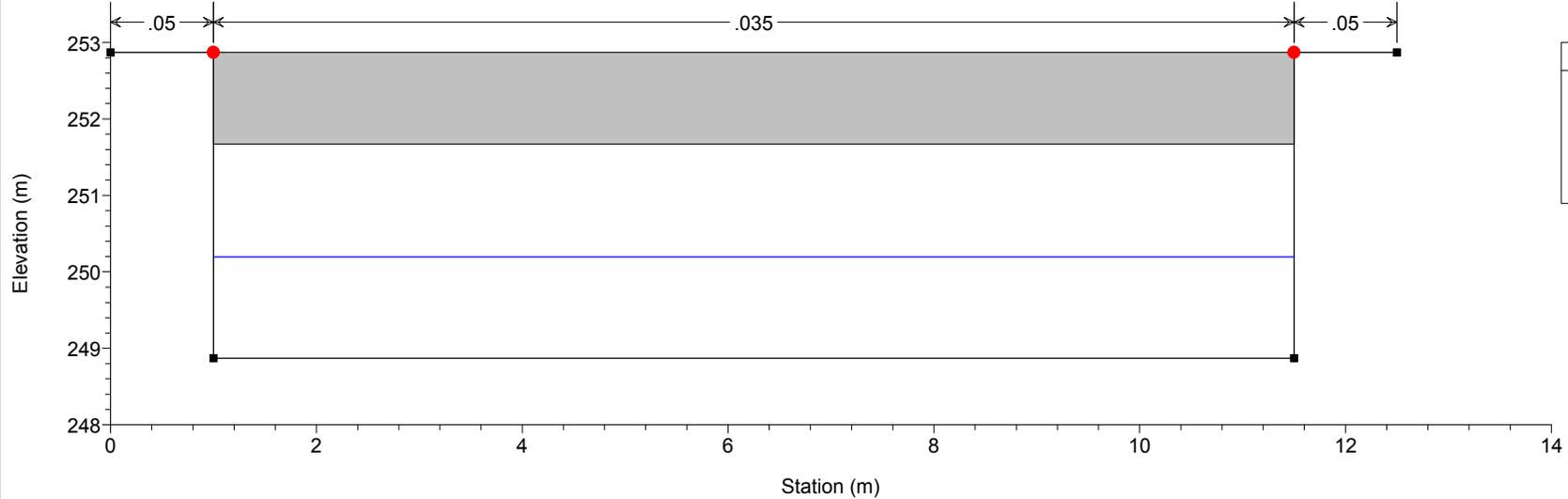
Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
 River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 2 Sezione 2 Can

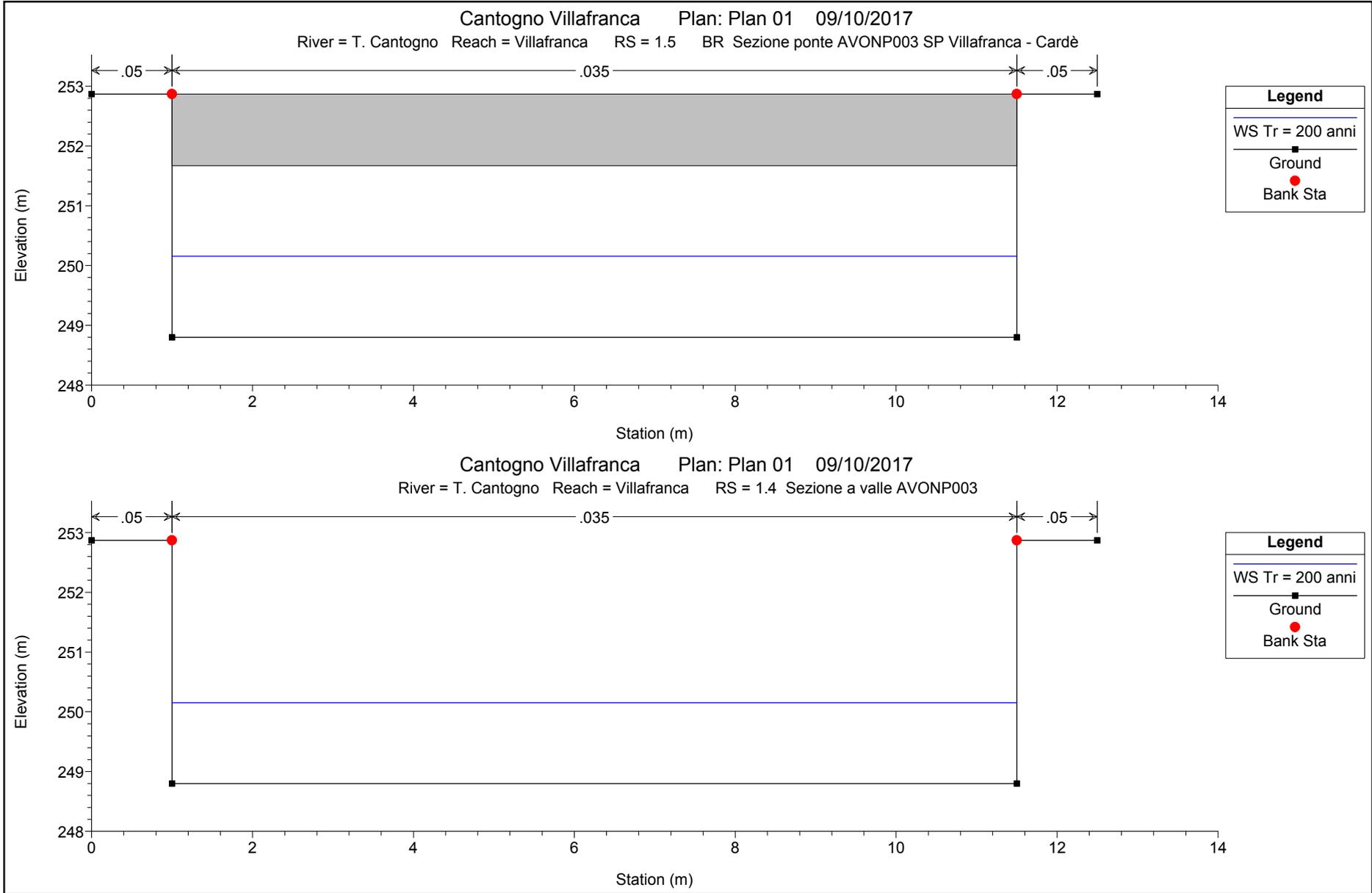


Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 1.6 Sezione a monte AVONP003

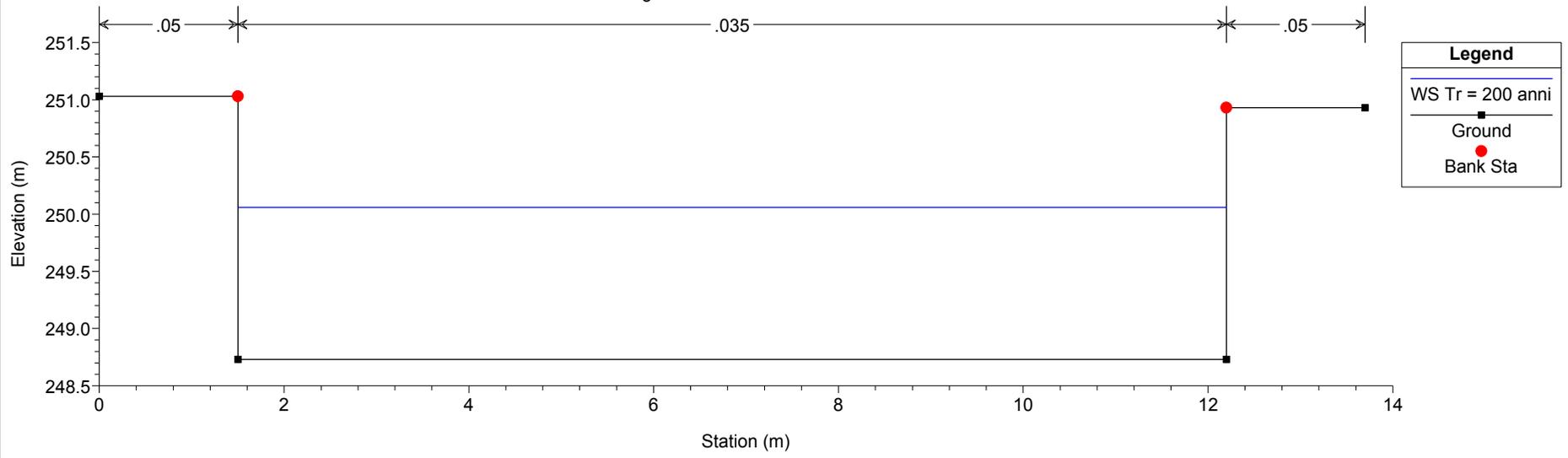


Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 1.5 BR Sezione ponte AVONP003 SP Villafranca - Cardè





Cantogno Villafranca Plan: Plan 01 09/10/2017
River = T. Cantogno Reach = Villafranca RS = 1 Sezione 1 Can



ALLEGATO E

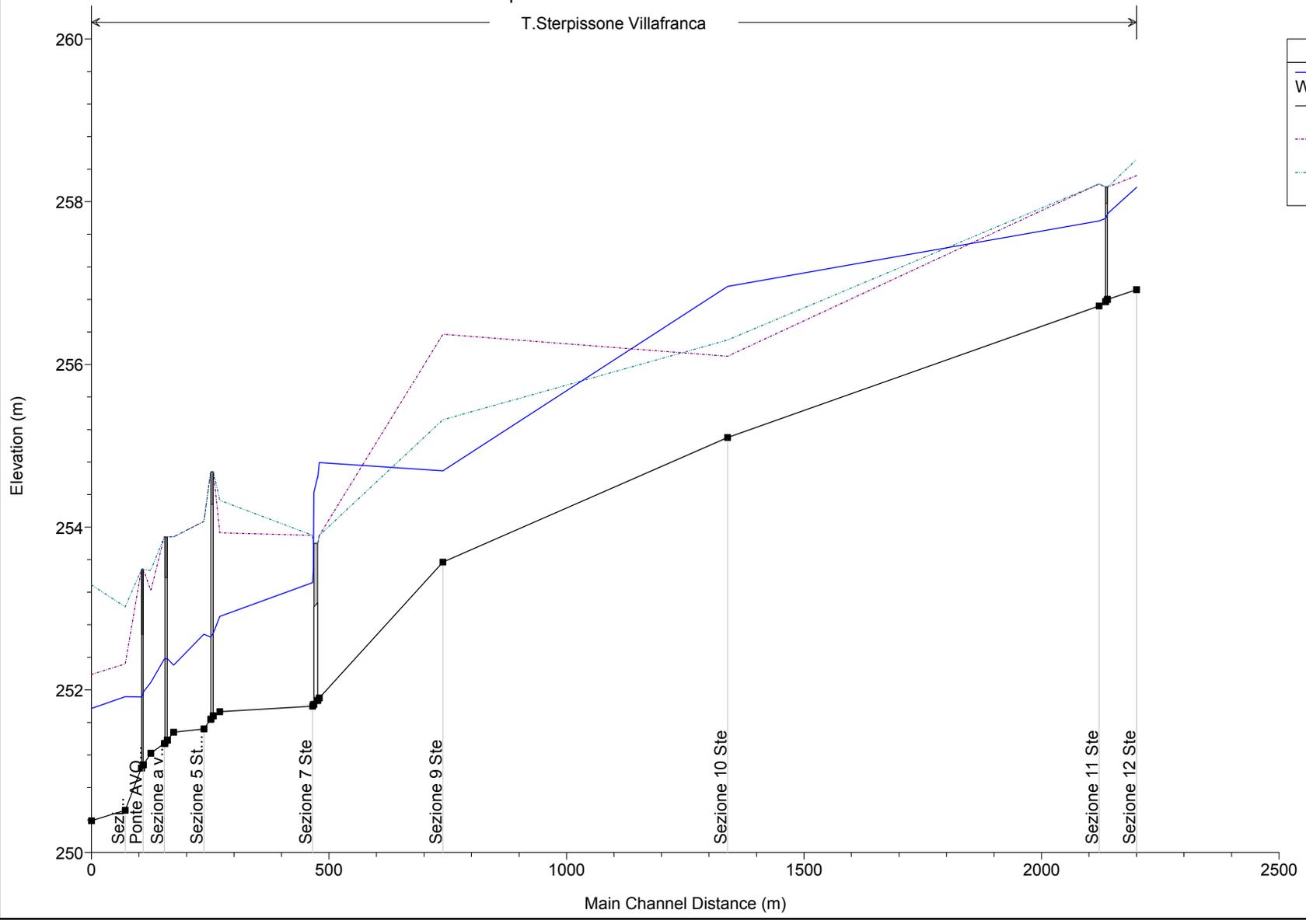
VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE

RIO STERPISSONE

Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017

T. Sterpissone Villafranca

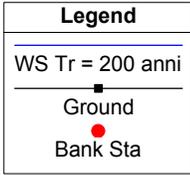
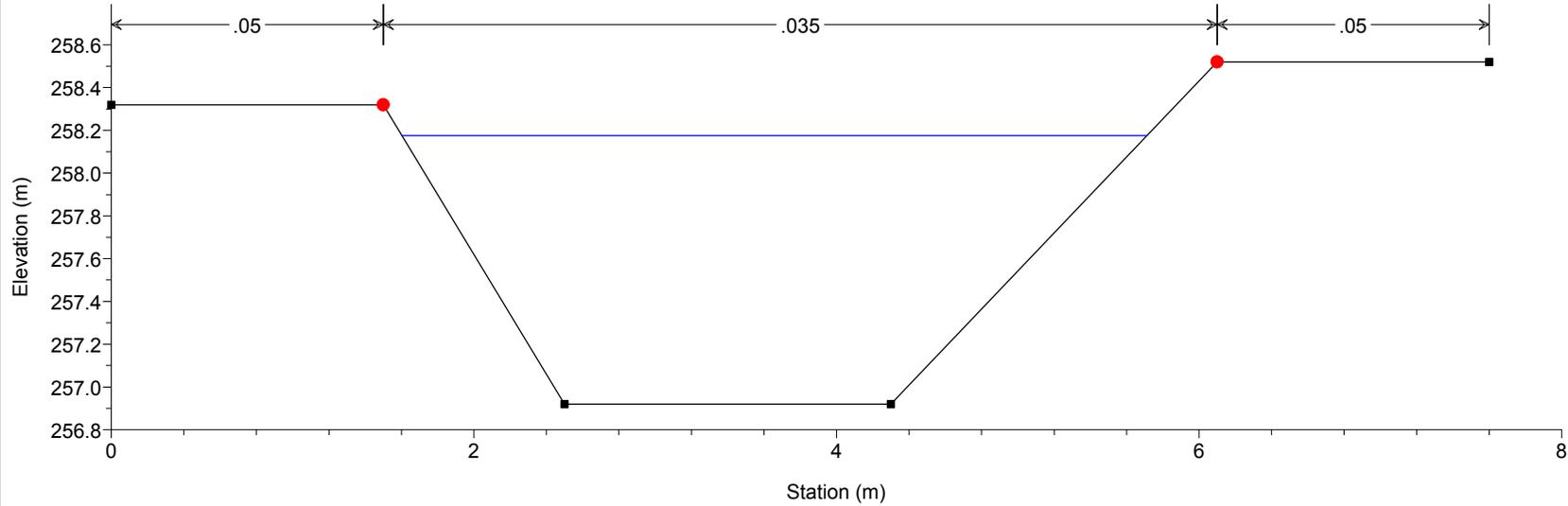
Legend	
— (Blue)	WS Tr = 200 anni
— (Black)	Ground
- - - (Magenta)	LOB
- · - · (Cyan)	ROB



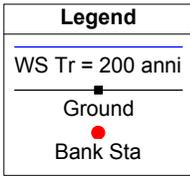
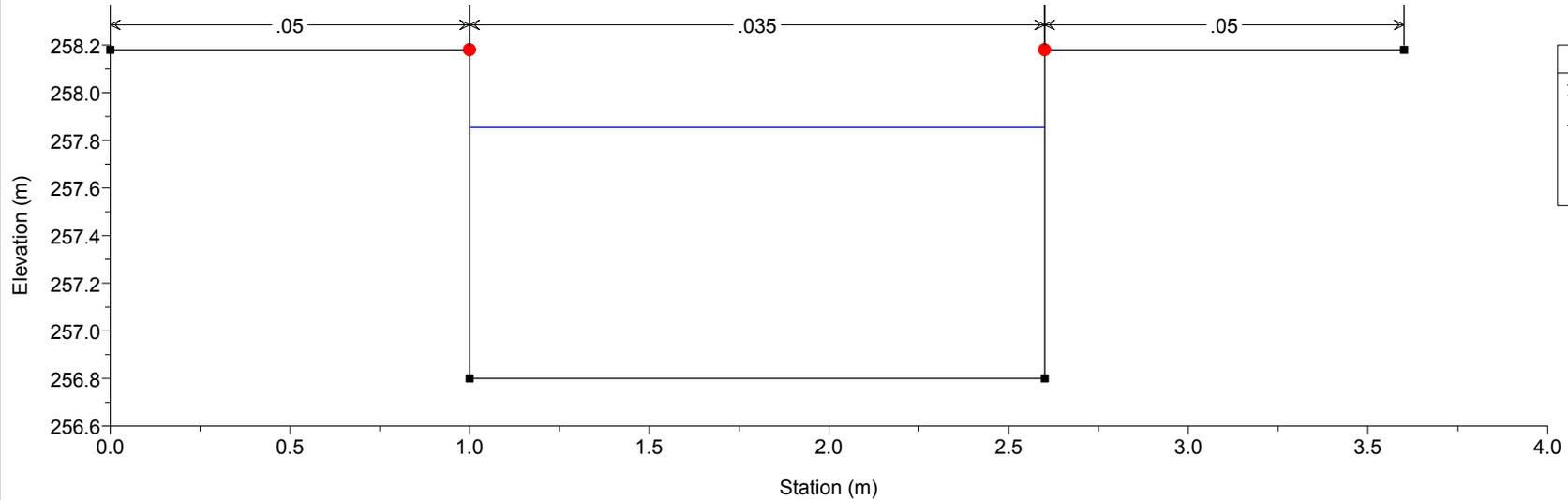
HEC-RAS Plan:

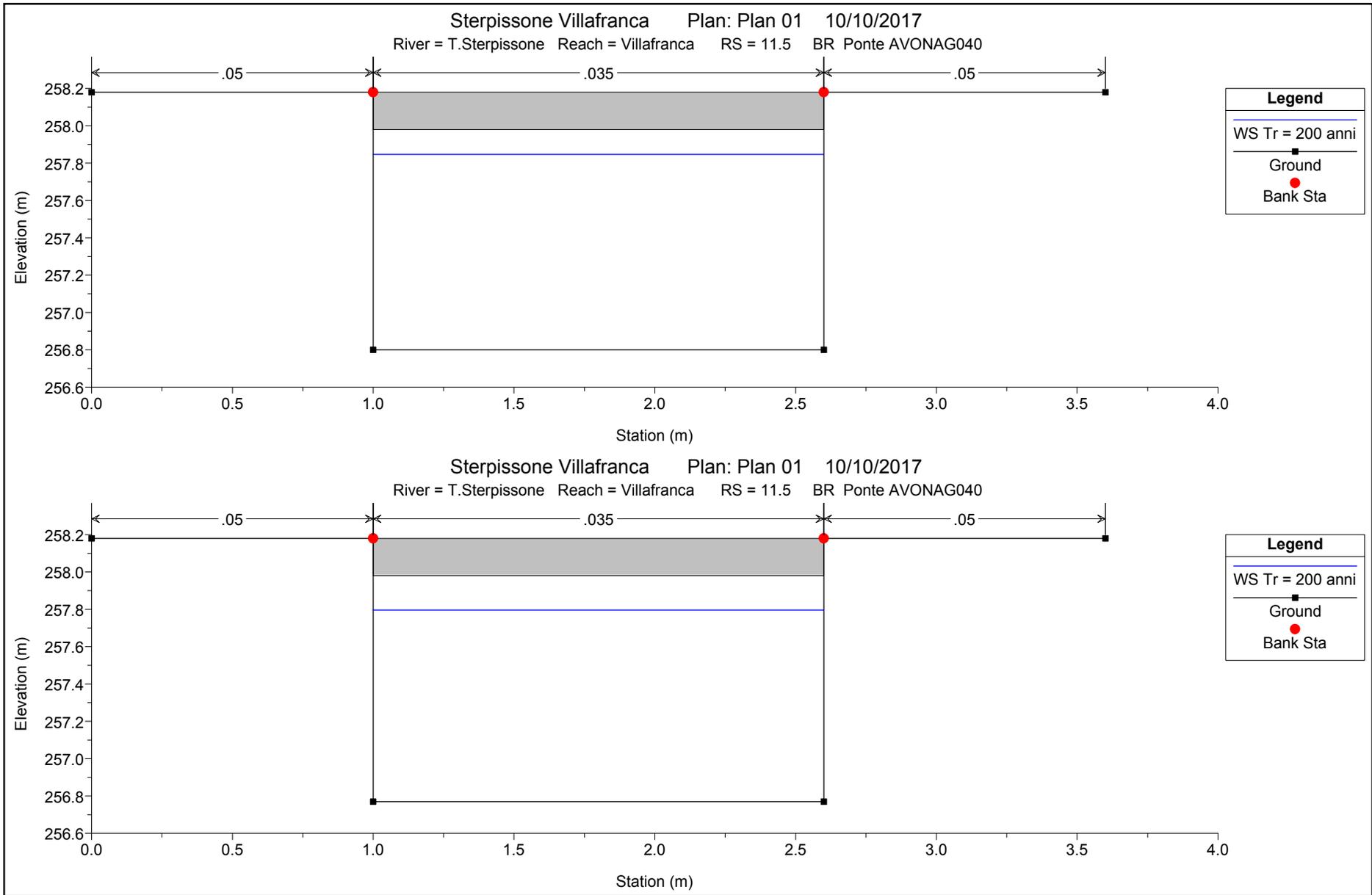
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Villafranca	12	Tr = 200 anni	3.04	256.92	258.18	258.32	258.52	257.51	258.21	0.001299	0.82	3.71	4.11	0.28
Villafranca	11.6	Tr = 200 anni	3.04	256.80	257.85	258.18	258.18	257.51	258.02	0.011365	1.80	1.69	1.60	0.56
Villafranca	11.5	Bridge												
Villafranca	11.4	Tr = 200 anni	3.04	256.77	257.80	258.18	258.18		257.97	0.012194	1.85	1.64	1.60	0.58
Villafranca	11	Tr = 200 anni	3.04	256.72	257.76	258.22	258.22		257.85	0.004468	1.30	2.35	2.60	0.44
Villafranca	10	Tr = 200 anni	3.04	255.10	256.96	256.10	256.30		256.97	0.000481	0.63	6.12	5.30	0.15
Villafranca	9	Tr = 200 anni	8.84	253.57	254.69	256.37	255.32	254.58	255.04	0.014838	2.63	3.36	3.50	0.86
Villafranca	8	Tr = 200 anni	8.84	251.90	254.79	253.90	253.90		254.81	0.000154	0.53	18.37	9.80	0.11
Villafranca	7.6	Tr = 200 anni	8.84	251.87	254.62	253.80	253.80	253.55	254.79	0.007975	2.00	5.20	3.30	0.38
Villafranca	7.5	Culvert												
Villafranca	7.4	Tr = 200 anni	8.84	251.82	253.50	253.80	253.80	253.50	254.33	0.055481	4.06	2.18	1.30	1.00
Villafranca	7	Tr = 200 anni	8.84	251.80	253.32	253.90	253.90	252.66	253.40	0.002120	1.26	7.03	6.25	0.38
Villafranca	6	Tr = 200 anni	8.84	251.73	252.90	253.93	254.33		252.97	0.002221	1.18	7.47	8.46	0.40
Villafranca	5.6	Tr = 200 anni	8.84	251.68	252.70	254.68	254.68	252.43	252.91	0.008127	2.01	4.39	4.30	0.64
Villafranca	5.5	Bridge												
Villafranca	5.4	Tr = 200 anni	8.84	251.64	252.65	254.68	254.68		252.86	0.008407	2.04	4.34	4.30	0.65
Villafranca	5	Tr = 200 anni	8.84	251.52	252.68	254.07	254.07		252.76	0.002462	1.23	7.16	8.00	0.42
Villafranca	4	Tr = 200 anni	8.84	251.48	252.30	253.88	253.88		252.49	0.008029	1.91	4.62	5.81	0.69
Villafranca	3.6	Tr = 200 anni	8.84	251.38	252.38	253.88	253.88	251.78	252.42	0.000980	0.80	11.03	11.00	0.26
Villafranca	3.5	Bridge												
Villafranca	3.4	Tr = 200 anni	8.84	251.34	252.38	253.88	253.88		252.41	0.000878	0.77	11.42	11.00	0.24
Villafranca	3	Tr = 200 anni	8.84	251.22	252.09	253.22	253.47		252.33	0.010490	2.16	4.09	4.70	0.74
Villafranca	2.6	Tr = 200 anni	8.84	251.08	251.97	253.48	253.48	251.76	252.17	0.008387	1.98	4.47	5.00	0.67
Villafranca	2.5	Bridge												
Villafranca	2.4	Tr = 200 anni	8.84	251.04	251.91	253.48	253.48		252.12	0.009021	2.03	4.36	5.00	0.69
Villafranca	2	Tr = 200 anni	8.84	250.52	251.92	252.32	253.02		251.97	0.001521	1.05	8.42	8.36	0.33
Villafranca	1	Tr = 200 anni	8.84	250.39	251.77	252.19	253.29	251.13	251.85	0.002001	1.22	7.24	6.49	0.37

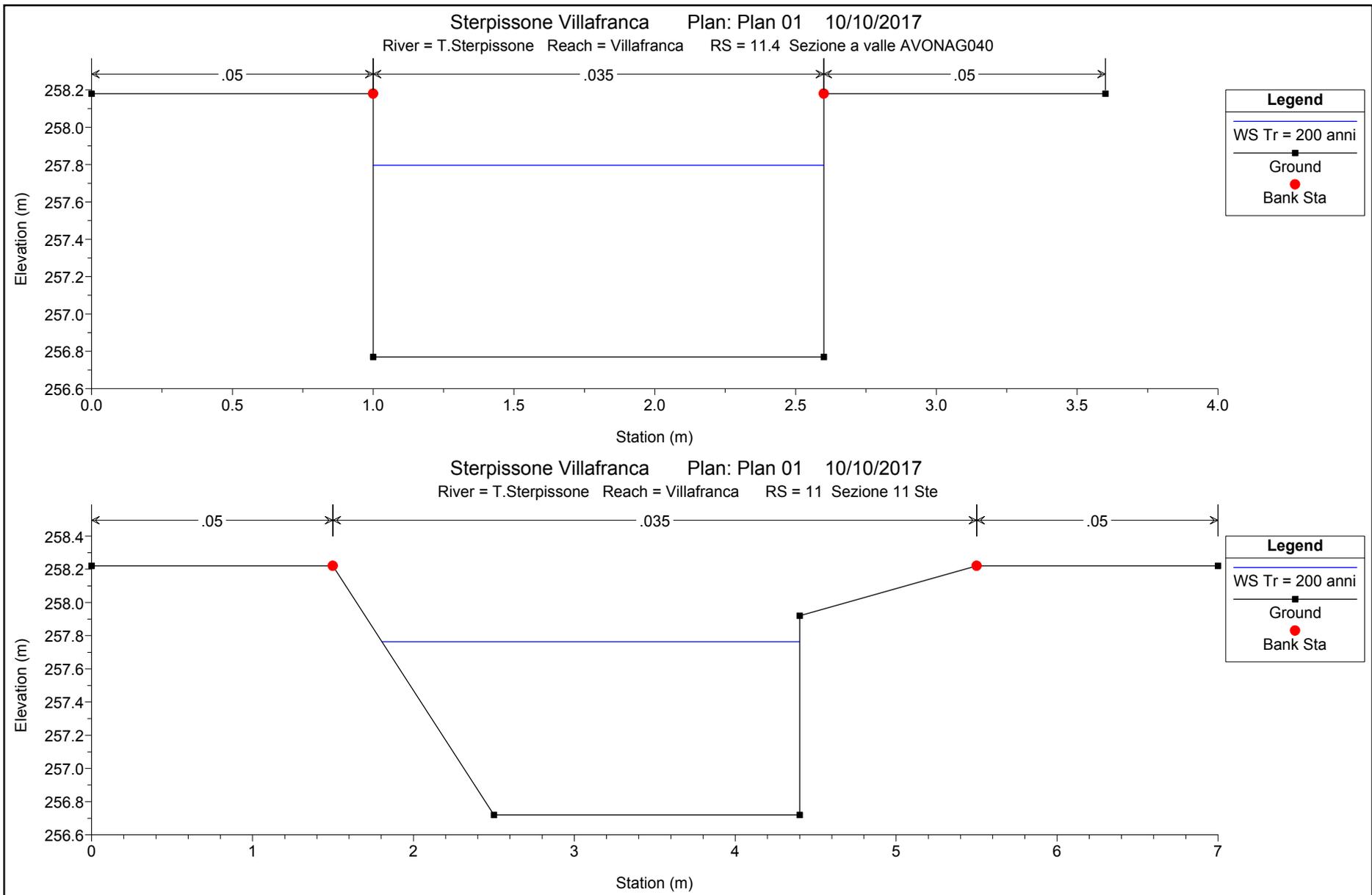
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
 River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 12 Sezione 12 Ste



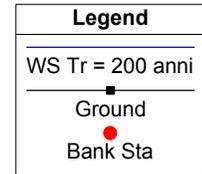
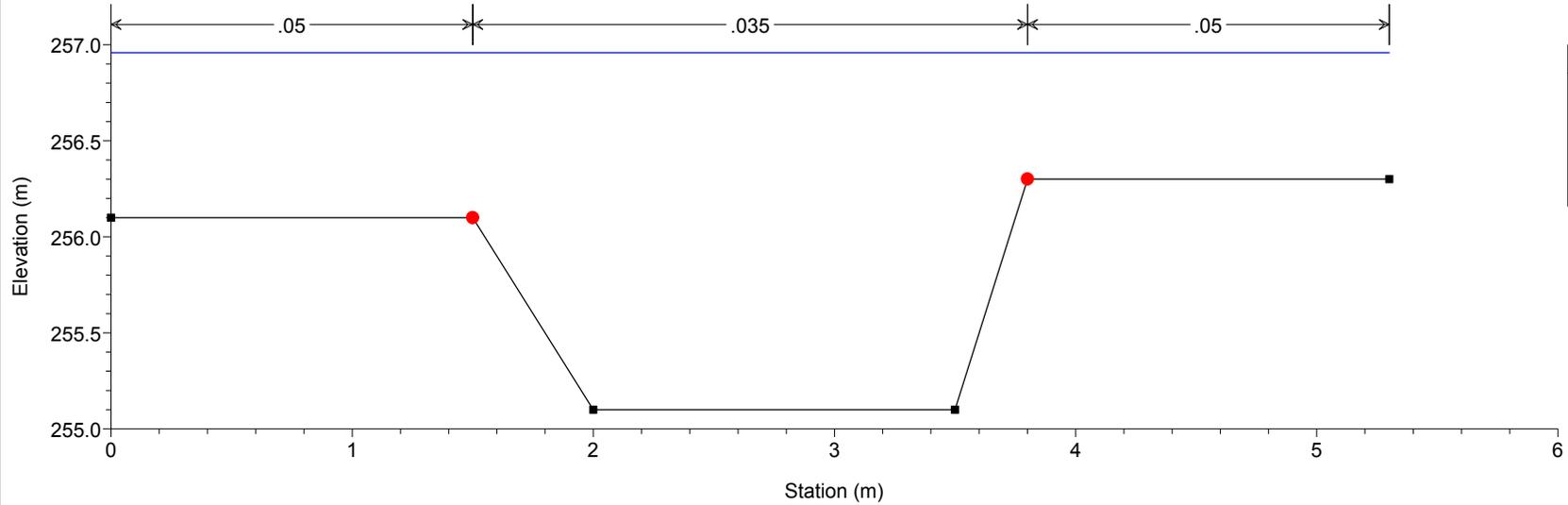
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
 River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 11.6 Sezione a monte AVONAG040



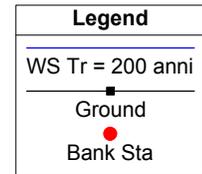
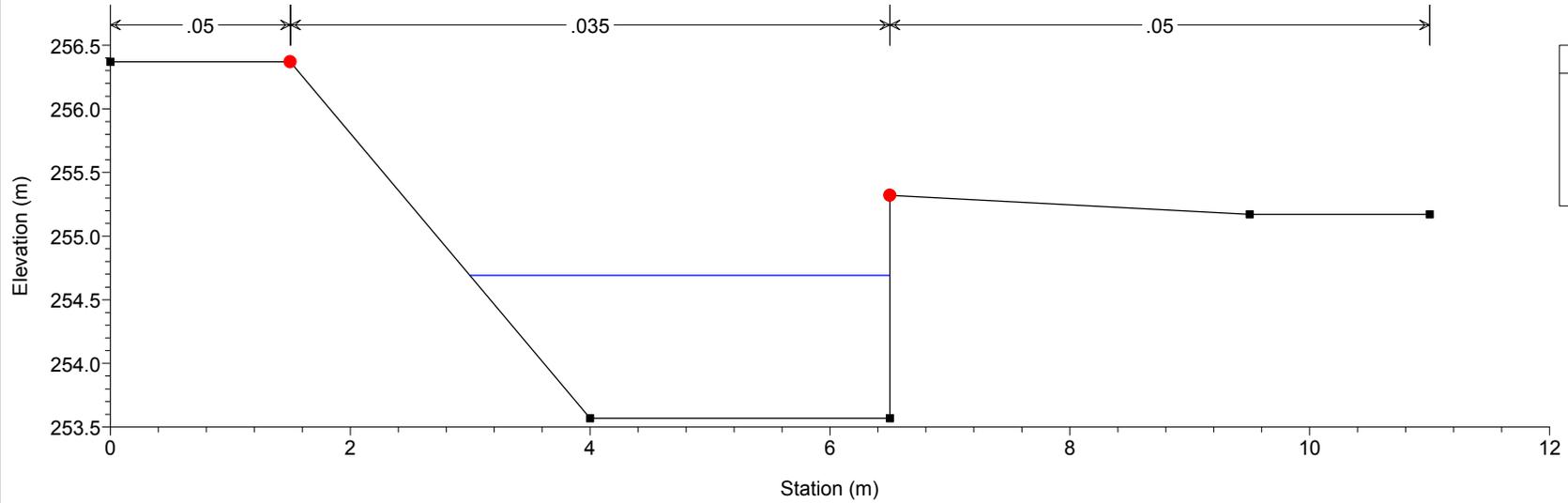




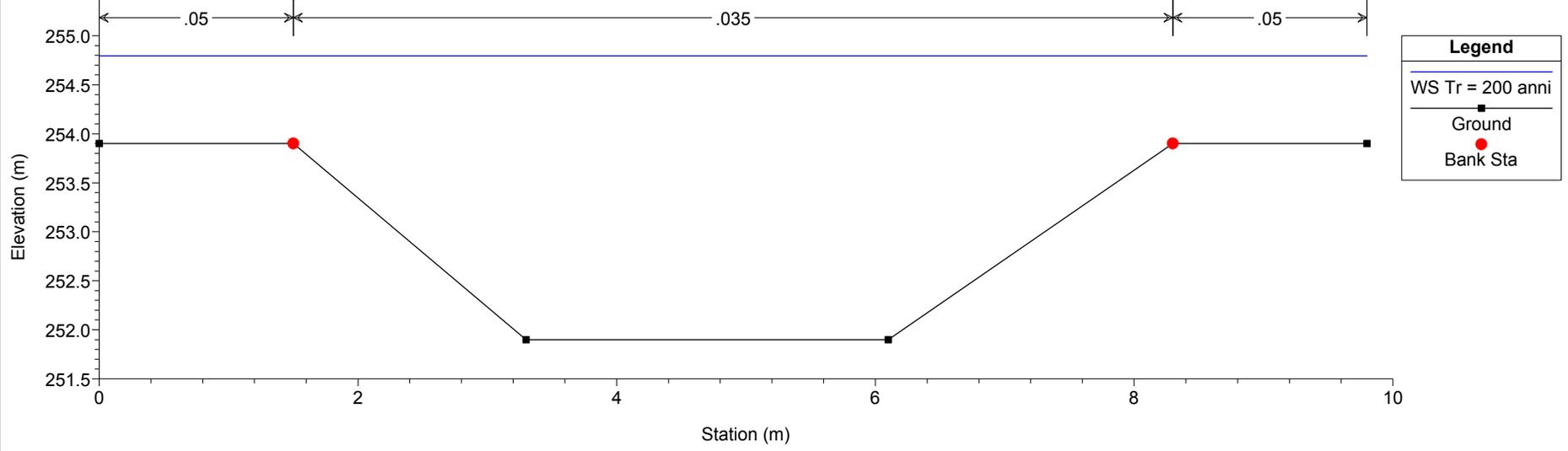
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
 River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 10 Sezione 10 Ste



Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
 River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 9 Sezione 9 Ste



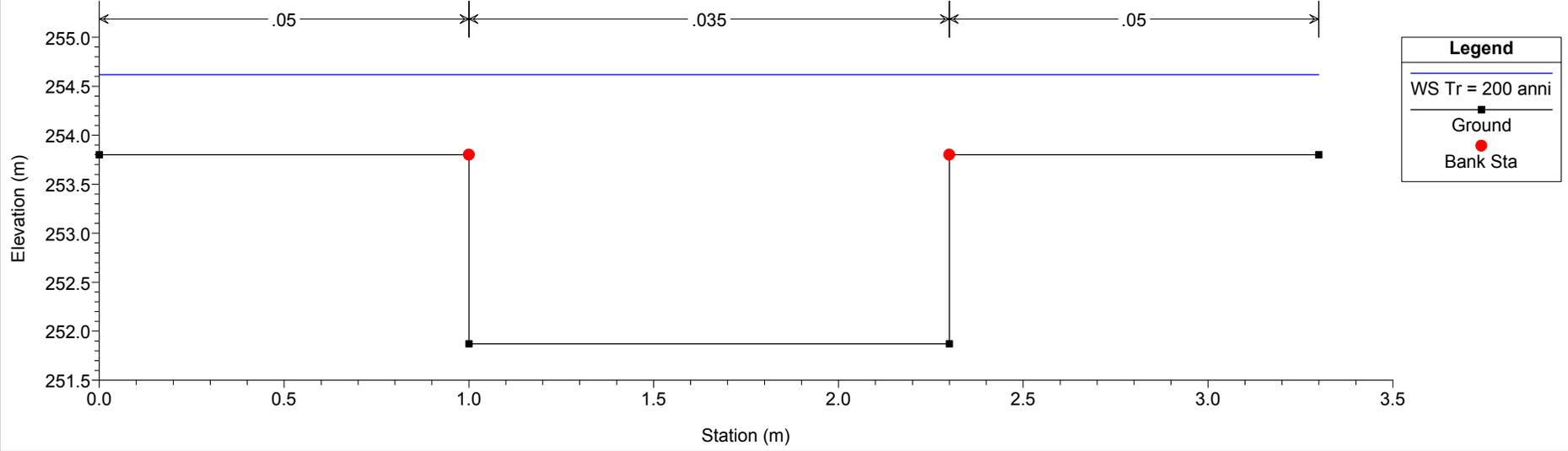
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 8 Sezione 8 Ste



Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 7.6 Sezione a monte di AVONAG042

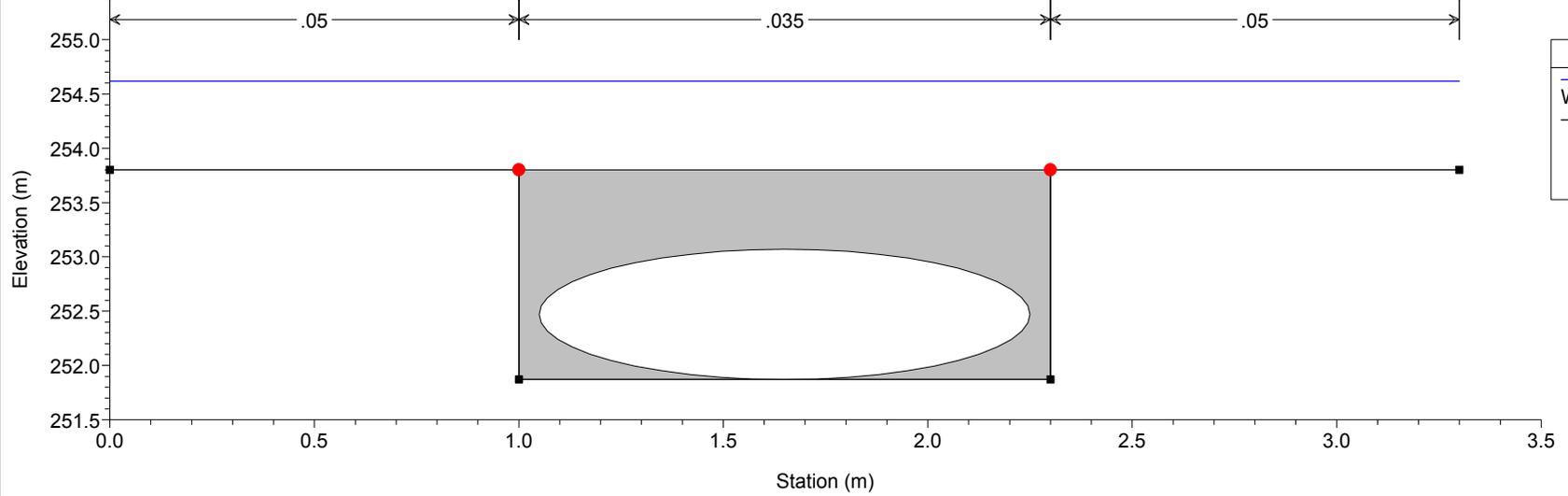


Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017

River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 7.5 Culv Ponte AVONAG042

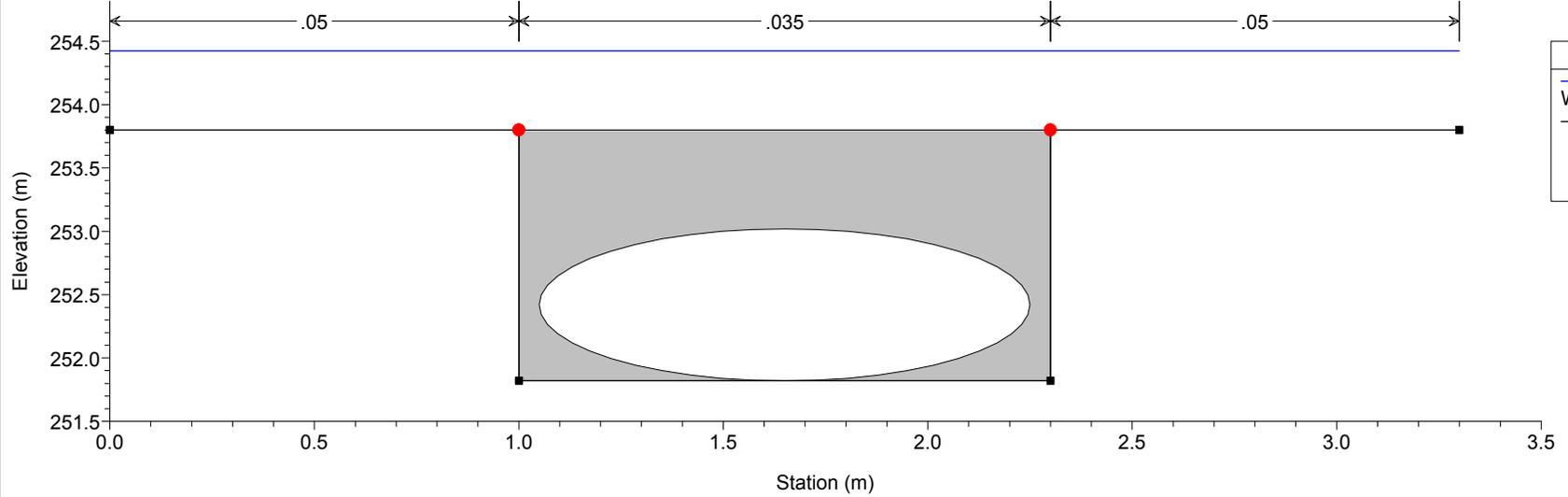


Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

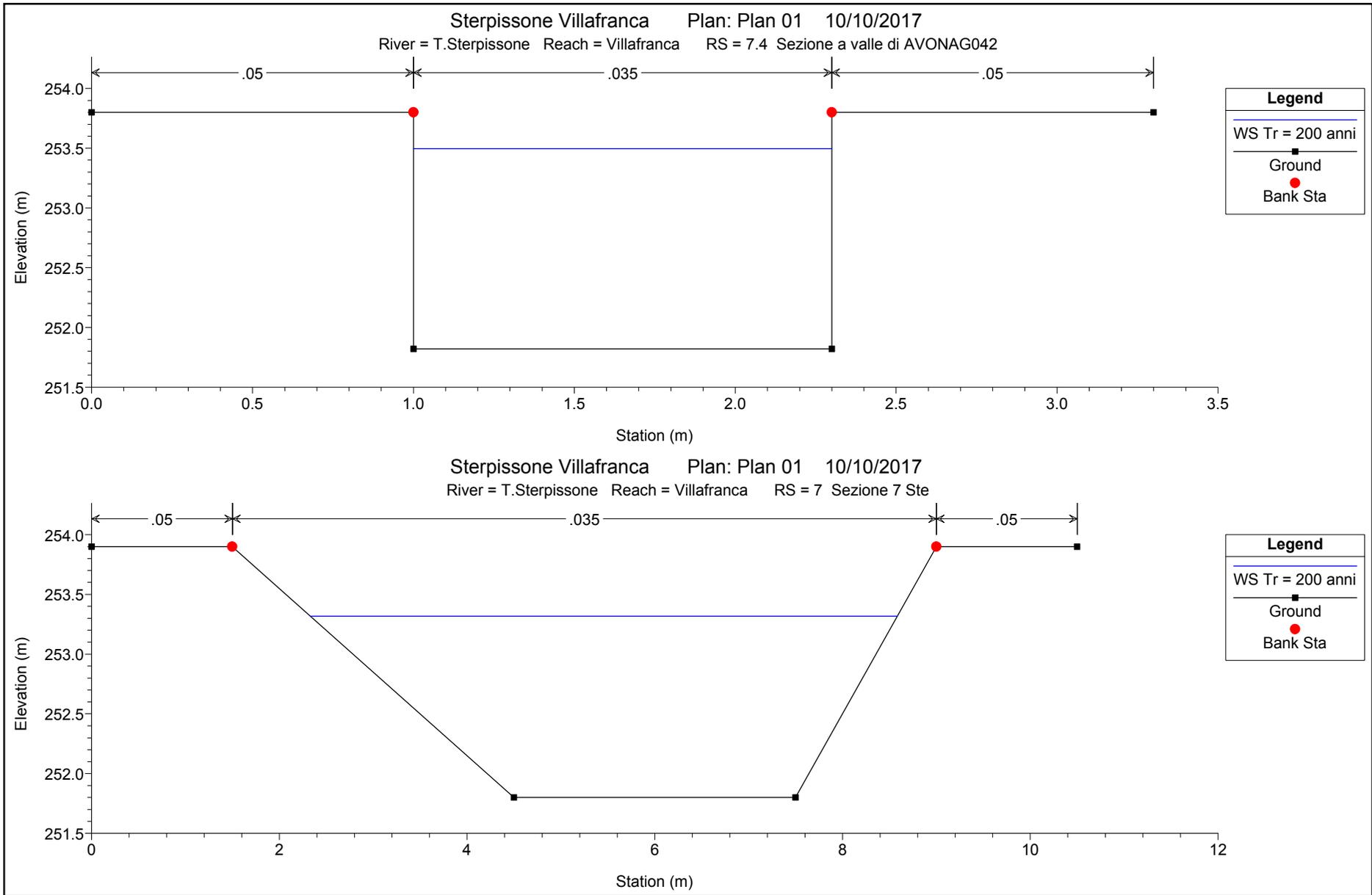
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017

River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 7.5 Culv Ponte AVONAG042

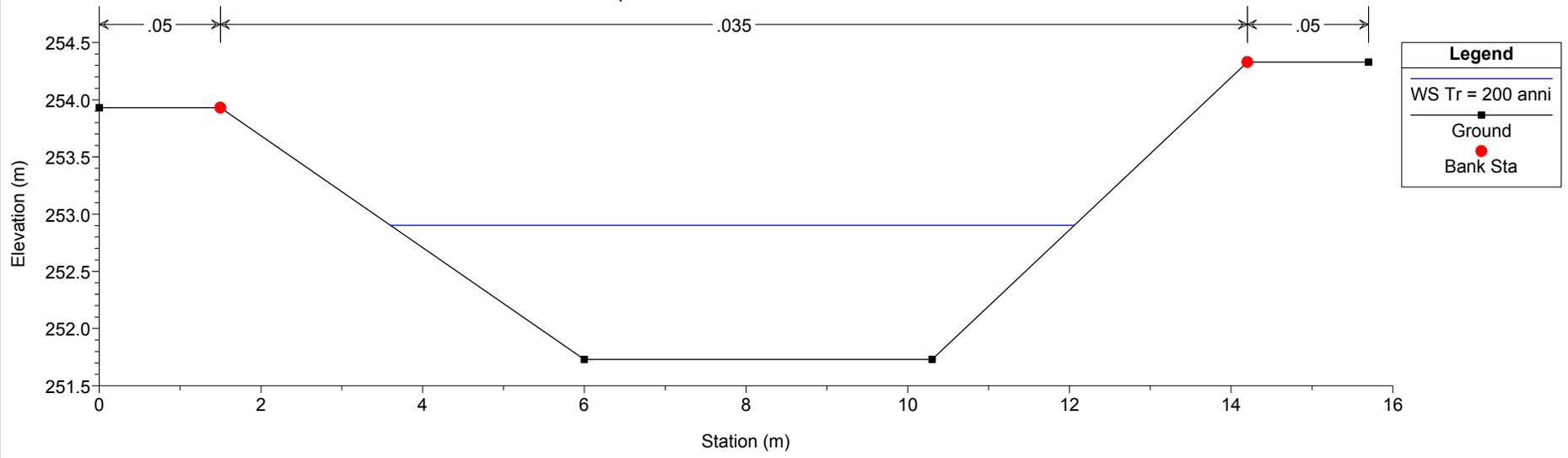


Legend

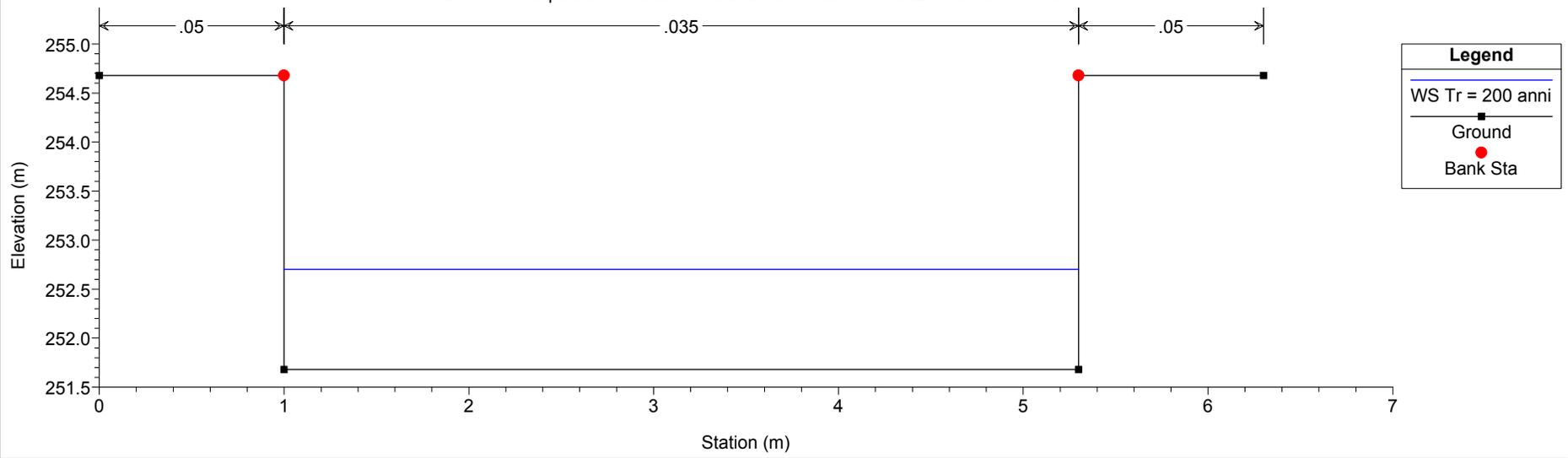
- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta



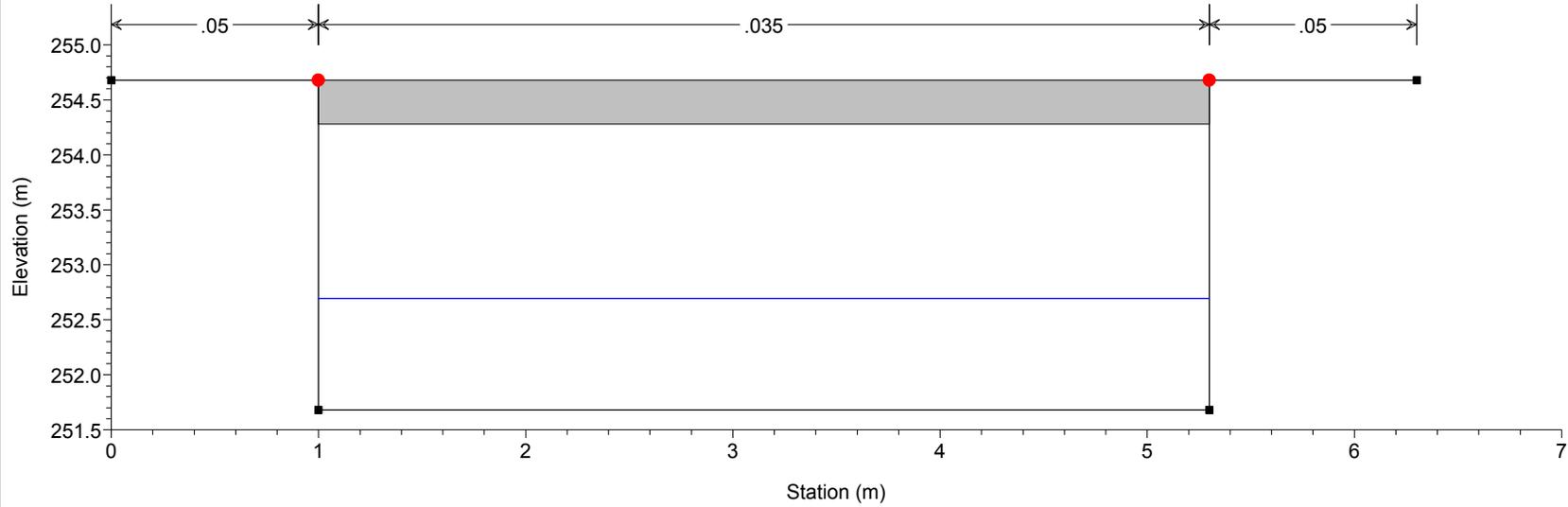
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
 River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 6 Sezione 6 Ste



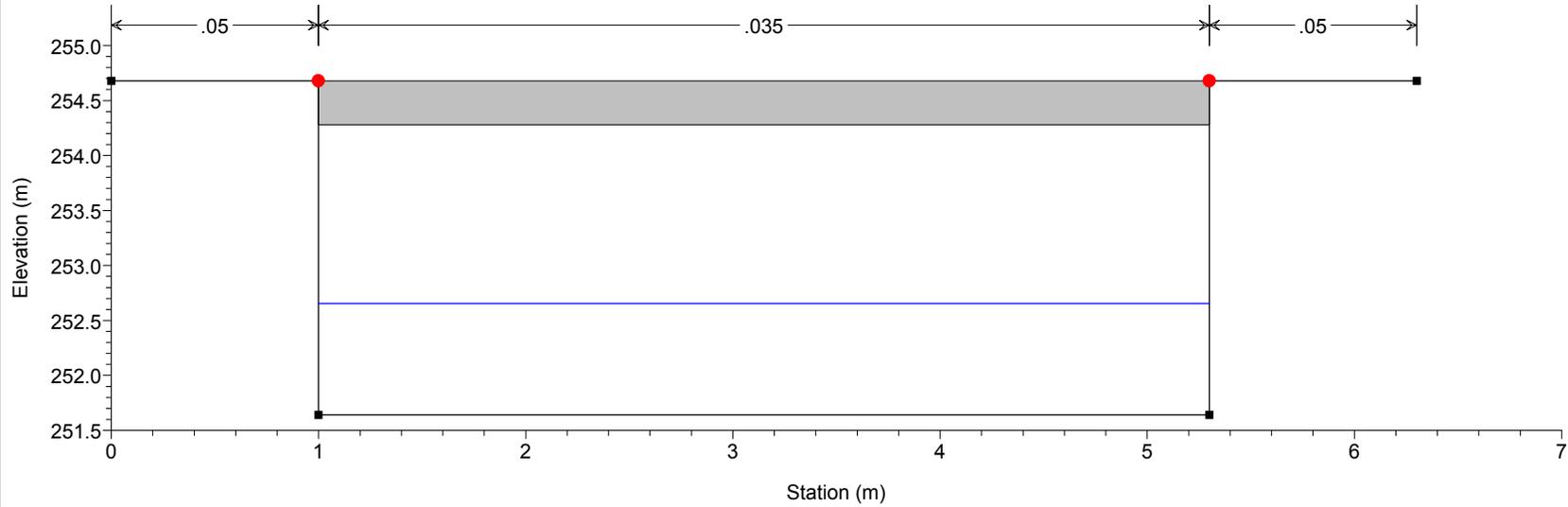
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
 River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 5.6 Sezioe a monte AVONAG043



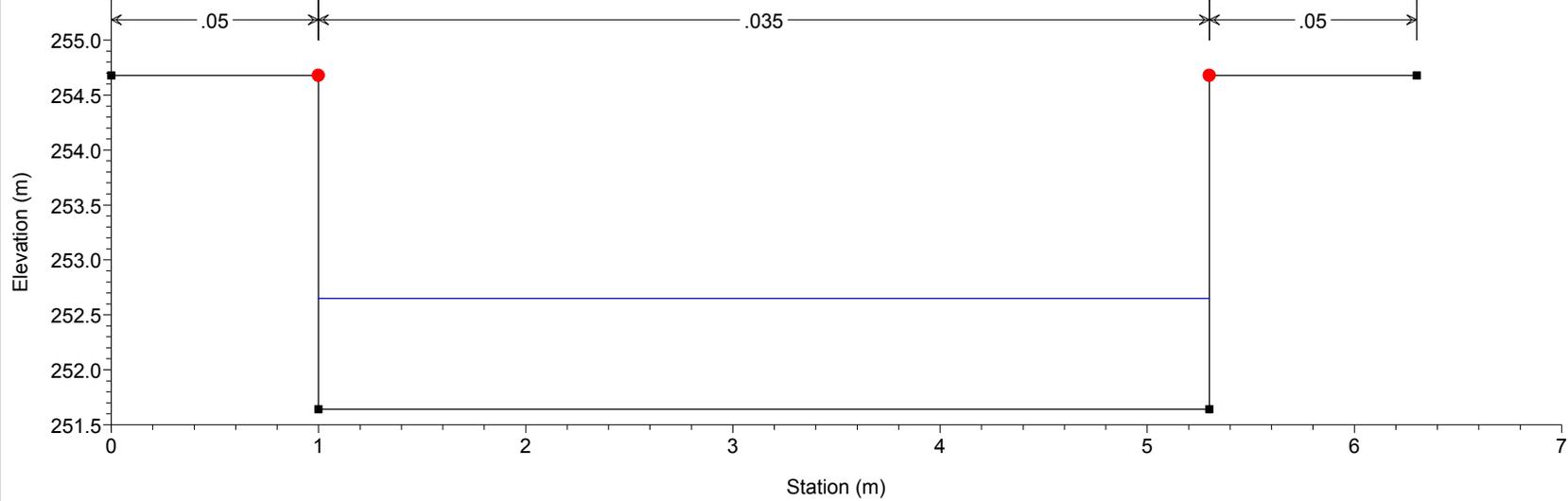
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 5.5 BR Ponte AVONAG043



Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 5.5 BR Ponte AVONAG043



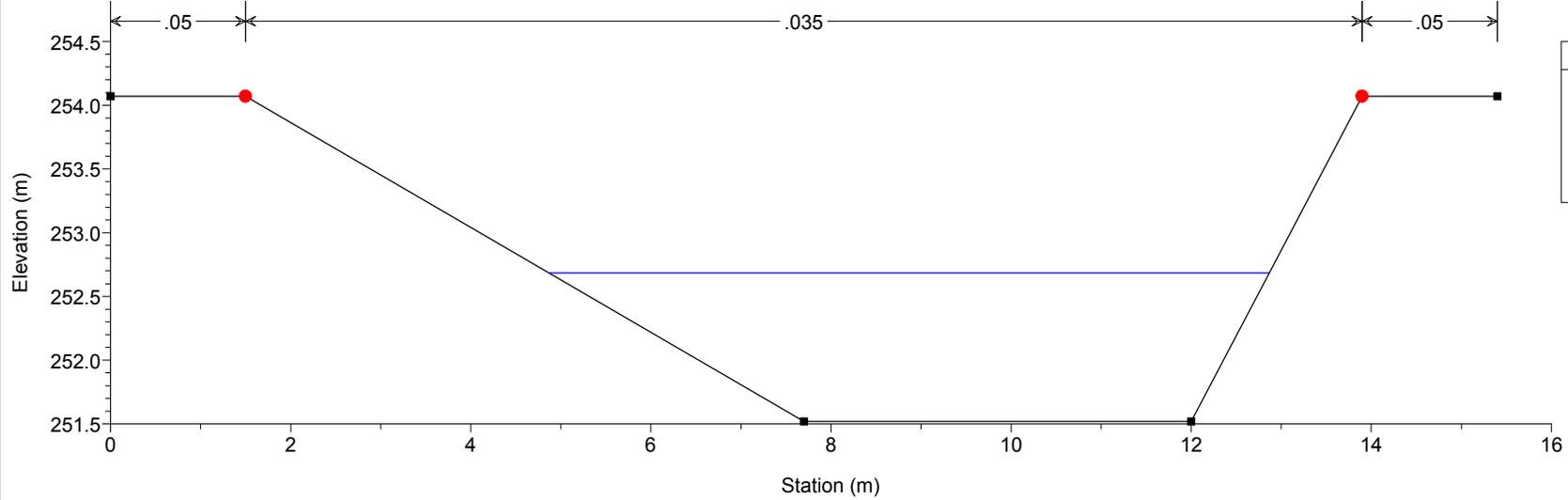
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
 River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 5.4 Sezione a valle AVONAG043



Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
 River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 5 Sezione 5 Ste

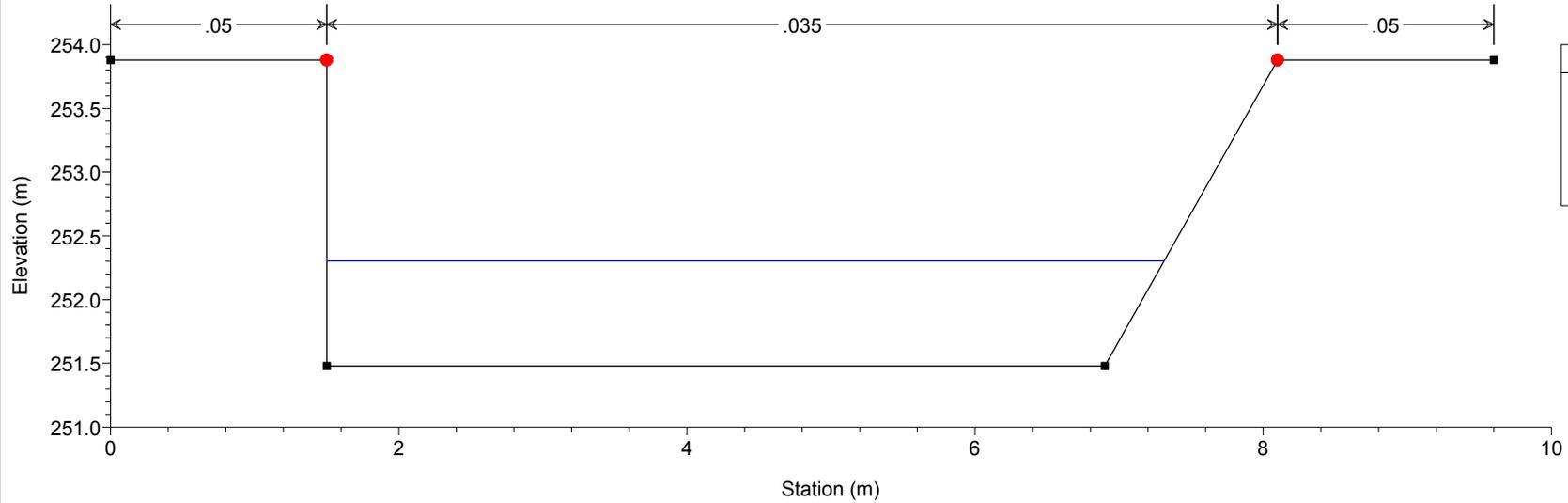


Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017

River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 4 Sezione 4 Ste

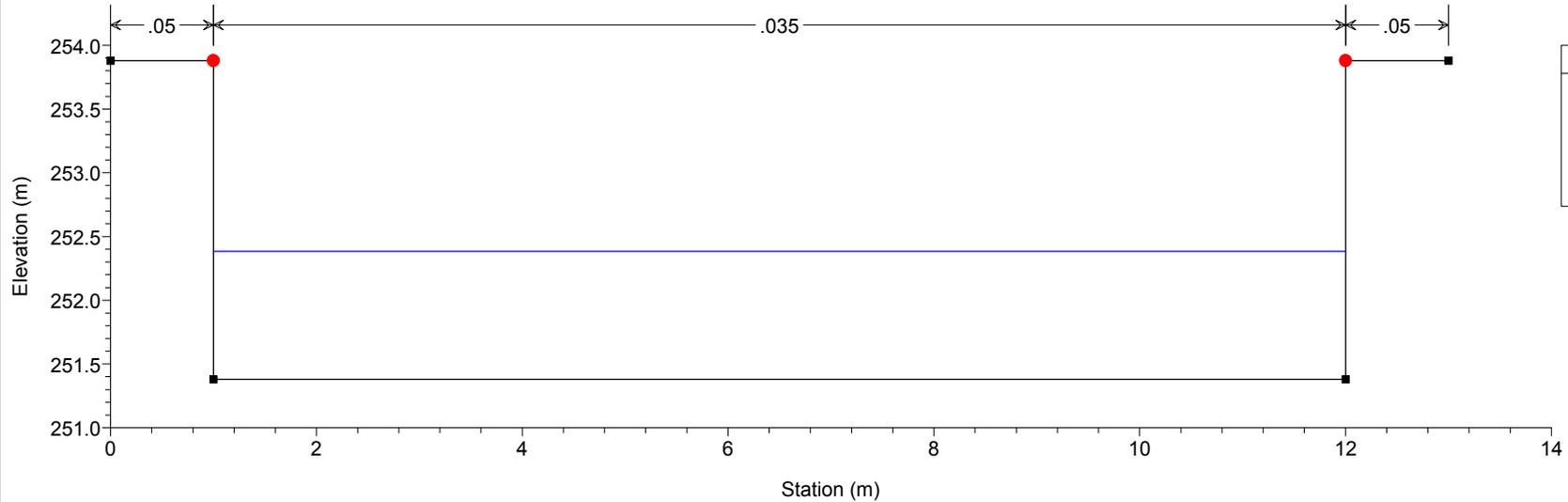


Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017

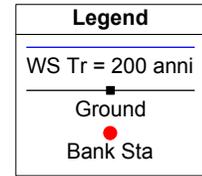
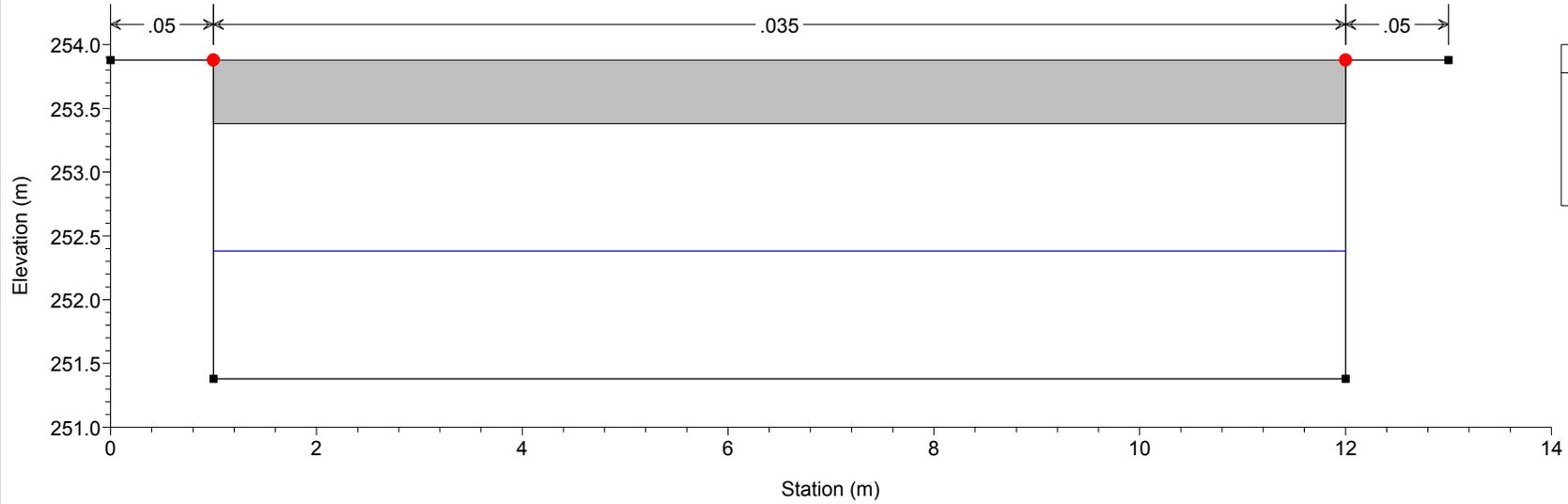
River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 3.6 Sezione a monte AVONP001



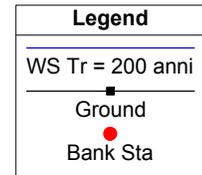
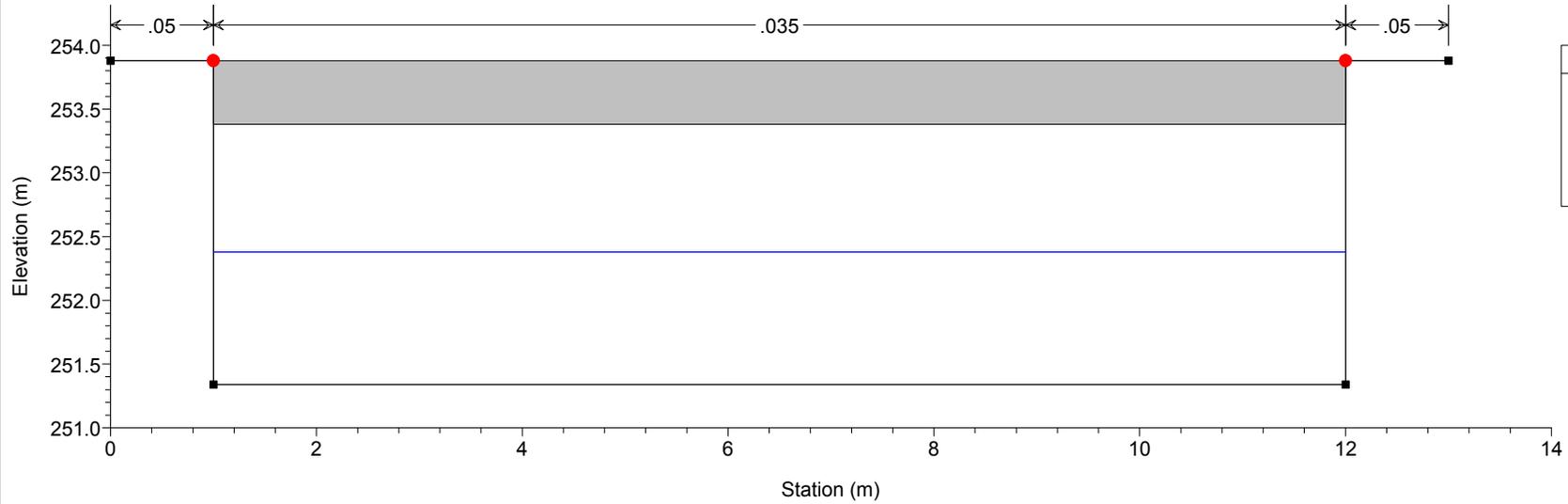
Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

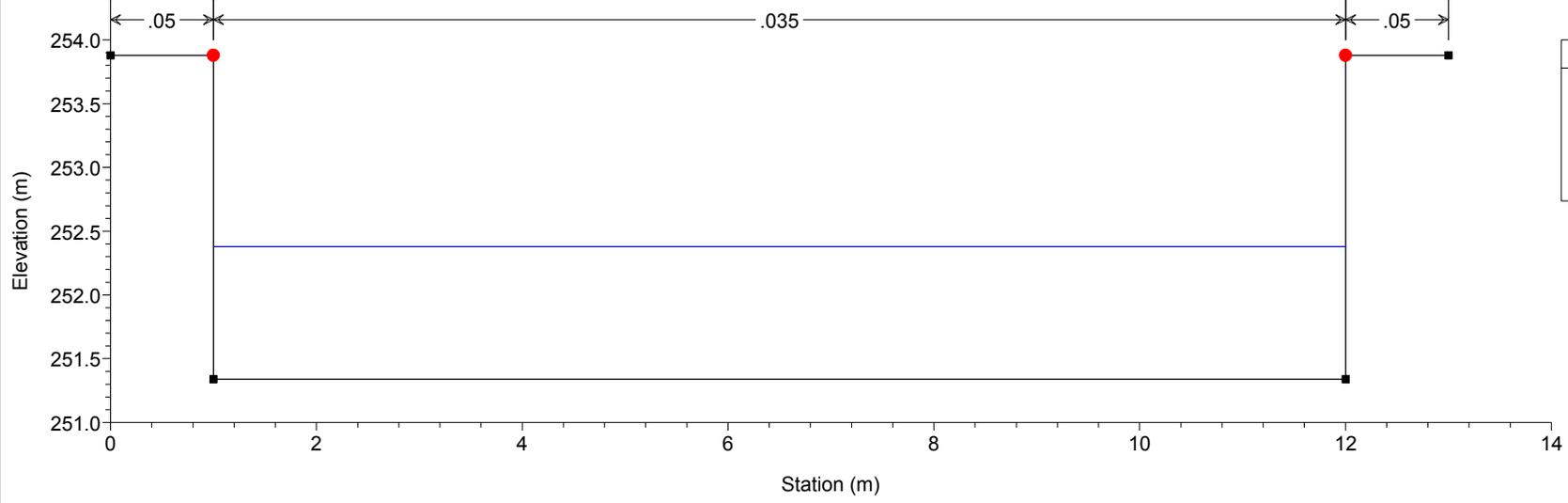
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 3.5 BR Ponte AVONP001



Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 3.5 BR Ponte AVONP001



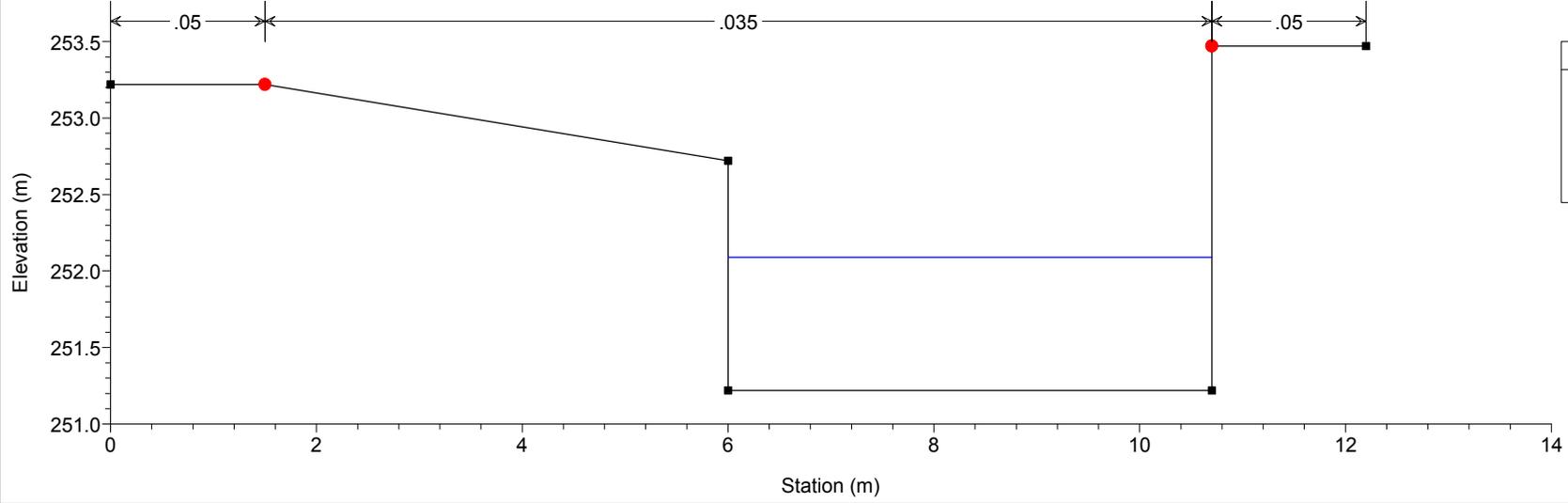
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
 River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 3.4 Sezione a valle AVONP001



Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

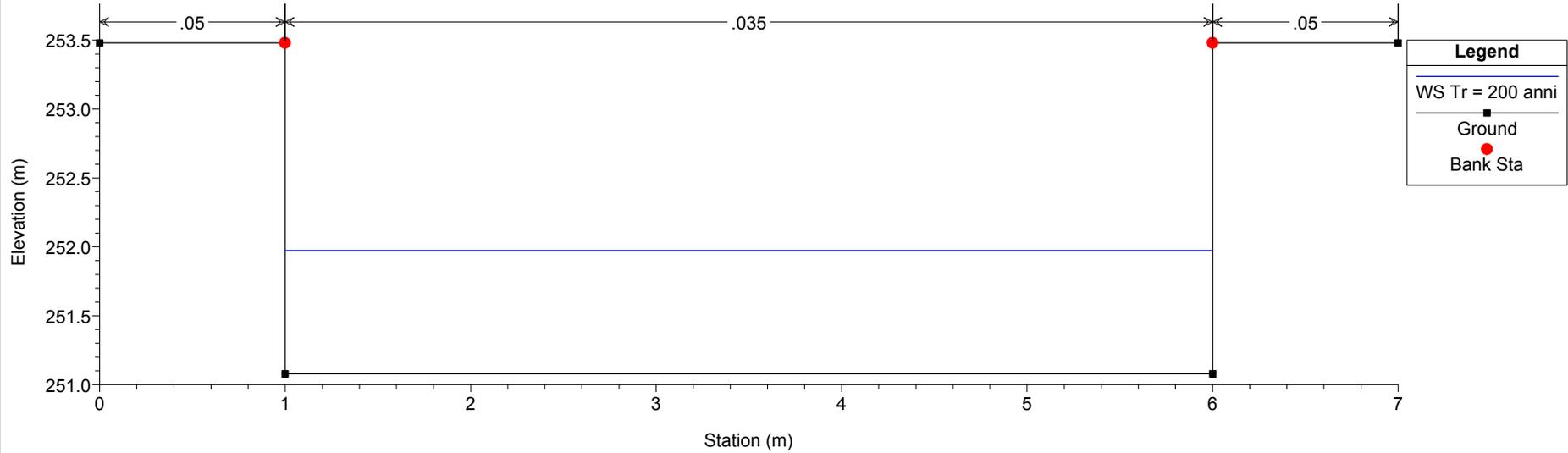
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
 River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 3 Seione 3 Ste



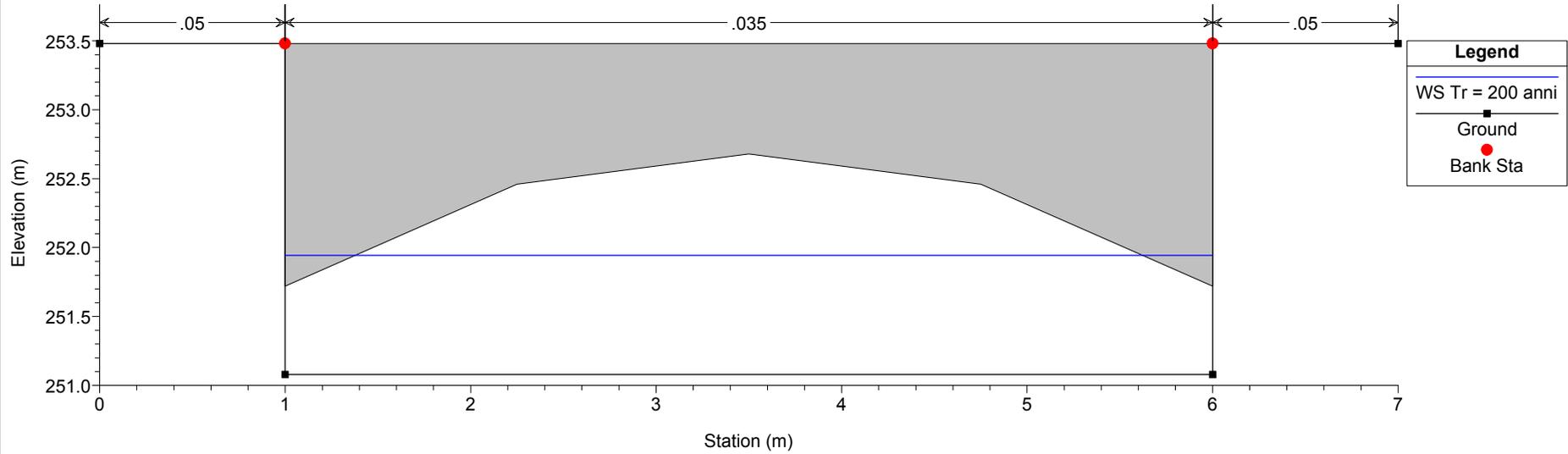
Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

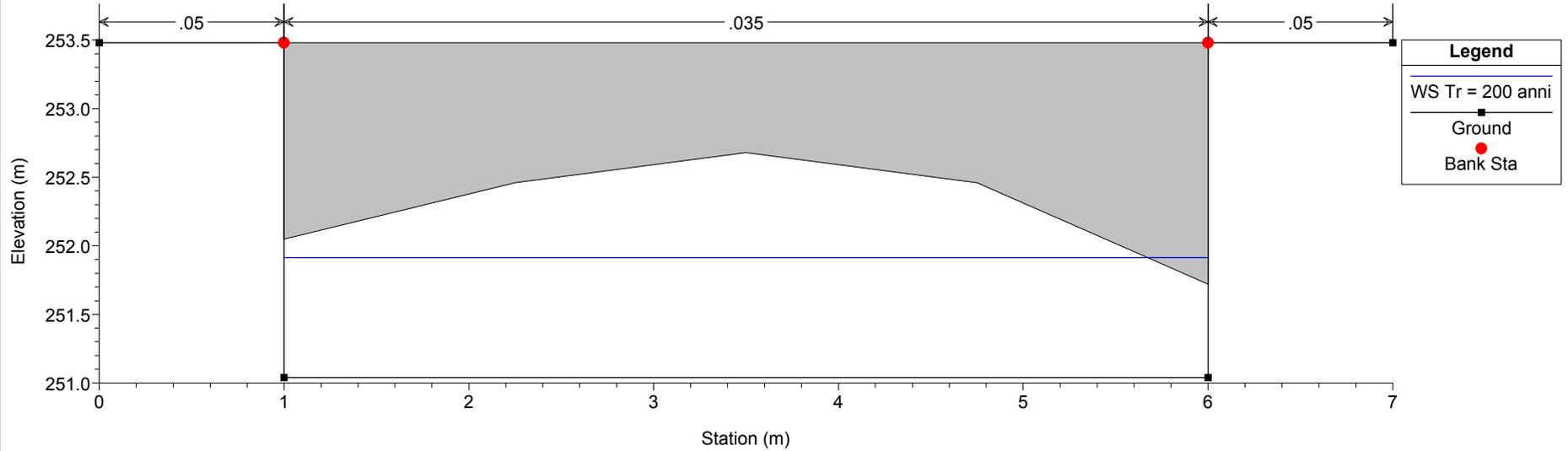
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 2.6 Sezione a monte AVONAG044



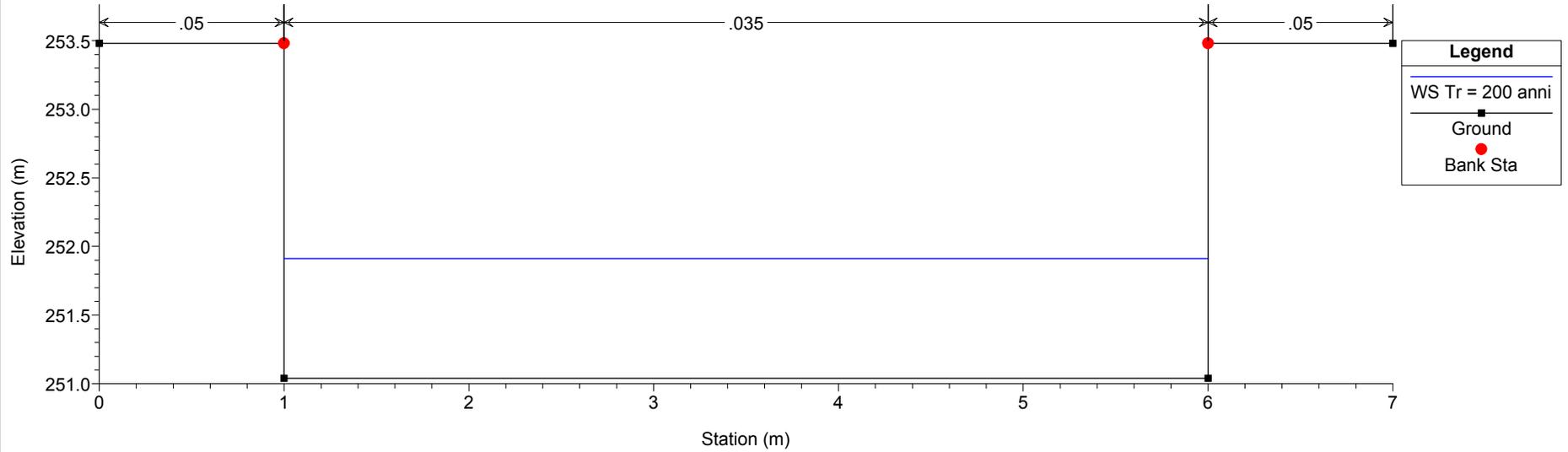
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 2.5 BR Ponte AVONAG044



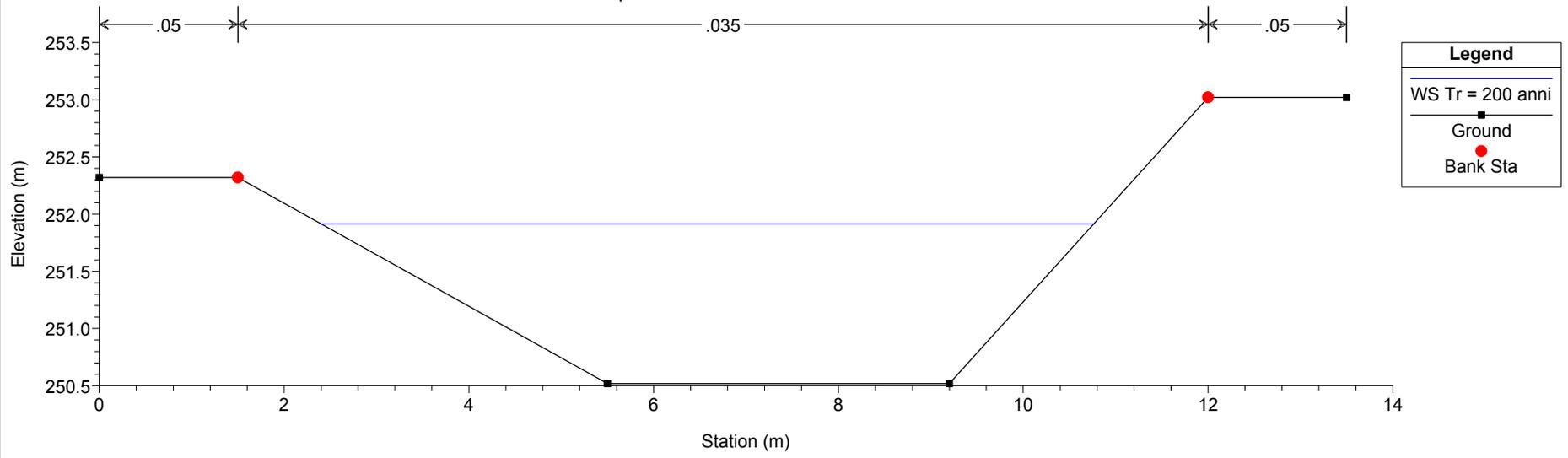
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 2.5 BR Ponte AVONAG044



Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 2.4 Sezione a valle AVONAG044



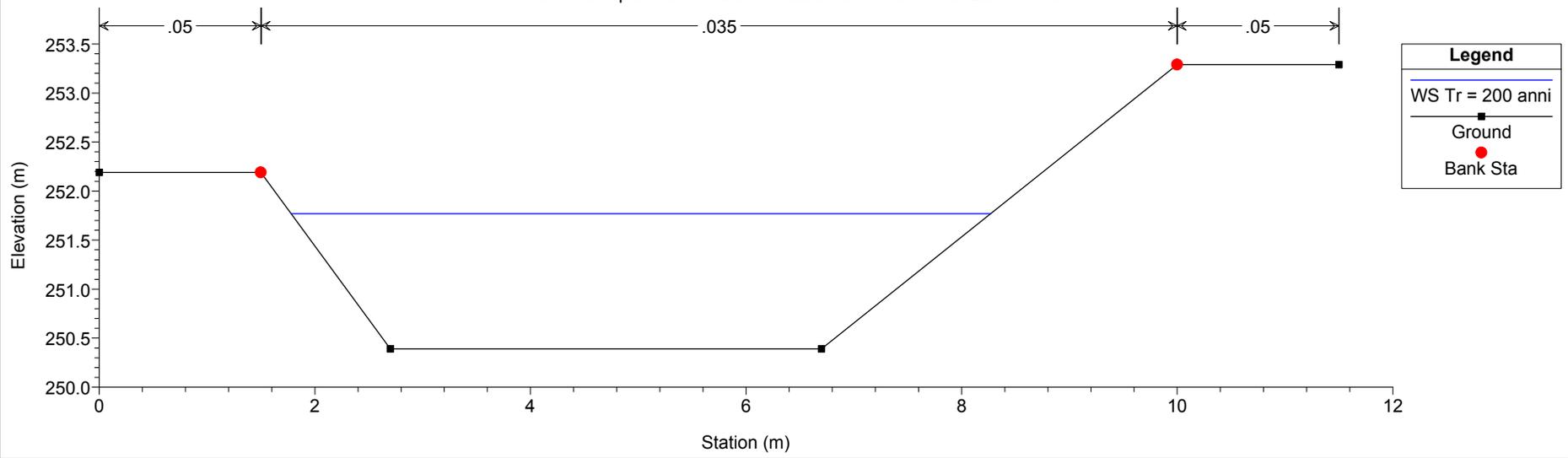
Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 2 Sezione 2 Ste



Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

Sterpissone Villafranca Plan: Plan 01 10/10/2017
River = T.Sterpissone Reach = Villafranca RS = 1 Sezione 1 Ste

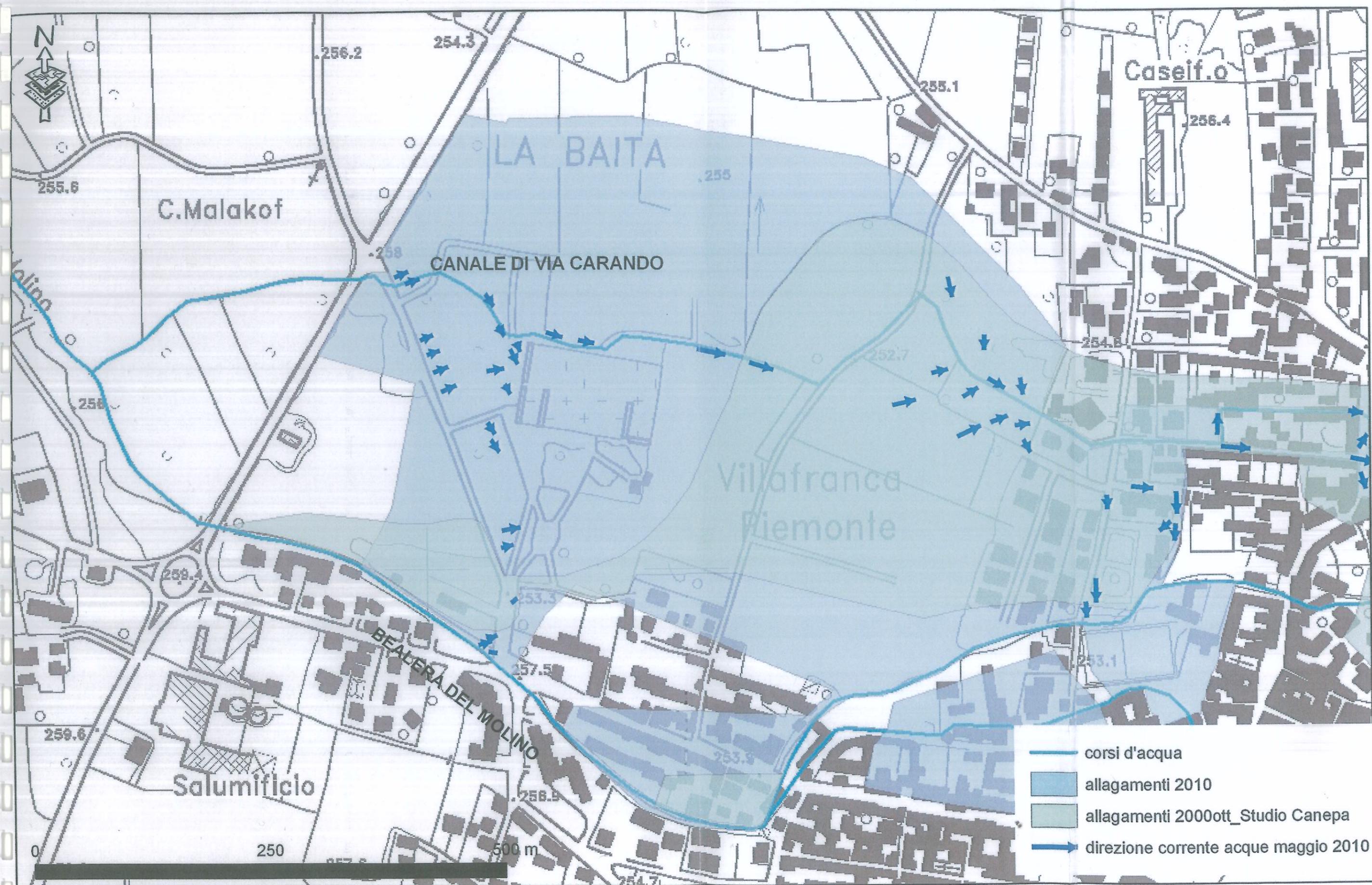


Legend

- WS Tr = 200 anni
- Ground
- Bank Sta

ALLEGATO F

**CARTOGRAFIA AREE ALLAGATE NEI PASSATI EVENTI
ALLUVIONALI**



-  corsi d'acqua
-  allagamenti 2010
-  allagamenti 2000ott_Studio Canepa
-  direzione corrente acque maggio 2010