Comune di Riva Ligure

Provincia di Imperia

Via Nino Bixio 15 – 18015 Riva Ligure (IM) – Tel 0184 48.201 Fax 0184 48. 77.00 – C.F. 00248350084

E-mail: info@comunedirivaligure.it - ufficiotecnico@comunedirivaligure.it

sito internet: www.comunedirivaligure.it

INTERVENTO DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO INERENTE IL RIO PERTUSIO

(INTERVENTO TOTALE GENEALE)

Relazione Illustrativa - idraulica

Il tecnico

De Melas Ing. Alessio

SOMMARIO

1. Introduzione 3
   Normative e linee guida 3
   Documentazione 4
2. Inquadramento generale del sito di intervento 4
   Inquadramento del sito rispetto alle attività pregresse 4
   Inquadramento rispetto alla pianificazione di bacino 6
   Inquadramento rispetto ad altri piani o vincoli di rilievo nelle aree di interesse, con particolare riferimento alle aree parco ed ai SIC e ZPS 10
   Analisi delle criticità nel loro insieme almeno per un tratto significativo del corso d'acqua ed in relazione alle determinazioni e alle criticità a scala di bacino 10
3. Aspetti tecnici 11
   Idrologia di piena e parametri progettuali 11
   Aspetti idraulici 12
      Simulazione idraulica in moto permanente – procedura di calcolo 12
      Parametri di calcolo 13
      Analisi e simulazione idraulica stato di fatto 15
      Elementi a rischio 17
4. Descrizione dell'intervento 17
   Considerazioni in merito alle manutenzione degli interventi progettati 20

1. Introduzione

Il Comune di Riva Ligure, con det. 1143 del 17/11/2022, ha incaricato il sottoscritto per la progettazione definitiva dei lavori di *"intervento di mitigazione del rischio inerente il rio Pertusio - Primo lotto funzionale*".

L'intero fascicolo di cui fa parte il presente elaborato si riferisce al progetto generale di MITIGAZIONE DEL RISCHIO INERENTE IL RIO PERTUSIO, per cui in oggi risulti finanziato solo uno stralcio dello stesso, destinato al tratto risultante a più alto rischio, per un'importo pari ad € 1.000.000,00 a valere sui Contributi 2021 per investimenti in opere pubbliche di messa in sicurezza degli edifici e del territorio ex Art. 1 comma 139, e seguenti, Legge 30 dicembre 2018, n. 145 – Decreto 23 febbraio 2021 - CUP: I66J20000560001.

Si osserva che il fascicolo di cui alla presente costituisce aggiornamento rispetto al precedente procedimento inerente il progetto denominato *" Primo lotto funzionale dell'intervento di mitigazione del rischio inerente il rio Pertusio*" che è già stato oggetto di procedura di verifica di Assoggettabilità a VIA, conclusa con del Decreto Dirigenziale 4286 - 2023 in data 23/06/2023 del Settore Valutazione impatto ambientale e sviluppo sostenibile, con ESITO DI NON ASSOGGETTABILITÀ, ai sensi dell'art.19 del D.lgs. n. 152/2006.

La revisione progettuale di cui alla presente discende da sopravvenute circostanze, ovvero che nel corso della prosecuzione dell'iter progettuale dell'intervento, a seguito di ulteriori approfondimenti e aggiornamenti tecnici e di ulteriori rilievi e accertamenti eseguiti, sia emerso quanto segue:

- la strada di cantiere necessariamente prevista nella precedente fase progettuale per dare accesso alla parte alta di strada Casai durante le operazioni di realizzazione del nuovo canale previsto interamente sviluppato nel sedime della strada stessa, comporterebbe opere di sostegno di significativa altezza, da realizzarsi in spazi molto ridotti e immediatamente a ridosso di un edificio residenziale, laddove il versante risulta localmente caratterizzato da elevata acclività, con conseguenti complicazioni tecniche e oneri di cantieramento sproporzionati al contesto dell'opera;
- uno stato di avanzato degrado del tratto di canale interrato a monte del condominio Vega che rappresenta una seria carenza strutturale, suscettibile, in caso di evoluzione al collasso, di causare una completa ostruzione del tombino con inevitabili danneggiamenti alla adiacente sede di strada Casai;
- le condizioni di accesso al suddetto tratto di canale tombinato risultano assai onerose in quanto lo stesso dista circa 80m dall'imbocco di monte e risulta raggiungibile solo a piedi tramite l'unico passaggio esistente costituito dal canale di monte, di dimensioni talmente ridotte da non consentire nemmeno il transito di un operatore di media statura in posizione eretta;
- in svariati punti, lungo il percorso del canale esistente interrato, la platea di fondo del canale risulta collassata;

Tale condizioni hanno indotto l'A.C. e il sottoscritto tecnico a valutare un aggiornamento del progetto generale oltre che delle relative priorità:

- per quanto concerne il progetto generale è risultato necessario optare per una soluzione di sistemazione che prediligesse il mantenimento, laddove possibile, del sedime attuale con minimizzazione dell'occupazione stradale onde salvaguardare il più possibile la transitabilità della strada Casai in tutte le fasi di realizzazione dell'opera;
- per quanto concerne la priorità di intervento pubblico è risultato prioritario l'intervento di sistemazione del tratto di monte, in corrispondenza del piazzale presso l'imbocco della tombinatura, che, oltre ai vantaggi di non richiedere l'esecuzione di importanti opere stradali di by-pass e di riguardare aree pubbliche nella piena disponibilità del comune, conseguirebbero, per il suddetto tratto di canale in dissesto strutturale, condizioni di accesso utili per attuarne un efficace consolidamento; altresì prioritario, in relazione alle gravosi conseguenze pubbliche di un eventuale collasso anche parziale del canale tombinato, è risultato il ripristino di una configurazione staticamente stabile per i vari tratti di valle in stato di dissesto per collasso della plateazione, necessitanti di intervento di ripristino funzionale previo locale rifacimento e ricucitura delle porzioni di platea collassate.

Normative e linee guida

Le analisi sono svolte con riferimento e osservanza delle seguenti normative e linee guida.

ID normativa	Titolo
R.D. 523/1904	Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie
D.G.P. n. 93 del	Piano di bacino RII MINORI stralcio riguardante la difesa idraulica e idrogeologica – ambito

16.02.2004	N.5 Prino – (**STRUMENTO SUPERATO)**
R.R. 3/2011	Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua
D.G.R. 1205/2019	Indirizzi in materia di autorizzazioni idrauliche
	Piano Gestione Rischio Alluvioni
R.R. 1/2025	Disposizioni concernenti l'attuazione dei Piani di bacino distrettuali, anche stralcio, per le aree a pericolosità da alluvione fluviale e costiera in attuazione dell'articolo 91, comma 1 ter 2 della legge regionale 21 giugno 1999, n. 18 (Adeguamento delle discipline e conferimento delle funzioni agli enti locali in materia di ambiente, difesa del suolo ed energia)

Documentazione

- Rilievo celerimetrico eseguito in più fasi (01/2005; 08/2020; 07/2021; 11/2022; 09-11/2024) aggiornato allo stato di fatto di oggi, per gli elementi rilevanti al fine della presente progettazione;
- foto satellitare prelevata dal servizio web Google Maps/Google Earth - data di acquisizione immagini 6/11/2022;
- elaborati di progetto definitivo.

2. Inquadramento generale del sito di intervento

Inquadramento del sito rispetto alle attività pregresse

Il tratto terminale del rio Pertusio è già stato oggetto di antecedenti interventi ad oggi autorizzati e in parte realizzati, per mitigare il rischio di esondazione; in particolare:

1 Il tratto focivo del Rio Pertusio è stato oggetto di studio da parte di Area 24 S.p.A., la ex Società che ha realizzato il Parco Costiero del Ponente Ligure, contestualmente all'intervento riguardante la progettazione definitiva del secondo lotto del *"Riuso del sedime ferroviario dismesso della linea Ospedaletti-San Lorenzo al Mare"* nel tratto da Sanremo a Riva Ligure. L'intervento rientrava nel PRUSST del Ponente Ligure promosso dalla Regione Liguria (DGR n.935/1999) per la realizzazione di un corridoio trasportistico, costituito essenzialmente da un percorso ciclabile di circa 25 km e dalla salvaguardia di un corridoio viabile. Più specificatamente, il progetto del riuso del sedime ferroviario della linea tra Ospedaletti e San Lorenzo al Mare assumeva come obiettivo prioritario la riorganizzazione di un'infrastruttura esistente, destinata originariamente al trasporto di massa, per il suo utilizzo da parte di una utenza di tipo ciclabile ed in subordine pedonale, con la possibilità in un secondo tempo di ricavare uno spazio adeguato per il transito di un mezzo destinato al pubblico trasporto di persone, recuperando al meglio i manufatti e gli spazi disponibili e salvaguardando al tempo stesso la memoria storica della preesistente linea ferrata. *In località Riva Ligure, la sistemazione prevista riguardava l'intersezione sulla strada Aurelia, attualmente regolata da un impianto semaforico, su cui si innestano, lato monte, strada Casai e, lato mare, corso Villaregia. Il progetto prevedeva, contestualmente all'inserimento della pista ciclabile e all'obiettivo di garantire l'assenza di conflitti tra la mobilità ciclistica e i veicoli motorizzati,* ***la trasformazione dell'intero nodo e la realizzazione di un'intersezione a livelli sfalsati con il mantenimento di punti di conflitto residuali sull'Aurelia gestiti da un impianto semaforico.*** *Si prevedeva la realizzazione di un sottopasso all'Aurelia e alla pista ciclabile, in asse al ramo di ponente della strada Casai, con carreggiata a senso unico di larghezza 5,00 m e luce libera in altezza di 4,00 m posizionato al di sopra del tratto tombinato del Rio Pertusio. I raccordi con la viabilità esistente erano ottenuti a valle con una rampa di pendenza impostata prima del tombino del Rio Pertusio e a monte con una rampa condizionata dall'attuale ascesa di strada Casai. A corredo di detto progetto che andava ad intersecarsi col tracciato del Rio Pertusio, la Provincia di Imperia, in qualità di autorità competente per la difesa del suolo, aveva richiesto una relazione idraulica che individuasse le interferenze idrauliche ed il loro grado di rischio, utilizzando gli studi idraulici già sviluppati all'interno dei Piani di Bacino o negli approfondimenti successivi. Nella carta delle fasce fluviali allegata al Piano di Bacino, l'area prossima all'intersezione della Via Aurelia.C.so Villaregia col tratto tombinato del Rio Pertusio risultava storicamente inondata. Non esistendo, all'epoca della redazione del progetto, verifiche idrauliche in moto permanente del manufatto, ma risultando da sopralluoghi effettuati che le dimensioni attuali del manufatto erano tali da far ritenere il ponte di sezione insufficiente a garantire il deflusso in caso di piena, nel rispetto della normativa vigente, il soggetto proponente si dotò di un rilievo plano-altimetrico con verifica idraulica in moto permanente, così*

come indicato nello stesso Piano di Bacino, per convalidare l'ipotesi di necessità di un intervento di adeguamento della sezione di deflusso.

2 Con PROVVEDIMENTO DIRIGENZIALE N° H/324 del 22/03/2006b della Provincia di Imperia è stato autorizzato l'adeguamento del tratto terminale della tombinatura esistente del Rio Pertusio per una lunghezza longitudinale di circa 54 m con ampliamento dell'attuale sezione pari a 2.0x2.0 m a 3.5x2.7 m e raccordo a valle con la "camera a cielo aperto" esistente immediatamente a monte del pontino dell'Aurelia e dell'adiacente ex tracciato ferroviario [sezioni 14.9-13].

3 In sede di Conferenza dei servizi deliberante con PROVVEDIMENTO DIRIGENZIALE N°H/787 DEL 18/07/2007 E CON PROVVEDIMENTO DIRIGENZIALE DI VARIANTE N°H/533 DEL 07/05/2007 della Provincia di Imperia, allora Autorità competente, sono stati autorizzati gli attraversamenti idraulici relativi all'intervento del "*2° Lotto di progettazione relativo al riuso del sedime ferroviario della linea dalla ex stazione ferroviaria di San Remo a Riva Ligure (IM), tratto Santo Stefano-Villa Ormond*" compresi quelli in Comune di Riva Ligure: l'intervento a suo tempo approvato prevedeva la costruzione di un sottopasso ciclabile al di sotto dell'ex tracciato ferroviario parallelamente alla S.P.1 "*Aurelia*" in corrispondenza dell'innesto della strada comunale "*C.so Villaregia*" sulla suddetta strada provinciale, con intersezione del rio Pertusio. L'intervento approvato era stato proposto nell'ottica di mitigare ulteriormente il rischio esondazione in quanto volto a consentire il regolare deflusso della corrente di piena all'interno della sede del Rio Pertusio nel tratto, idraulicamente insufficiente rispetto alle prestazioni di norma, posto a valle dell'intervento di cui sopra e compreso tra l'intersezione della S.P 1 "Aurelia" con il rio e la foce del rio stesso: data l'insufficienza di tale tratto, secondo le risultanze delle analisi idrauliche di cui alla presente come dettagliato nel seguito, già un evento alluvionale con tempo di ritorno cinquantennale transiterebbe con insufficienza del franco di sicurezza, ovvero senza capienza certa in alveo e con conseguente elevato rischio di esondazione e allagamento delle aree perifluviali;

4 Con PROVVEDIMENTO DIRIGENZIALE N° H2/771 del 11/07/2012 è stato autorizzata la sistemazione del tratto focivo con canale a "U" a cielo libero dimensioni B450xH220 con pontino in sezione 1 di dimensioni B450xH220, nell'ambito del procedimento autorizzativo di *"Interventi prioritari di difesa della costa interessante l'abitato di Riva Ligure" - [cfr. sezioni 4-0];*

5 Con D.D. 2663/2022 in data 29/04/2022 è stato rilasciato parere di non assoggettabilità alla VIA per le modifiche locali apportate al progetto di "*Intervento di difesa costiera a mezzo realizzazione opere trasversali e ripascimento strutturale, a difesa dell'abitato e della pista ciclabile di Area24" precedentemente autorizzato (vedi p.to 4)*; ***per quanto attinente il rio Pertusio le modifiche locali consistevano in: - accorciamento del tratto sistemato da c.ca 33 m [sezz.4-0] a c.ca 16 m [sezz. 1.6-0]; - sopraelevazione del pontino di attraversamento in sezione 0 da intradosso 2.5 m s.l.m. a intradosso 3.00 m s.l.m.;***

6 Degna di menzione è anche la relazione geologico-tecnica avente come oggetto "*Accertamento tecnico in merito al fenomeno di cedimento di una porzione del fabbricato (n.d.r. Condominio Marita) e progettazione di massima degli interventi da realizzarsi*", laddove, dal momento che il tratto tombinato del Rio Pertusio attraversa il piazzale del Condominio Marita in prossimità del fabbricato, si individua la necessità di ricorrere a specifiche opere di sostegno qualora si effettuino operazioni di scavo per intervenire sul canale. Nella relazione geologico-tecnica si testimonia l'esistenza di diversi ordini di lesioni, individuati sulle pareti perimetrali nella parte del fabbricato sita sull'angolo di sud-ovest, riconducendoli ad assestamento su terreno incoerente di natura limo-argillosa con scarse caratteristiche geotecniche. Tale dissesto ha condotto il tecnico a suo tempo incaricato dal condominio ad individuare come risoluzione l'esecuzione di 13 micropali di diametro pari a 5 pollici e di lunghezza pari a 6-8 metri con un interasse di circa un metro, disposti su una fila singola, da collegarsi ad un trave in c.a. a sua volta legata alla struttura portante del corpo principale del fabbricato.

Sulla realizzazione e sviluppi degli interventi sopra menzionati:

1 Intervento non realizzato: il nodo di incrocio è attualmente completamente a raso per tutte le componenti di traffico ed regolato da impianto semaforico.

2 Intervento eseguito.

3 Intervento non realizzato: permangono le strutture di attraversamento originarie costituite da manufatti in muratura di pietra con solaio voltato.

4 Intervento eseguito con modifica approvata come descritto al punto 5.

5 Intervento eseguito.

6 Non accertabile.

Per una più chiara comprensione, si esplicitano di seguito gli interventi eseguiti recentemente nel tronco di rio qui analizzato:

- adeguamento del tratto terminale della pre-esistente tombinatura [sezioni 14.9-13], per una lunghezza longitudinale di circa 54 m, con ampliamento della sezione da 2.0x2.0 m a 3.5x2.7 m, formazione di camera di raccordo di monte[sez.14.9], a cielo aperto, rimozione della preesistente scala di accesso presso la "camera a cielo aperto" pre-esistente [sezioni 13-12], collocata immediatamente a monte del pontino dell'Aurelia e dell'adiacente ex tracciato ferroviario; intervento autorizzato con PROVVEDIMENTO DIRIGENZIALE N° H/324 del 22/03/2006b della Provincia di Imperia;
- sistemazione del tratto focivo, per un tratto di circa 16 m [sezz. 1.6-0], con formazione di canale a cielo libero di sezione rettangolare con base pari a 4.5 m e, in sezione 1, pontino con luce libera B450xH300 [cm]; intervento realizzato nell'ambito dell' "Intervento di difesa costiera a mezzo realizzazione opere trasversali e ripascimento strutturale, a difesa dell'abitato e della pista ciclabile di Area24", autorizzato dalla Provincia di Imperia con PD N° H2/771 del 11/07/2012 e successivo parere di non assoggettabilità alla VIA rilasciato da Regione Liguria con D.D. 2663/2022 in data 29/04/2022 in merito alle modifiche locali apportate al progetto.

Le opere sono rappresentate negli elaborati grafici di stato di fatto del fascicolo progettuale.

Inquadramento rispetto alla pianificazione di bacino

Il rio Pertusio ricade nell'ambito di bacino n°5 e, rispetto alla *(superata)*pianificazione di bacino:

- risulta indagato, per un tratto di lunghezza complessiva pari a circa 350 m; il tratto indagato si estende da monte dell'imbocco della tombinatura che corre sotto via Casai e i piazzali dei condomini limitrofi sino alla foce;
- risulta caratterizzato dal punto di vista della pericolosità e del rischio idraulico e questo risulta nelle specifiche carte allegate al Piano di Bacino stesso, laddove l'area solcata dal rio risulta ricompresa in fascia di inondabilità A*, A (=P3) e B(=P2) risultanti da insufficienze idrauliche con esondazioni accertate a seguito di eventi già verificatisi in passato (A*) e da insufficienze idrauliche individuate in base alle modellazioni idrauliche con portate di piena aventi tempo di ritorno pari a 50 e 200 anni.
- è interessato da una previsione di intervento di sistemazione idraulica: per il tratto sotto Strada Casai, il Piano di Bacino prevede un intervento di categoria IA (interventi d'adeguamento della sezione d'alveo), ovvero la sostituzione del tombino esistente con una tombinatura di sezione adeguata con stima di costo pari a 516.500,00 € (quotazione 2002); per il nodi di intersezione con strada Aurelia, Area24 e Corso Villaregia, il Piano prevede un intervento di categoria IC (interventi d'adeguamento idraulico della sezione di deflusso)

Per la progettazione dell'intervento di sistemazione idraulica in argomento occorre fare riferimento, alla normativa tecnica del piano di bacino che all'art. 7 - Portata di piena di progetto, comma 4, recita:

……. Gli indirizzi di carattere tecnico ed i requisiti minimi degli studi idraulici relativi a progetti di sistemazione idraulica, a richieste di autorizzazioni idrauliche, ad indagini relative alle fasce di rispetto per zone non studiate nel Piano, a studi di compatibilità idraulica relativi a nuove infrastrutture in fasce di inondabilità, nonché i franchi di sicurezza minimi da osservare sono riportati nell'allegato 3, fermo restando quanto disposto dal regolamento regionale n. 3/2011, ed in coerenza con ulteriori criteri ed indirizzi dell'Autorità di Bacino regionale…….

Si riporta qui di seguito un estratto del *Capitolo 5 Piano Interventi del Piano di Bacino dei Rii Minori*, inerente il RIO PINEA PERTUSIO.

Intervento	Sviluppo e/o ubicazione	Dimensioni e/o Caratteristiche	Priorità	Note	Costo Euro

IA	IA1 affluente rio Pinea Tratto sotto Strada Casai	ARMCO Finsider DN2000 800 ml manutenzione straordinaria tombinatura esistente Sostituzione tombino rio pinea con tombinatura di sezione adeguata Inoltre manutenzione straordinaria tombinatura esistente nel tratto a valle della tombinatura suddetta	primaria	Intervento già finanziato dal Comune di Riva Ligure in fase di attuazione (anno2002)	413.200 516.500
IB	IB1 Tratti a monte della strada Casai Rio Pertusio	270 ml	primaria		465.850
IC	Ponti ANAS-ex FS- strada comunale per Riva	Ponti ad arco di sezione insufficiente	primaria	Interventi di adeguamento idraulico della sezione di deflusso	200.000
ID	Ubicazioni varie	Nr 1	secondario		77.500
TOTALE Interventi primari					1.595.550
TOTALE Interventi secondari					77.500
TOTALE					1.673.050

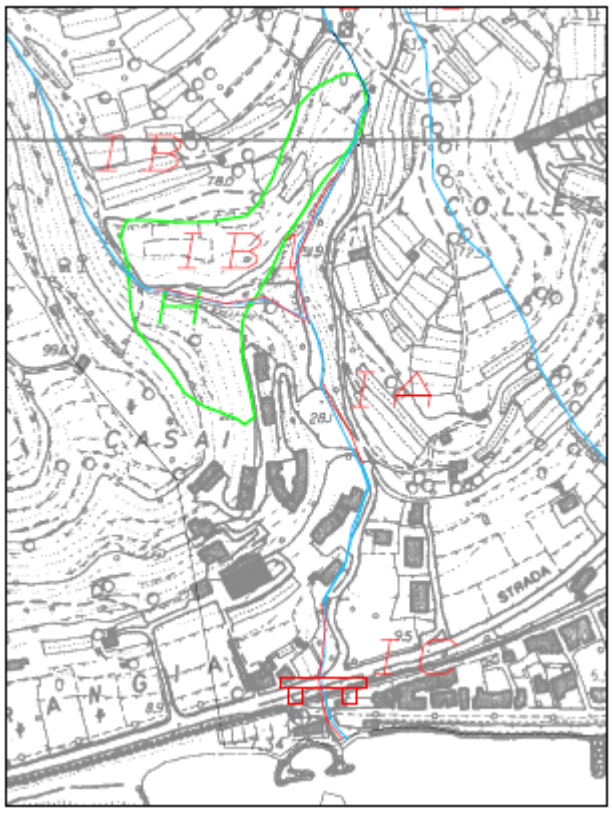


Figura 1 - Estratto Carta degli Interventi–Tav. 15 del Piano di Bacino dei Rii Minori: Rio Pinea Pertusio

L'Amministrazione Comunale ha più volte sottoposto alla Provincia d'Imperia, quale Autorità di Bacino, la problematica in essere, in occasione della predisposizione dei Programmi Annuali d'intervento ex L.R. 46/96 per gli anni 2004, 2005 e 2006 e le conseguenti progettazioni preliminari furono inserite nei corrispondenti Programmi Provinciali in

materia di difesa suolo per gli anni 2004, 2005 e 2006: per insufficienza di fondi l'intervento non è però mai stato attuato.

Con deliberazione n. 39 del 28 marzo 2024, la Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ha adottato, ai sensi degli articoli 66, 67 e 68 del D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152, il "Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica" (PAI dissesti). Il PAI dissesti contiene una disciplina unica applicabile all'intero territorio distrettuale e un quadro della pericolosità geomorfologica omogeneo e aggiornato, anche sotto il profilo delle classi di pericolosità, alla scala dell'intero territorio distrettuale.

Contestualmente all'adozione del PAI dissesti, al fine di garantire un'adeguata tutela del territorio e disciplinare il periodo transitorio nelle more dell'approvazione del PAI, con deliberazione n. 40 del 28 marzo 2024, la Conferenza Istituzionale Permanente ha adottato, ai sensi degli articoli 65 comma 7 e 8 e 67 comma 1 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, specifiche misure di salvaguardia. Tali misure sono entrate in vigore, per l'intero territorio distrettuale, il giorno 8 aprile 2024, data di pubblicazione dell'avviso di adozione sulla Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana e resteranno in vigore fino all'approvazione del PAI dissesti che avverrà con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri ai sensi dell'art. 57 del d.lgs. 152/2006 ed alla conseguente pubblicazione del D.P.C.M. sulla Gazzetta Ufficiale e, comunque, per un periodo non superiore a tre anni.

Ai sensi dell'art. 2 c. 1 della Delibera della C.LP. dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale n. 40/2024, a far data dall'8/04/2024, trovano applicazione le mappe di cui all'art. 6 della disciplina di Piano del PAI distrettuale che, dalla medesima data, sostituiscono quelle dei PAI vigenti, in particolare le mappe di cui all'art. 6 c. 1 della disciplina del PAI dissesti costituiscono il riferimento cartografico unico in materia di pericolosità da dissesti di natura geomorfologica. Ai sensi dell'art. 4 della Delibera CIP 40/2024, nelle more dell'emanazione delle disposizioni regionali di attuazione in campo urbanistico, continuano a trovare applicazione le disposizioni dei PAI vigenti e le ulteriori disposizioni regionali.

A far data dall'1/01/2024 i Piani di Bacino Stralcio sono superati dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni per quanto riguarda la disciplina dell'assetto idraulico. Le mappe della pericolosità di riferimento sono le mappe del PGRA ***e, con l'intervenuta approvazione ed entrata in vigore, in data 17/07/2025, del regolamento regionale n. 1/2025 ex art. 91 c. 1 ter 2 della L.R. 18/1999 ha cessato di trovare applicazione la disciplina per l'assetto idraulico dei previgenti Piani Stralcio.***

Resta inteso che, per quanto sopra, a decorrere dal 1° gennaio 2024, i Piani di Bacino Stralcio delle soppresse Autorità di Bacino sono superati per quanto riguarda la disciplina dell'assetto idraulico.

Tutto quanto suddetto, oltre a rappresentare un tentativo di porre ordine mentale nel quadro normativo complesso del settore in argomento ed in evoluzione, chiarisce il significato degli estratti cartografici di seguito riportati e relativi all'area in argomento, che comprendono ancora, solo per continuità, le previsioni dei superati PdB.

La direttiva europea CE/2007/60, cosiddetta "Direttiva alluvioni", emanata dal Parlamento europeo 23 ottobre 2007, riguarda la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni in Europa. È stata recepita nell'ordinamento italiano con il d.lgs. 49/2010, ad oggetto Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni".

Le mappature di pericolosità e rischio da alluvioni per gli ambiti fluviali liguri sono state predisposte nel giugno 2013 ai sensi dell'art. 6 del d.lgs. 49/2010, ed oggetto della deliberazione regionale n. 1012/2013. Queste mappature sono state infine approvate dai Comitati Istituzionali integrati per i due distretti il 21 dicembre 2013.

In una fase successiva, sulla base delle suddette mappature sono state avviate le attività per la redazione del Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA) - di competenza delle Autorità distrettuali, ma a cui le Regioni concorrono per il territorio di competenza. Il 22 dicembre 2014 sono stati depositati per la pubblicazione e l'avvio delle fasi di osservazioni i PGRA per i due distretti di interesse per il territorio ligure. A seguito della conclusione della fase di pubblicità partecipativa, i due piani sono stati aggiornati e definitivamente adottati il 17 dicembre 2015 in sede di Comitati Istituzionali Integrati.

Di seguito sono riportate le carte relative alla pericolosità da alluvione fluviale e costiera – Appennino Settentrionale e degli elementi a rischio, relative all'area oggetto dello studio.



Aree allagabili frequenti - tr 50 anni - H

Aree allagabili poco frequenti - tr 200 anni - M

Aree allagabili rare - tr 500 anni - L

estratto Carta della pericolosità idraulica (PGRA)

Inquadramento rispetto ad altri piani o vincoli di rilievo nelle aree di interesse, con particolare riferimento alle aree parco ed ai SIC e ZPS

In relazione al Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico, si osserva che:

- ✓ Relativamente all'*ASSETTO INSEDIATIVO*, l'area oggetto di intervento è situata laddove è vigente il regime di modificabilità (ID MO-A) che si applica nei casi in cui l'insediamento presenti aspetti di forte eterogeneità e disorganizzazione, tali che nello stesso non siano riconoscibili né caratteri prevalenti, né uno schema organizzativo cui attenersi: l'obiettivo della disciplina è quello di assicurare, mediante la definizione di nuove regole, lo sviluppo dell'insediamento verso un assetto maggiormente ordinato e confacente sotto il profilo paesistico-ambientale;
- ✓ Relativamente all'*ASSETTO GEOMORFOLOGICO*, l'area oggetto di intervento è situata laddove è vigente il regime di modificabilità di tipo B (MO-B): gli interventi in tali zone dovranno conformarsi a criteri di corretto inserimento ambientale delle opere;
- ✓ Relativamente ai vincolo territoriali, l'area oggetto di intervento appartiene alle Aree Vincolate D.M. 24/4/85 (Galassini) oggi comprese nel D.L. n° 490 del 1999.

Analisi delle criticità nel loro insieme almeno per un tratto significativo del corso d'acqua ed in relazione alle determinazioni e alle criticità a scala di bacino

A seguito delle indagini sul territorio compiute a scala di bacino, si è osservato che i bacini ricadenti nell'ambito di bacino n°5 – di cui fa parte il Rio Pertusio - sono caratterizzati genericamente da un diffuso dissesto idrogeologico fortemente influenzato dalle correlazioni esistenti fra substrato geologico, il regime meteorico e la regimazione superficiale delle acque, un progressivo abbandono del territorio e una scarsa manutenzione dello stesso.

L'analisi risultante dal Piano di Bacino ha evidenziato come la maggior parte dei dissesti sia di natura superficiale e causato da una serie di fattori predisponenti concomitanti. La cattiva regimazione delle acque, i tagli stradali, l'erosione fluviale al piede dei versanti, l'erosione, l'elevata acclività, la mancata manutenzione al sistema dei terrazzamenti (fasce) sono stati tutti fattori predisponenti che si sono combinati con un fattore di innesco alluvionale che ha mandato in crisi il sistema determinando l'innesco di un notevole numero di fenomeni franosi, favoriti da **una pressione antropica** che si è andata sempre più intensificando in maniera caotica e irrazionale.

Dalla cartografia tematica risulta infatti evidente come la distribuzione della pericolosità geomorfologica veda le aree costiere ed in genere quelle a maggior carico insediativo sia urbano che rurale come quelle a maggiore criticità. Oggi infatti persistono situazioni che nel passato non costituivano "rischio" o le cui conseguenze erano limitate.

Un caso emblematico di pressione antropica è costituito proprio dal tratto oggetto di studio: la tombinatura che attraversa le proprietà private (il cui tracciato non è facilmente identificabile dalla superficie) collocata in parallelismo alla Strada Casai, confina il rio in una sezione chiusa sui 4 lati (coperta) evidentemente esigua e che risulta **idraulicamente insufficiente** già per la portata con tempo di ritorno inferiori a T=50 anni. Ciò scaturisce da una condizione normativa venutasi a delineare con la legge 18 maggio 1989, n. 183, normativa successiva alla realizzazione dell'opera, in quanto la tombinatura in argomento era stata oggetto di concessione in sanatoria con D.G.R. n°4708 del 08.08.84 e di relativo disciplinare n° 415/82.

La suddetta criticità della condotta comporta la problematica relativa alla presenza di fasce inondabili; il piano di bacino identifica per l'area oggetto di studio la sussistenza di una fascia A(P3) (*aree perifluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T=50 anni*) presso l'intersezione del rio con la S.S. 1 Aurelia e fascia B (*aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T=200 anni*) in corrispondenza della tombinatura sotto via Casai.

In approfondimento rispetto allo scenario di rischio idraulico già identificato dal PdB, in base alle modellazioni illustrate nel seguito, si può precisare che lo stesso parrebbe ancor più gravoso in quanto risulta che, per portate superiori a 9 mc/s (pari a 56%Q50 e 39%Q200), il deflusso avvenga con esondazione all'imbocco della tombinatura.

I tratti tombinati come quello in questione risultano inoltre gravati da una pericolosità intrinseca data dalla potenziale ostruibilità della sezione per effetto del trasporto solido e in particolar del materiale flottante, motivo per cui "devono inoltre essere previste opere di interecettazione del materiale nelle zone di imbocco e/o eventuali vasche di sedimentazioni e monte" (cfr .R.R. 3/2011 - art.8 c.4).

In ultimo si evidenzia che lo scenario di rischio anzidetto risultI ulteriormente aggravato per effetto di:

- una diffusa condizione strutturale di forte degrado del tratto tombinato [Sez.24-14.95]. In particolare, a monte del condominio Vega che rappresenta una seria carenza strutturale, suscettibile, in caso di evoluzione al collasso, di causare una completa ostruzione del canale con verosimile danneggiamenti alla adiacente sede di strada Casai;

- presenza di tubazioni, sebbene probabilmente dismesse, collocate nella luce libera del canale.

3. Aspetti tecnici

Idrologia di piena e parametri progettuali

Facendo riferimento alle Norme di attuazione del Piano Di Bacino Stralcio dei Rii Minori:

- Per i corsi d'acqua minori nonché per gli affluenti dei torrenti principali con bacino inferiore a 2 Km^2, salvo diversa indicazione prevista nel Piano, si assume una portata massima ottenuta utilizzando un contributo unitario pari a 40 m^3/s per ogni chilometro quadrato di superficie del bacino sotteso da assumere come portata duecentennale;
- le portate di piena notevoli da utilizzare per le analisi idrauliche risultano dalla tabella seguente:

Superficie	T50	T200	T500
km^2	m^3/s	m^3/s	m^3/s
0.64	18	26	31



Figura 1 - bacino scolante su mappa 3d di Google Earth



Figura 2 - bacino scolante su foto satellitare ed elaborazione a curve di livello del DTM di Regione Liguria

- il rio Pertusio appartiene alla classe dei corsi d'acqua secondari o di secondo livello (bacino sotteso compreso tra 1 e 0,25 Km^2) ;

Tutte le opere devono avere franchi adeguati rispetto al livello di piena previsto per la portata duecentennale, portata di riferimento per la progettazione di opere idrauliche od opere interferenti con l'alveo; questi non devono essere inferiori ai valori indicati nella tabella seguente estratta dal R.R. 3/2011 con evidenza della casistica valida per il tratto di rio Pertusio in argomento, assumendo come riferimento il valore maggiore tra quelli contrassegnati con le lettere (a) e con (b).

Franco idraulico: valore maggiore tra (a) e (b)			
		Reticolo principale e secondario	**Reticolo minore**
(a)		$U^2/2g$,	$0,5\ U^2/2g$,
(b)	I) argini e difese spondali	cm. 50/100	cm 50
	II) ponti e strutture di attraversamento fino a estensioni longitudinali di m. 12	cm. 100/150	cm 75
	III) coperture o tombinature (ove ammesse), ponti e strutture di attraversamento di estensione oltre m. 12	cm. 150/200	cm 100

Trova altresì applicazione la prescrizione delle NTC 2018 (DM 17/01/2018) di franco superiore a 150 cm rispetto alla piena T=200 anni (§5 - ponti).

Aspetti idraulici

Simulazione idraulica in moto permanente – procedura di calcolo

La determinazione del profilo di moto permanente nel tratto d'alveo in esame è stata condotta mediante l'uso dello specifico codice di calcolo HEC - RAS (U.S. Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center; versione 6.1 – settembre 2021). La procedura utilizzata dal codice citato è basata sulla risoluzione dell'equazione del moto delle correnti a pelo libero nella schematizzazione mono-dimensionale. Il calcolo delle perdite di carico è effettuato mediante l'equazione di Manning. Nella letteratura anglosassone la procedura in questione è indicata come Standard Step Method.

Le equazioni fondamentali su cui essa si basa sono le seguenti:

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

$h_e = L S_f + C \mid \alpha_2 V_2^2 / 2g - \alpha_1 V_1^2 / 2g \mid$

dove (con riferimento alla figura seguente):

Y_1 , Y_2 = profondità della corrente nelle sezioni agli estremi del tratto

Z_1 , Z_2 quote del punto più basso del fondo alveo nelle sezioni agli estremi del tratto

V_1, V_2 = velocità medie (rapporto portata / sezione bagnata)

α_1, α_2 = coefficienti di ragguaglio dell'energia cinetica

g = accelerazione di gravità

h_e = perdita di carico

L = lunghezza del tratto (corretta secondo la distribuzione delle portate)

S_c= cadente del carico totale

C= coefficiente di perdita per contrazione - espansione.

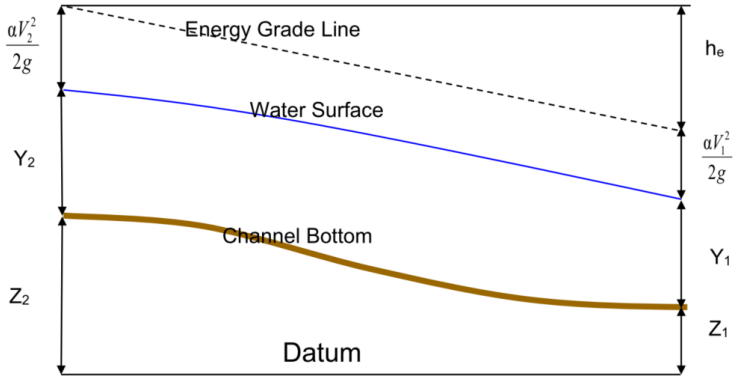


Figura 3 schema di riferimento per il calcolo

Il calcolo è eseguito iterativamente a partire da una condizione al contorno (all'estremo di monte o di valle del tronco fluviale); la soluzione si propaga alla sezione successiva dopo aver bilanciato il carico fra due sezioni contigue con uno scarto assegnato, che nel caso in esame si è posto inferiore a 0.3 centimetri.

Per i dettagli computazionali si rimanda alla documentazione del codice di calcolo (U.S. Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center: HEC - RAS River Analysis System, HYDRAULIC REFERENCE MANUAL).

L'applicazione della procedura per la determinazione del profilo di moto permanente, così come attuato originariamente, associato alla portata di progetto richiede di disporre dei seguenti dati fondamentali:

- descrizione geometrica completa del tronco fluviale: deve essere costituita dalla rappresentazione geometrica delle sezioni trasversali e dal loro posizionamento plani - altimetrico;
- definizione del tipo di corrente (lenta o veloce) nel tronco;
- condizioni al contorno di valle o di monte, rispettivamente per correnti lente o veloci;
- caratterizzazione della resistenza dell'alveo mediante la definizione del coefficiente di scabrezza n (secondo Manning) e dei coefficienti di contrazione Cc e di espansione Ce;
- definizione geometrica ed idraulica di eventuali singolarità presenti in alveo (ponti, coperture, etc.).

Parametri di calcolo

Le condizioni al contorno inserite sono le seguenti:

C.C.monte	prof. critica
C.C.valle	prof. critica

La scelta di tali condizioni piuttosto che di altre è ininfluente ai fini del calcolo poiché:

- ✓ nella sezione di valle la corrente risulta veloce, ovvero governata da monte, con carico energetico, per tutte le portate di verifica, superiore al livello del medio mare in condizioni di tempesta, che si può assumere pari a 1 m s.l.m.: H_{500}=2.89m>H_{200}=2.76m>H_{50}=2.03m > 1m;
- ✓ a monte la sezione in cui si impone la condizione al contorno è sufficientemente lontana dal tronco oggetto di attenzione e intervento, per cui la condizione al contorno suddetta perde di significatività.

Per quanto riguarda il ***tipo di corrente***, si è proceduto ipotizzando nel reticolo la presenza di una corrente mista, con possibilità di transizioni di regime idraulico.

Nella modellazione del moto permanente monodimensionale, si prendono in considerazione le caratteristiche del corso d'acqua, nonché le caratteristiche e le condizioni di manutenzione del fondo e le ipotesi tecniche già assunte in sede di elaborazione del piano di bacino. In funzione di tali condizioni e caratteristiche, viene effettuata la scelta del coefficiente di scabrezza dell'alveo, il quale non è altro che la misura globale della resistenza al moto. Così come indicato in letteratura e richiamato dalle Norme di Attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) del PAI del bacino del Po, all'interno della "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", per la scelta dei valori numerici è possibile fare riferimento alle indicazioni fornite dalle tabelle di "Open Channel Hydraulics", Ven te Chow, McGraw Hill International Editions, utilizzando il coefficiente di scabrezza di Manning (tabella 1):

Strickler: $v = K_s R^{2/3} i^{1/2}$

Manning:$v = (1/n) R^{2/3} i^{1/2}$

dove:

v = velocità media della corrente (m/s)

R = raggio idraulico (m)

i = pendenza di fondo (m/m)

K_s = coefficiente di *Strickler*

n = coefficiente di *Manning*

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)\, m_5$$

Tabella 1: metodo per il calcolo del coefficiente di scabrezza n nei corsi d'acqua

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	n_0	0.020
	Roccia		0.025
	Alluvione grossolana		0.028
	Alluvione fine		0.024
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n_1	0.000
	Bassa		0.005
	Moderata		0.010
	Elevata		0.020
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Graduale	n_2	0.000
	Variazione occasionalmente		0.005
	Variazione frequente		0.010-0.015
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	n_3	0.000
	Modesto		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Elevato		0.040-0.060
Effetto della vegetazione	Basso	n_4	0.005-0.010
	Medio		0.010-0.025
	Alto		0.025-0.050
	Molto alto		0.050-0.100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	m_5	1.000
	Apprezzabile		1.150
	Elevato		1.300

Nel codice di calcolo vengono introdotti, in base al metodo di cui sopra, i seguenti valori di scabrezza espressi sotto forma di coefficienti di Manning:

descrizione	Rif. tratti	n Manning [$m^{-1/3}$ s]	K_s Strickler [$m^{1/3}$ s^{-1}]	Rif. calcolo analitico	K_{s_lim} Valori massimi non superabili ex R.R. 3/2011 [$m^{1/3}$ s^{-1}]
Corso d'acqua con fondo naturale e sponde cementate o in gabbioni, presenza scarsa di vegetazione in alveo	[sez.34 ; sez.25] SP – [Sez.4 ; sez.1.5] [sez.1.5 ; sez.0]	0.033	30.3	Tabella *1*	30-35
Corso d'acqua con fondo e sponde cementate - superficie irregolare, stato di manutenzione non buono	[sez.24 ; sez.13] SF – [Sez.12 ; sez.1.5]	0.03	33.3	Tabella 2	35-40
Corso d'acqua con fondo e sponde cementate di nuova o recente fattura, assenza di manufatti o discontinuità interferenti	SP - [sez.12 ; sez.5] SP_canale scolmatore– [Sez.24 ; sez.15]	.025	40	Tabella 3	40-45

			valore proposto	valore assunto
materiale d'alveo	ciottoli e sabbie	n0=	0.028	0.028
forma della sezione trasversale	regolare	n1=	0	0
grado di uniformità longitudinale	variazioni graduali	n2=	0	0
effetto delle ostruzioni	trascurabile	n3=	0	0
vegetazione	scarsa	n4=	da .005 a .01	0.005
grado di sinuosità	scarso	m5=	1	1
			n= (n 0 +n 1 +n 2 +n 3 +n 4) × m 5	0.033

Tabella 1 - scabrezza tipo 1

			valore proposto	valore assunto
materiale d'alveo	roccia	n0=	0.025	0.025
forma della sezione trasversale	regolare	n1=	0	0
grado di uniformità longitudinale	variazioni graduali	n2=	0	0
effetto delle ostruzioni	trascurabile	n3=	0	0
vegetazione	scarsa	n4=	da .005 a .01	0.005
grado di sinuosità	scarso	m5=	1	1
			n= (n 0 +n 1 +n 2 +n 3 +n 4) × m 5	0.03

Tabella 2 - scabrezza tipo 2

			valore proposto	valore assunto
materiale d'alveo	sabbie e limi	n0=	0.02	0.02
forma della sezione trasversale	regolare	n1=	0	0
grado di uniformità longitudinale	variazioni graduali	n2=	0	0
effetto delle ostruzioni	trascurabile	n3=	0	0
vegetazione	scarsa	n4=	da .005 a .01	0.005
grado di sinuosità	scarso	m5=	1	1
			n= (n 0 +n 1 +n 2 +n 3 +n 4) × m 5	0.025

Tabella 3 – scabrezza tipo 3

Per quanto riguarda invece i coefficienti di contrazione ed espansione, essi sono stati impostati pari rispettivamente a “0.1” e “0.3” come da impostazione standard del programma in presenza di corrente mista.

I tratti tombinati complessi e a sezione variabile sono stati modellati come “*lid*”.

L’attraversamento semplice presso la foce del rio è invece stato risolto come *”bridge*” con risoluzione con metodo dell’energia sia in caso di impalcato interferente che non interferente.

Analisi e simulazione idraulica stato di fatto

Lo studio idraulico si è basato su un accurato rilievo delle aree dalle caratteristiche già descritte sopra, in approfondimento e aggiornamento ai dati utilizzati in sede di elaborazione del piano di bacino.

In merito alla configurazione d’alveo si osserva in particolare che:

- nel tratto a monte dell’imbocco della tombinatura il rio risulta a cielo aperto e sistemato, con difese spondali in gabbioni, come da intervento attuato da parte dell'Amministrazione Provinciale di Imperia a seguito degli eventi alluvionali 1998/2000;

- a monte dell’intersezione con la S.P. Aurelia e C.so Villaregia, per un tratto di 50 m circa il rio tombinato è stato sistemato di recente conferendo al canale coperto una ampia sezione di dimensioni B450 x H270 cm, con solida struttura in c.a., che si presenta in buono stato di manutenzione; per il tratto residuale di tombinatura, di lunghezza pari a 210 m circa, la sezione risulta rettangolare e di ridotte dimensioni infatti mediamente misura B180 x H180 cm circa, con un minimo di B167xH167 cm circa con struttura mista di muratura, calcestruzzo e laterizio (materiali localmente e significativamente degradati);

- presso l'intersezione con la S.P. Aurelia e C.so Villaregia, si susseguono 4 strutture di attraversamento in muratura in buono stato manutentivo, di dimensioni B150 cm significativamente costante x H 225/345 cm variabile, con copertura ad arco anch'esso in muratura;



Figure 2 - mappa modello idraulico stato di fatto

Sulla base del rilievo topografico disponibile, opportunamente verificato ed aggiornato, coerentemente con le finalità del presente progetto, si è svolta la simulazione idraulica con le portate di riferimento 50,200 e 500-ennali, di cui si riportano in allegato le risultanze, sotto forma di profilo longitudinale schematico e di tabella riassuntiva delle grandezze idrodinamiche calcolate.

Dall'analisi delle simulazioni effettuate emergono le seguenti criticità:

- insufficienza idraulica diffusa della tombinatura a monte della S.S. Aurelia che provoca l'inondazione, oltre che del piazzale pubblico e del parcheggio interrato del condominio Vega, anche di giardini e piazzali dei condomini Vega, Isabella e Marita nonché della Strada Casai: l'imbocco della tombinatura ha un funzionamento idraulico tipo luce di fondo sotto battente + stramazzo per portate superiori a 9mc/s (pari a 51%Q50 e 35%Q200); risulta:

Q_{max} con franco di sicurezza < 1mc/s; Q_{max} senza interferenza con la copertura della sezione: 9mc/s

- essendo Q50=18mc/s>9mc/s il deflusso della Q50 avviene con esondazione; all'interno della tombinatura il deflusso avviene a velocità molto elevata ovvero con forte capacità erosiva;
- il restringimento determinato dalla tombinatura rappresenta un'ulteriore criticità in quanto, per effetto di apporti eccezionali di materiale solido (flottanti), si potrebbe verificare una parziale occlusione dell'imbocco, con conseguente incremento della portata in esondazione;
- Insufficienza idraulica della serie di pontini presso l'intersezione con la S.P. Aurelia e C.so Villaregia; risulta:

Qmax con franco di sicurezza = 3mc/s; Q_{max} senza interferenza con la copertura della sezione: 16mc/s (=91%Q50);

Dalle verifiche e accertamenti in sito emerge inoltre che:

- Allo stato di fatto e nel periodo di rilevamento non si ravvisano tratti di canale soggetti a deposito di sedimenti con alterazione del fondo dell'alveo: se ne deduce che la significativa acclività del rio, unitamente alla larghezza caratteristica contenuta della sezione conferiscono alla corrente di piena una capacità di trasporto significativa lungo il tratto, commisurata al trasporto solido del rio.
- Si ravvisa uno stato di avanzato degrado del tratto di canale interrato a monte del condominio Vega che rappresenta una seria carenza strutturale, suscettibile, in caso di evoluzione al collasso, di causare una completa ostruzione del tombino con inevitabili danneggiamenti alla adiacente sede di strada Casai;

Si osservi che, come sopra evidenziato, in base alle simulazioni qui condotte, già con la portata 50-ennale il deflusso avviene con esondazione all'imbocco del canale, sebbene di entità esigua, contrariamente a quanto previsto dal Piano di Bacino. Ciò è da spiegarsi nel fatto che nelle simulazioni condotte per la stesura del Piano di Bacino, la tombinatura oggetto di intervento è stata modellata considerando la sua dimensione massima, pari a 1.80x1.80m; nelle modellazioni di cui alla presente sono stati dettagliati i vari cambi di sezione lungo il percorso della tombinatura.

Elementi a rischio

L'insufficienza di tombinatura e attraversamenti rispetto al suo imbocco, nello stato attuale, provoca l'inondazione:

- del piazzale pubblico presso l'imbocco del canale stesso;
- dei giardini/piazzali dei condomini Vega, Isabella e Marita posti a valle della Strada Casai;
- della Strada Casai;
- della Via Aurelia;
- di Corso Villaregia e di una conseguente parte del centro abitato.

In particolare, in termini quantitativi, sono interessati dall'inondazione :

a) 3 edifici privati (condomini e loro parcheggi/piazzali);
b) un edificio funzionale ad un servizio di pubblica utilità (cabina di trasformazione ENEL);
c) diverse infrastrutture di servizio che corrono interrate lungo la Strada Casai;
d) la stessa Strada Casai, che costituisce unica viabilità di accesso per edifici abitativi che ospitano almeno 141 cittadini residenti, 20 aziende, 2 aziende agrituristiche;
e) la Via Aurelia, principale via di comunicazione tra i centri abitati, in un tratto laddove risultano assenti viabilità alternative idonee ad assorbirne il traffico;
f) Corso Villaregia che costituisce principale accesso a ponente del centro abitato di Riva Ligure;
g) la pista ciclopedonale di "Area 24";

4. Descrizione dell'intervento

Per la completa messa in sicurezza del tratto tombinato, occorre adeguare il canale interrato esistente, come previsto dal Piano di Bacino, considerando quanto specificato dall'art.8 del Regolamento Regionale n°3/2011 da cui risulta che:

- Le tombinature e coperture ammesse devono comunque garantire il deflusso della portata duecentennale con adeguato franco di sicurezza;
- deve essere garantita una sezione di deflusso netta interna di dimensioni minime di 2,00x2,00 metri;
- deve essere predisposto un programma di mantenimento della sezione di deflusso di progetto ed effettuata almeno due volte all'anno, e comunque ogni qualvolta se ne presenti la necessità, la pulizia degli attraversamenti da parte del proprietario e/o concessionario;
- devono essere previste opere di intercettazione del materiale nelle zone di imbocco e, in casi specifici, per i corsi d'acqua del reticolo principale, apposita vasca di sedimentazione a monte.

Il progetto di sistemazione generale prevede i seguenti interventi, qui elencati procedendo da monte verso valle:

1. a salvaguardia della funzionalità della tombinatura rispetto al rischio di ostruzione da eventuale materiale solido in alveo trasportato da un evento di piena, si prevede la realizzazione di una briglia filtrante in profilati metallici H=1,50m, a monte di detto imbocco (Sez. 27), atta a trattenere lo stesso laddove l'alveo possiede margini utili per un eventuale accumulo e risulta al contempo accessibile per la necessaria manutenzione dell'opera;

2. la realizzazione di un ulteriore fila di gabbioni in sponda sinistra, tratto sez.28/27, a monte della briglia filtrante di cui al punto precedente per una lunghezza L=21,00m ca., a protezione della scarpata in caso di transito della piena con pettine completamente ostruito;
3. la realizzazione di una tombinatura, collocato sotto il parcheggio esistente, con imbocco presso la sezione 24 e sbocco a valle della sezione 22 (L=61,00m ca.); la stessa è dimensionata per smaltire il 100% della portata Q(T200) = 26 mc/s, è completamente interrata, presenta fondo con pendenza i=3%, sezione rettangolare di larghezza pari a 3.00m e altezza pari a 3.50m. Si osservi che detta tombinatura sostituirà la tombinatura esistente: il tracciato planimetrico sarà il medesimo ma il fondo verrà posizionato ad una quota superiore: ciò comporterà la realizzazione di un raccordo verso monte mediante posa di massi debolmente cementati sul fondo per una lunghezza L=12,00m ca. tra le sezioni 26 e 24; in questo tratto il canale esistente residuale sottoposto a quello nuovo in progetto, sarà mantenuto in essere, opportunamente consolidato e fungerà da mero canale di drenaggio.
4. la realizzazione di un tratto di canale rettangolare a cielo aperto di larghezza L=3,00m e altezza variabile in base al piano campagna avente pendenza i=3% e lunghezza L=18,50m ca. a cavallo della sezione 21. Si osservi che detto canale sostituirà la tombinatura esistente: il tracciato planimetrico sarà il medesimo ma il fondo verrà posizionato ad una quota superiore;
5. la realizzazione di una tombinatura, collocata sotto Via Casai, con imbocco a valle della sezione 21 e sbocco a valle della sezione 19 (L=60,00m ca.); la stessa è dimensionata per smaltire il 100% della portata Q(T200) = 26 mc/s, è completamente interrata, presenta fondo con pendenza i=2% e salti h=55cm ca. per la dissipazione dell'energia, sezione rettangolare di larghezza pari a 3.00m e altezza pari a 3.20m. Si osservi che detta tombinatura sostituirà funzionalmente quella esistente: il tracciato planimetrico sarà delocalizzato in quanto l'odierno canale passa sotto a strutture del condominio Vega ed il fondo verrà posizionato ad una quota superiore: in questo tratto il canale esistente, mantenuto in essere, assurgerà a canale di drenaggio. La realizzazione del canale richiederà un mero locale allargamento provvisorio del sedime stradale durante le fasi di cantierizzazione dell'opera con successivo ripristino alla condizione attuale;
6. la realizzazione di un tratto di canale rettangolare a cielo aperto di larghezza L=3,00m e altezza variabile in base al piano campagna avente pendenza i=3%, intervallata da un salto di fondo h=50cm, e lunghezza L=21,00m ca. posizionato a latere di Via Casai, da valle della sezione 19 sino a monte della sezione 17. Si osservi che in detto tratto è previsto un attraversamento carrabile per l'accesso ai condomini esistenti di lunghezza L=6,60m, a cavallo della sezione 18. Si osservi che detto canale sostituirà la tombinatura esistente: il tracciato planimetrico sarà il medesimo con fondo mantenuto sostanzialmente a pari quota;
7. la realizzazione di una tombinatura, collocata in parte sotto Via Casai, con imbocco a monte della sezione 17 e sbocco in sezione 15 (L=53,50m ca.); la stessa è dimensionata per smaltire il 100% della portata Q(T200) = 26 mc/s, è completamente interrata, presenta inizialmente fondo con salti h=50cm ca. e pendenza i=2% per una lunghezza L=8,00m ca. e successivamente fondo ad unica pendenza i=2%, sezione rettangolare di larghezza pari a 3.00m e altezza pari a 3.15m. Si osservi che detta tombinatura sostituirà la tombinatura esistente: il tracciato planimetrico sarà il medesimo. La tombinatura sboccherà in una camera a cielo aperto esistente, che sarà da adeguare. Detto canale, infine, verrà posizionato solo in parte al di sotto di Strada Casai al fine di garantire la continuità del transito veicolare, essendo detta strada l'unica viabilità d'accesso a fabbricati di civile abitazione;
8. l'adeguamento della camera a cielo aperto, presso le sezioni 13 e 12, con realizzazione di salto di fondo a scivolo;
9. il rifacimento della serie di attraversamenti presso il nodo di intersezione Aurelia/Area24/Corso Villaregia con canale rettangolare di dimensioni B450 x H220 cm, con abbassamento del fondo alveo, in conformità con il progetto a suo tempo autorizzato sotto il profilo idraulico con P.D. H/533 del 07/05/2007;
10. a valle del ponte di corso Villaregia: canale a sezione rettangolare con larghezza pari a 4.5m e altezza minima pari a 2.41 m.

Con riferimento alla vigente normativa in materia di difesa del suolo, definita dal Piano di Bacino vigente e dal R.R. 03/2011 e ss.m. e ii., gli interventi sopra descritti:

- consentono la risistemazione dei sottoservizi nel sedime della viabilità pubblica
- conseguono la messa in sicurezza dell'area in quanto consentono il transito della Q200 con rispetto del franco di sicurezza geometrico pari a 150 cm e il contenimento del carico energetico sotto il piano di campagna

Si osservi che:

- la tombinatura in progetto è collocato in parte lungo il medesimo percorsi del canale esistente ed in parte nel sedime della Strada Casai ed è dimensionato per smaltire il 100% della portata Q(T200) = 26 mc/s, considerato che la portata massima di sicurezza del canale esistente risulta troppo esigua (< 1mc/s) e ciò rende plausibile uno scenario di completo fallimento del canale esistente; si prevede in questa fase un canale con pareti portanti costituite da paratie in micropali armati, completate sul fronte da una parete in c.a. di placcaggio gettata in opera, fondo costituito da platee in c.a. gettate in opera, solaio in c.a. gettate in opera; il tutto previo preventiva delocalizzazione e successiva ricollocazione definitiva dei sottoservizi a rete interrati ivi presenti e interferenti.
- il progetto totale prevede la rimozione della plateazione nel tratto a valle della intersezione con corso Villaregia, tratto sez.4-sez.2; in tale tratto, di lunghezza L=16.4m, è previsto l'allargamento della sezione trasversale alla corrente da 1.6 m c.ca a 4.5 m; se ne desume che la variazione di superficie plateata diminuisce di 48 mq c.ca; a monte dell'imbocco della tombinatura in progetto, nel tratto sez.25-sez.24, la plateazione è necessaria per raccordare il fondo esistente plateato di monte con il fondo di progetto plateato a valle , minimizzando le perdite di carico; nel tratto tombinato di nuova realizzazione [sez.23-sez.15] così come nel tratto tombinato in sostituzione del tombino esistente [sez. 12-sez.5], il fondo è previsto plateato a garanzia della stabilità delle sponde rispetto al rischio di erosione al piede;
- premesso che:
  - come individuabile dalle sezioni geologiche prodotte e dallo stesso profilo longitudinale, l'intervento insisterà ed interesserà la parte del Cappellaccio di alterazione del substrato dei Conglomerati di Monte Villa e che detta litologia nella sua parte più superficiale risulta alterata e microfratturata portando ad avere una permeabilità variabile legata alla presenza di fratture che, con la profondità ed il peso delle litologie sovrastanti, tende a diminuire in quanto le stesse fratture si chiudono sotto il peso della roccia,
  - nelle indagini si è identificata la presenza di una coltre detritica di spessore molto contenuto e che perciò non può essere sede di un acquifero ben sviluppato se non in occasione di particolari eventi meteo e/o nei giorni immediatamente successivi agli eventi (infatti durante il rilievi non si è ritrovata alcuna risorgenza degna di essere segnalata),
  - l'area di intervento costituisce la parte terminale del bacino imbrifero del Rio Pertusio prossima all'area di contrasto e/o mescolamento dove si ha la zona di mescolamento ovvero si ha l'interfaccia fra acqua dolce (sopra) e l'acqua salata (sotto) che definisce il cuneo salino. Questo potrebbe da solo giustificare come l'area di intervento non possa più rappresentare una zona di potenziale ricarica dell'acquifero in quanto ormai prossimo alla zona di foce nel Mar Ligure. Semmai il problema è causato dall'eccessivo pompaggio dell'acquifero costiero, dalla siccità o dalla costruzione di canali di navigazione, oppure in seguito a mareggiate.

  Non si prevedono fori sul fondo alveo che potrebbero ingenerare, per effetto dei moti di infiltrazione anche di piccole ma persistenti portate al di sotto della platea, alimentate dal deflusso di morbida, inopportuni e pericolosi fenomeni di erosione della matrice di sottosuolo, ricordando che l'intervento si inserisce nel cappellaccio del Conglomerato di Monte Villa, fratturato ed alterato e dunque suscettibile di essere eroso dall'acqua in pressione proprio a causa della microfratturazione, come si desume dalle analisi della relazione geologica (cfr. § 5 – inquadramento idrogeologico e §9 – definizione del modello geologico); l'erosione potrebbe portare alla creazione di vuoti al di sotto della soglia/platea con possibili e preoccupanti conseguenze per la struttura. Si analizzerà la possibilità di creare dei fori di drenaggio lungo le pareti del canale per favorire il drenaggio del corpo del versante nel canale che si intende realizzare;
- per la realizzazione/adeguamento del canale, vista l'impossibilità di aprire larghe sezioni di scavo, verranno realizzate berlinesi di sostegno del fronte di scavo per garantire il necessario grado di sicurezza del cantiere, evitare smottamenti diffusi, lesioni agli edifici circostanti cagionabile anche da semplici rilassamenti del terreno e per garantire il transito sulle aree adiacenti; le berlinesi anzidette, con funzione provvisionale in fase di cantiere, potranno avere funzione definitiva in quanto dimensionabili per ricevere e sostenere anche il solaio di copertura del canale, onde contenere al massimo l'ingombro di scavo in misura compatibile con la adiacente viabilità da mantenere attiva in tutte le fasi di cantiere;
- la cantierizzazione dell'intervento sarà tale da garantire sempre il transito veicolare del tratto di strada interessato, previo attuazione di opportune misure di sicurezza per il traffico veicolare;
- al fine di garantire il corretto funzionamento dell'opera in progetto ed assicurare il deflusso della portata di piena con un adeguata sicurezza, si è dimensionata l'opera per consentire un franco mimino di sicurezza (geometrico) superiore ad 1.5 m rispetto all'intradosso della copertura e per contenere il carico totale al di

sotto dell'estradosso del rilevato, coerentemente con i criteri di sicurezza indicati dalla normativa tecnica di settore.

- l'opera di trattenuta del materiale flottante è posta a salvaguardia della copertura, in rapporto ad apporti straordinari che potrebbero indurre occlusioni della tombinatura con conseguenti danneggiamenti al contorno. Occorre a tal proposito evidenziare che:
  - il bacino, almeno immediatamente a monte della copertura risulta ben sistemato, a seguito degli interventi di adeguamento risalenti al post alluvione 2000 e sono presenti, a monte del tratto studiato, aree ampie tali da favorire la sedimentazione di eventuali apporti eccezionali di materiale in alveo da movimenti gravitativi di massa, che difficilmente potrebbero raggiungere la copertura.
  - il trasporto solido ordinario comporta effetti non significativi come testimoniato da anni di osservazioni, a seguito dei lavori di sistemazione successivi gli eventi alluvionali del 2000, nel corso dei quali non si sono evidenziati tendenze morfo-dinamiche di deposito di sedimenti con riduzione della sezione utile al deflusso; viceversa si sono evidenziati problematiche erosive, con distruzione, almeno localmente, del fondo plateato.



Figure 3 - mappa del modello idraulico stato di progetto complessivo

Considerazioni in merito alle manutenzione degli interventi progettati

Nella gestione ottimale dell'opera, risulta di fondamentale importanza l'attivazione di programmi di manutenzione articolati nel tempo, che garantiscano, oltre ad un non aumento delle condizioni di rischio idrogeologico, il mantenimento del canale interrato esistente laddove mantenuto in essere e del nuovo canale in previsione, in buono stato idraulico-ambientale. Saranno anche individuate le esigenze di manutenzione per le opere esistenti che si ritengono essenziali per la conservazione dell'equilibrio all'interno del canale stesso. All'interno del programma di manutenzione, si dovrà indicare la localizzazione, l'estensione e la tipologia e programmare, anche di massima, l'articolazione nel tempo e la periodicità con cui tali interventi devono essere eseguiti. Dovrà essere indicata una stima

dei costi annui per la manutenzione delle opere, la pulizia e l'esercizio, segnalate le competenze degli Enti gestori, indicate le priorità di intervento, individuate le azioni di manutenzione del canale, operazione fondamentale per assicurare la massima capacità di smaltimento ed evitare il trasporto di materiali che possano produrre ostruzioni a valle durante i fenomeni di piena.

IL TECNICO: De Melas Ing. Alessio

Allegati:

- tabulati, profili e sezioni simulazioni idrauliche stato di fatto T=200 anni
- tabulati, profili e sezioni simulazioni idrauliche stato di progetto T=200 anni

HEC-RAS Plan: 2025-03-17_SF River: Pertusio Reach: Pertusio Profile: T200

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Pertusio	34	T200	26.00	50.500	52.10	52.10	52.79	0.017252	3.68	7.06	5.12	1.00
Pertusio	33	T200	26.00	46.770	47.93	48.91	51.59	0.146432	8.47	3.07	3.58	2.92
Pertusio	32	T200	26.00	40.900	41.73	42.21	43.79	0.156715	6.36	4.09	10.16	3.20
Pertusio	31	T200	26.00	36.850	37.56	38.13	39.87	0.122423	6.73	3.86	7.23	2.94
Pertusio	30	T200	26.00	33.120	33.83	34.49	36.74	0.162049	7.54	3.45	6.21	3.23
Pertusio	29	T200	26.00	30.970	32.13	32.72	33.89	0.063165	5.88	4.42	4.31	1.85
Pertusio	28	T200	26.00	29.620	30.71	31.41	32.98	0.090319	6.67	3.90	4.36	2.25
Pertusio	27	T200	26.00	27.070	28.07	28.85	30.81	0.110859	7.33	3.55	3.73	2.40
Pertusio	26.9	T200	26.00	27.070	28.07	28.85	30.79	0.109845	7.31	3.56	3.73	2.39
Pertusio	26	T200	26.00	24.460	29.34	26.30	29.39	0.000513	1.02	27.27	10.23	0.16
Pertusio	25	T200	26.00	23.160	29.35	25.14	29.38	0.000359	0.82	32.59	11.09	0.13
Pertusio	24	T200	26.00	22.790	29.35	24.82	29.38	0.000248	0.74	37.29	23.57	0.13
Pertusio	23	T200	26.00	22.140	29.06	29.06	29.35	0.013420	2.17	11.45	19.68	0.29
Pertusio	22	T200	26.00	18.700	22.01	28.57	27.45	0.330212	10.33	2.52		1.81
Pertusio	21	T200	26.00	17.370	19.09	22.13	22.81	0.134633	8.55	3.04	1.77	2.08
Pertusio	20	T200	26.00	15.030	19.53	19.55	20.25	0.031702	3.80	6.94	5.03	0.56
Pertusio	19	T200	26.00	13.400	16.60	18.83	18.64	0.089383	6.33	4.11		1.13
Pertusio	18	T200	26.00	12.610	17.68	17.68	17.89	0.013621	2.27	13.03	27.87	0.29
Pertusio	17	T200	26.00	11.000	16.02	16.36	17.27	0.089306	5.24	5.34	8.96	0.71
Pertusio	16	T200	26.00	10.560	13.26	13.76	15.19	0.136347	6.60	4.34	6.32	1.20
Pertusio	15	T200	26.00	8.890	10.99	13.63	13.35	0.108627	6.80	3.82		1.50
Pertusio	14.95	T200	26.00	8.600	10.24	10.40	13.06	0.088970	7.43	3.50	2.13	1.85
Pertusio	14.9	T200	26.00	8.430	9.31	10.18	12.81	0.125369	8.29	3.14	3.58	2.83
Pertusio	14.8	T200	26.00	8.400	9.34	10.18	12.50	0.106903	7.87	3.30	3.50	2.59
Pertusio	14	T200	26.00	7.510	8.70	9.29	10.68	0.055117	6.23	4.18	3.50	1.82
Pertusio	13	T200	26.00	6.160	10.02	7.94	10.15	0.004594	1.73	18.06	26.79	0.25
Pertusio	12	T200	26.00	5.720	10.04	7.32	10.12	0.000843	1.27	24.24	19.73	0.20
Pertusio	11	T200	26.00	5.230	9.98	9.70	10.11	0.004543	1.42	16.52	18.94	0.23
Pertusio	10	T200	26.00	4.460	9.66	9.66	9.99	0.017476	2.50	10.23	15.54	0.36
Pertusio	9	T200	26.00	4.270	9.70	9.38	9.84	0.003919	1.30	16.41	16.54	0.23
Pertusio	8	T200	26.00	3.960	6.49	6.49	9.50	0.130101	7.68	3.39	0.57	1.54
Pertusio	7	T200	26.00	3.710	8.07	6.33	8.20	0.002269	1.74	16.51	8.95	0.30
Pertusio	6	T200	26.00	3.370	7.77	7.77	8.15	0.016771	2.54	9.78	13.64	0.42
Pertusio	5	T200	26.00	3.180	7.57	7.66	8.02	0.025978	3.12	8.89	15.34	0.46
Pertusio	4	T200	26.00	2.620	4.50	5.39	7.65	0.154003	7.47	3.32	3.50	1.74
Pertusio	3	T200	26.00	2.440	3.87	4.67	7.26	0.153880	8.65	3.27	3.99	2.31
Pertusio	2	T200	26.00	1.500	3.08	3.57	5.55	0.105721	7.36	3.82	4.02	1.87
Pertusio	1.6	T200	26.00	1.340	3.26	3.93	5.07	0.064198	6.30	4.45	4.51	1.50
Pertusio	1.5	T200	26.00	0.450	1.13	1.95	4.86	0.190740	8.55	3.04	4.50	3.32
Pertusio	1.1	T200	26.00	0.450	1.17	1.95	4.45	0.156831	8.02	3.24	4.50	3.01
Pertusio	1		Bridge									
Pertusio	0.9	T200	26.00	0.300	1.20	1.80	3.31	0.081579	6.44	4.04	4.50	2.17
Pertusio	0	T200	26.00	0.100	1.12	1.53	2.74	0.061870	5.79	5.06	13.21	2.17

PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

Pertusio Pertusio

Legend

EG T200

Crit T200

WS T200

Ground

LOB

ROB

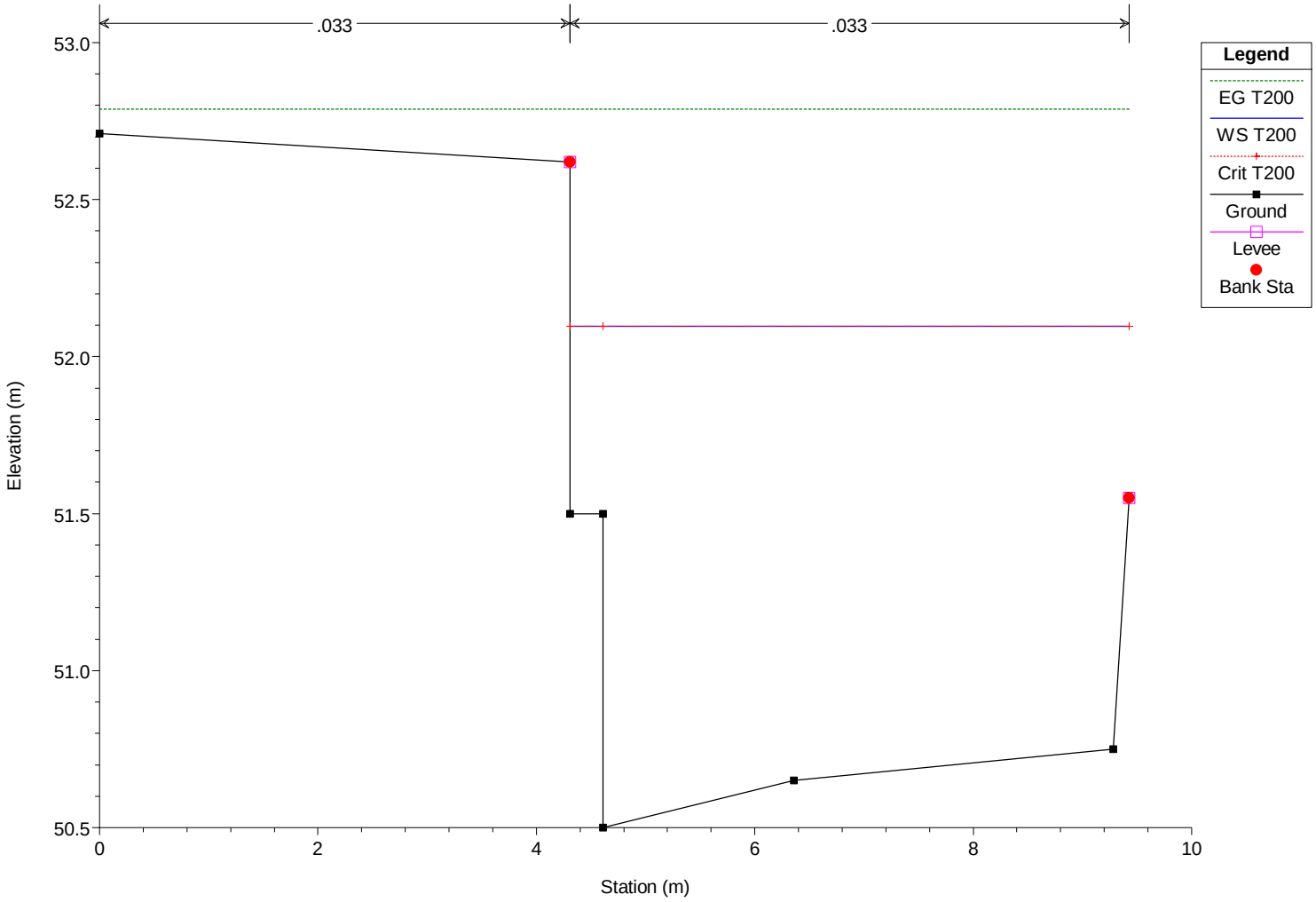
Left Levee

Elevation (m)

Main Channel Distance (m)

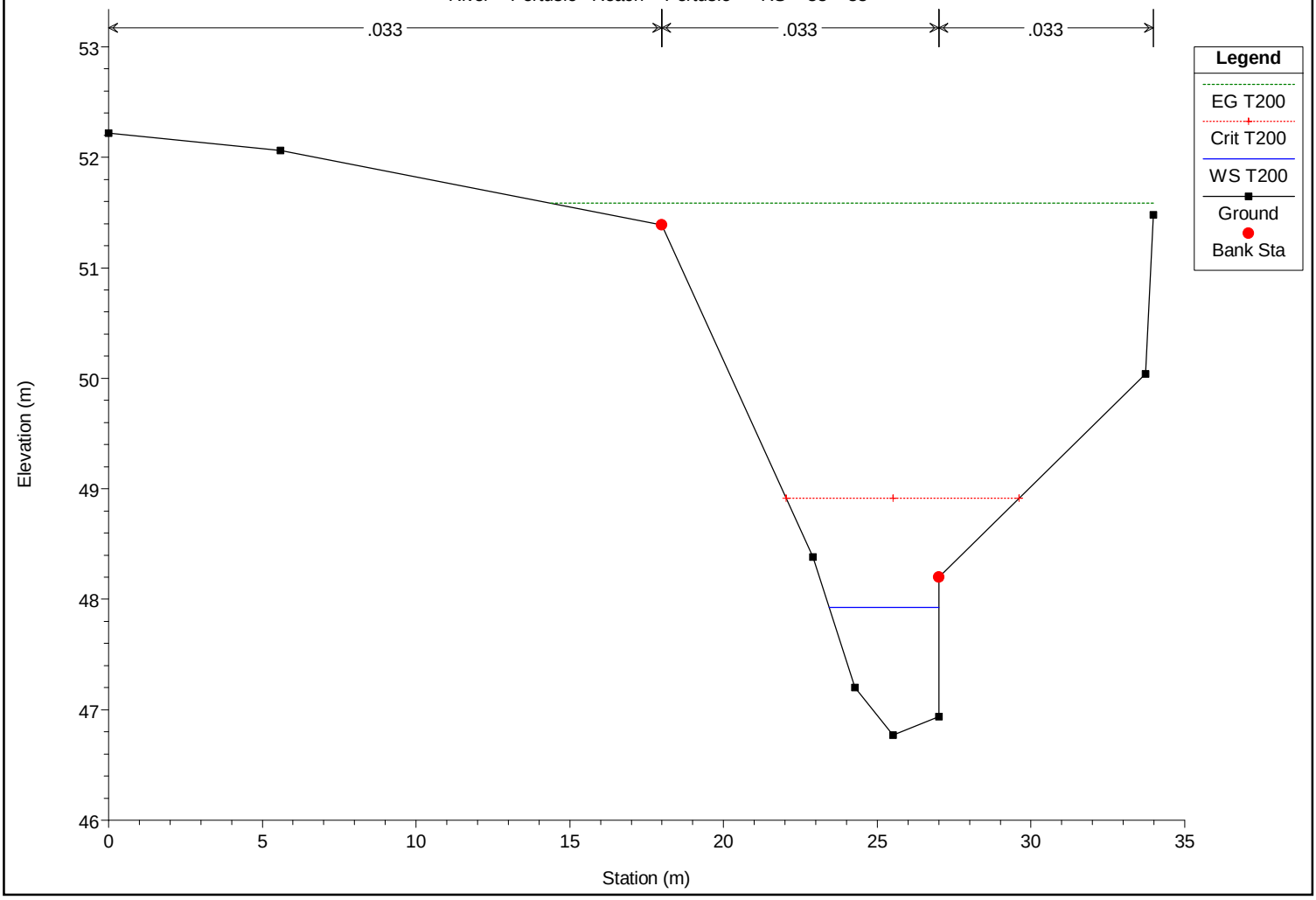
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 34 34



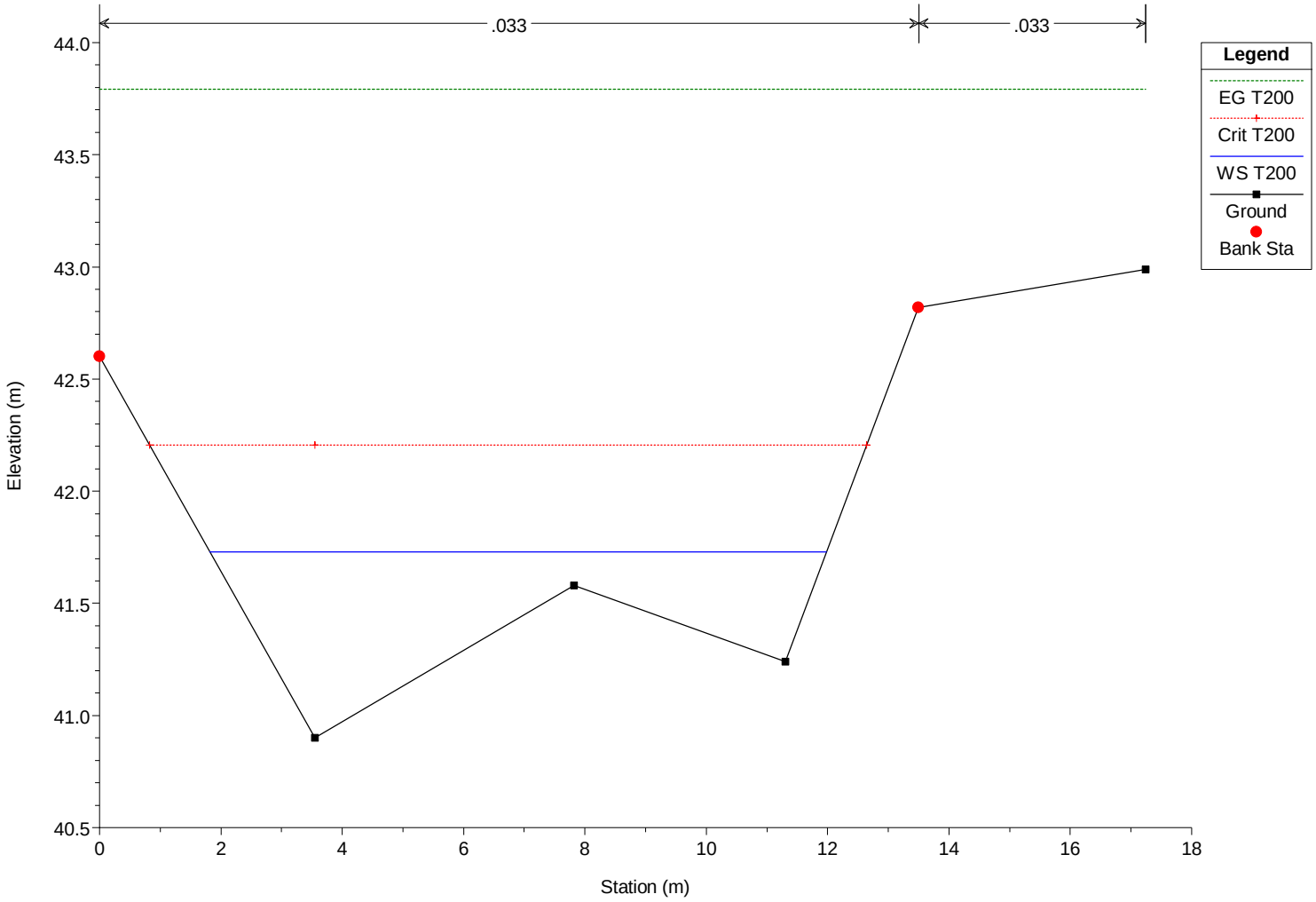
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 33 33



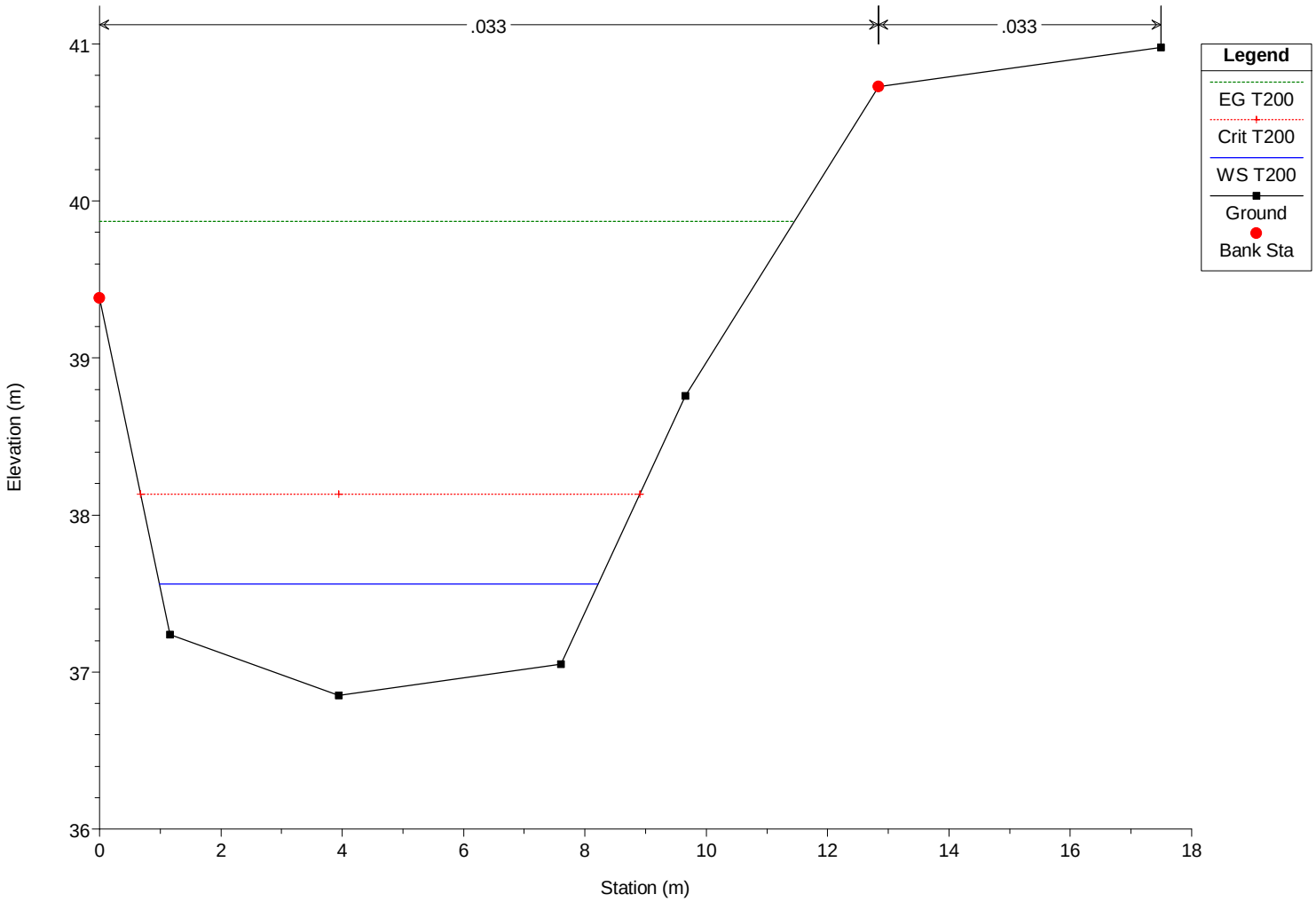
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 32 32



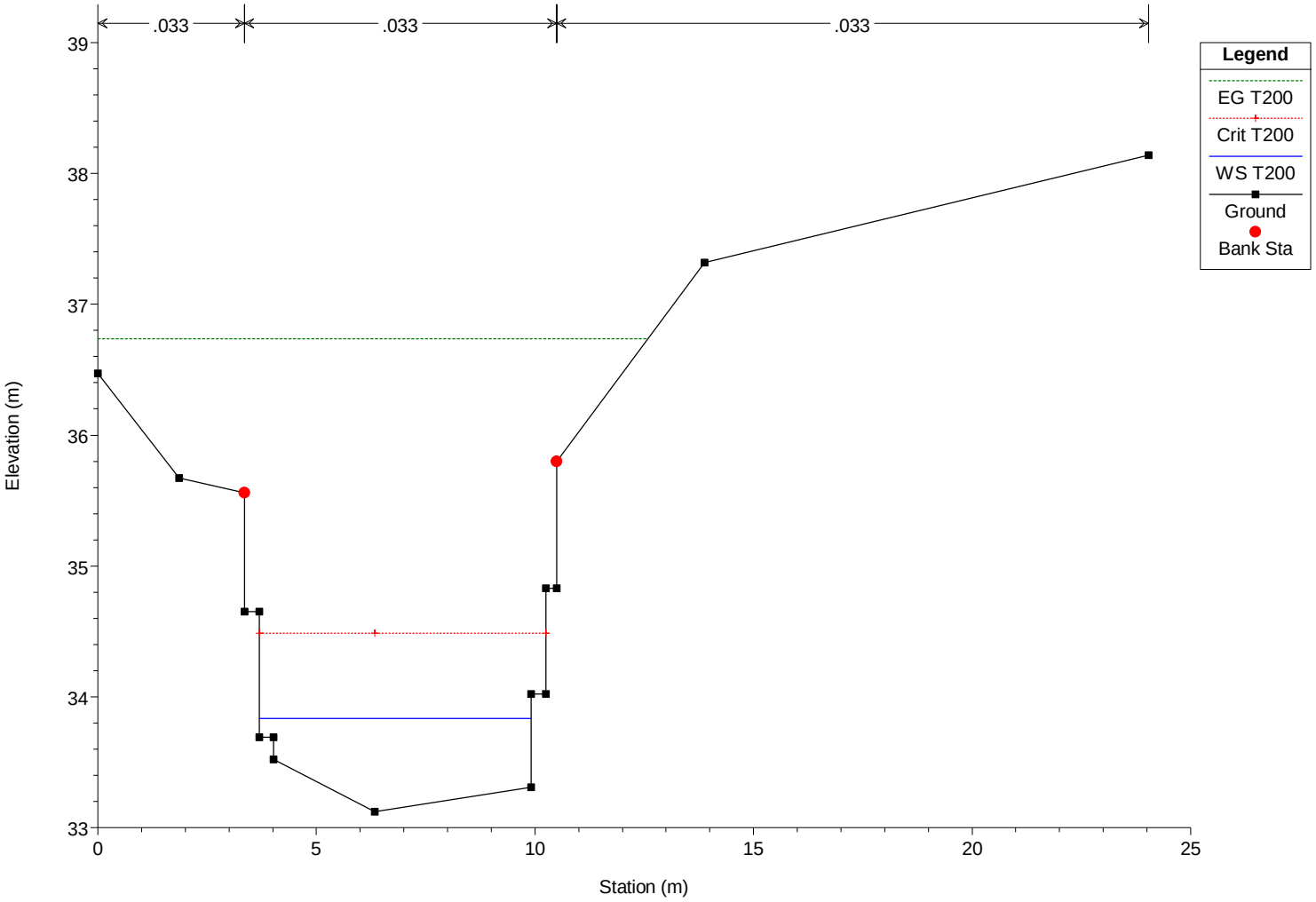
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 31 31



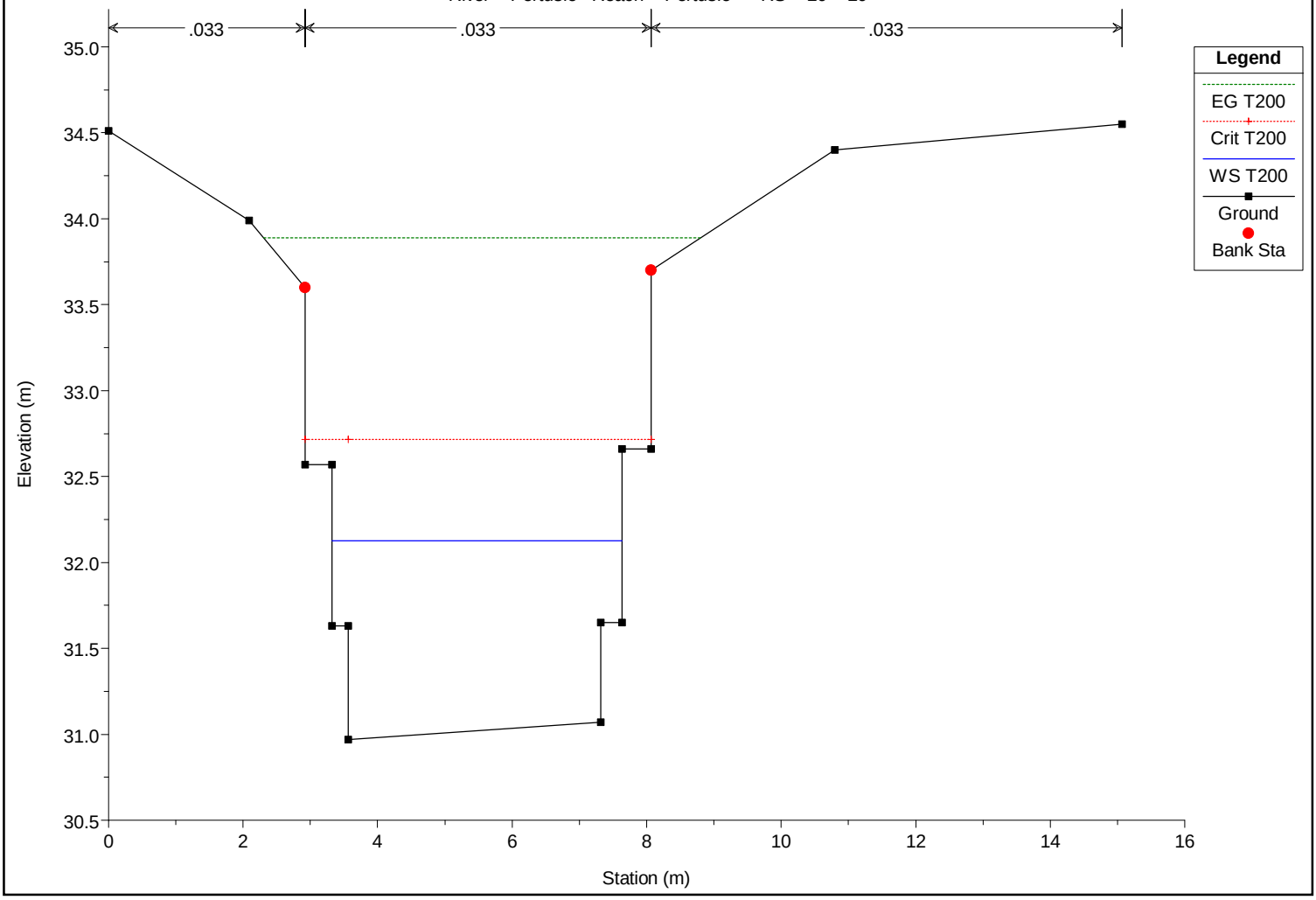
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 30 30



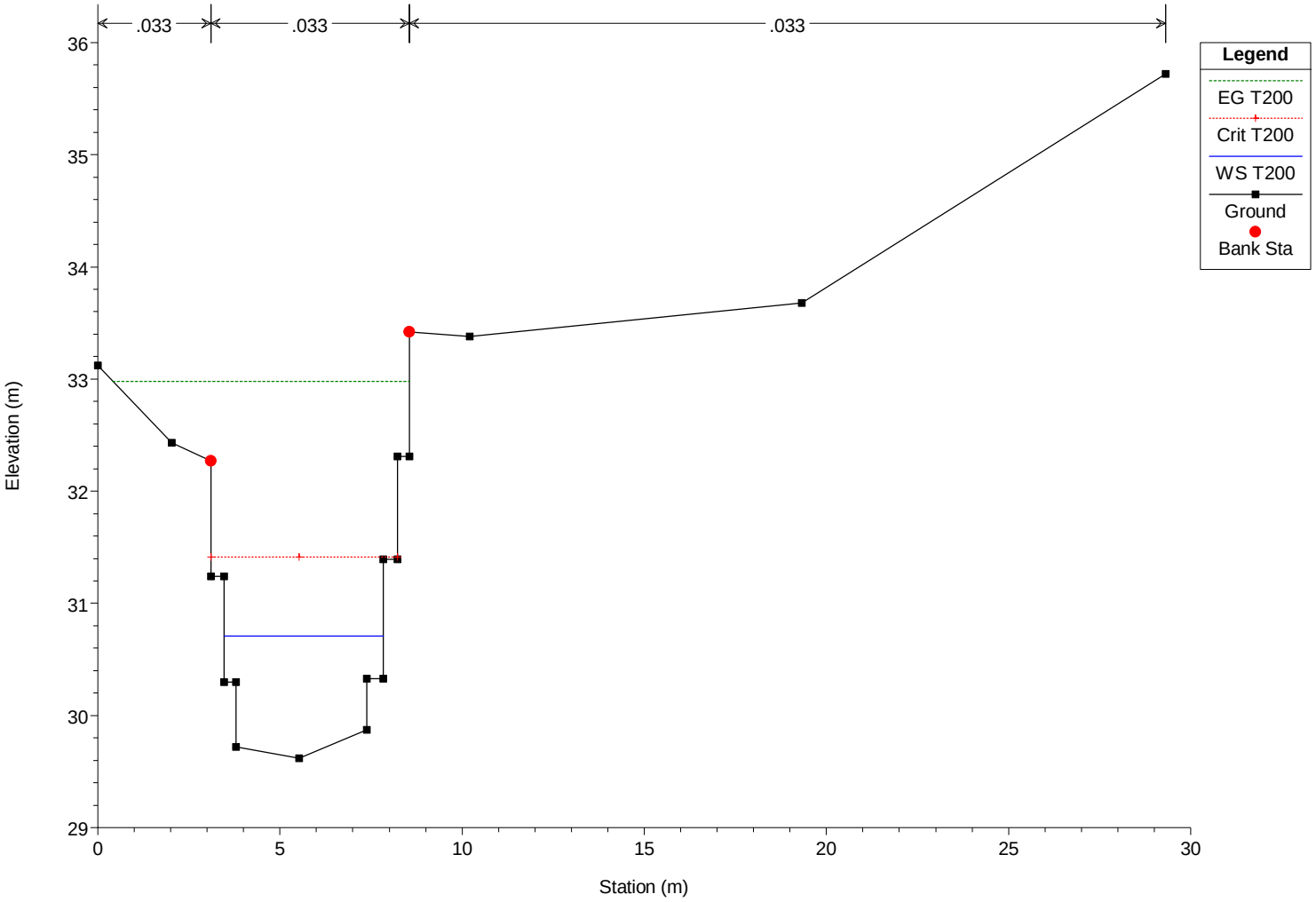
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 29 29



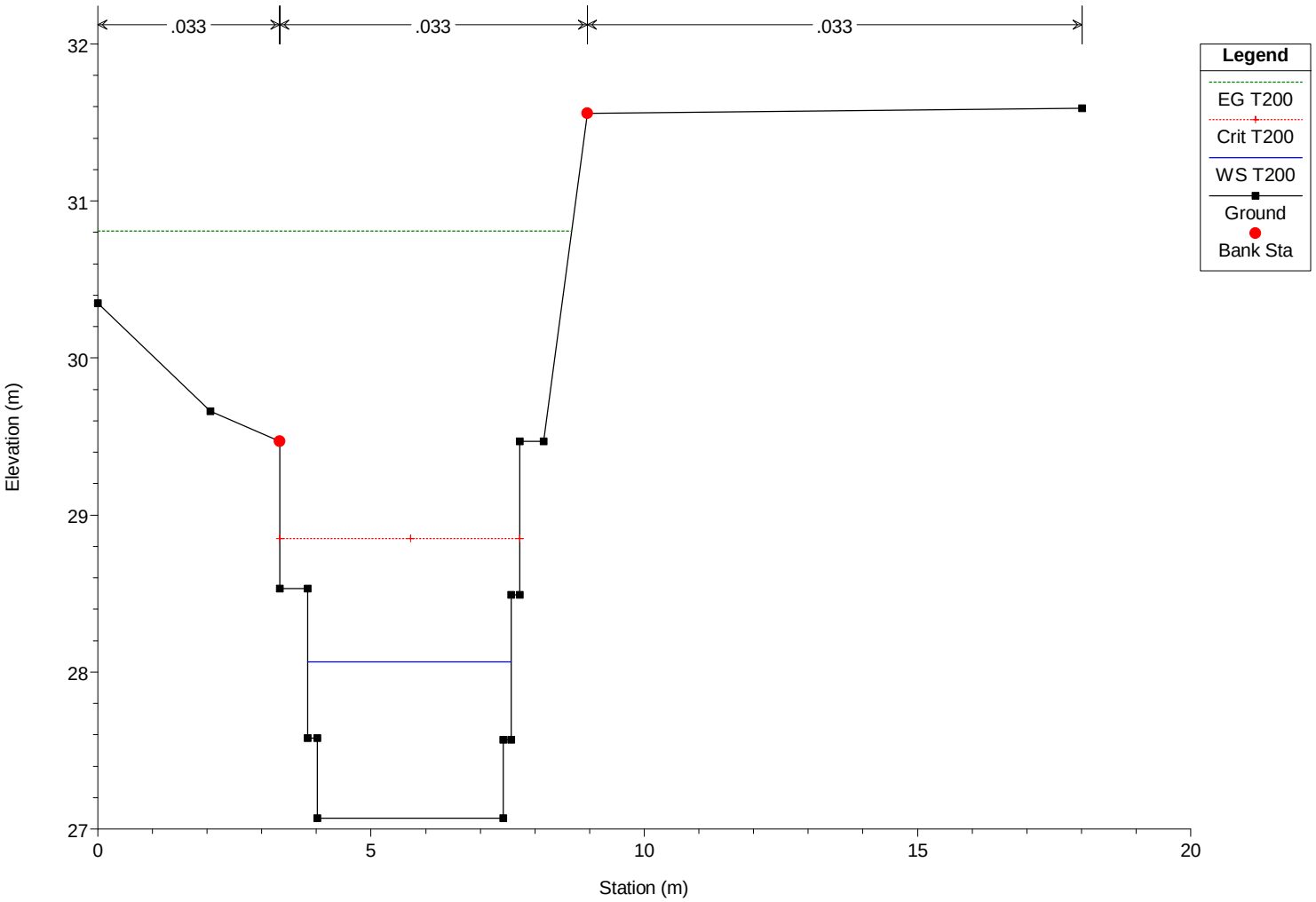
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 28 28



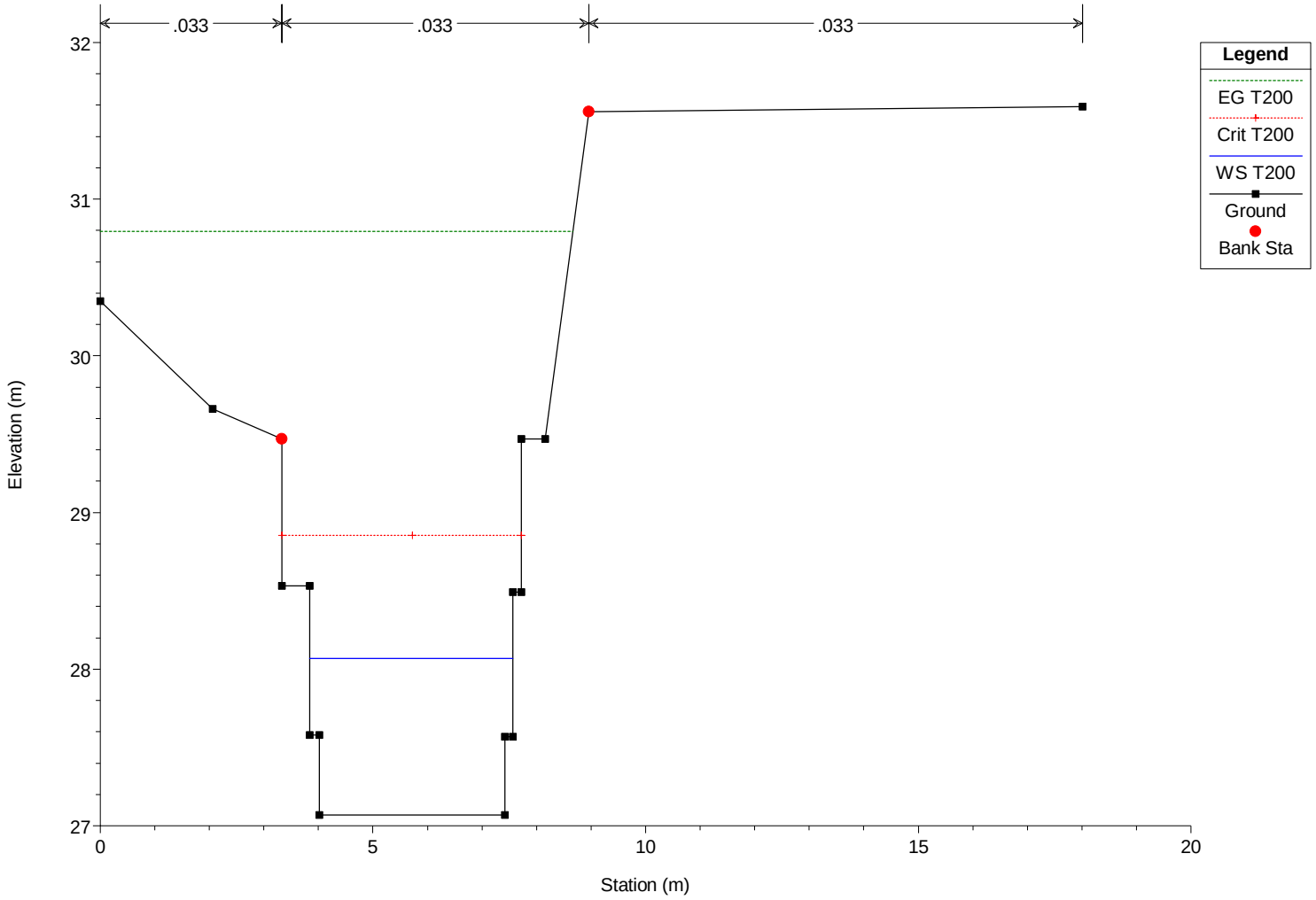
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 27 27



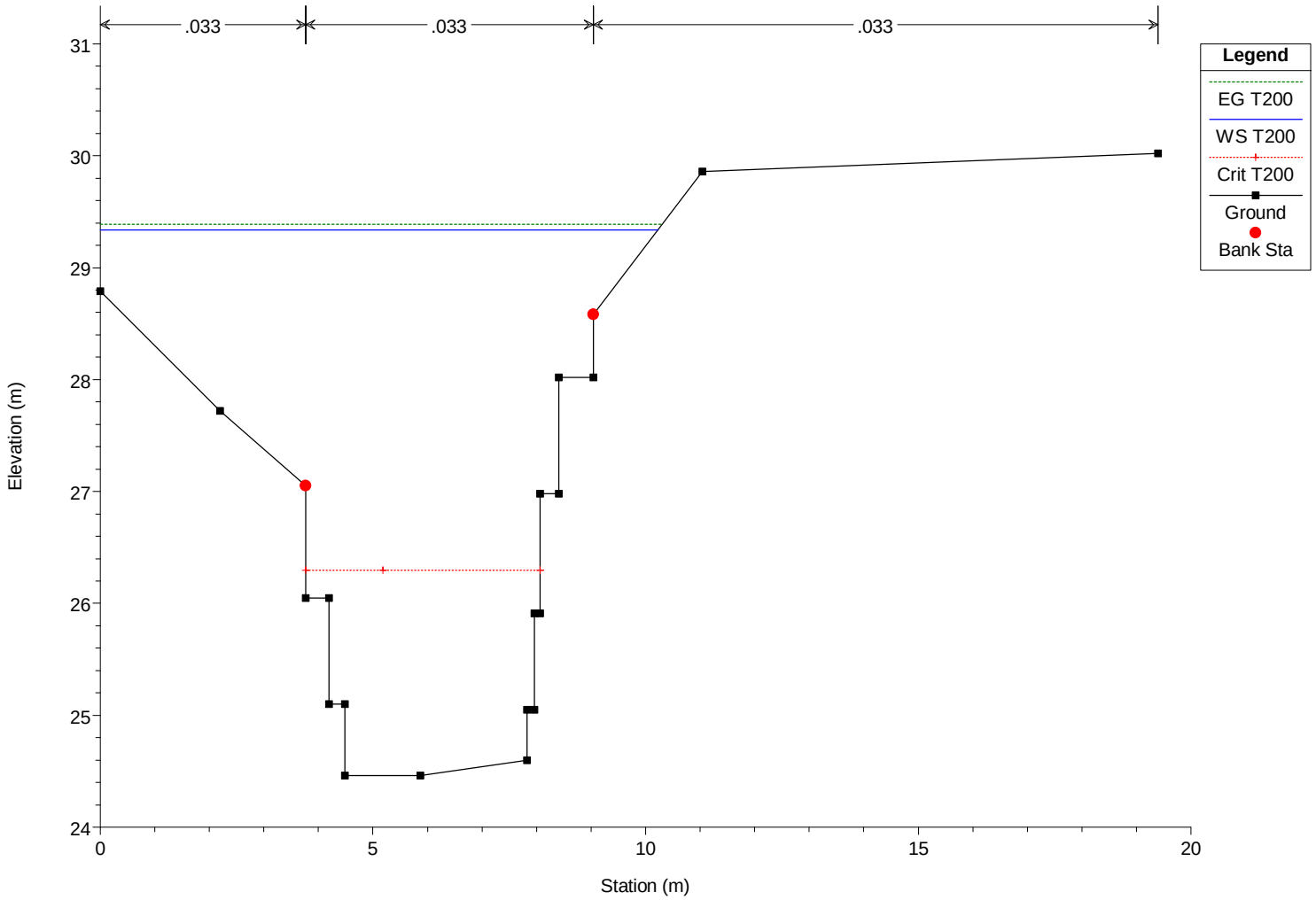
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

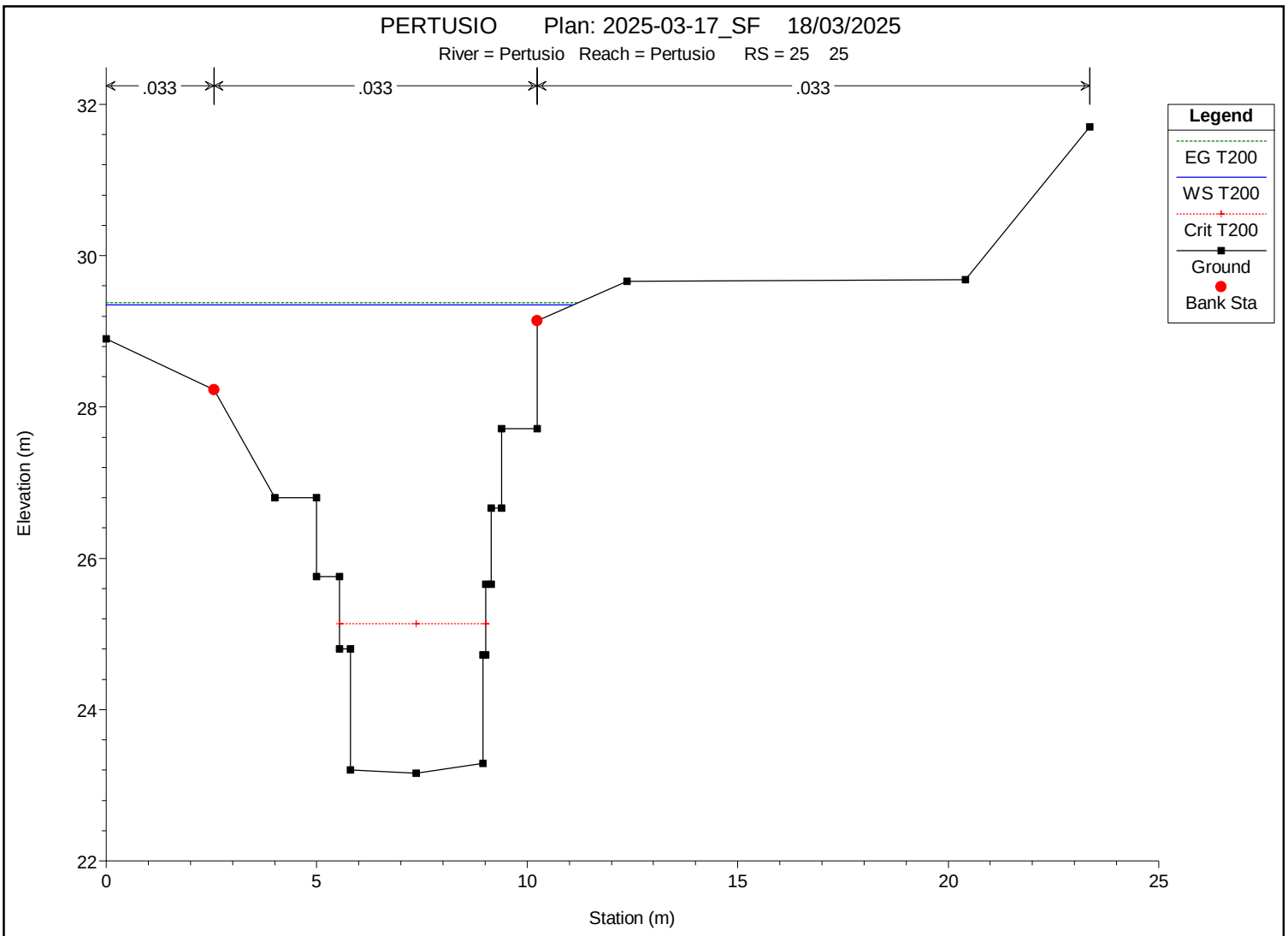
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 26.9

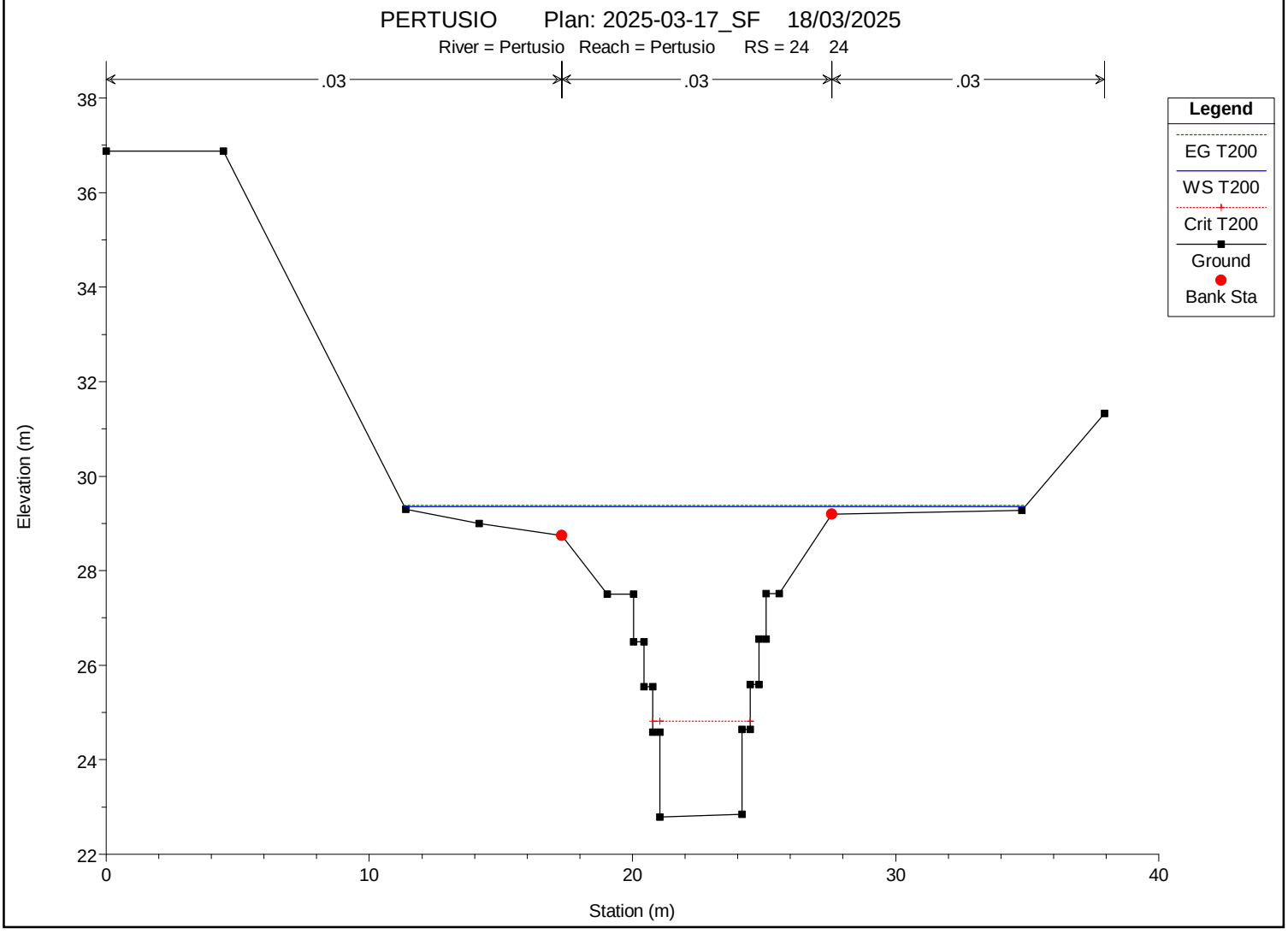


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 26 26

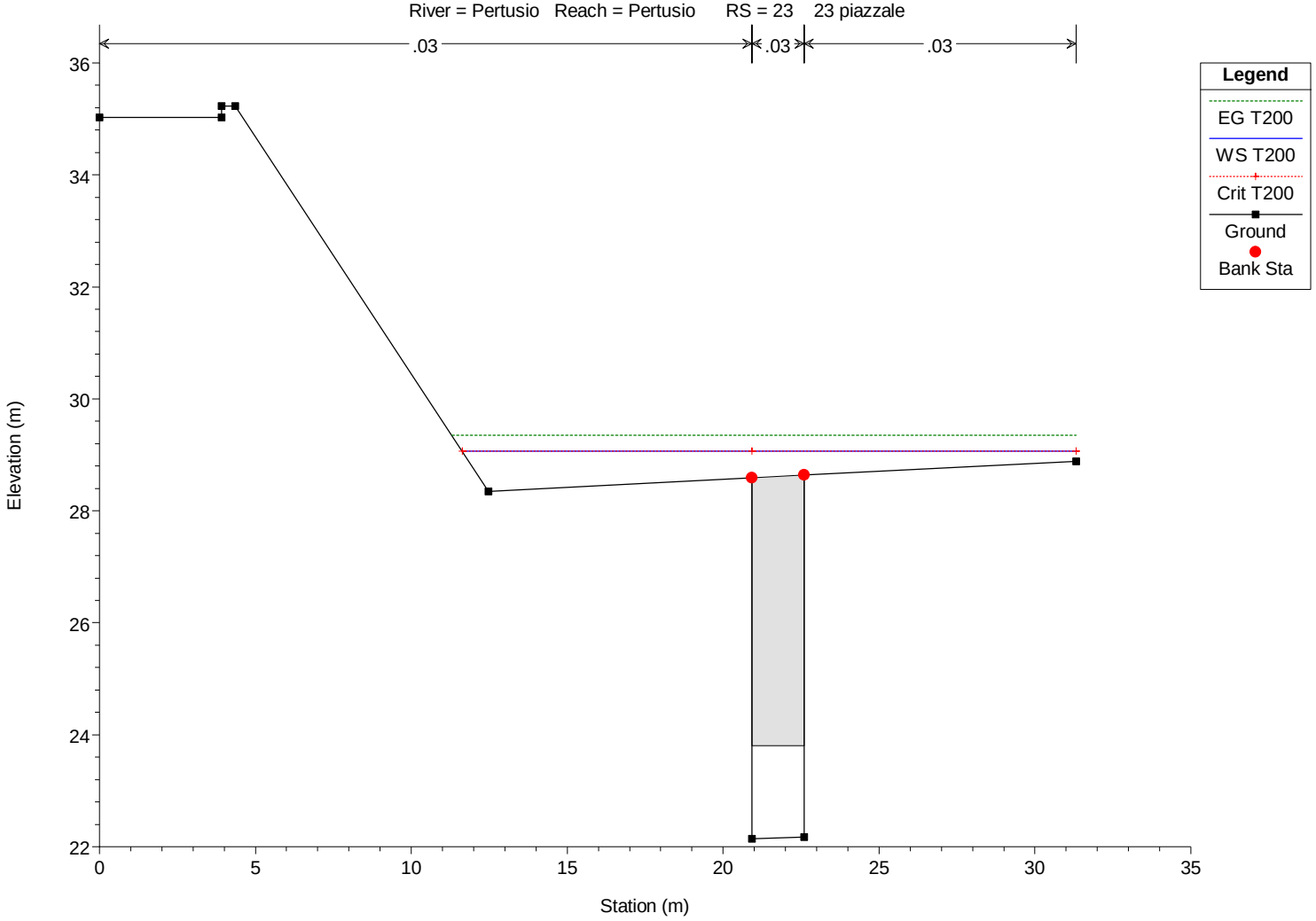



PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 25 25
.033
.033
.033
Legend
EG T200
WS T200
Crit T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22
24
26
28
30
32
0
5
10
15
20
25


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 24 24
.03
.03
.03
Legend
EG T200
WS T200
Crit T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22
24
26
28
30
32
34
36
38
0
10
20
30
40

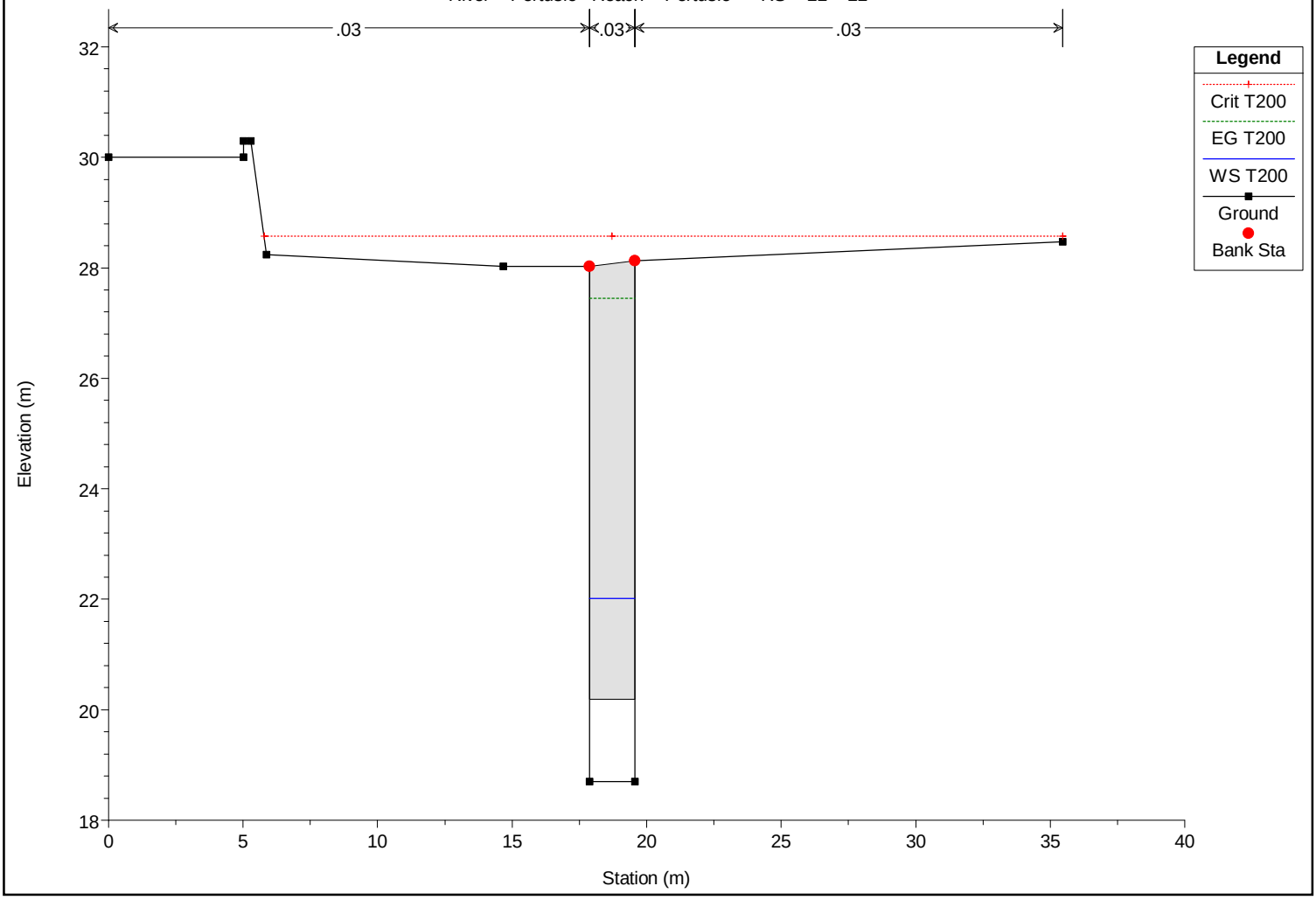
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 23 23 piazzale



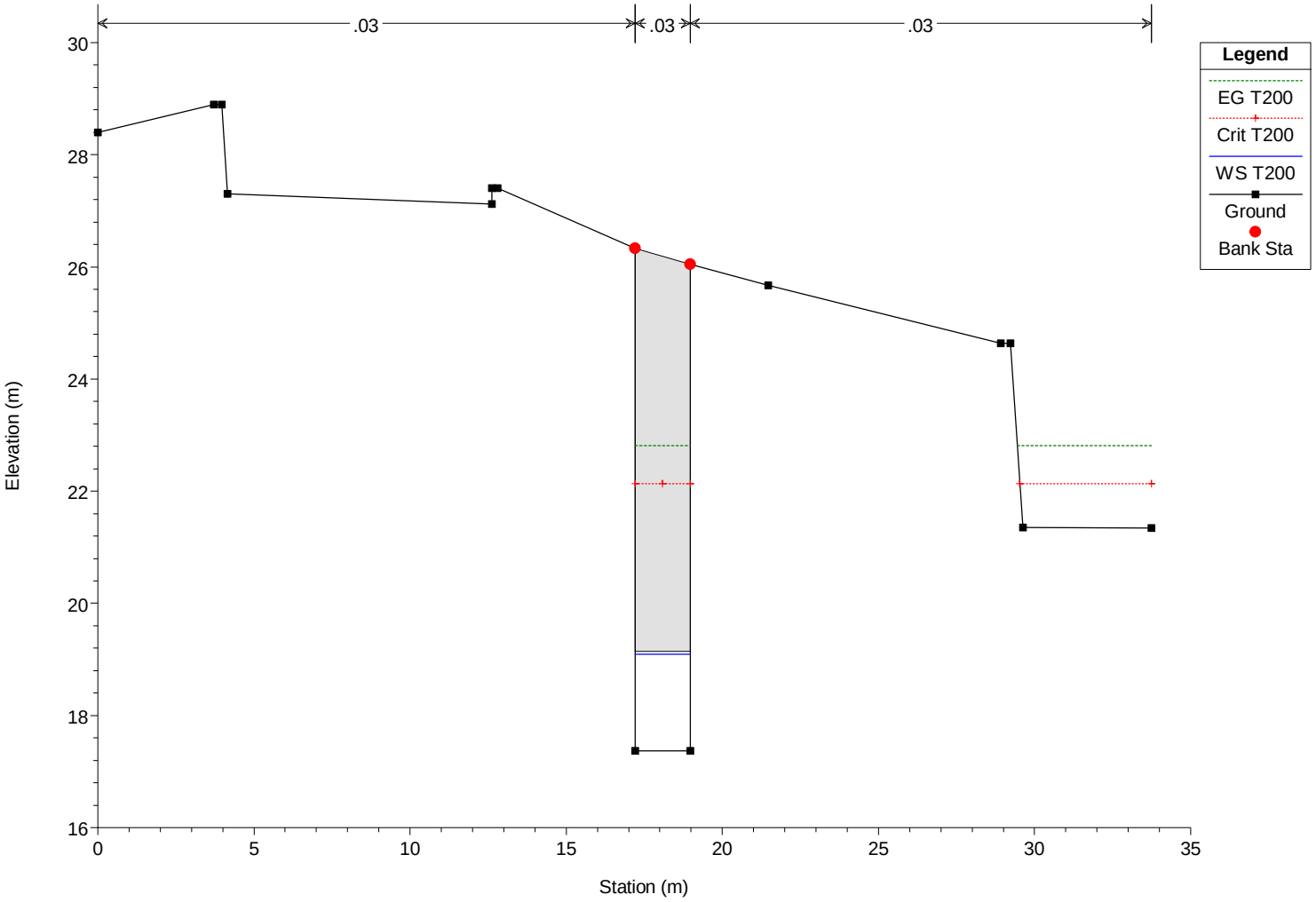
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 22 22



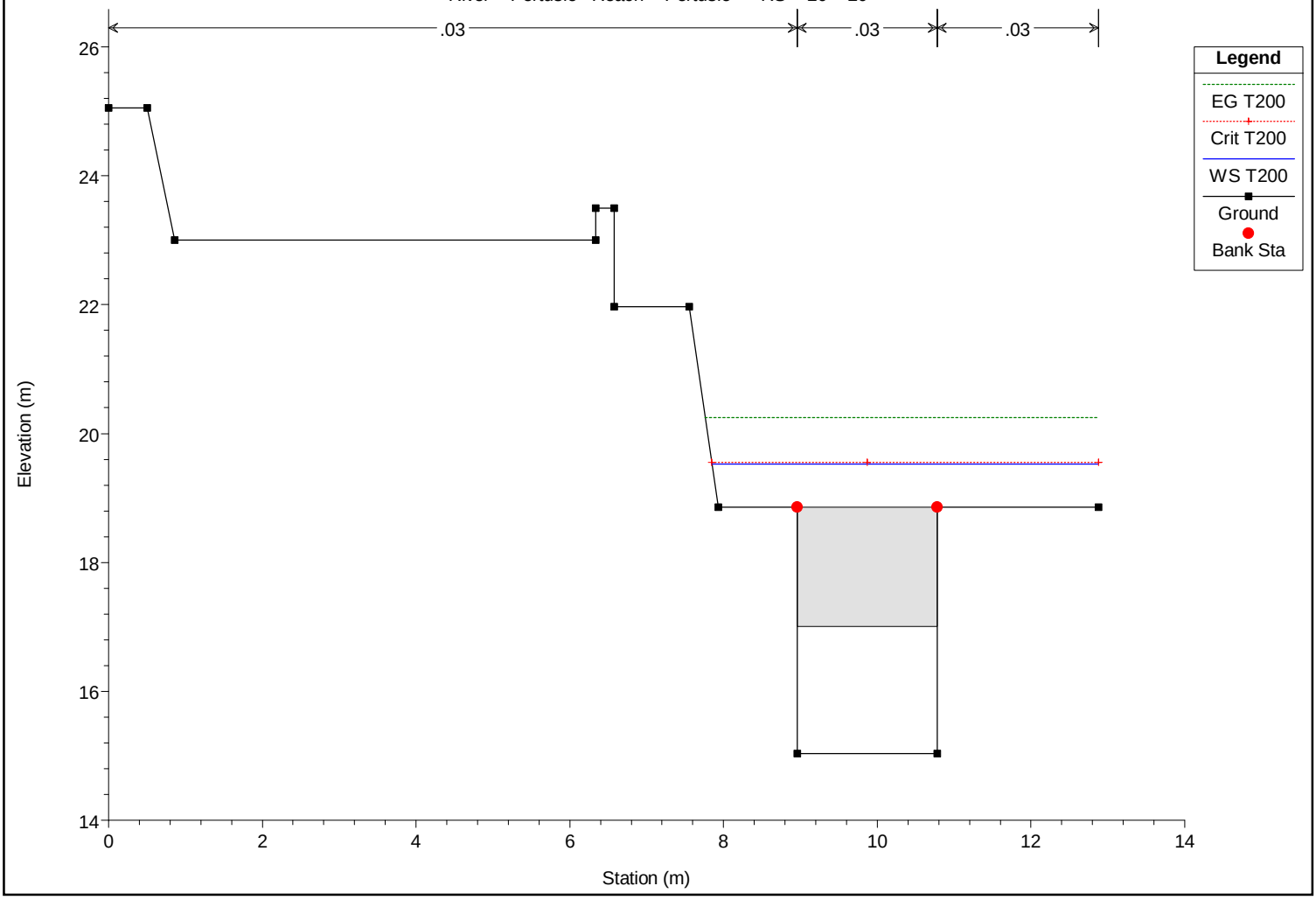
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 21 21



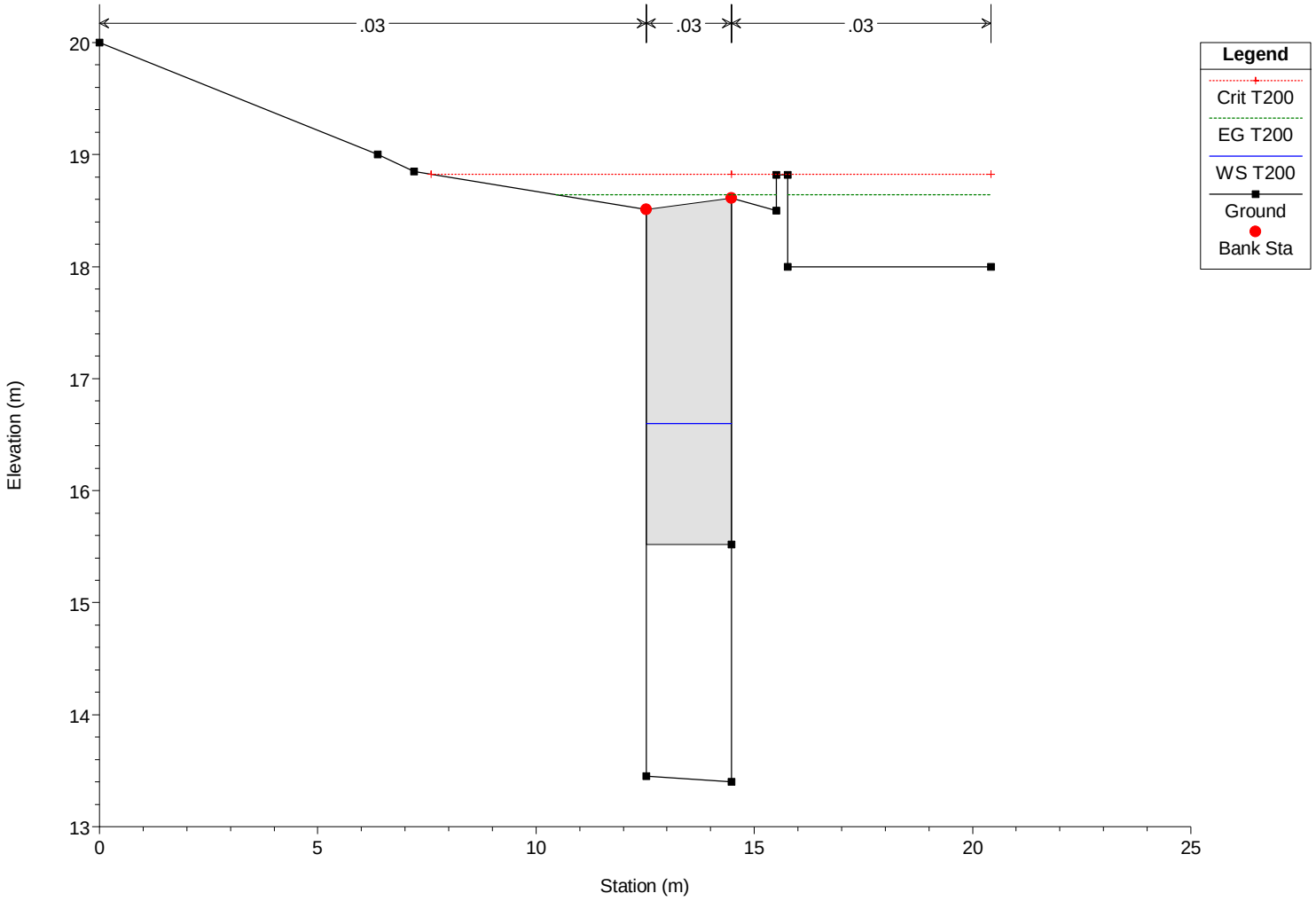
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 20 20



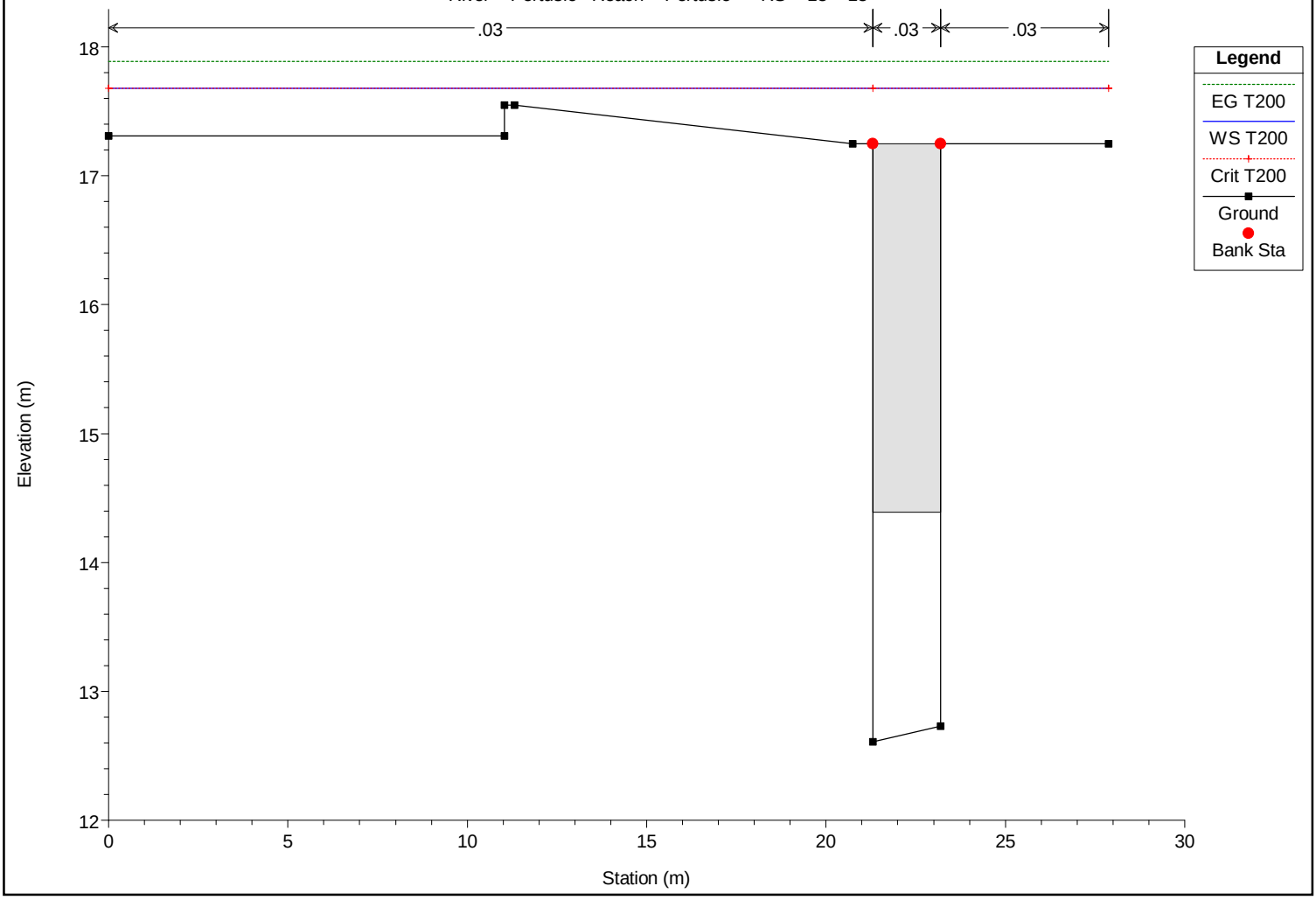
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19 19



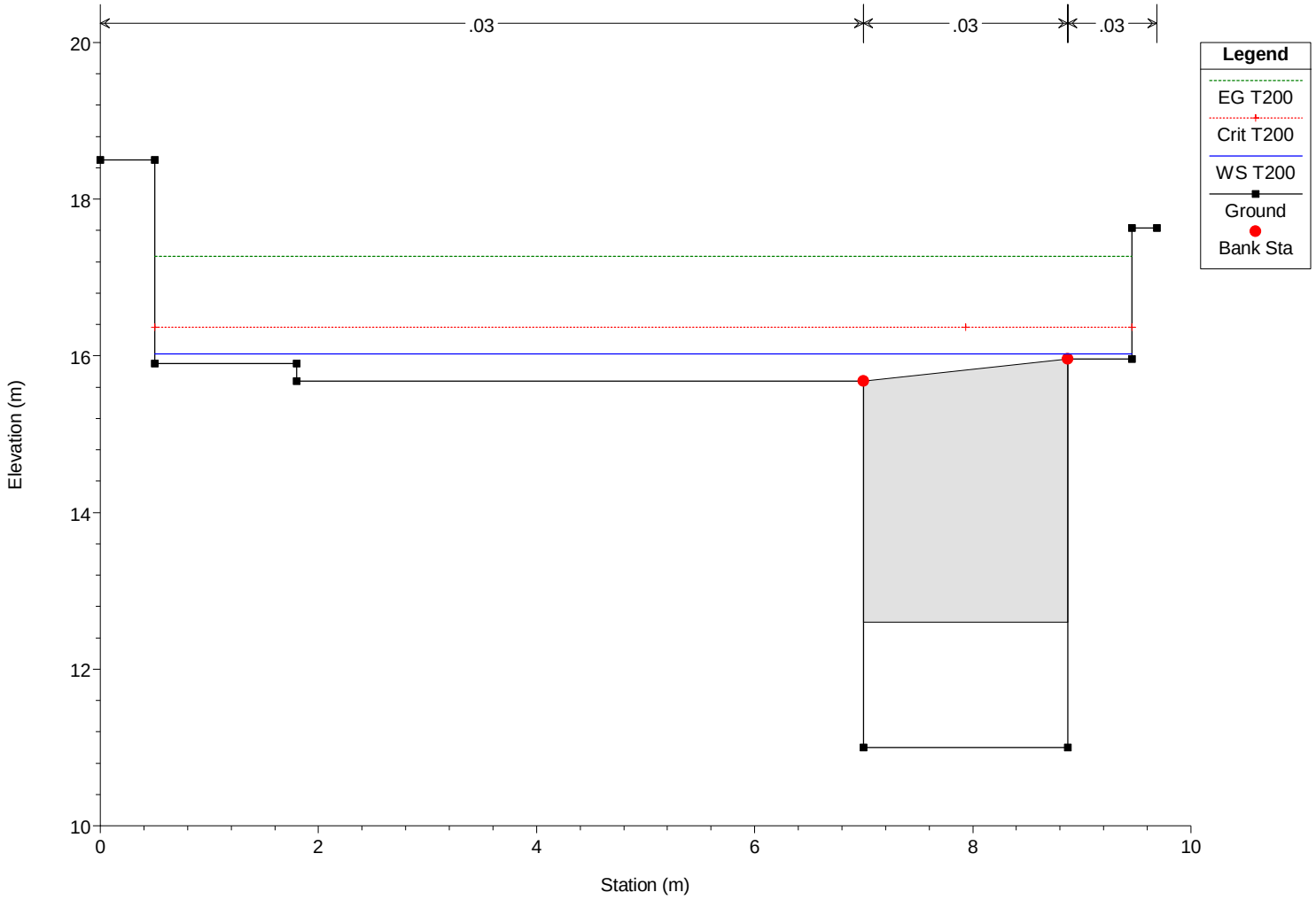
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 18 18



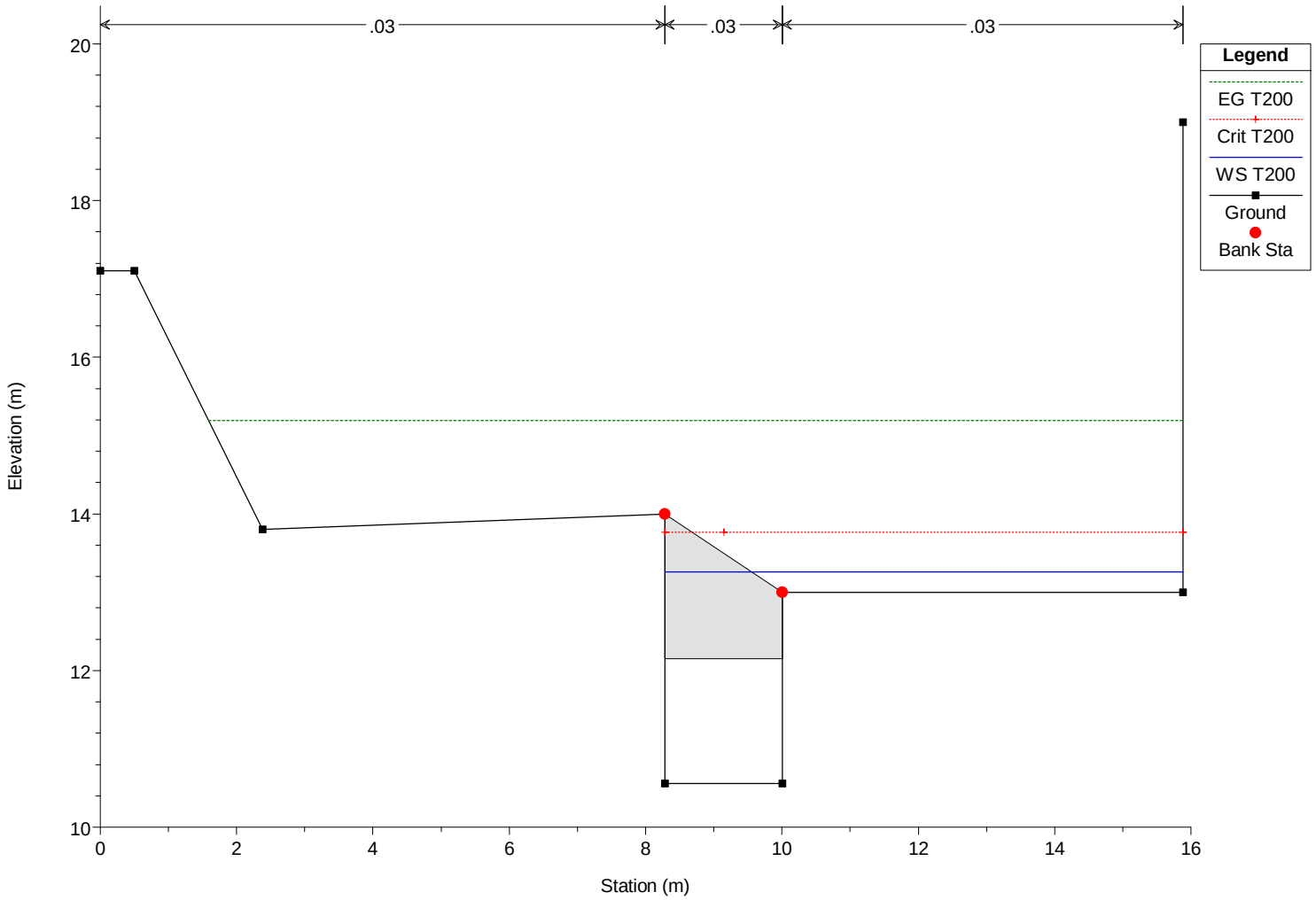
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

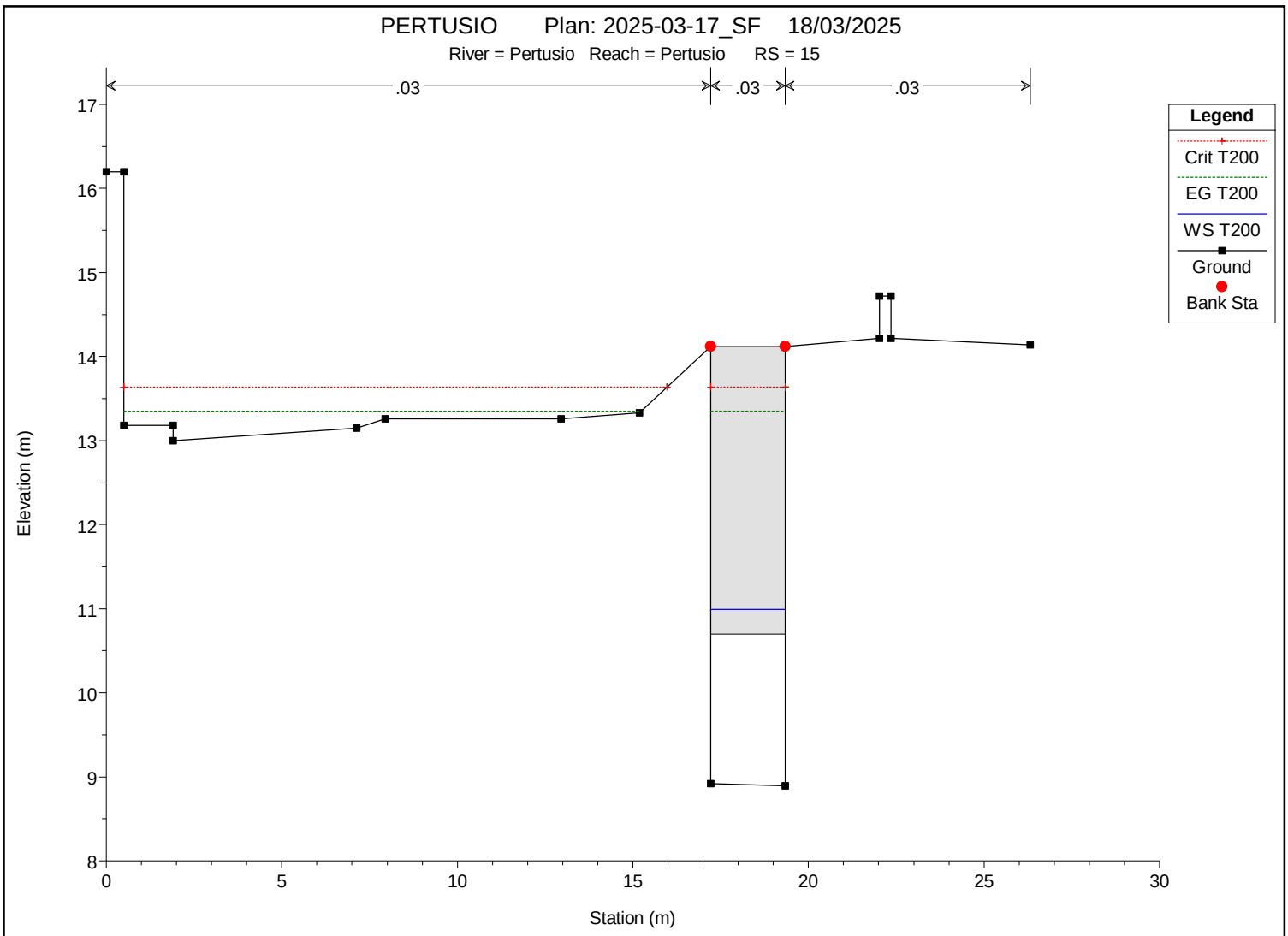
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 17 17

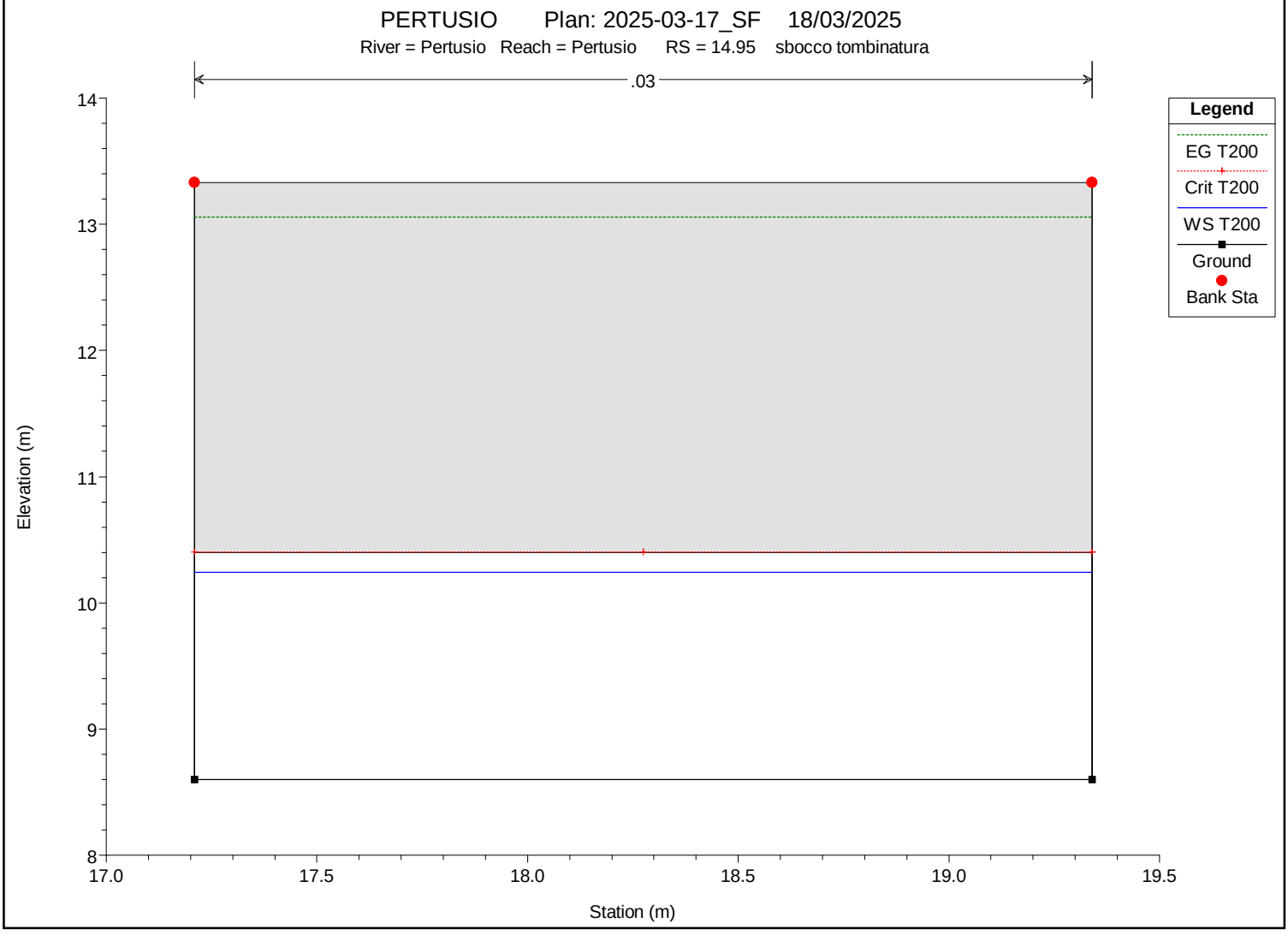


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 16 16

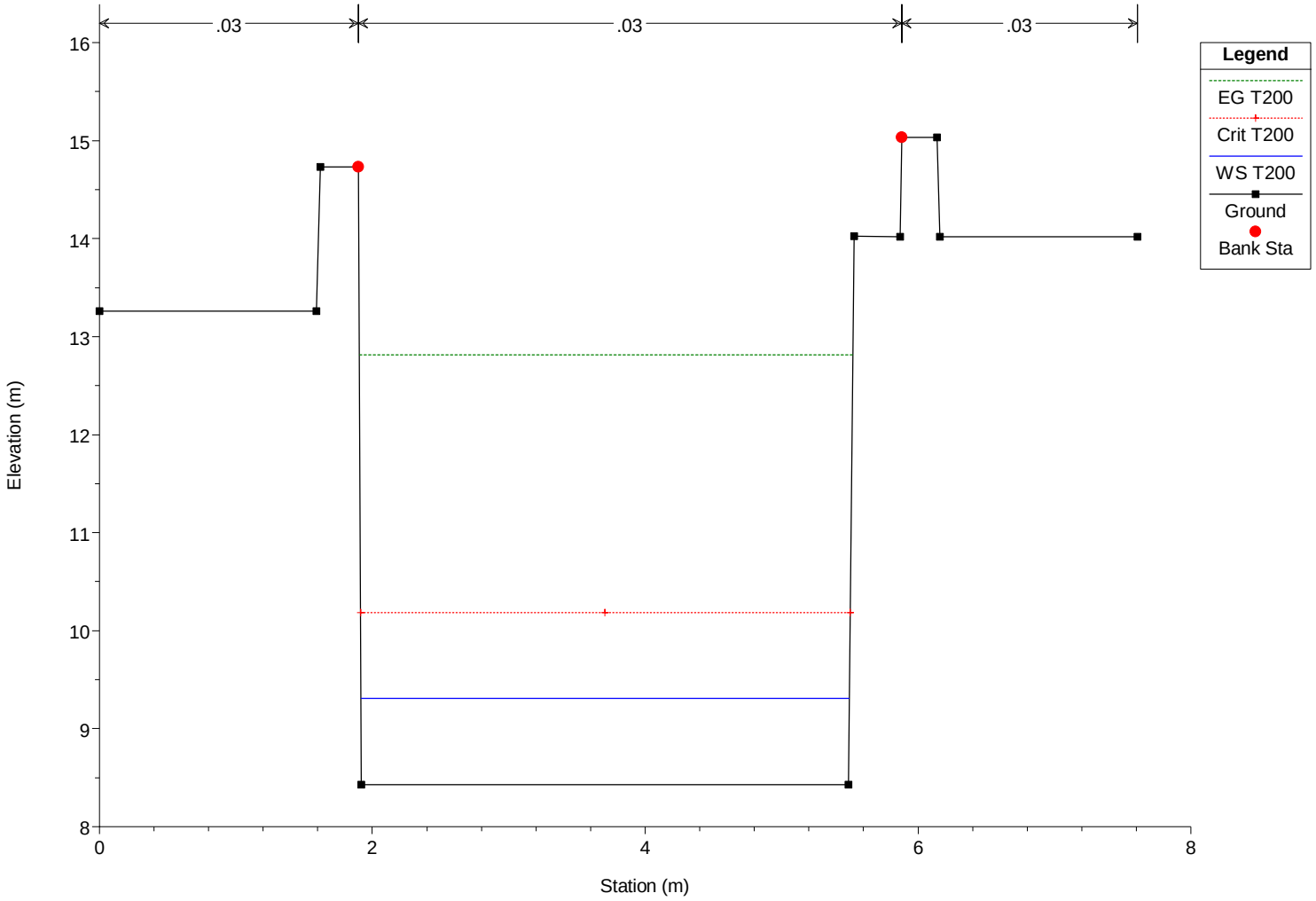



PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 15
.03
.03
.03
Legend
Crit T200
EG T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
0
5
10
15
20
25
30


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 14.95 sbocco tombinatura
.03
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
14
13
12
11
10
9
8
17.0
17.5
18.0
18.5
19.0
19.5

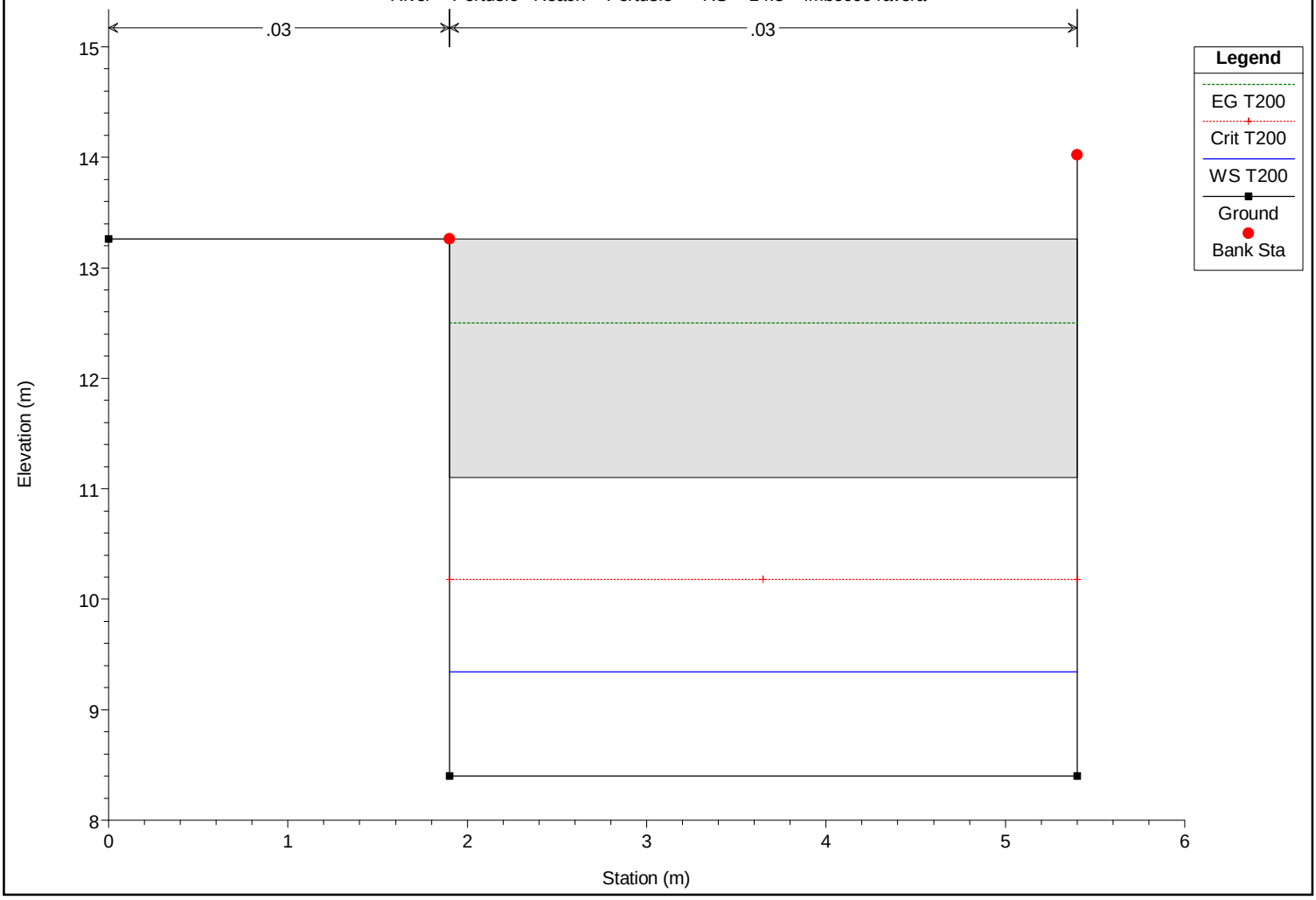
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 14.9 camera raccordo



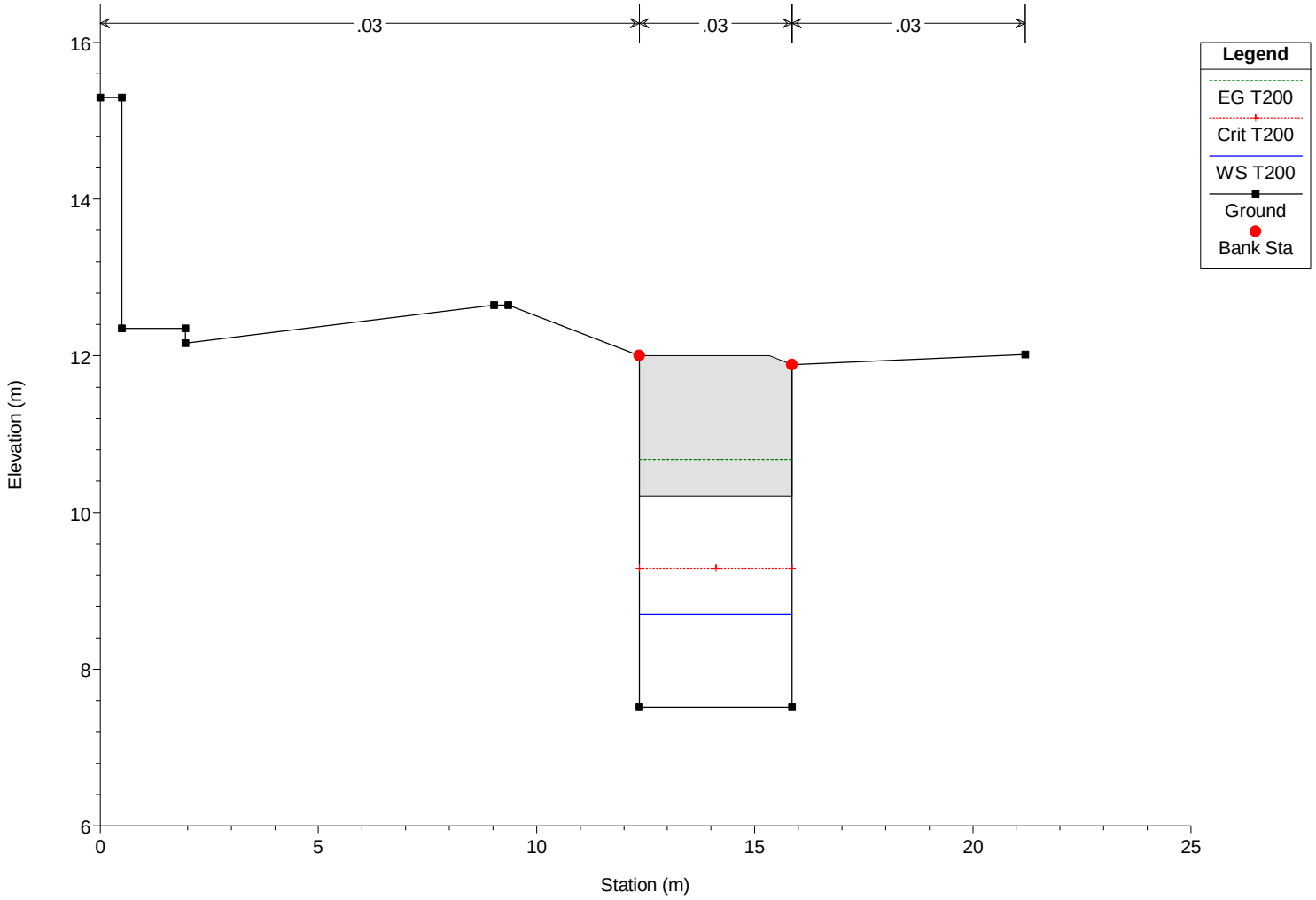
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 14.8 imbocco ravera



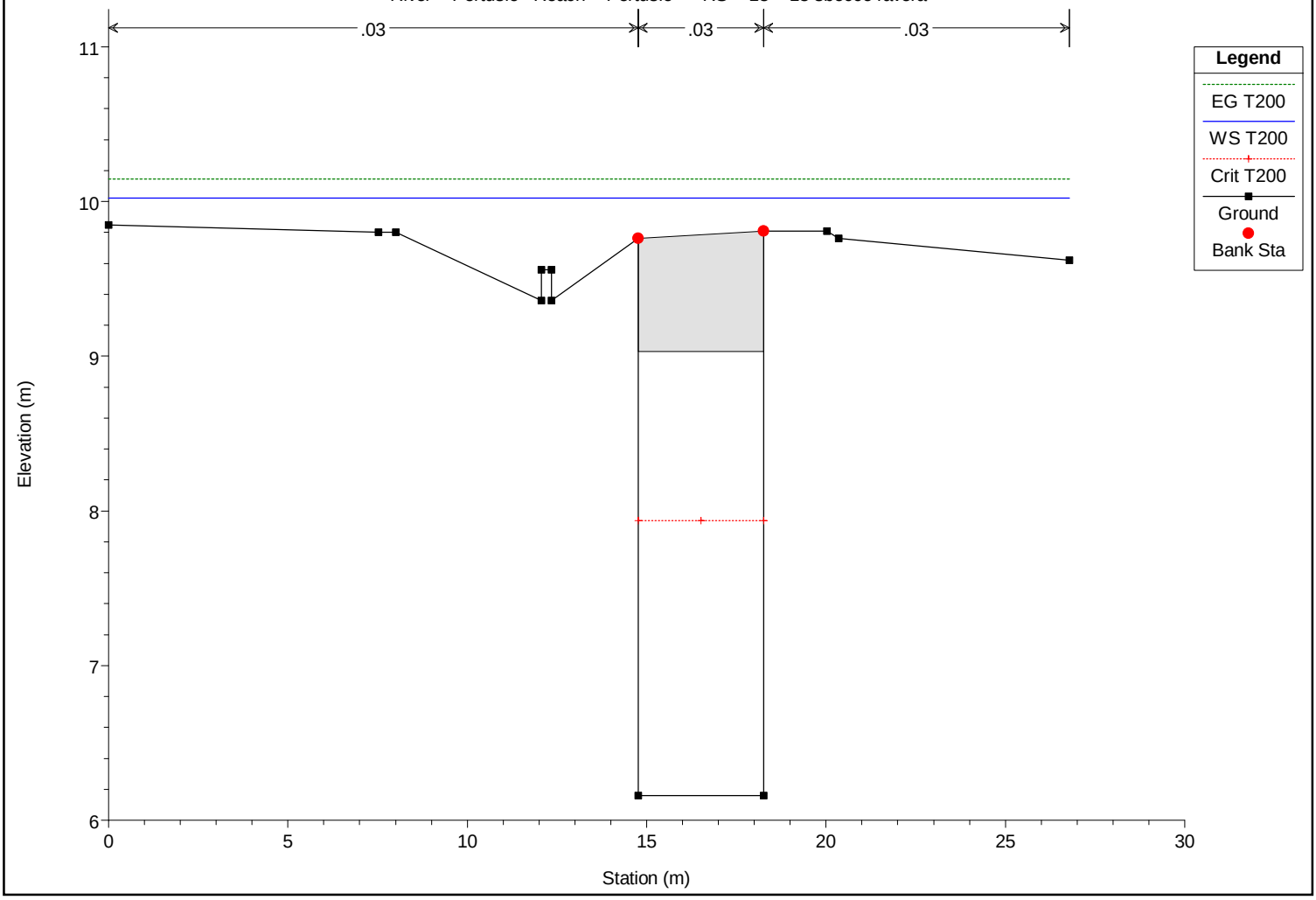
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 14 intermedio tombino ravera



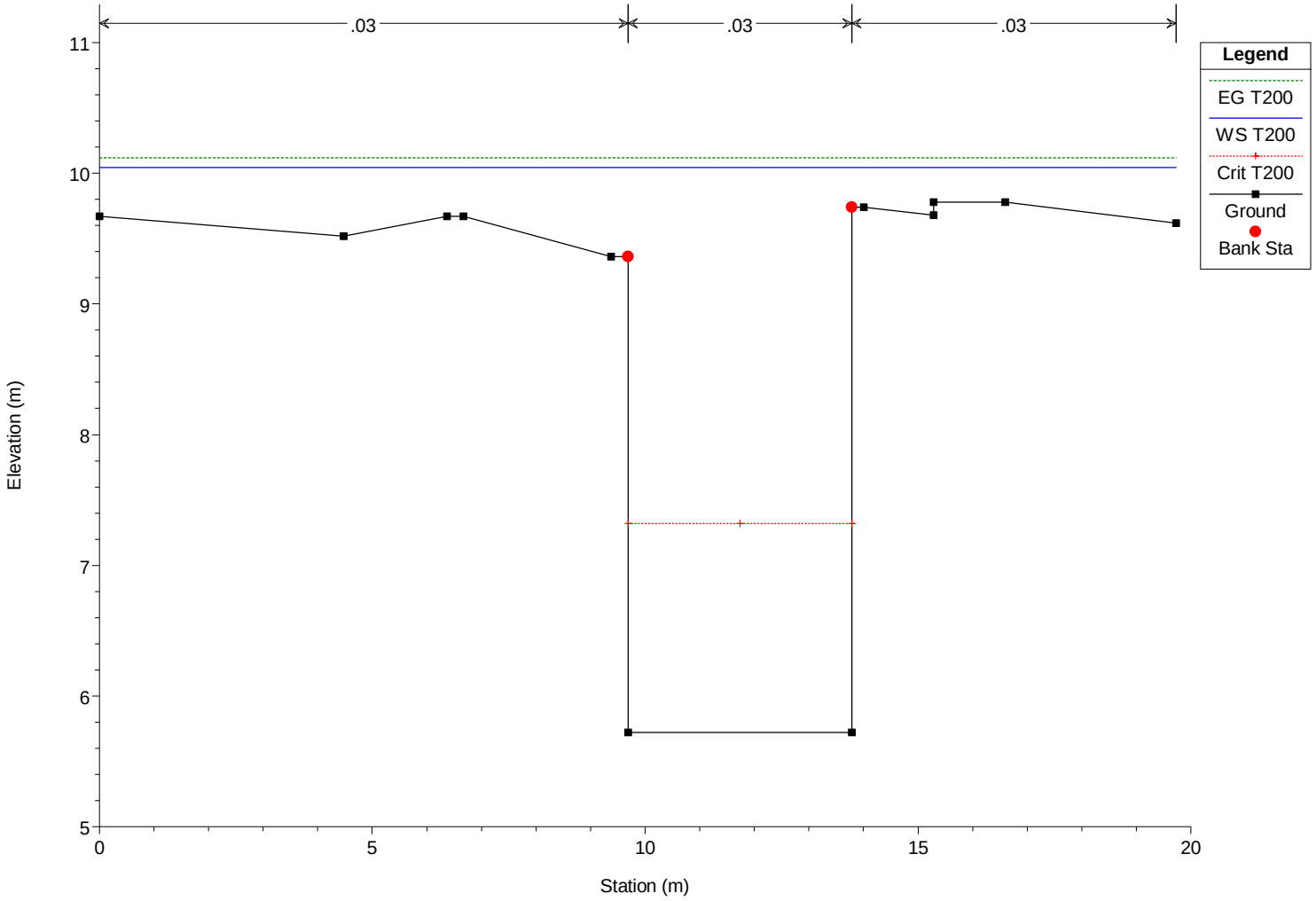
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 13 13 sbocco ravera



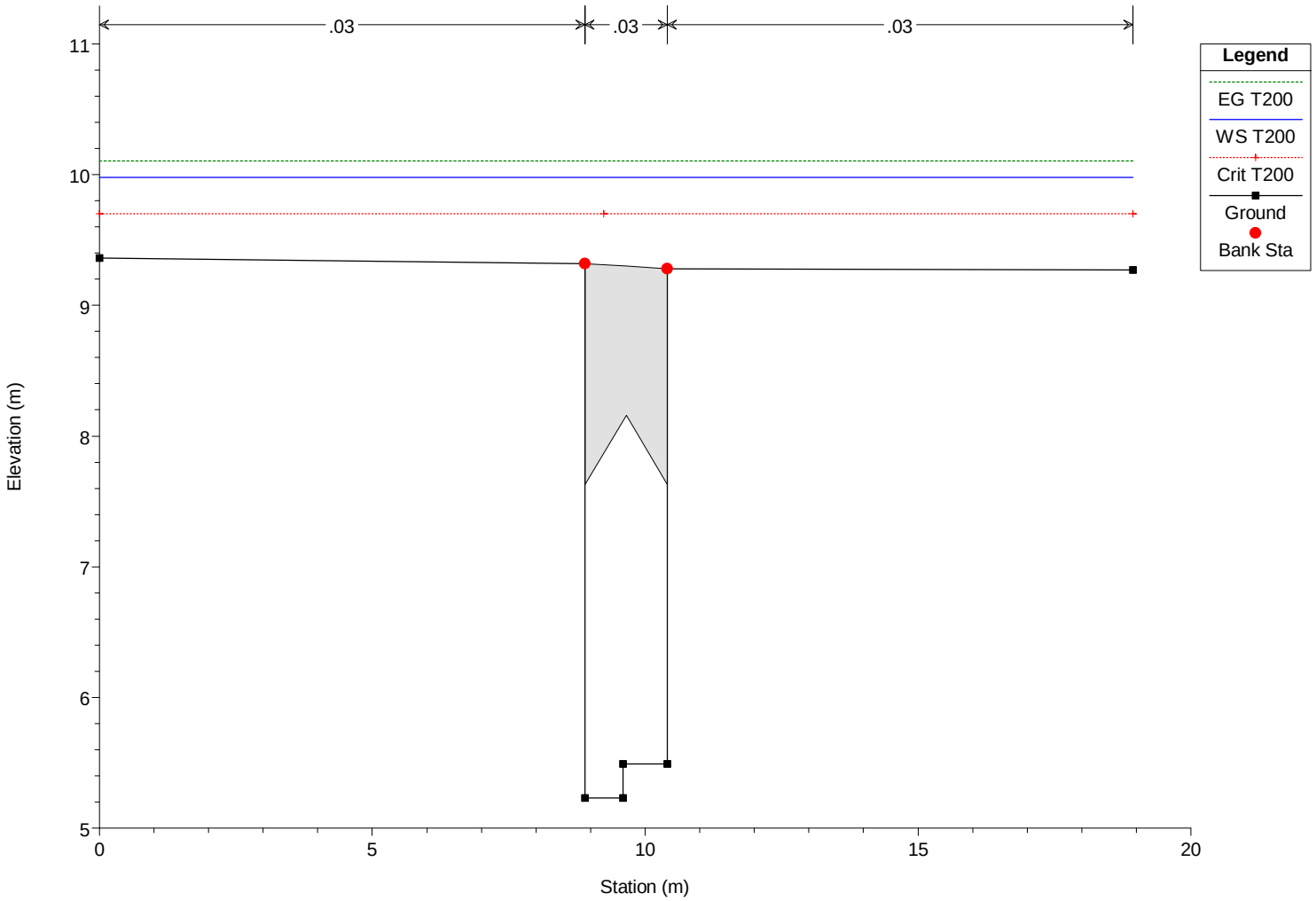
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 12 12



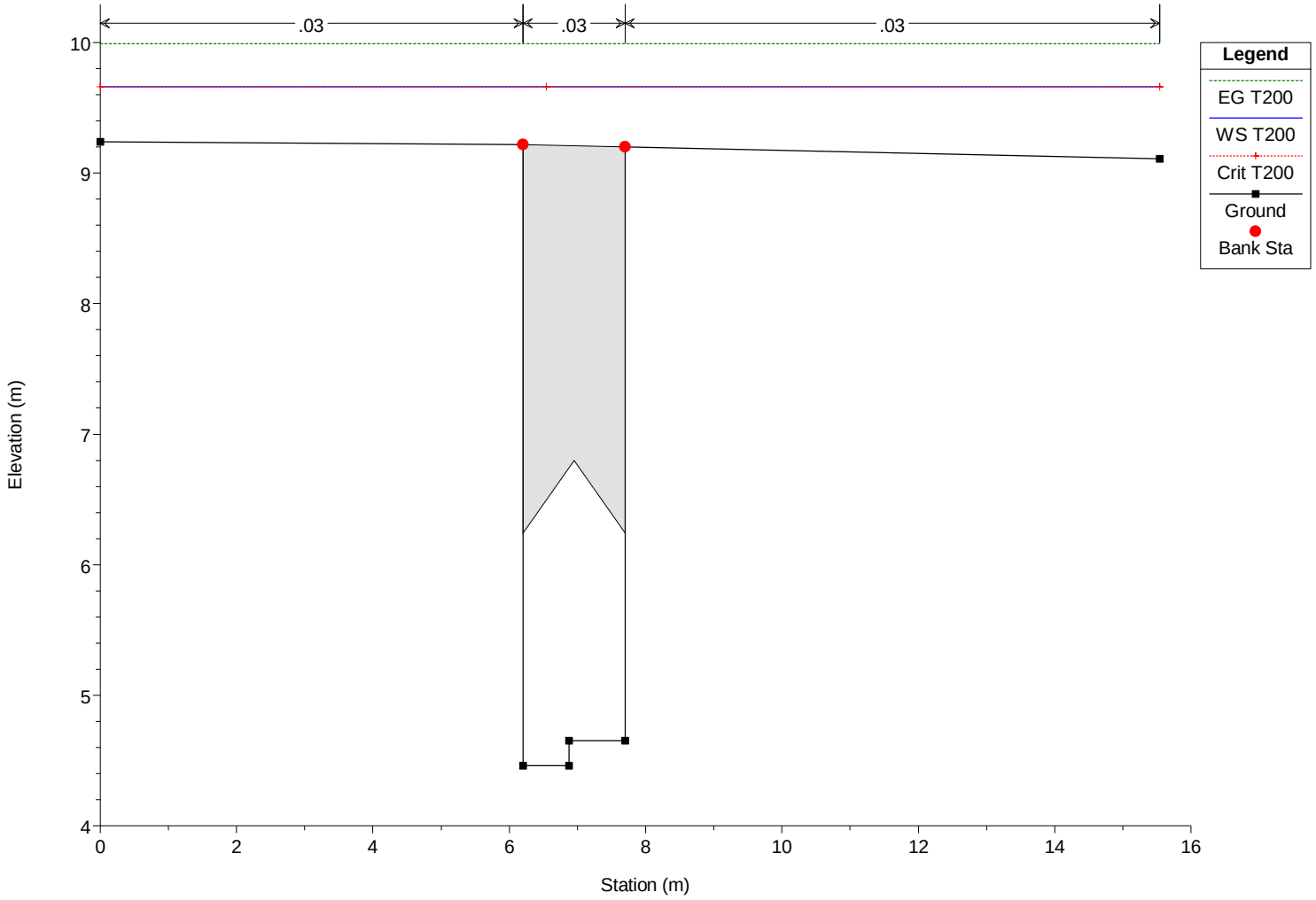
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 11 11



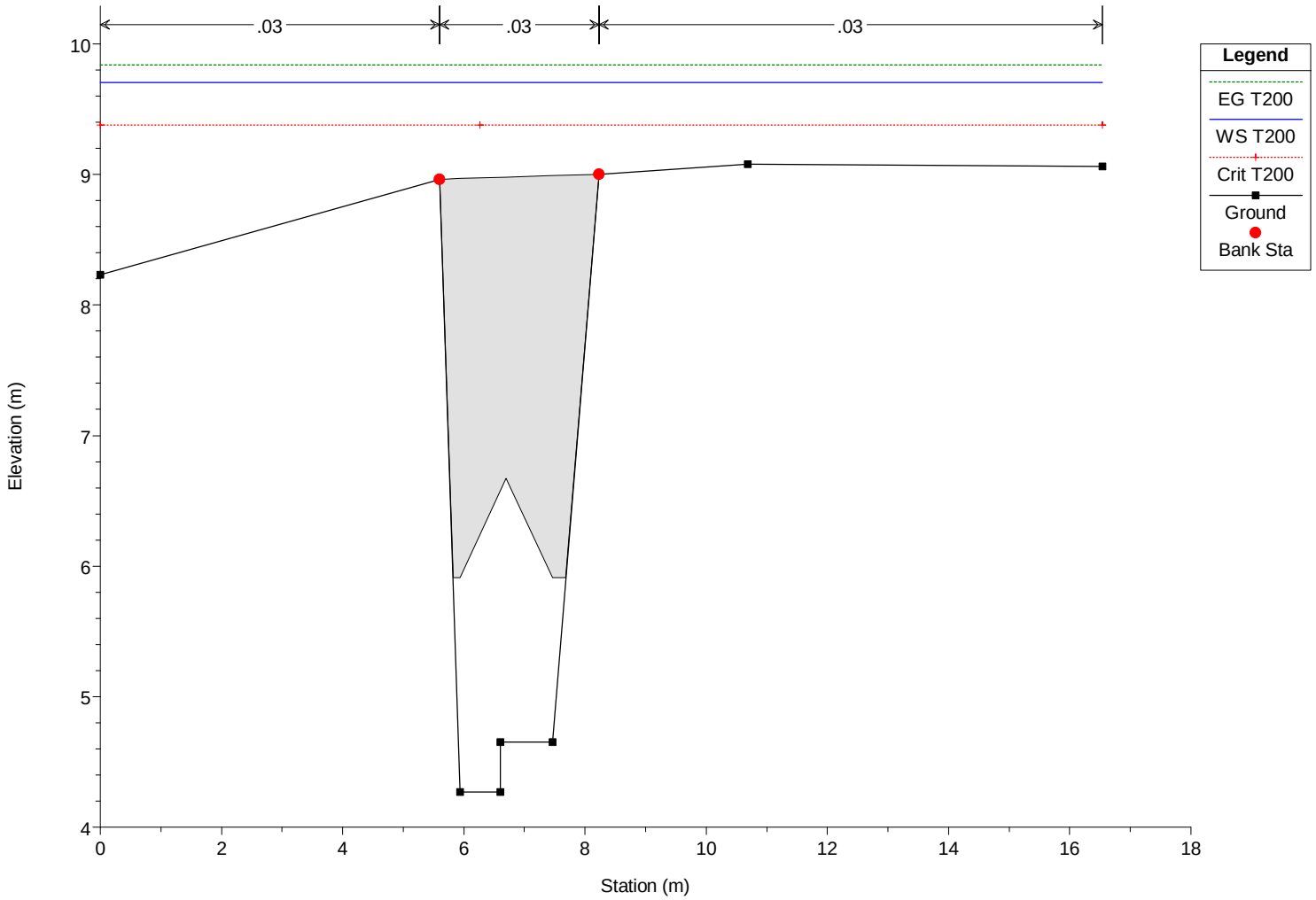
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 10 10



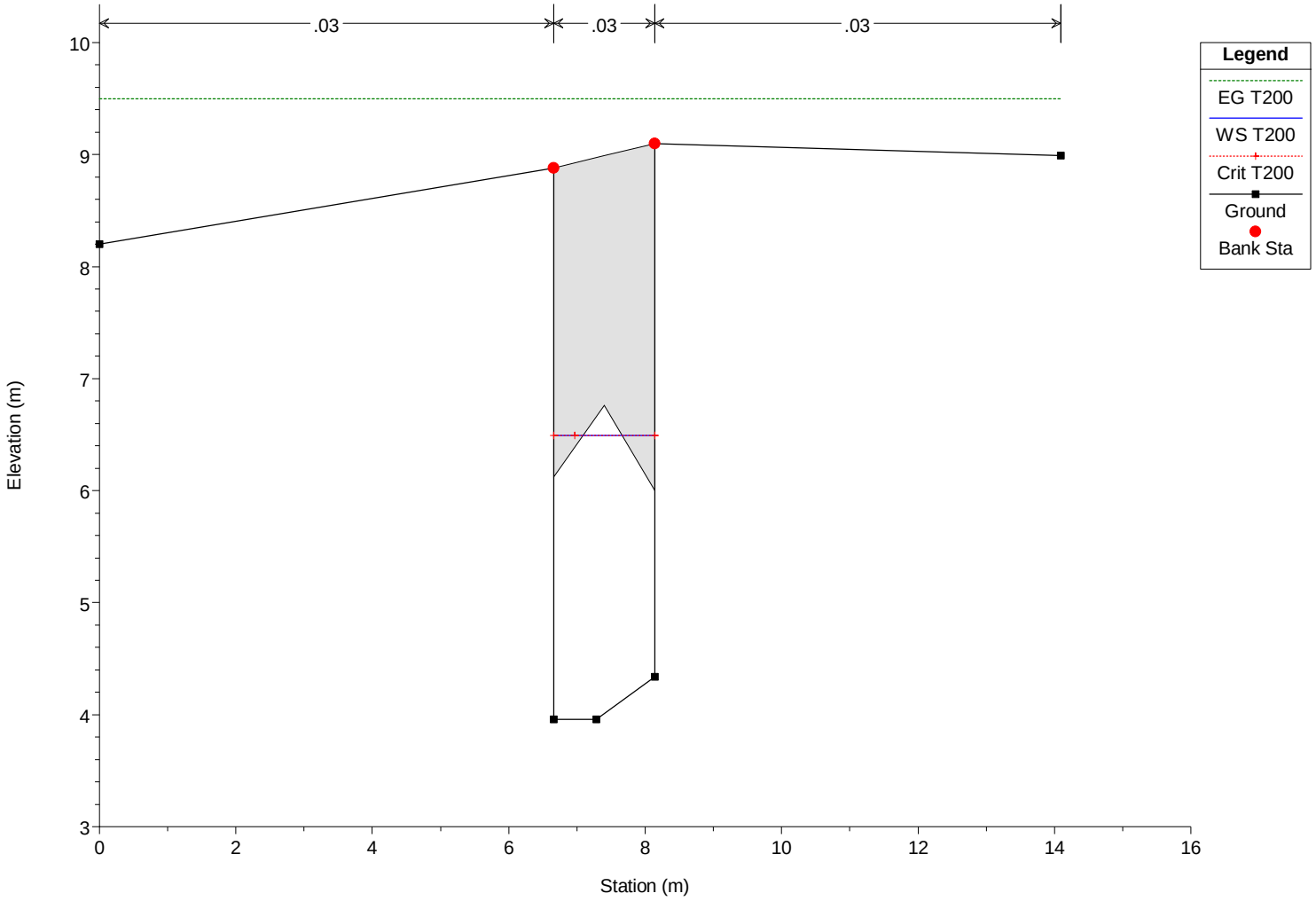
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 9 9



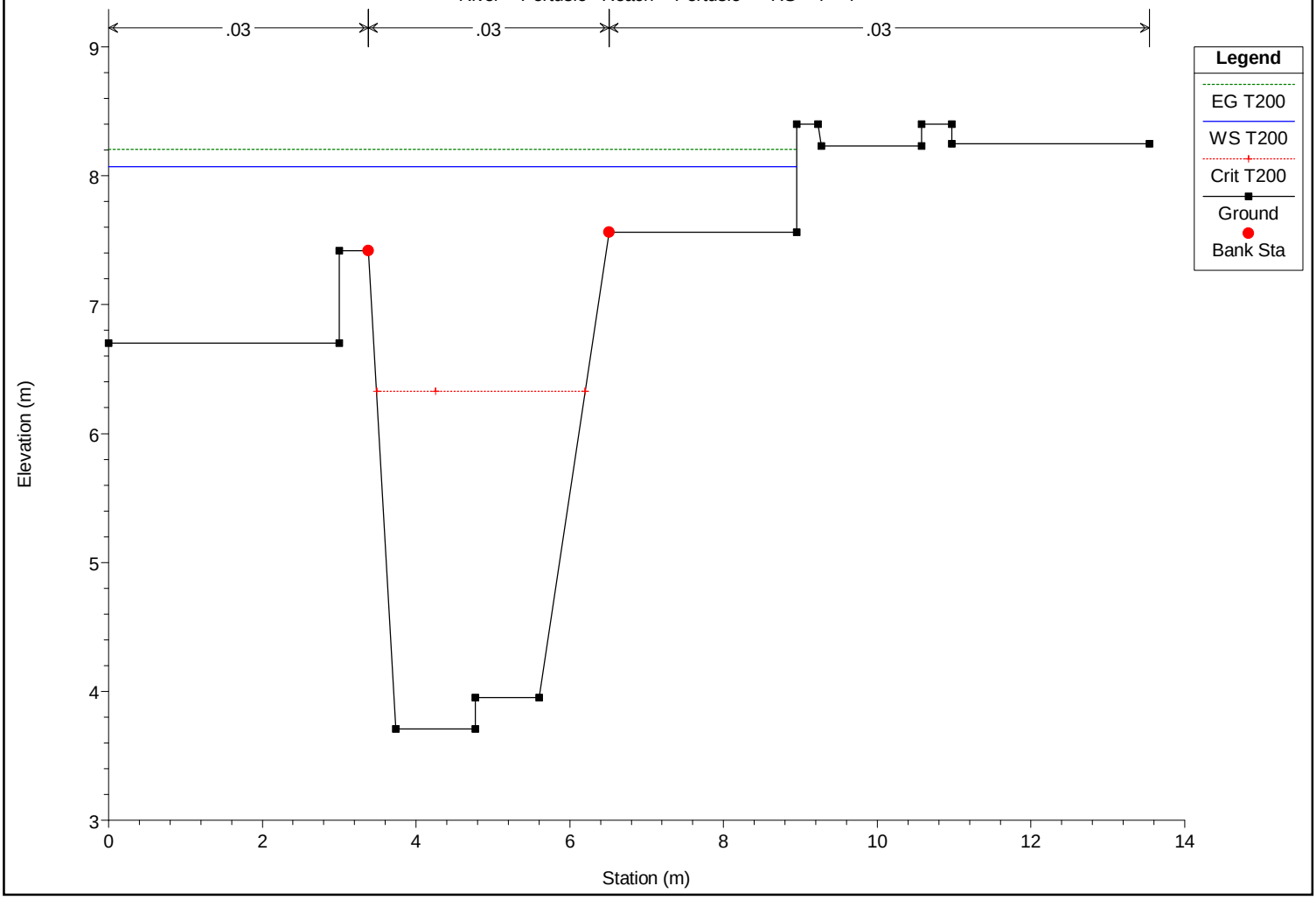
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 8 8



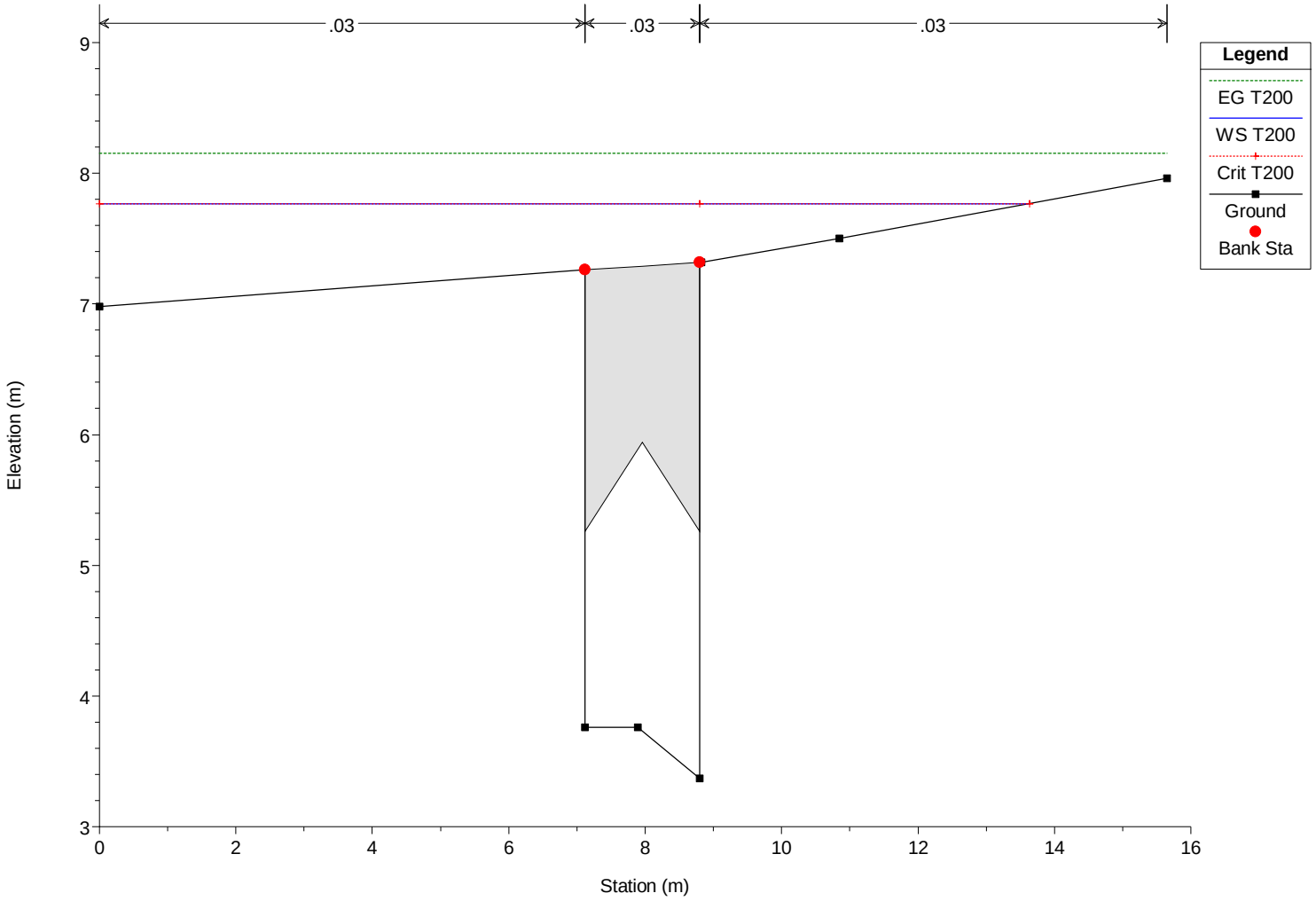
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 7 7



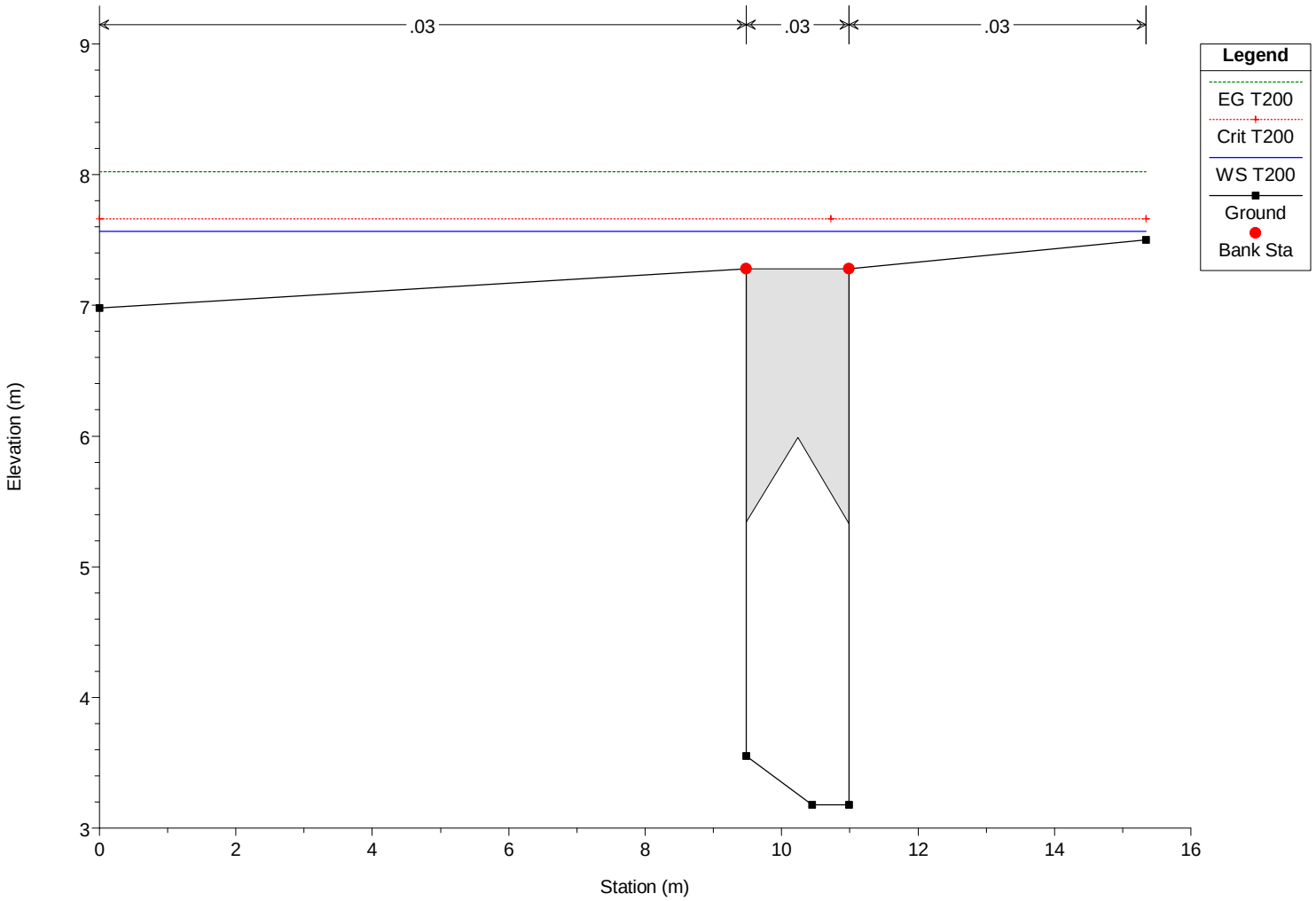
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

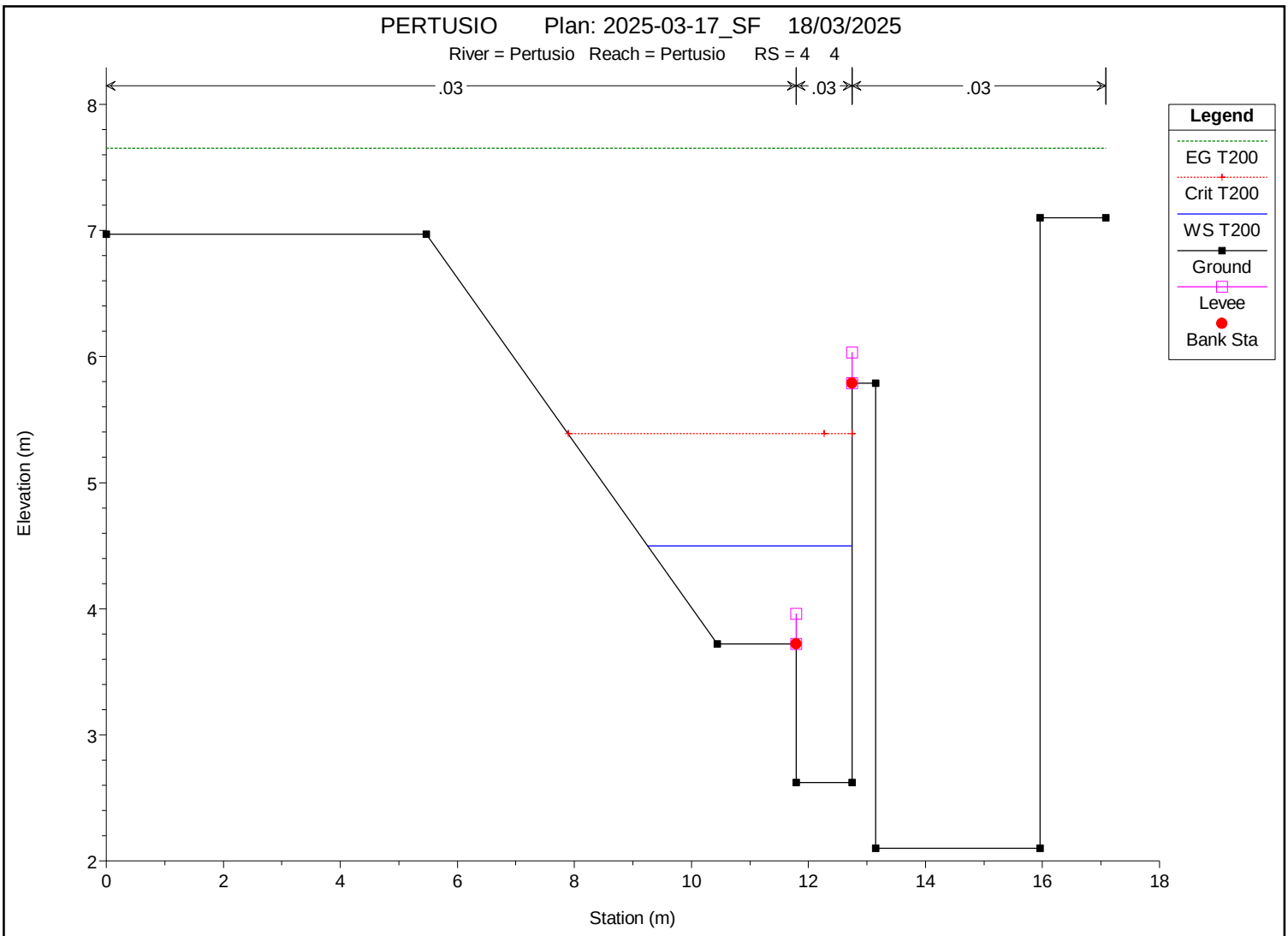
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 6 6

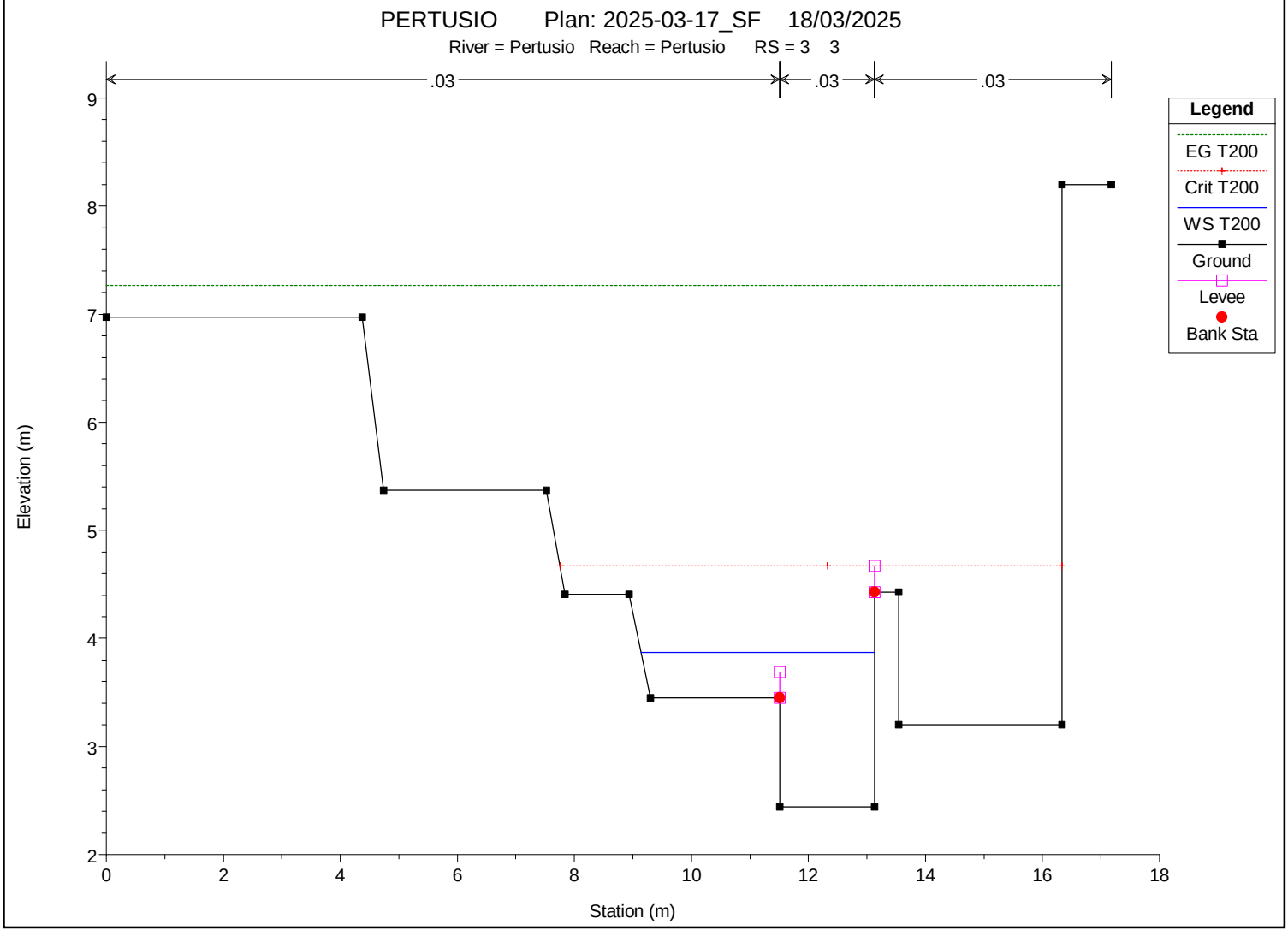


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 5 5

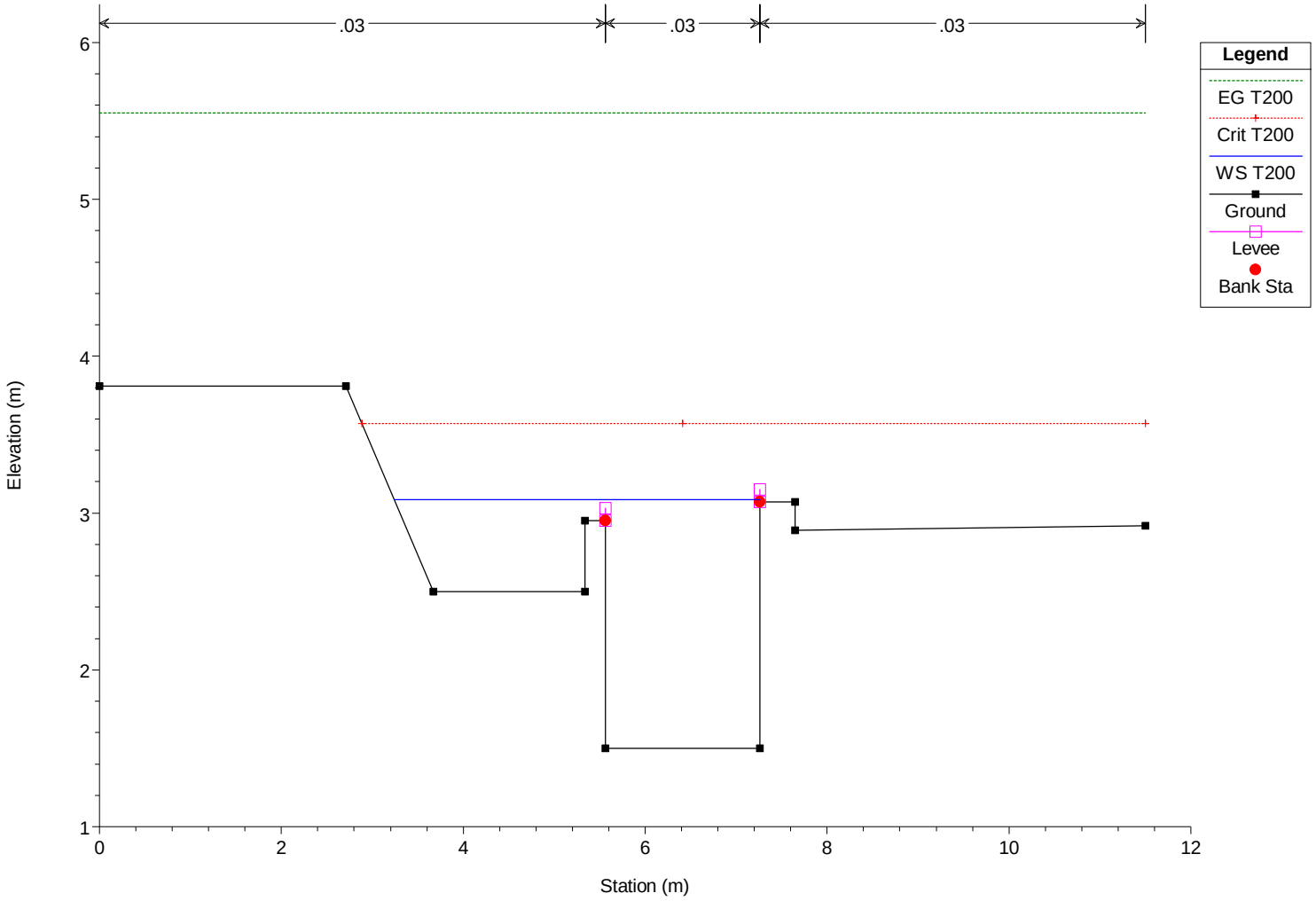



PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 4 4
.03
.03
.03
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
2
3
4
5
6
7
8
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 3 3
.03
.03
.03
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
2
3
4
5
6
7
8
9
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18

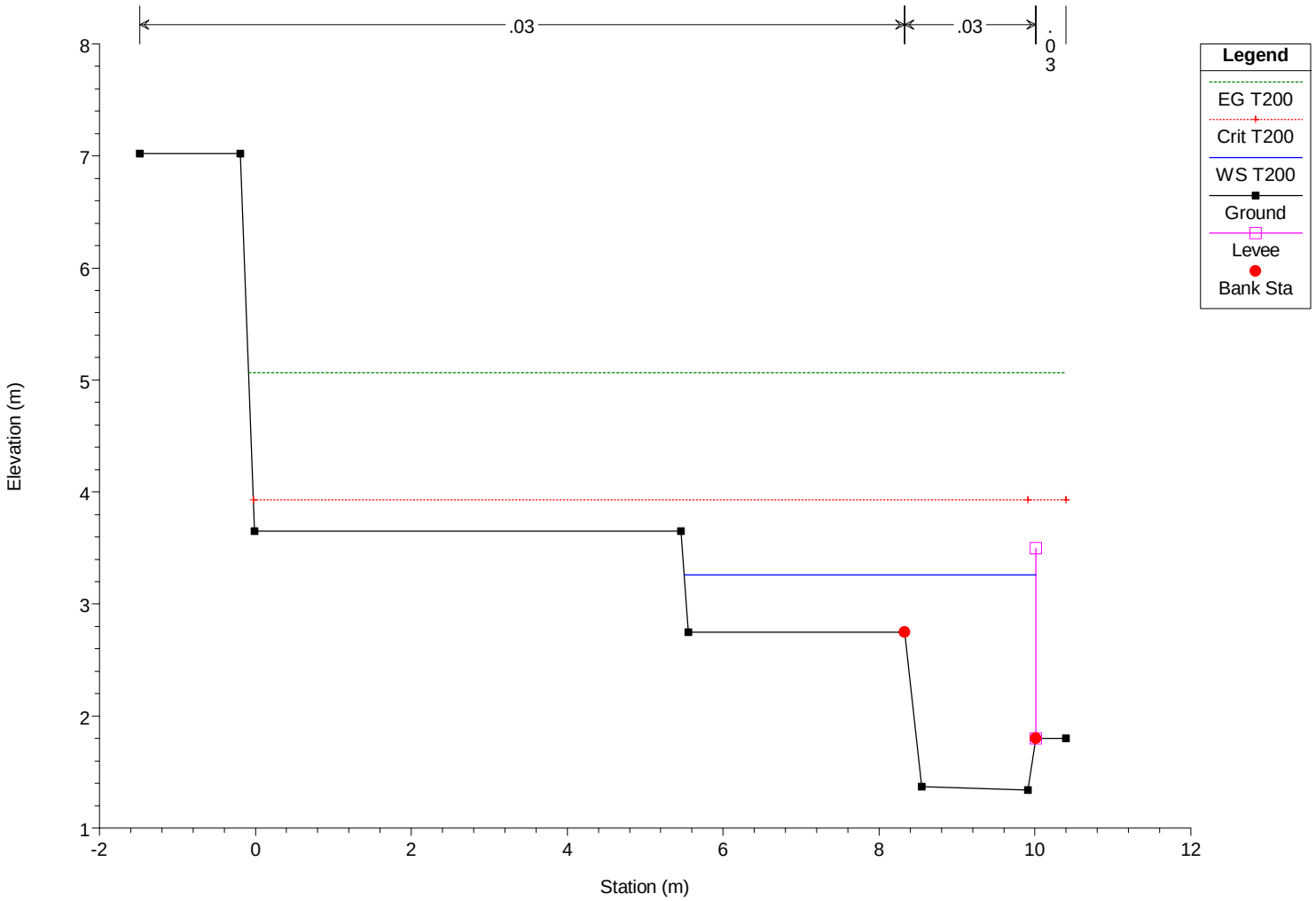
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

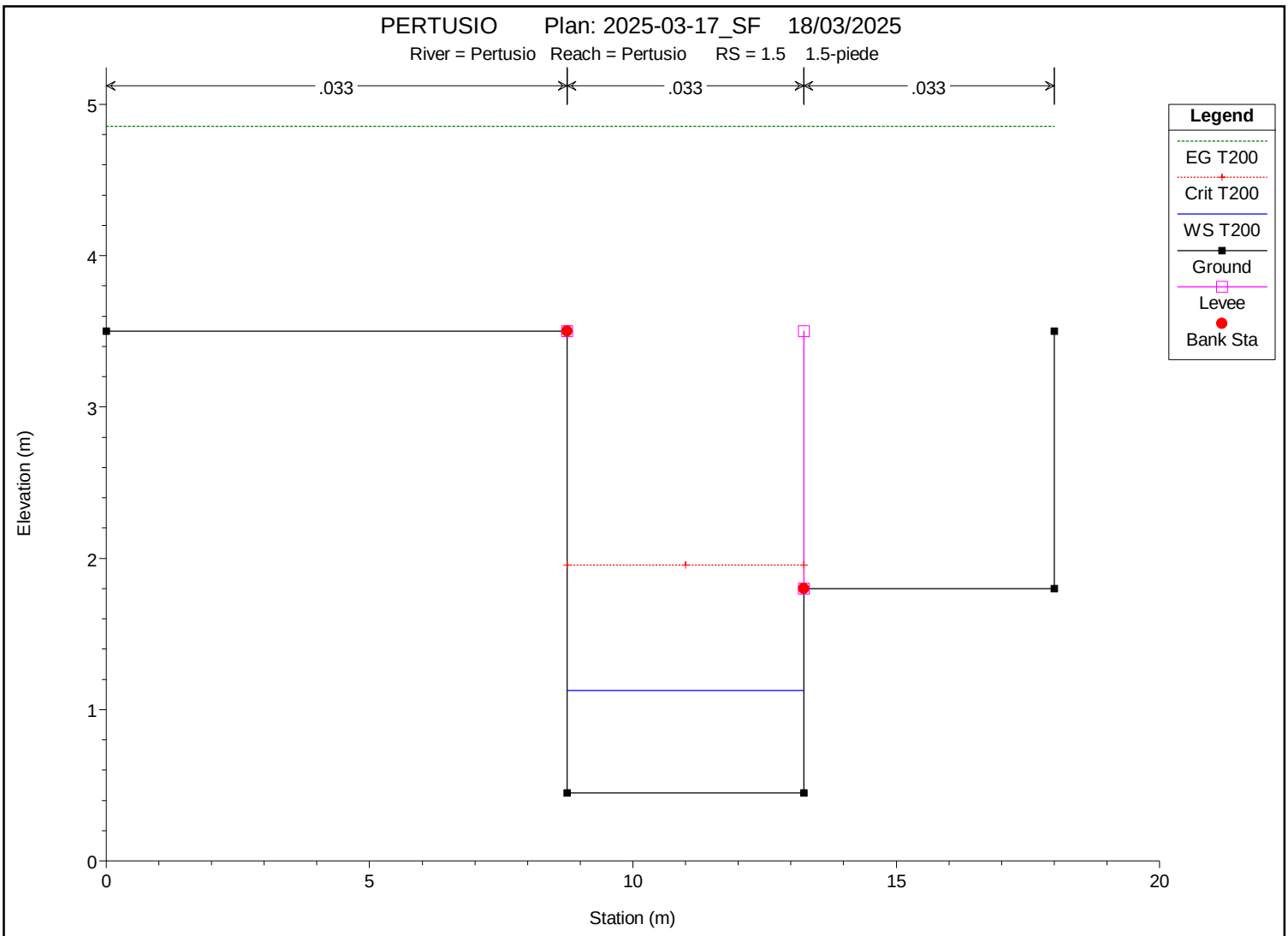
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 2 2

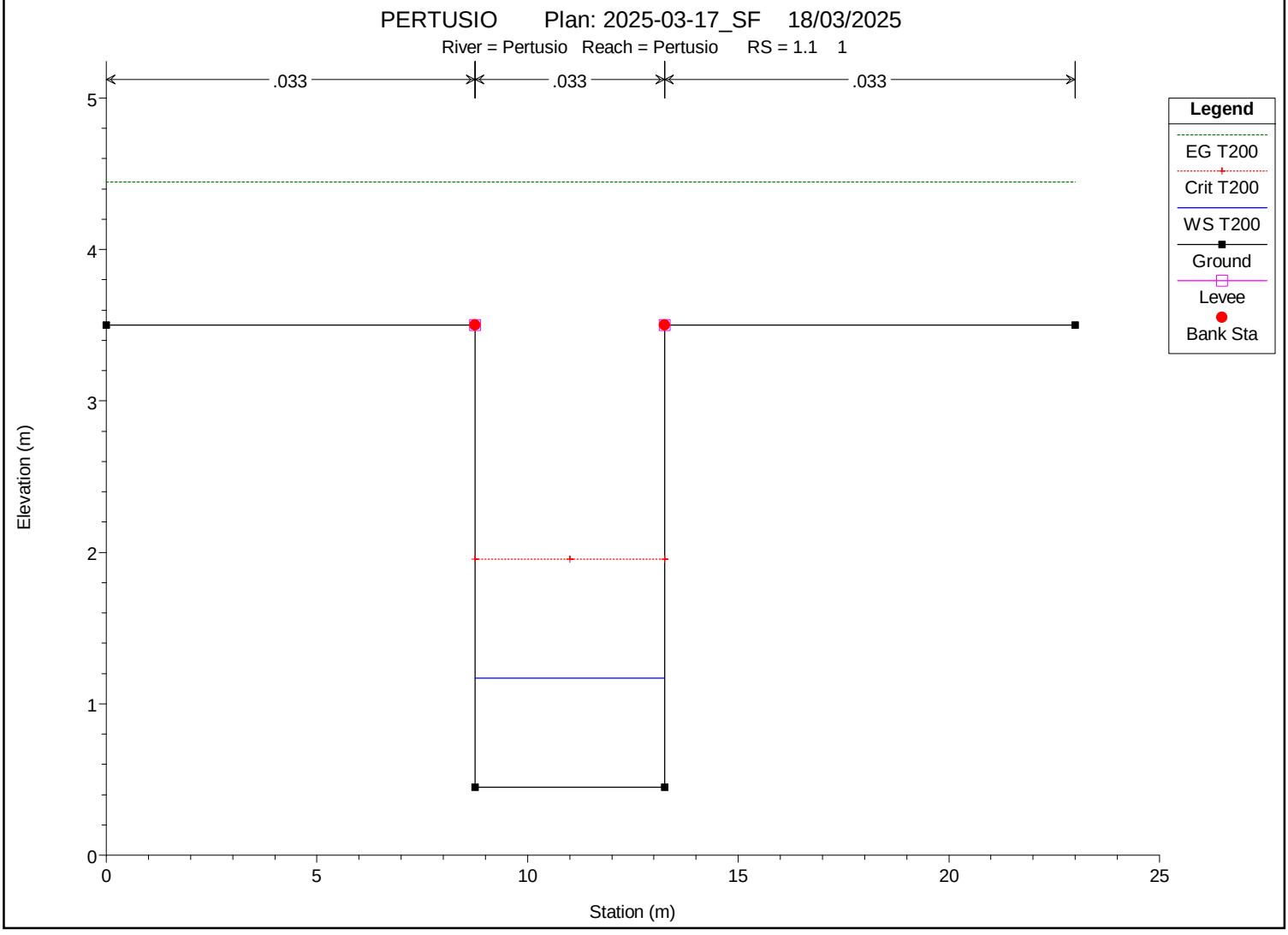


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 1.6 1.6 - testa

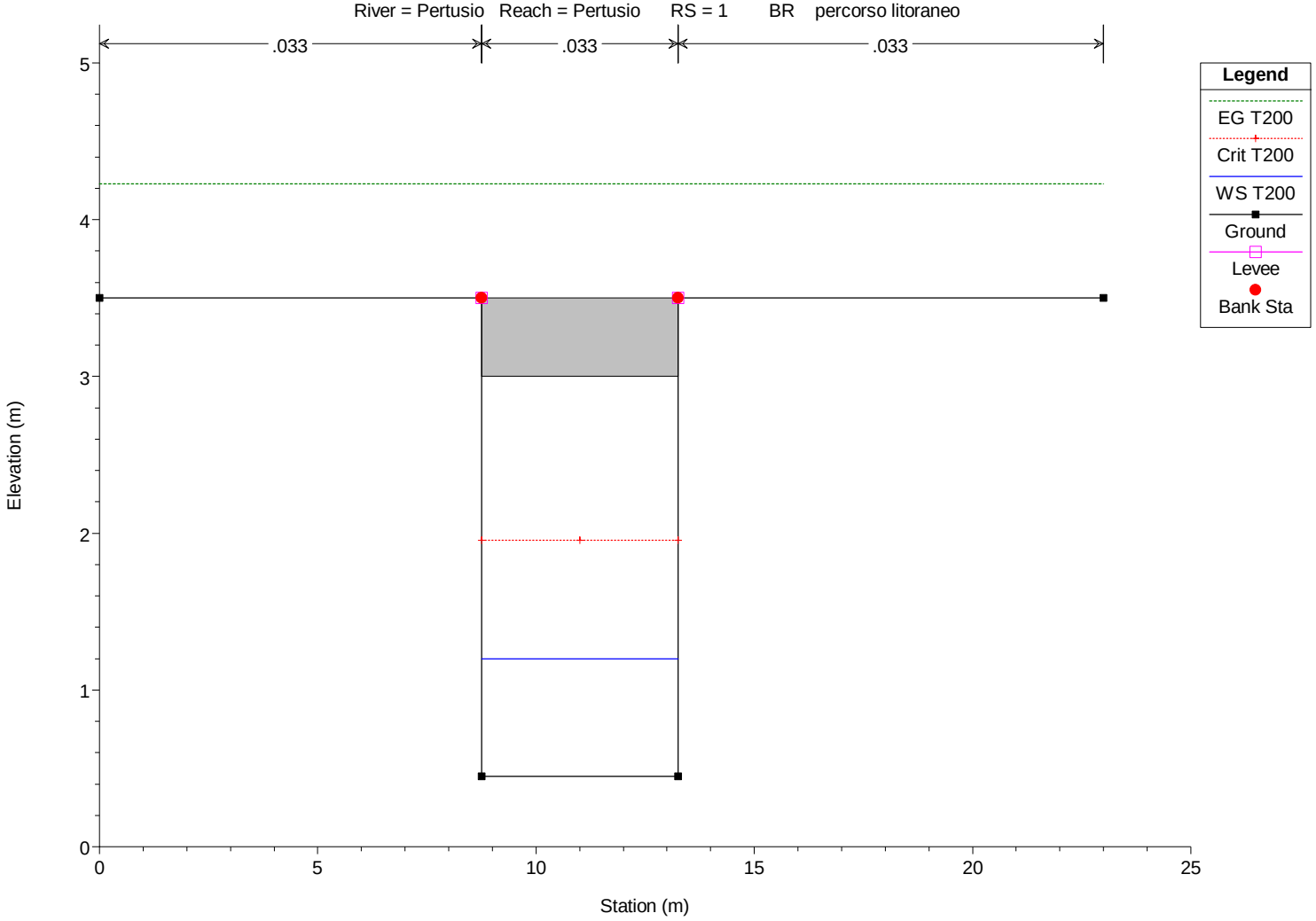



PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 1.5 1.5-piede
.033
.033
.033
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
0
1
2
3
4
5
0
5
10
15
20


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 1.1 1
.033
.033
.033
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
0
1
2
3
4
5
0
5
10
15
20
25

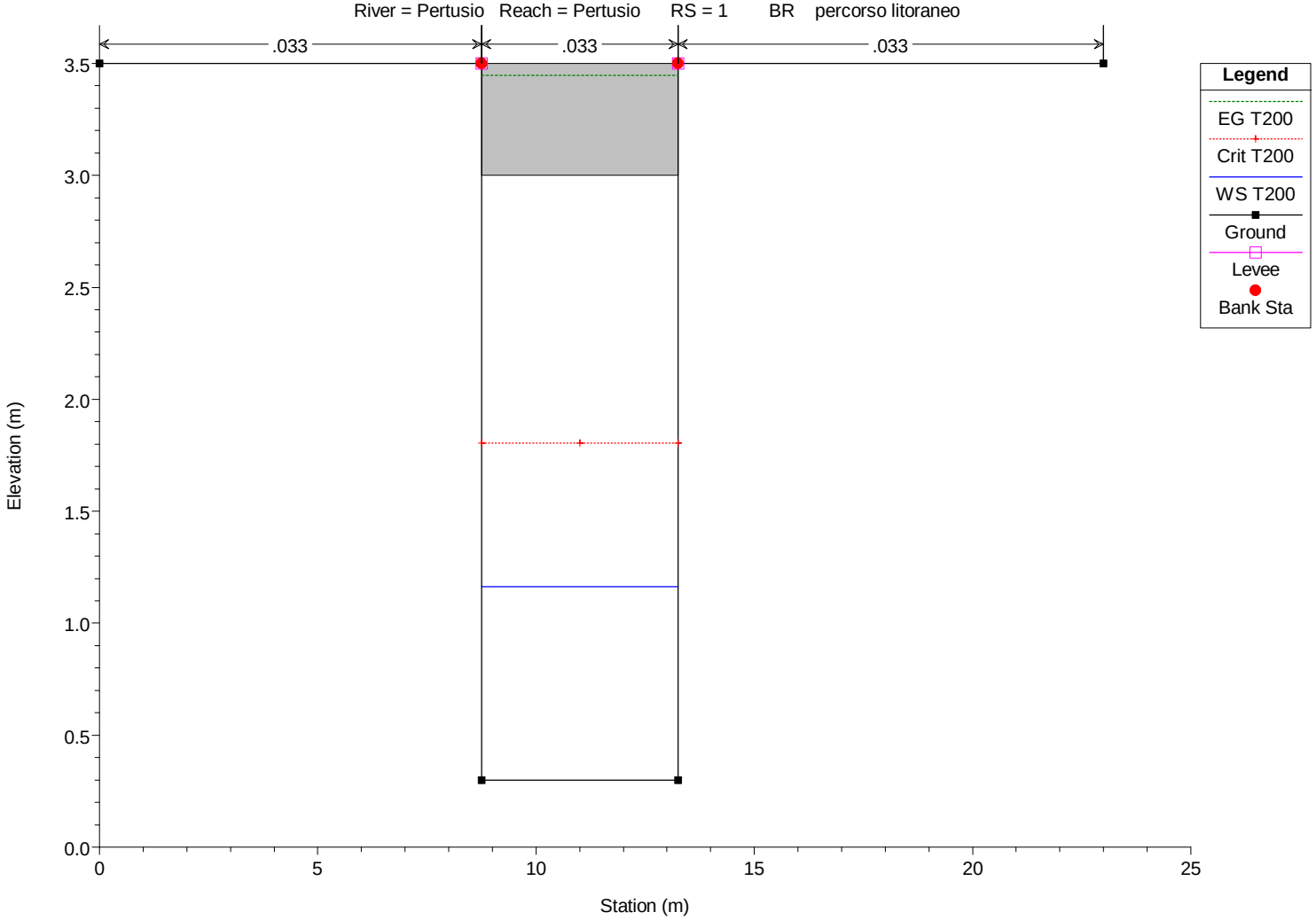
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

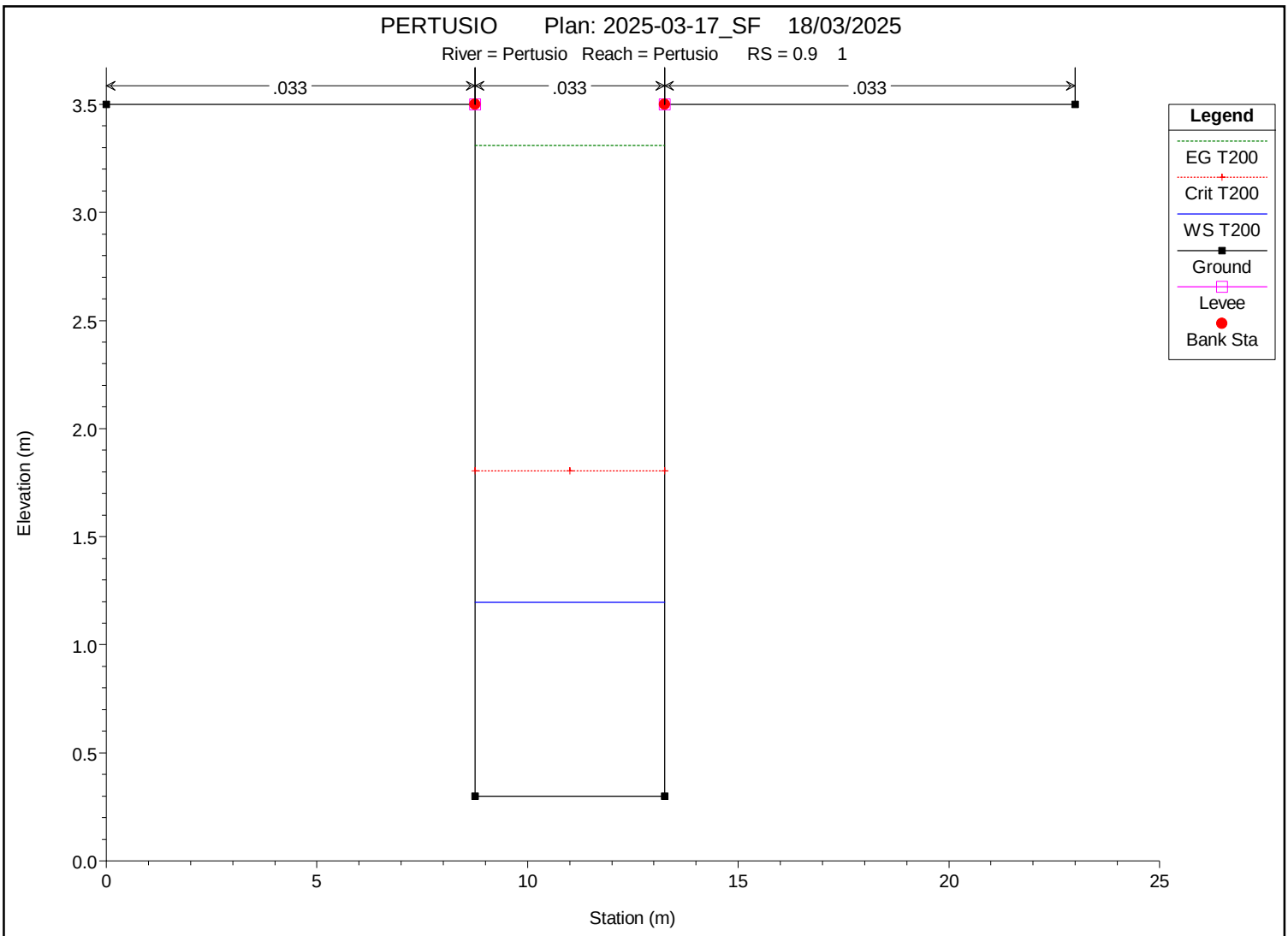
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 1 BR percorso litoraneo

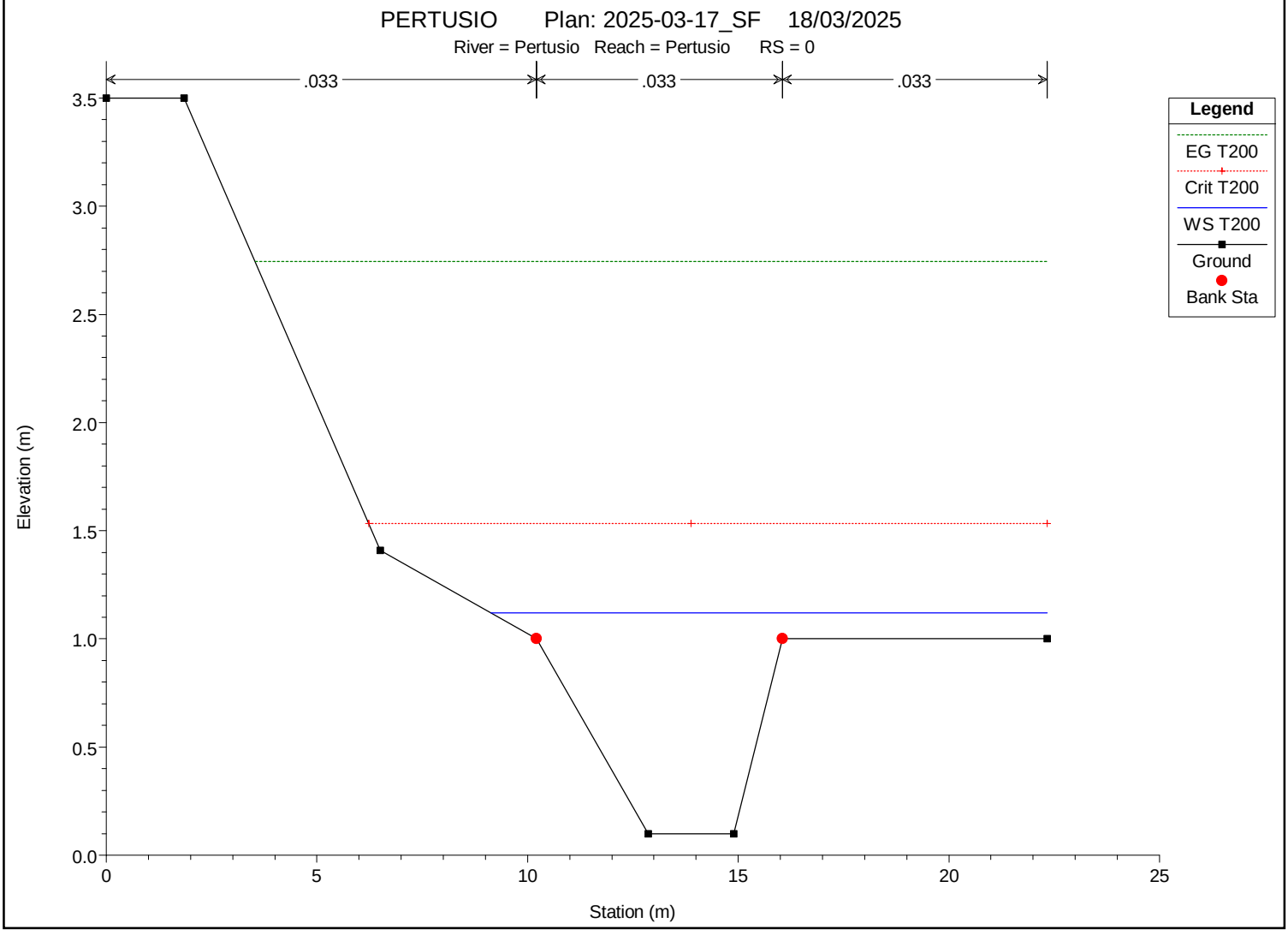


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 1 BR percorso litoraneo




PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 0.9 1
.033
.033
.033
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
0
5
10
15
20
25


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SF 18/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 0
.033
.033
.033
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
0
5
10
15
20
25

HEC-RAS Plan: 2025-03-17_SP_MS River: Pertusio Reach: Pertusio Profile: T200

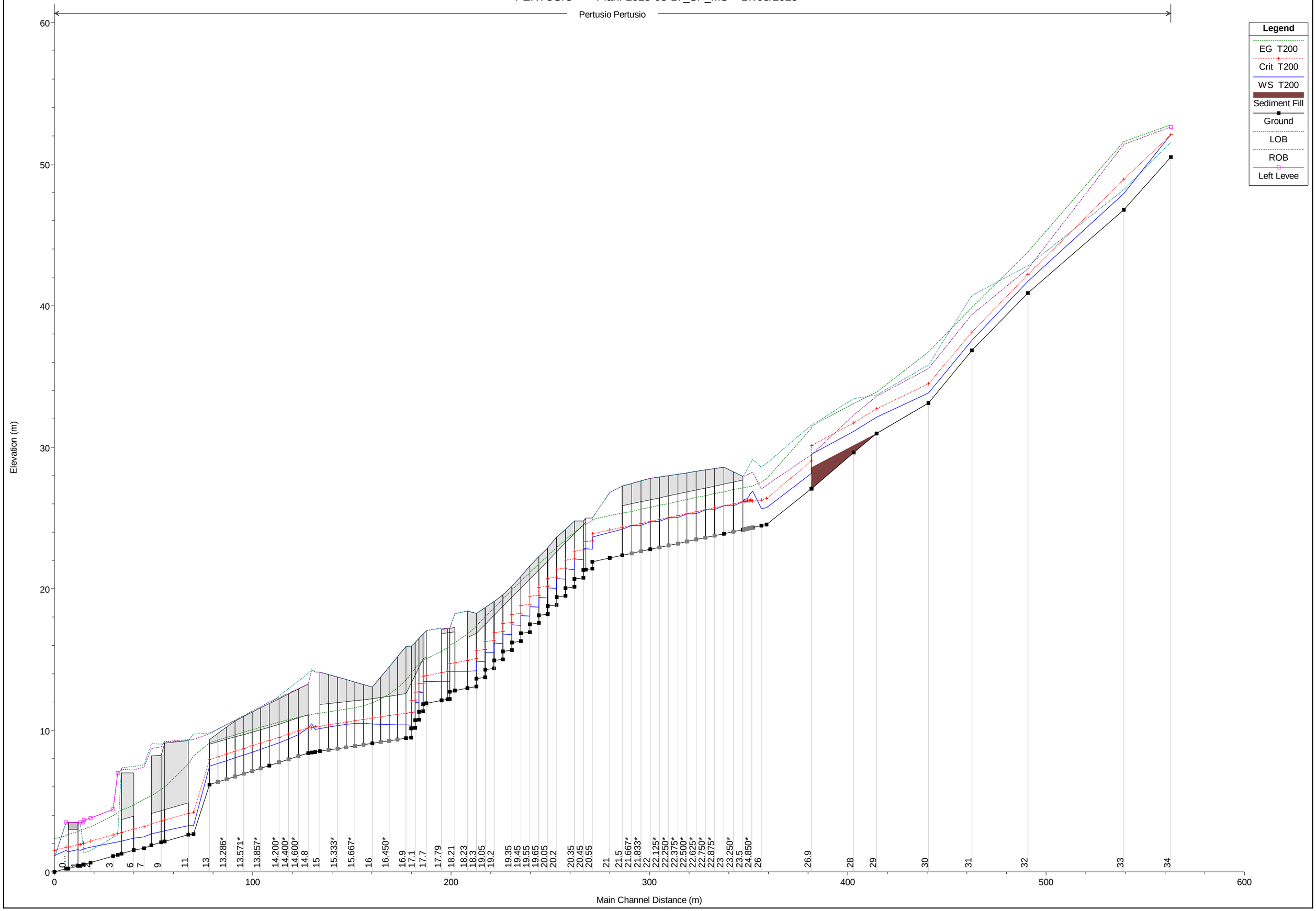
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Pertusio	34	T200	26.00	50.500	52.10	52.10	52.79	0.017252	3.68	7.06	5.12	1.00
Pertusio	33	T200	26.00	46.770	47.93	48.91	51.59	0.146432	8.47	3.07	3.58	2.92
Pertusio	32	T200	26.00	40.900	41.73	42.21	43.79	0.156715	6.36	4.09	10.16	3.20
Pertusio	31	T200	26.00	36.850	37.56	38.13	39.87	0.122423	6.73	3.86	7.23	2.94
Pertusio	30	T200	26.00	33.120	33.83	34.49	36.74	0.162049	7.54	3.45	6.21	3.23
Pertusio	29	T200	26.00	30.970	32.13	32.72	33.89	0.063165	5.88	4.42	4.31	1.85
Pertusio	28	T200	26.00	30.133	31.13	31.72	33.09	0.073142	6.21	4.19	4.36	2.02
Pertusio	27	T200	26.00	28.570	29.52	30.13	31.48	0.078244	6.21	4.20	5.18	2.13
Pertusio	26.9	T200	26.00	27.070	28.14	29.03	31.34	0.376492	7.93	3.28	3.22	2.51
Pertusio	26.1	T200	26.00	24.540	25.73	26.39	27.76	0.074253	6.32	4.11	3.77	1.93
Pertusio	26	T200	26.00	24.460	25.67	26.26	27.54	0.064785	6.05	4.30	3.77	1.81
Pertusio	25	T200	26.00	24.330	26.90	26.18	27.26	0.008745	2.68	9.71	5.49	0.64
Pertusio	23.5	T200	26.00	24.180	26.15	26.15	27.14	0.021592	4.40	5.91	3.00	1.00
Pertusio	23	T200	26.00	23.890	25.85	25.86	26.85	0.021769	4.41	5.89	3.00	1.01
Pertusio	22	T200	26.00	22.790	24.74	24.76	25.75	0.022217	4.45	5.84	3.00	1.02
Pertusio	21.5	T200	26.00	22.370	24.20	24.34	25.34	0.025962	4.73	5.50	3.00	1.11
Pertusio	21	T200	26.00	22.180	23.97	24.15	25.16	0.027549	4.83	5.38	3.00	1.15
Pertusio	20.6	T200	26.00	21.910	23.66	23.88	24.91	0.029323	4.95	5.25	3.00	1.19
Pertusio	20.55	T200	26.00	21.420	22.79	23.39	24.83	0.056219	6.33	4.11	3.00	1.73
Pertusio	20.53	T200	26.00	21.350	22.83	23.32	24.58	0.045652	5.85	4.44	3.00	1.54
Pertusio	20.5	T200	26.00	21.330	22.87	23.30	24.49	0.041307	5.64	4.61	3.00	1.45
Pertusio	20.45	T200	26.00	20.780	22.05	22.75	24.41	0.068408	6.80	3.82	3.00	1.92
Pertusio	20.4	T200	26.00	20.690	22.11	22.66	24.01	0.051224	6.11	4.25	3.00	1.64
Pertusio	20.35	T200	26.00	20.140	21.36	22.11	23.94	0.077541	7.12	3.65	3.00	2.06
Pertusio	20.3	T200	26.00	20.050	21.40	22.02	23.49	0.058124	6.40	4.06	3.00	1.76
Pertusio	20.25	T200	26.00	19.500	20.68	21.47	23.43	0.084230	7.34	3.54	3.00	2.16
Pertusio	20.2	T200	26.00	19.410	20.72	21.38	22.94	0.063074	6.60	3.94	3.00	1.84
Pertusio	20.15	T200	26.00	18.860	20.02	20.83	22.88	0.089124	7.49	3.47	3.00	2.22
Pertusio	20.1	T200	26.00	18.770	20.06	20.74	22.37	0.066676	6.74	3.86	3.00	1.90
Pertusio	20.05	T200	26.00	18.220	19.36	20.19	22.31	0.092739	7.60	3.42	3.00	2.27
Pertusio	20	T200	26.00	18.210	19.35	20.18	22.30	0.092739	7.60	3.42	3.00	2.27
Pertusio	19.7	T200	26.00	18.130	19.40	20.10	21.78	0.069358	6.84	3.80	3.00	1.94
Pertusio	19.65	T200	26.00	17.580	18.71	19.55	21.72	0.095463	7.68	3.39	3.00	2.31
Pertusio	19.6	T200	26.00	17.490	18.75	19.46	21.18	0.071241	6.90	3.77	3.00	1.97
Pertusio	19.55	T200	26.00	16.940	18.06	18.91	21.11	0.097372	7.74	3.36	3.00	2.33
Pertusio	19.5	T200	26.00	16.850	18.10	18.82	20.56	0.072616	6.95	3.74	3.00	1.99
Pertusio	19.45	T200	26.00	16.300	17.41	18.27	20.50	0.098755	7.78	3.34	3.00	2.35
Pertusio	19.4	T200	26.00	16.210	17.45	18.18	19.94	0.073640	6.99	3.72	3.00	2.00
Pertusio	19.35	T200	26.00	15.660	16.77	17.63	19.88	0.099798	7.80	3.33	3.00	2.37
Pertusio	19.3	T200	26.00	15.570	16.81	17.54	19.31	0.074371	7.01	3.71	3.00	2.01
Pertusio	19.25	T200	26.00	15.020	16.13	16.99	19.25	0.100559	7.83	3.32	3.00	2.37
Pertusio	19.2	T200	26.00	14.930	16.16	16.90	18.68	0.074911	7.03	3.70	3.00	2.02
Pertusio	19.15	T200	26.00	14.380	15.49	16.35	18.62	0.101110	7.84	3.32	3.00	2.38
Pertusio	19.1	T200	26.00	14.290	15.52	16.26	18.05	0.075306	7.04	3.69	3.00	2.03
Pertusio	19.05	T200	26.00	13.740	14.84	15.71	17.99	0.101498	7.85	3.31	3.00	2.39
Pertusio	19	T200	26.00	13.740	14.84	15.71	17.98	0.101304	7.85	3.31	3.00	2.38
Pertusio	18.4	T200	26.00	13.650	14.88	15.62	17.42	0.075741	7.06	3.68	3.00	2.03
Pertusio	18.3	T200	26.00	13.100	14.20	15.07	17.36	0.101941	7.86	3.31	3.00	2.39
Pertusio	18.24	T200	26.00	12.970	14.18	14.94	16.80	0.079024	7.17	3.63	3.00	2.08
Pertusio	18.23	T200	26.00	12.970	14.18	14.94	16.80	0.078987	7.17	3.63	3.00	2.08
Pertusio	18.22	T200	26.00	12.800	14.17	14.77	16.20	0.055709	6.30	4.12	3.00	1.72
Pertusio	18.21	T200	26.00	12.800	14.17	14.77	16.20	0.055683	6.30	4.12	3.00	1.72
Pertusio	18.2	T200	26.00	12.730	14.17	14.70	16.01	0.048881	6.01	4.33	3.00	1.60
Pertusio	18.1	T200	26.00	12.220	13.46	14.19	15.95	0.073415	6.98	3.73	3.00	2.00
Pertusio	18	T200	26.00	12.190	13.46	14.16	15.85	0.069759	6.85	3.80	3.00	1.94
Pertusio	17.8	T200	26.00	12.110	13.45	14.08	15.57	0.059229	6.45	4.03	3.00	1.78
Pertusio	17.79	T200	26.00	12.110	13.45	14.08	15.57	0.059229	6.45	4.03	3.00	1.78
Pertusio	17.71	T200	26.00	11.900	13.45	13.87	15.05	0.040553	5.60	4.64	3.00	1.44
Pertusio	17.7	T200	26.00	11.900	13.45	13.87	15.05	0.040534	5.60	4.64	3.00	1.44
Pertusio	17.6	T200	26.00	11.850	13.44	13.82	14.96	0.038043	5.47	4.76	3.00	1.39
Pertusio	17.5	T200	26.00	11.350	12.66	13.32	14.89	0.063232	6.61	3.94	3.00	1.84
Pertusio	17.4	T200	26.00	11.310	12.68	13.28	14.71	0.055728	6.31	4.12	3.00	1.72
Pertusio	17.3	T200	26.00	10.760	11.95	12.73	14.64	0.081869	7.26	3.58	3.00	2.12
Pertusio	17.2	T200	26.00	10.720	11.97	12.69	14.42	0.071867	6.93	3.75	3.00	1.98
Pertusio	17.1	T200	26.00	10.170	11.29	12.14	14.35	0.098009	7.75	3.35	3.00	2.34
Pertusio	17	T200	26.00	10.130	11.30	12.10	14.10	0.086643	7.41	3.51	3.00	2.19
Pertusio	16.92	T200	26.00	10.130	11.30	12.10	14.09	0.085788	7.39	3.52	3.00	2.18
Pertusio	16.91	T200	26.00	9.490	10.37	11.27	14.00	0.130738	8.44	3.08	3.50	2.87
Pertusio	16.9	T200	26.00	9.440	10.38	11.22	13.56	0.107961	7.89	3.29	3.50	2.60
Pertusio	16	T200	26.00	9.080	10.45	10.86	11.95	0.037713	5.43	4.79	3.50	1.48
Pertusio	15	T200	26.00	8.520	10.12	10.30	11.22	0.024457	4.63	5.62	3.50	1.17
Pertusio	14.95	T200	26.00	8.470	10.06	10.25	11.17	0.024860	4.66	5.58	3.50	1.18
Pertusio	14.9	T200	26.00	8.430	10.47	10.18	11.12	0.012102	3.56	7.31	3.59	0.80
Pertusio	14.8	T200	26.00	8.400	10.18	10.18	11.07	0.018532	4.17	6.23	3.50	1.00
Pertusio	14	T200	26.00	7.510	8.87	9.29	10.39	0.038225	5.46	4.77	3.50	1.49
Pertusio	13	T200	26.00	6.160	7.46	7.94	9.12	0.043388	5.71	4.55	3.50	1.60
Pertusio	12	T200	26.00	2.674	3.26	4.18	8.19	0.167009	9.83	2.65	4.50	4.09
Pertusio	11	T200	26.00	2.634	3.26	4.14	7.63	0.139136	9.26	2.81	4.50	3.74

HEC-RAS Plan: 2025-03-17_SP_MS River: Pertusio Reach: Pertusio Profile: T200 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Pertusio	10	T200	26.00	2.157	2.90	3.66	5.99	0.082492	7.79	3.34	4.50	2.89
Pertusio	9	T200	26.00	2.087	2.84	3.59	5.81	0.077711	7.63	3.41	4.50	2.80
Pertusio	8	T200	26.00	1.888	2.68	3.39	5.37	0.066888	7.26	3.58	4.50	2.60
Pertusio	7	T200	26.00	1.680	2.48	3.18	5.12	0.064966	7.19	3.61	4.55	2.58
Pertusio	6	T200	26.00	1.530	2.39	3.03	4.71	0.053772	6.75	3.85	4.50	2.33
Pertusio	5	T200	26.00	1.286	2.17	2.79	4.35	0.049147	6.54	3.97	4.50	2.22
Pertusio	4	T200	26.00	1.210	2.11	2.71	4.21	0.080967	6.42	4.05	4.50	2.16
Pertusio	3	T200	26.00	1.116	2.06	2.62	3.98	0.070986	6.14	4.23	4.50	2.02
Pertusio	2	T200	26.00	0.662	1.75	2.17	3.19	0.046641	5.32	4.89	4.50	1.63
Pertusio	1.6	T200	26.00	0.521	1.63	2.03	3.01	0.043900	5.21	4.99	4.50	1.58
Pertusio	1.5	T200	26.00	0.513	1.62	2.02	3.01	0.043900	5.21	4.99	4.50	1.58
Pertusio	1.1	T200	26.00	0.420	1.52	1.93	2.93	0.045435	5.27	4.93	4.50	1.61
Pertusio	1		Bridge									
Pertusio	0.9	T200	26.00	0.240	1.53	1.74	2.56	0.028721	4.49	5.79	4.50	1.27
Pertusio	0	T200	26.00	0.000	1.16	1.51	2.34	0.038953	4.98	5.96	13.55	1.74

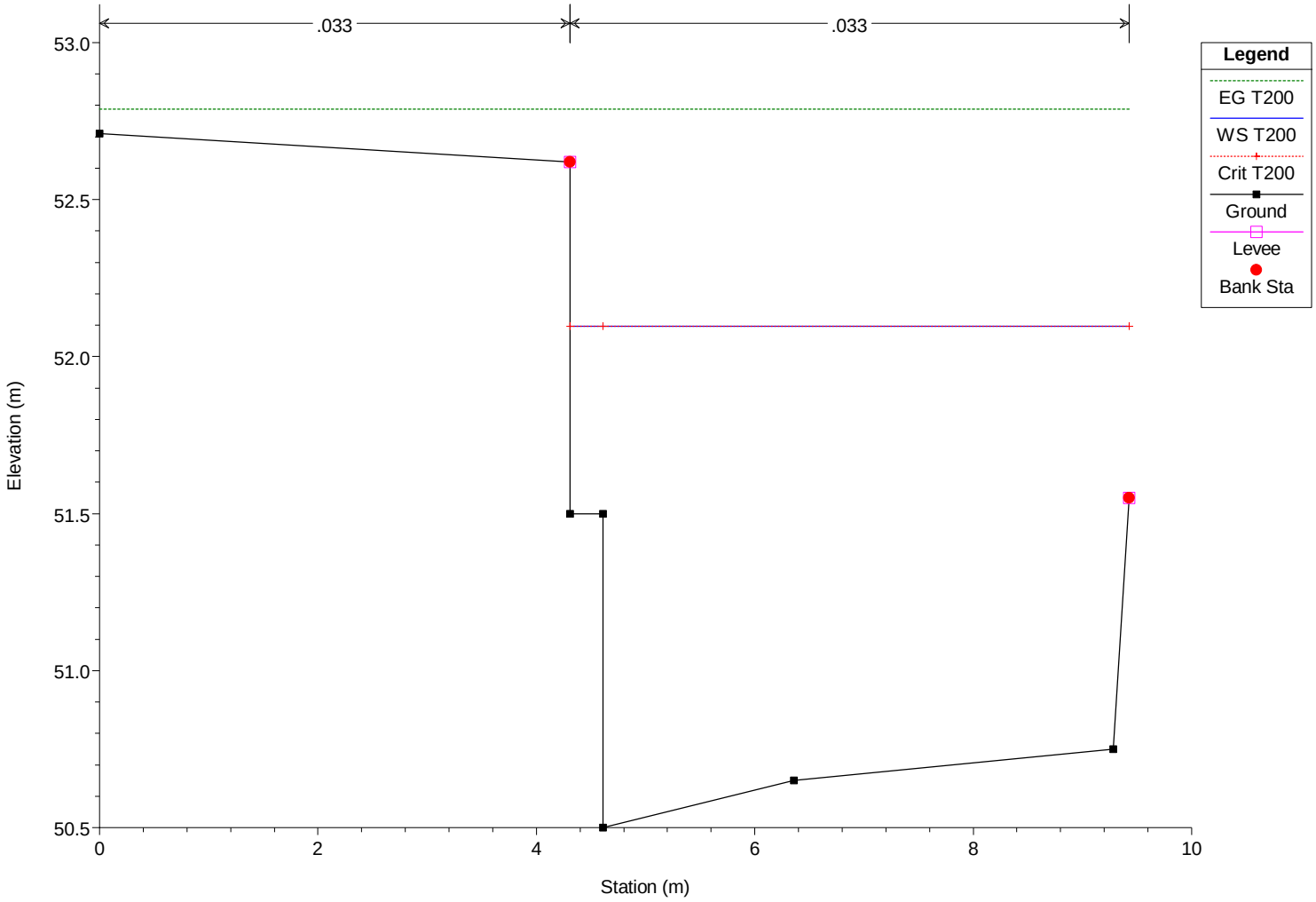
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

Pertusio Pertusio



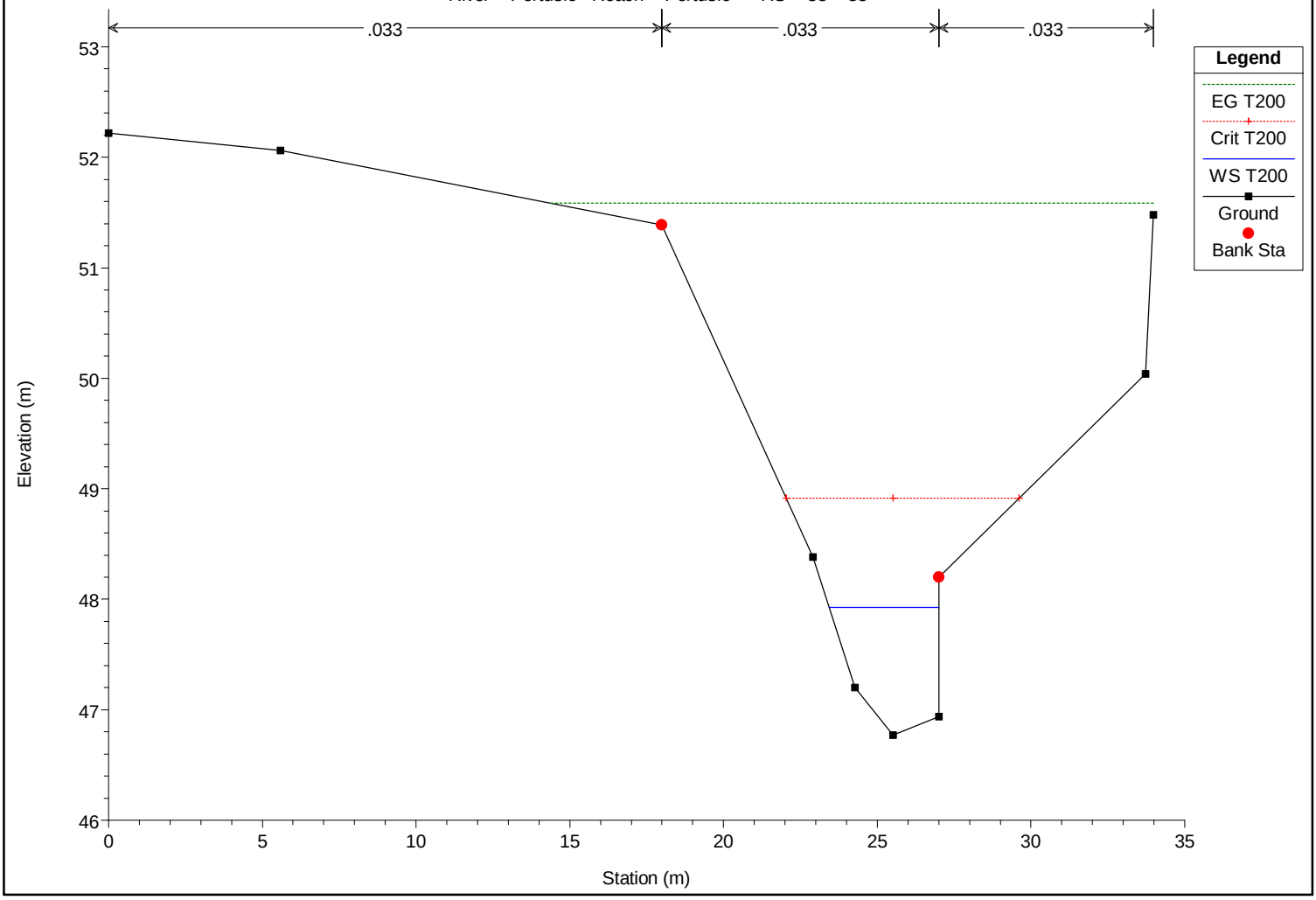
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

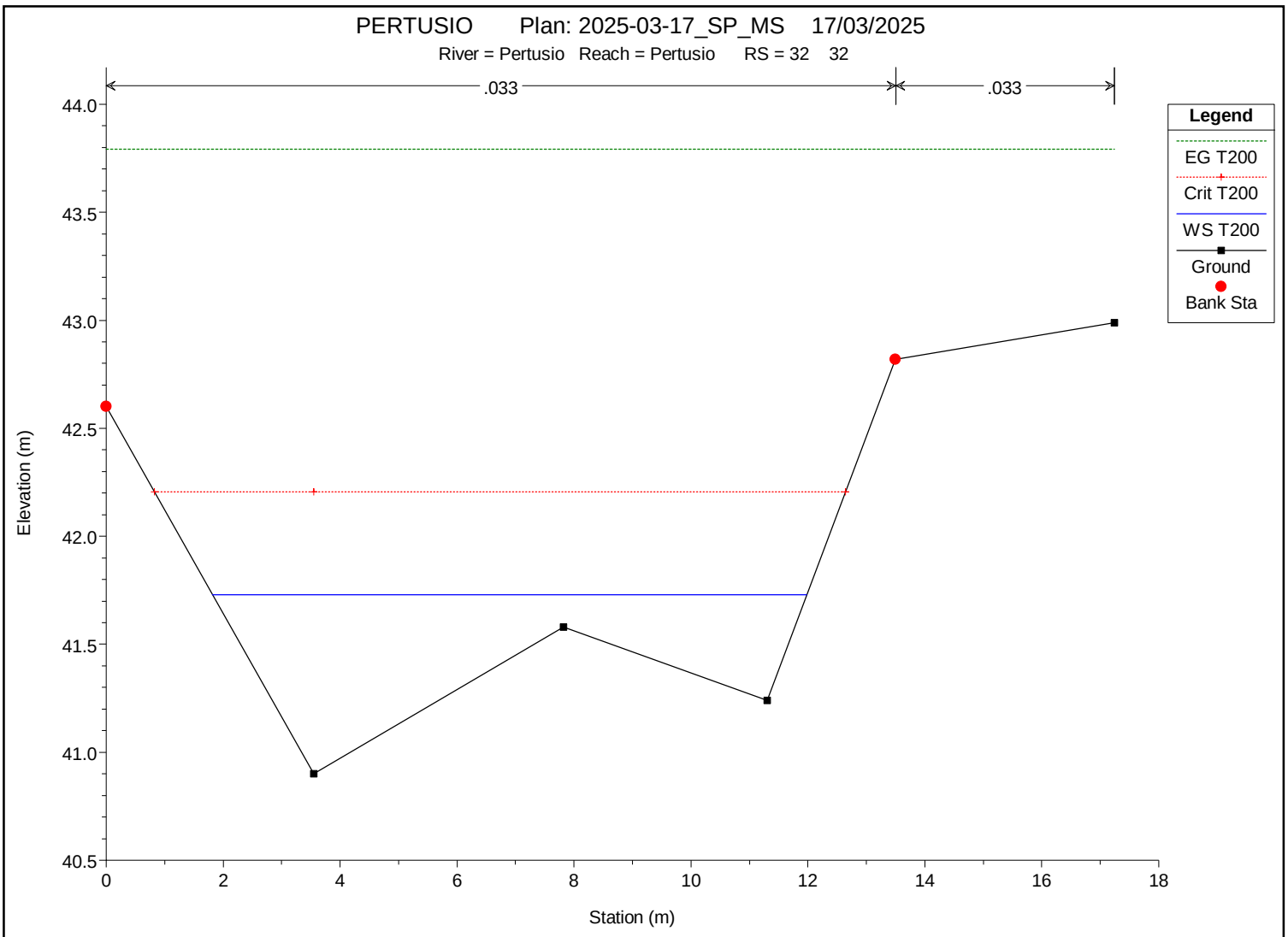
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 34 34

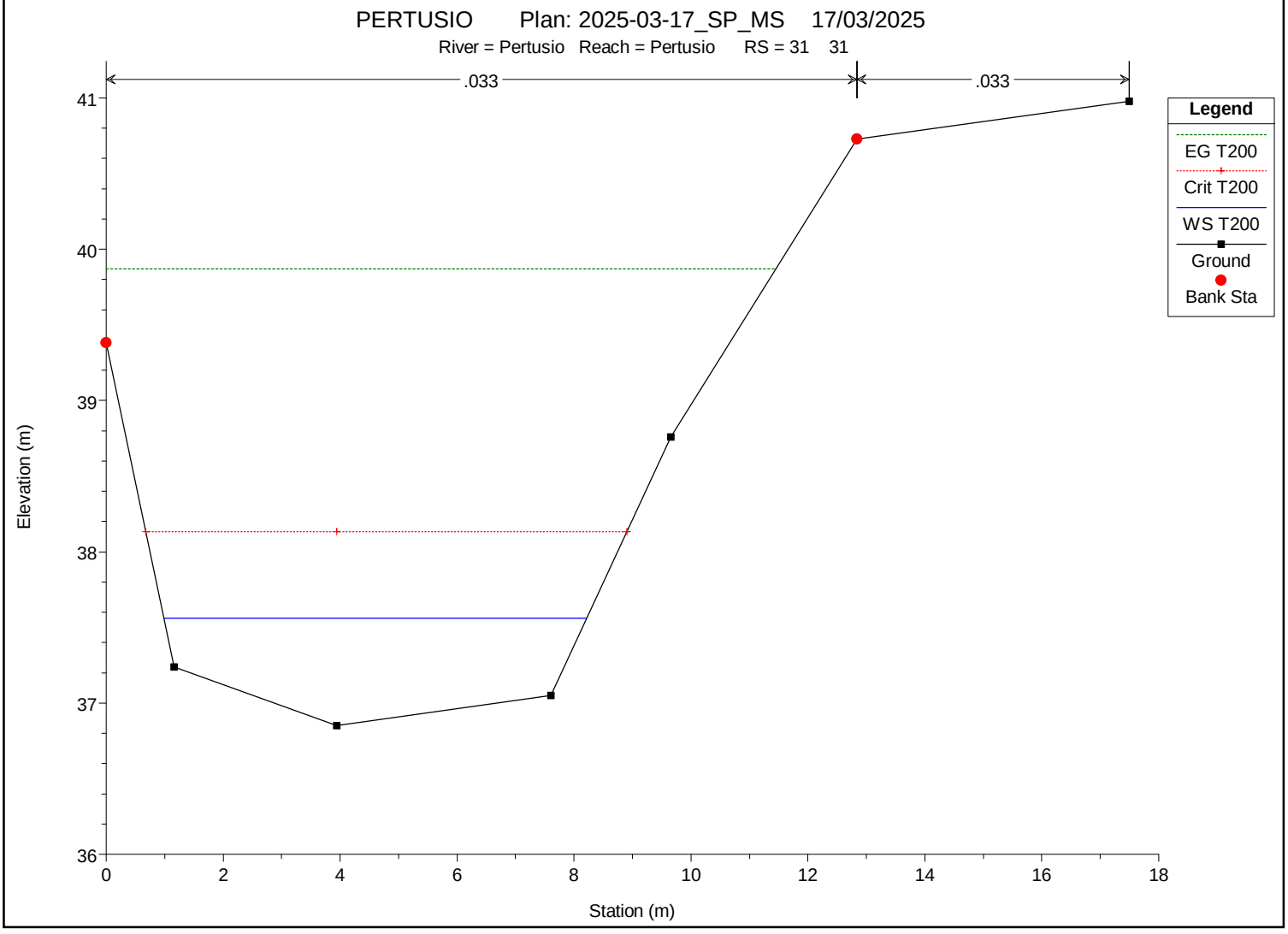


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 33 33

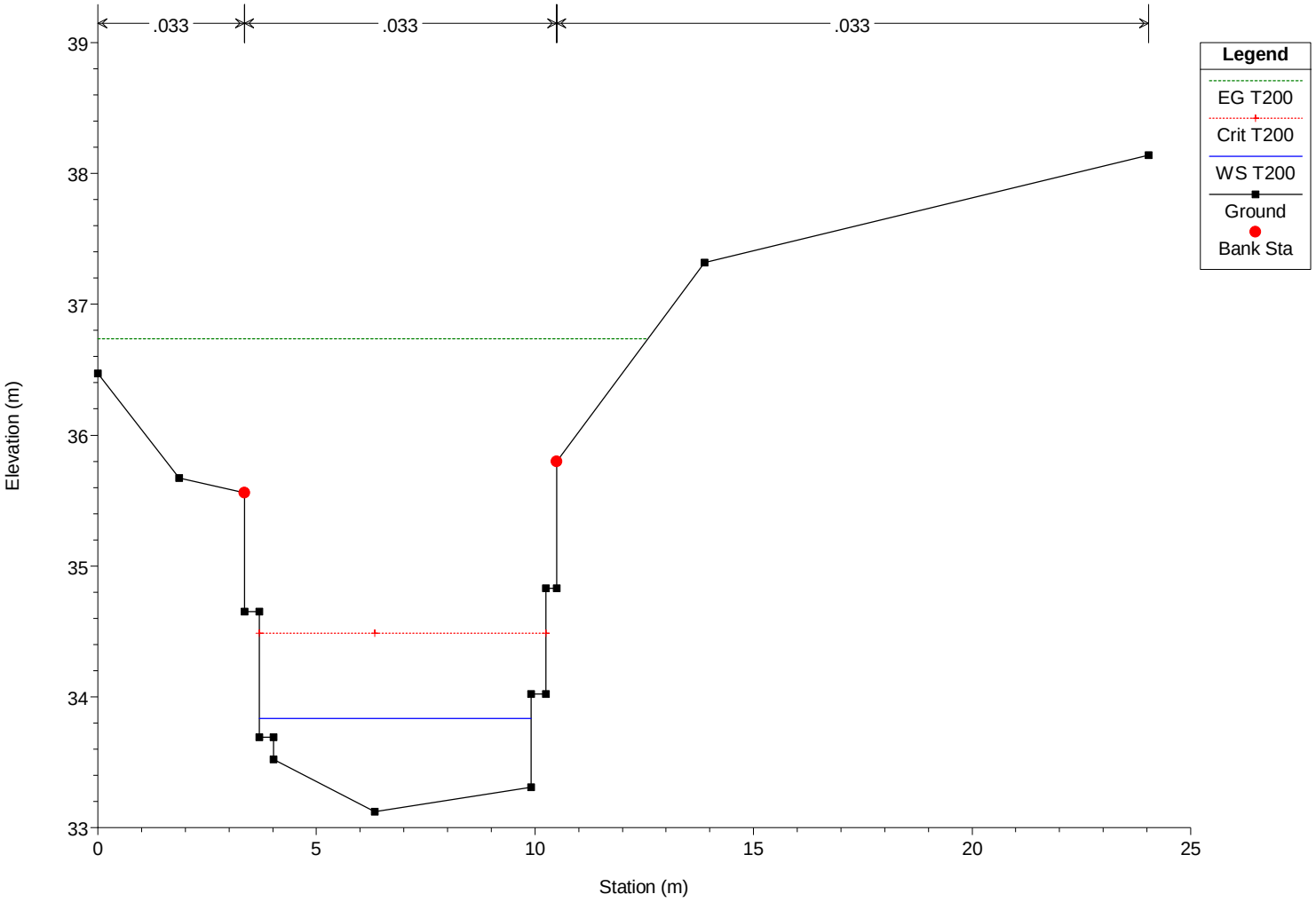



PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 32 32
.033
.033
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 31 31
.033
.033
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

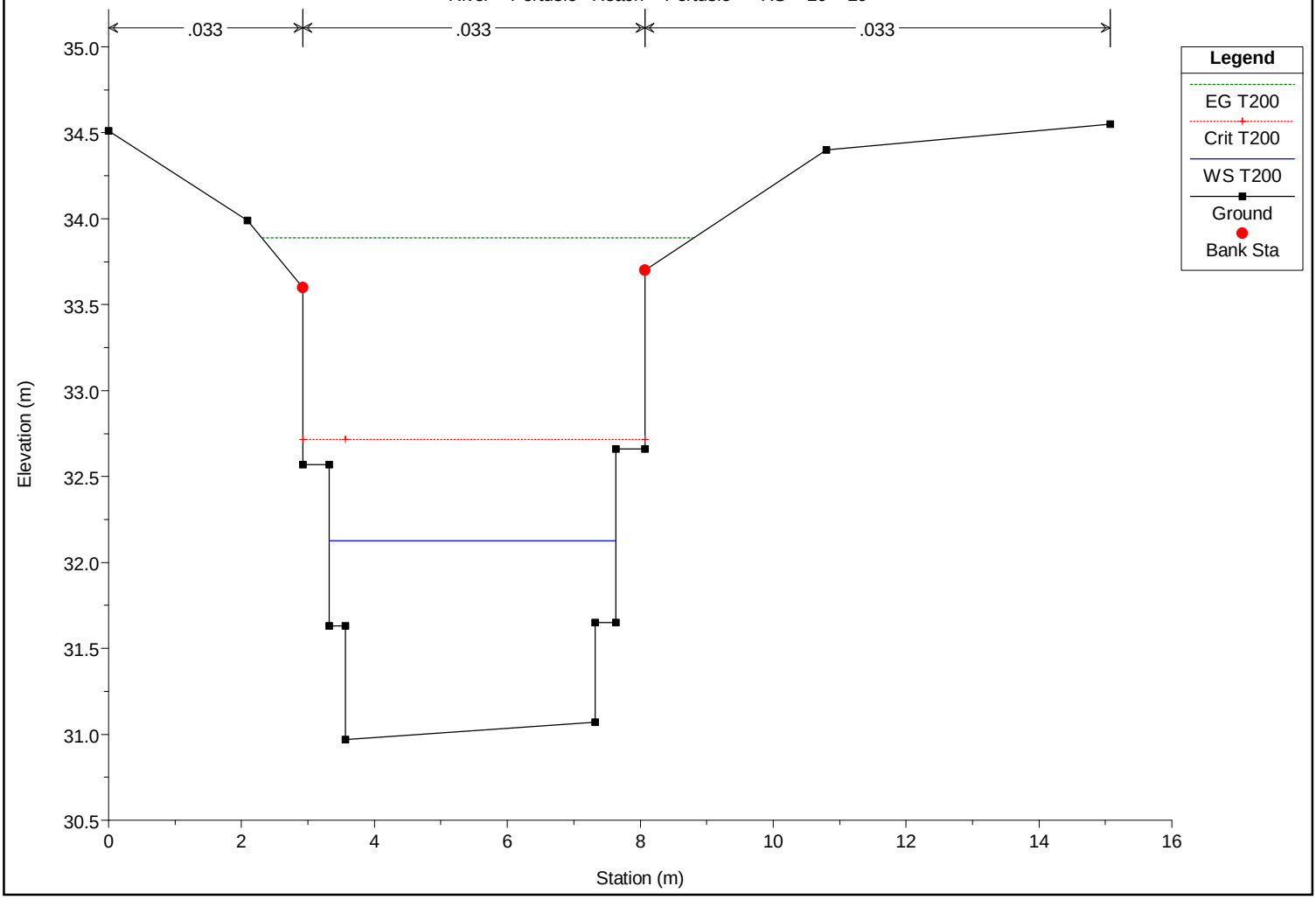
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 30 30



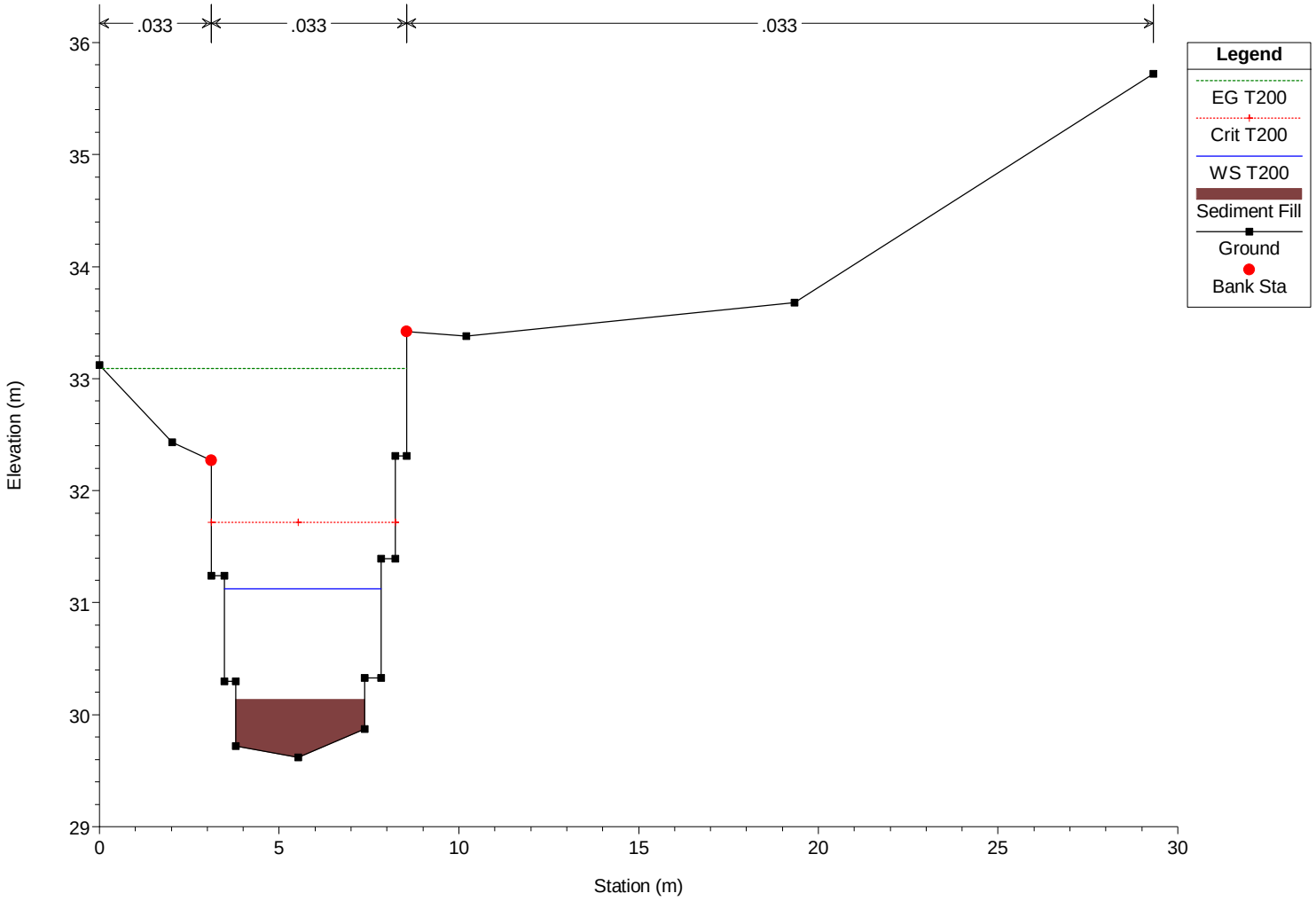
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 29 29



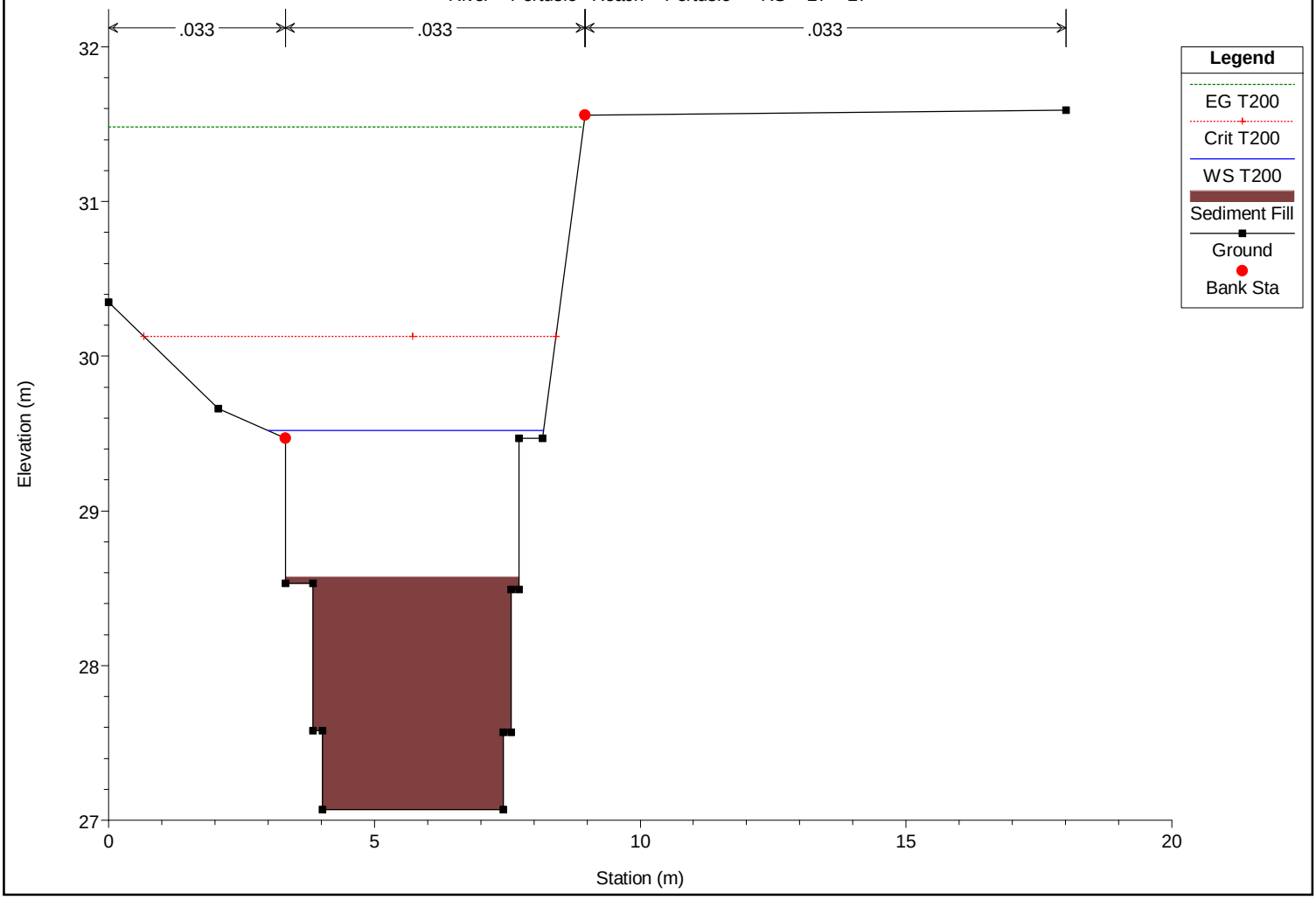
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

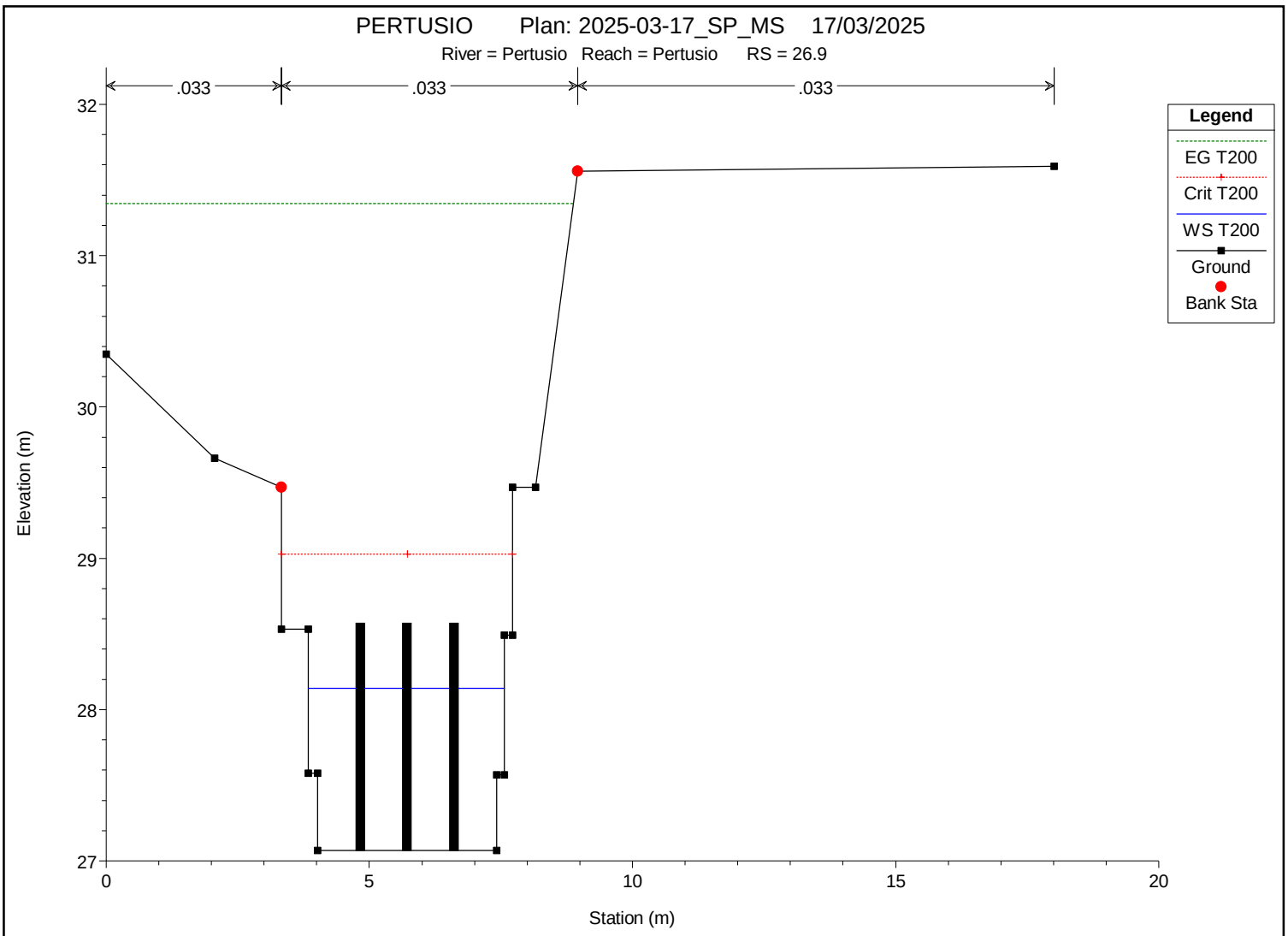
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 28 28

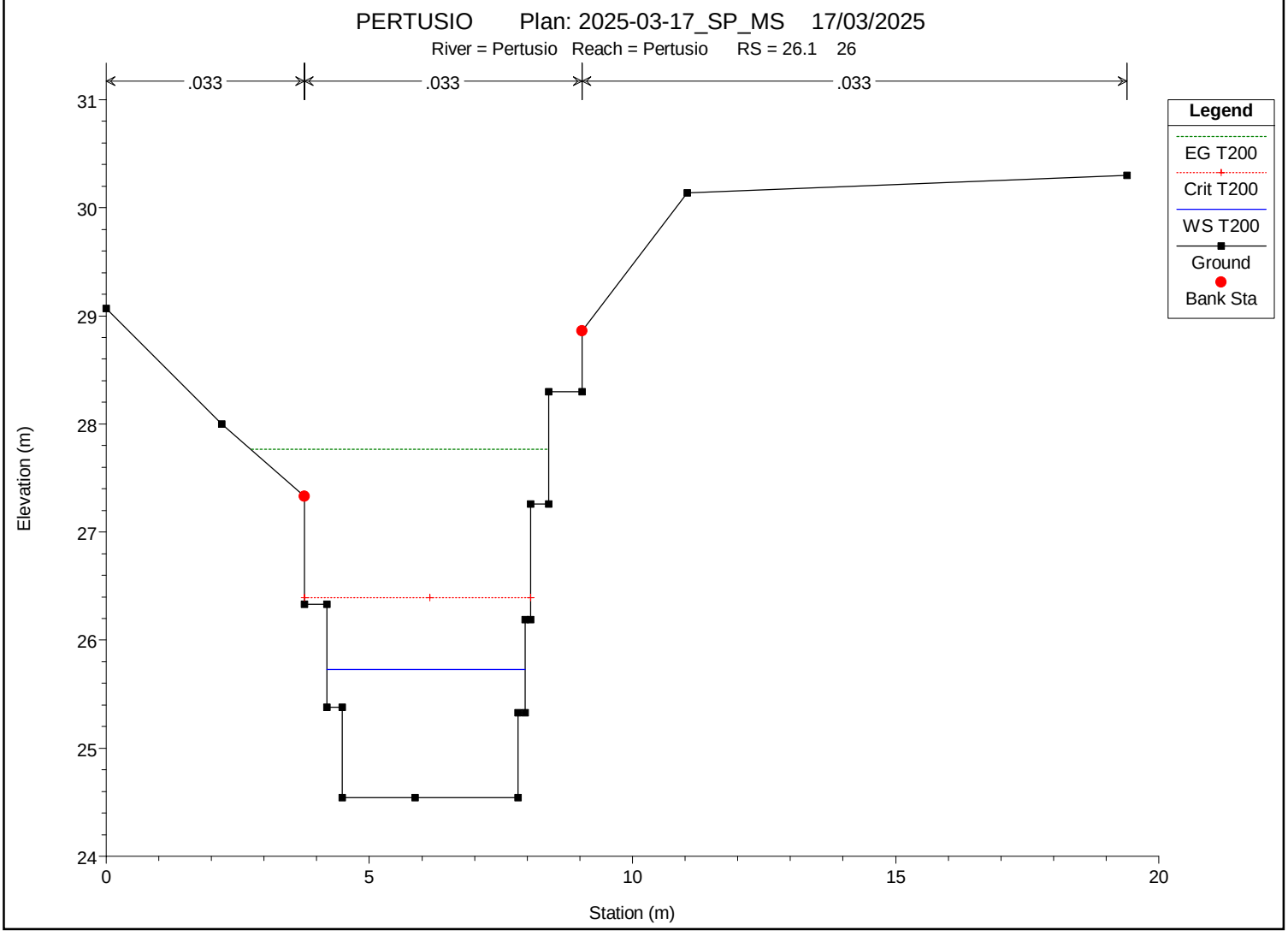


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 27 27

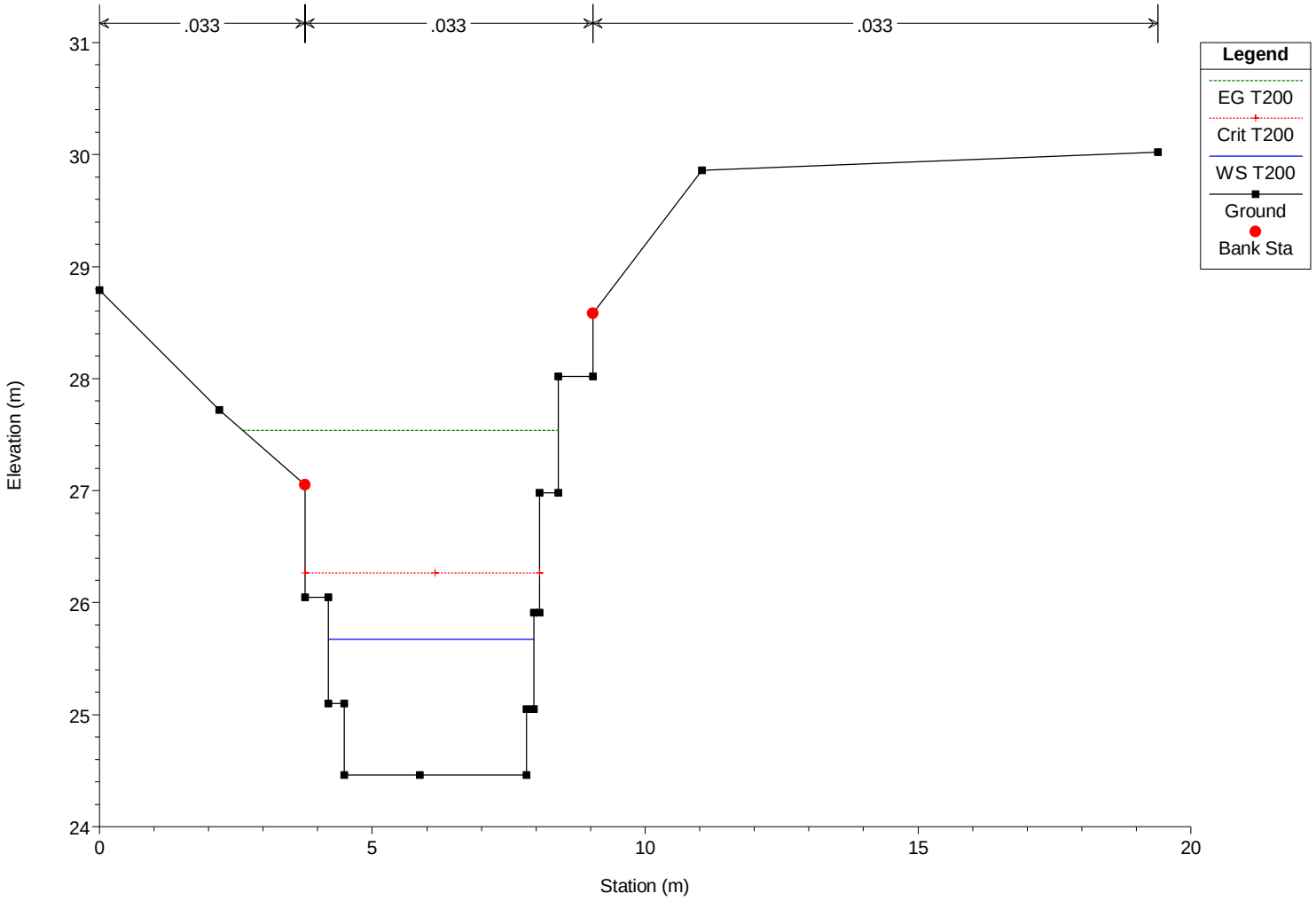



PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 26.9
.033
.033
.033
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
32
31
30
29
28
27
0
5
10
15
20


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 26.1 26
.033
.033
.033
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
31
30
29
28
27
26
25
24
0
5
10
15
20

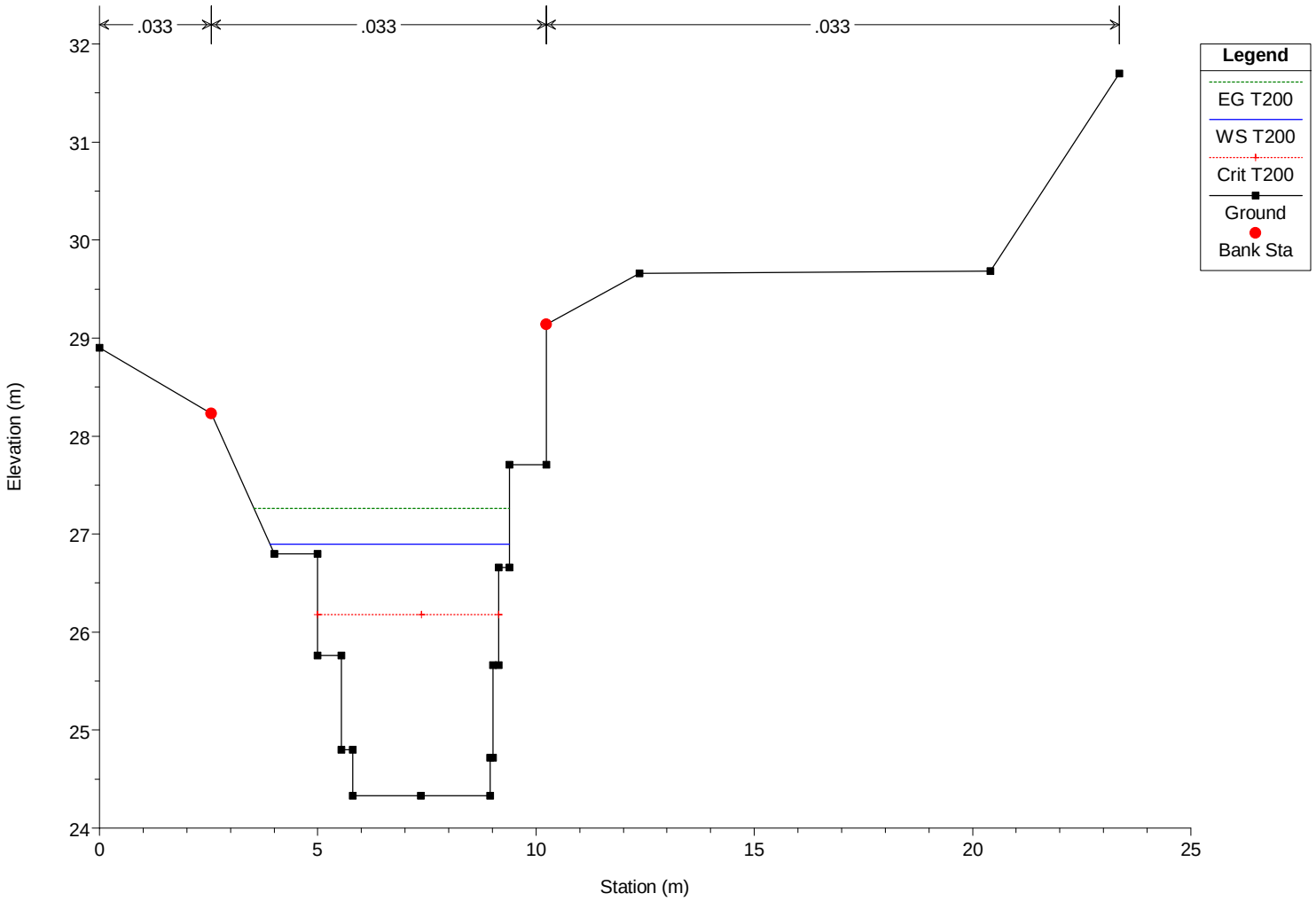
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 26 26



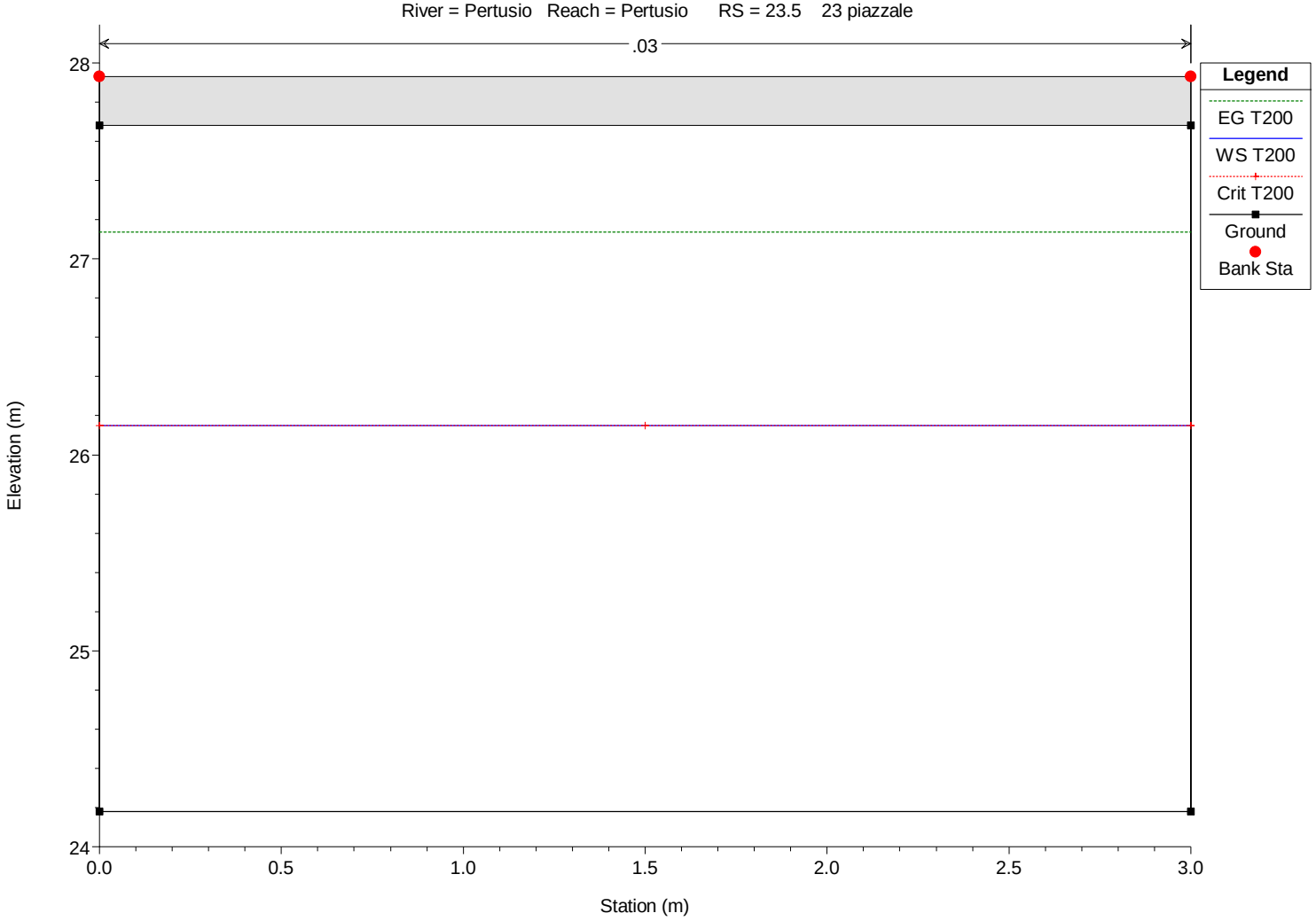
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 25 25



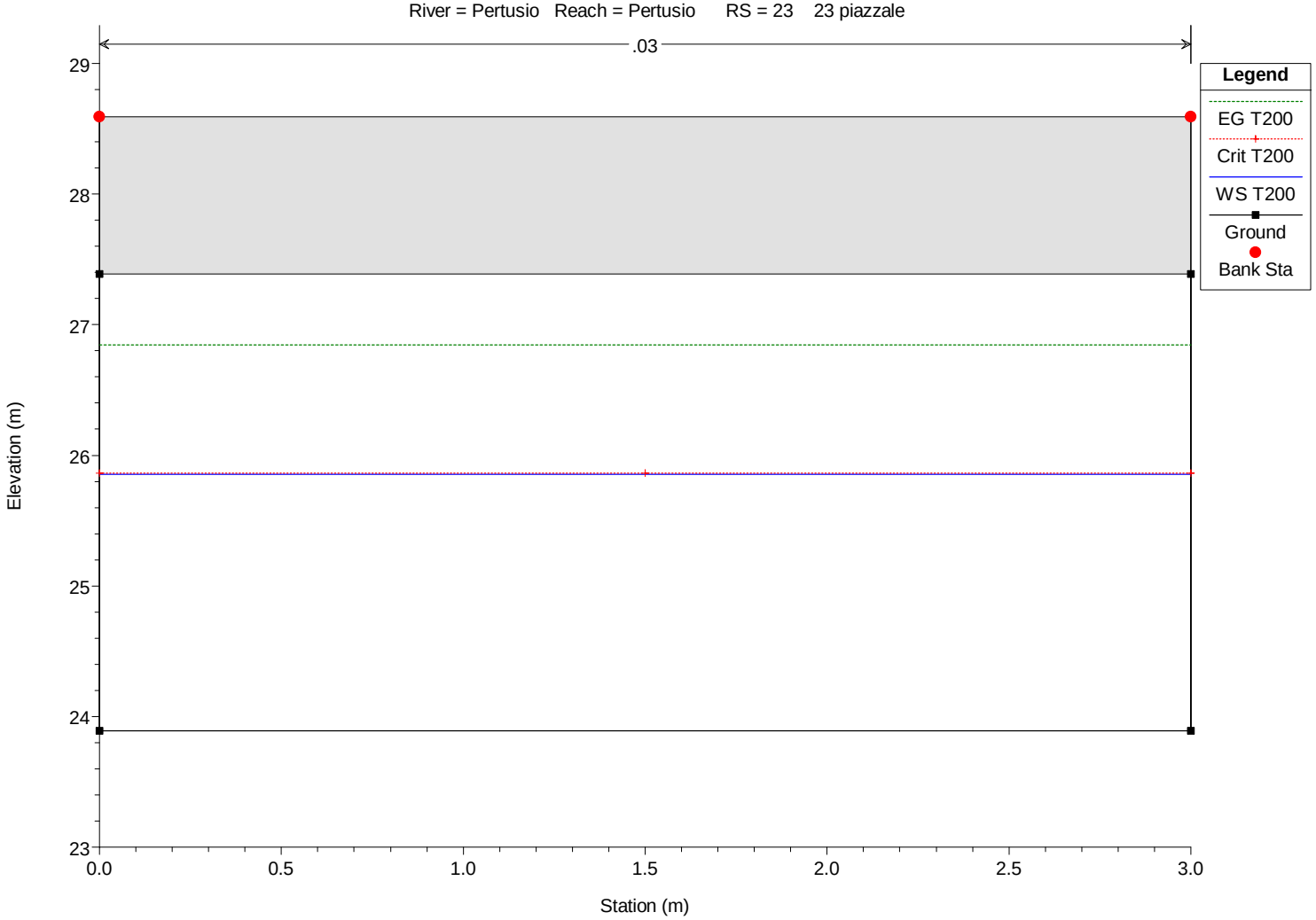
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 23.5 23 piazzale



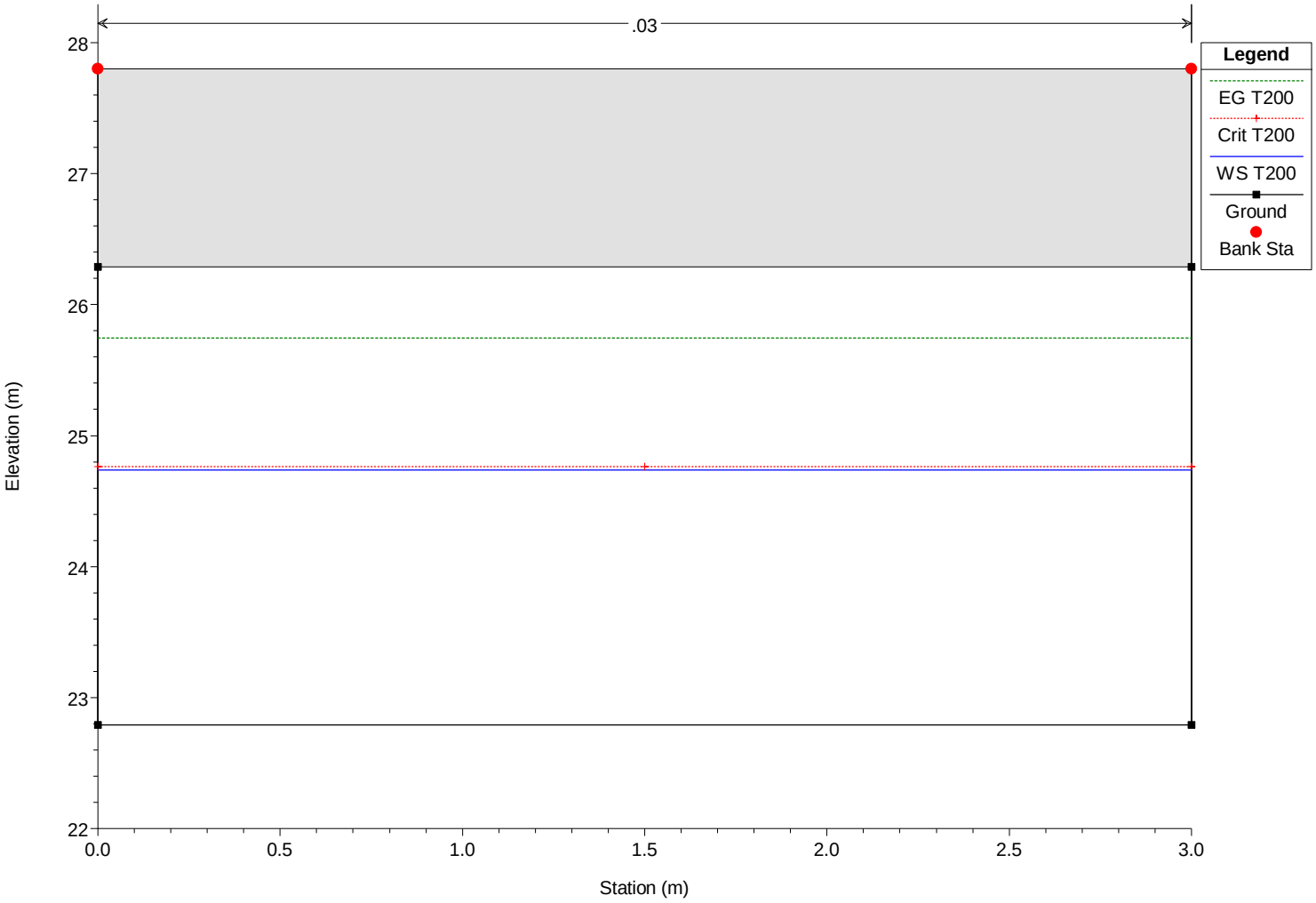
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 23 23 piazzale



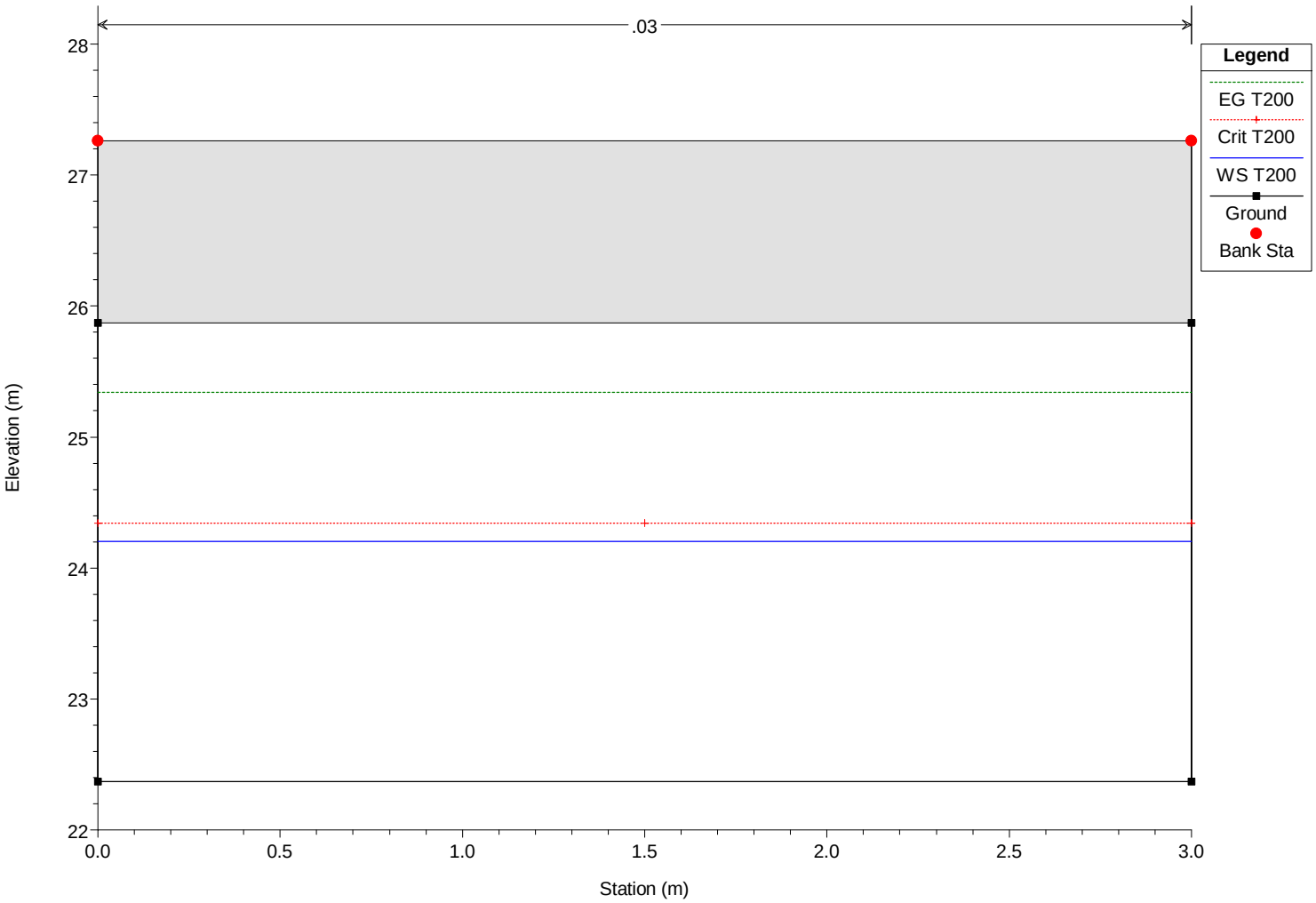
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

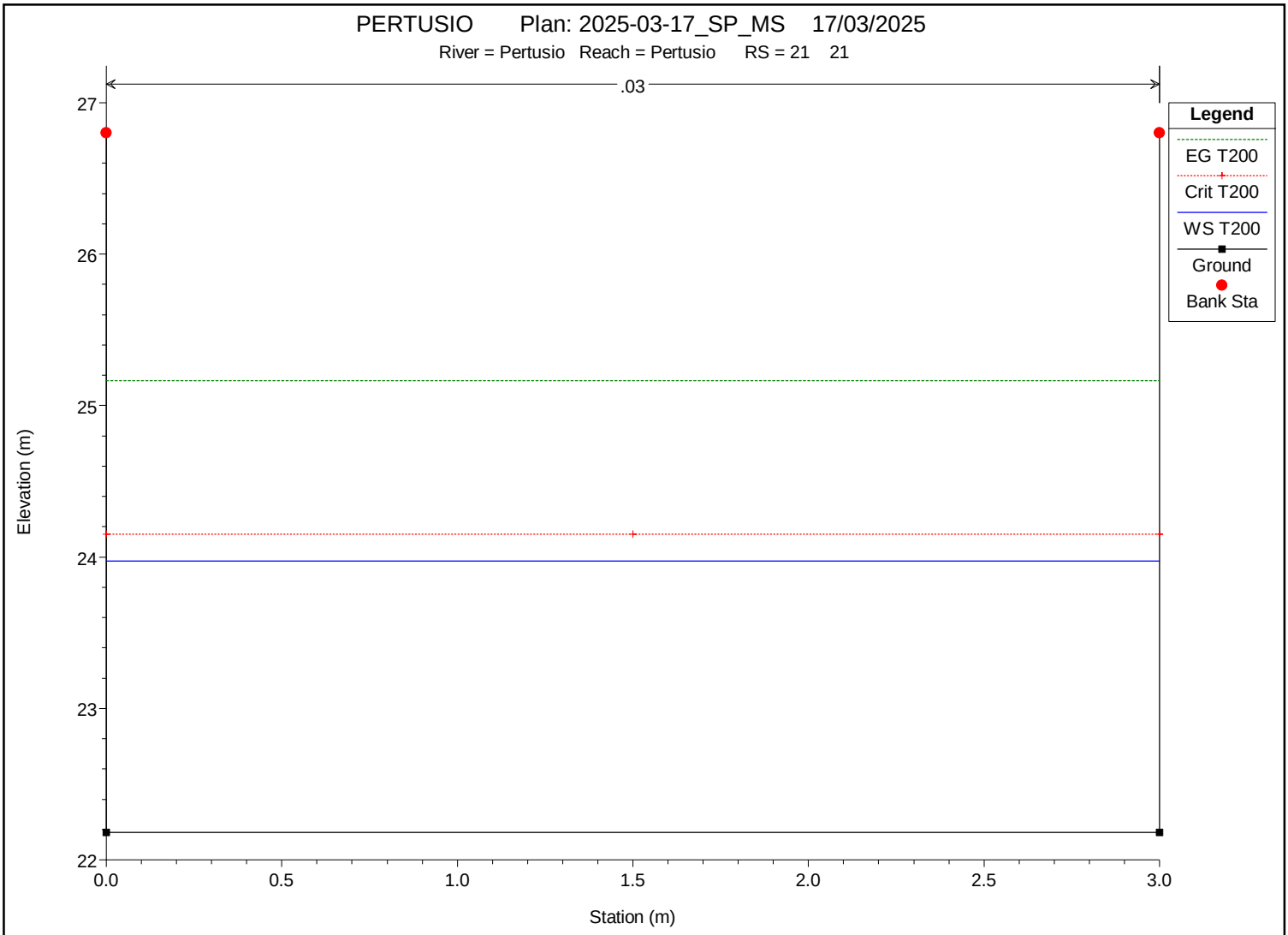
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 22 22

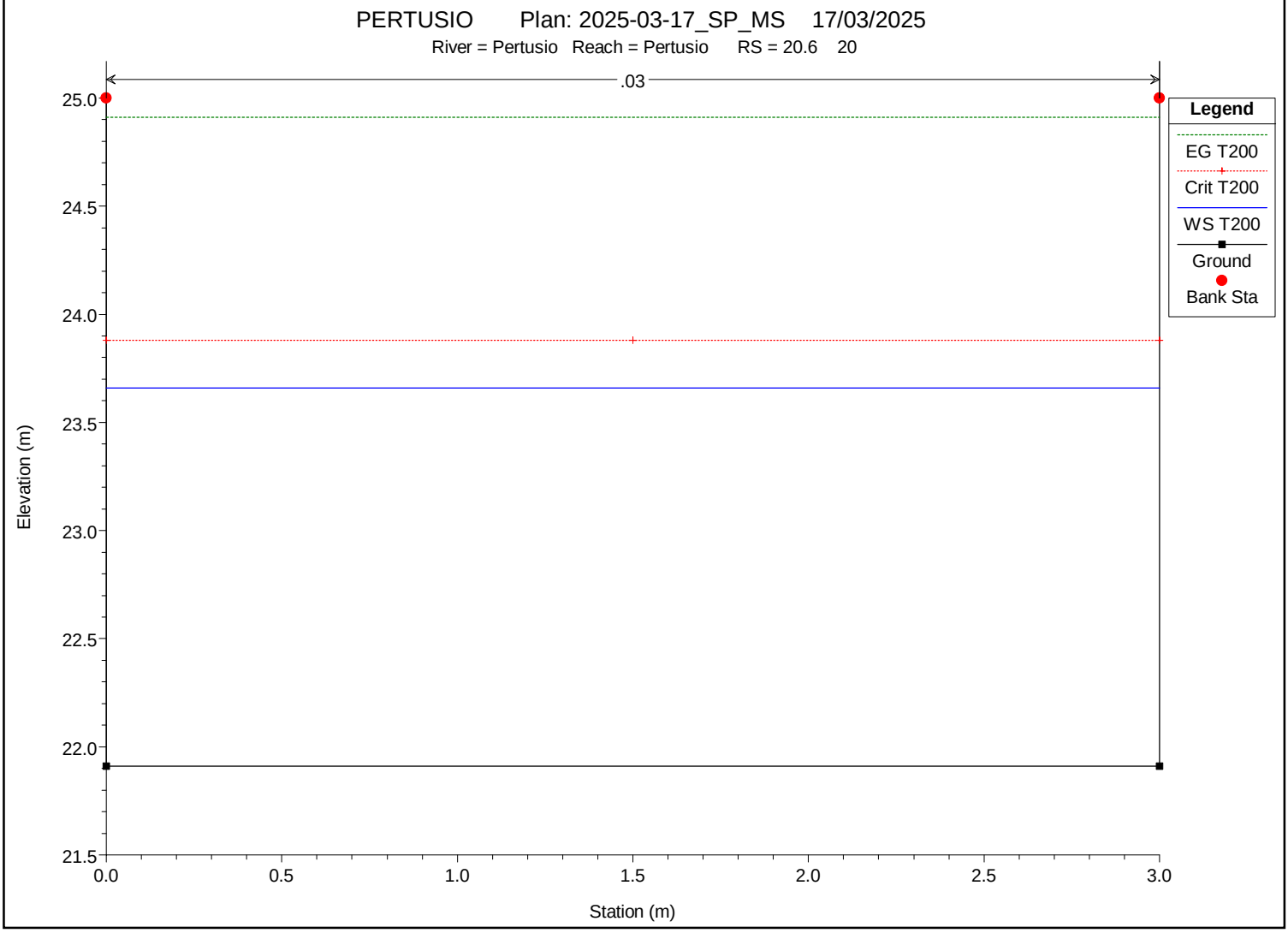


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 21.5

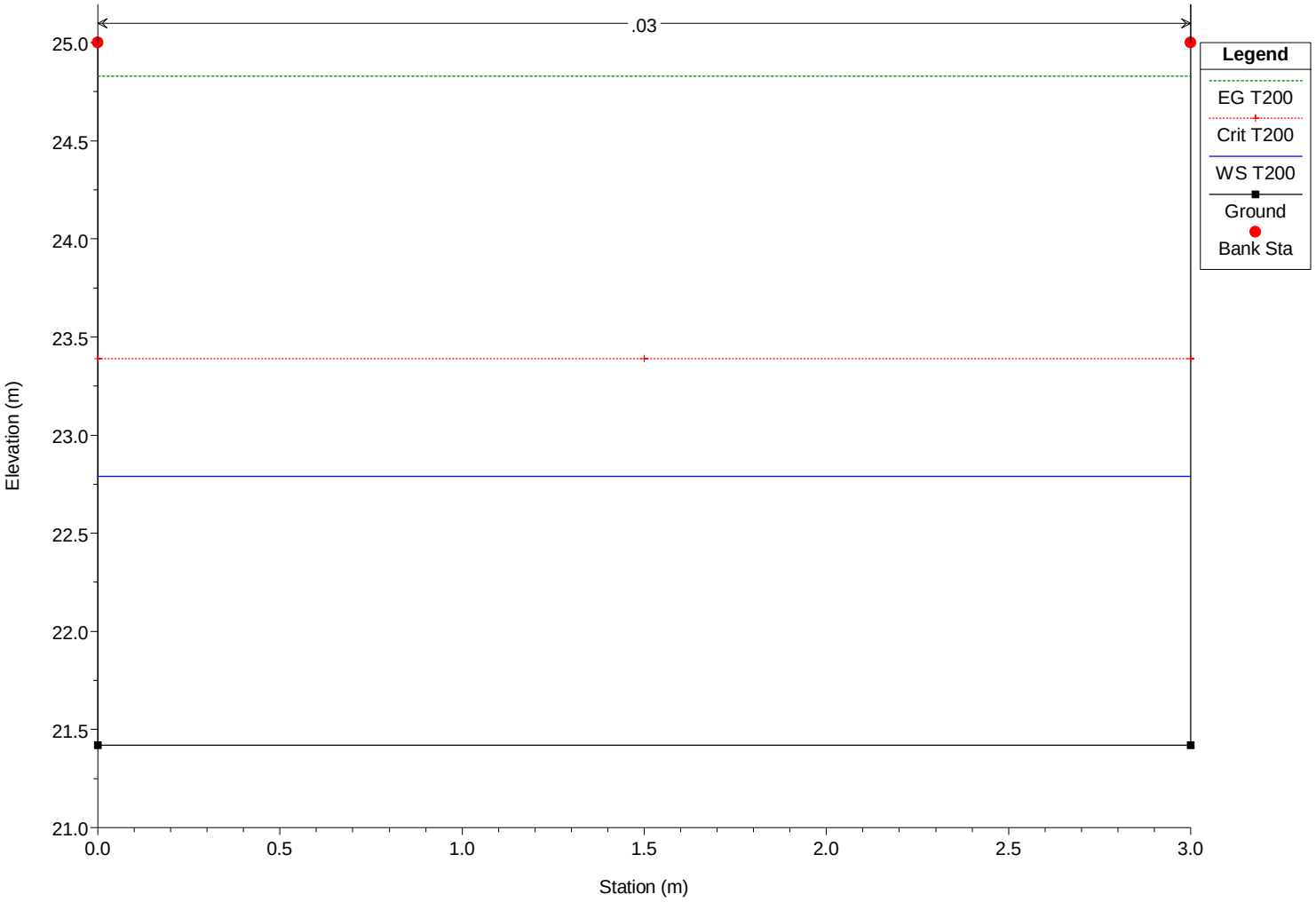



PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 21 21
.03
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
27
26
25
24
23
22
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 20.6 20
.03
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
25.0
24.5
24.0
23.5
23.0
22.5
22.0
21.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0

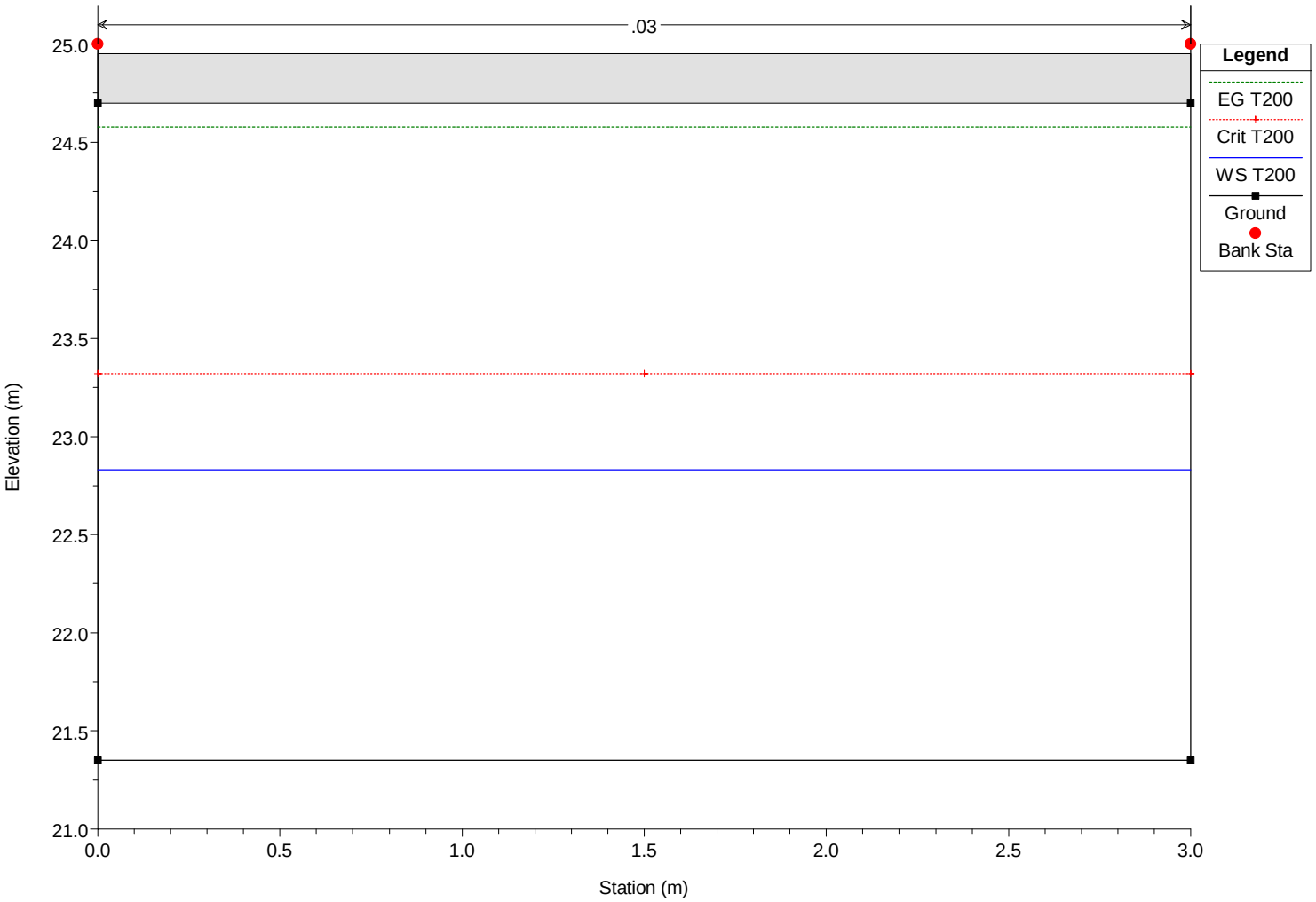
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 20.55 20



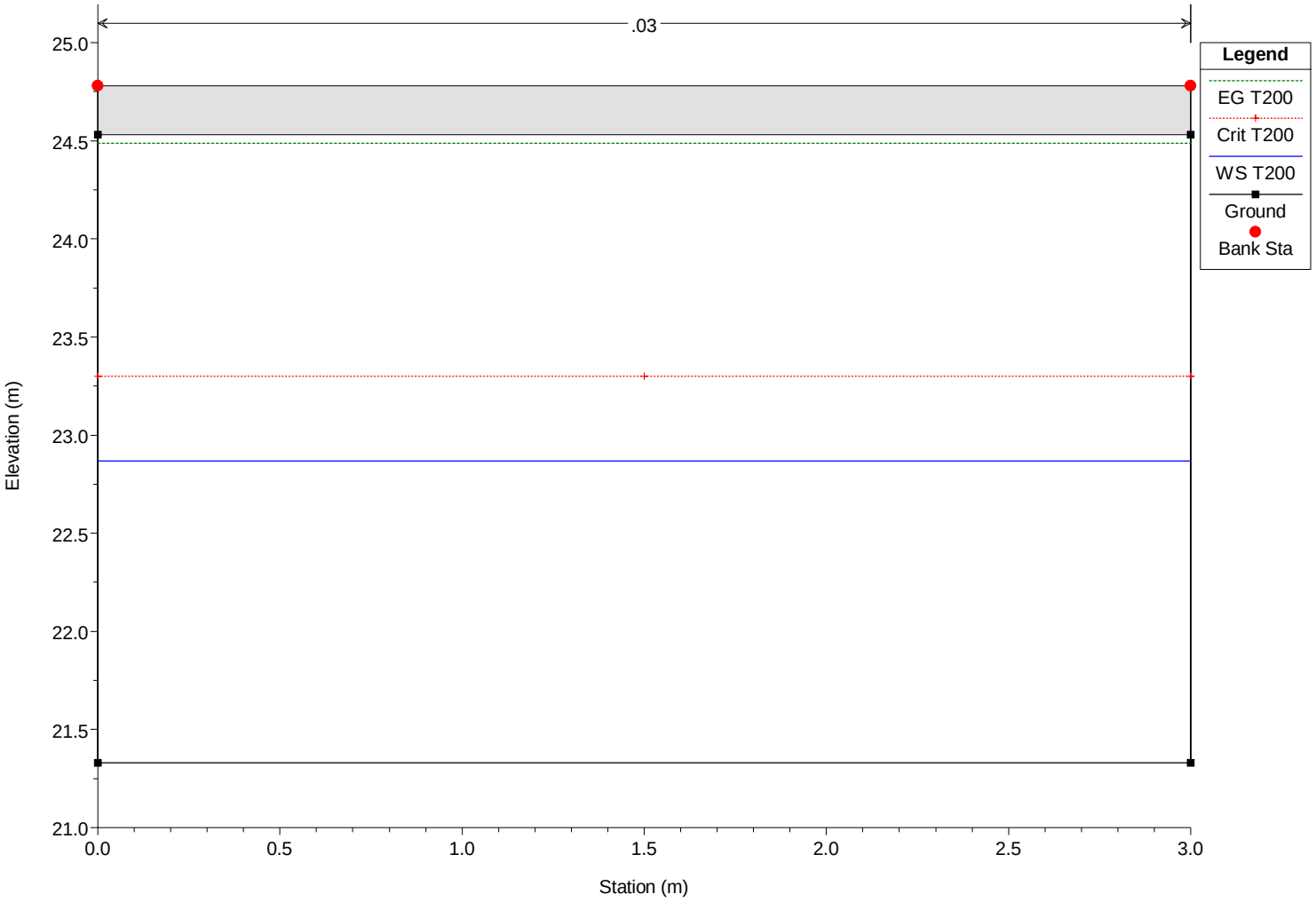
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 20.53



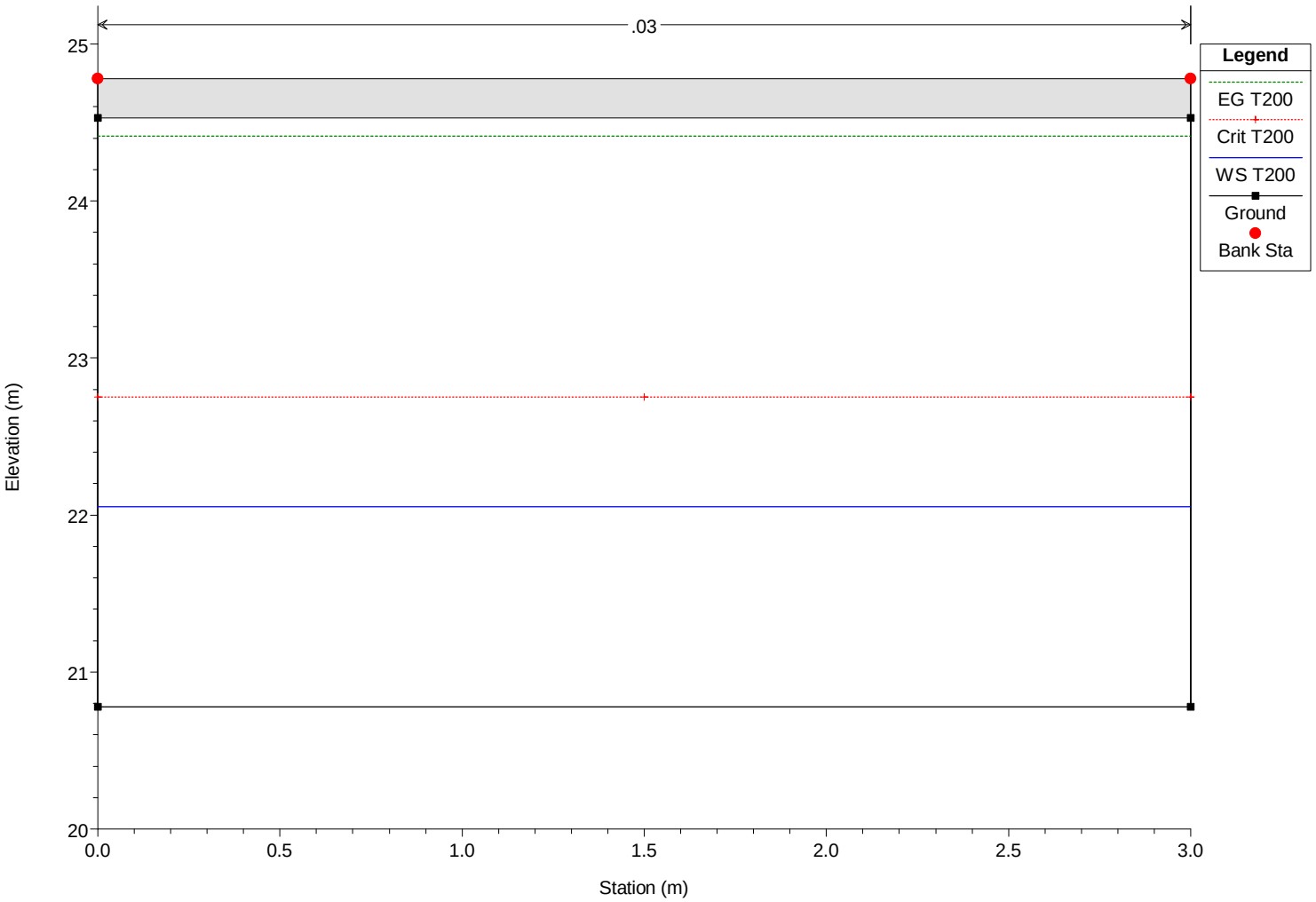
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

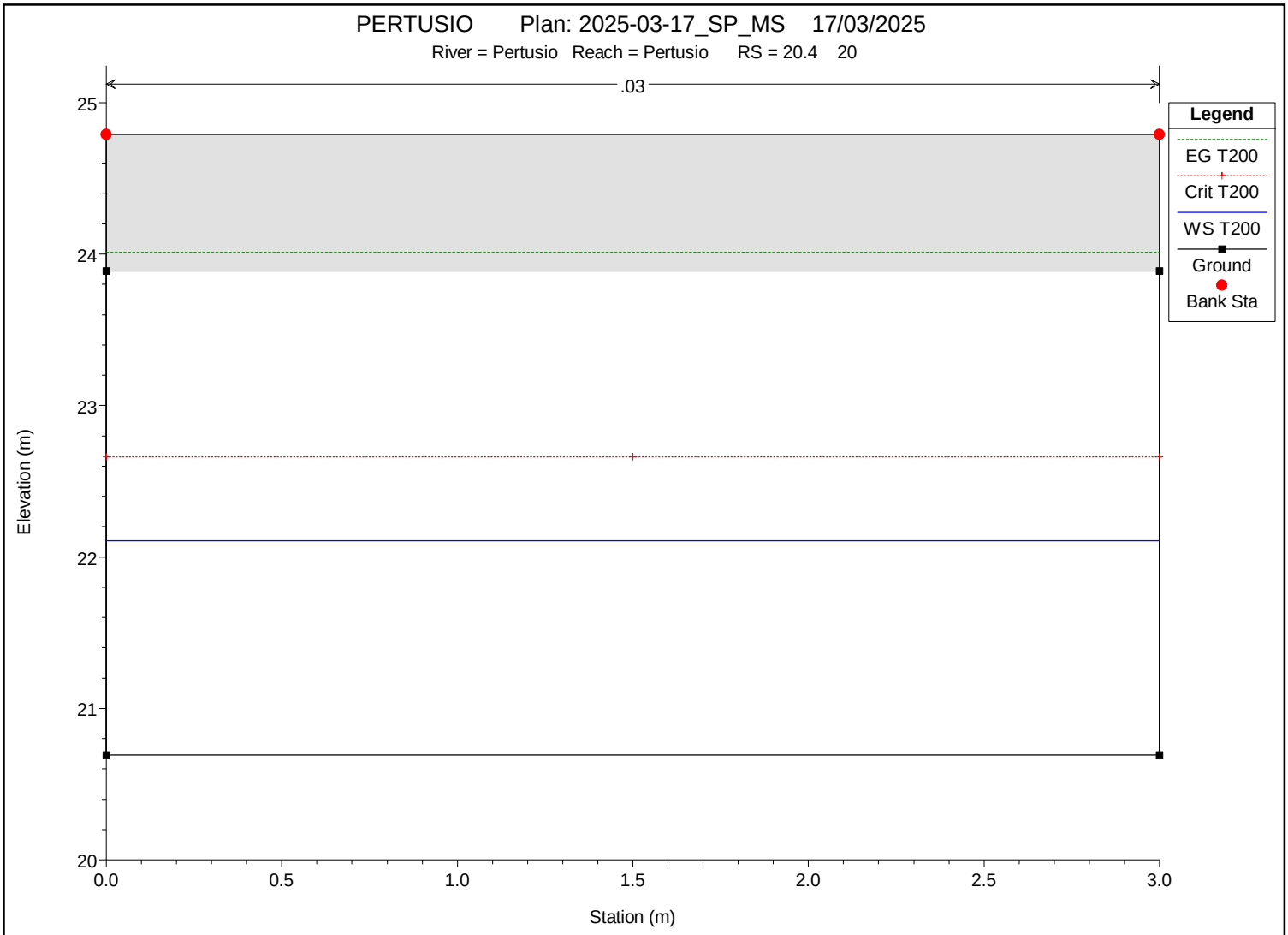
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 20.5 20

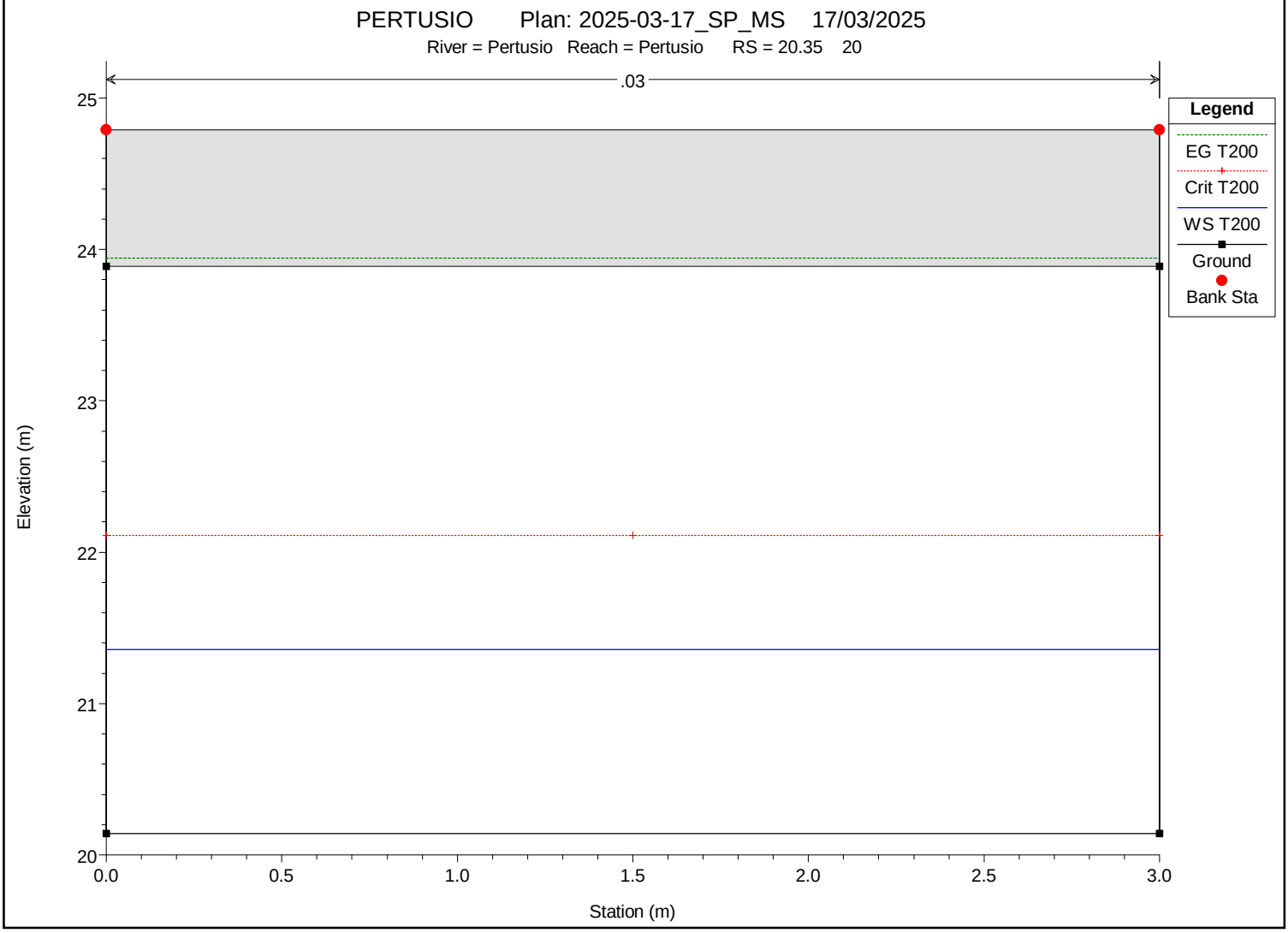


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 20.45 20

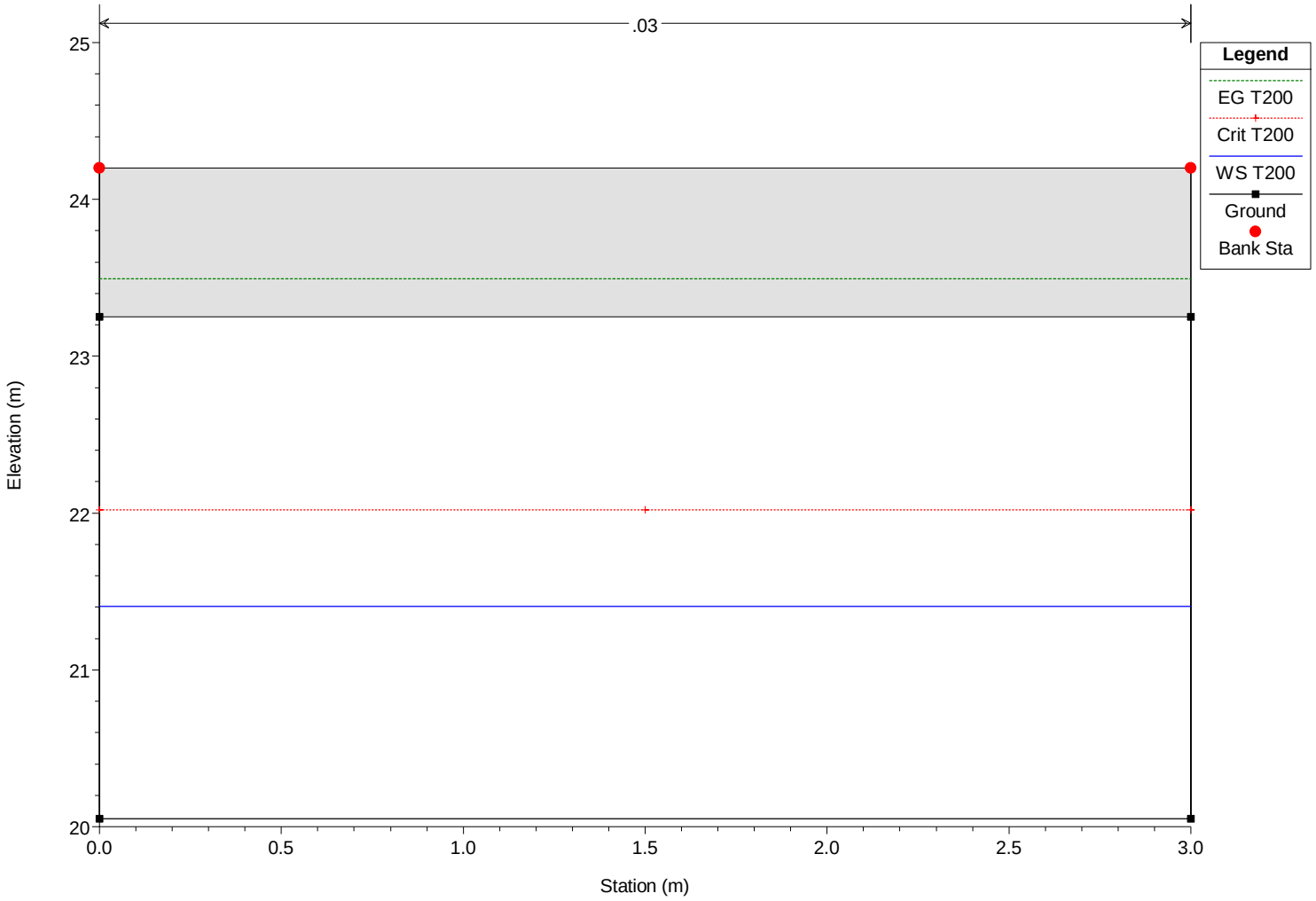



PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 20.4 20
.03
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
25
24
23
22
21
20
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 20.35 20
.03
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
25
24
23
22
21
20
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0

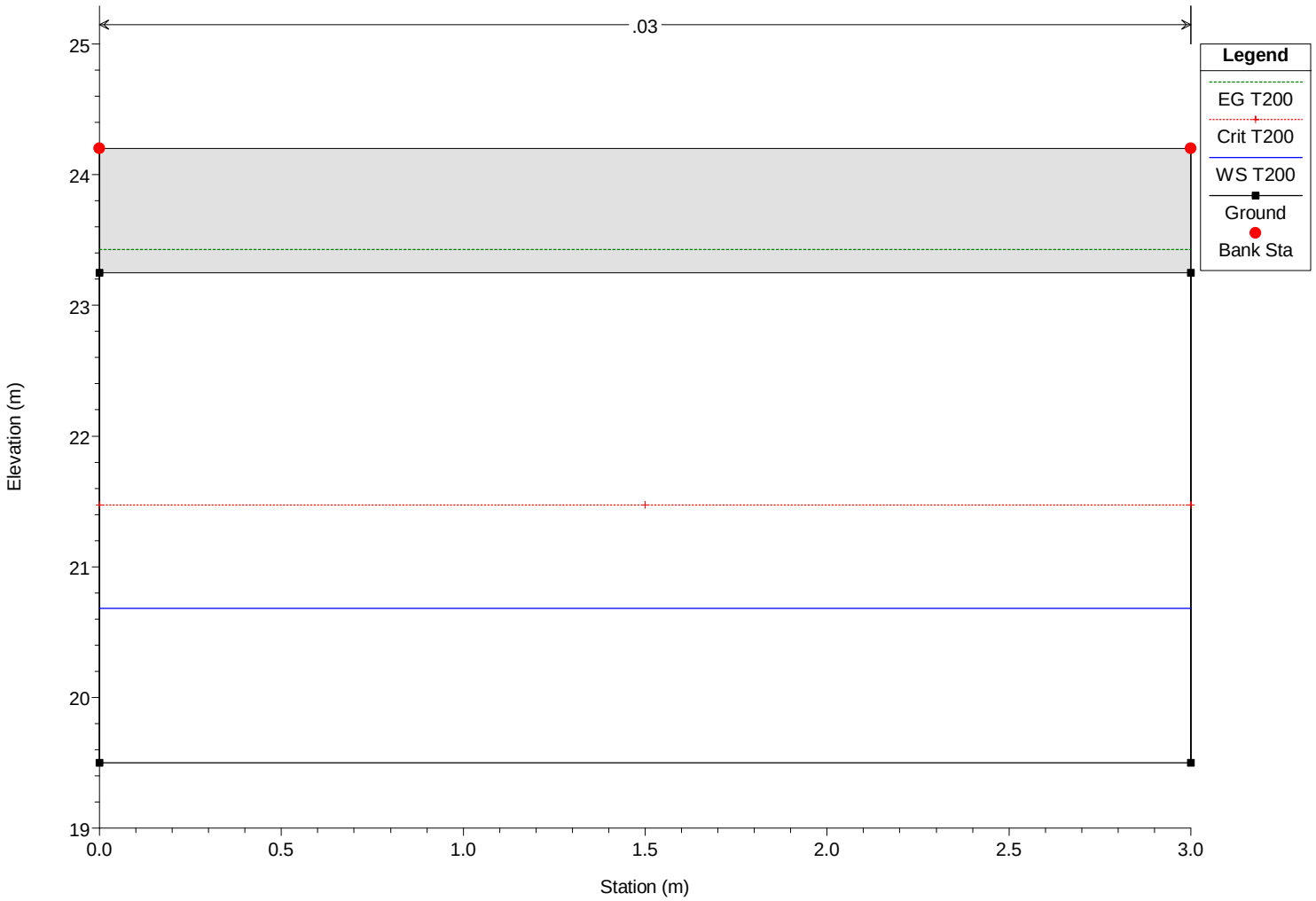
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 20.3 20



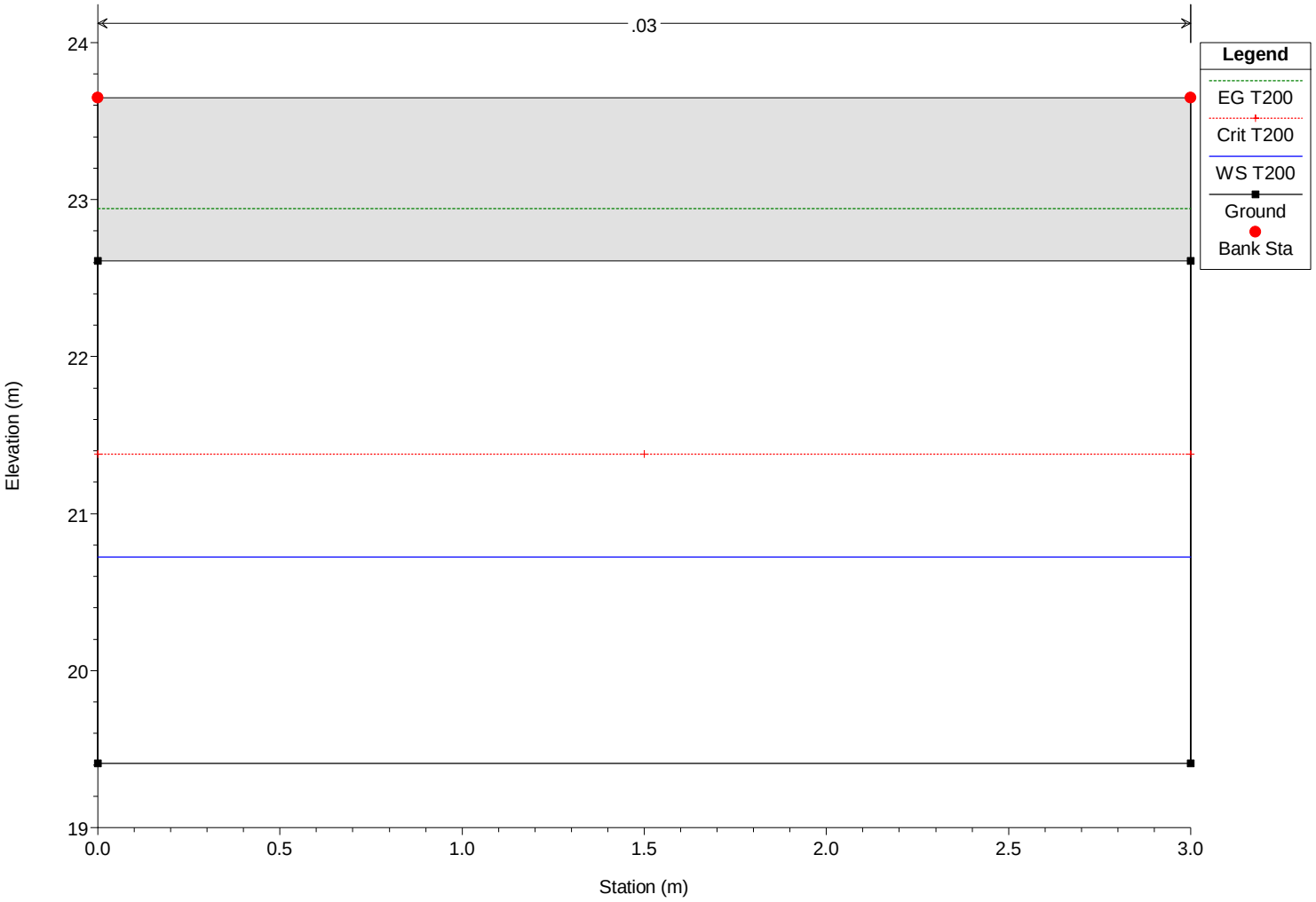
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 20.25 20



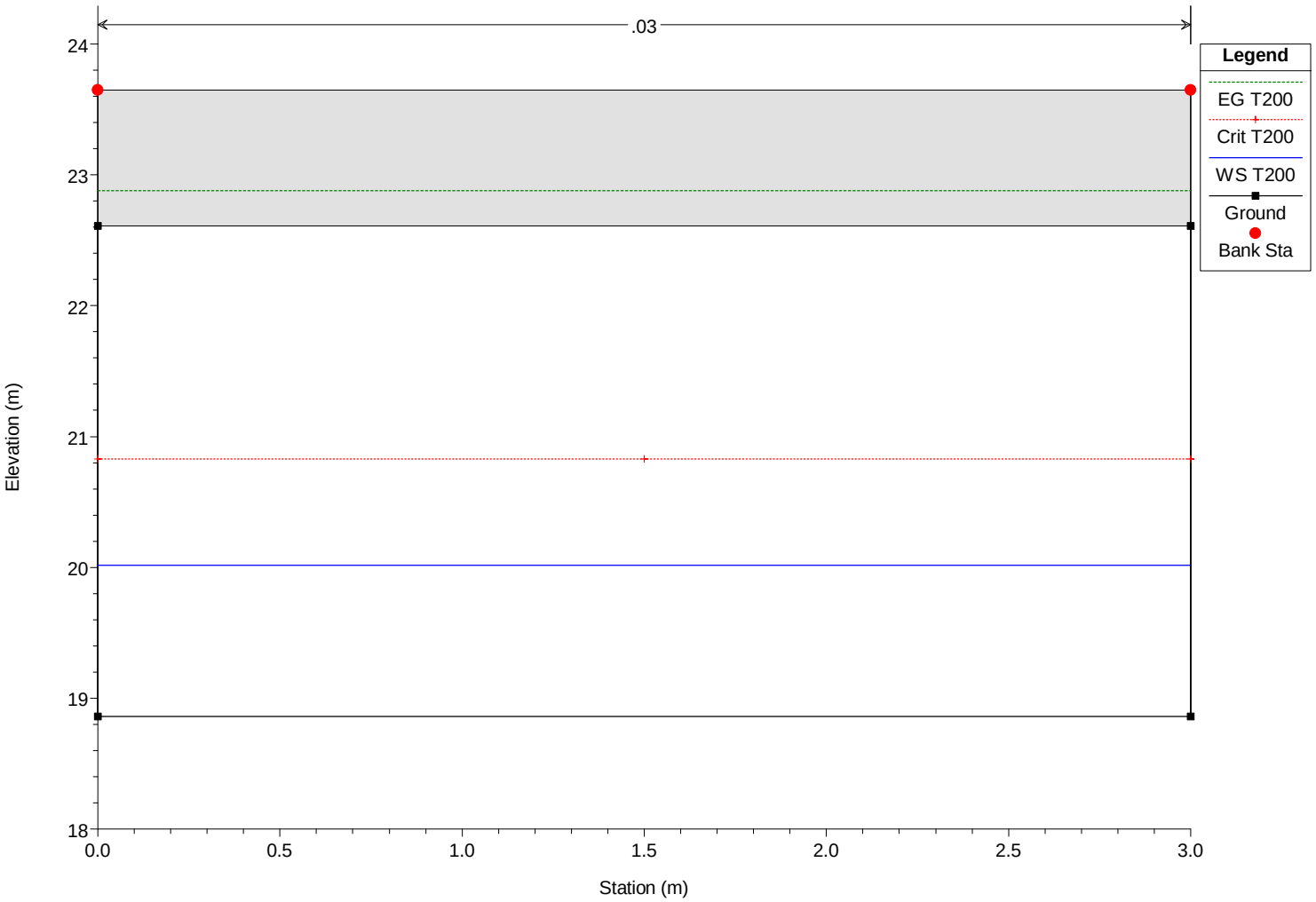
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 20.2 20



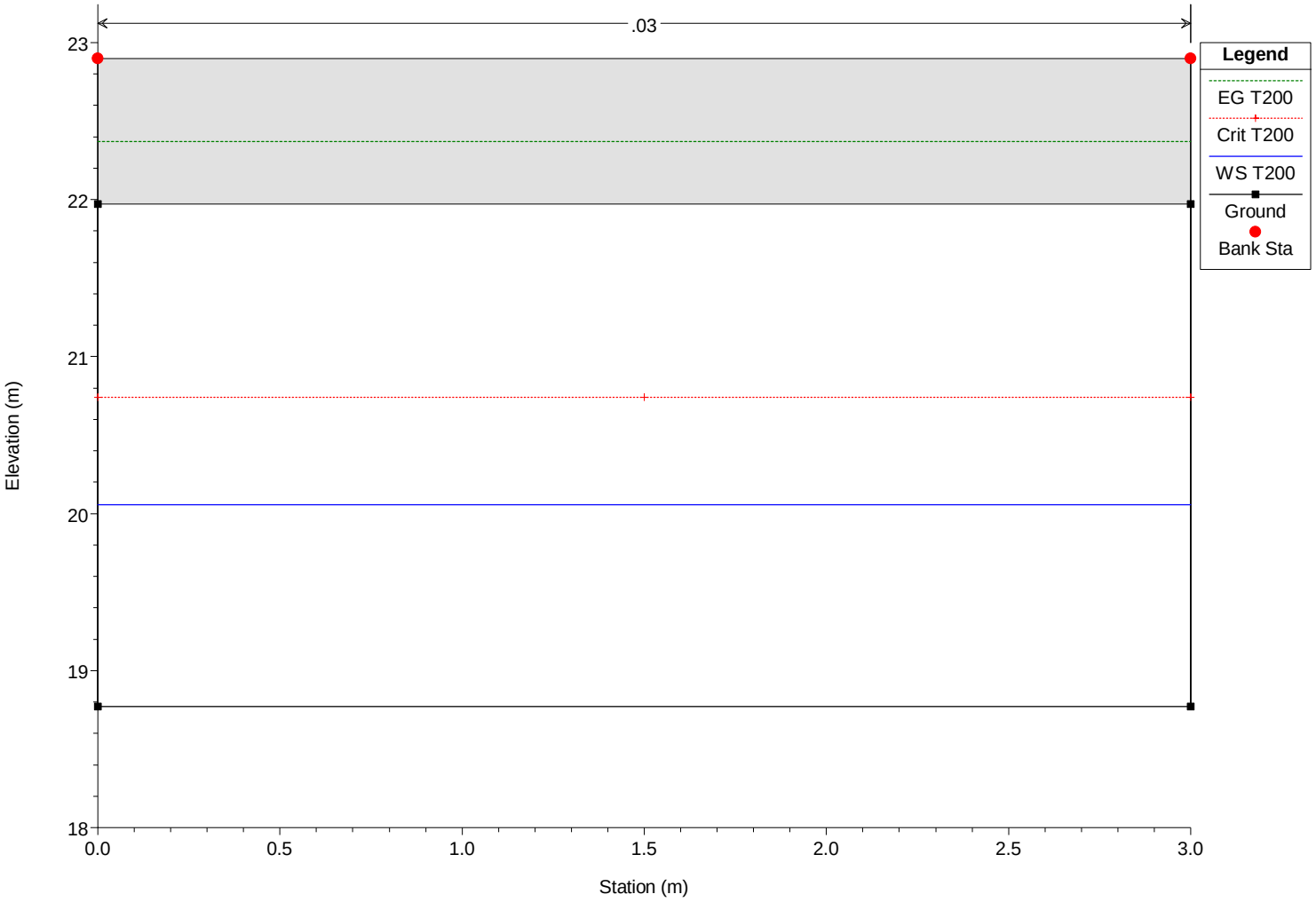
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 20.15 20



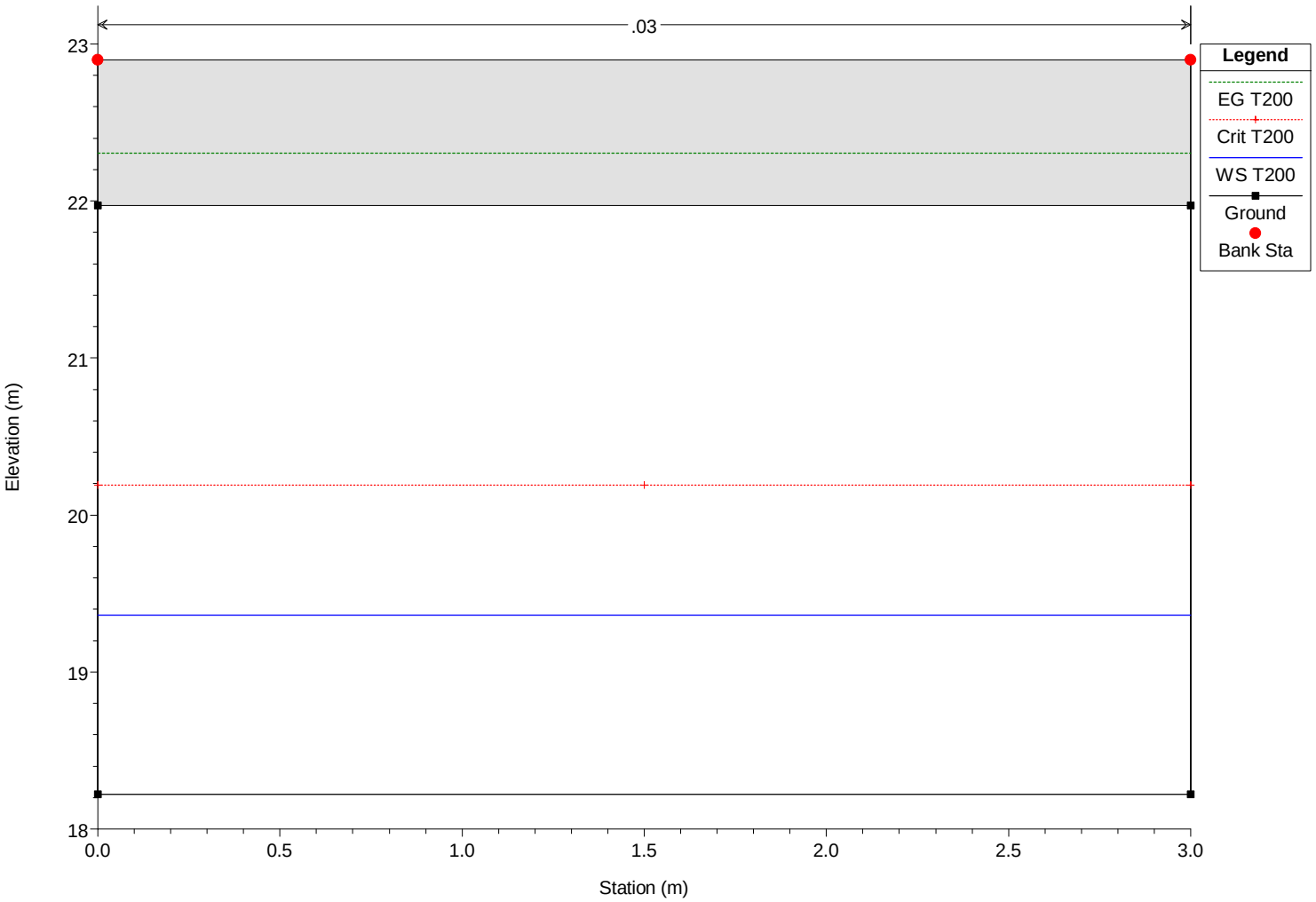
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 20.1 20



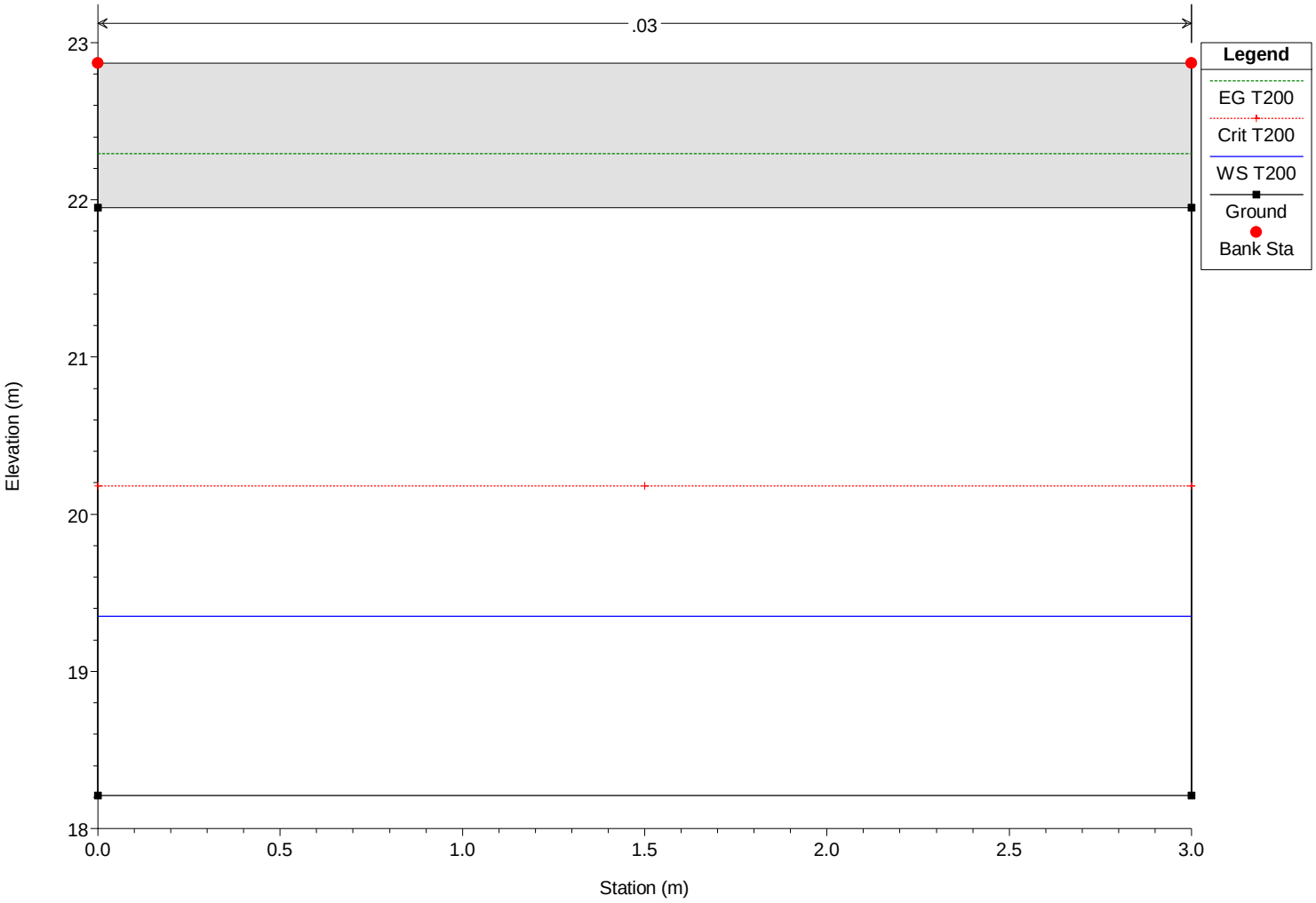
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 20.05 20



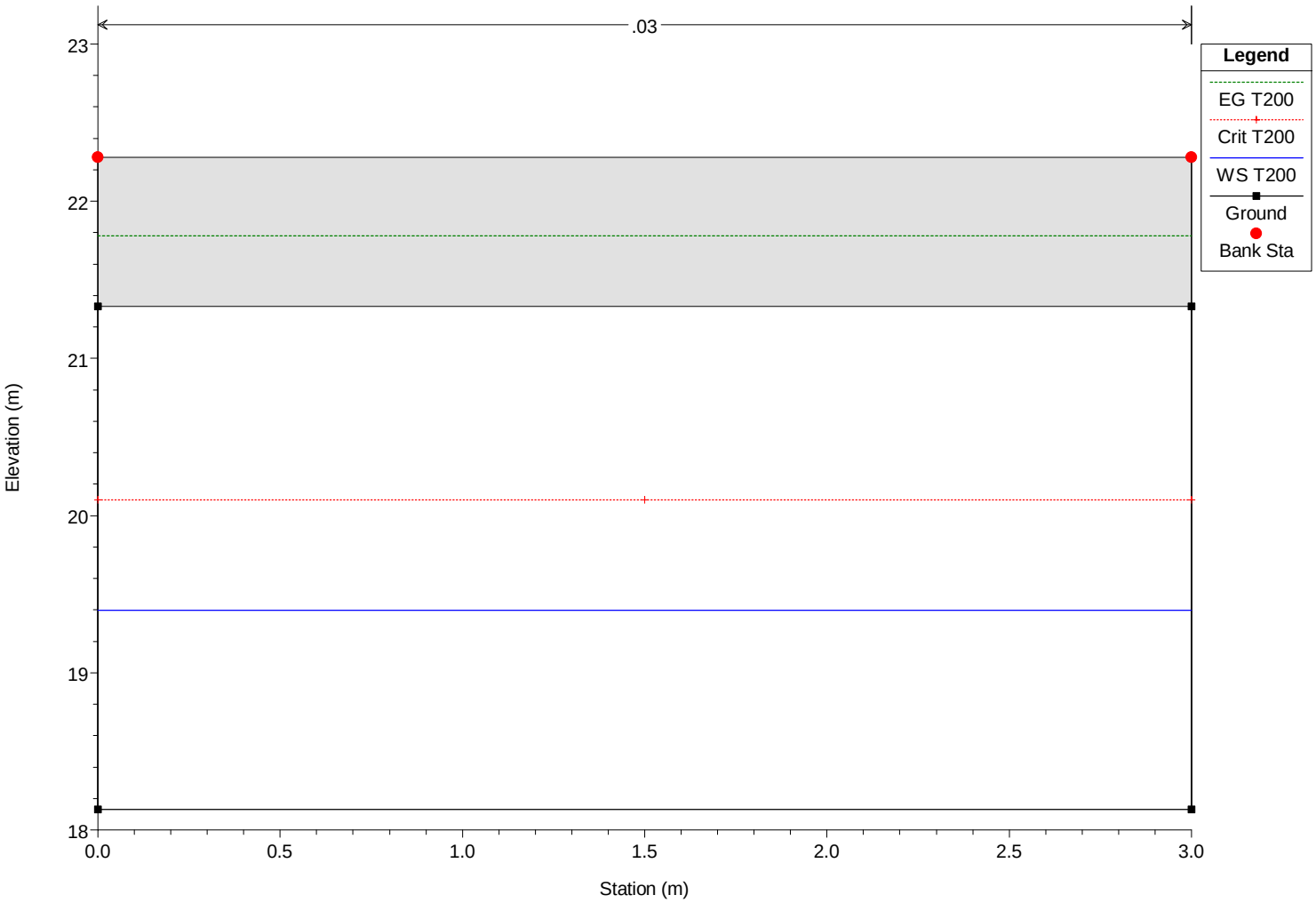
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 20 20



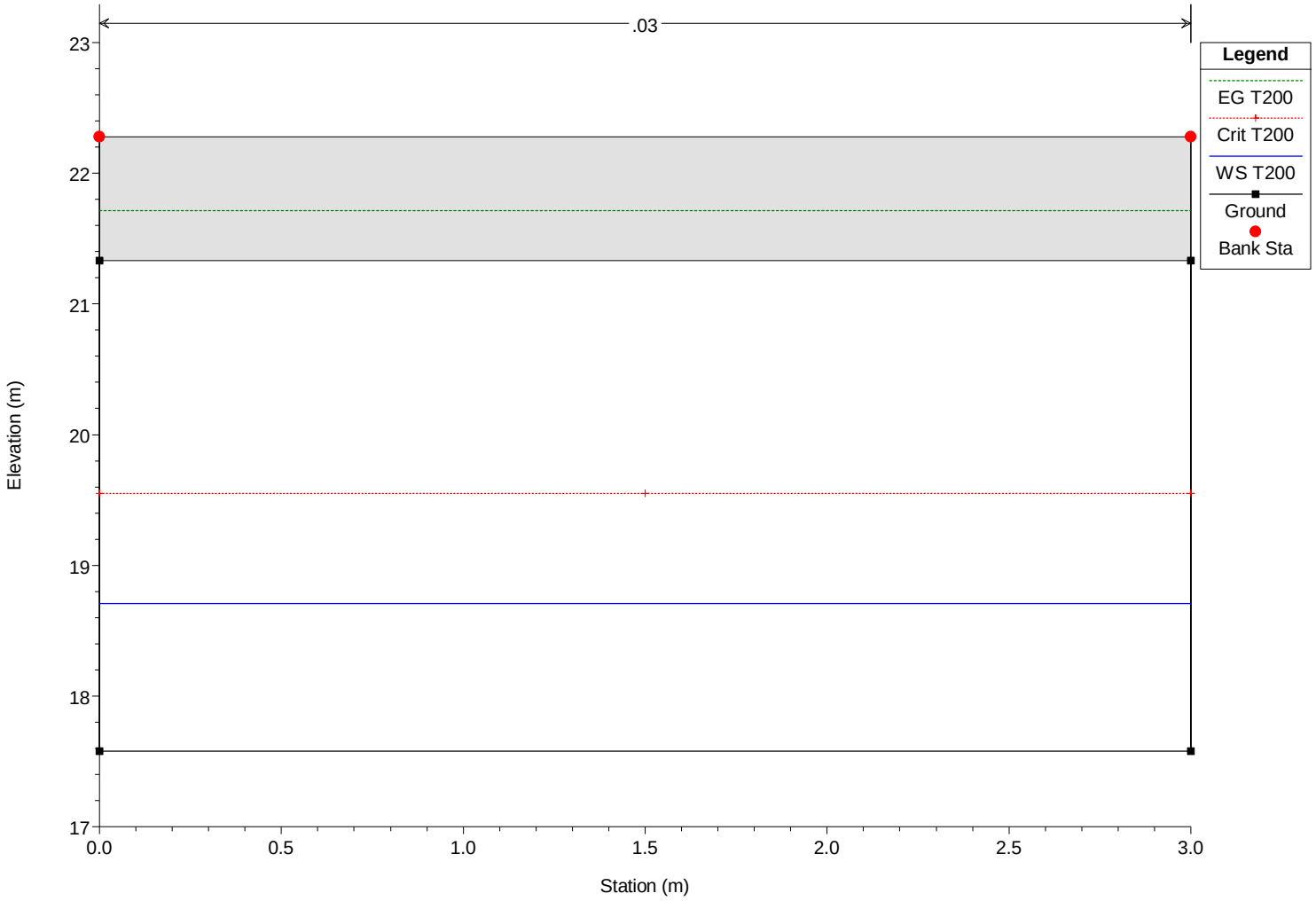
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19.7 19



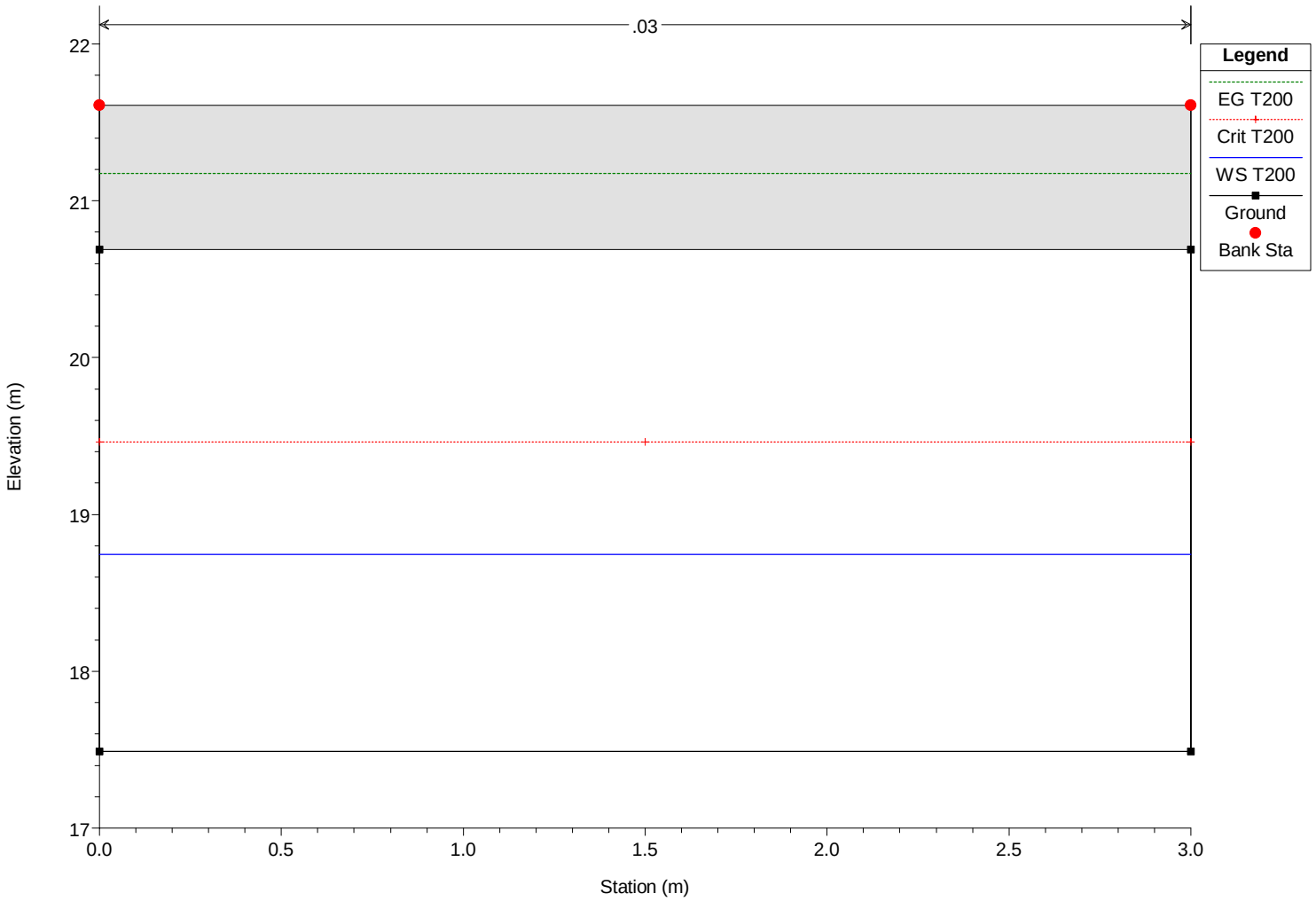
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

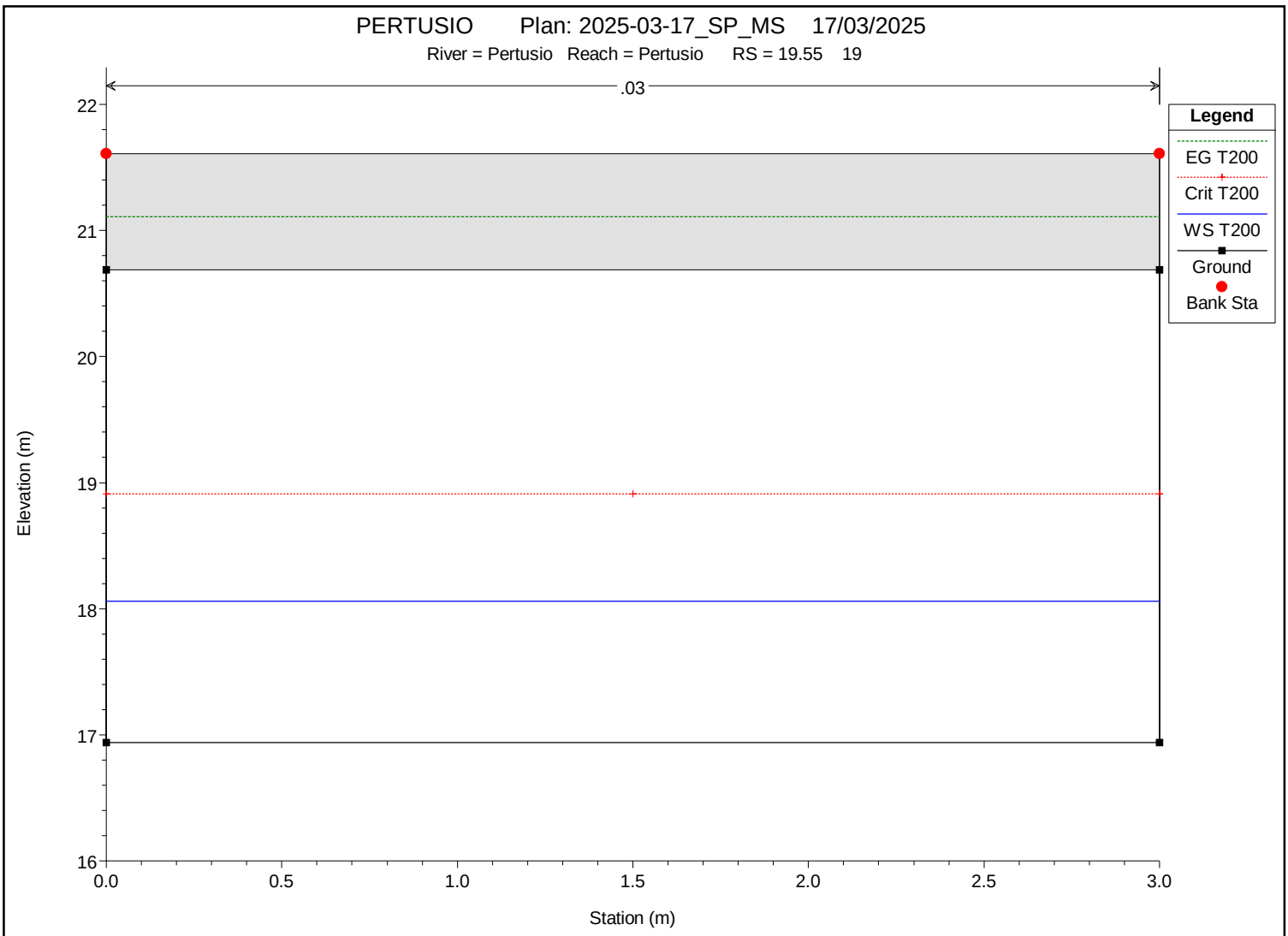
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19.65 19

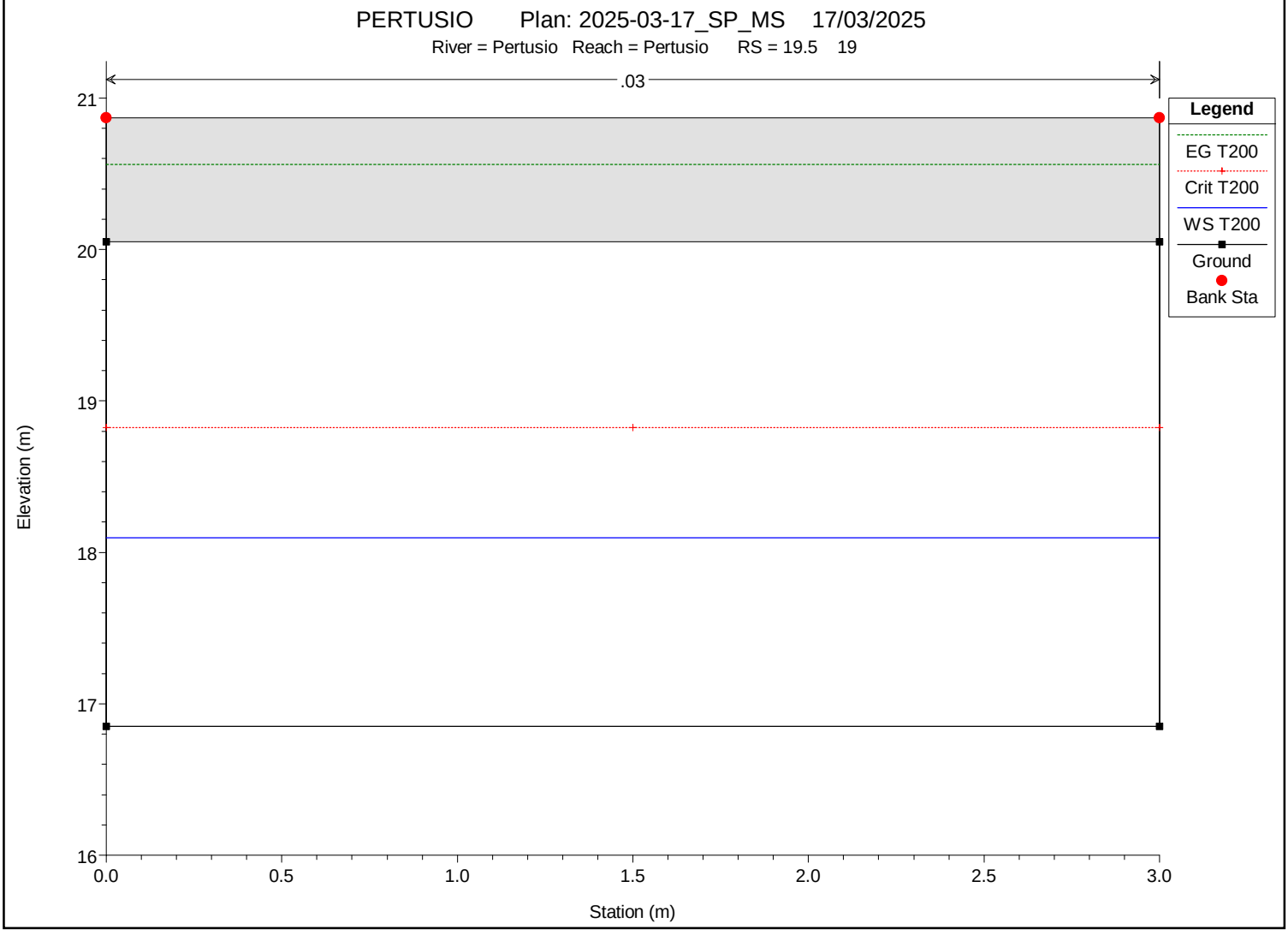


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19.6 19

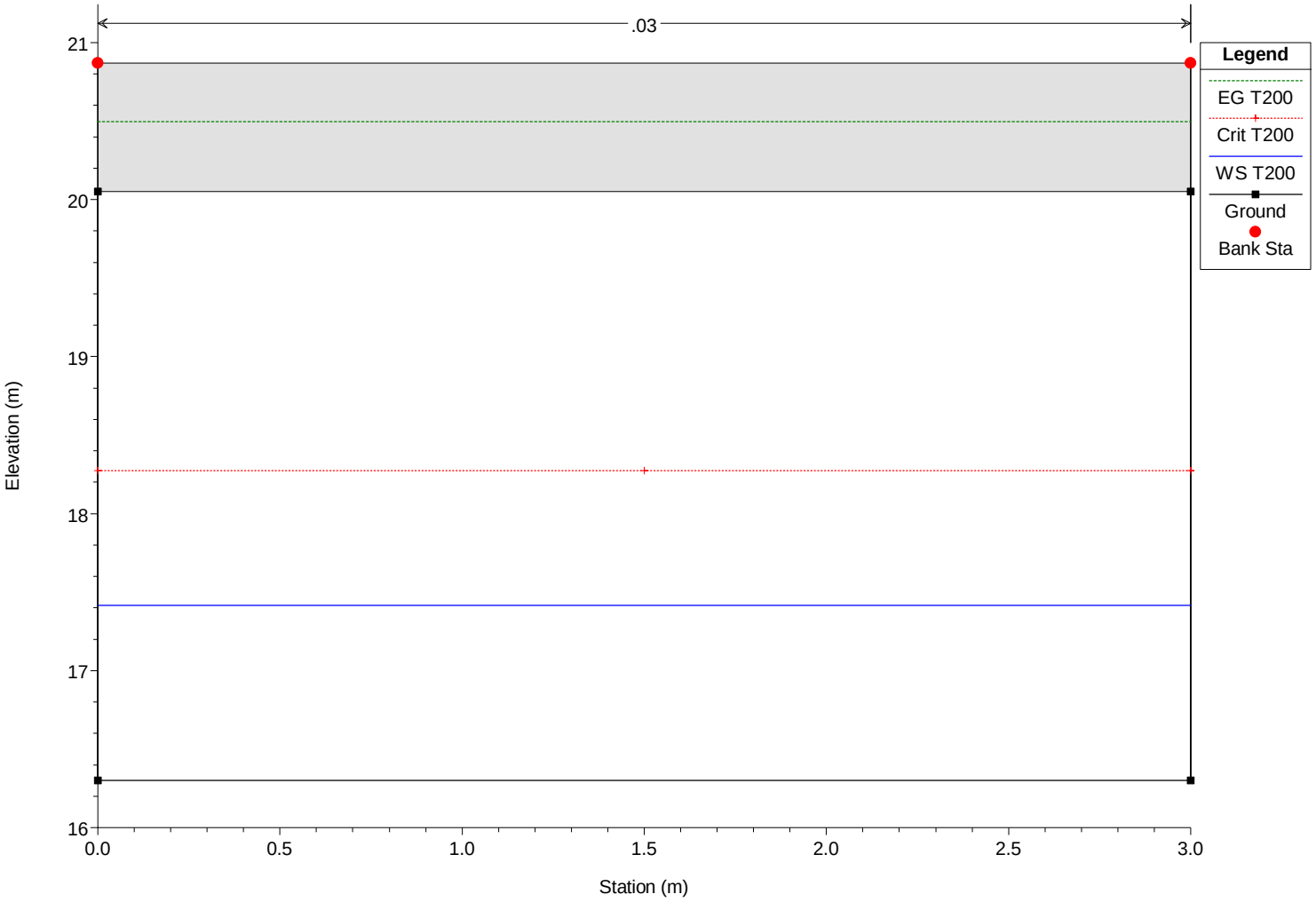



PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19.55 19
.03
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
22
21
20
19
18
17
16
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19.5 19
.03
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
21
20
19
18
17
16
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0

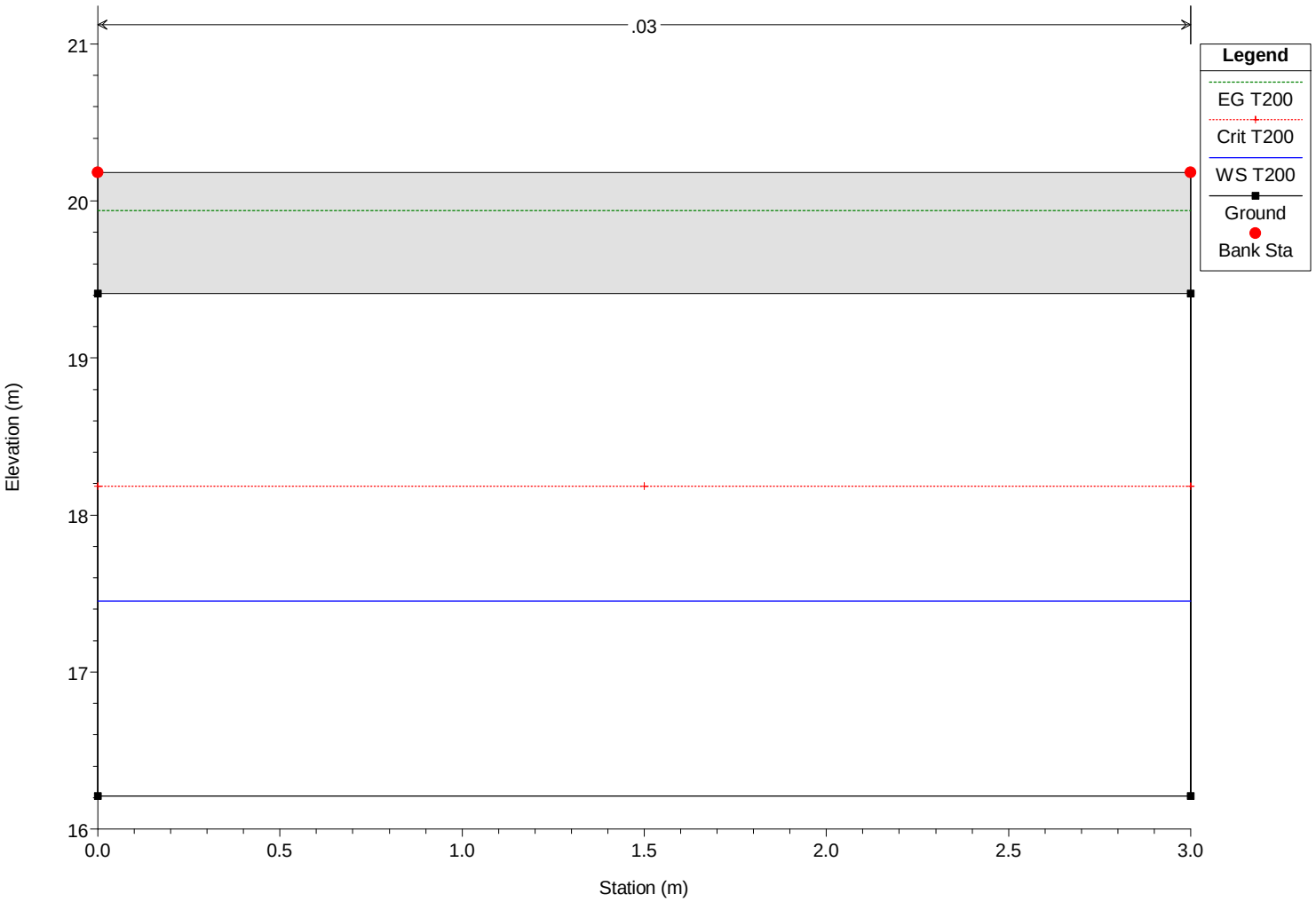
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19.45 19



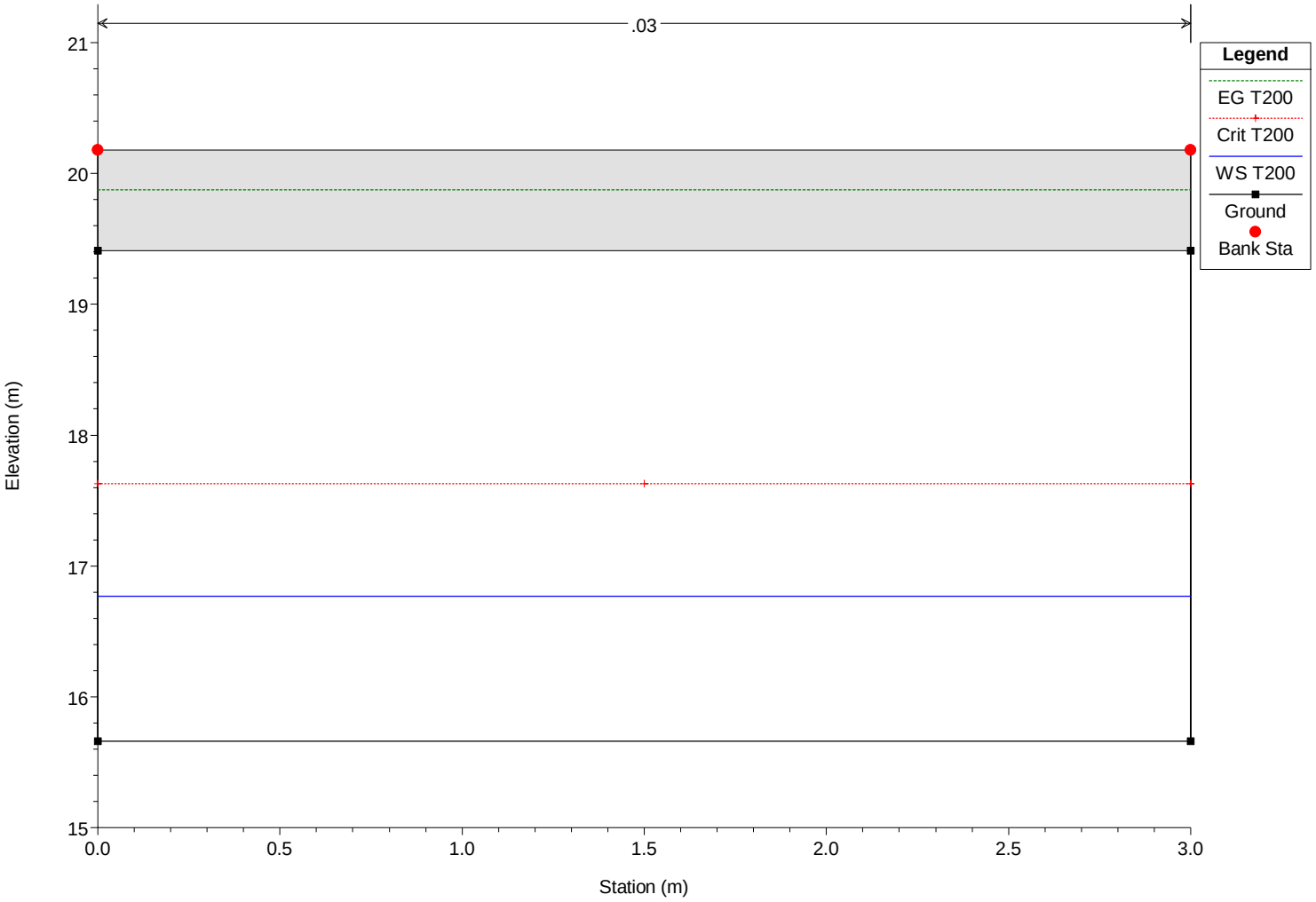
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19.4 19



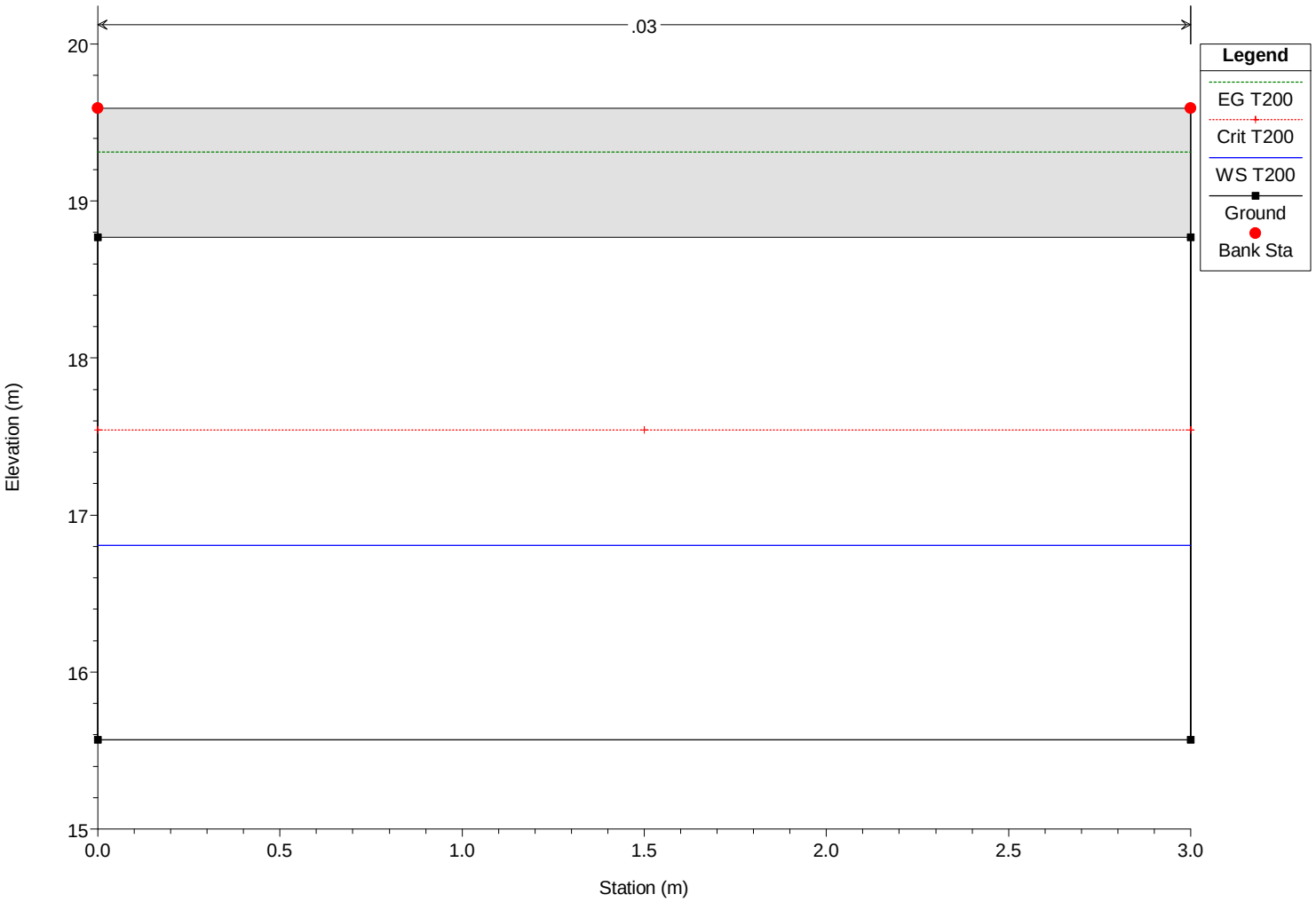
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19.35 19



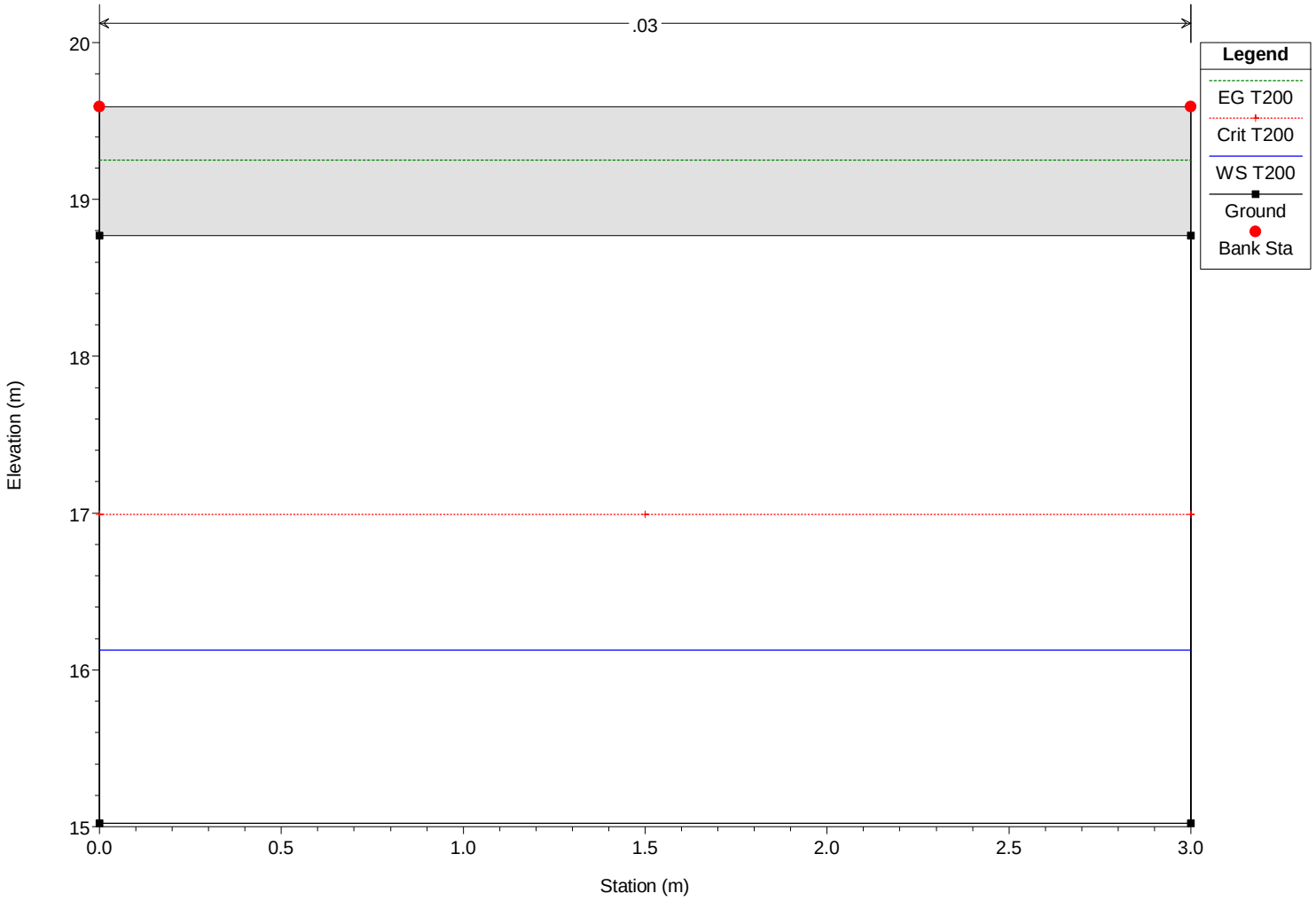
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19.3 19



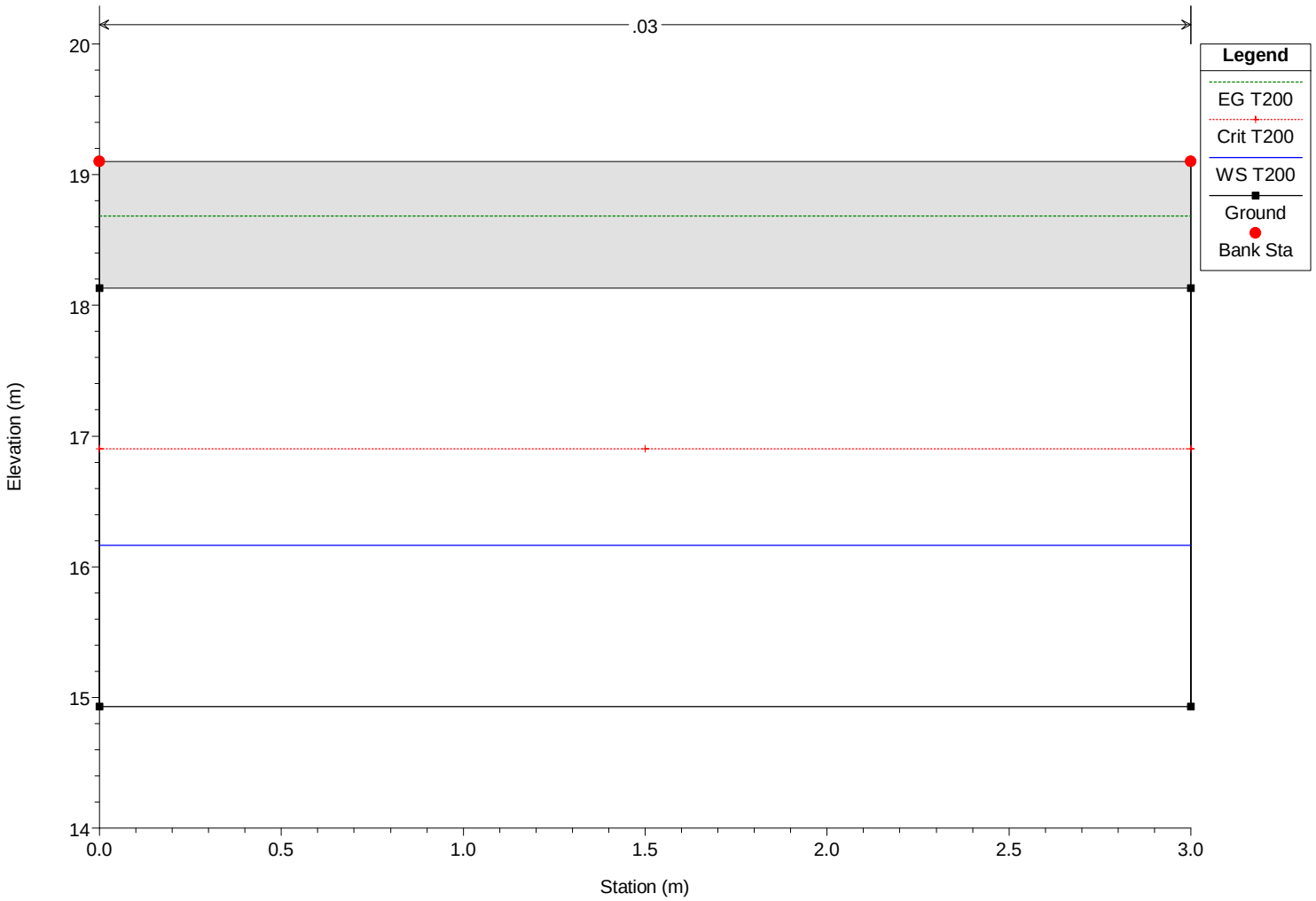
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

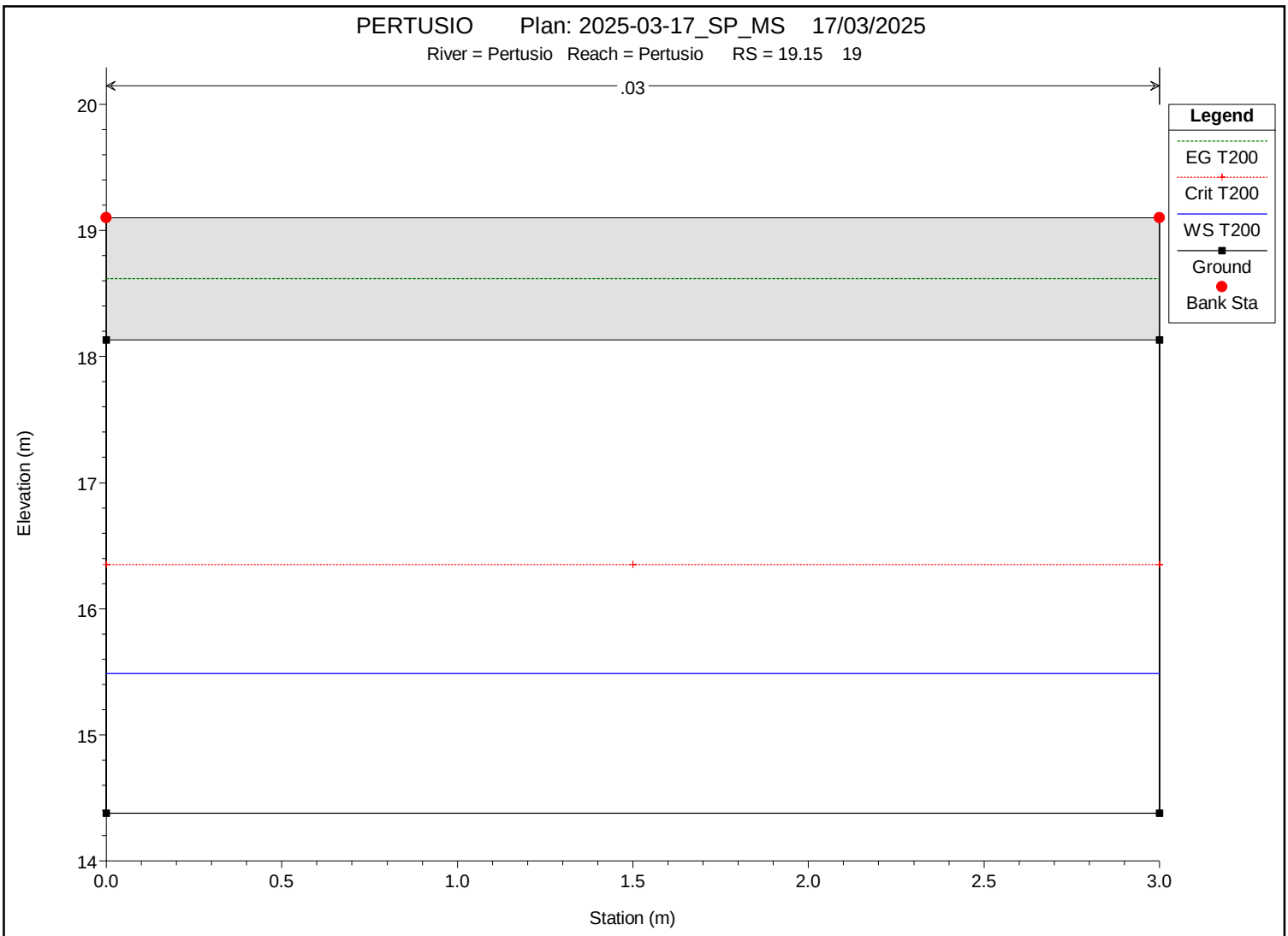
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19.25 19

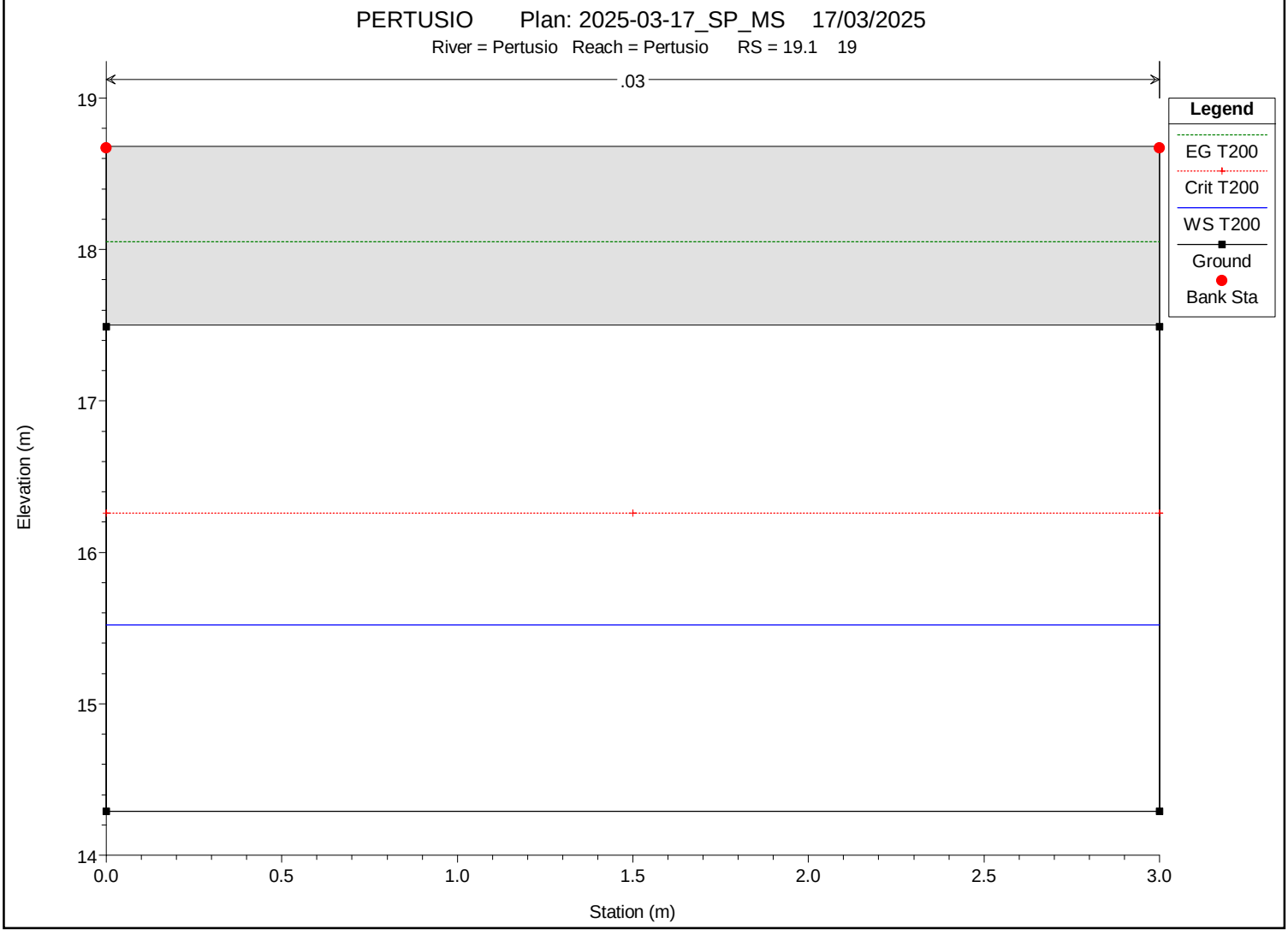


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19.2 19

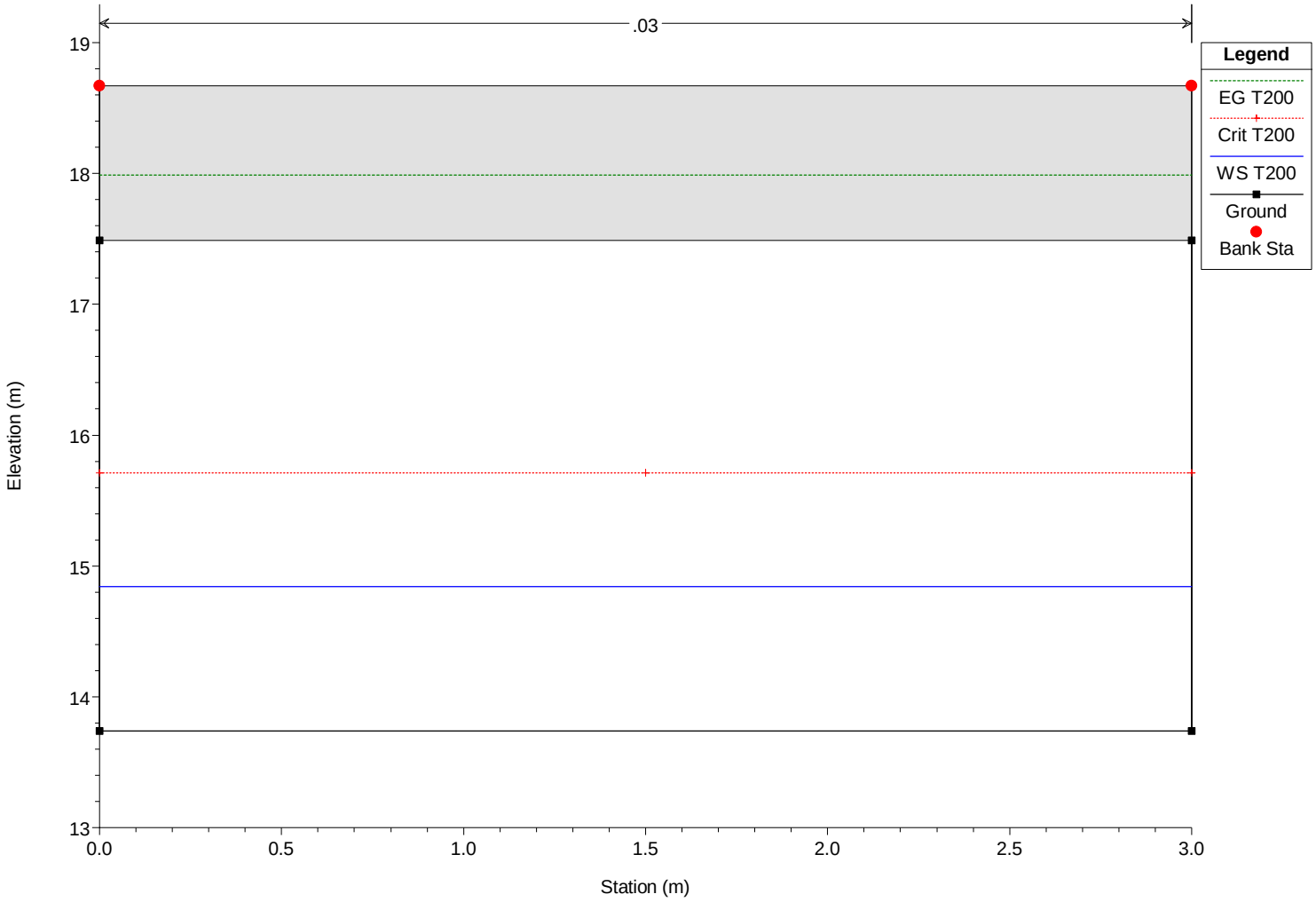



PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19.15 19
.03
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
20
19
18
17
16
15
14
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19.1 19
.03
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
19
18
17
16
15
14
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0

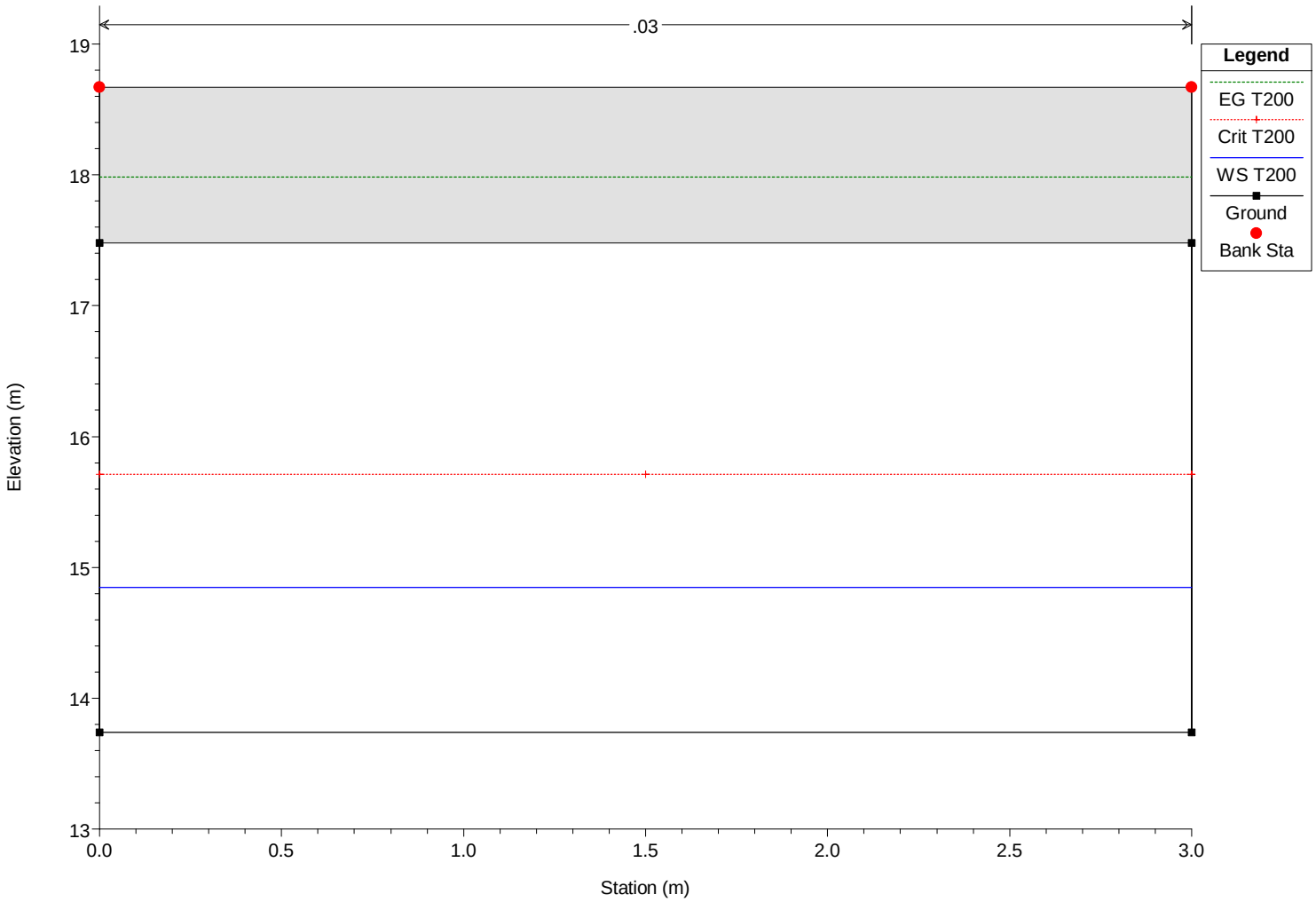
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19.05



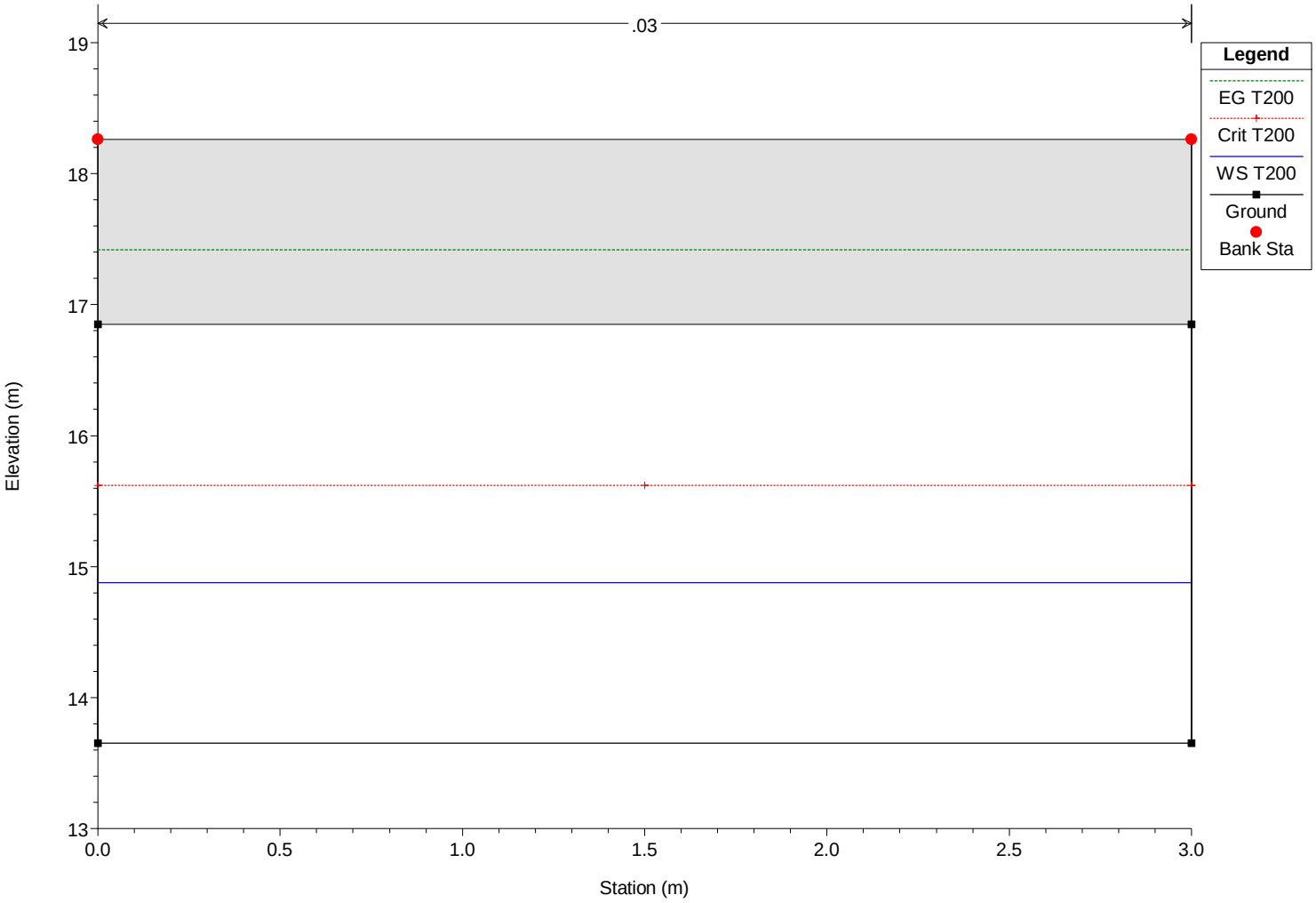
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 19 19



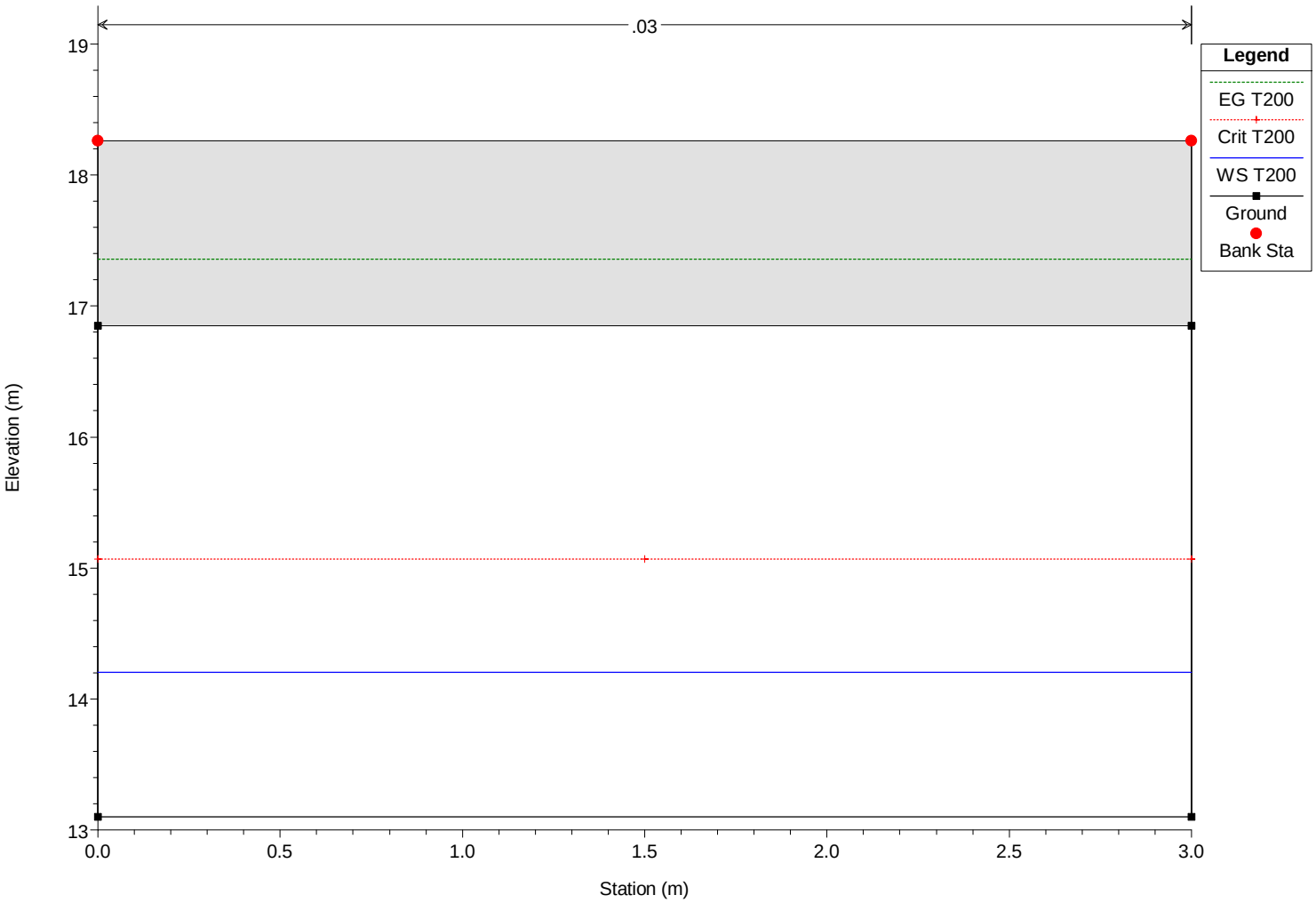
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 18.4



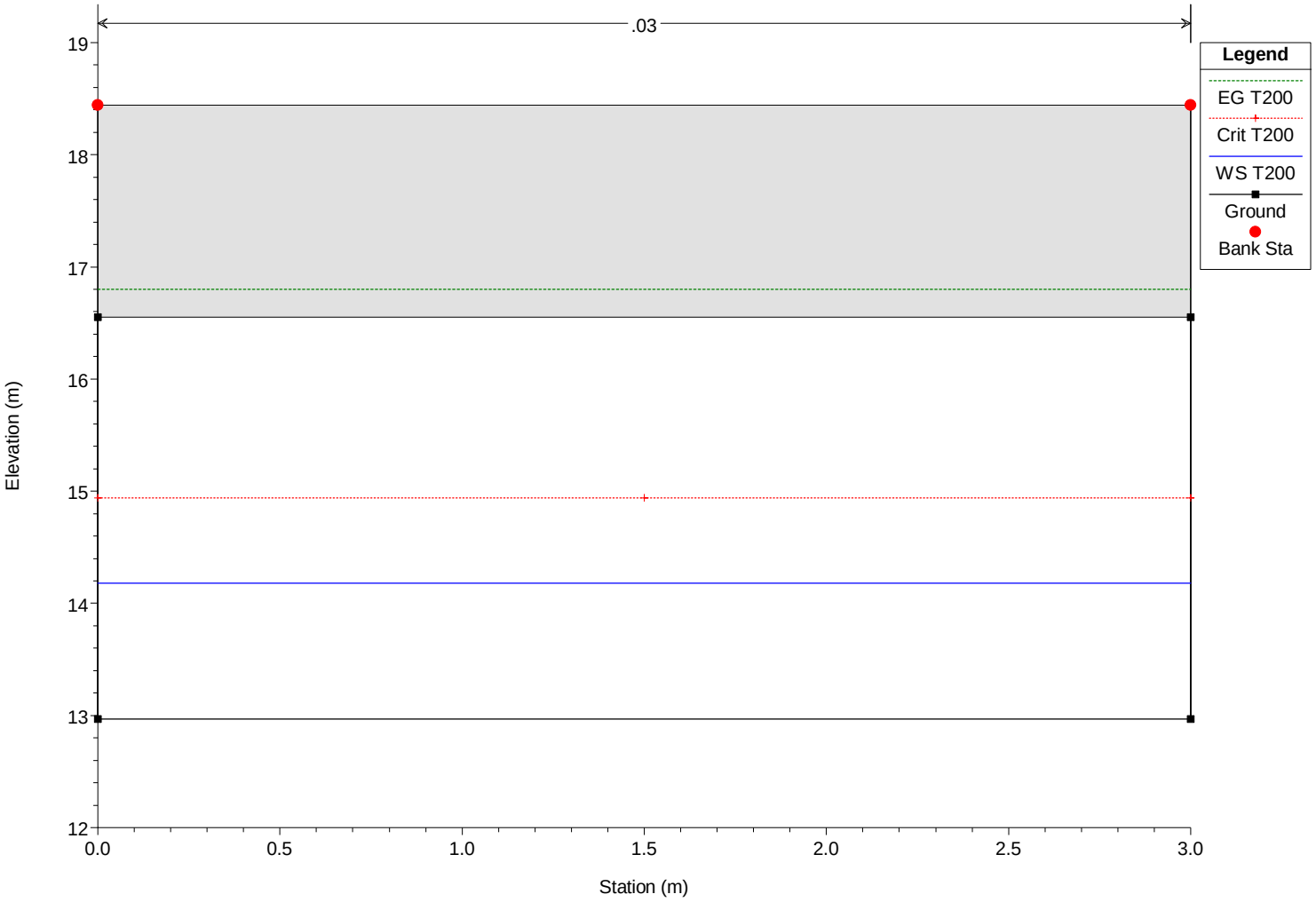
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 18.3



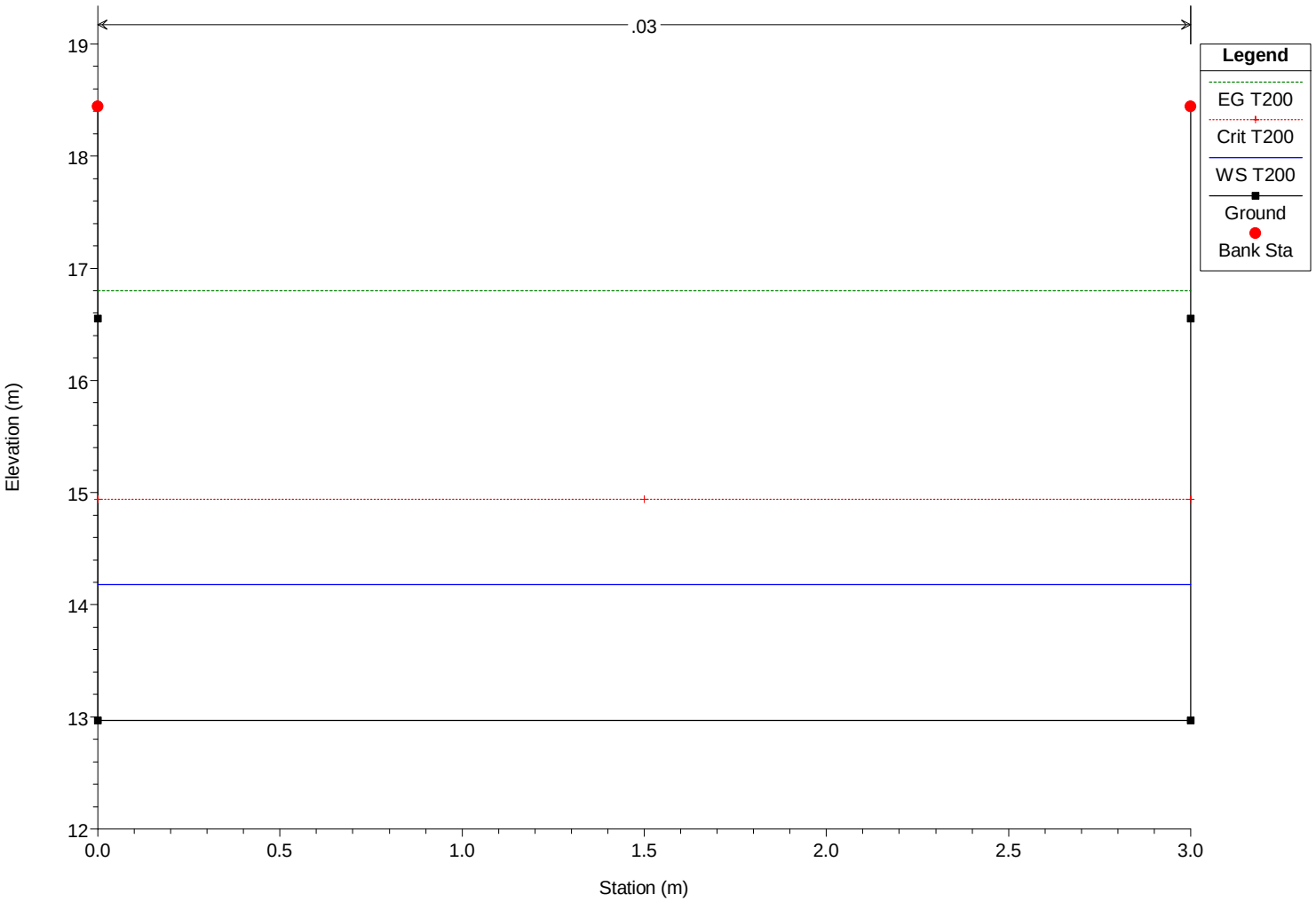
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 18.24



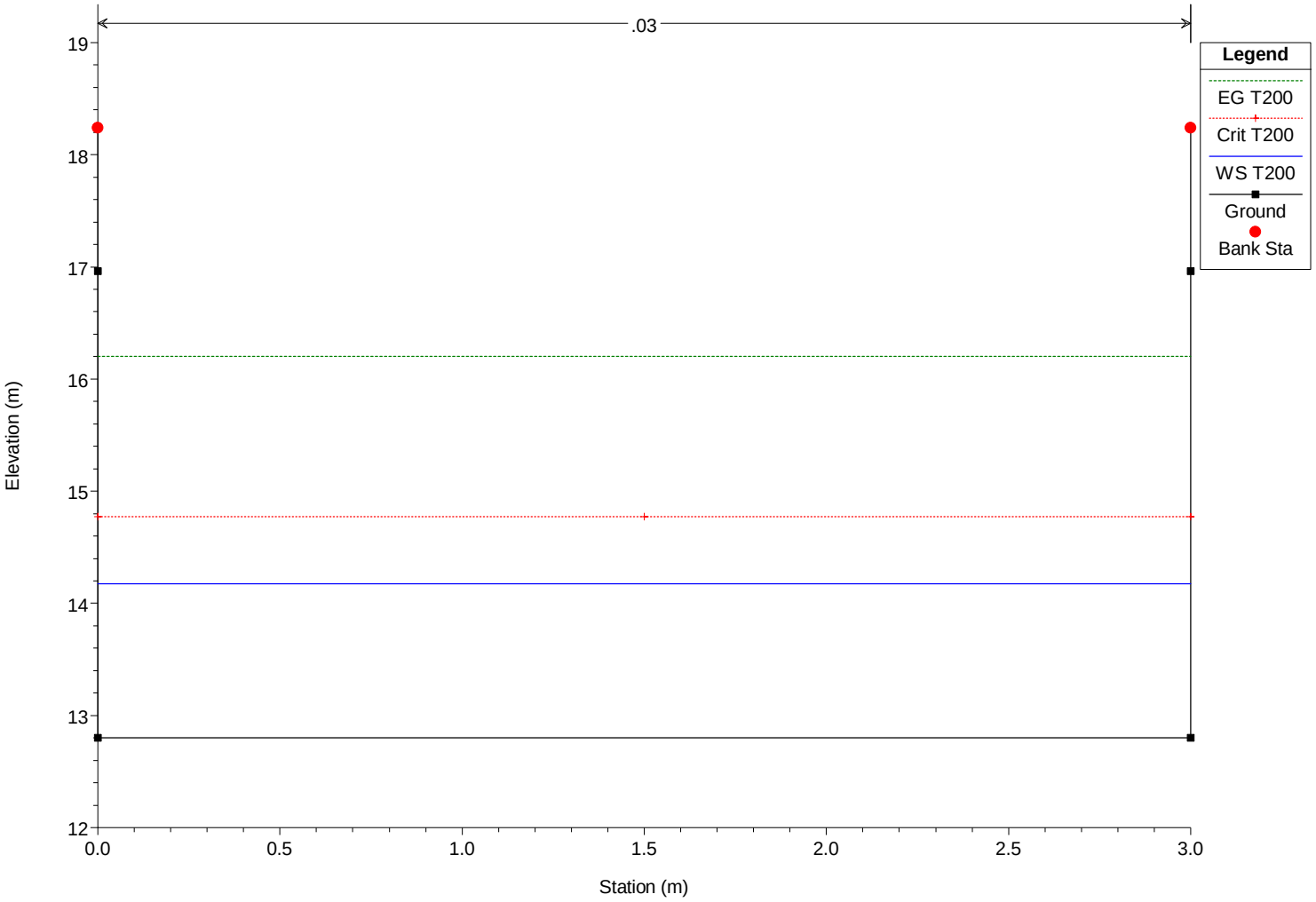
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 18.23



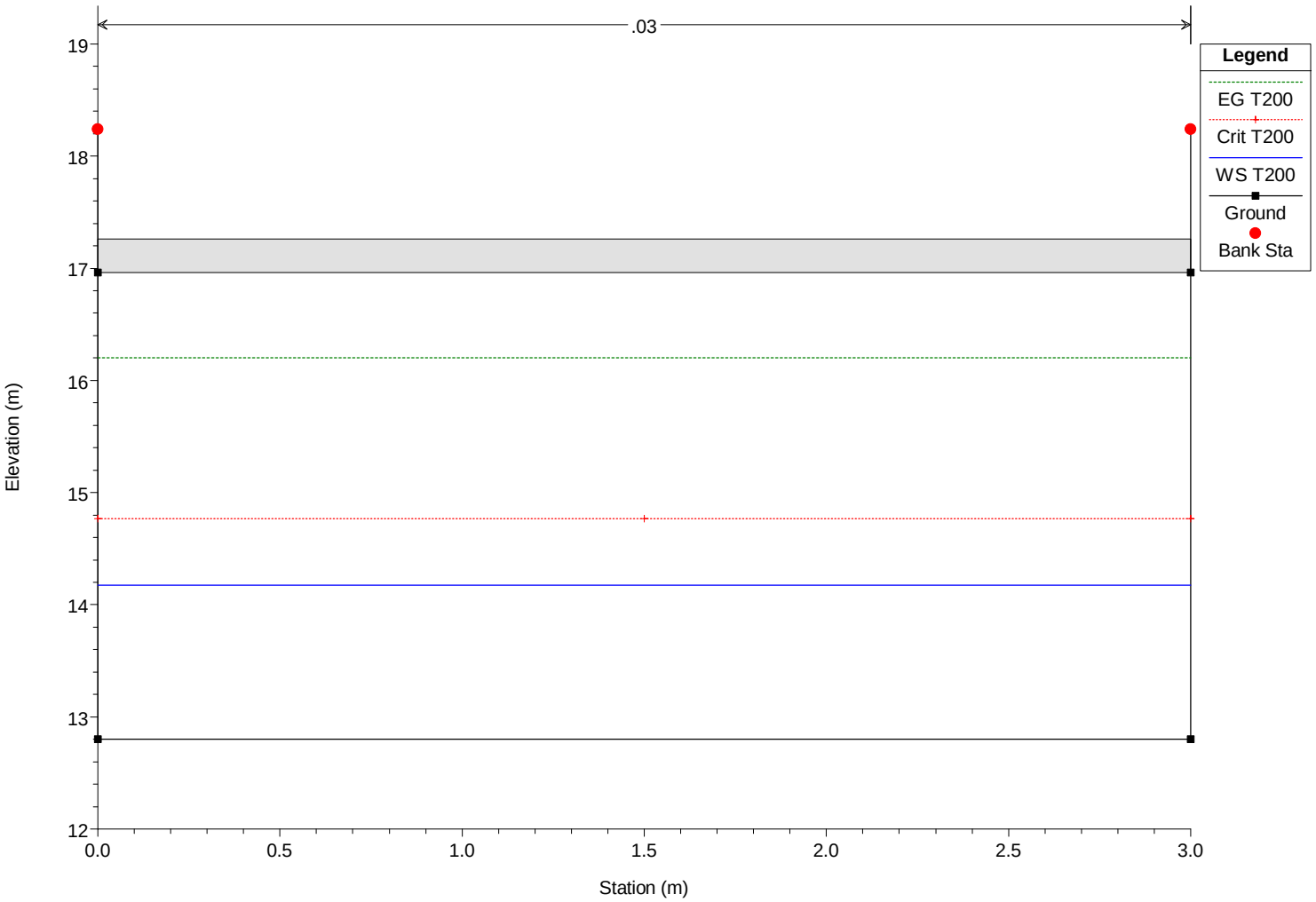
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 18.22



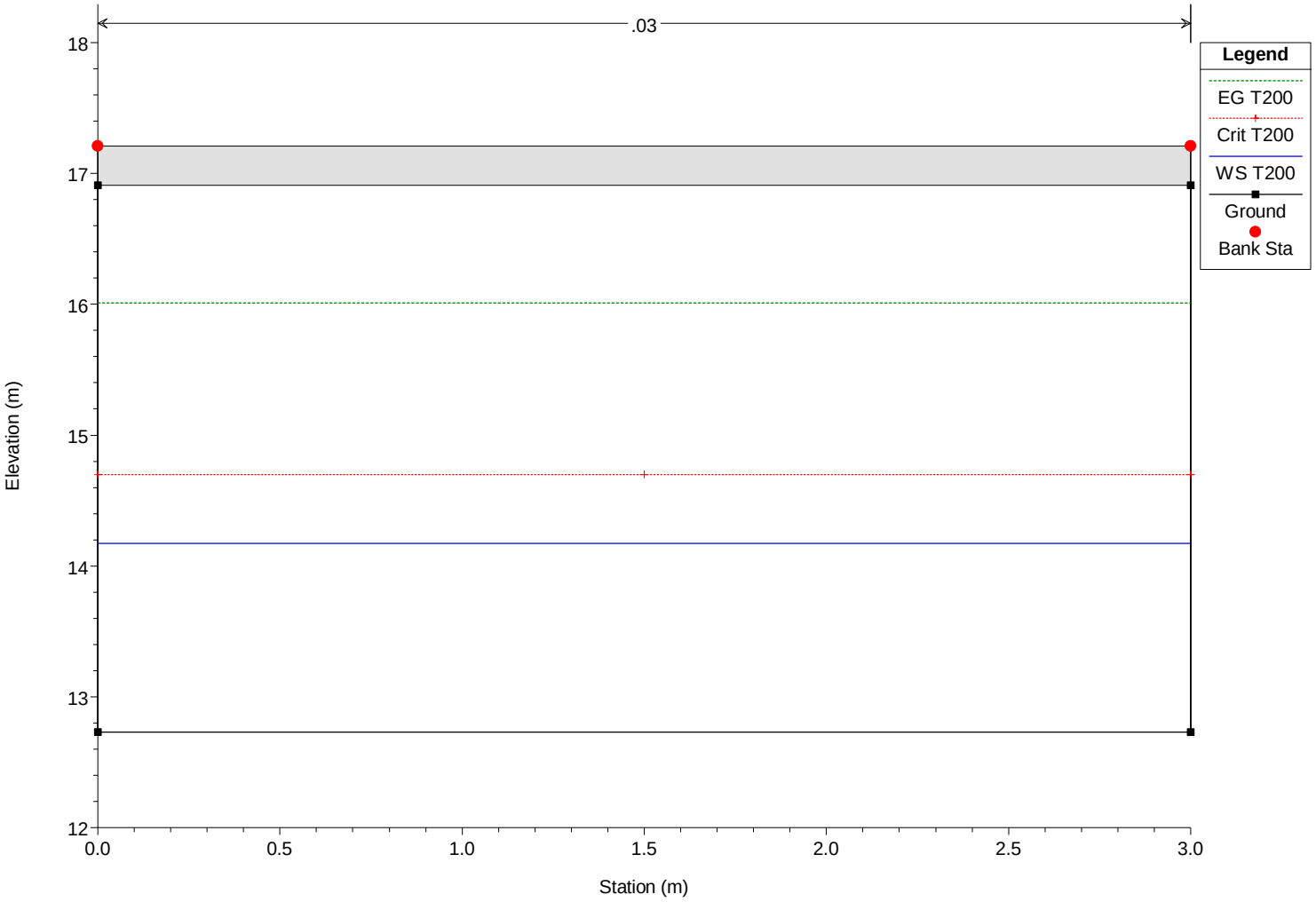
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 18.21



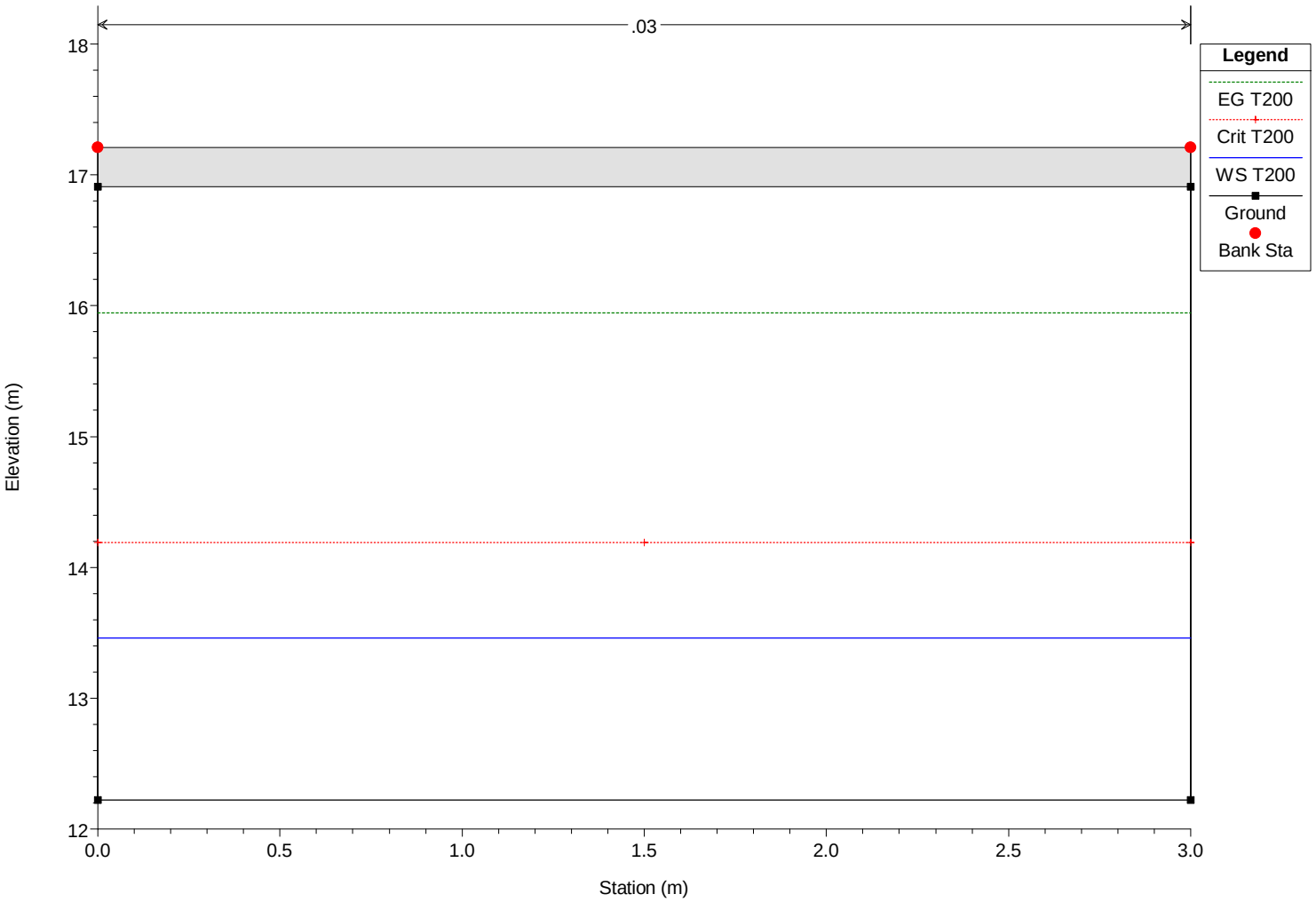
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 18.2



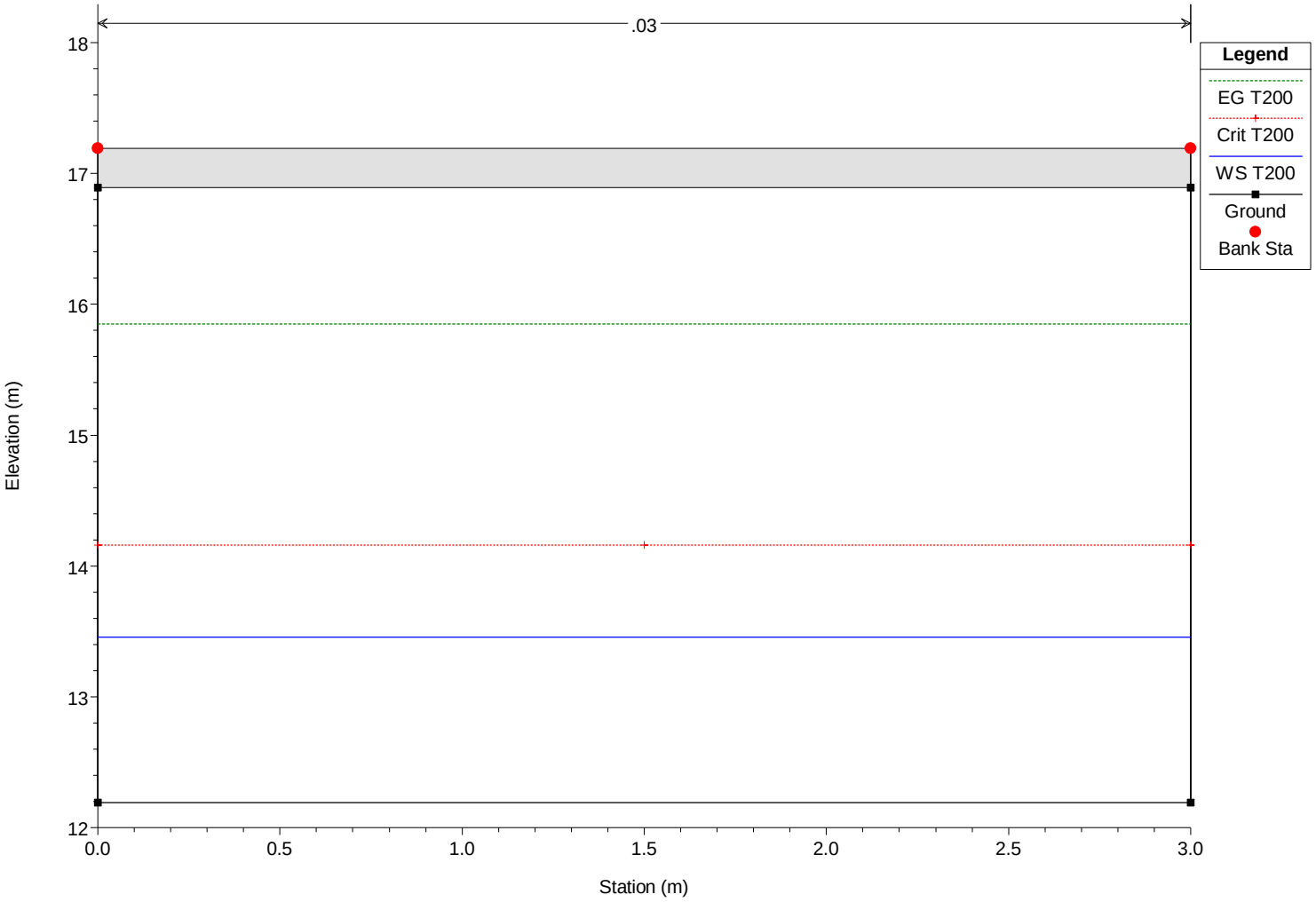
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 18.1



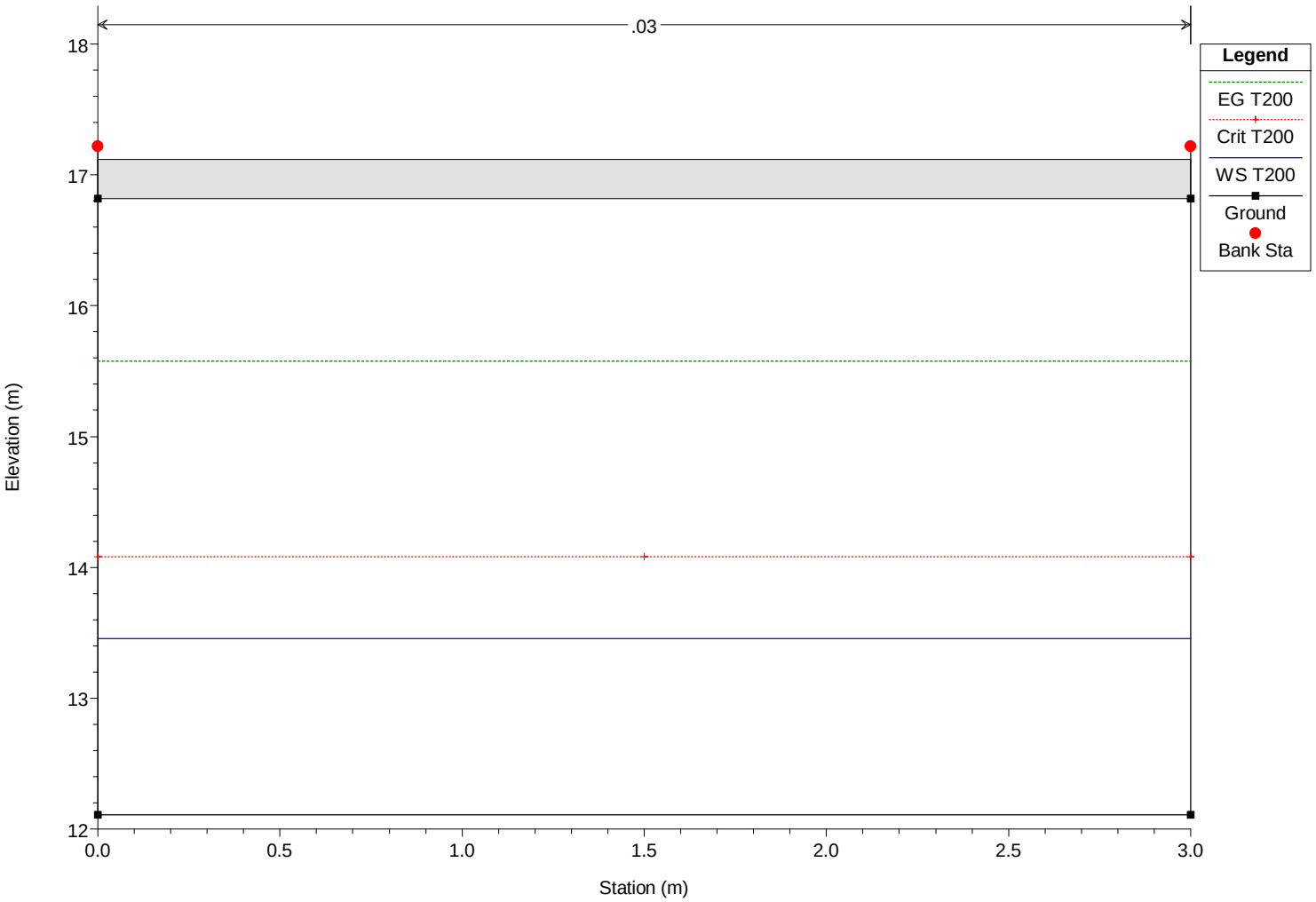
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 18 18



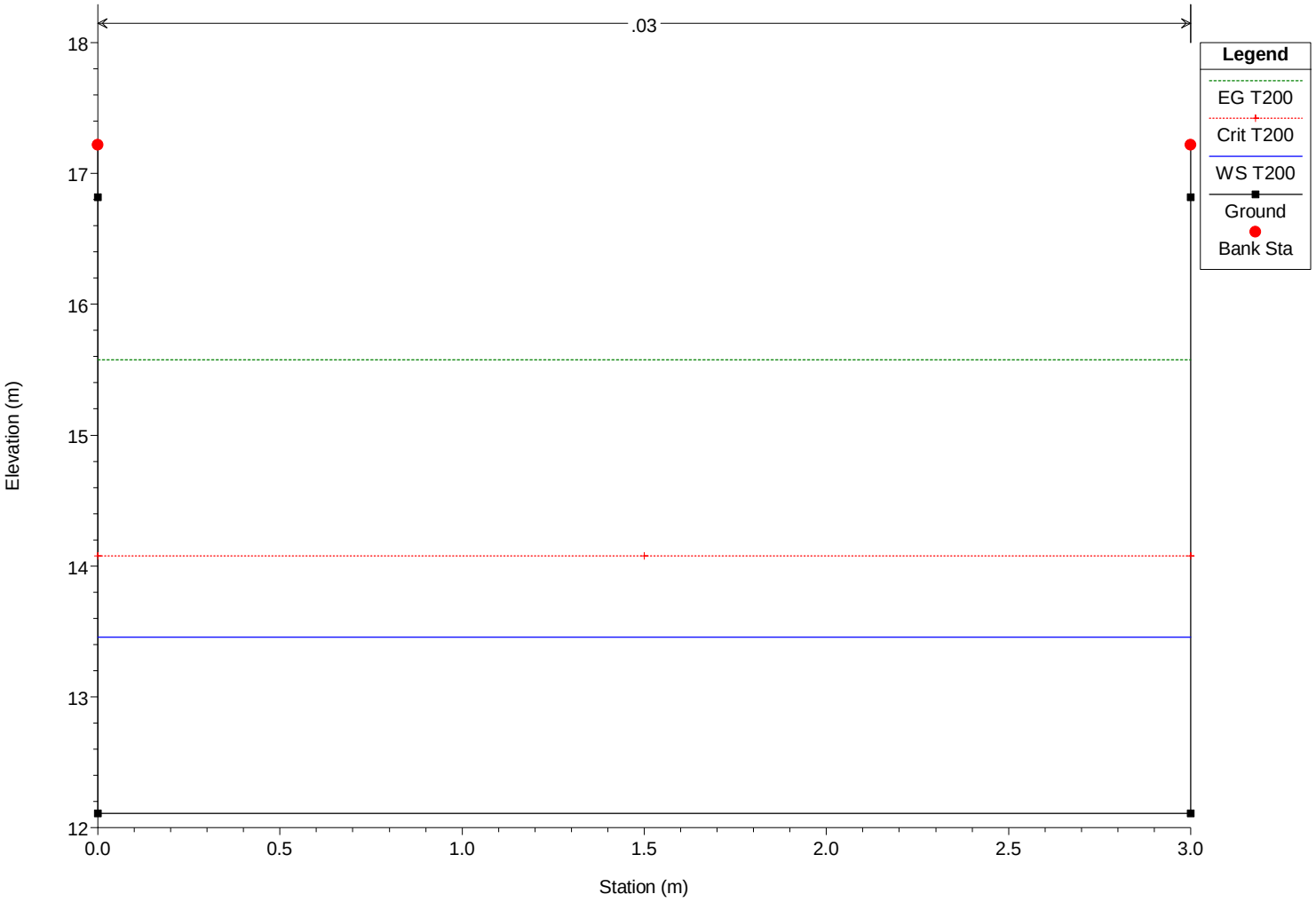
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 17.8



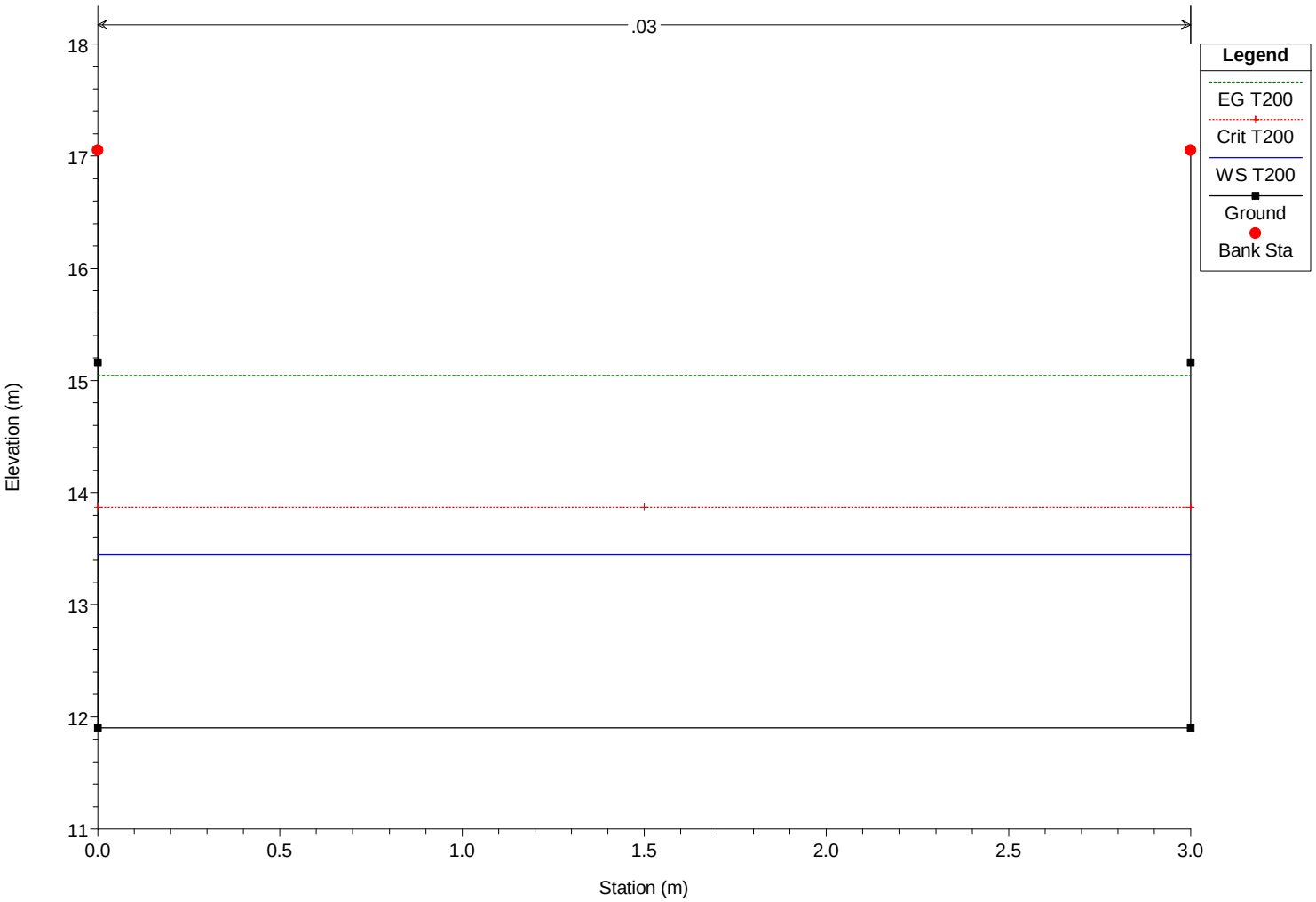
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 17.79



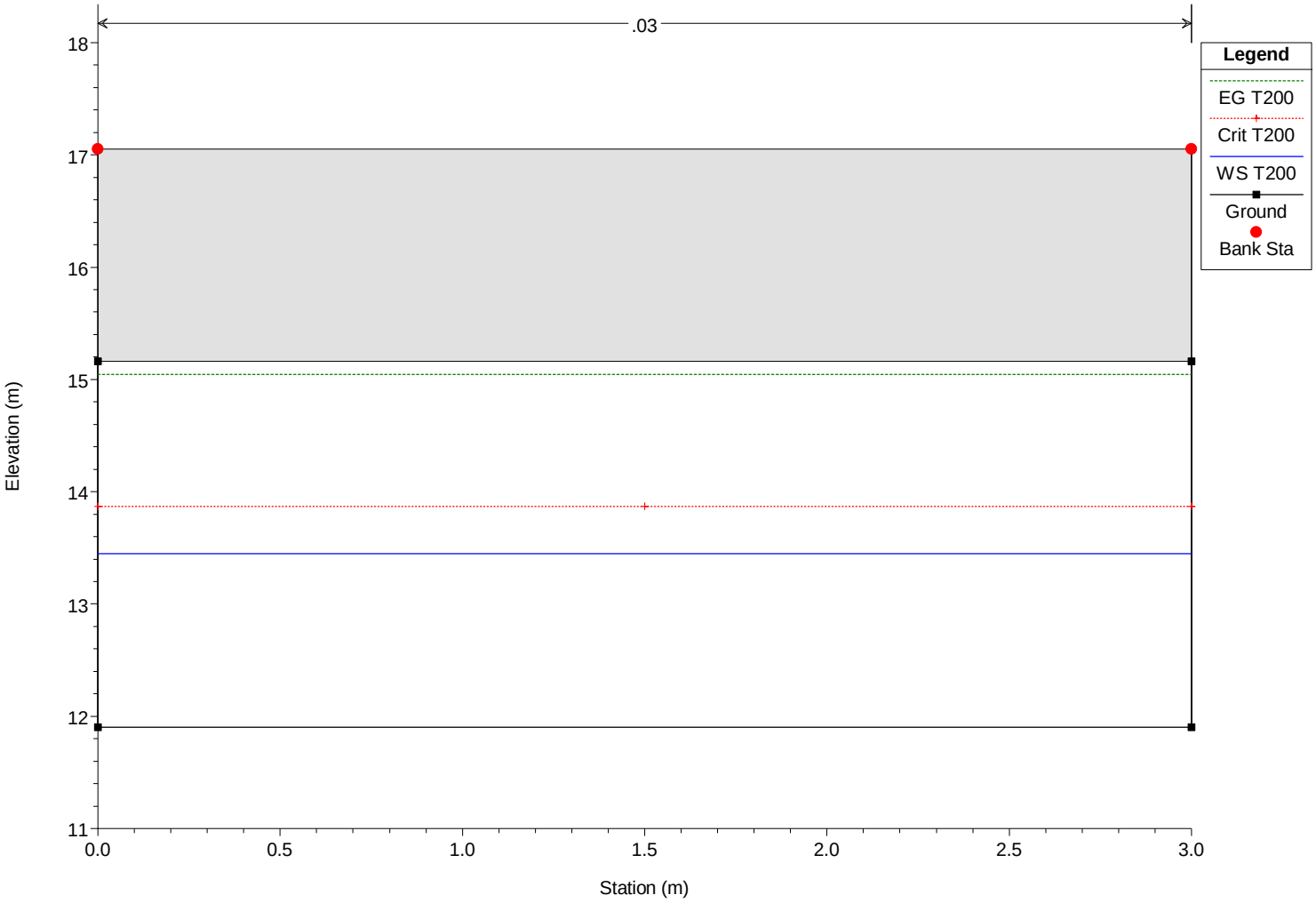
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 17.71



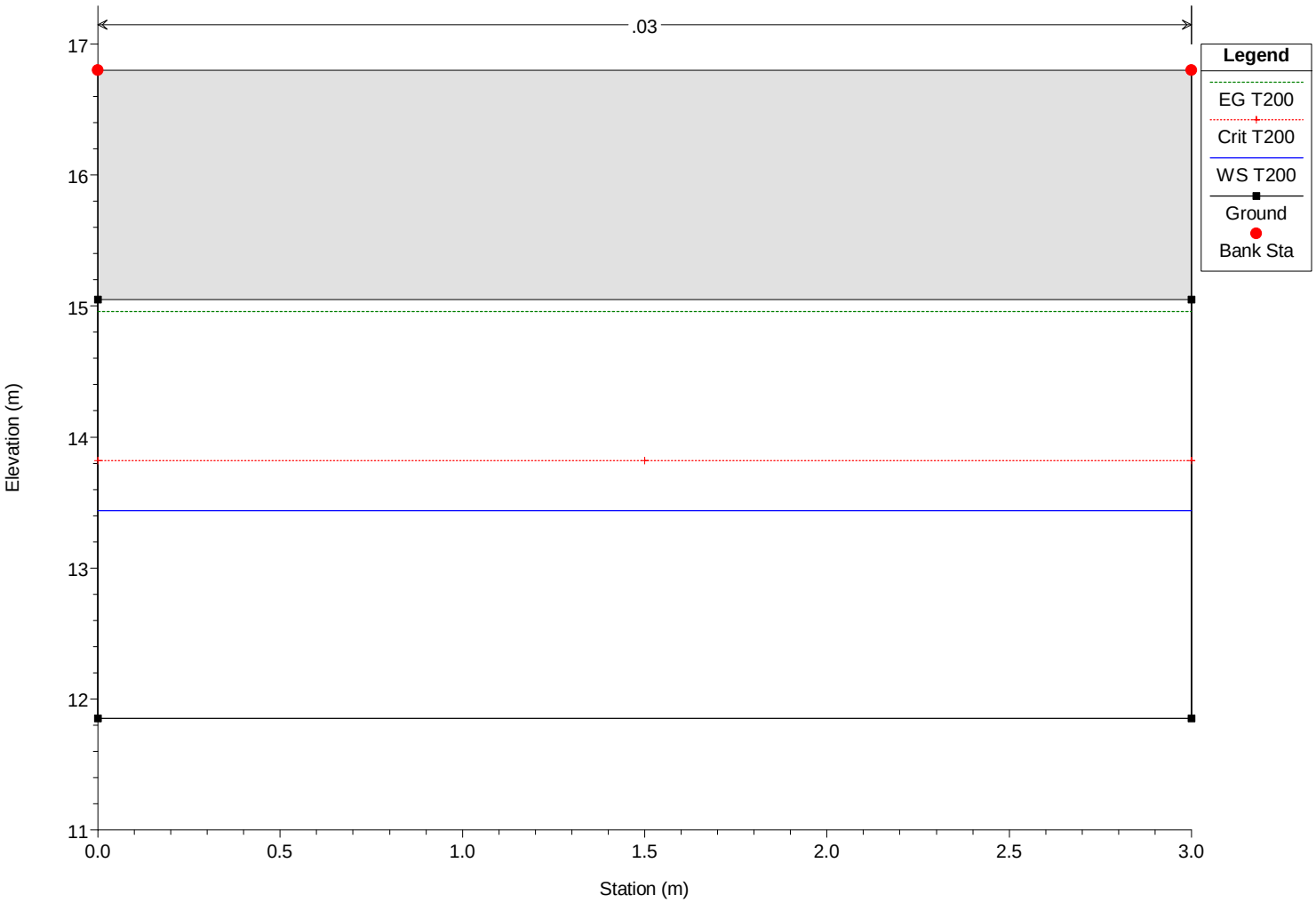
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 17.7



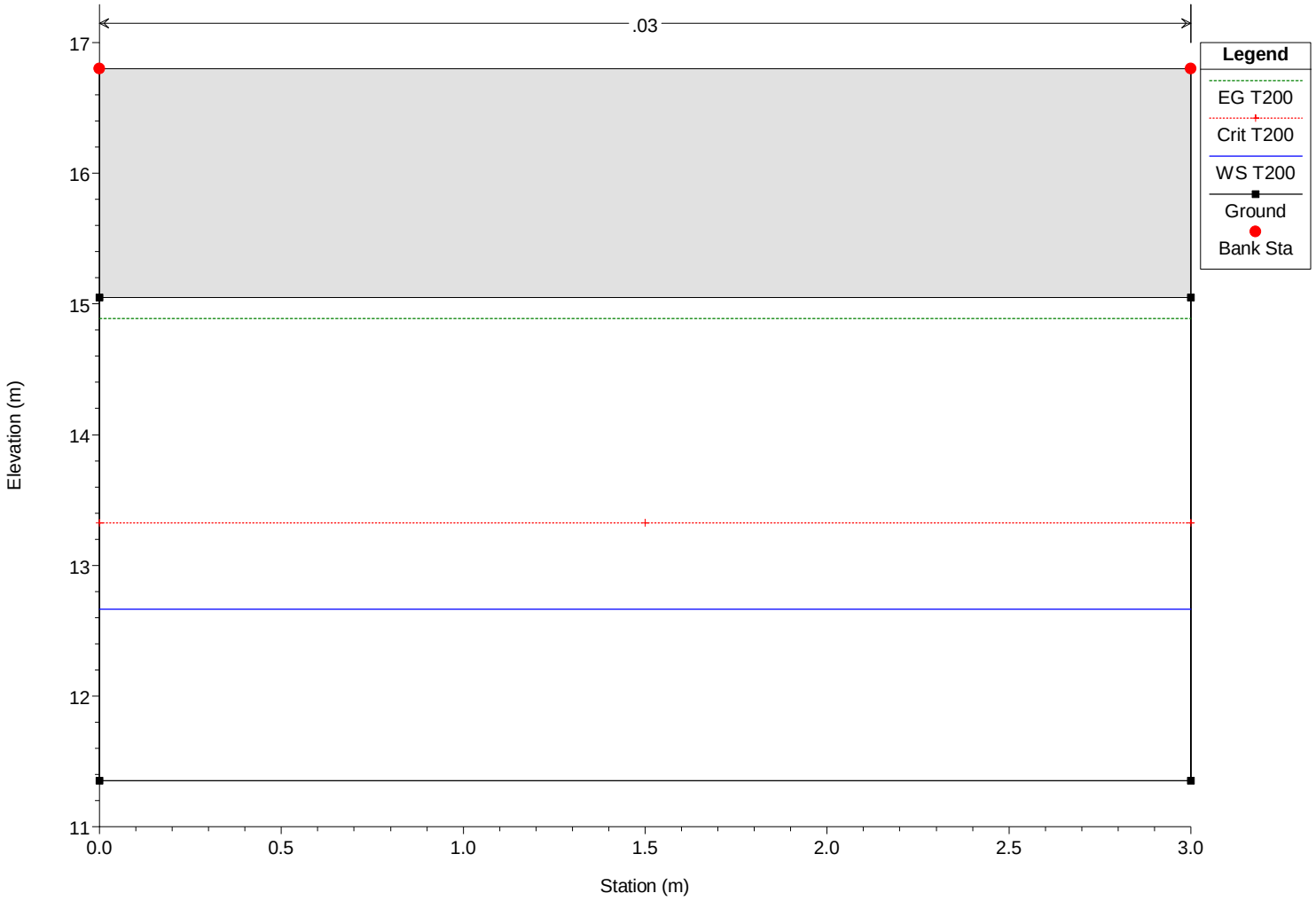
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 17.6



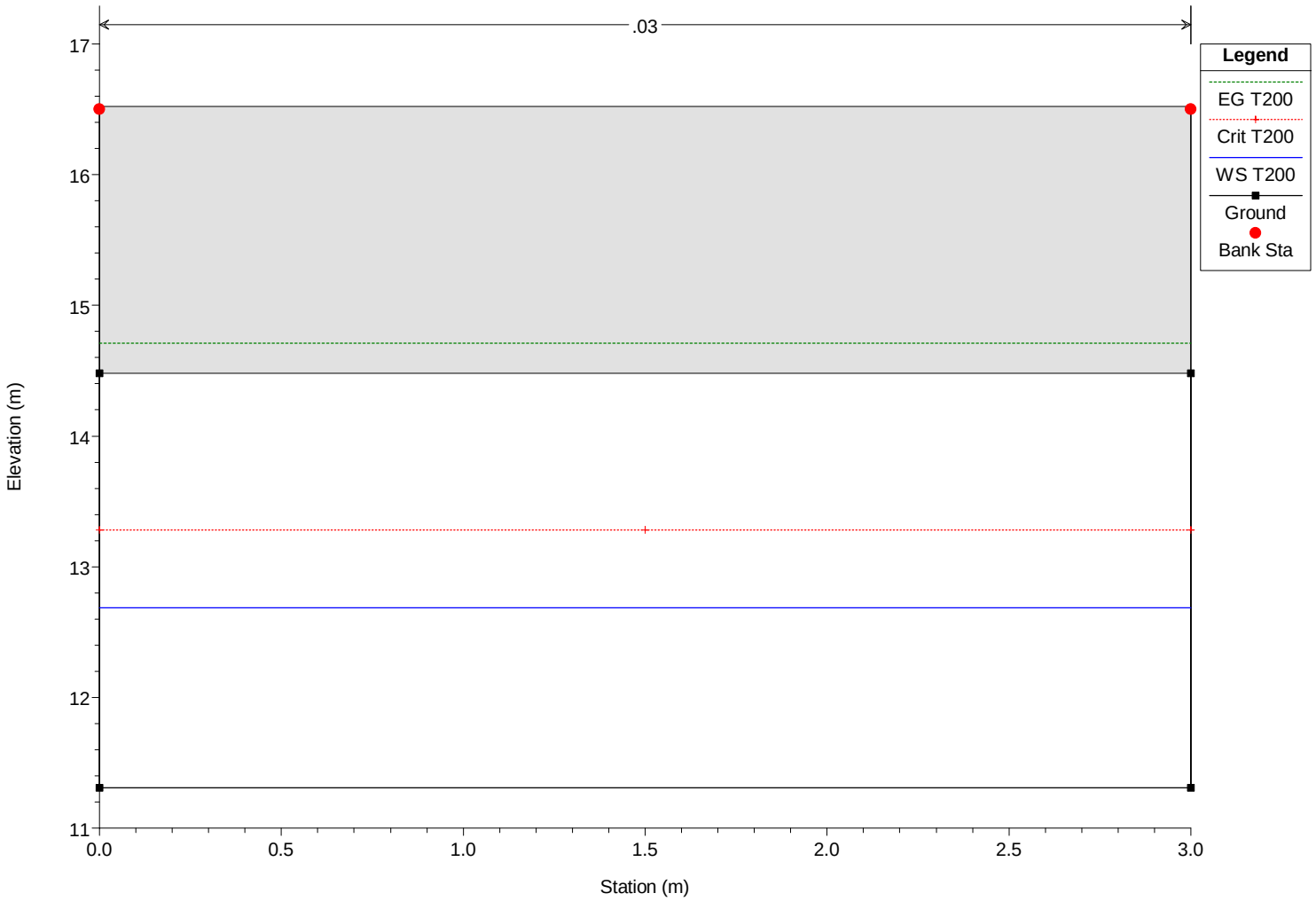
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 17.5



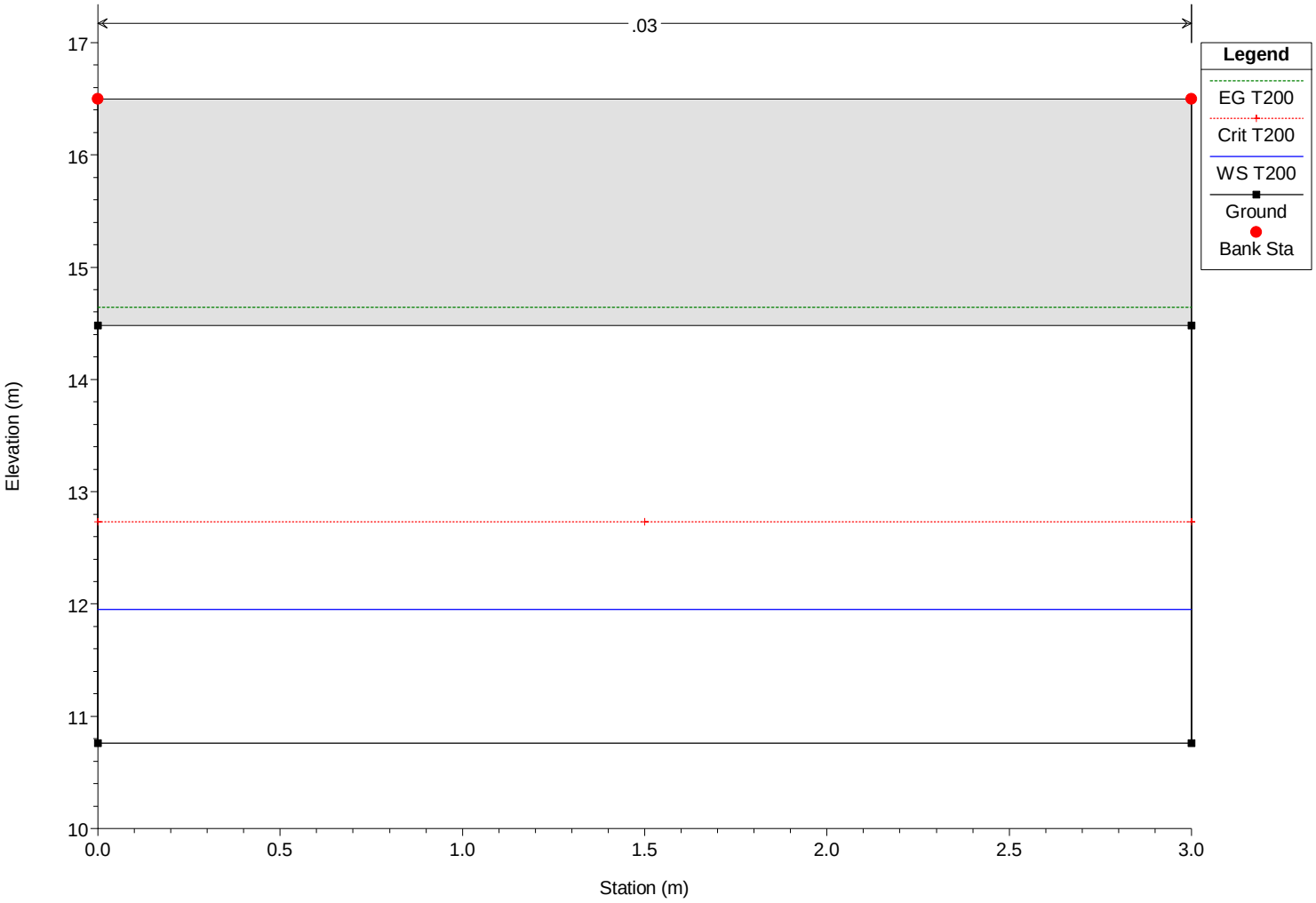
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 17.4



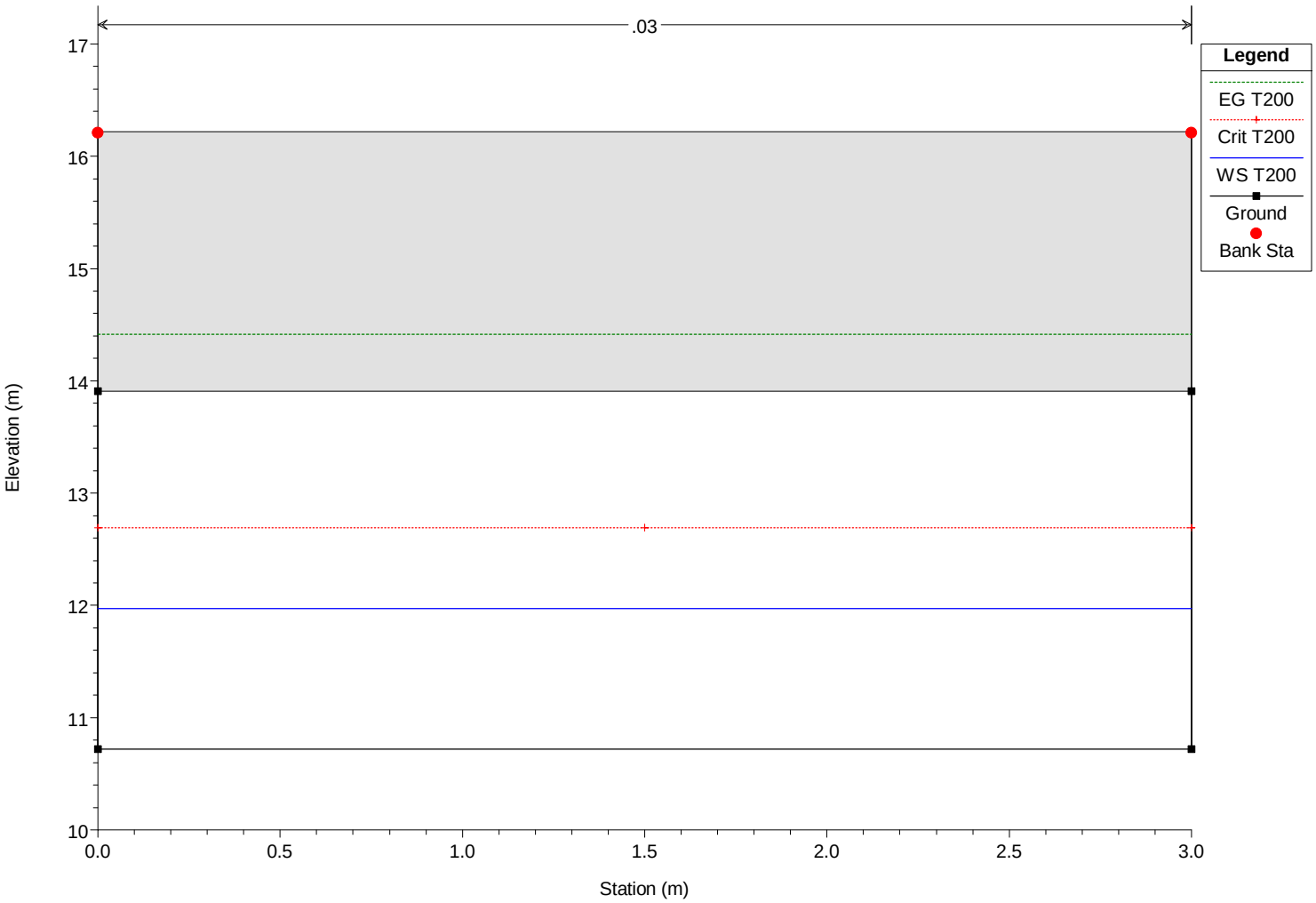
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 17.3



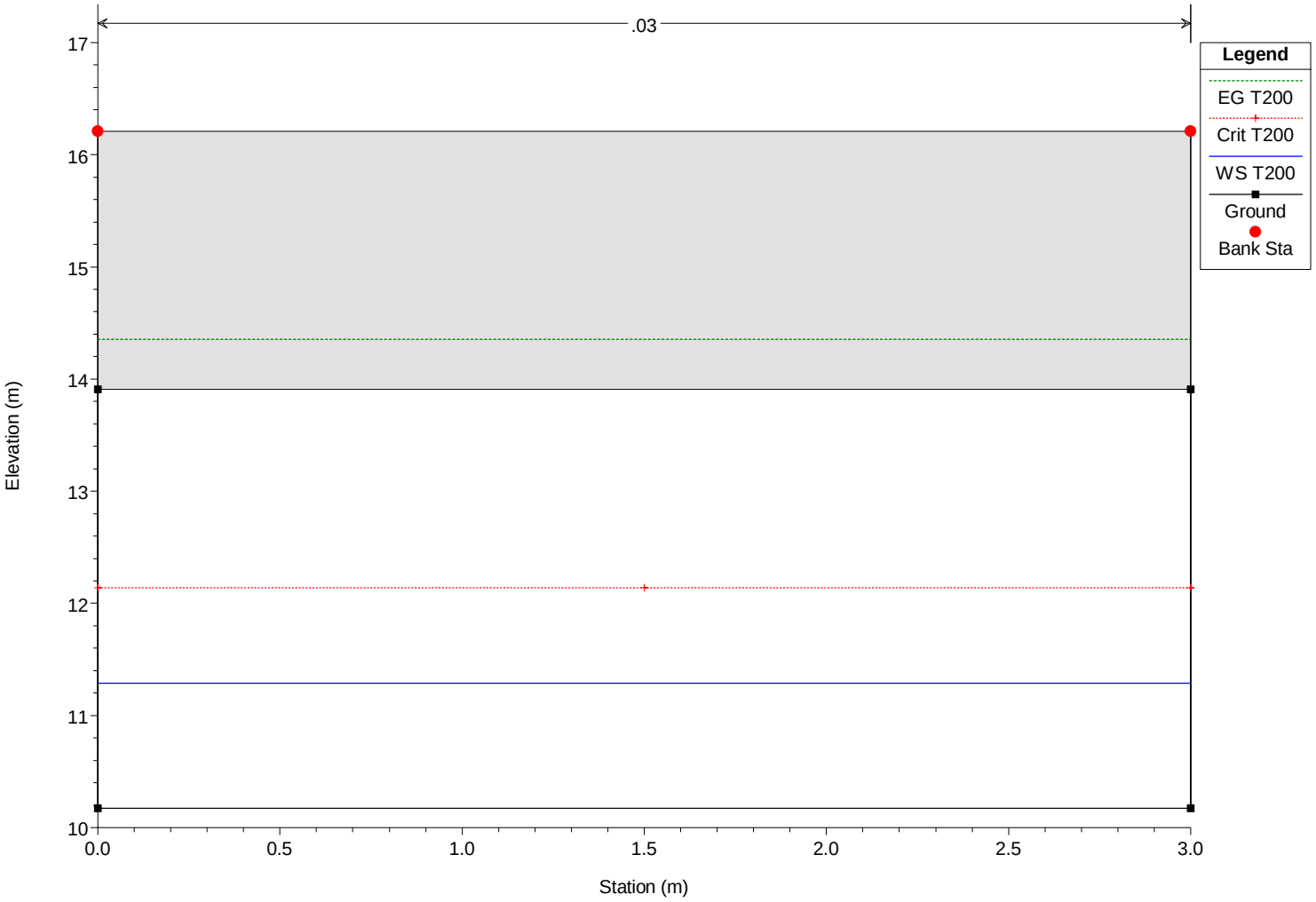
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 17.2



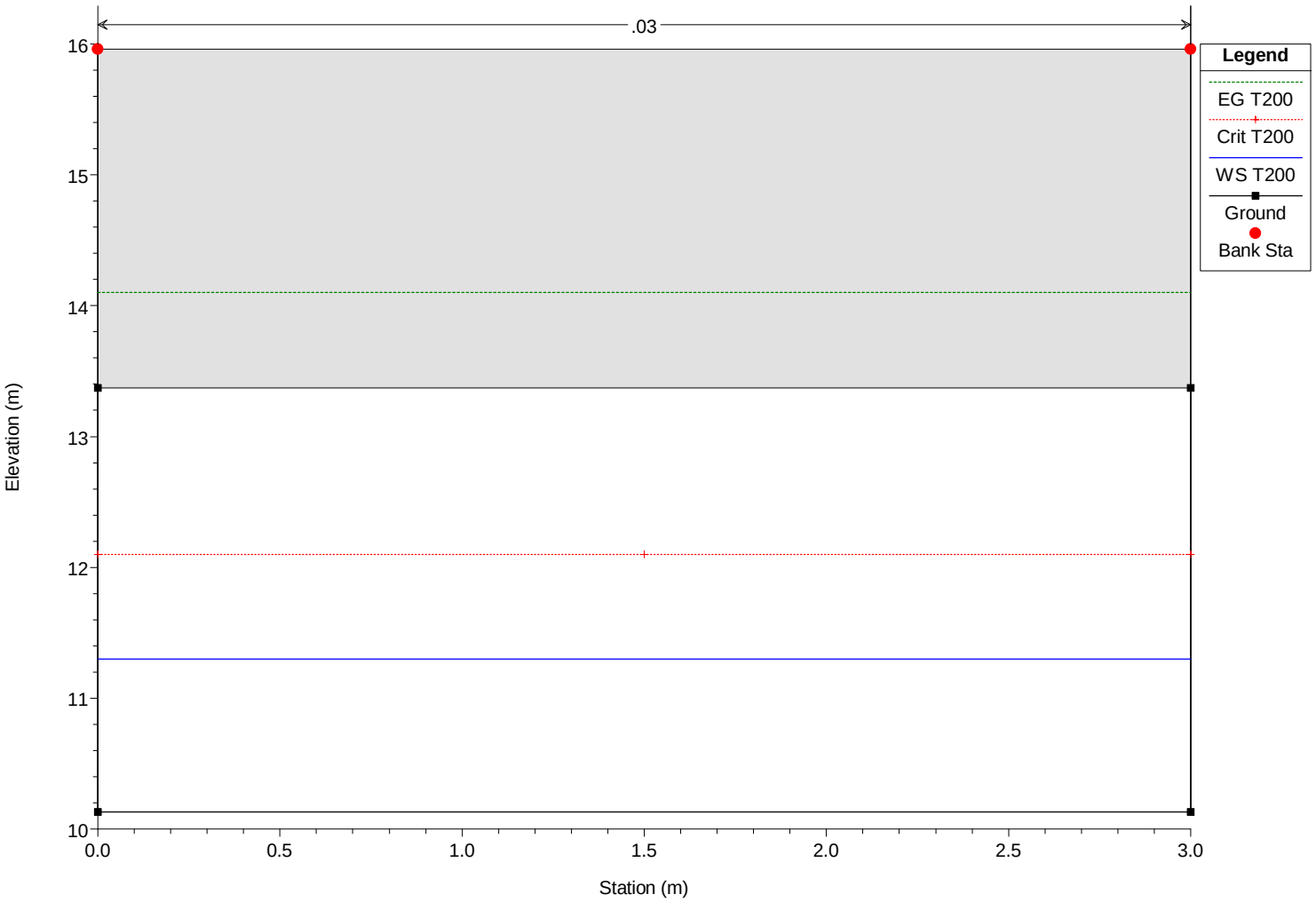
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 17.1



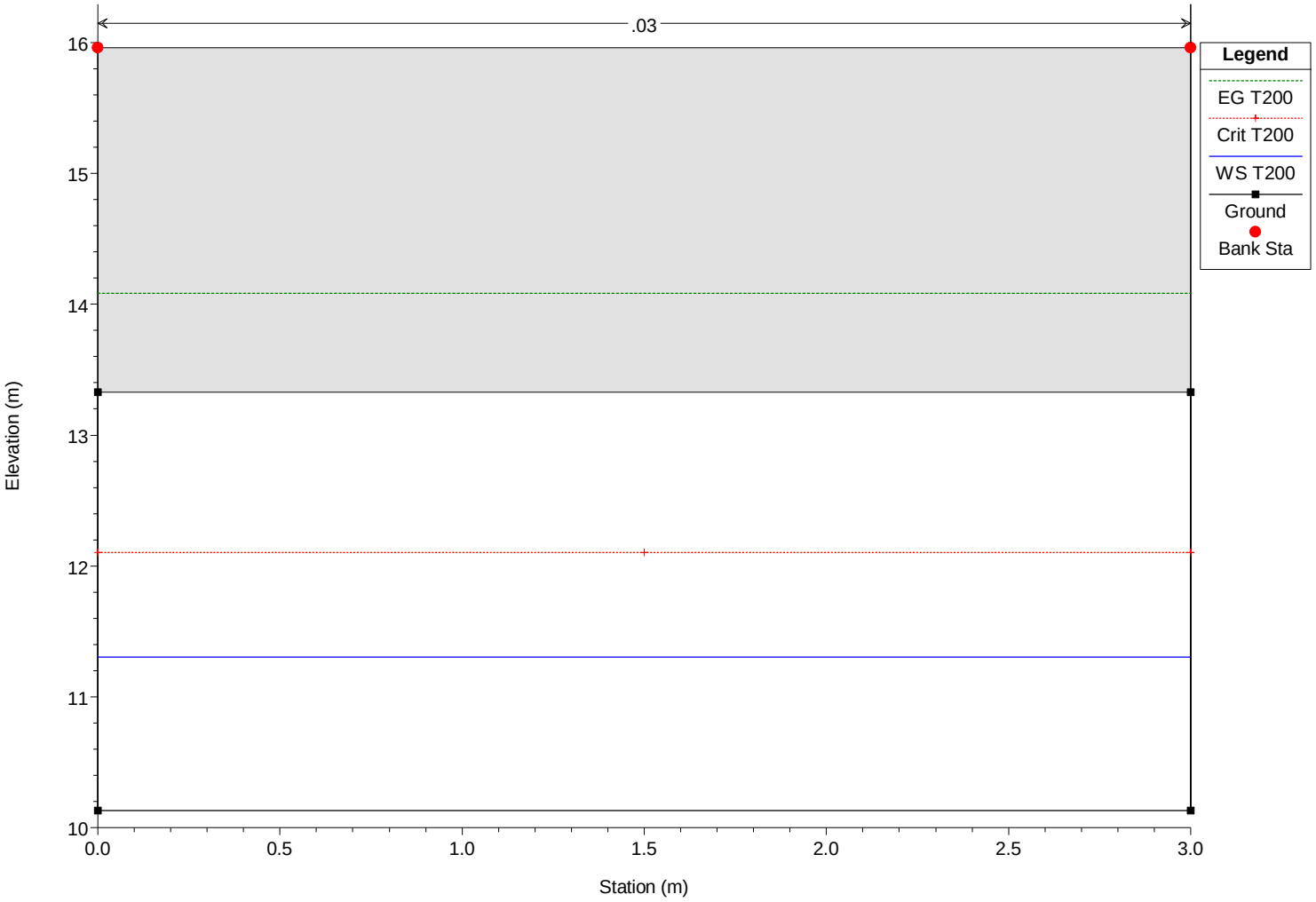
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 17 17



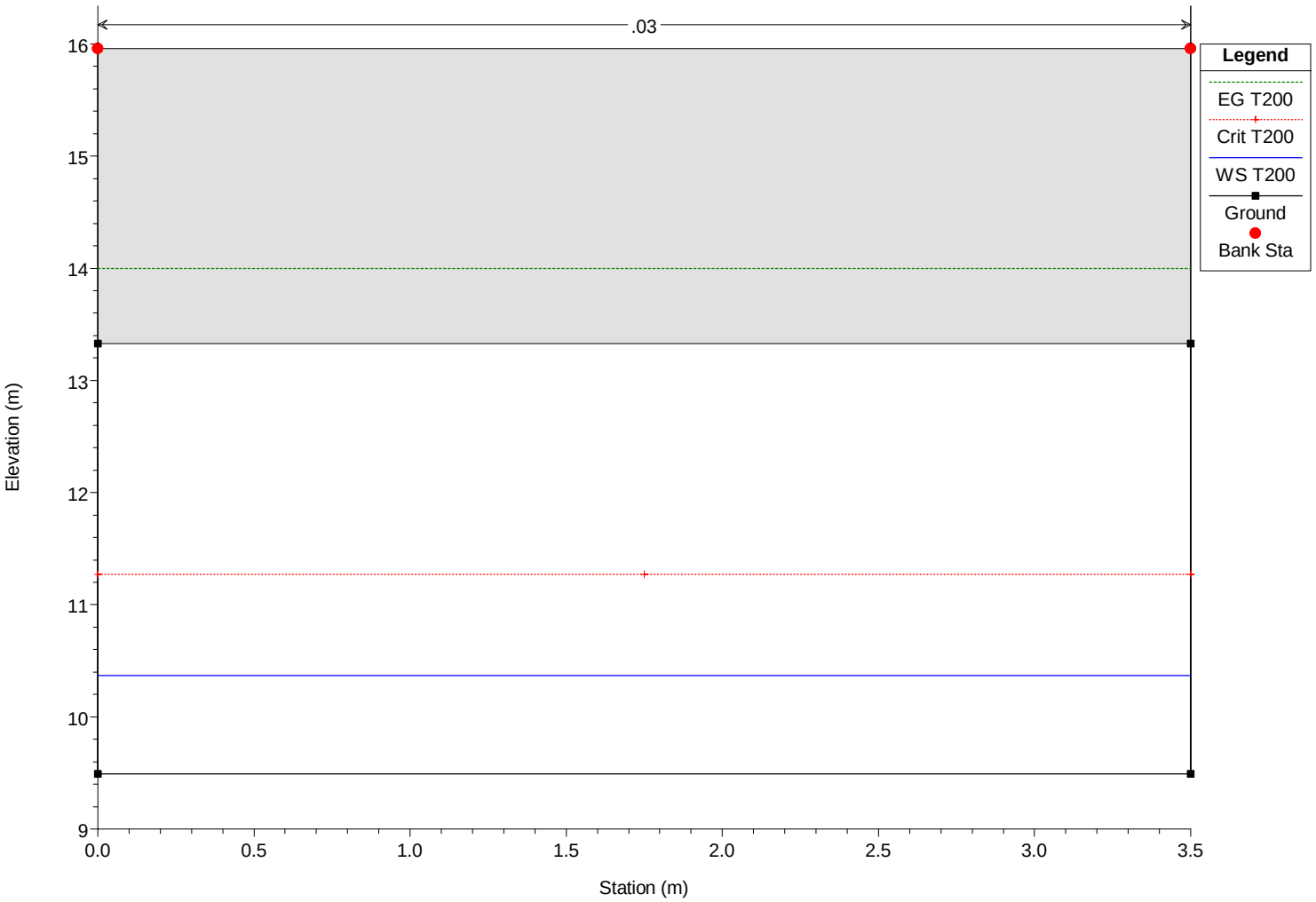
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 16.92



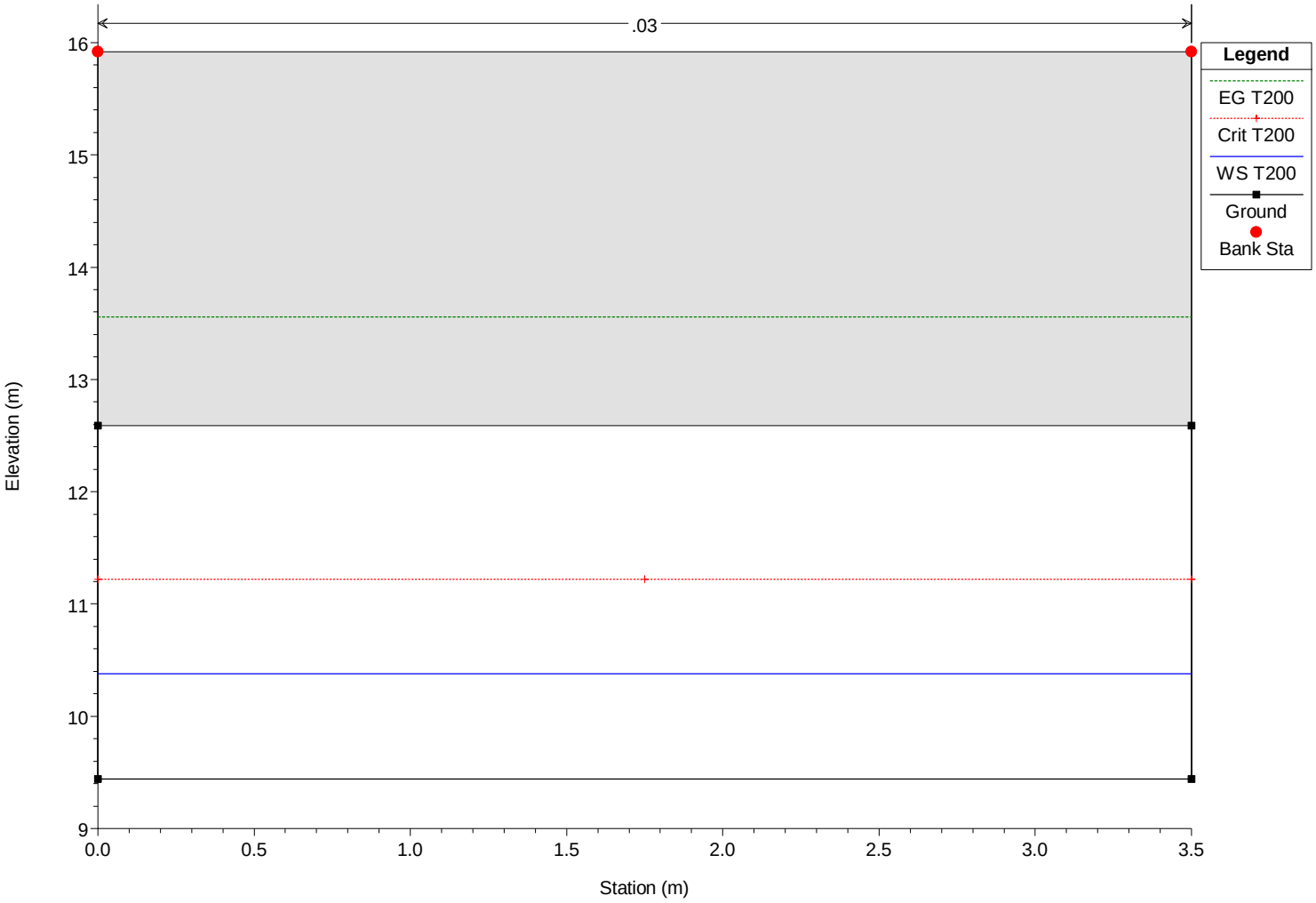
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 16.91



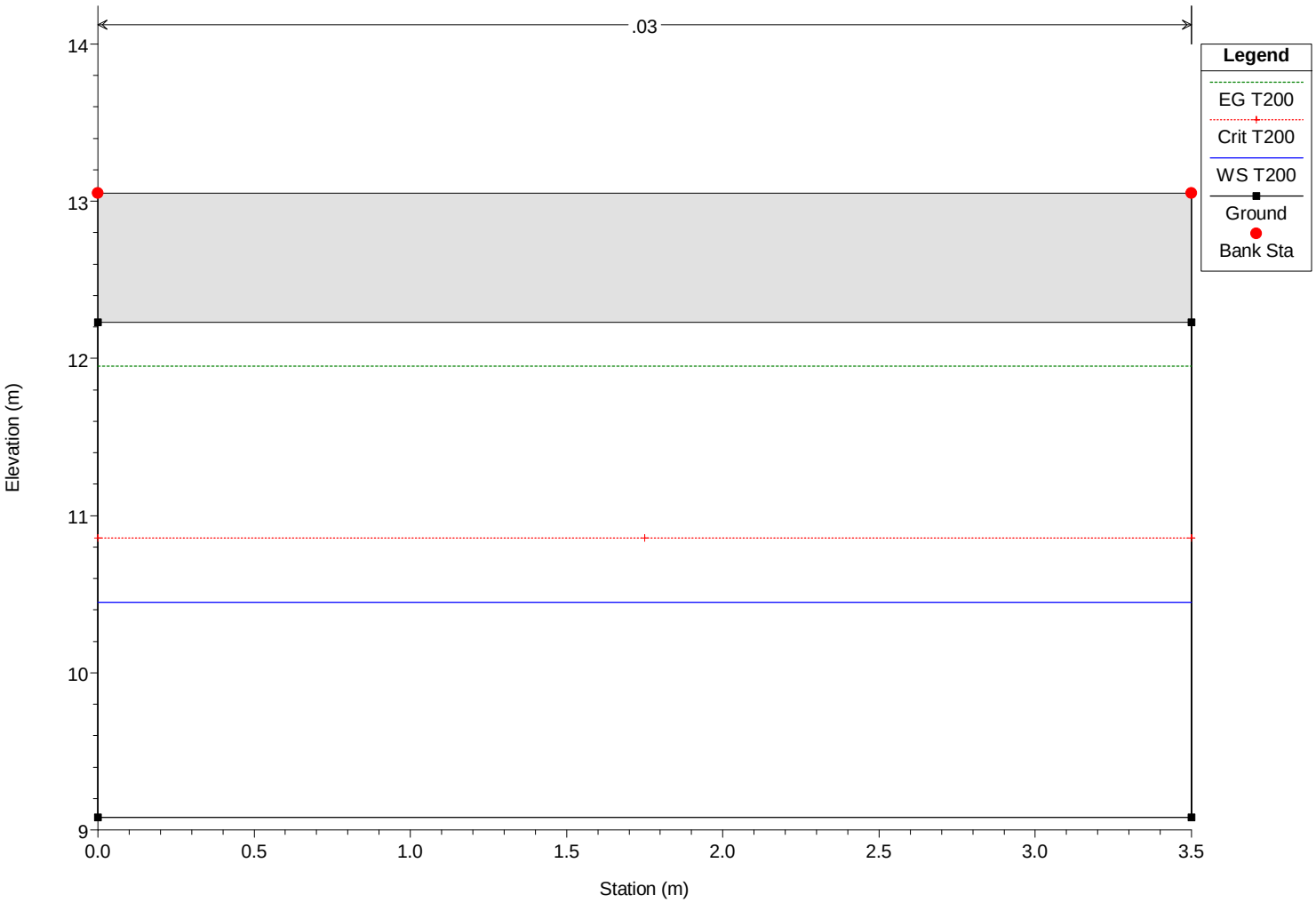
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 16.9



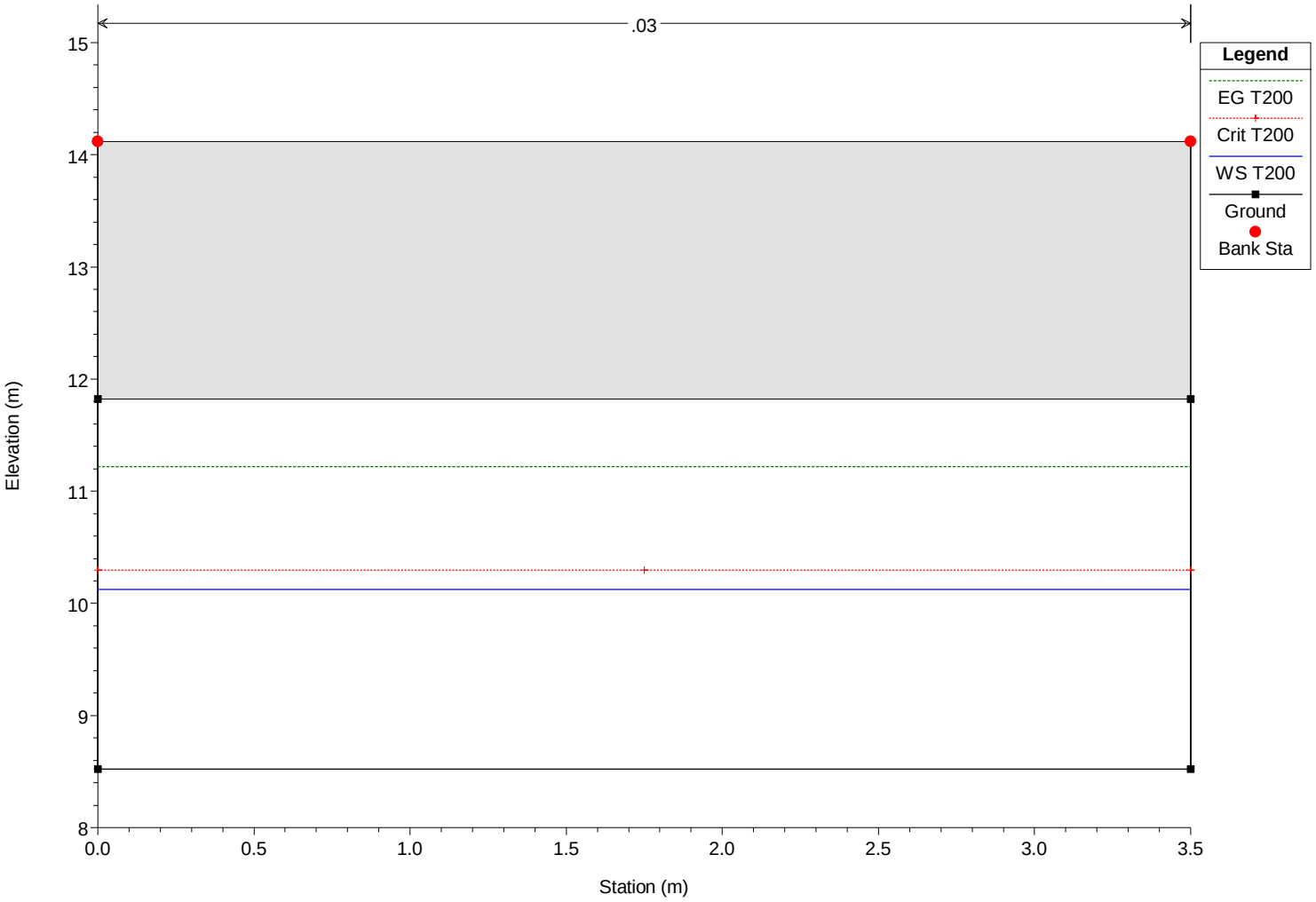
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 16 16



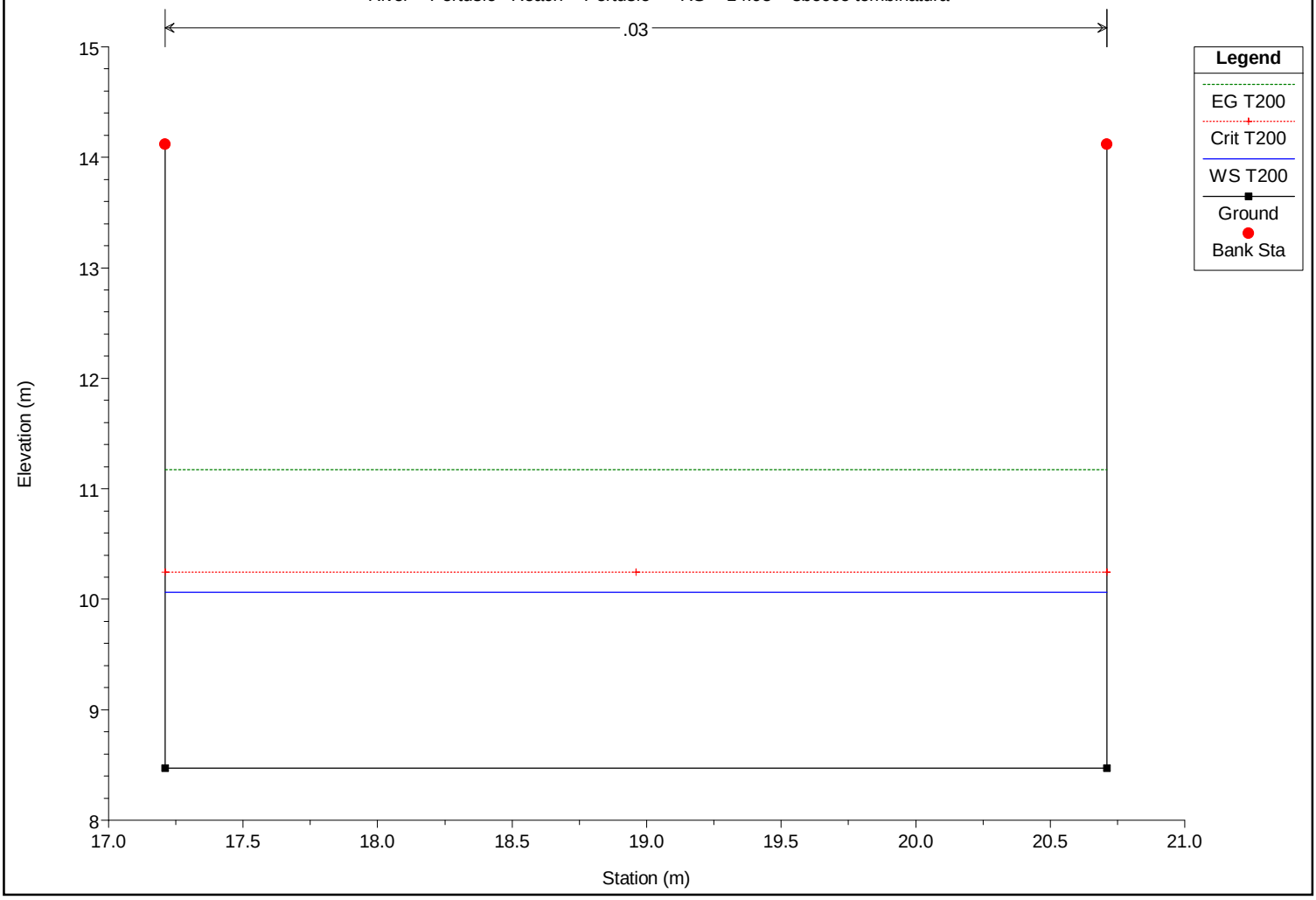
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 15



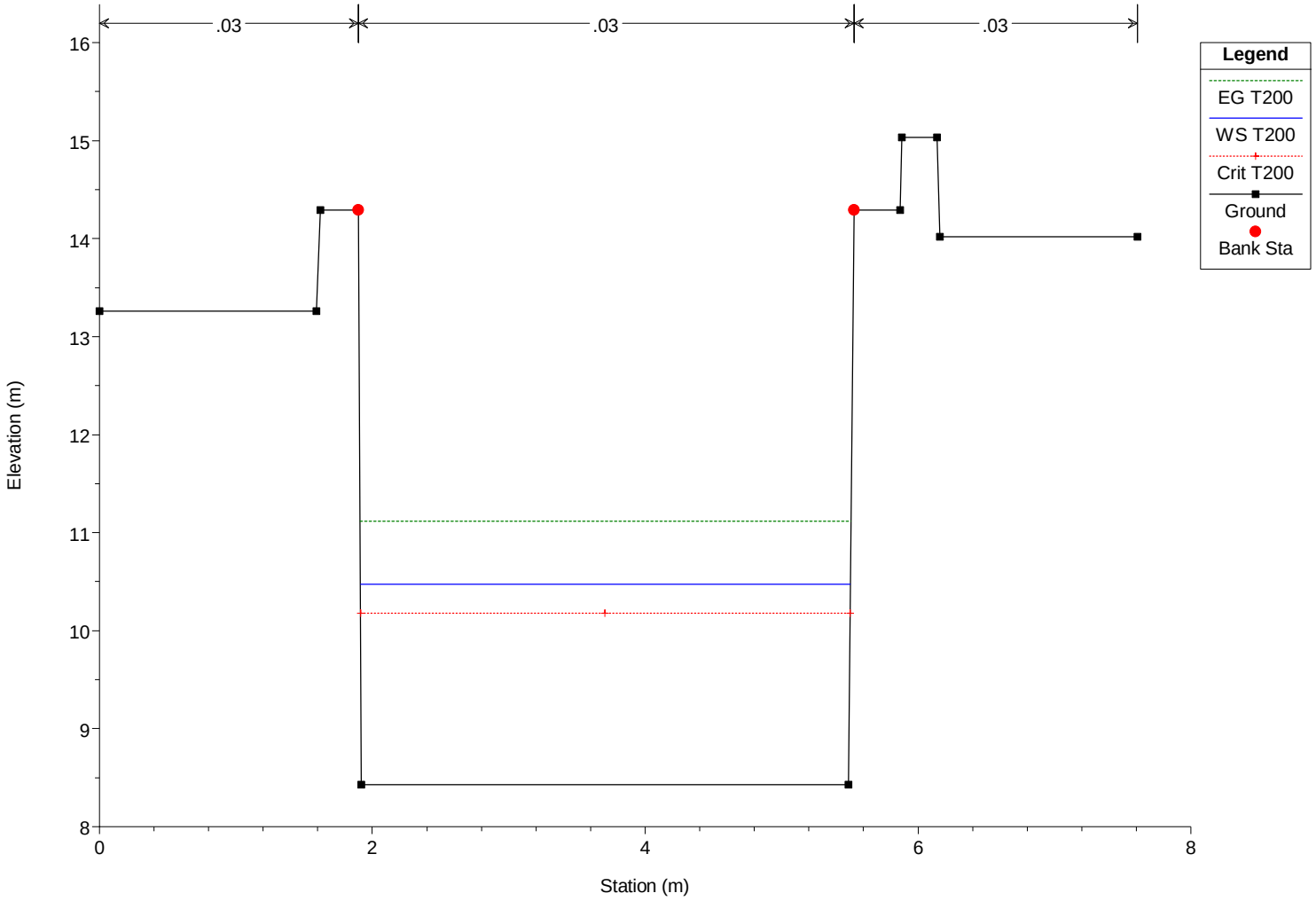
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 14.95 sbocco tombinatura



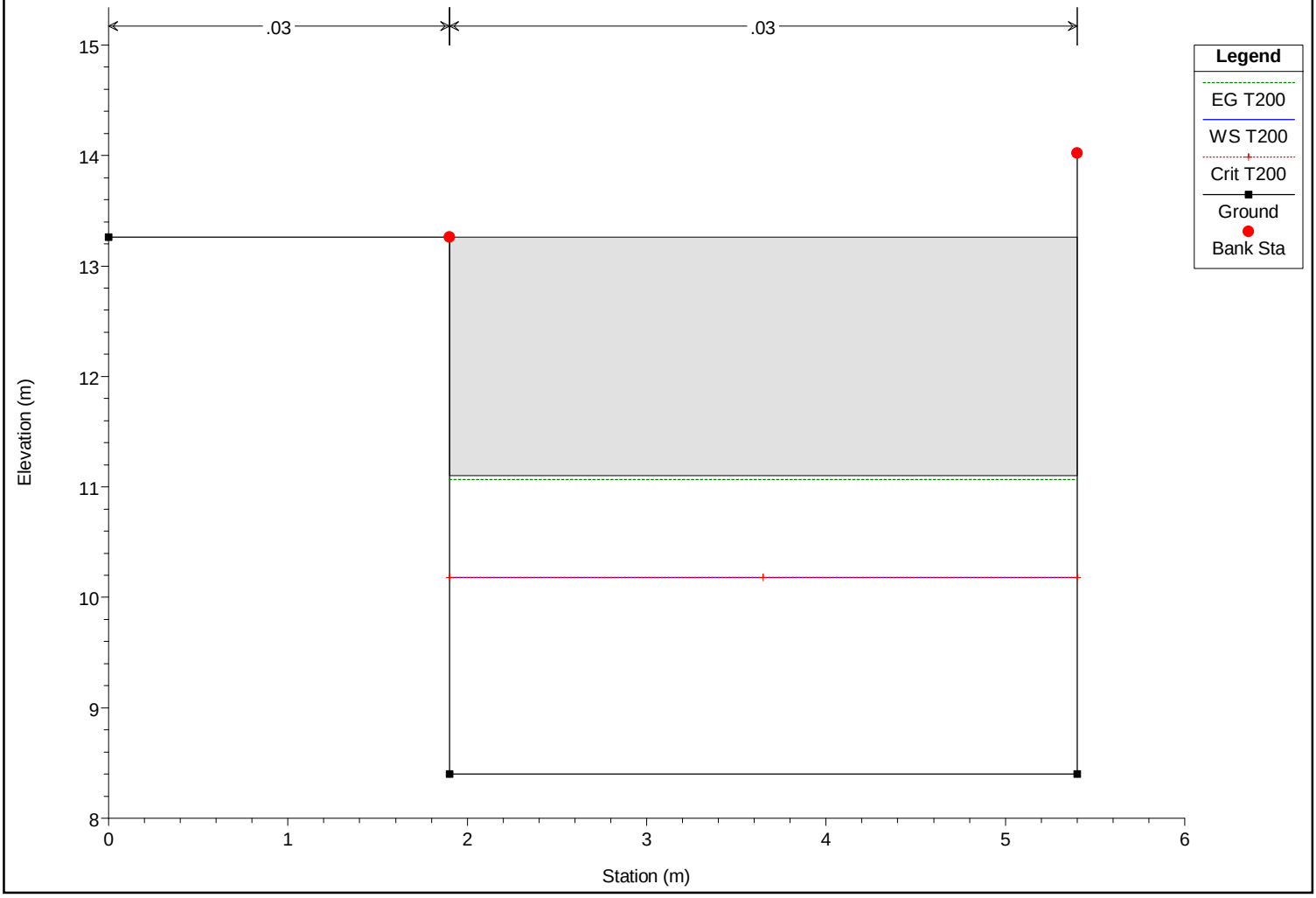
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 14.9 camera raccordo



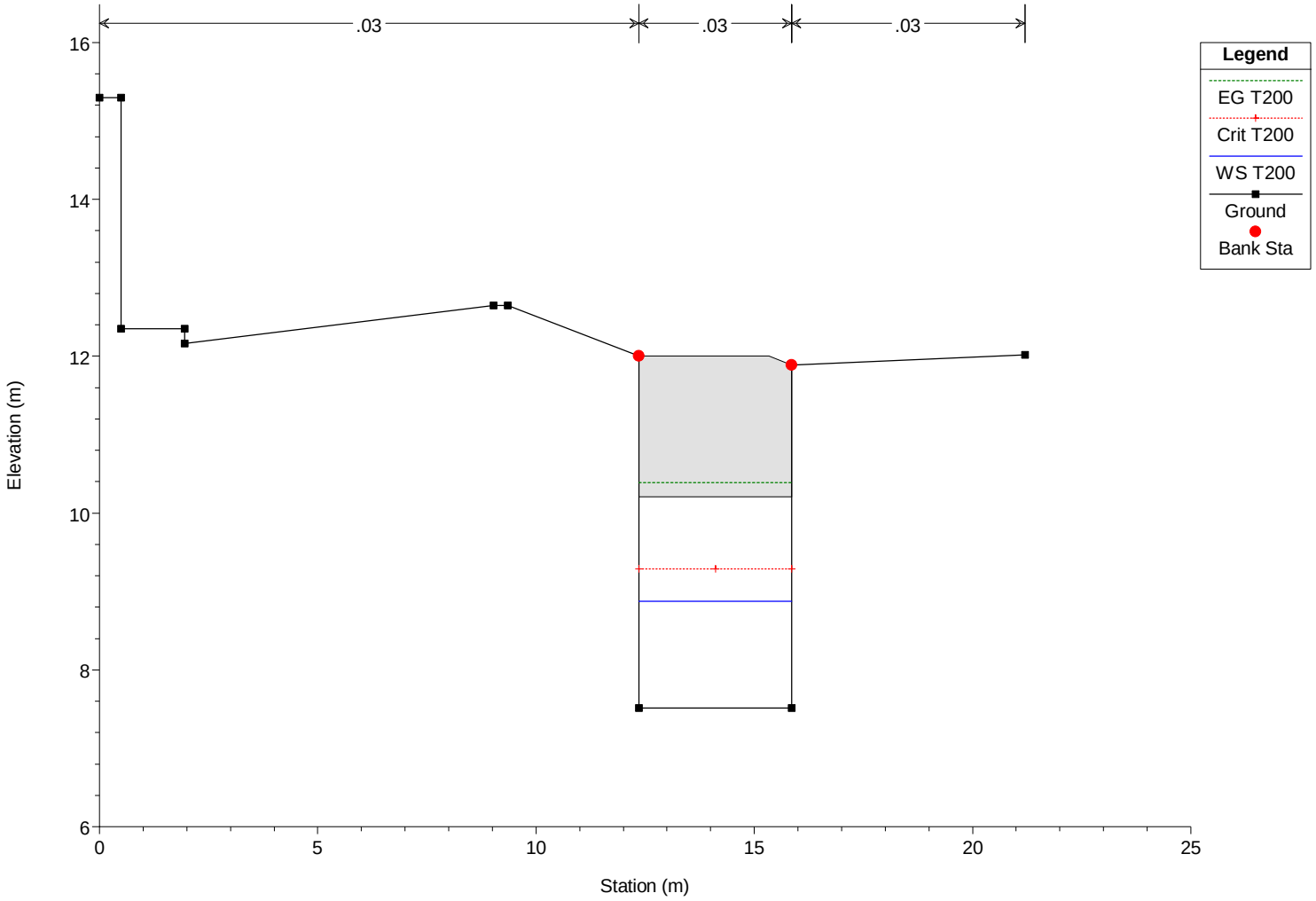
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 14.8 imbocco ravera



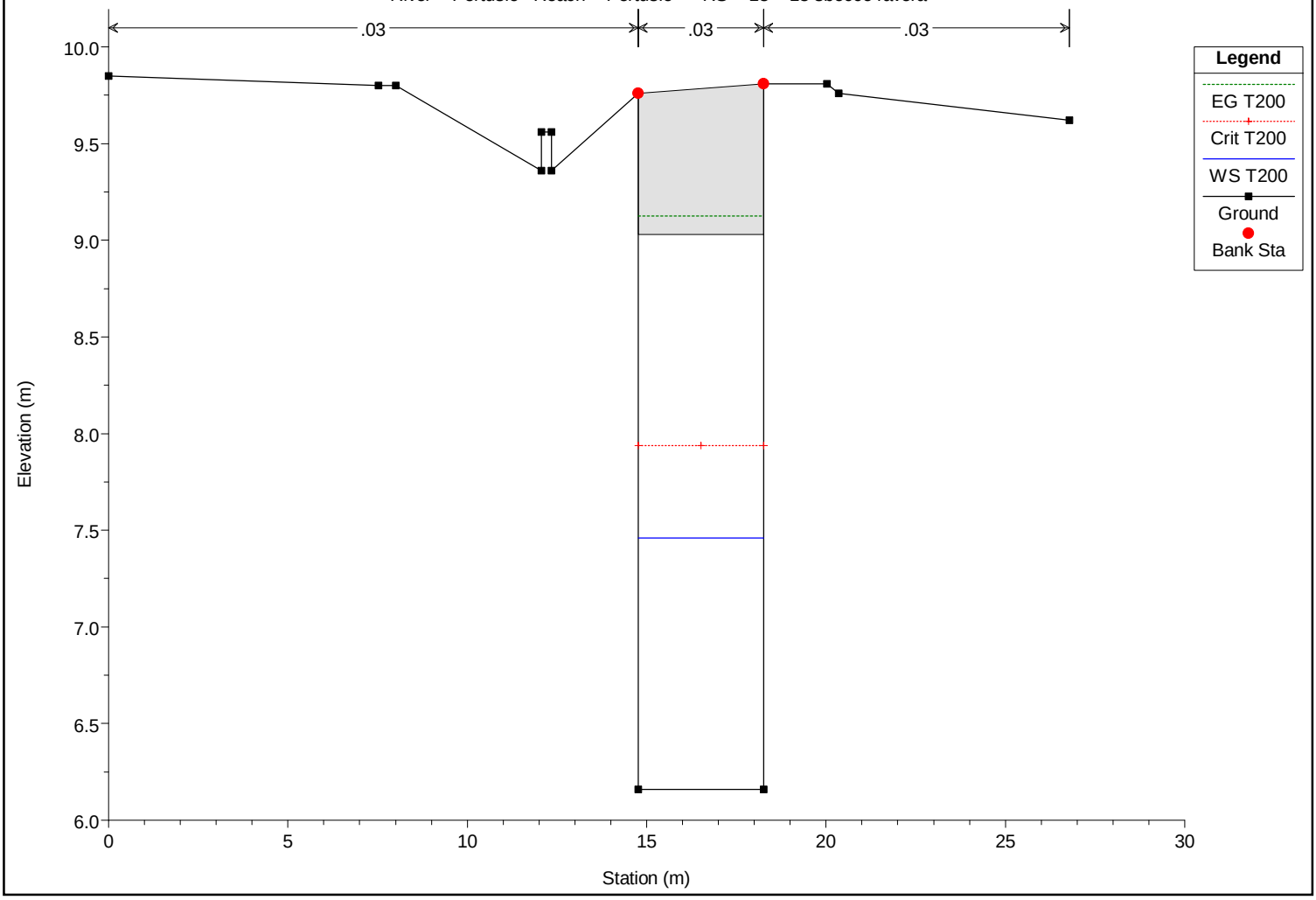
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

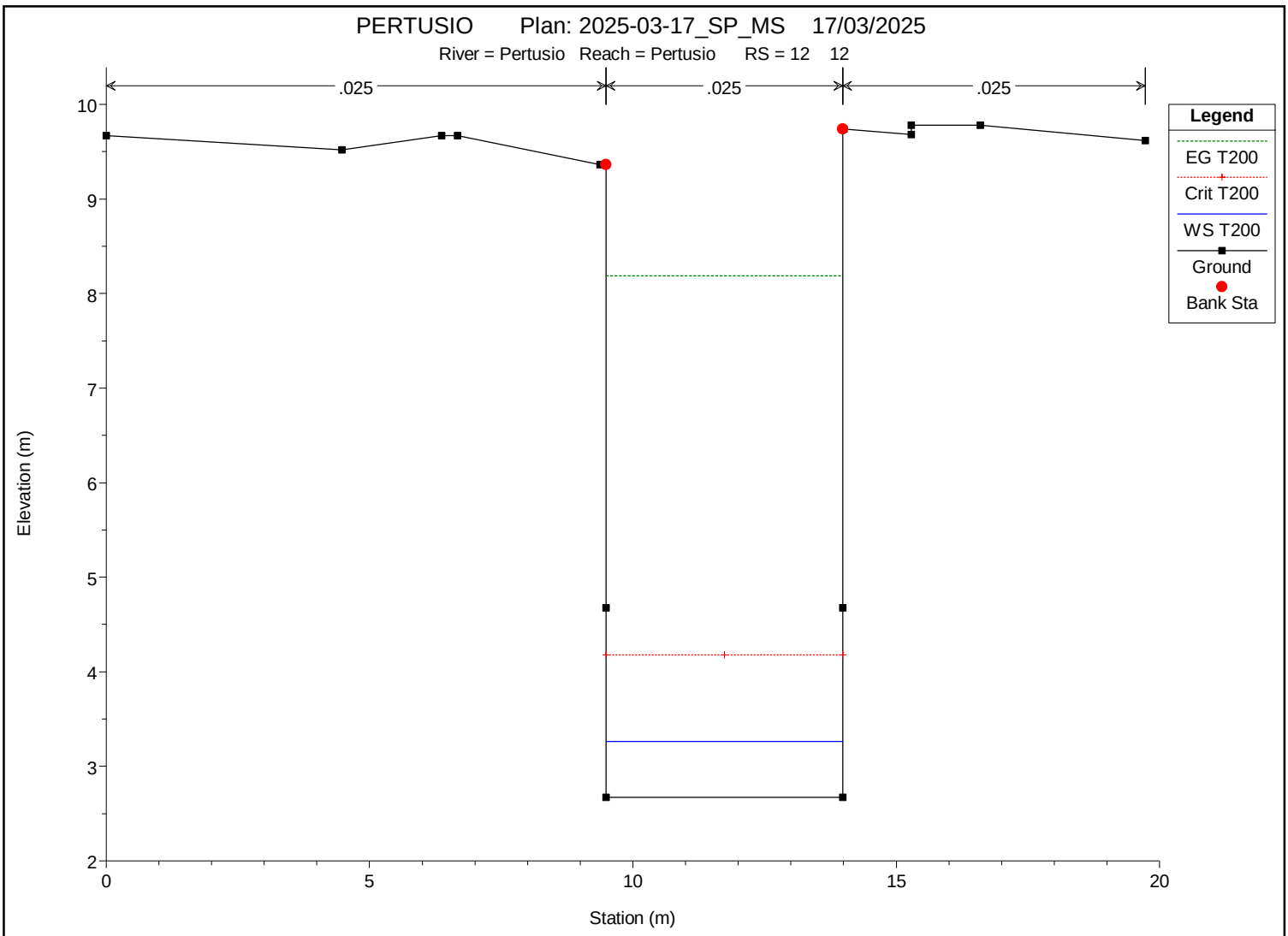
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 14 intermedio tombino ravera

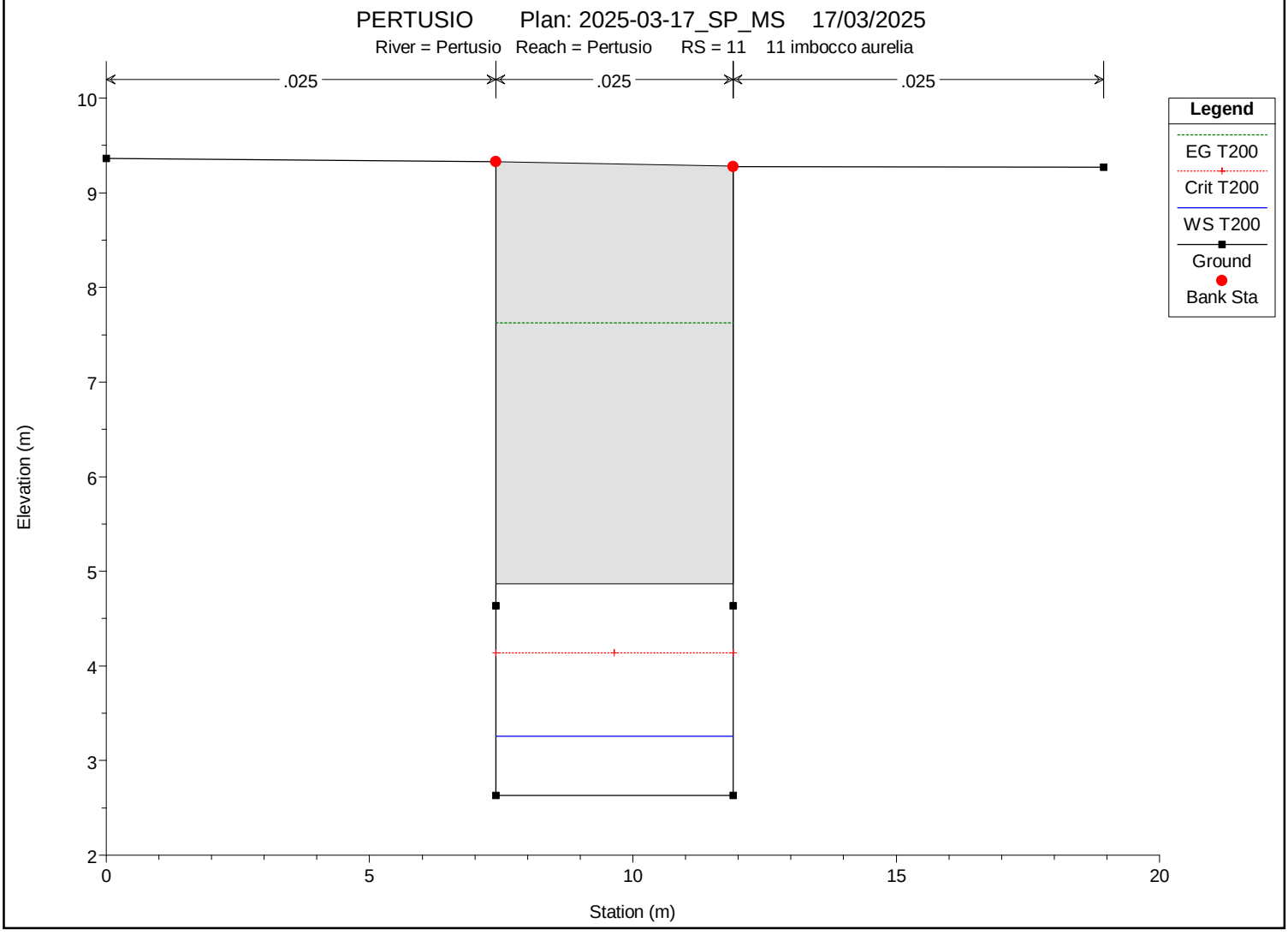


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 13 13 sbocco ravera

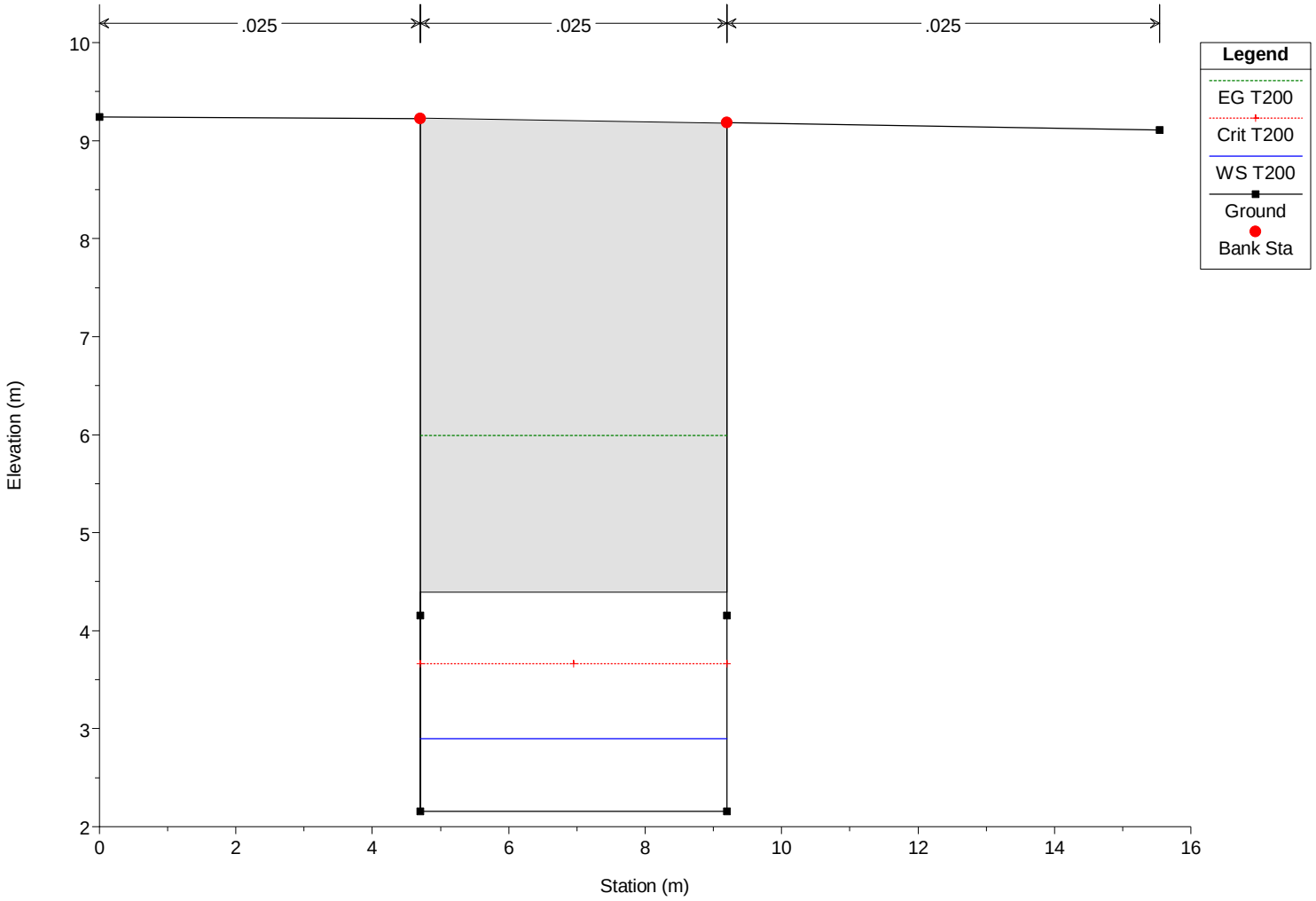



PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 12 12
.025
.025
.025
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
0
5
10
15
20


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 11 11 imbocco aurelia
.025
.025
.025
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
0
5
10
15
20

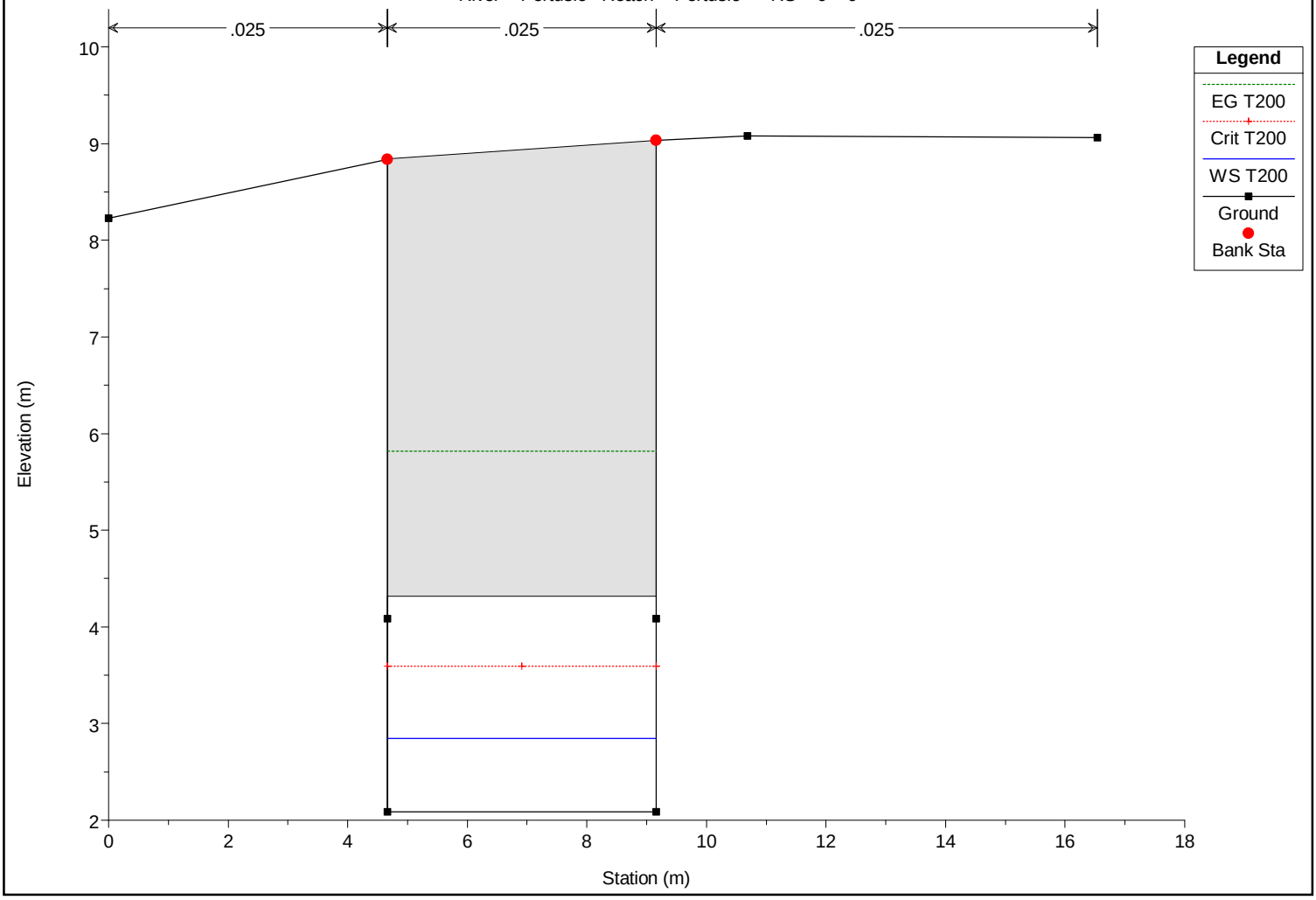
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

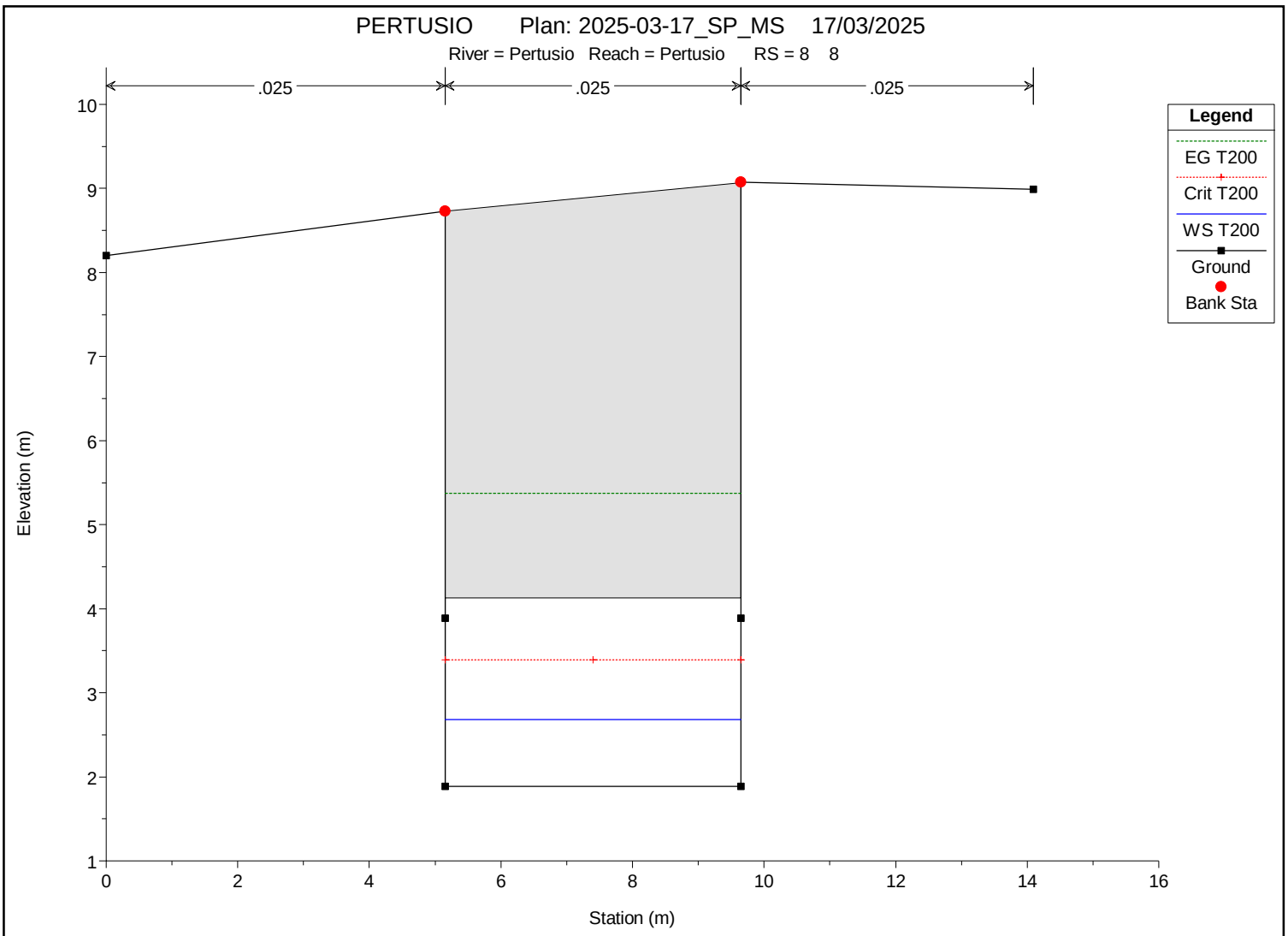
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 10 10

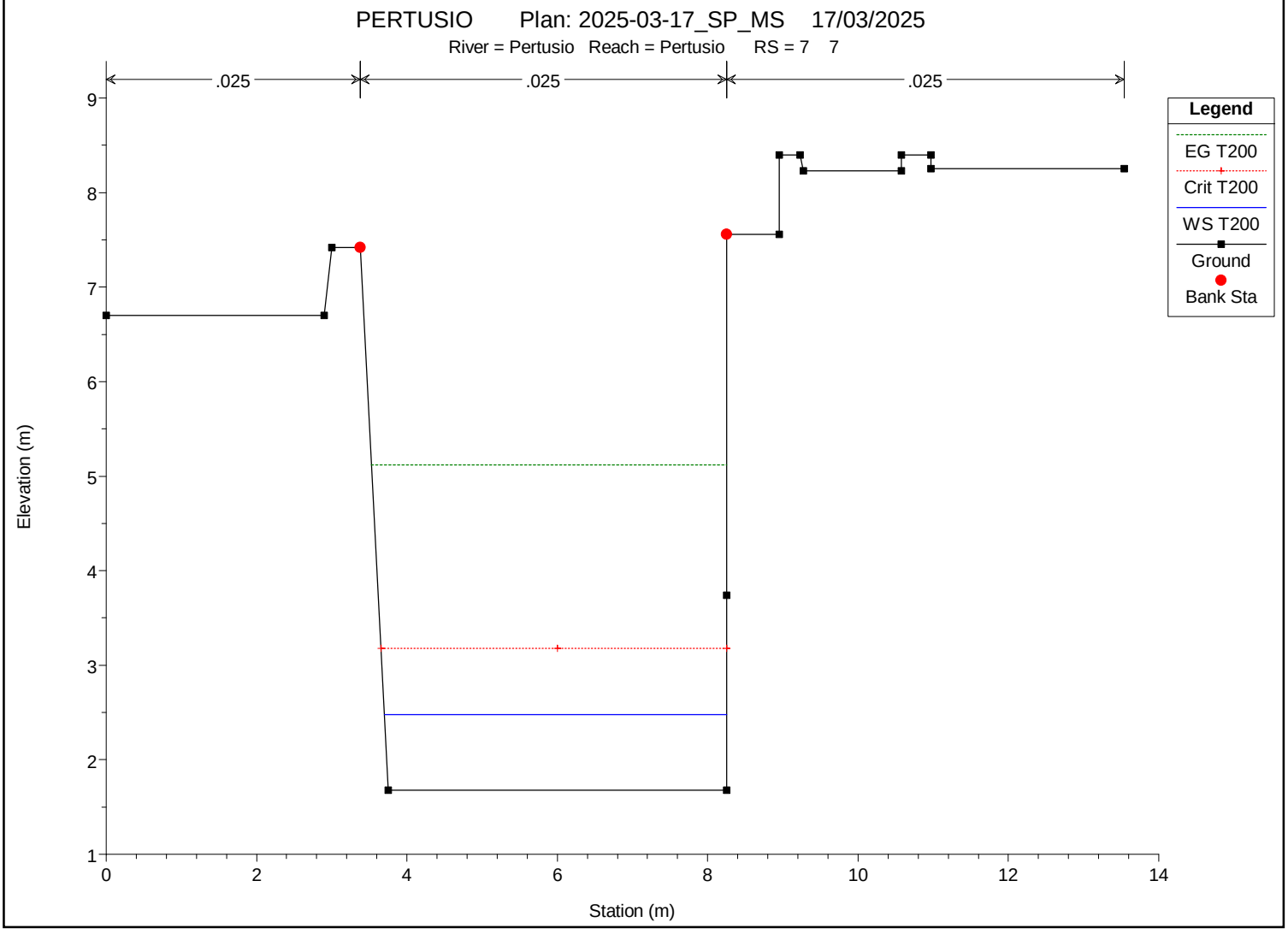


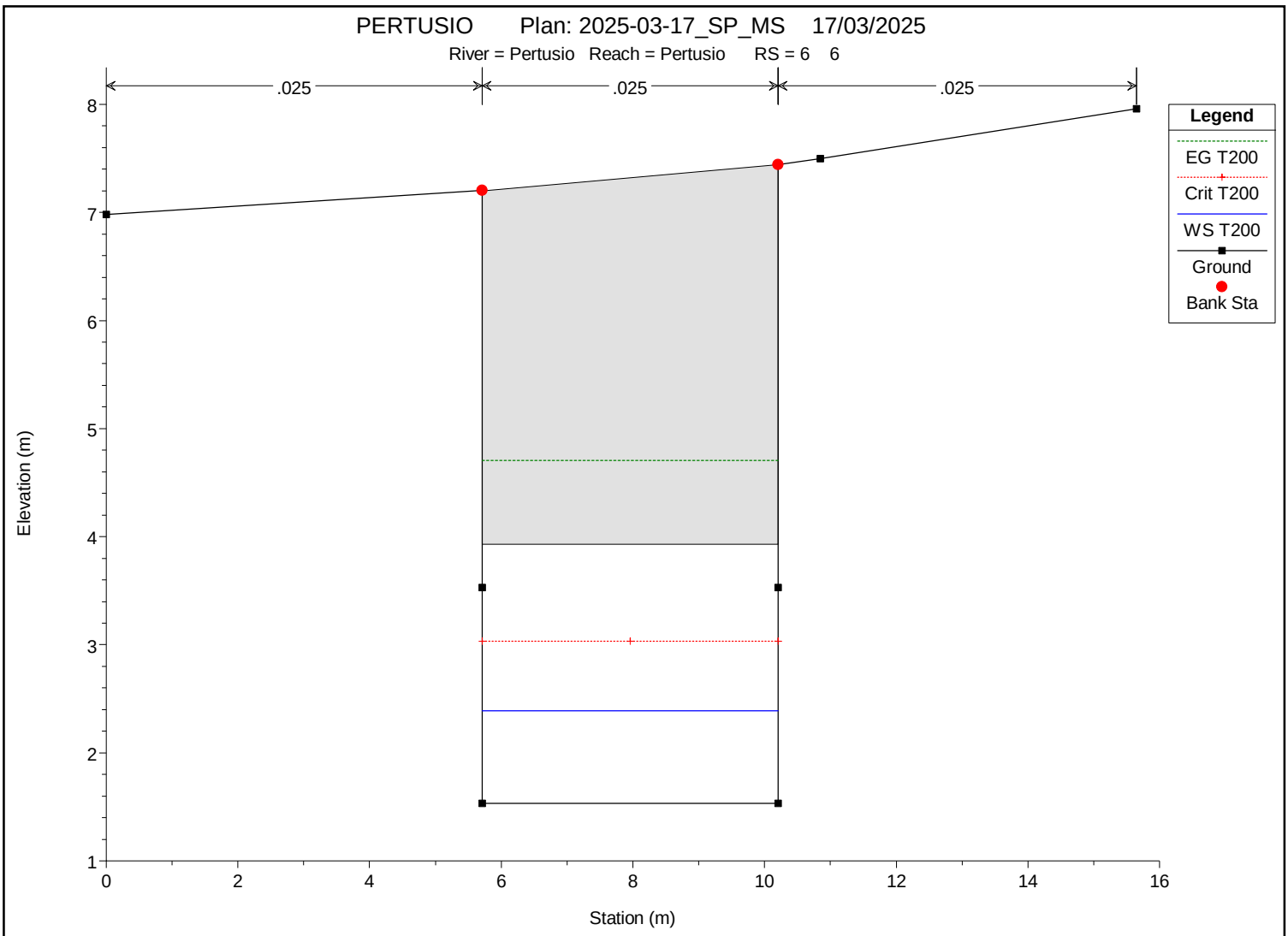
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

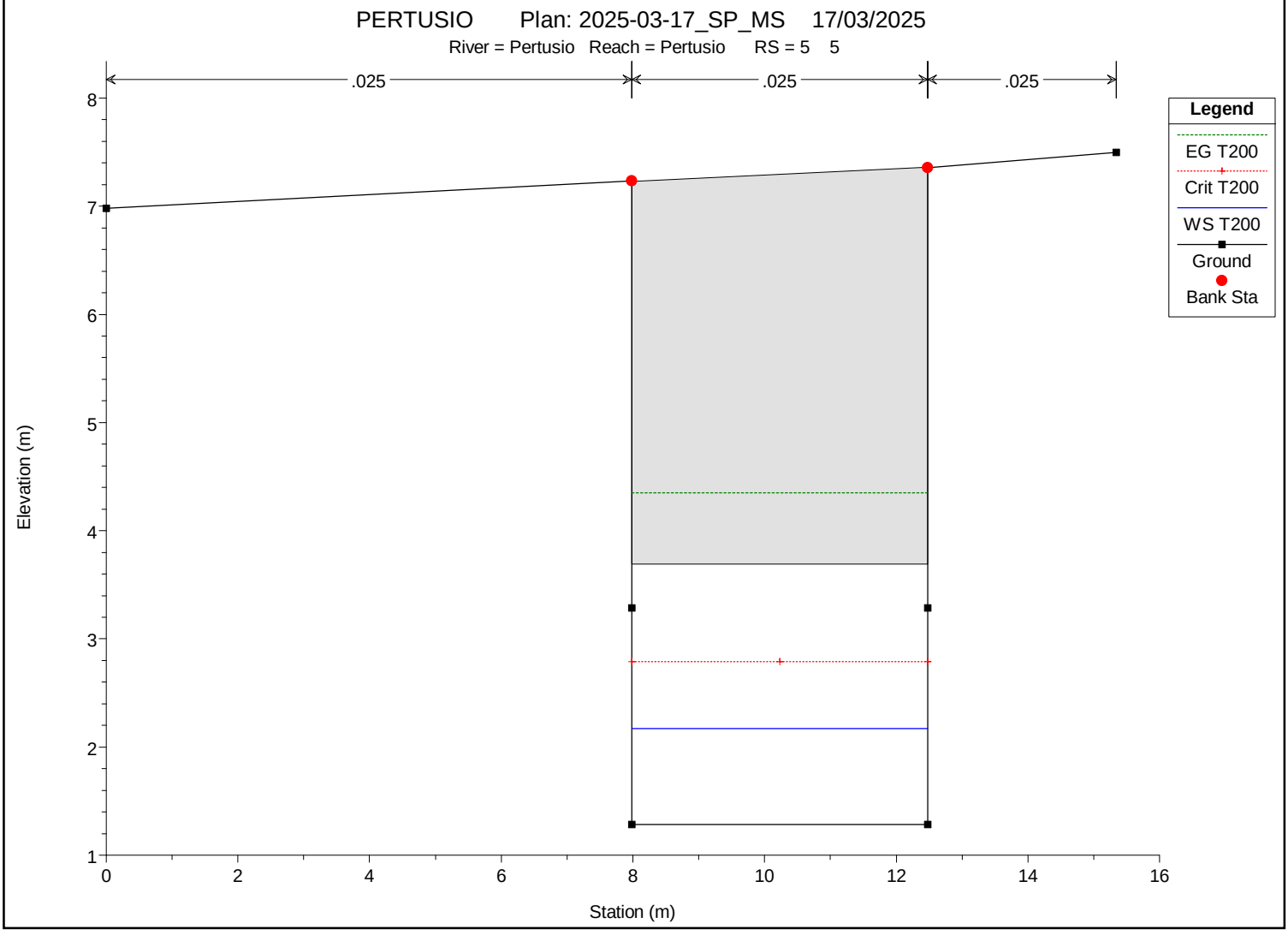
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 9 9




PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 8 8
.025
.025
.025
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

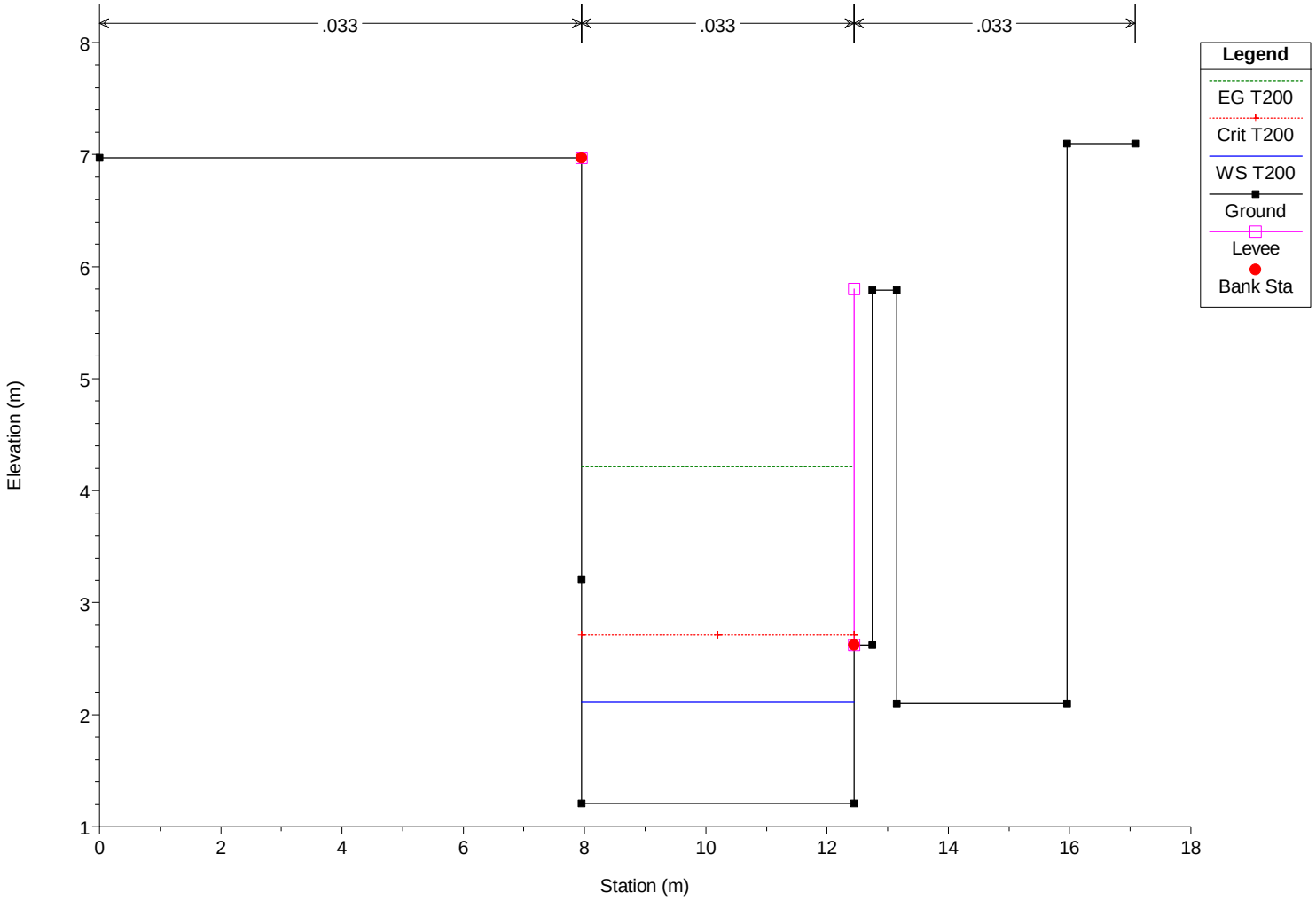

PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 7 7
.025
.025
.025
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 6 6
.025
.025
.025
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1
2
3
4
5
6
7
8
0
2
4
6
8
10
12
14
16


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 5 5
.025
.025
.025
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1
2
3
4
5
6
7
8
0
2
4
6
8
10
12
14
16

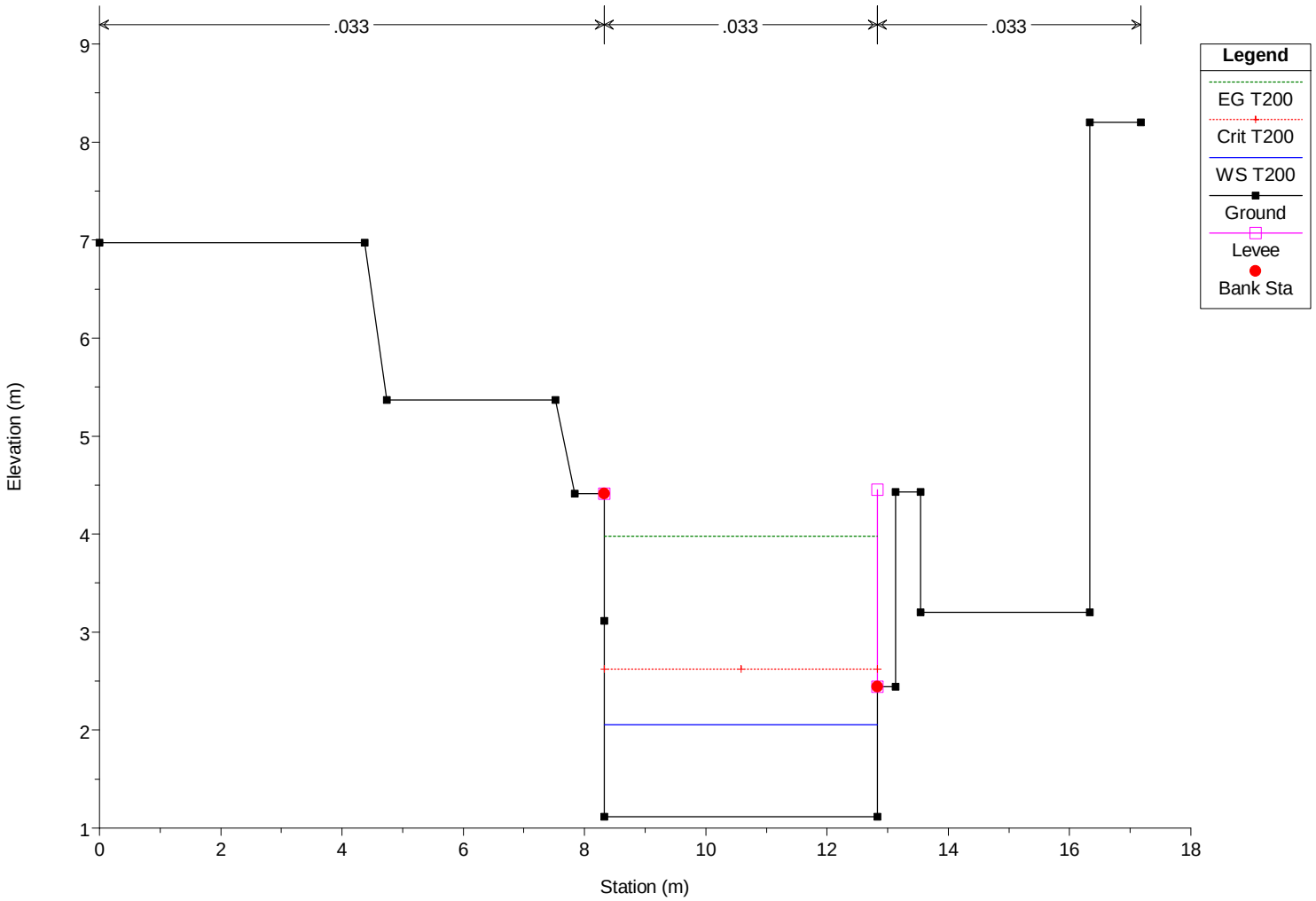
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 4 4



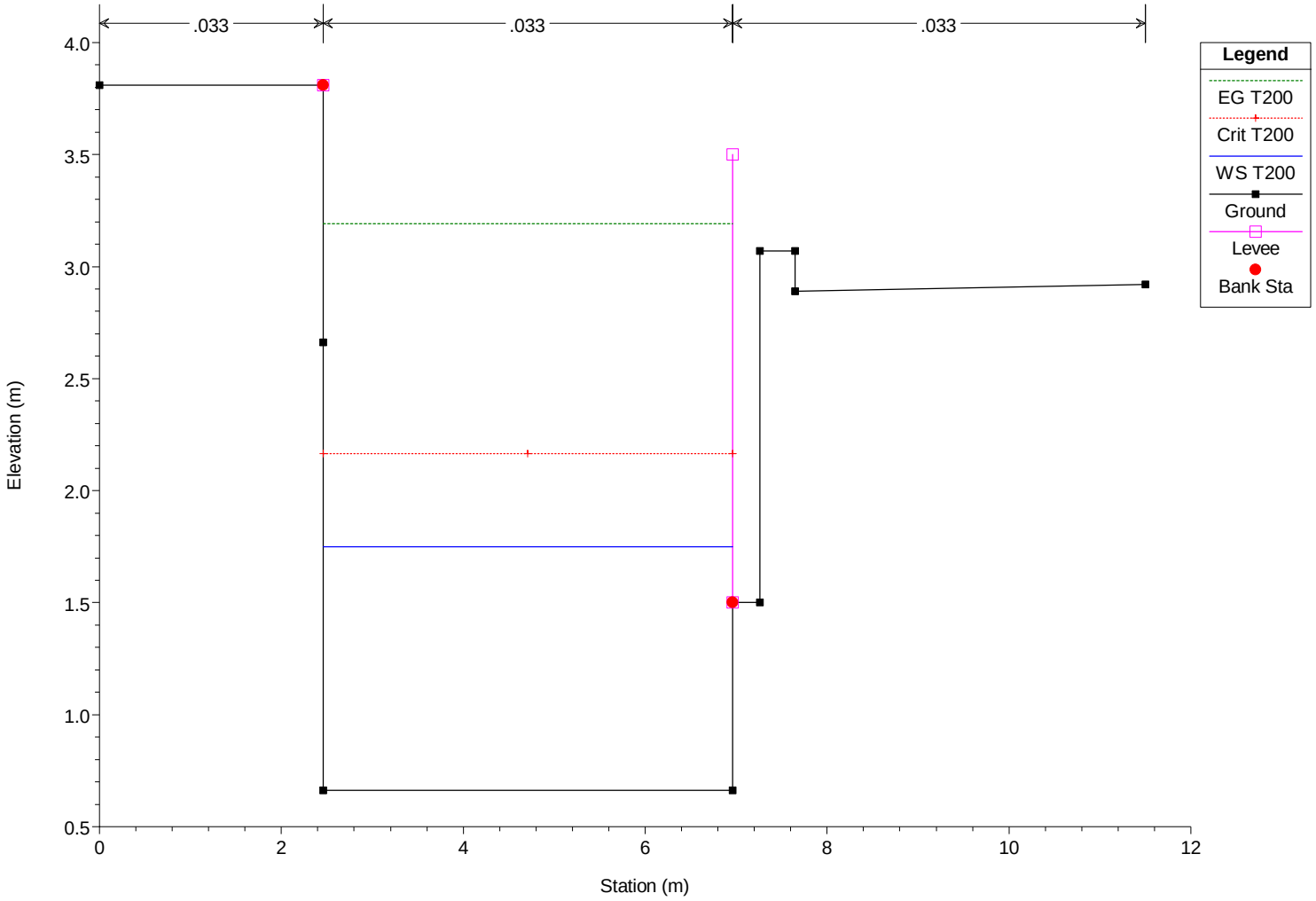
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 3 3



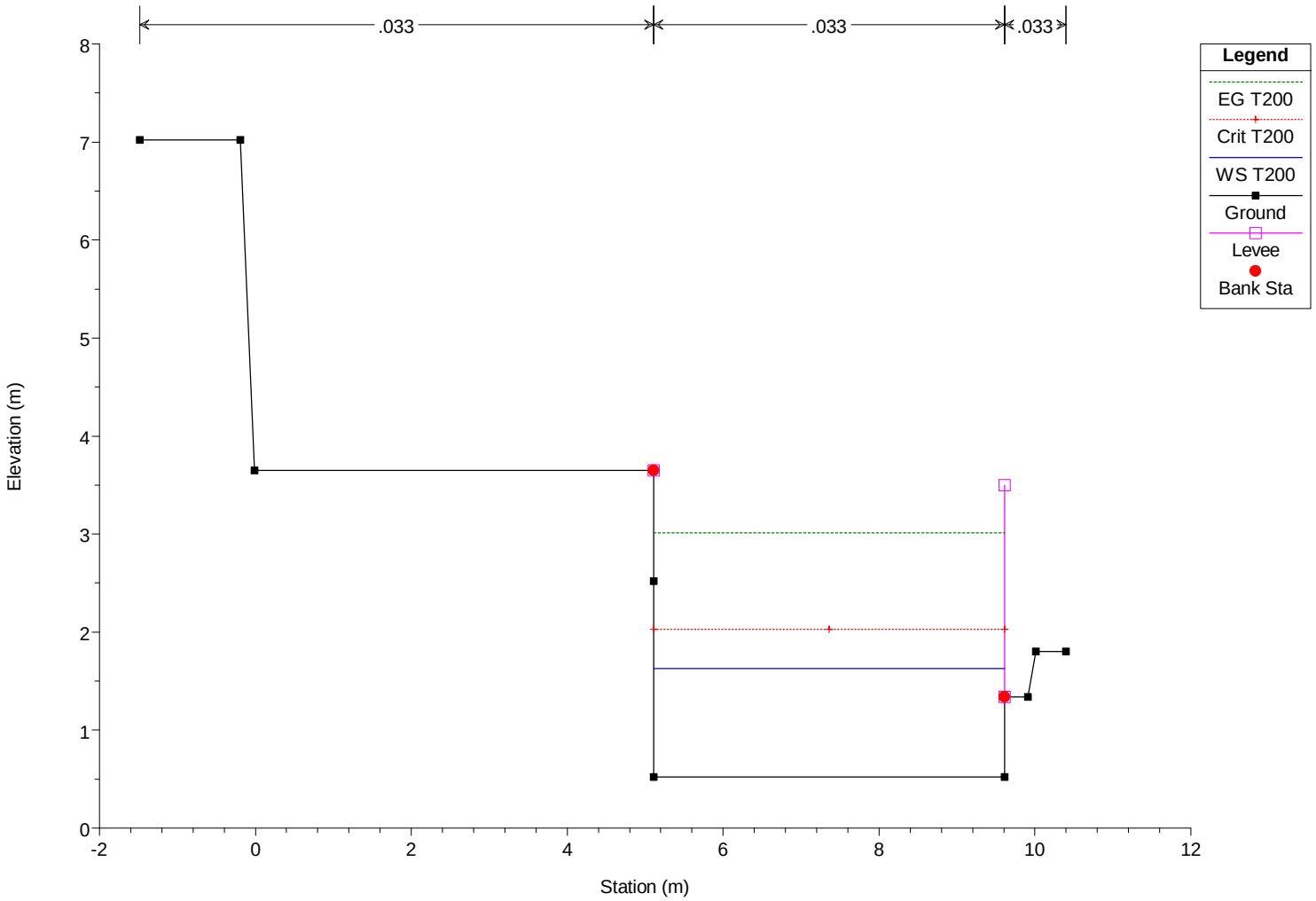
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 2 2



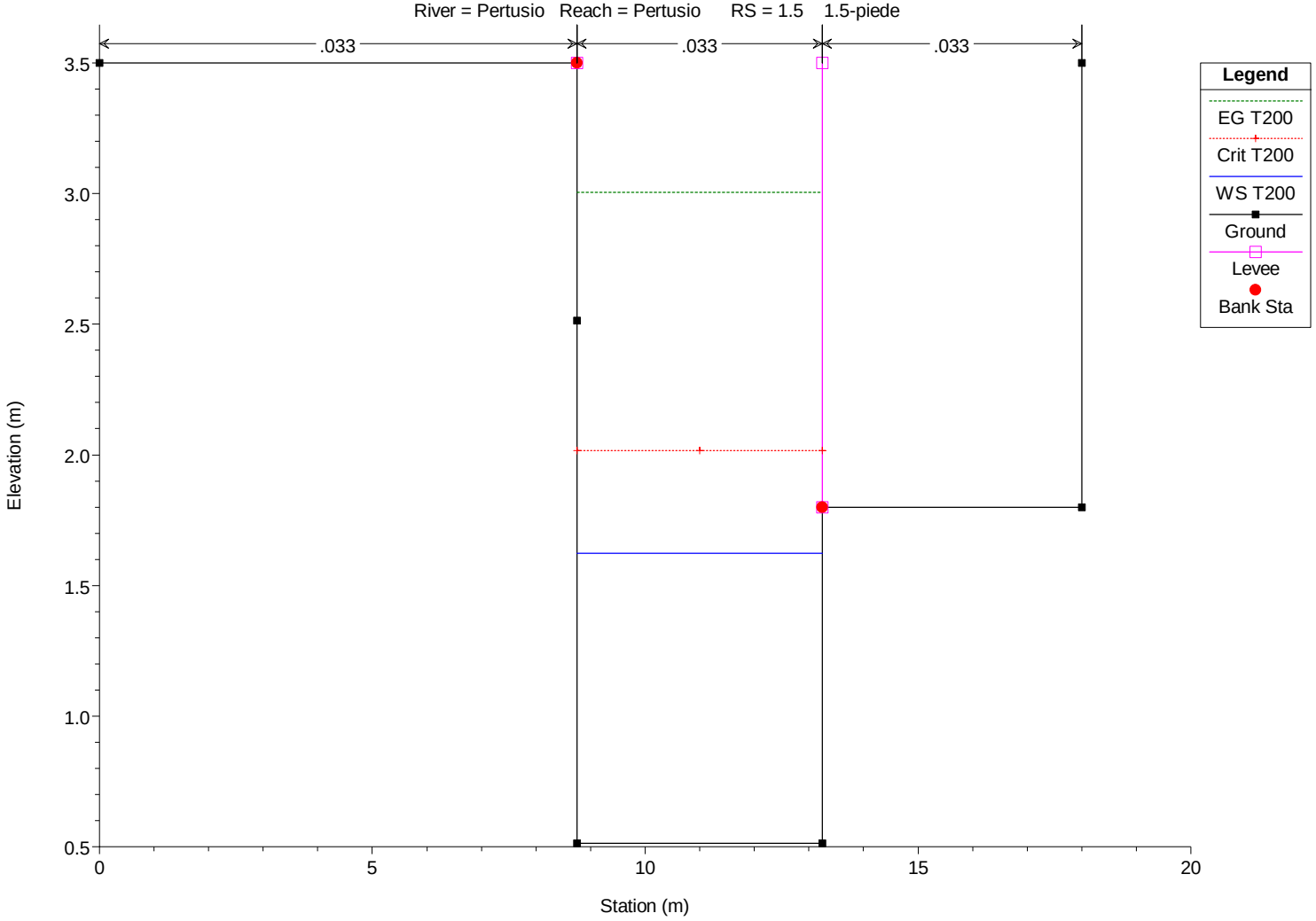
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 1.6 1.6 - testa



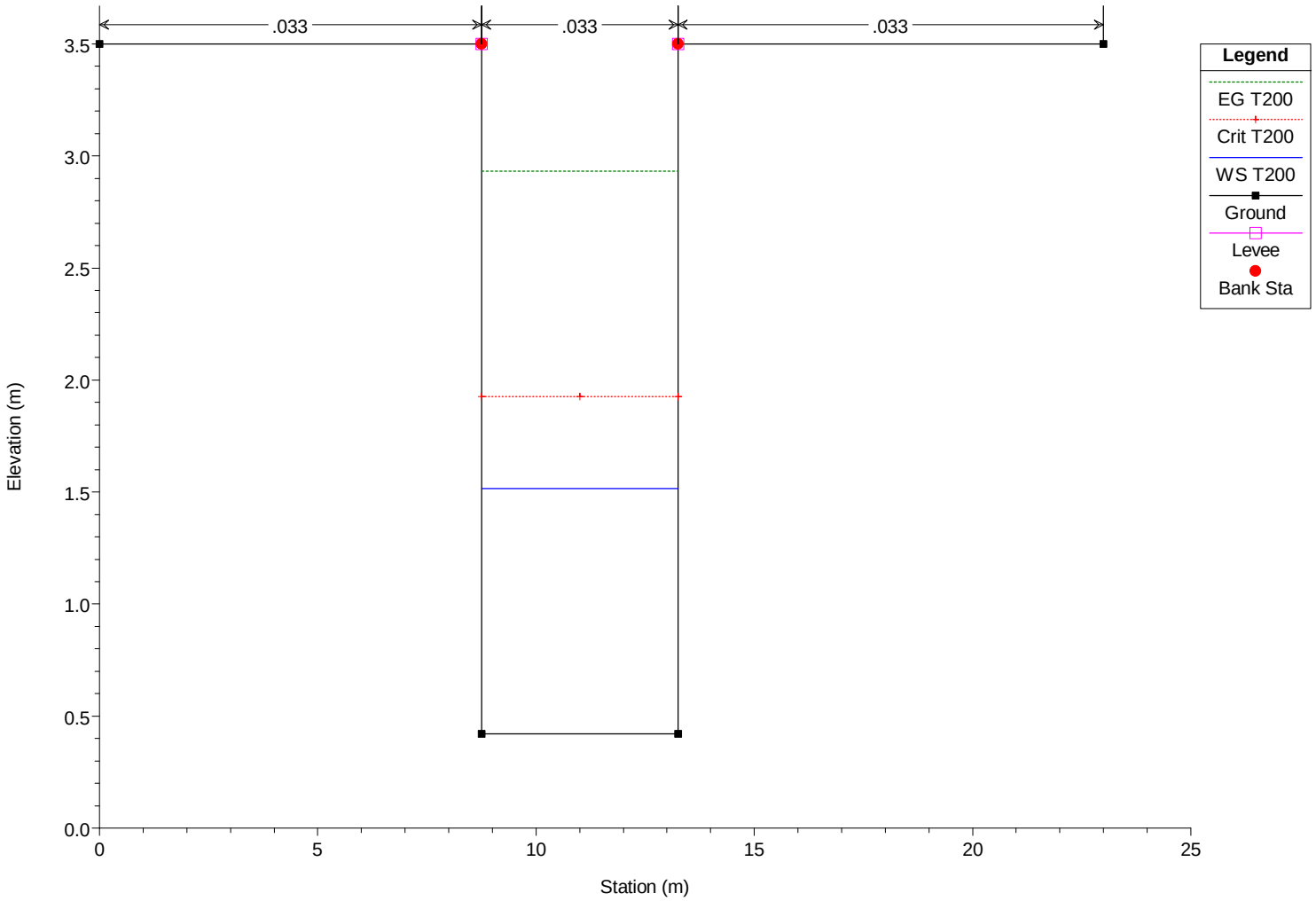
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

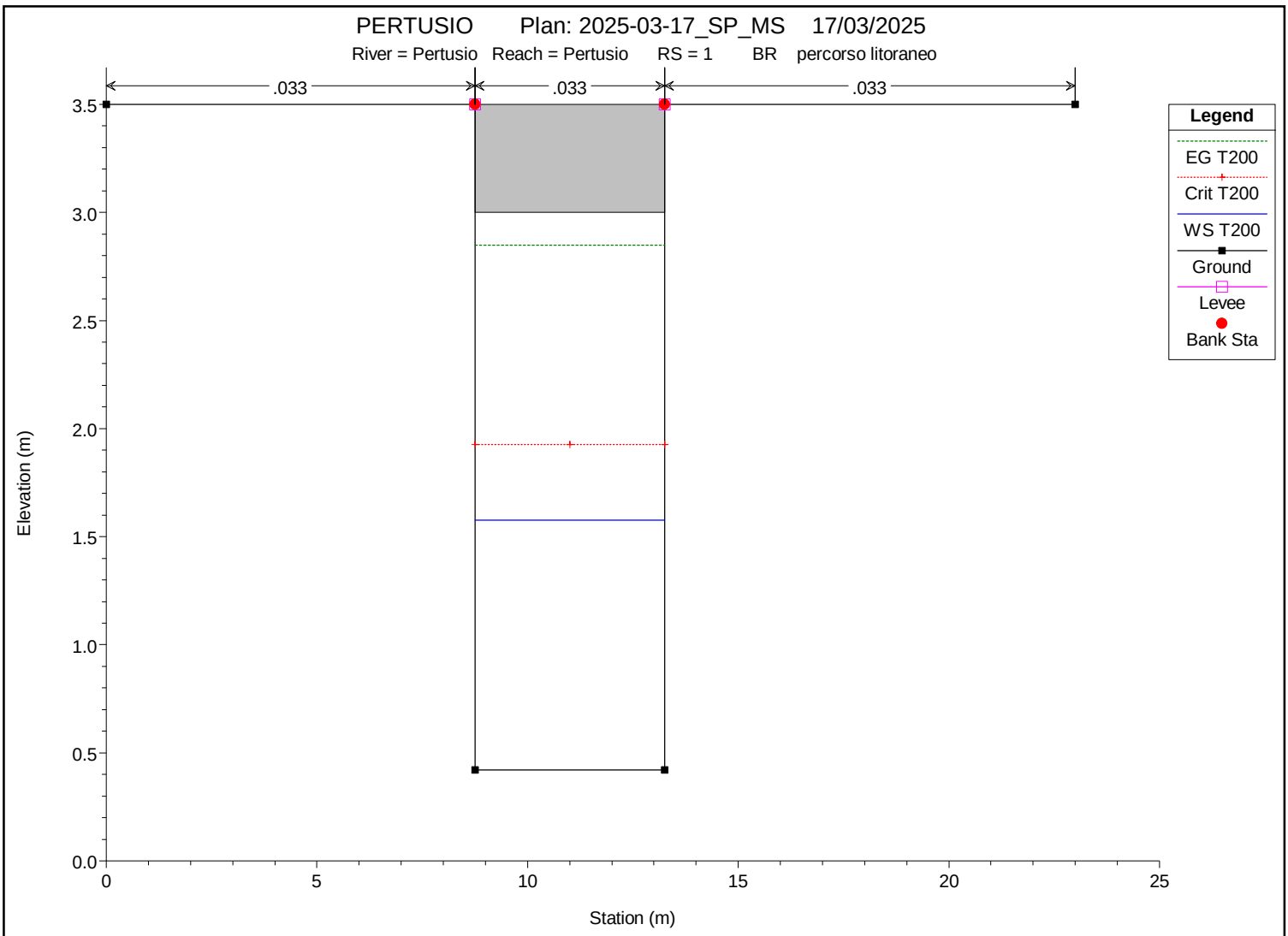
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 1.5 1.5-piede

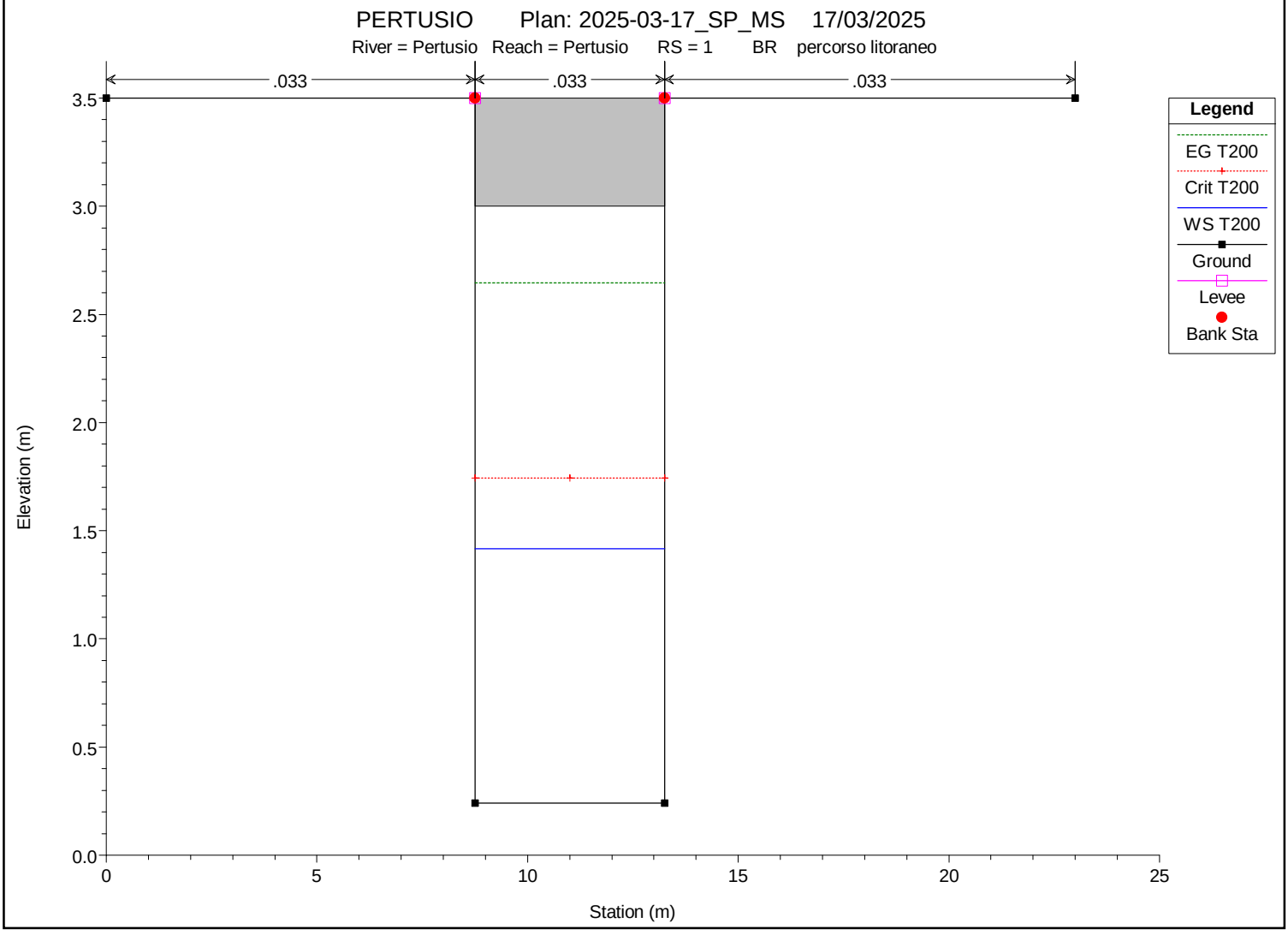


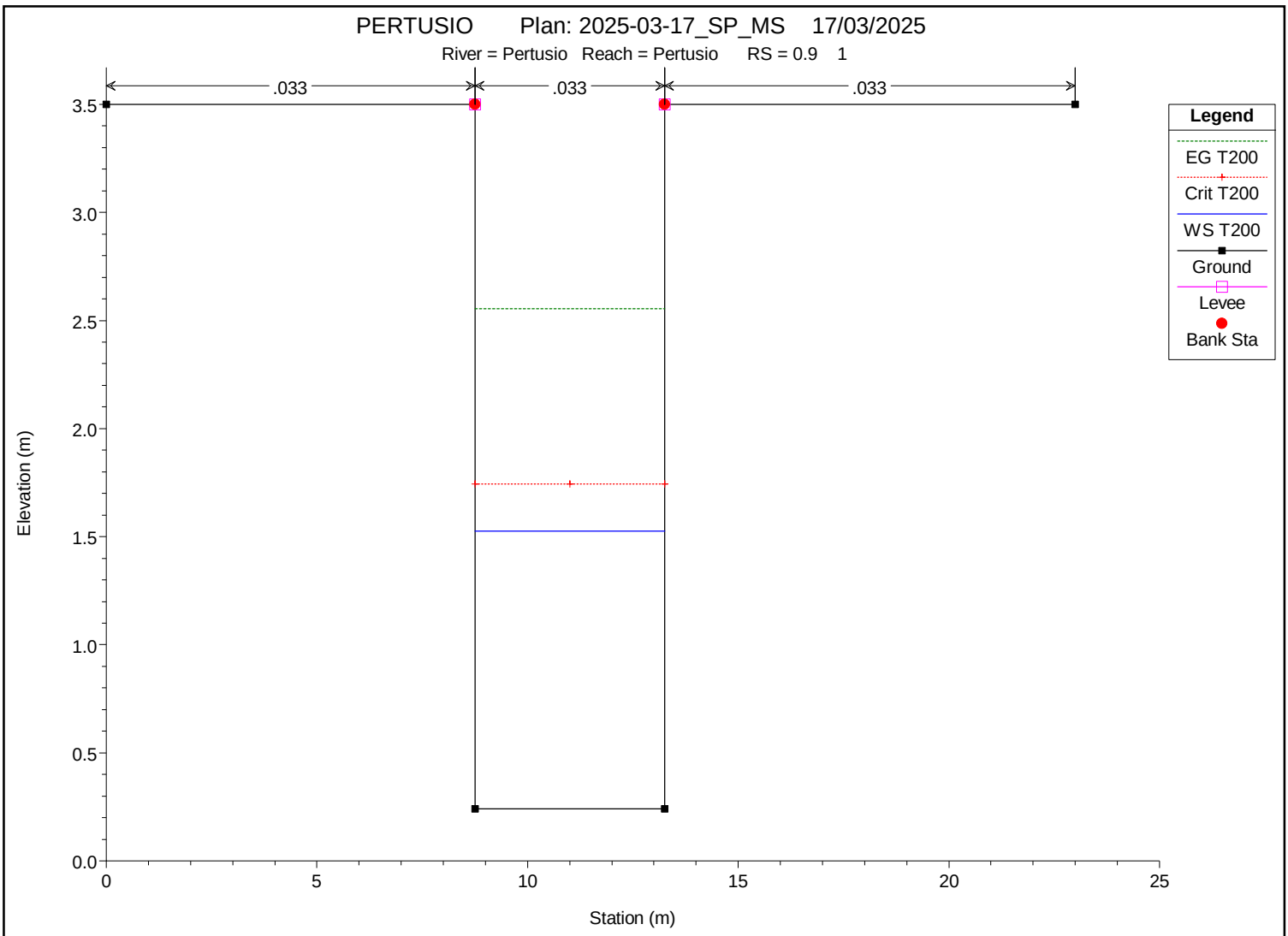
PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025

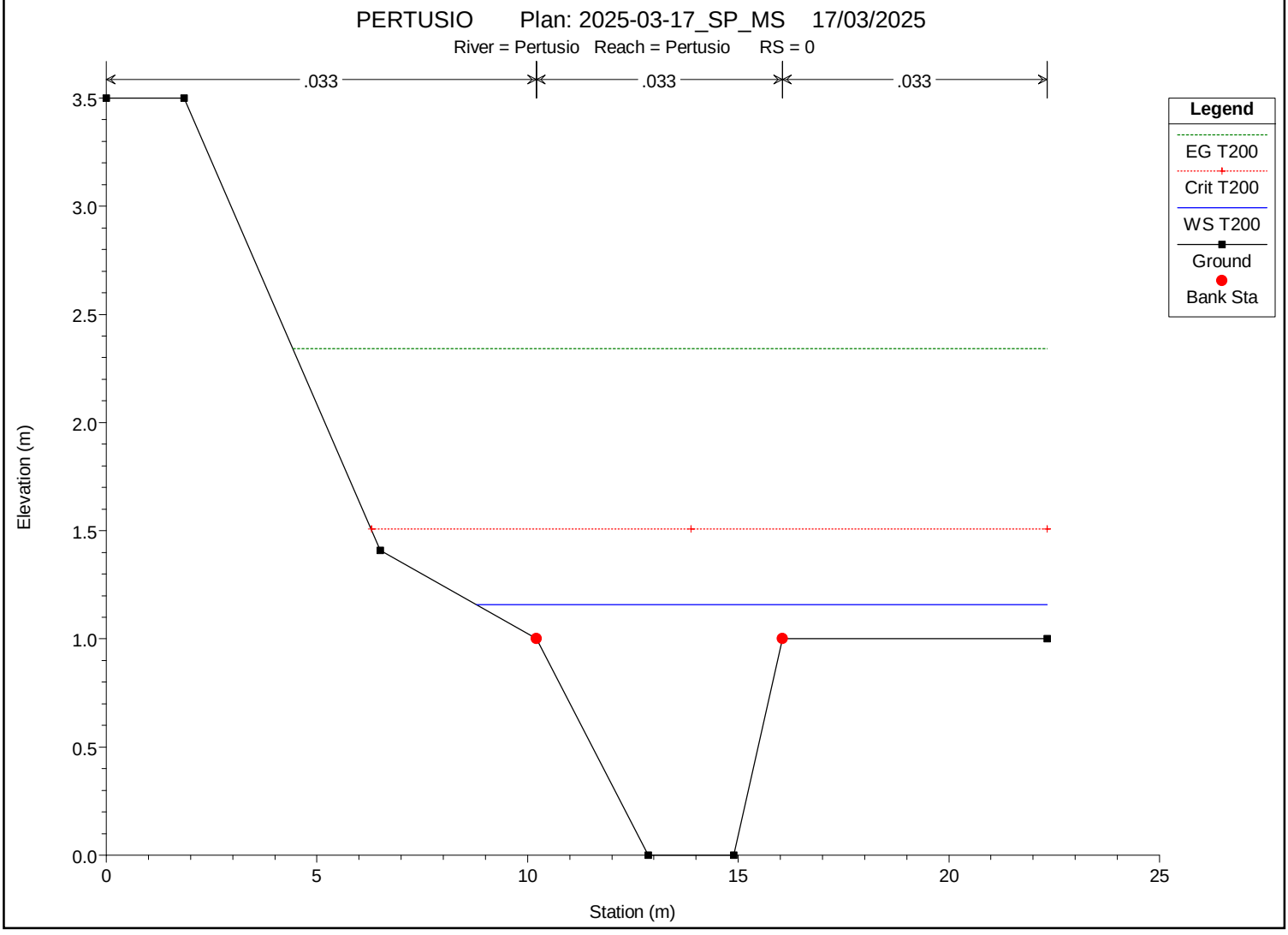
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 1.1 1




PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 1 BR percorso litoraneo
.033
.033
.033
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
0
5
10
15
20
25


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 1 BR percorso litoraneo
.033
.033
.033
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
0
5
10
15
20
25


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 0.9 1
.033
.033
.033
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
0
5
10
15
20
25


PERTUSIO Plan: 2025-03-17_SP_MS 17/03/2025
River = Pertusio Reach = Pertusio RS = 0
.033
.033
.033
Legend
EG T200
Crit T200
WS T200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
0
5
10
15
20
25