



COMUNE DI CERIGNOLA
PROVINCIA DI FOGGIA

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di 42,06 MWp (36 MW + 15 MW in immissione) nel comune di Cerignola (FG) in località "Marana di Lupara", delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione idraulica

COD. ID.					
Livello prog.		Tipo documentazione	N. elaborato	Data	Scala
PD		Definitiva	4.2.5	11/2022	-

Nome file	
-----------	--

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	NOVEMBRE 2022	PRIMA EMISSIONE		MAGNOTTA	MAGNOTTA

COMMITTENTE:

MAXIMA PV3 S.R.L.

Via Marco Partipilo, N. 48
70124 BARI (BA) ITALIA
P.IVA: 08691770724

MAXIMA PV 3 S.r.l.

Via Marco Partipilo, 48
70124 Bari (BA) - Italy
C.F. e P. va 08691770724

PROGETTAZIONE:



MAXIMA INGEGNERIA S.R.L.

Direttore tecnico: Ing. Massimo Magnotta
via Marco Partipilo n.48 - 70124 BARI
pec: gpsd@pec.it
P.IVA: 06948690729



CONSULENTI:

Ing. Sabrina Scaramuzzi

Viale Luigi De Laurentis, 6 int.20, 70124 Bari (BA) Italia
Tel./fax. 080 2082652 - 328 5589821
e-mail: progettoacustica@gmail.com - sabrina.scaramuzzi@ingpec.eu

Dott. Antonio Mesisca

Via A. Moro, B/5, 82021 Apice (BN), Italia
Tel. 327 1616306
e-mail: mesisca.antonio@virgilio.it

Dott. Geol. Rocco Porsia

Via Tacito, 31, 75100 Matera (MT) Italia
Tel: +39 3477151670
e-mail: r.porsia@laboratorioterre.it

Dott. For. Marina D'Este

Via Gianbattista Bonazzi, 21 70124 Bari (BA), Italia
Tel. +39 3406185315
e-mail: m.deste20@gmail.com

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev:	Data:	Foglio
00	Novembre 2022	1 di 52

RELAZIONE IDRAULICA

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	2
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	4
4	INQUADRAMENTO IDROGEOMORFOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO.....	9
5	STUDIO IDROLOGICO.....	12
5.1	<i>Metodologia utilizzata</i>	12
5.2	<i>Analisi morfologica</i>	13
5.3	<i>Analisi pluviometrica</i>	14
5.4	<i>Stima delle portate al colmo di piena</i>	16
6	VERIFICA RISPETTO AL REGOLAMENTO REGIONALE 26/2013.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
7	CONCLUSIONI.....	Errore. Il segnalibro non è definito.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev:	Data:	Foglio
00	Novembre 2022	2 di 52

1 PREMESSA

La presente Relazione Idrologica è parte integrante della proposta progettuale avanzata dalla società Maxima PV3 S.R.L., Via Marco Partipilo, 48 a Bari (BA), promotrice del progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare, di potenza nominale complessiva pari a 36 MWp, (42,06 MW di picco), integrato da un sistema di accumulo di potenza pari a 15 MW, da realizzarsi nella Provincia di Foggia, nel territorio comunale di Cerignola, in località "Marana di Lupara".

L'impianto agrivoltaico sorgerà in un'area agricola posta a nord del centro abitato di Cerignola.

Il suddetto campo sarà allacciato alla rete elettrica nazionale tramite la futura stazione di rete Terna, situata nel territorio comunale di Cerignola (FG).

La soluzione di connessione alla RTN per l'impianto agrivoltaico di progetto è stata fornita con comunicazione TERNA/P2022 0032986 del 15.04.2022 e prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica della RTN da collegare in entra – esce alla linea 380 kV "Foggia – Palo del Colle". Il cavidotto di connessione alla sottostazione ricade interamente nel territorio comunale di Cerignola (FG).

Il progetto oggetto del presente studio prevede l'integrazione di un progetto agronomico per il quale, all'interno della stessa area del campo agrivoltaico, verranno seminate diverse colture quali aloe vera, lavanda e prati stabili come erba medica, sulla e trifoglio sotterraneo. Il progetto consente di combinare al sistema di produzione di energia elettrica, la produzione alimentare sulla stessa superficie: il progetto assume, così, la denominazione di 'agrivoltaico'.

La presente relazione idrologica si propone di analizzare il deflusso delle acque meteoriche, superficiali e sotterranee, compatibilmente con le NTA del PAI dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia, nonché nel rispetto del Regolamento Regionale 26/2013 che disciplina le acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia.

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

La Legge n. 183/1989 sulla difesa del suolo ha definito il bacino idrografico inteso come "il territorio dal quale le acque pluviali o di fusione delle nevi e dei ghiacciai, defluendo in superficie, si raccolgono in un determinato corso d'acqua direttamente o a mezzo di affluenti; nonché il territorio che può essere allagato dalle acque del medesimo corso d'acqua, ivi compresi i suoi rami terminali con le foci in mare ed il litorale marittimo prospiciente".

Inoltre, tale legge ha stabilito che il bacino idrografico debba essere l'ambito fisico di pianificazione per superare le frammentazioni e le separazioni prodotte in seguito all'adozione di aree di riferimento aventi confini meramente amministrativi.

Strumento di gestione del bacino idrografico è il Piano di Bacino, piano territoriale e di settore, che si configura come strumento di carattere "conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato".

L'Autorità di Bacino della Puglia, con Delibera del Comitato Istituzionale n. 39 del 30.11.2005, ha approvato il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), Piano Stralcio del Piano di bacino, ai sensi dell'art. 17 della Legge 18 maggio 1989, n° 183.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI – Progetto definitivo –										
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO										
Rev:							Data:		Foglio	
00							Novembre 2022		3 di 52	

Il PAI è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità dei versanti ed a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso, e rappresenta la disciplina che più particolarmente si occupa delle tematiche proprie della difesa del suolo.

Il PAI costituisce il Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dell'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n° 183; ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Le finalità del PAI (art. 1) sono realizzate, dall'Autorità di Bacino della Puglia e dalle altre Amministrazioni competenti, mediante:

- la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;
- la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del terreno;
- l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di difesa esistenti;
- la definizione degli interventi per la difesa e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la definizione di nuovi sistemi di difesa, ad integrazione di quelli esistenti, con funzioni di controllo della evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

Il PAI (art. 4), in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, disciplina le aree di cui agli artt. 6, 7, 8, 9 e 10. In particolare, le aree di cui sopra sono definite:

- *Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali (art. 6);*
- *Aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.) (art. 7);*
- *Aree a media pericolosità idraulica (M.P.) (art. 8);*
- *Aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.) (art. 9);*
- *Fasce di pertinenza fluviale (art. 10).*

Relativamente alle aree a diversa pericolosità idraulica (A.P., M.P., B.P.), queste risultano arealmente individuate nelle "Carte delle aree soggette a rischio idrogeologico" allegate al PAI, mentre, relativamente alle aree definite "*Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali (art. 6)*" e "*Fasce di pertinenza fluviale (art. 10)*", la loro delimitazione segue i seguenti criteri:

- (art. 6 comma 8) quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m;

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO									
Rev:					Data:			Foglio	
00							Novembre 2022	4 di 52	

- (art. 10 comma 3) quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato al PAI, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra contermina all'area golenale, come individuata dall'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

Laddove esistono perimetrazioni delle aeree AP, MP e BP definite in base a specifici studi idrologici ed idraulici, trovano applicazione le norme contenute negli art. 7,8 e 9.

In relazione alle finalità e gli obiettivi generali del PAI, ai fini di assicurare la compatibilità con essi degli interventi sul territorio, le Norme Tecniche di Attuazione prevedono che (art.4):

- all'interno delle aree di cui agli artt. 6, 7, 8, 9 e 10, tutte le nuove attività ed i nuovi interventi devono essere tali da:
 - a) migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica;
 - b) non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;
 - c) non costituire un elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti;
 - d) non pregiudicare le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;
 - e) garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque;
 - f) limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;
 - g) rispondere a criteri di basso impatto ambientale facendo ricorso, laddove possibile, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.

Gli obiettivi del PAI sono definiti dall'art. 17 e consistono nel perseguire il raggiungimento delle condizioni di sicurezza idraulica come definite dall'art. 36.

L'art. 36 definisce per sicurezza idraulica la condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio. *Agli effetti del PAI si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.*

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto agrivoltaico di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco di 42,06 MWp. Si evidenzia che nella progettazione della componente fotovoltaica in esame sono stati scelti i tracker come strutture di supporto, inseguitori monoassiali in grado di integrarsi perfettamente con ogni tipo di tecnologia utilizzata nella realizzazione di impianti fotovoltaici. Infatti, i trackers utilizzano una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest su un asse di rotazione orizzontale Nord-

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO									
Rev:					Data:			Foglio	
00							Novembre 2022	5 di 52	

Sud, posizionando così i pannelli sempre con la perfetta angolazione, massimizzando la produzione energetica dell'intero parco agrivoltaico.

L'impianto agrivoltaico sarà risultante dalla somma delle potenze elettriche di n. 19 sottocampi, da realizzarsi nella Provincia di Foggia, nel territorio comunale di Cerignola, in località "Marana di Lupara", e delle relative opere di connessione alla RTN. L'impianto agrivoltaico sorgerà in un'area agricola posta a nord del centro abitato di Cerignola.

L'impianto agrivoltaico è costituito da n° 78.624 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8% annuo.

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con struttura ad inseguimento solare di tipo Inseguitore ad un asse (azimutale), avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

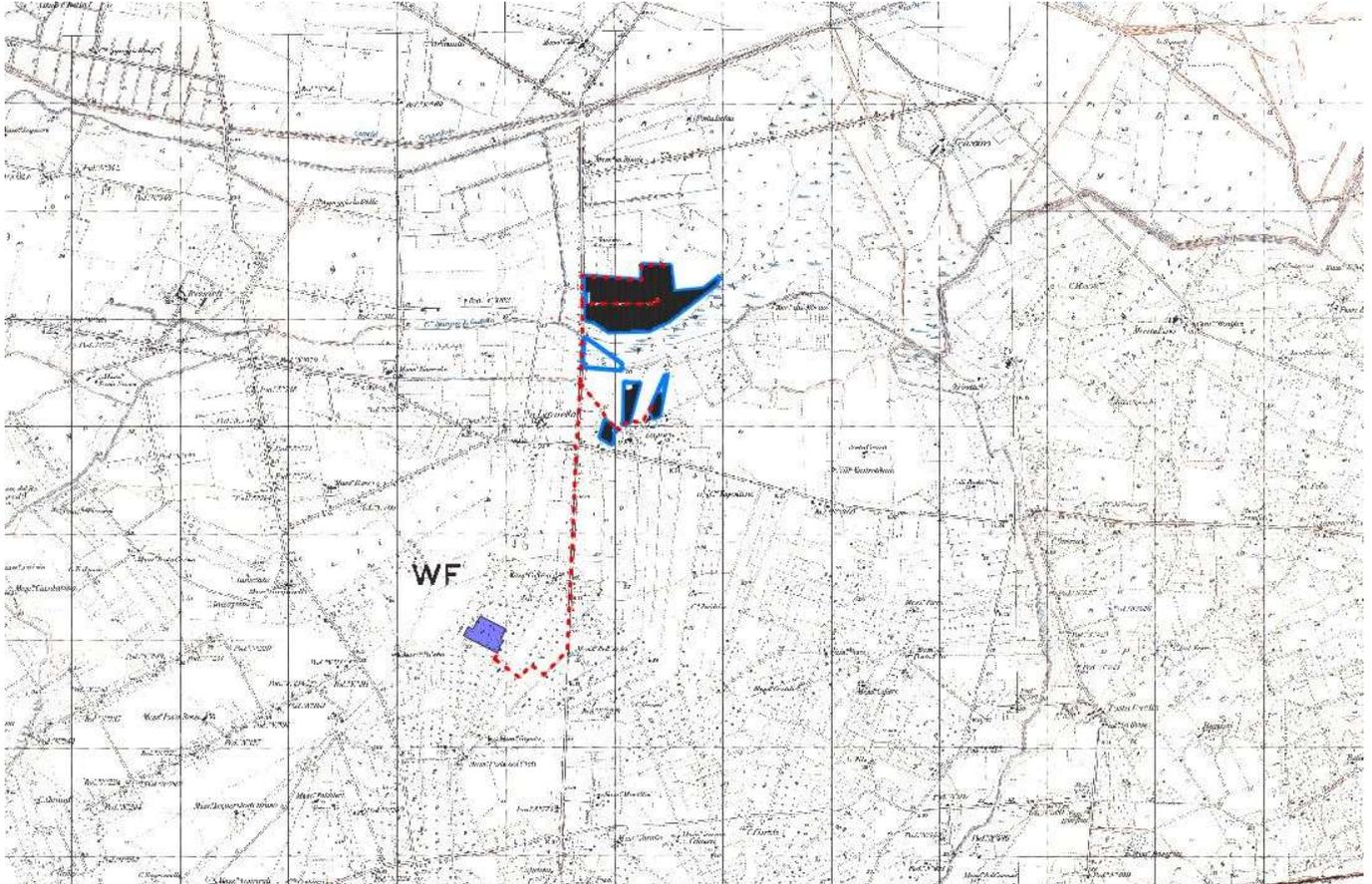
Lo sviluppo di fonti di energia rinnovabile come sistema per soddisfare la sempre maggiore domanda globale di energia e contemporaneamente ridurre le emissioni di gas serra dovuti all'utilizzo dei combustibili fossili rappresenta una delle principali sfide sociali per l'umanità. Il sistema agrivoltaico consente di utilizzare l'energia solare e trasformarla in energia elettrica.

Dunque, tale sistema consente di produrre energia elettrica rinnovabile, riducendo l'utilizzo dei combustibili fossili e la produzione di CO2 in atmosfera, mirando a soddisfare la domanda di energia elettrica, in continuo aumento. Il progetto oggetto del presente studio inoltre prevede l'integrazione di un progetto agronomico per il quale, all'interno della stessa area del campo agrivoltaico, verranno seminate diverse colture quali aloe vera, lavanda e prati stabili come erba medica, sulla e trifoglio sotterraneo. Il progetto consente di combinare al sistema di produzione di energia elettrica, la produzione alimentare sulla stessa superficie: il progetto assume, così, la denominazione di 'agrivoltaico'.

Il sistema Agrivoltaico (APV) può essere considerato anche maggiormente produttivo rispetto ad un sistema di produzione alimentare tradizionale; infatti, in aree aride e semiaride, le colture soffrono spesso gli effetti negativi dell'elevata radiazione solare, delle elevate temperature e delle perdite di acqua. La presenza del sistema di pannelli fotovoltaici consentirebbe di ridurre la perdita di acqua per evaporazione e traspirazione ed un miglioramento delle condizioni di stress sulla coltura a causa di una riduzione della perdita eccessiva di acqua. Questi ed ulteriori vantaggi rendono il sistema Agrivoltaico nettamente migliore rispetto ad un classico sistema agrivoltaico sia per una valenza puramente economica che per una valenza ecologica – ambientale.

Il progetto del parco agrivoltaico avrà una potenza di 42,06 MWp e si svilupperà su un'area agricola di 61,3 ha, a nord del centro abitato del comune di Cerignola, in provincia di Foggia.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev:		Data:
00		Novembre 2022
		Foglio 6 di 52

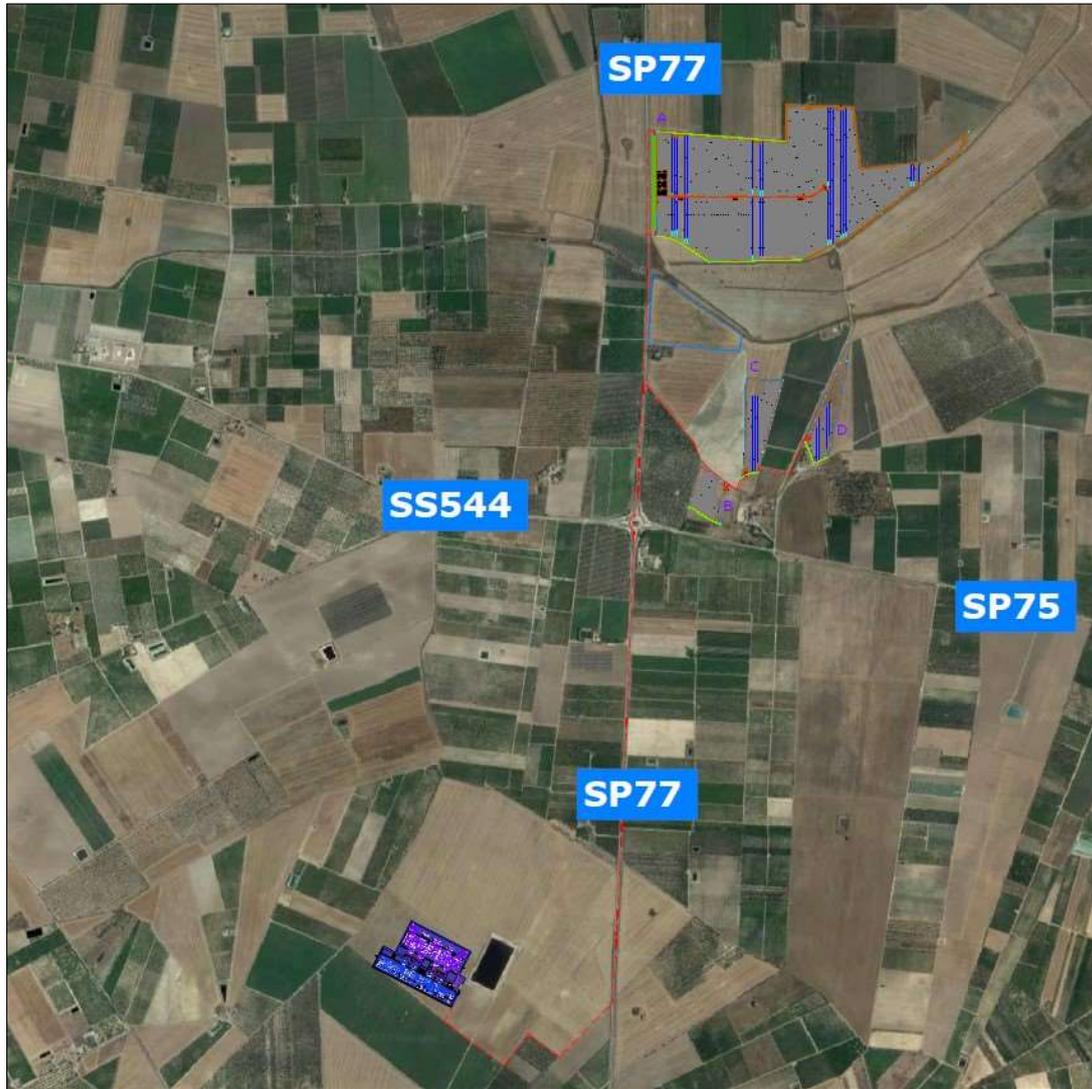


Inquadramento dell'impianto su IGM

L'area è ben servita dalla viabilità esistente (strade provinciali, comunali e poderali), è adiacente alla SP67 e pertanto la lunghezza delle strade di nuova realizzazione è ridotta. Nella fattispecie, il sito si trova:

- Ad Est della SP 77;
- A Nord della SS544;

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>- Progetto definitivo -</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev: 00	Data: Novembre 2022	Foglio 7 di 52



Viabilità presente nell'area di progetto

Di seguito si riportano le coordinate baricentriche (UTM 84-33N) dell'area di progetto e le particelle catastali interessate dall'impianto.

COORDINATE UTM 33 WGS84		
Area	Lat.	Long.
Agricola	576102	4582740

Progetto:			
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI			
<i>- Progetto definitivo -</i>			
Elaborato:			
RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO			
Rev:			Data:
00			Novembre 2022
			Foglio 8 di 52

Rif.	Comune	Fg.	P.IIa
Parco agrivoltaico	Cerignola	18	26
Parco agrivoltaico	Cerignola	18	30
Parco agrivoltaico	Cerignola	19	2
Parco agrivoltaico	Cerignola	19	9
Parco agrivoltaico	Cerignola	19	10
Parco agrivoltaico	Cerignola	19	29
Cavidotto	Cerignola	18	27
Cavidotto	Cerignola	18	28
Cavidotto	Cerignola	18	29
Cavidotto	Cerignola	18	30
Cavidotto	Cerignola	19	2
Cavidotto	Cerignola	19	9
Cavidotto	Cerignola	19	10
Cavidotto	Cerignola	19	29
Cavidotto	Cerignola	19	15
Cavidotto	Cerignola	19	14
Cavidotto	Cerignola	19	125
Cavidotto	Cerignola	19	75
Cavidotto	Cerignola	19	6
Cavidotto	Cerignola	13	40
Cavidotto	Cerignola	13	17
Cavidotto	Cerignola	76	88
Cavidotto	Cerignola	76	643
Cavidotto	Cerignola	91	169
Cavidotto	Cerignola	91	171
Cavidotto	Cerignola	91	190
Cavidotto	Cerignola	91	189
Cavidotto	Cerignola	91	199
Cavidotto	Cerignola	91	197
Cavidotto	Cerignola	91	198
Cavidotto	Cerignola	91	196

Per quanto concerne le opere di connessione alla RTN, la soluzione di connessione alla RTN per l'impianto agrivoltaico di progetto è stata fornita con comunicazione TERN/P2022 0032986 del 15.04.2022 e prevede che l'impianto venga collegato



Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev: 00	Data: Novembre 2022	Foglio 9 di 52

in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica della RTN da collegare in entra – esce alla linea 380 kV “Foggia – Palo del Colle”. Il cavidotto di connessione alla sottostazione ricade interamente nel territorio comunale di Cerignola (FG).

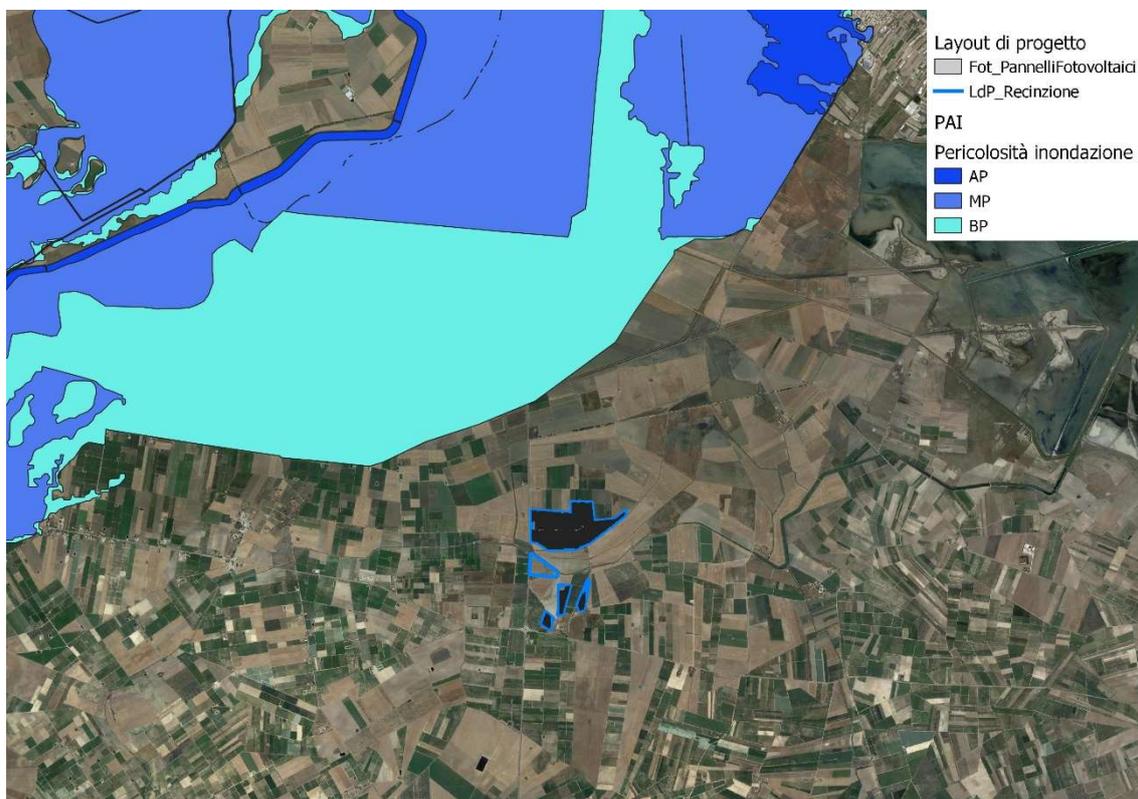
Per il collegamento dell’impianto agrivoltaico alla Stazione Elettrica è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- Cavidotto MT, di lunghezza complessiva di circa 7,2 km, ubicato nel territorio comunale di Cerignola, in provincia di Foggia;
- Rete telematica di monitoraggio in fibra ottica per il controllo della rete elettrica e dell’impianto agrivoltaico mediante trasmissione di dati via modem o satellitare.

4 INQUADRAMENTO IDROGEOMORFOLOGICO DELL’AREA DI INTERVENTO

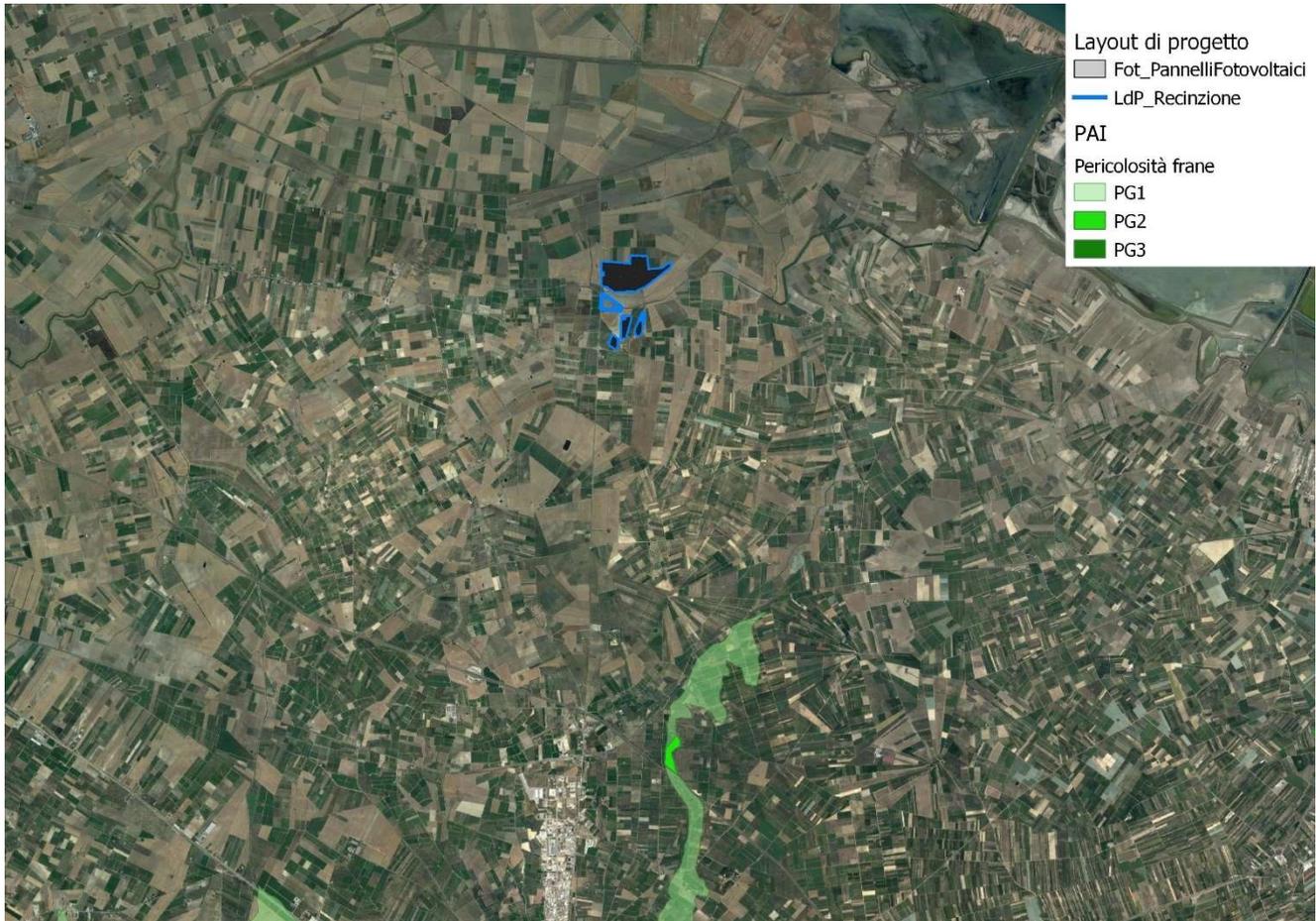
Le aree interessate dagli interventi **sono esterne alle aree a pericolosità idraulica AP, MP e BP**, come si può dedurre dalla cartografia del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI), approvato dall’Autorità di Bacino della Regione Puglia.

Inoltre, le aree interessate dall’installazione dall’impianto **sono esterne alle aree a pericolosità geomorfologica PG31, PG2 e PG3**, per cui non è necessario uno studio di compatibilità geologica e geotecnica, al fine della valutazione della compatibilità dell’intervento ai sensi delle NTA del PAI.



Inquadramento su PAI – pericolosità idraulica

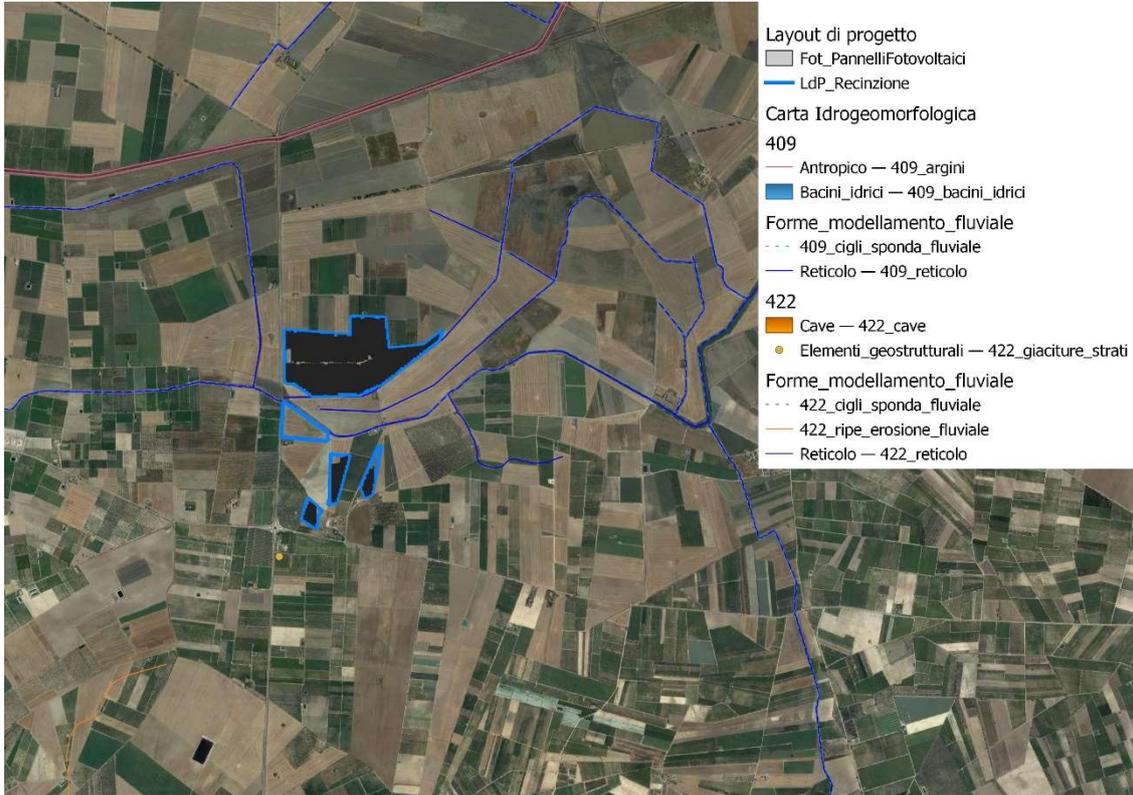
Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev:		Data:
00		Novembre 2022
		Foglio 10 di 52



Inquadramento su PAI – pericolosità frane

Relativamente alla Carta Idrogeomorfologica redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia, l'elemento più significativo è quello dei *corsi d'acqua*, intendendo con tale terminologia l'insieme dei percorsi lineari dei deflussi, che costituiscono il reticolo idrografico di un territorio. Dallo studio della carta, si evince che le aree di intervento per l'ubicazione della Tessera 1 sono lambite da un **reticolo idrografico**, come si può evincere dal seguente stralcio planimetrico e dagli elaborati grafici in allegato.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev: 00	Data: Novembre 2022	Foglio 11 di 52



Inquadramento sulla carta idrogeomorfologica della Regione Puglia

Parte dell'impianto risulta **interno sia alla fascia di rispetto di 75 m in destra e sinistra idraulica dall'asse fluviale, che alla fascia di pertinenza fluviale di 150 m in destra e sinistra idraulica dall'asse fluviale**, come definita all'art. 10 delle NTA del PAI.

È necessario, per cui, uno studio di compatibilità idrologia e idraulica, comprensivo di analisi idrologica e modellazione idraulica per l'individuare l'impronta allagabile per un evento meteorico con tempo di ritorno di 200 anni, al fine di valutare le condizioni di sicurezza per le opere da farsi.

Progetto:

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

– Progetto definitivo –

Elaborato:

RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO

Rev:

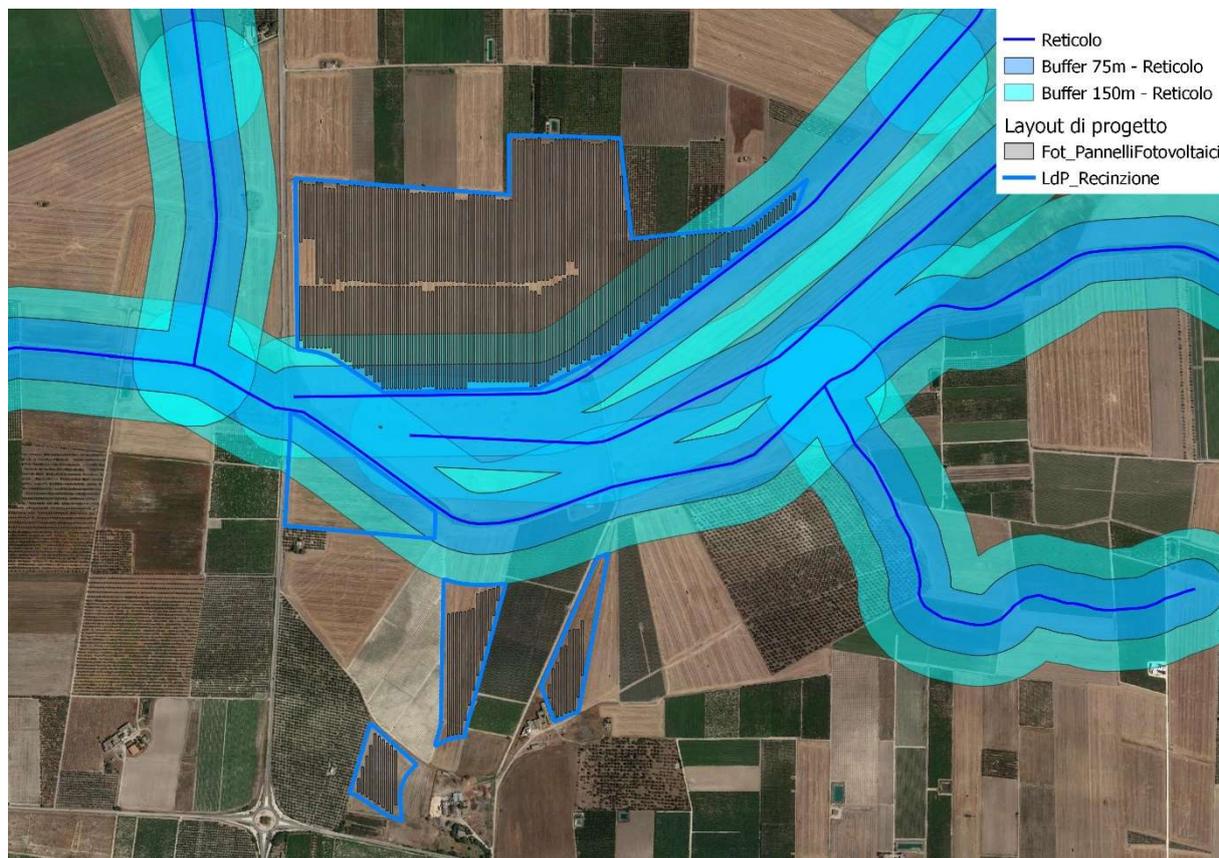
Data:

Foglio

00

Novembre 2022

12 di 52



Reticolo idrografico con relativi buffer di rispetto

5 STUDIO IDROLOGICO

5.1 Metodologia utilizzata

Nel rispetto delle N.T.A. del P.A.I. dell'Autorità di Bacino della Puglia, che attribuiscono ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni la verifica per il requisito della "sicurezza idraulica", lo studio idrologico a livello di bacino è finalizzato alla determinazione della portata di piena e lo studio idraulico a valutare l'effetto al suolo della propagazione di tale piena.

Lo studio idrologico è condotto secondo le seguenti 5 fasi:

1. reperimento della cartografia di base (I.G.M. in scala 1:25.000, rilievi aerofotogrammetrici in scala 1:5000 ed ortofoto) e del modello digitale del terreno (DTM);
2. analisi morfologica per l'individuazione dei bacini idrografici di interesse;
3. definizione delle caratteristiche morfometriche dei bacini di studio (superficie, quota media, lunghezza dell'asta principale e pendenza media del bacino);
4. analisi della piovosità sulla base delle curve di possibilità pluviometrica relative alle zone omogenee in cui ricadono i bacini, definite negli studi del "VaPi - Puglia" attraverso l'analisi di regionalizzazione dei dati osservati delle precipitazioni intense, ed indicata come metodologia di riferimento nel PAI;

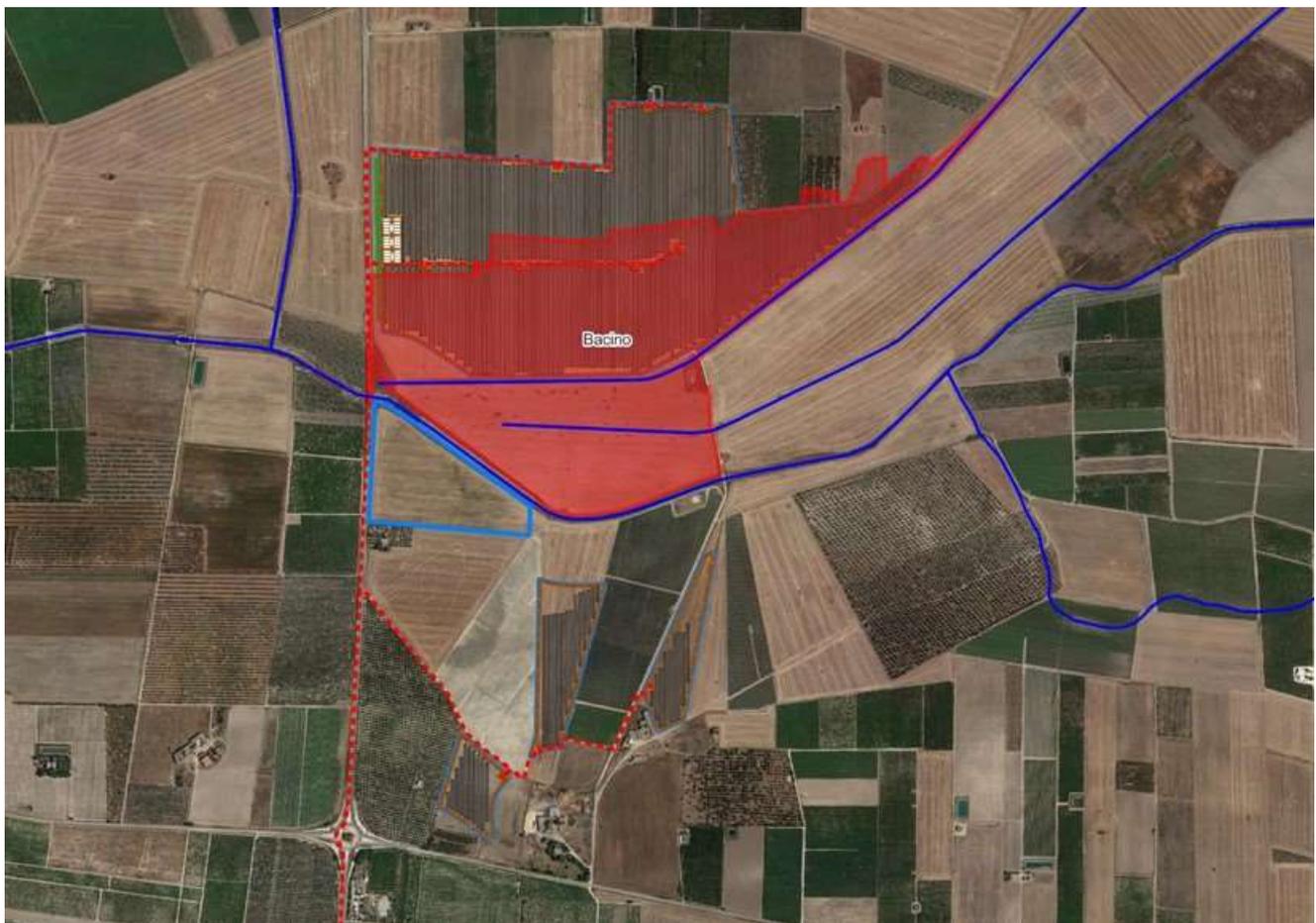
Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev: 00	Data: Novembre 2022	Foglio 13 di 52

- determinazione della portata di piena con tempo di ritorno pari a 30, 200 anni e 500 anni.

5.2 *Analisi morfologica*

Dopo la consultazione del WebGIS dell'Autorità di Bacino per una definizione grossolana del bacino di interesse, si è proceduto all'acquisizione del modello digitale del terreno attraverso un rilievo aerofotogrammetrico con risoluzione 1x1 m.

I dati a disposizione sono stati elaborati tramite il software GIS. La delimitazione dei bacini tributari e l'estrazione del reticolo, per il successivo calcolo della portata idrologica al colmo di piena, è stata eseguita sulla base del modello digitale del terreno ricavato dal rilievo aerofotogrammetrico con risoluzione 1x1 m, utilizzando il tool Hydrology del software ESRI- ArcGIS 10.2 con le funzioni di Fill, Flow direction e Flow accumulation.



Bacini idrografici

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev:		Data:
00		Novembre 2022
		Foglio 14 di 52

Determinati i bacini tributari, si è effettuato lo studio morfologico dei bacini idrografici al fine di determinare le caratteristiche morfometriche principali, necessarie all'elaborazione idrologica:

	Area di corrivazione	Lunghezza asta principale	H _{max}	H _{min}	H _{mean}	Dislivello	Pendenza media del bacino	Pendenza media dell'asta principale
	Km ²	Km	m.s.l.m	m.s.l.m	m.s.l.m	m	%	%
Bacino	0.48	1.68	55.2	46.8	50.3	8.4	7.4%	0.5%

5.3 Analisi pluviometrica

La determinazione della curva di possibilità pluviometrica dei bacini idrografici in esame è stata determinata attraverso la metodologia propria del progetto VaPi Puglia, metodologia di riferimento delle N.T.A. del P.A.I. dell'Autorità di Bacino della Puglia. Il metodo VaPi effettua la regionalizzazione delle piogge su sei zone omogenee, in cui è stata suddivisa la Puglia, con formulazioni diverse per ognuna di esse.



$$\begin{aligned} \text{Zona 1: } & x(t,z) = 26.8 t^{[(0.720 + 0.00503 z)/3.178]} \\ \text{Zona 2: } & x(t) = 22.23 t^{0.247} \\ \text{Zona 3: } & x(t,z) = 25.325 t^{[(0.0696 + 0.00531 z)/3.178]} \\ \text{Zona 4: } & x(t) = 24.70 t^{0.256} \\ \text{Zona 5: } & x(t,z) = 28.2 t^{[(0.628 + 0.0002 z)/3.178]} \\ \text{Zona 6: } & x(t,z) = 33.7 t^{[(0.488 + 0.0022 z)/3.178]} \end{aligned}$$

Nel VAPI, l'analisi idrologica è basata sulla legge di distribuzione statistica TCEV (two components extreme value); la particolarità di questo modello è quella di riuscire a considerare gli estremi idrologici, che sono di fatto gli eventi che inducono un livello di pericolosità più elevato, riconducendosi al prodotto di due funzioni di distribuzione di probabilità di tipo Gumbel, una che riproduce l'andamento degli eventi ordinari e l'altra che riproduce l'andamento degli eventi eccezionali. L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, con due zone omogenee al primo e secondo livello, ovvero Puglia Settentrionale e Centro – Meridionale, e sei zone omogenee al terzo livello, dove si indaga la variabilità spaziale del valor medio dell'altezza di pioggia.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev:	Data:	Foglio
00	Novembre 2022	15 di 52

I bacini in esame rientrano nella *zona omogenea 2 della Puglia Settentrionale* pertanto l'equazione da applicare è la seguente:

$$ZONA 2: x(t) = 24.70 * t^{0.247}$$

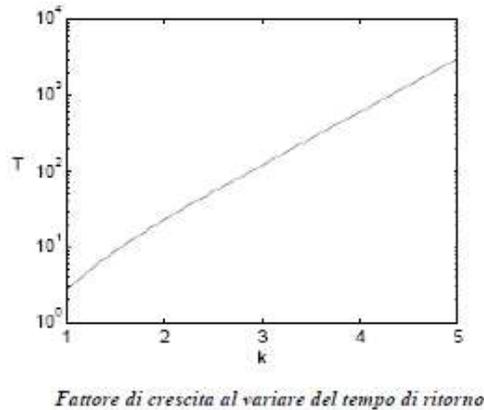
dove t delle curve pluviometriche si assume pari al tempo di ritardo; per i bacini pugliesi si considera la seguente formula empirica, in funzione dell'area del bacino in Km²: $t = 0.344 * A^{0.5}$.



Zone omogenee del VaPi Puglia

L'altezza di pioggia totale è pari a $X(t, T) = x(t, z) * K_T$, con K_T fattore di crescita che dipende dal tempo di ritorno. È possibile rappresentare graficamente la funzione $K_T = K_T(T)$ al variare del tempo di ritorno T. Per quanto concerne il fattore di crescita esso è espresso per la Puglia Settentrionale con tale espressione: $K_T = 0,5648 + 0,415 \ln T$.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>- Progetto definitivo -</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev: 00	Data: Novembre 2022	Foglio 16 di 52



Di seguito si riporta il calcolo del tempo di ritardo, preliminare al calcolo dell'altezza di pioggia critica:

	Area	t
	km ²	(ore)
Bacino	0.48	0.24

Conoscendo il valore del tempo di ritardo è possibile determinare il valore h dell'altezza di pioggia, ed applicando a quest'ultima i coefficienti relativi al fattore probabilistico di crescita K_t pari a 1.98 per $Tr = 30$ anni, a 2.76 per $Tr = 200$ anni e pari a 3.14 per $Tr = 500$ anni.

	h	K_t	h30	K_t	h200	K_t	h500
	mm	Tr = 30	mm	Tr = 200	mm	Tr = 500	mm
Bacino	15.60	1.98	30.82	2.76	43.10	3.14	49.03

5.4 Stima delle portate al colmo di piena

La portata di piena viene calcolata con il metodo del "Soil Conservation Service" (S.C.S.).

Per la stima della pioggia netta, tale da determinare deflusso superficiale, al fine del calcolo della portata di piena, si è utilizzata la metodologia che prevede la determinazione del Curve Number (CN), parametro adimensionale che indica l'attitudine del bacino a produrre deflusso e si stima sulla base delle caratteristiche idrologiche dei suoli e di copertura vegetale. La sua determinazione è effettuata determinando il gruppo idrologico di appartenenza (A, B, C, D) e, all'interno di ciascun gruppo, valutando la copertura d'uso del suolo; alle sottoclassi così determinate viene associato un valore di CN.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev: 00	Data: Novembre 2022	Foglio 17 di 52

I valori del CN, quindi, rappresentano la capacità di risposta dei bacini analizzati, in termini di infiltrazione e ruscellamento superficiale a fronte di un evento meteorico. Le caratteristiche geolitologiche sono state determinate facendo riferimento alla carta dei suoli redatta dall'IRSA CNR in scala 1:100.000, ed è stato possibile caratterizzare i suoli dal punto di vista della permeabilità secondo la classificazione SCS (Carta litologica).

Gruppo A	Suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde, con scarsissimo limo ed argilla e ghiaie profonde, molto permeabili. Capacità di infiltrazione in condizioni di saturazione molto elevata.
Gruppo B	Suoli aventi moderata potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A. Elevate capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.
Gruppo C	Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali. Scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.
Gruppo D	Potenzialità di deflusso molto elevata. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressochè impermeabili in vicinanza della superficie. Scarsissima capacità di infiltrazione a saturazione.

Gruppi geolitologici

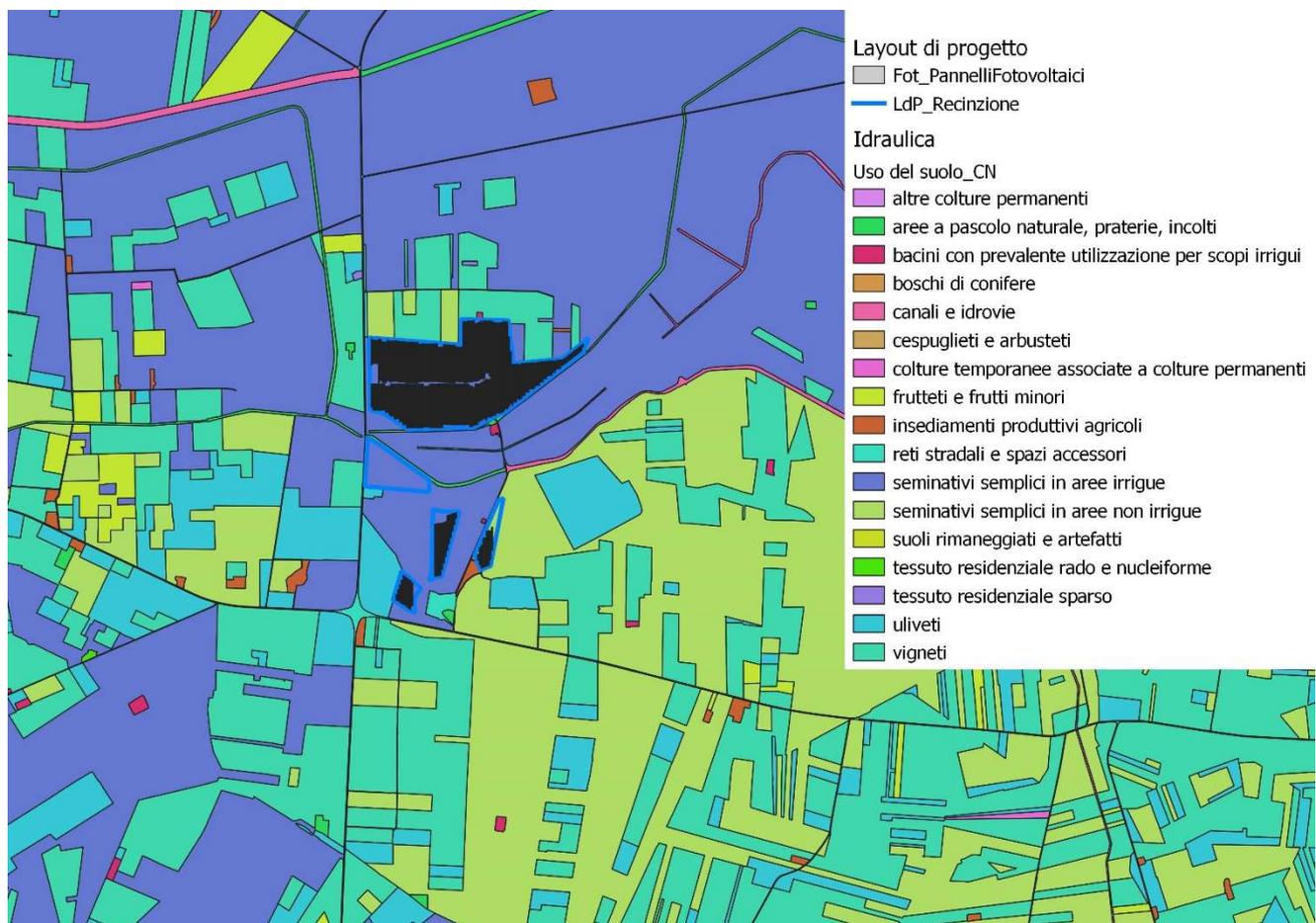


Carta Litologica

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev: 00	Data: Novembre 2022	Foglio 18 di 52

La suddivisione in base al tipo di copertura o uso del suolo comprende, invece, aree caratterizzate da differenti morfologie (pascoli, terrazzamenti, etc.), varie coperture vegetali (boschi, praterie, parchi) e diverse condizioni di conservazione e destinazione d'uso (coltivazioni, parcheggi, distretti industriali o altro).

Dall'analisi della Carta dell'Uso del Suolo, si evince che l'impianto è ubicato in zone caratterizzate dalla presenza di **seminativi semplici in aree irrigue**.



Carta Uso del Suolo

Nell'applicazione del metodo sono previste tre classi, rispettivamente la I, la II, e la III del grado di umidità del terreno, in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento esaminato (Antecedent Moisture Condition): molto asciutto (<50 mm), standard (tra 50 e 110 mm) e molto umido (oltre 110 mm).

Si è preferito adottare il valore di CN corrispondente alla classe AMC-tipo II, come di seguito tabellato:

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>- Progetto definitivo -</i>									
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO									
Rev:					Data:			Foglio	
00					Novembre 2022			19 di 52	

Tipo di copertura	A	B	C	D
Aree agricole con presenza di spazi naturali	62	71	78	81
Aree Urbane	98	98	98	98
Area residenziale	77	85	90	92
Cava	60	60	60	60
Distretti industriali	81	88	91	93
Bacini di acqua	100	100	100	100
Culture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	72	81	88	91
Culture orticole a ciclo estivo-annuale-primaverile	72	81	88	91
Culture orticole a ciclo primaverile-estivo	72	81	88	91
Culture temporanee associate a colture permanenti	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori non irrigui	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori irrigui	72	81	88	91
Oliveti irrigui	72	81	88	91
Oliveti non irrigui	62	71	78	81
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Seminativi in aree non irrigue	62	71	78	81
Sistemi colturali e particellari complessi	72	81	88	91
Vigneti irrigui	72	81	88	91
Vigneti non irrigui	62	71	78	81
Zone boscate	45	66	77	83

Definito il parametro del CN II è possibile determinare il valore di altezza di pioggia netta P_n , mediante la seguente relazione:

$$P_n = \frac{(P - 0.2 * S)^2}{P + 0.8 * S} \text{ in mm}$$

con $S = 254 * (100 / CN - 1)$ che rappresenta il massimo volume di invaso al suolo, in funzione del CN e P è l'altezza di pioggia totale, precedentemente calcolata con il metodo VaPi Piogge, in corrispondenza di un evento con assegnato tempo di ritorno.

	CN II medio	CN III	S	P30	Pn30	P200	Pn200	P500	Pn500
			mm						
Bacino	88.00	94.46	14.89	30.82	18.14	43.10	29.26	49.03	34.80

Secondo il metodo SCS, il tempo di ritardo del bacino idrografico viene calcolato con la formula di Mockus, per cui:

$$t_l = 0.342 * \frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} * \left(\frac{1000}{CNIII} - 9 \right)^{0.7}$$

t_l = tempo di ritardo in ore con la formula di Mockus;

s: pendenza media del bacino, espressa in %;

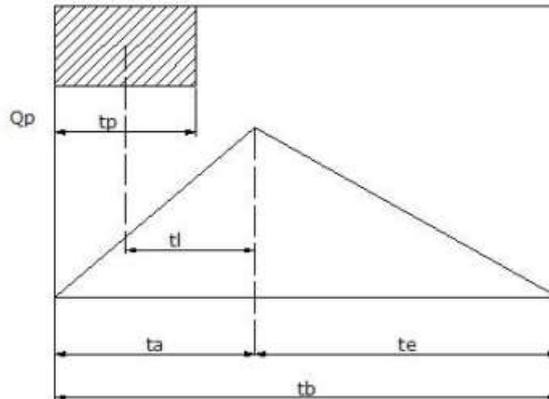
L: lunghezza dell'asta principale estesa sino allo spartiacque, espressa in km.

Il passaggio dal tempo di ritardo al tempo di corrivazione del bacino avviene attraverso la seguente formula: $t_c = t_l / 0.6$.

Per il calcolo della portata al colmo si considera un diagramma di piena triangolare "Idrogramma di Mockus", che ha una fase crescente di durata t_a (tempo di accumulo) e una fase di esaurimento di durata t_e (tempo di esaurimento).

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>- Progetto definitivo -</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev: 00	Data: Novembre 2022	Foglio 20 di 52

Il tempo di accumulo è pari a $t_a = 0.5 t_c + t_i$.



L'area sottesa da tale triangolo definisce la portata al colmo di piena, che, pertanto, assume la formulazione seguente:

$$Q_p = 0.208 * \frac{P_n * A}{t_a}$$

L'ascissa e l'ordinata del picco dell'onda di piena rappresentano, rispettivamente, il tempo di risposta del bacino e la portata al colmo.

	L	s	tl	tp	ta	A	Pn30	Q (Tr=30)	Pn200	Q (Tr=200)	Pn500	Q (Tr=500)
	Km	%	ore	ore	ore	km ²	mm	m ³ /s	mm	m ³ /s	mm	m ³ /s
Bacino	1.68	7.39%	0.26	0.44	0.48	0.48	18.14	3.75	29.26	6.04	34.80	7.19

6 STUDIO IDRAULICO

Lo studio dei fenomeni di inondazione affronta essenzialmente due problemi:

- la modellazione dell'evento di pioggia – analisi idrologica;
- la definizione dell'evoluzione dell'onda di piena all'interno dell'alveo - analisi idraulica.

Si riportano, di seguito, le portate di piena bicentenaria determinate con lo studio idrologico, che saranno considerate come input per la modellazione idraulica, finalizzata alla simulazione della propagazione di tale portata nei tratti rappresentativi degli alvei di studio.

	Q _p	i
	m ³ /s	(%)
Bacino	6.0	0.5%

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>										
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO										
Rev:								Data:		Foglio
00								Novembre 2022		21 di 52

Al fine di aumentare il criterio di sicurezza e per conferire al modello idraulico la giusta rappresentatività nelle condizioni più gravose, si è assunto di applicare le portate di piena calcolate nello studio idrologico, riferite alla sezione di chiusura del bacino.

Dapprima è stato generato il TIN (Triangulated Irregular Network) a partire dal DTM (Digital Terrain Model) ricavato dal rilievo, in seguito sono stati tracciati lo stream (river) e i cigli del corso d'acqua (banks), i flowpath che rappresentano il dominio in cui studiare la propagazione della piena e, infine, sono state generate le sezioni trasversali di studio (cut section).

Per lo studio idraulico si è utilizzato il software HEC-RAS, attraverso il quale, inserendo i dati geometrici dell'alveo e i dati idrologici sulla portata (condizioni al contorno), è possibile modellare la propagazione di una corrente lungo un corso d'acqua in condizioni sia di moto permanente che di moto vario, utilizzando uno schema di moto monodimensionale o bidimensionale.

La schematizzazione più utilizzata è quella monodimensionale, la quale offre risultati soddisfacenti quando la componente principale di moto è lungo una direzione prevalente. Risulta ragionevole considerare una direzione prevalente di deflusso delle acque e, quindi, utilizzare uno schema di moto monodimensionale per la modellazione idraulica.

Per poter risolvere correttamente le equazioni di moto occorre disporre delle condizioni di monte e di valle che regolano il deflusso della corrente. A tale proposito occorre ricordare che una corrente lenta è influenzata dalle condizioni di monte mentre una corrente veloce è influenzata unicamente dalle condizioni di valle; se infine si tratta di una corrente mista allora sarà influenzata sia dalle condizioni al contorno a monte che a valle.

Nel caso in studio, la verifica idraulica è stata condotta utilizzando delle sezioni trasversali agli impluvi ubicate ad una distanza media l'una dall'altra pari a 10 m. Le caratteristiche di moto sono state valutate su ogni singola sezione trasversale dei corsi d'acqua, quindi, è stata valutata l'interferenza con le sezioni contigue.

Di seguito si riportano i bacini di studio:

ESEMPIO DI GEOMETRIA: BACINO 1

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>- Progetto definitivo -</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev: 00	Data: Novembre 2022	Foglio 22 di 52



6.1. Aree di alluvionamento

Stabilita la portata defluente in una determinata sezione dell'asta fluviale per un determinato tempo di ritorno, si procede alla determinazione del profilo liquido al fine di valutare l'effettiva area allagabile per un evento con T_r pari a 200 anni (profilo di studio). In base alle verifiche svolte, la naturale larghezza degli impluvi nei tratti studiati consente di smaltire le portate senza rilevante pericolo per il territorio circostante.

BACINO

Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp
(36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA",
DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

– Progetto definitivo –

Elaborato:

RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO

Rev:

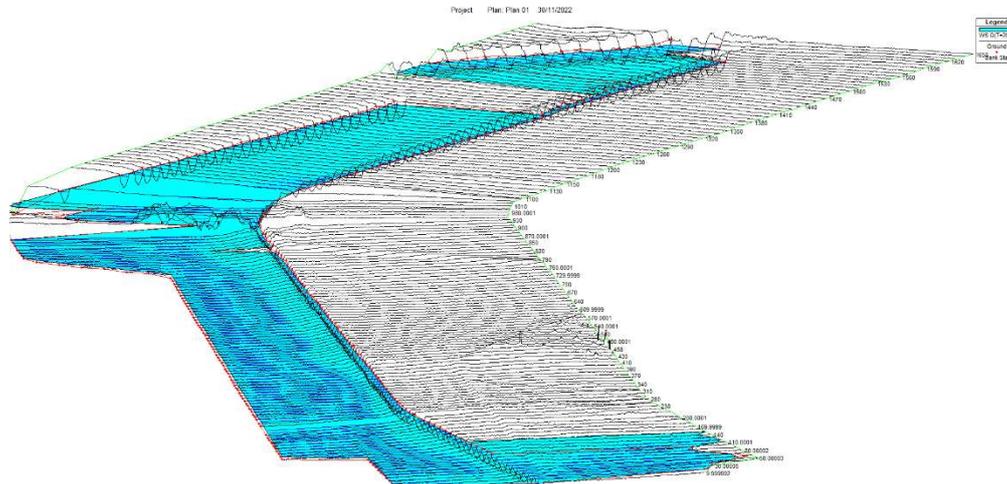
Data:

Foglio

00

Novembre 2022

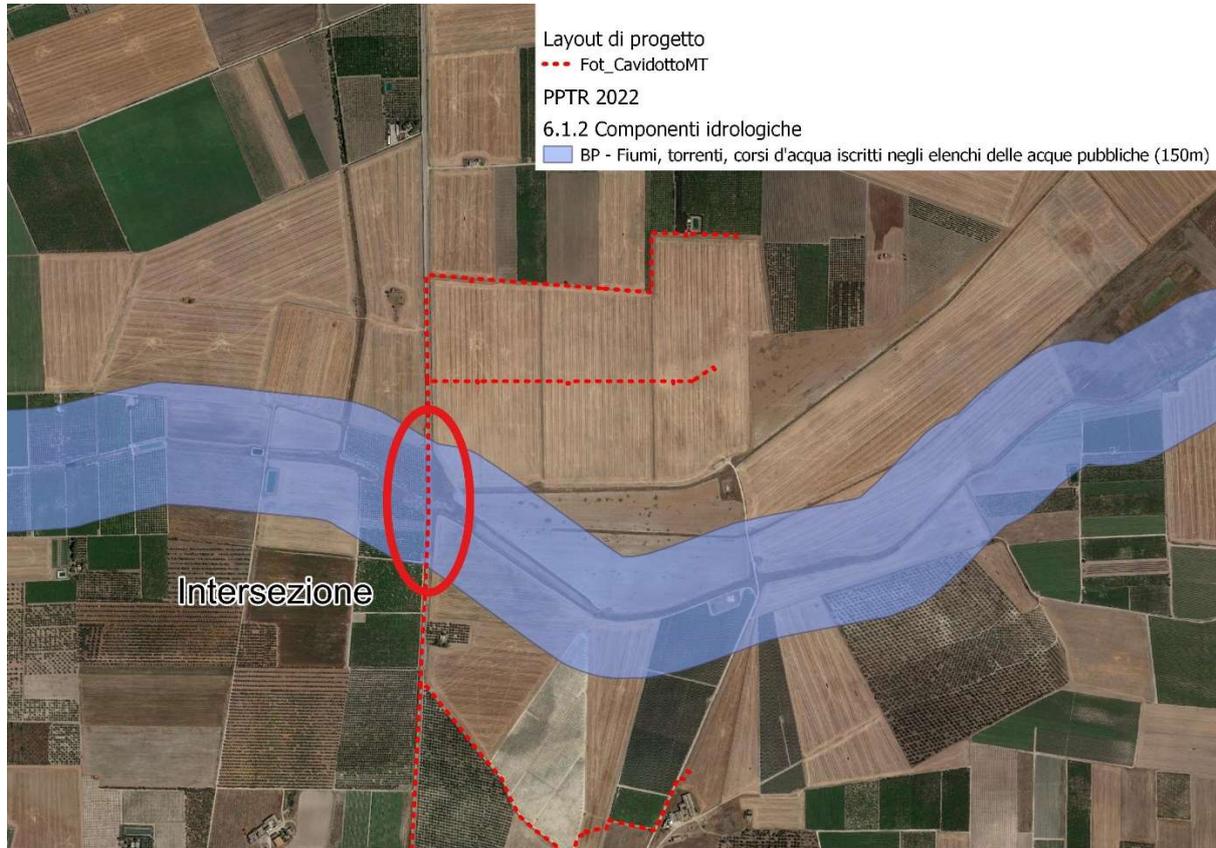
23 di 52



7 INTERSEZIONI CAVIDOTTO – RETICOLI IDROGRAFICI

L'unica intersezione con i reticoli individuati riguarda un reticolo perimetrato dal PPTR nelle componenti idrologiche BP – Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti nelle acque pubbliche (150 m) – (Marana Castello). Nello specifico si tratta di un tratto di cavidotto da realizzarsi su strada esistente

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev: 00	Data: Novembre 2022	Foglio 24 di 52



Intersezione con reticolo idrografico

In presenza di attraversamenti di alcune criticità, ad esempio in corrispondenza dei fiumi, torrenti e corsi d'acqua, si utilizzerà la tecnica di trivellazione orizzontale controllata, detta T.O.C., che rappresenta una tecnologia no dig idonea alla posa di nuove condotte senza effettuare scavi a cielo aperto, minimizzando, se non annullando, gli impatti in fase di costruzione.

I vantaggi della trivellazione orizzontale controllata rispetto alla tecnica tradizionale di scavo sono:

- Esecuzione di piccoli scavi mirati in corrispondenza dei fori di partenza e arrivo del tubo;
- Invariabilità delle strutture sovrastanti (manto stradale nel caso di strade asfaltate, sezione e ricoprimento dell'alveo nel caso di corsi d'acqua);
- Possibilità di controllare la perforazione evitando eventuali servizi interrati preesistenti passando al di sotto o al di sopra degli stessi;
- Drastica riduzione della presenza di mezzi di movimento terra e trasporto materiali da risulta;
- Elevata produttività, flessibilità di utilizzo ed economicità;
- Continuità del traffico stradale senza interruzione alla viabilità (per gli attraversamenti stradali).

Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp
(36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA",
DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

– Progetto definitivo –

Elaborato:

RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO

Rev:										Data:	Foglio
00										Novembre 2022	25 di 52



Posa in opera tubazione con trivellazione teleguidata

Il tracciato del cavidotto MT in progetto presenta le seguenti tipologie di interferenza con reticolo idrografico in punti in cui sono presenti opere idrauliche.

Questa interferenza sarà risolta mediante TOC, avendo cura di mantenere un franco di sicurezza di almeno 3 metri.

Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp
(36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA",
DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

- Progetto definitivo -

Elaborato:

RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO

Rev:

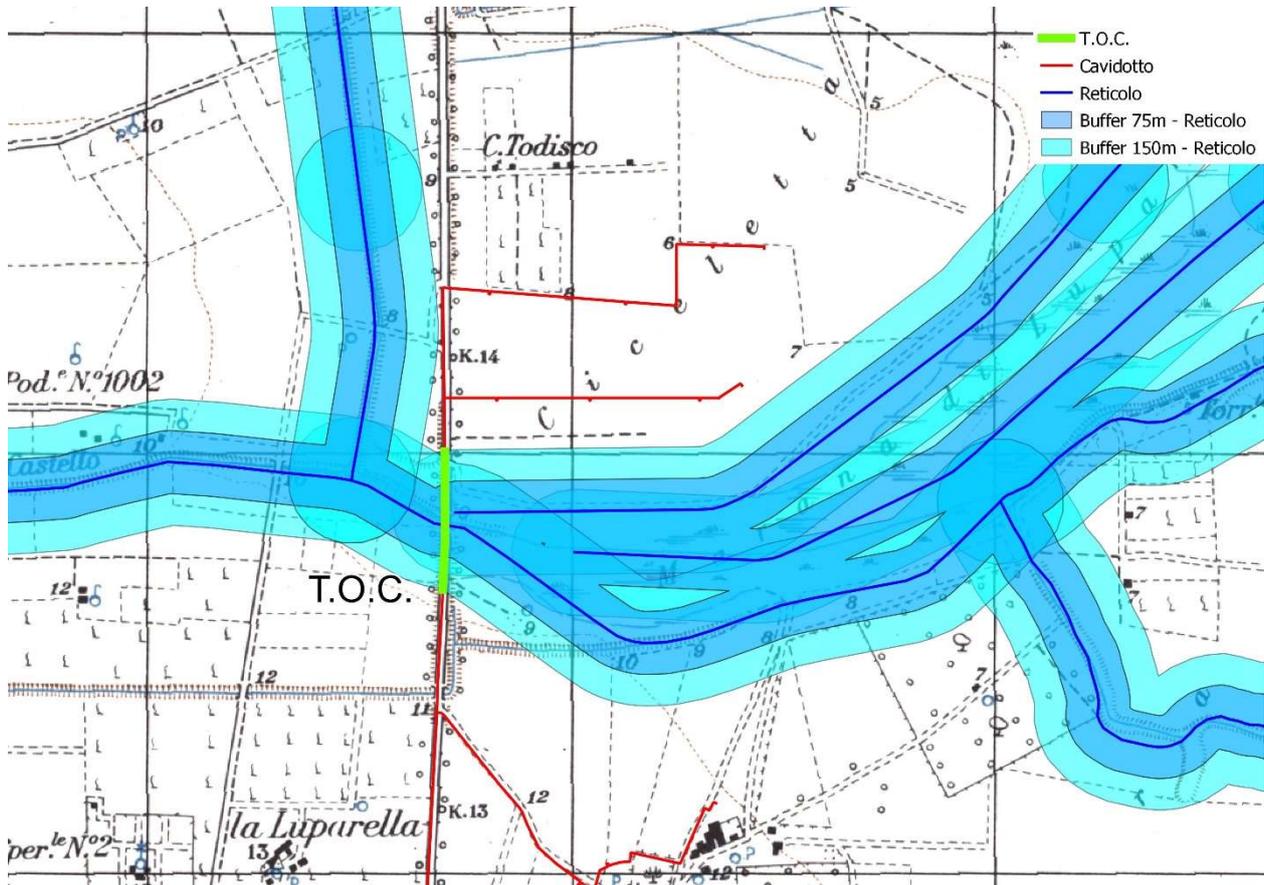
Data:

Foglio

00

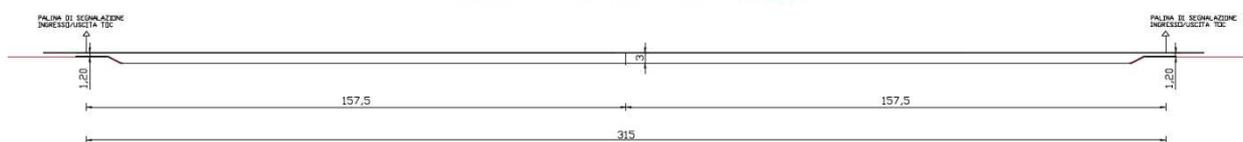
Novembre 2022

26 di 52



Attraversamento in T.O.C. del Marana Castello

SUPERAMENTO INTERFERENZA: T.O.C.



Sezione - Superamento interferenza in T.O.C.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda agli elaborati grafici sulle interferenze cavidotto MT "Q6DMM55_ElaboratoGrafico_15".

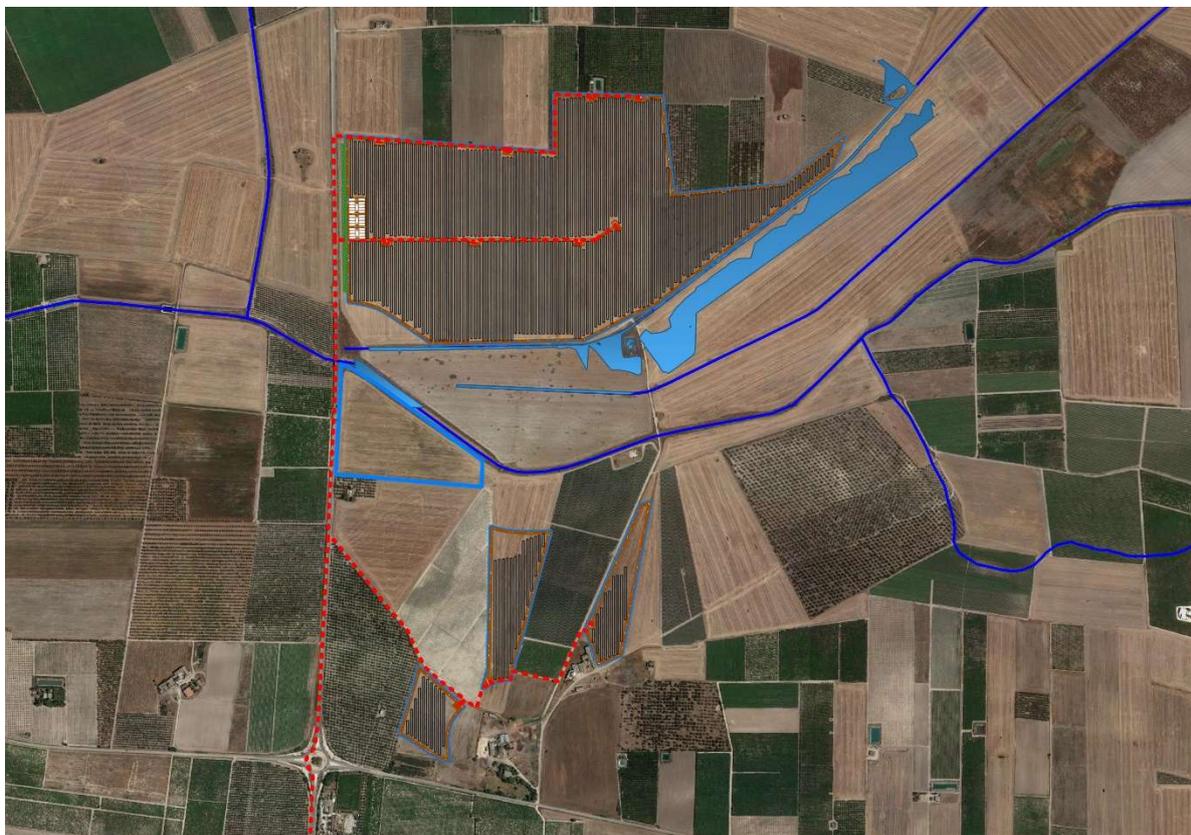
Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev: 00	Data: Novembre 2022	Foglio 27 di 52

8 CONCLUSIONI

Lo studio idrologico ed idraulico, svolto nel presente lavoro, è stato articolato in più fasi caratterizzate dalle seguenti operazioni:

1. Analisi morfologica, consistente nell'acquisizione delle caratteristiche morfometriche e morfologiche dei bacini idrografici di studio;
2. Analisi idrologica, consistente nell'elaborazione dei dati pluviometrici e idrometrici, al fine di definire la portata al colmo di piena per un periodo di ritorno pari a 200 anni, in riferimento alla procedura VaPi Puglia e Basilicata, per le sezioni di interesse lungo i corsi d'acqua;
3. Analisi idraulica (modello di calcolo), consistente nel valutare la capacità di smaltimento delle singole sezioni o dei tratti del corso d'acqua mediante l'utilizzo di un modello di calcolo del profilo idraulico in condizioni di moto monodimensionale e permanente;
4. Perimetrazione delle aree allagabili e loro rappresentazione cartografica. L'area allagabile risulta essere contenuta in fasce circoscritte tanto da non interessare il perimetro dell'aree dei campi fotovoltaici in progetto.

BACINO – RIVER

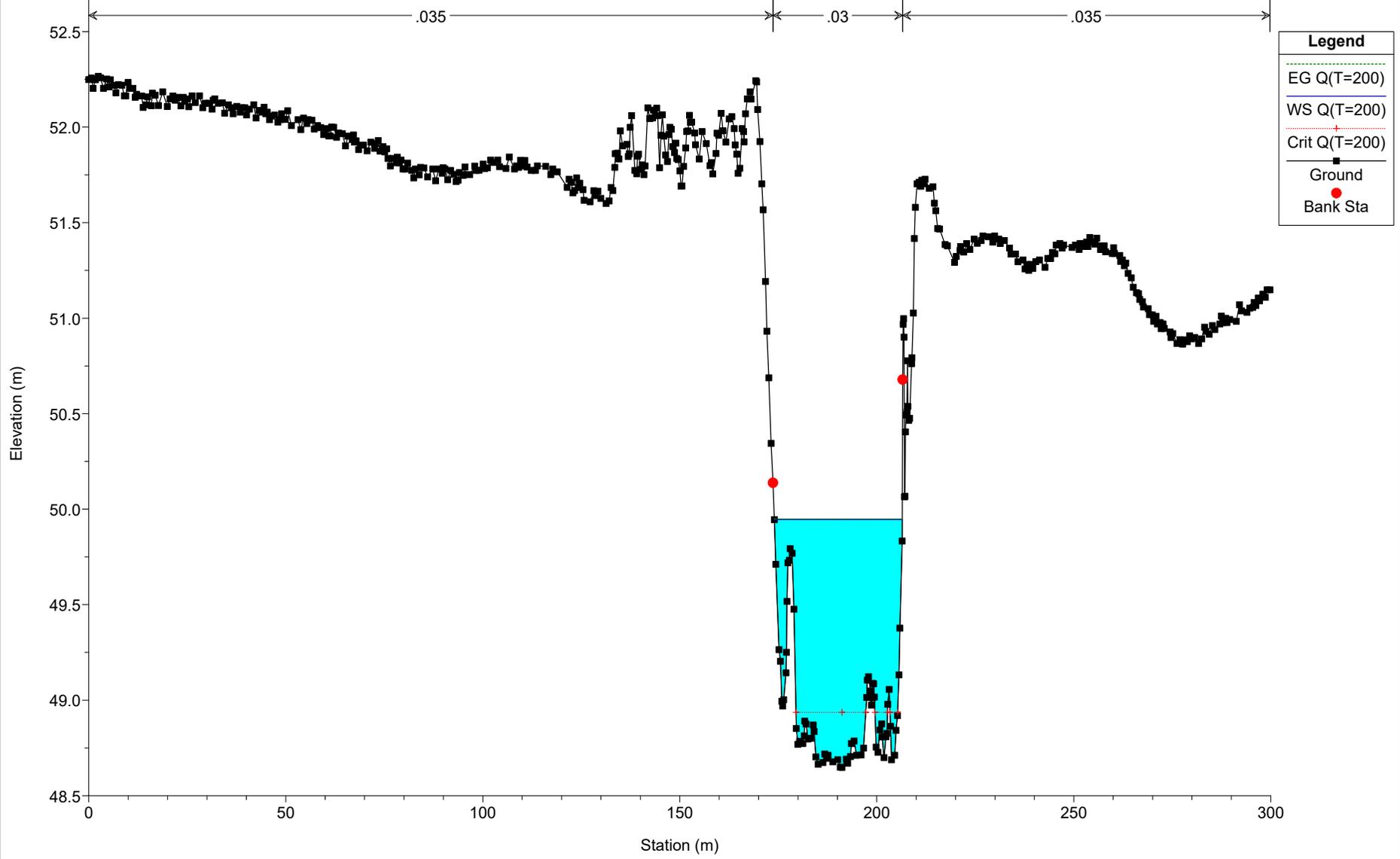


Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: RELAZIONE IDRAULICA DEL PROGETTO DEFINITIVO		
Rev:		Data:
00		Novembre 2022
		Foglio 28 di 52

Come si evince dall'immagine precedente e dalle successive sezioni ricavate da Hec-Ras, il reticolo limitrofo all'impianto, una volta raggiunto il colmo di piena, sverserà la portata eccedente nel reticolo immediatamente a sud, secondo le pendenze del terreno individuate attraverso il rilievo aerofotogrammetrico.

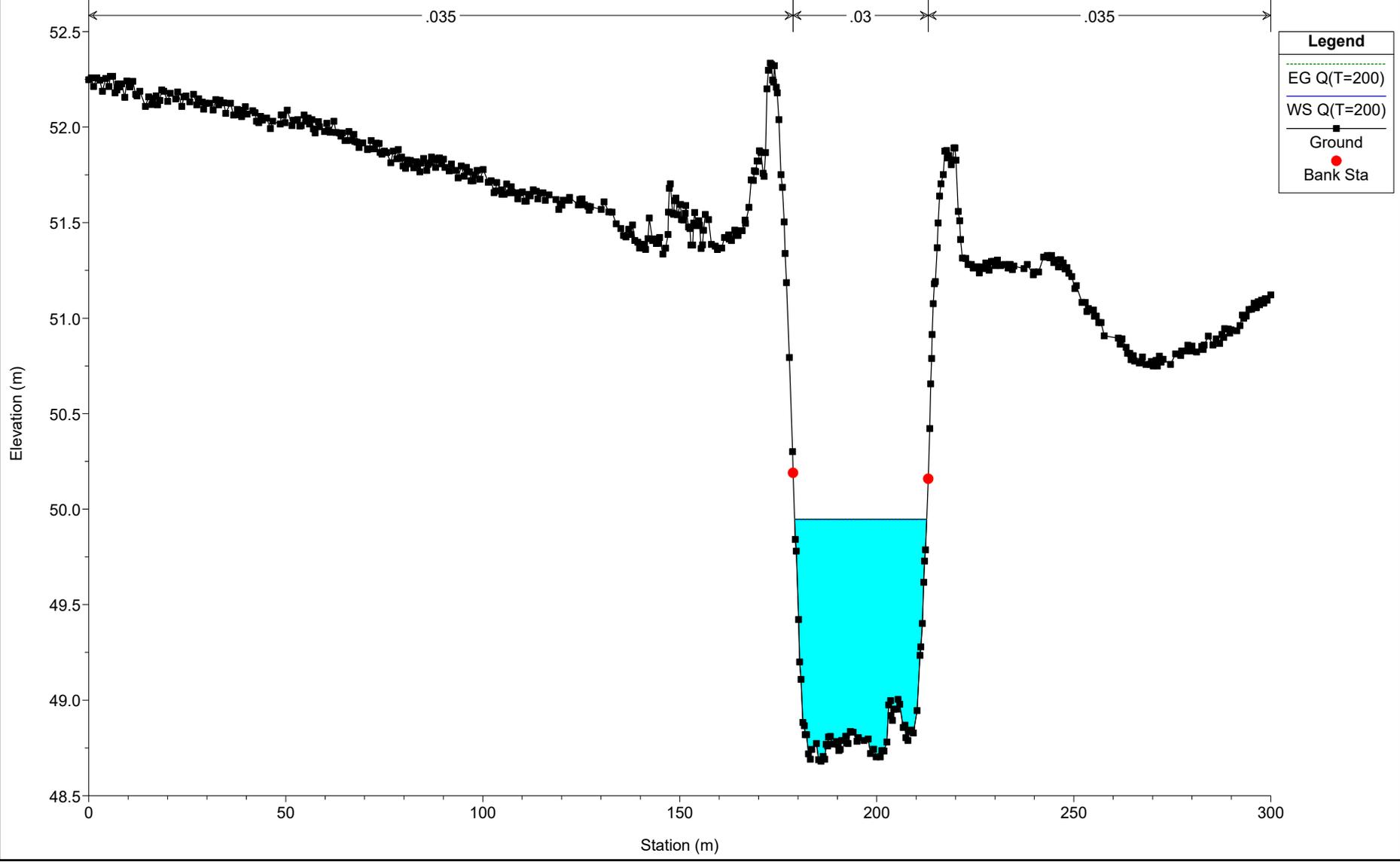
Alla luce delle considerazioni appena svolte, si ritiene che nel complesso per l'intervento proposto sussistano condizioni di sicurezza idraulica, ai sensi delle NTA del PAI Puglia, restando inalterate le condizioni di deflusso naturale sia a monte che a valle dei terreni di interesse.

Project Plan: Plan 01 29/11/2022

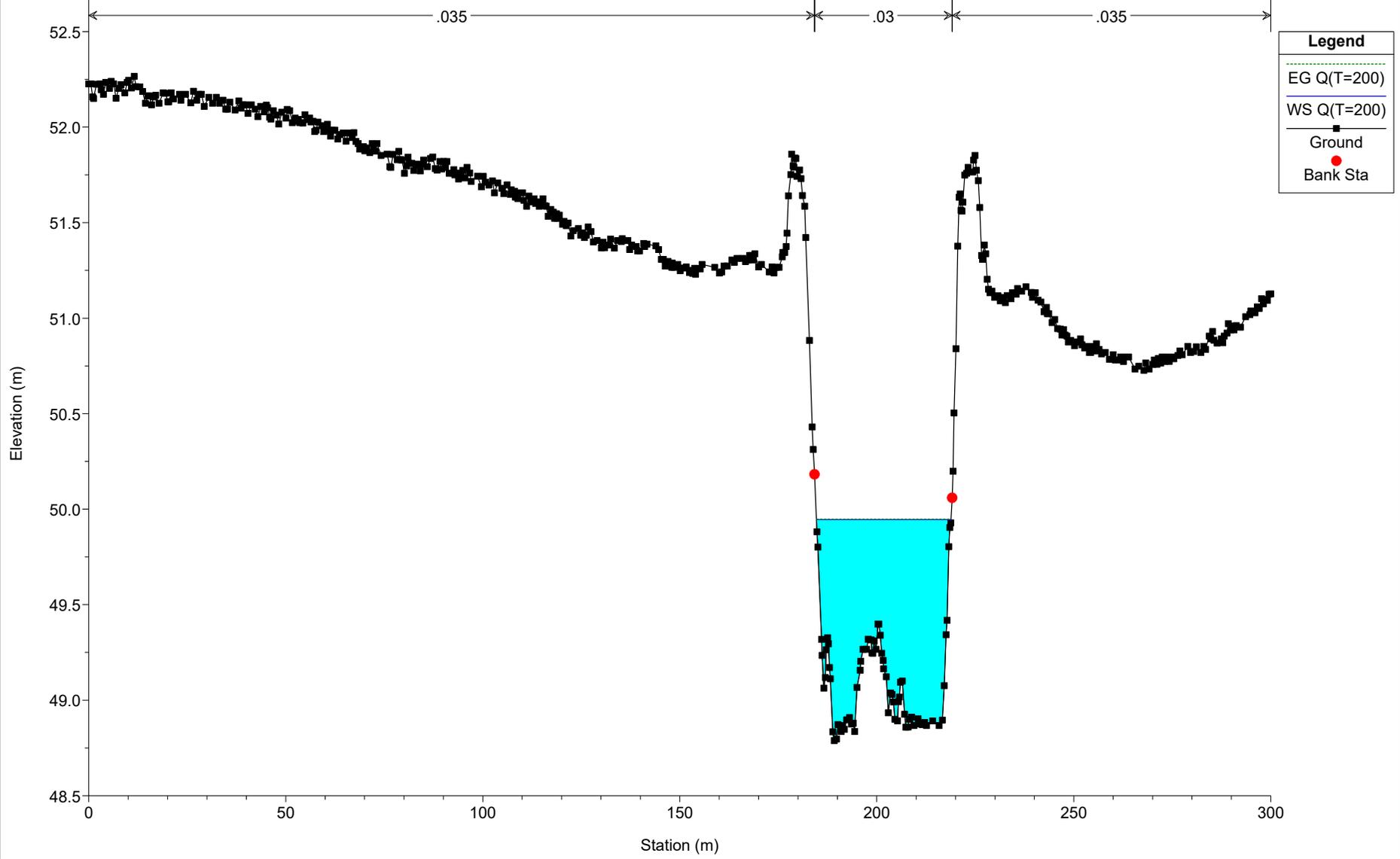


Legend

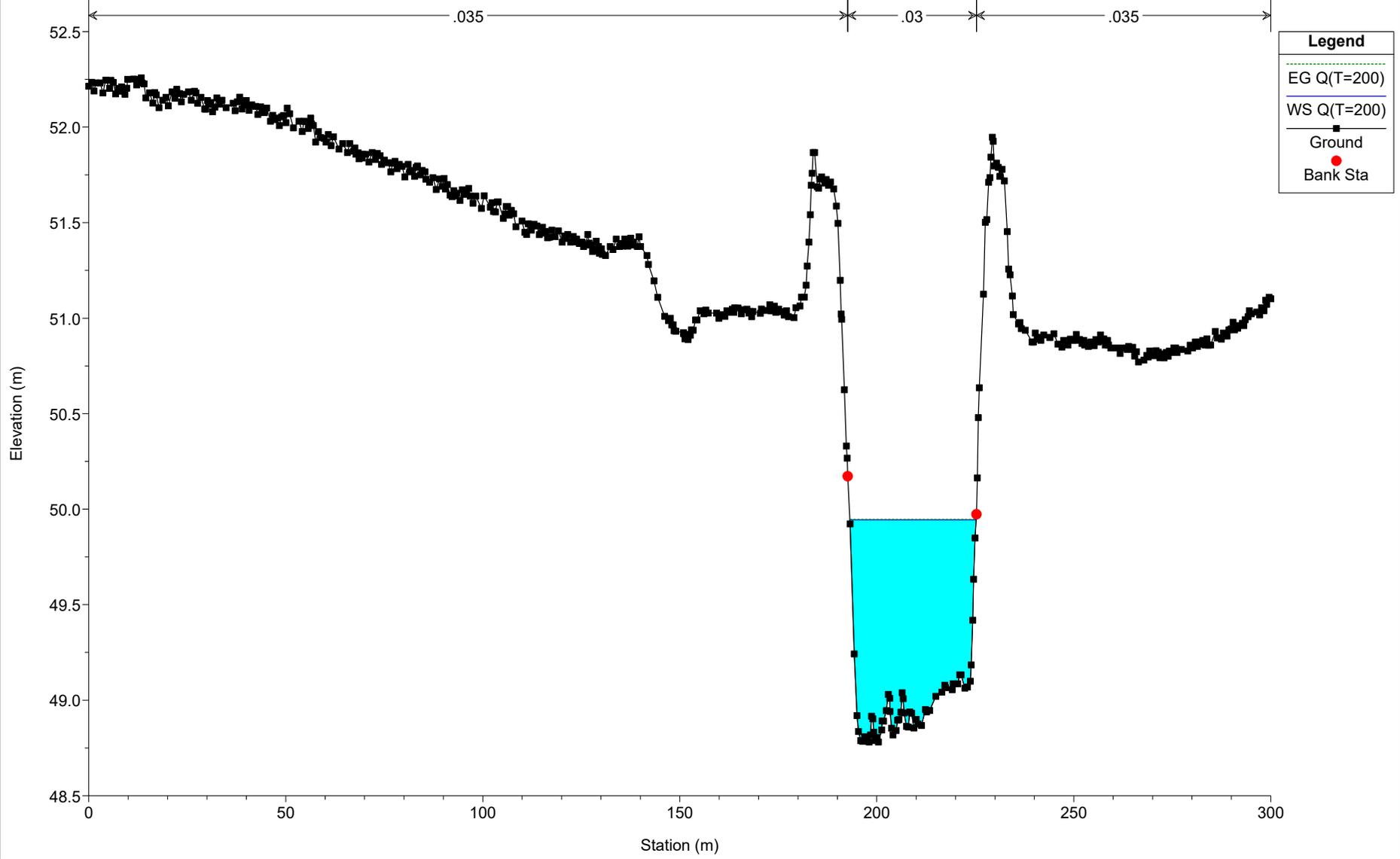
- EG Q(T=200)
- WS Q(T=200)
- Crit Q(T=200)
- Ground
- Bank Sta



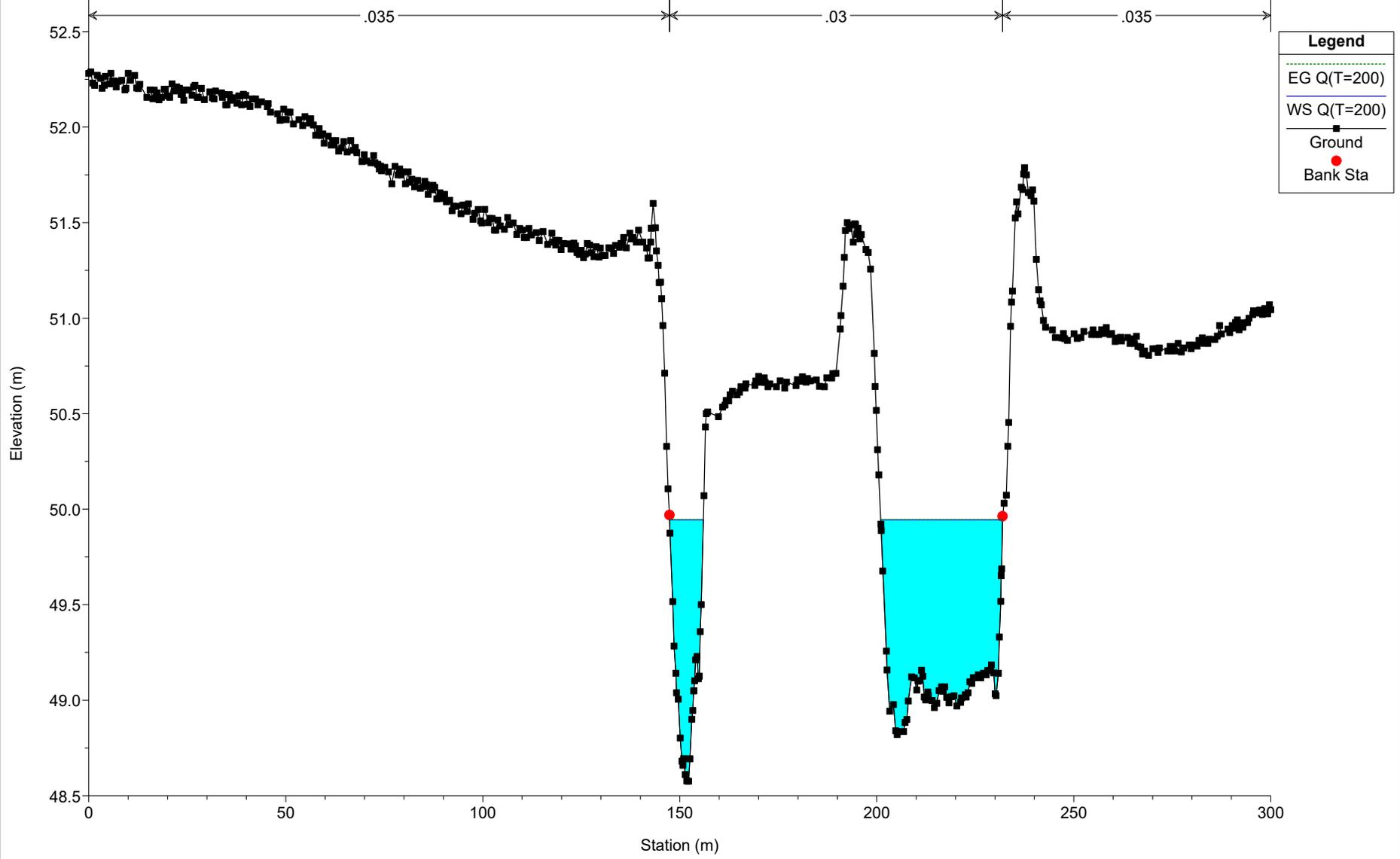
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



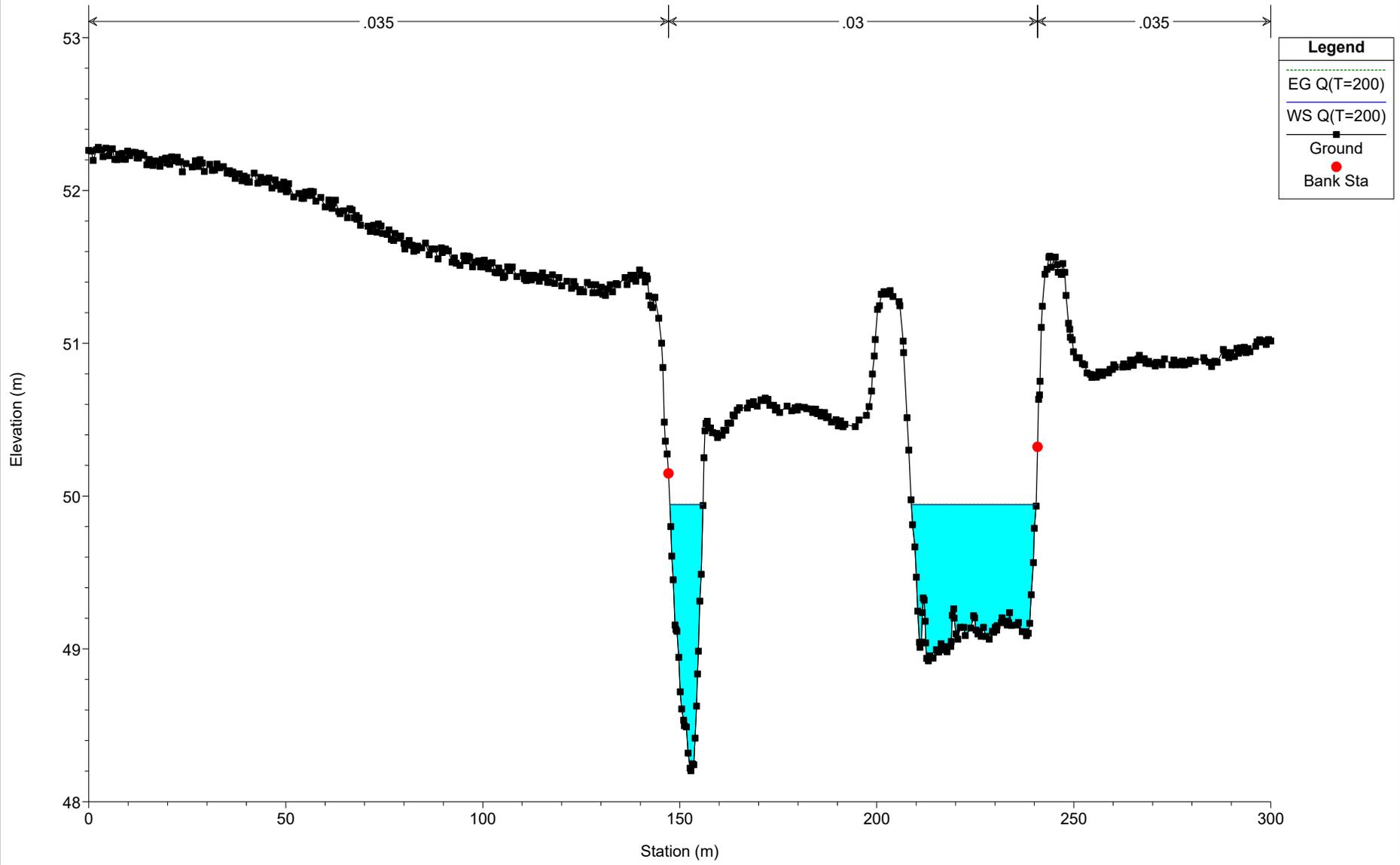
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



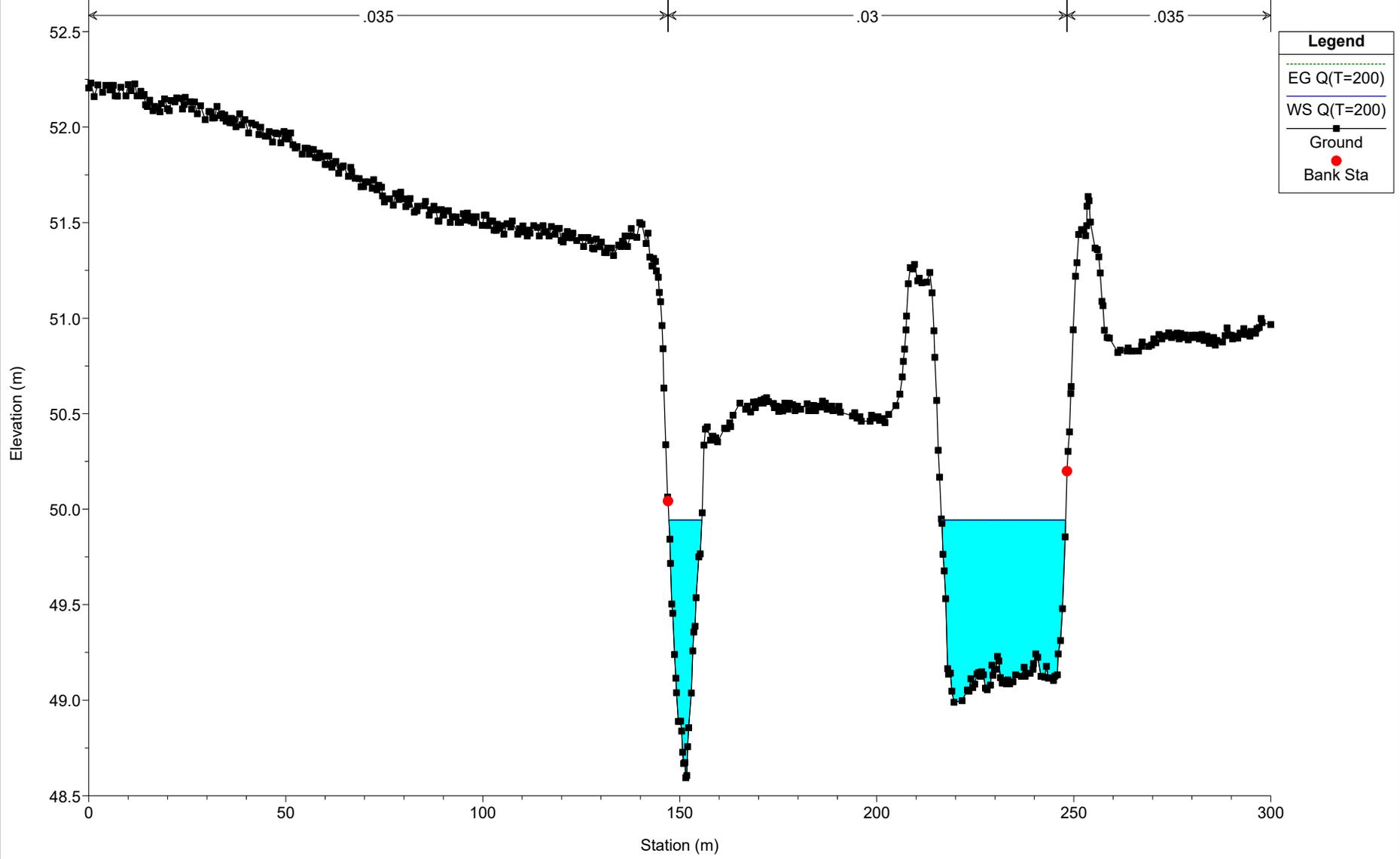
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



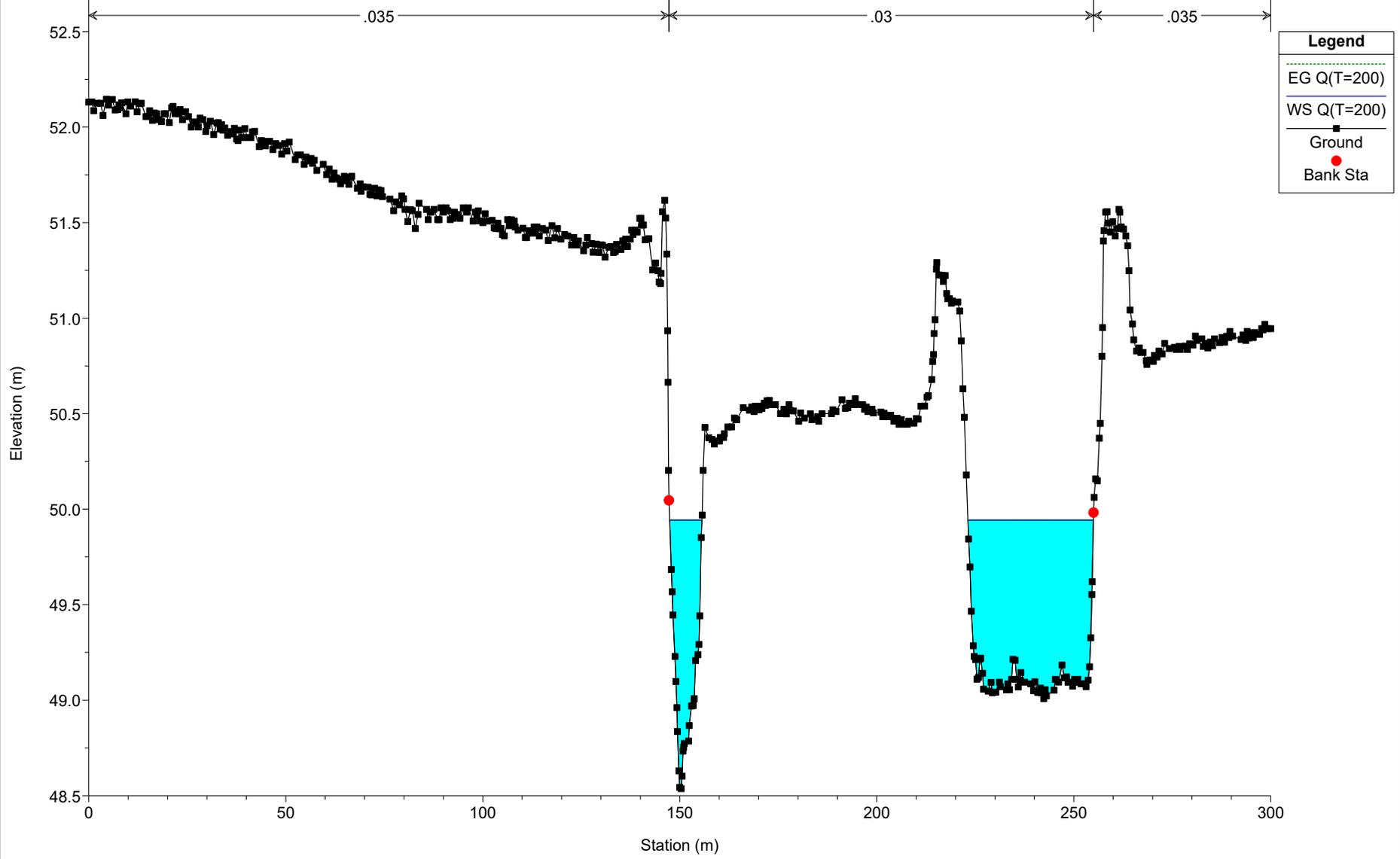
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



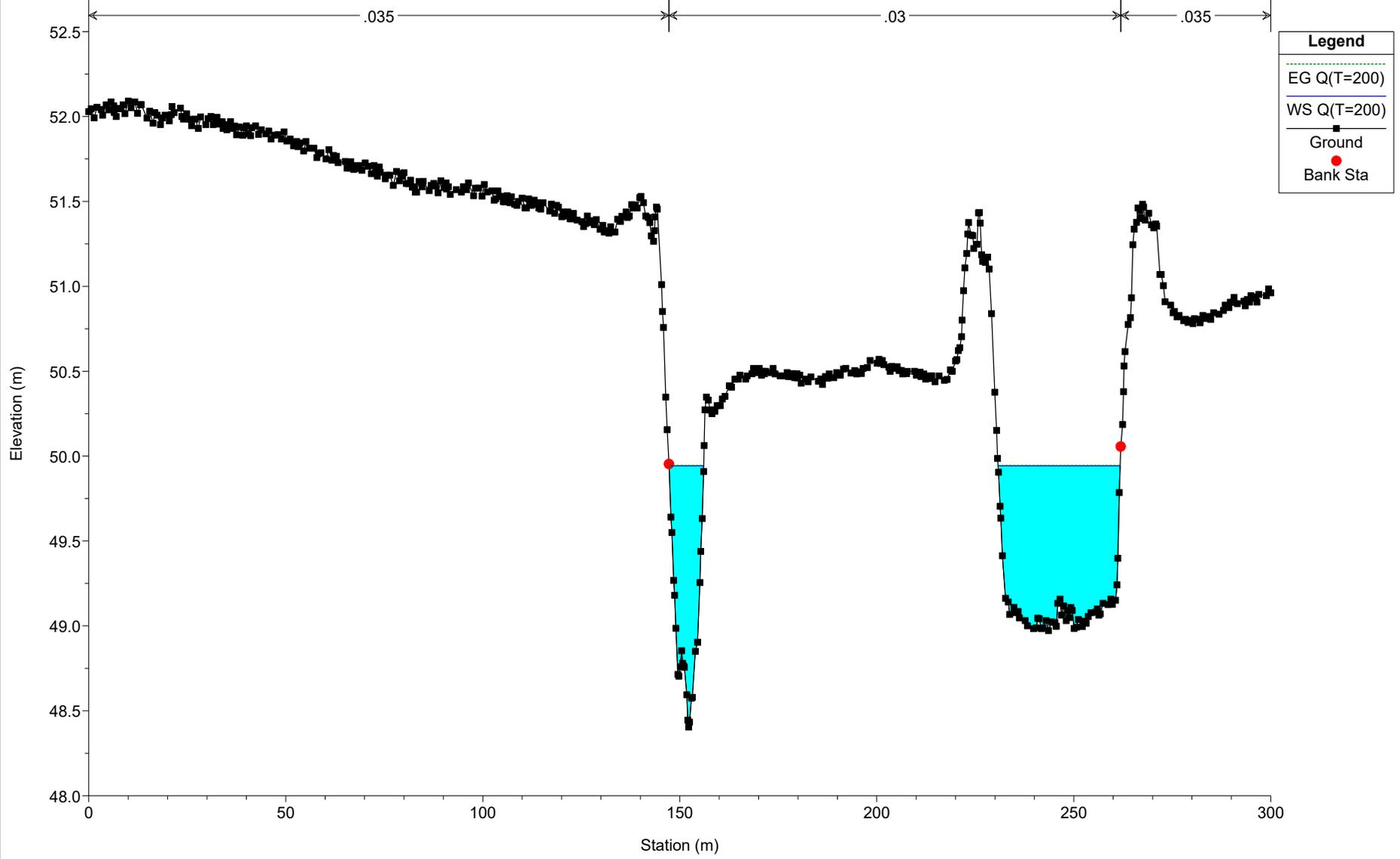
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



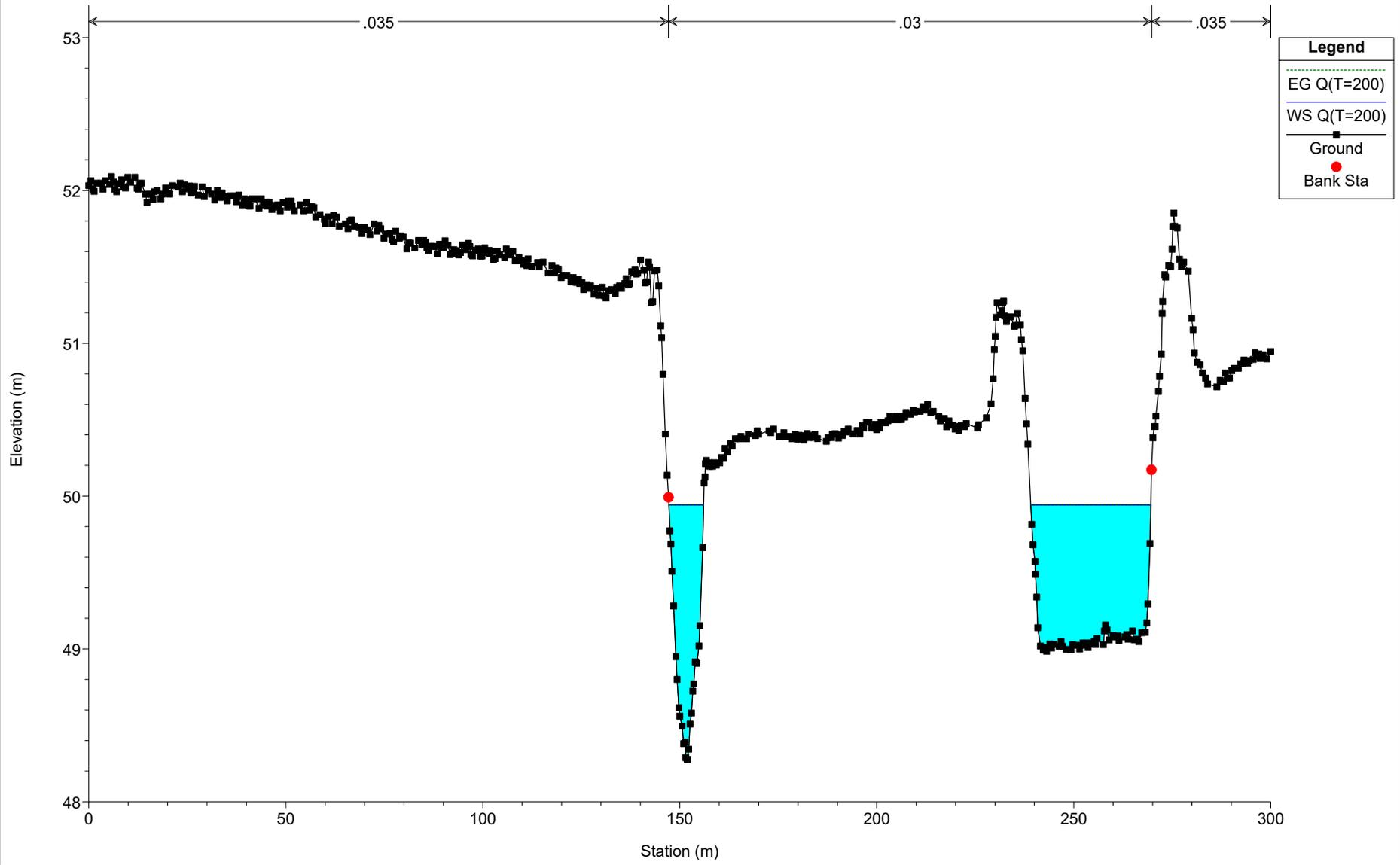
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



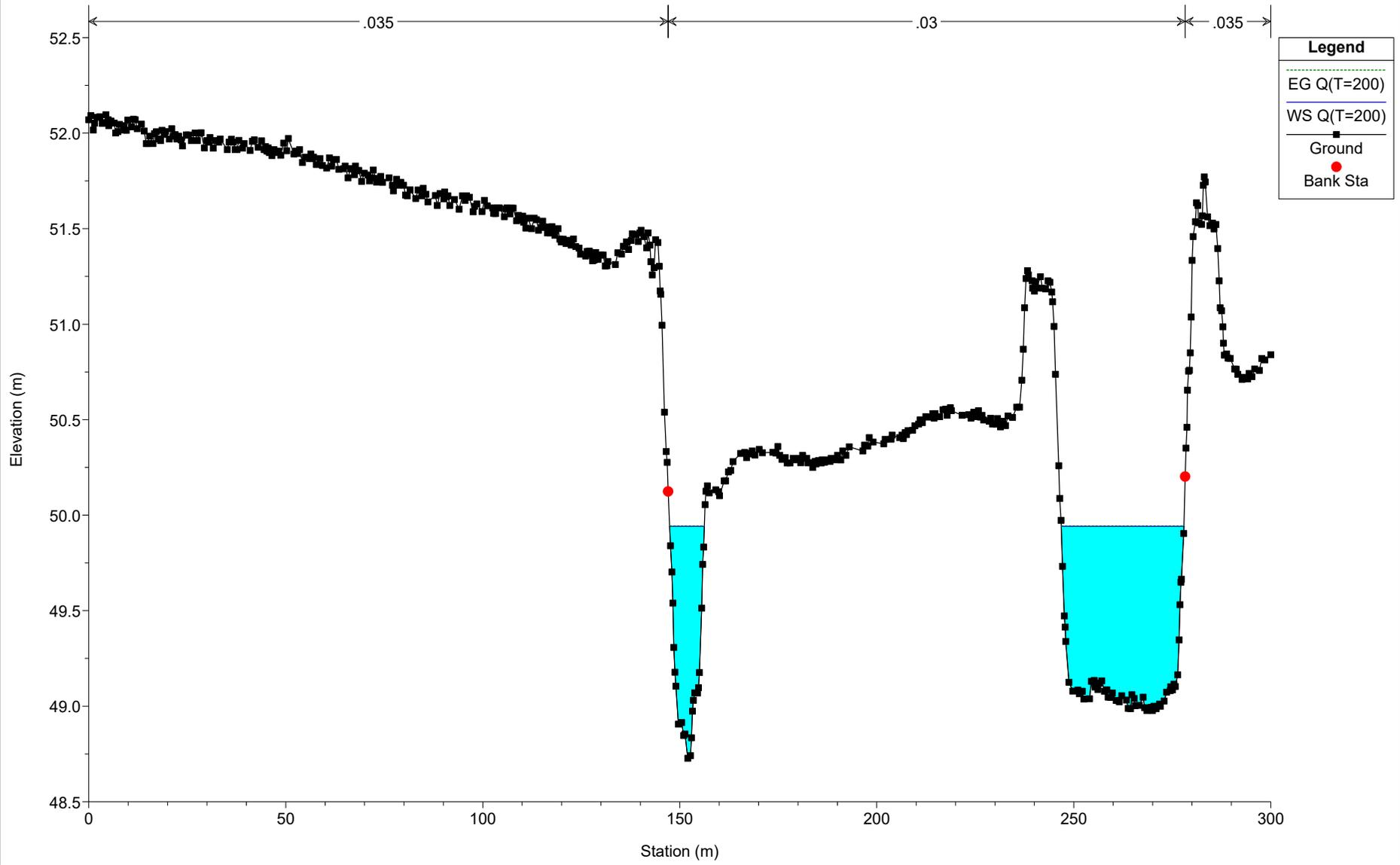
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



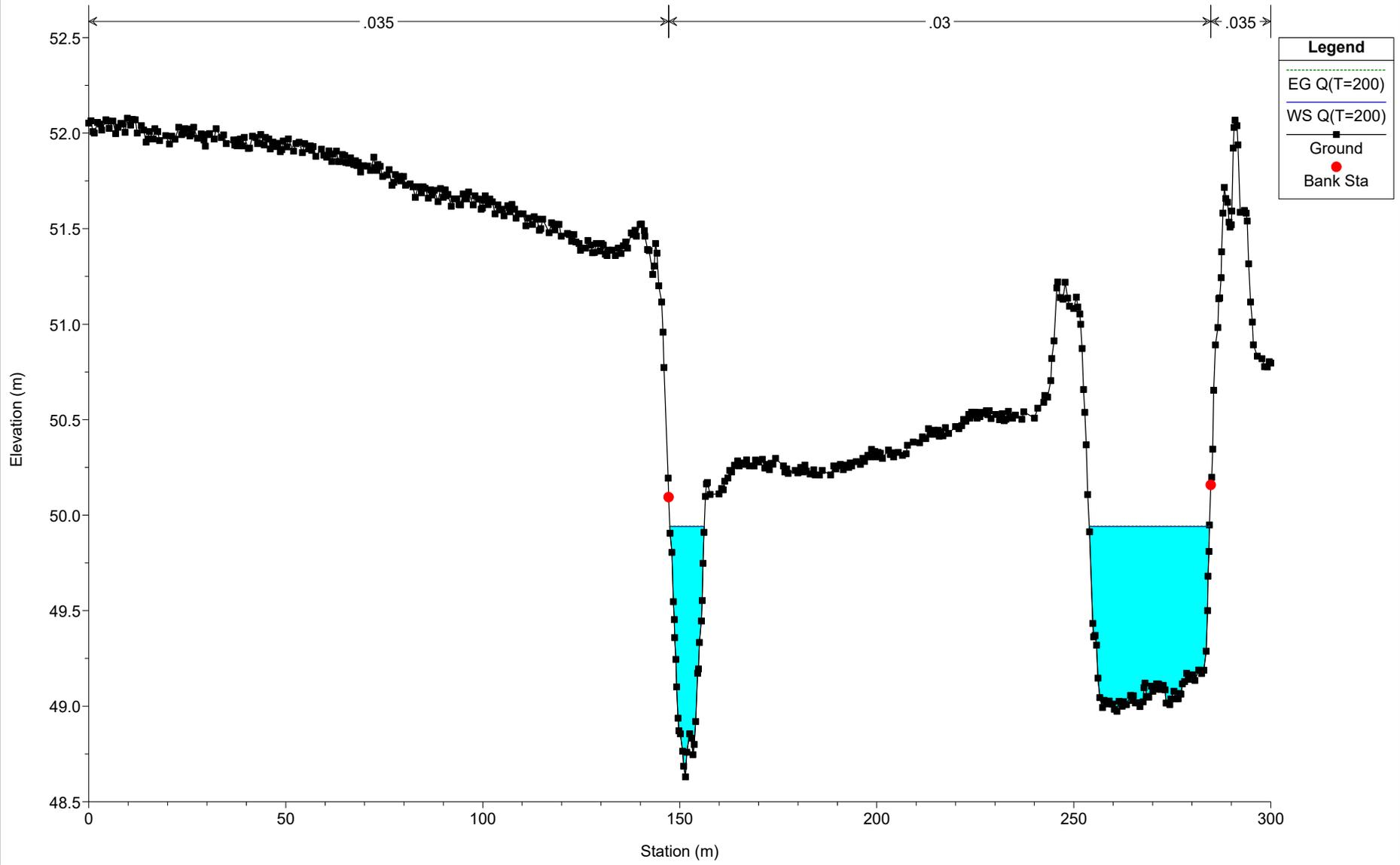
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



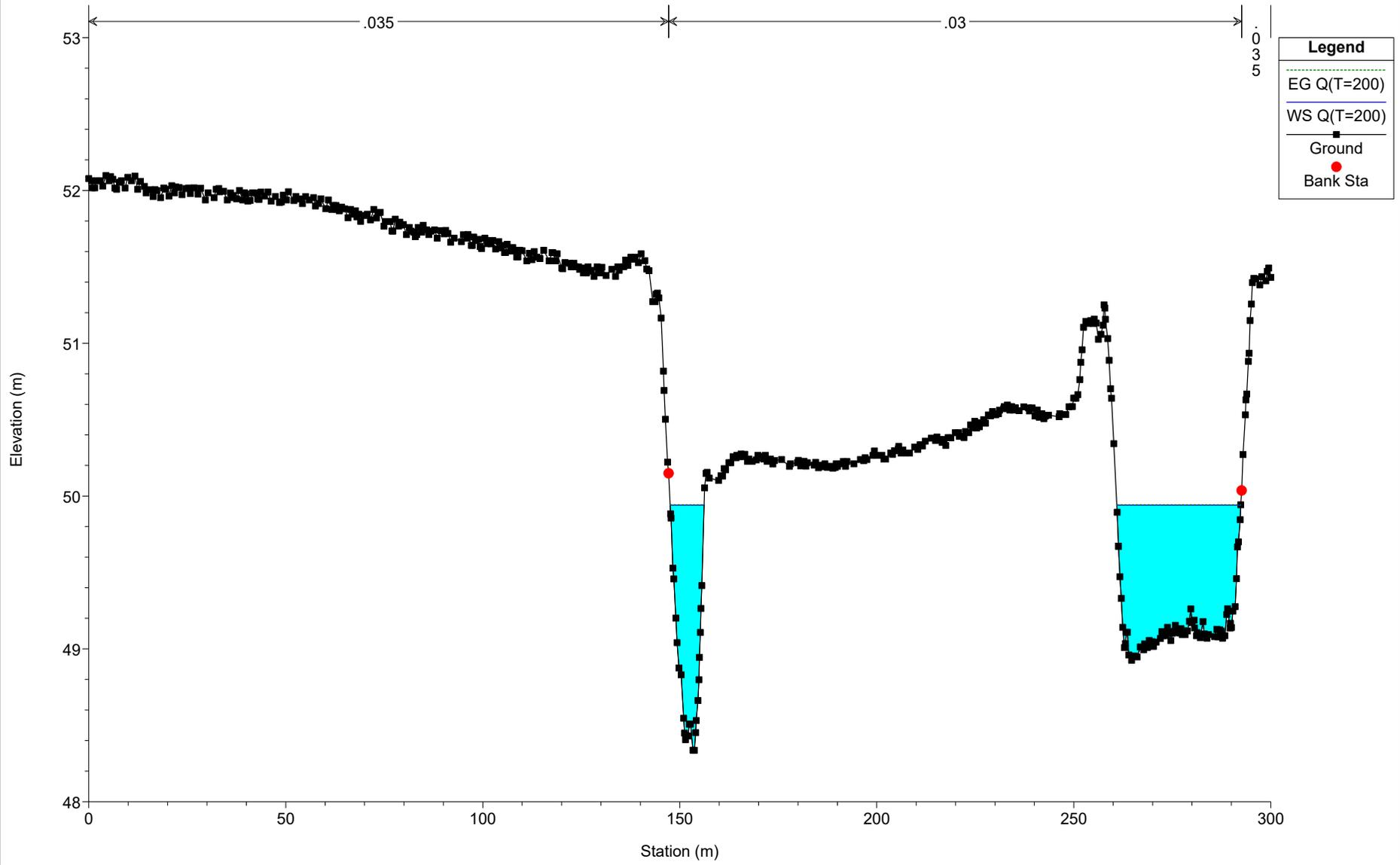
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



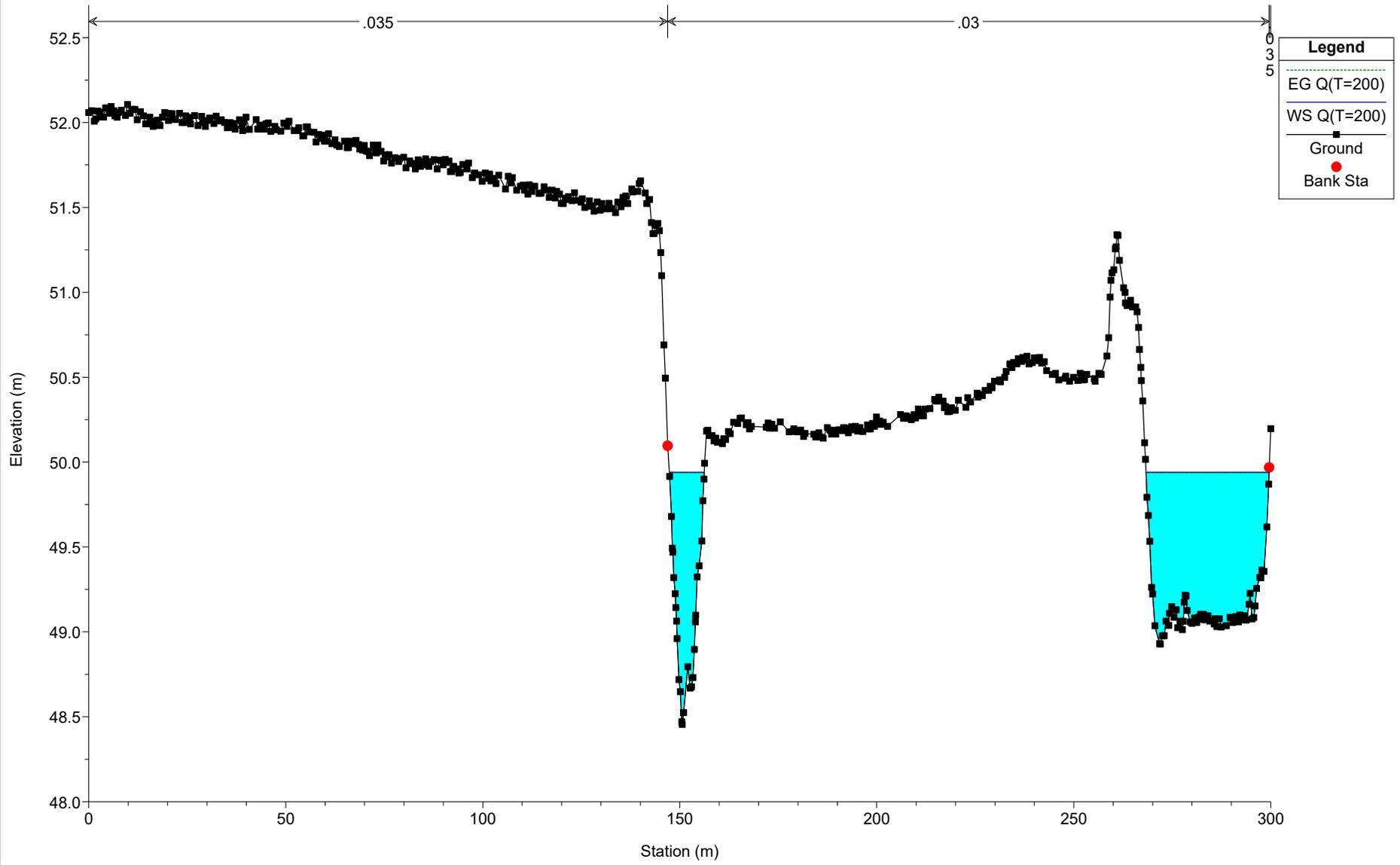
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



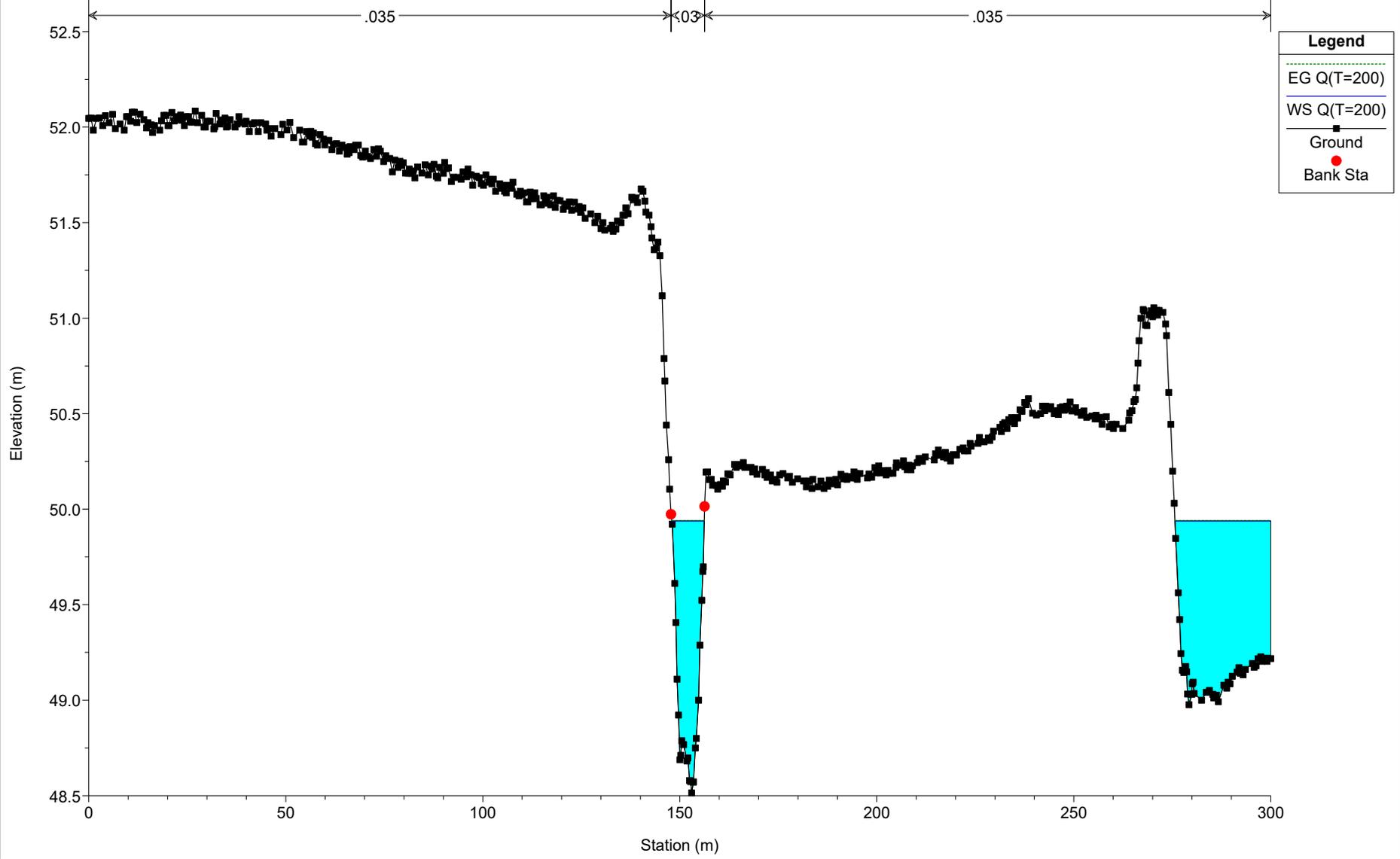
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



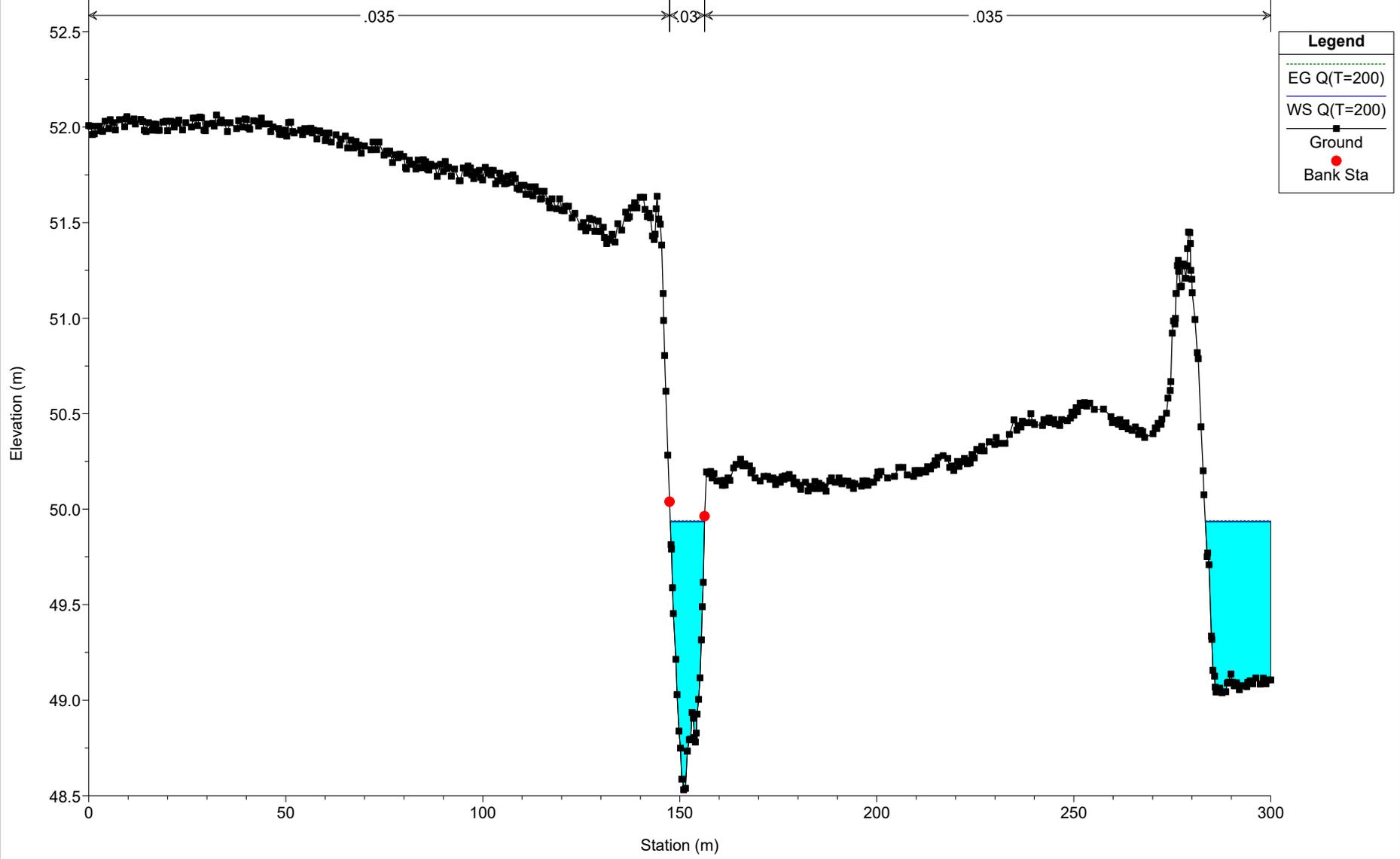
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



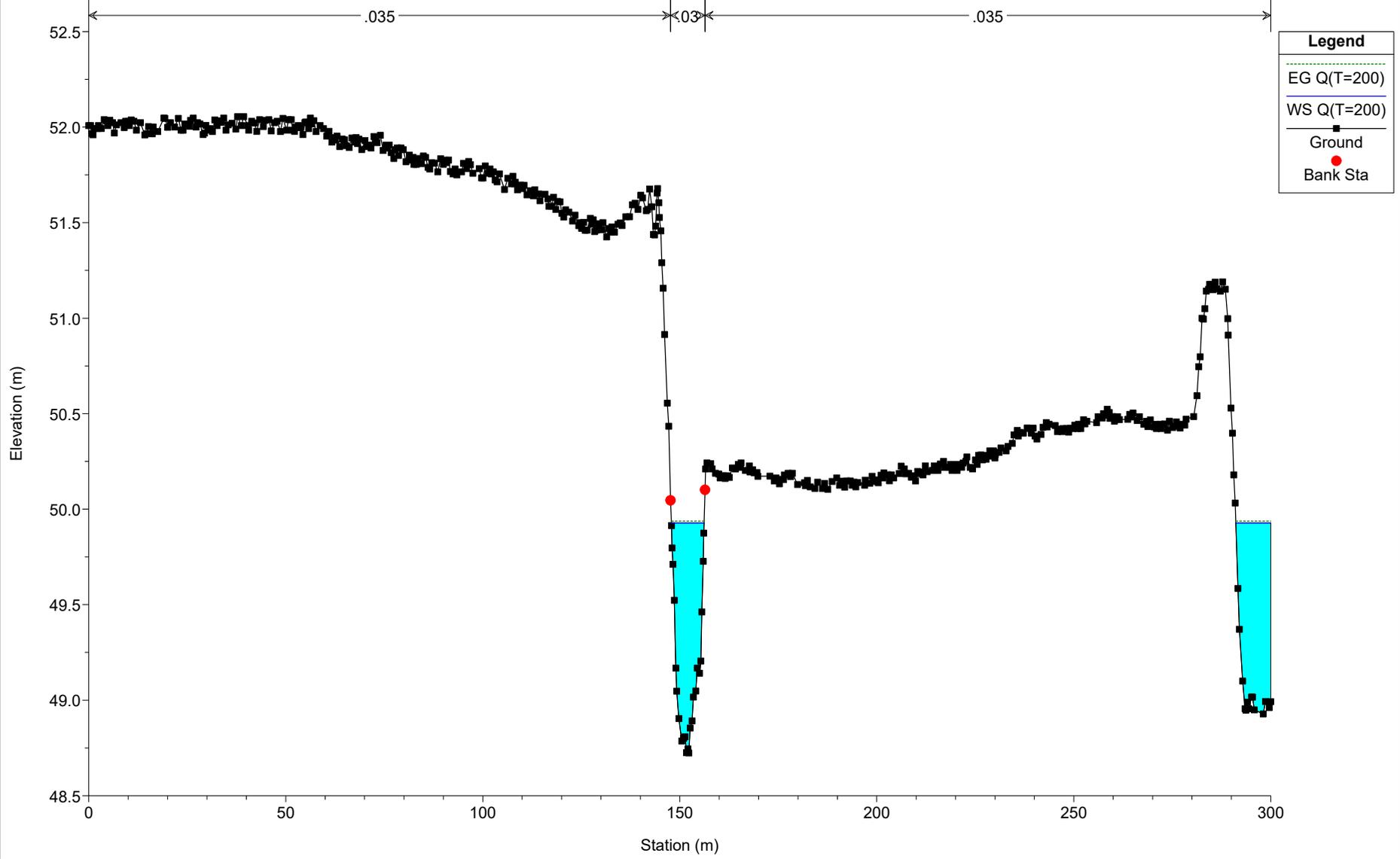
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



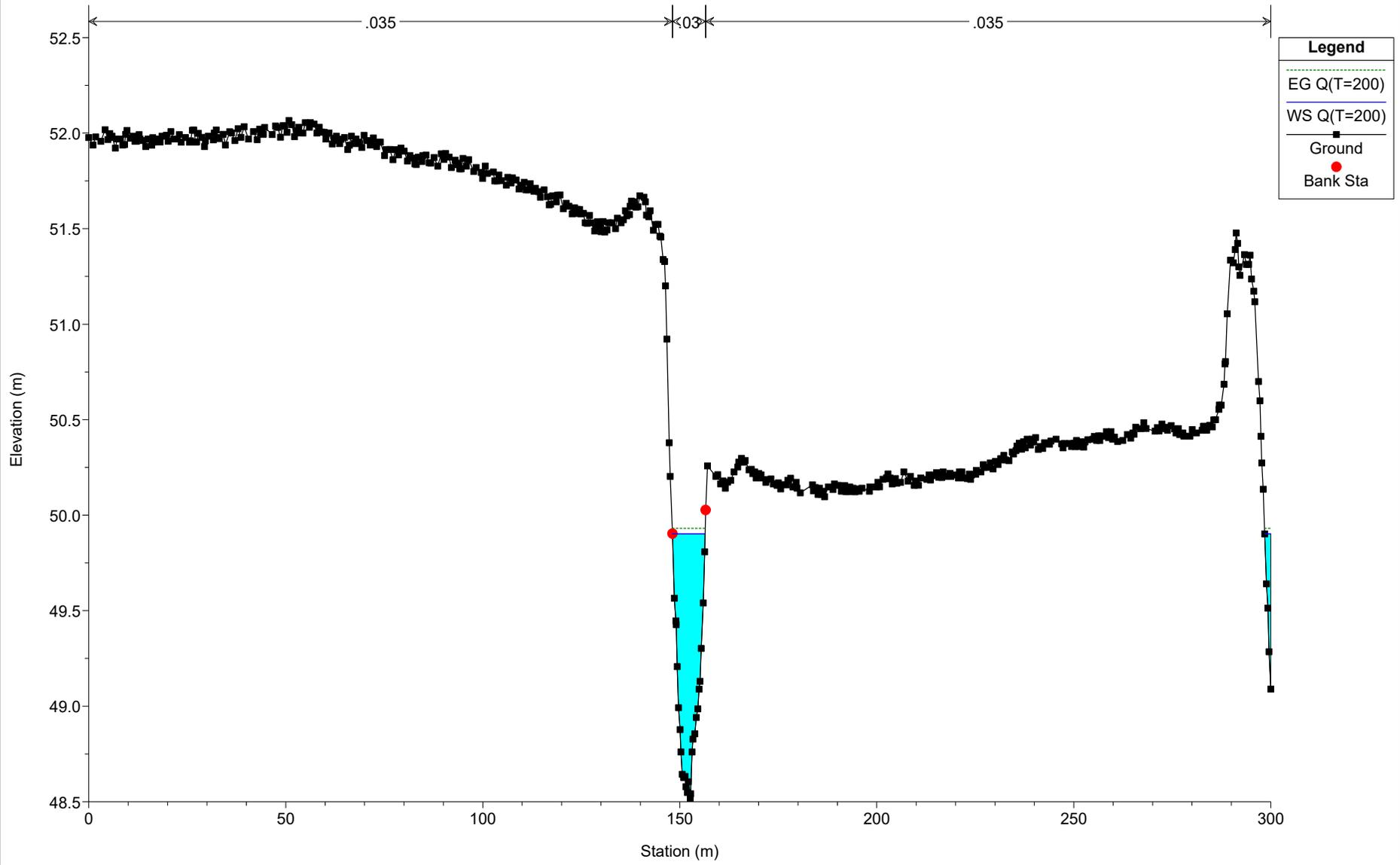
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



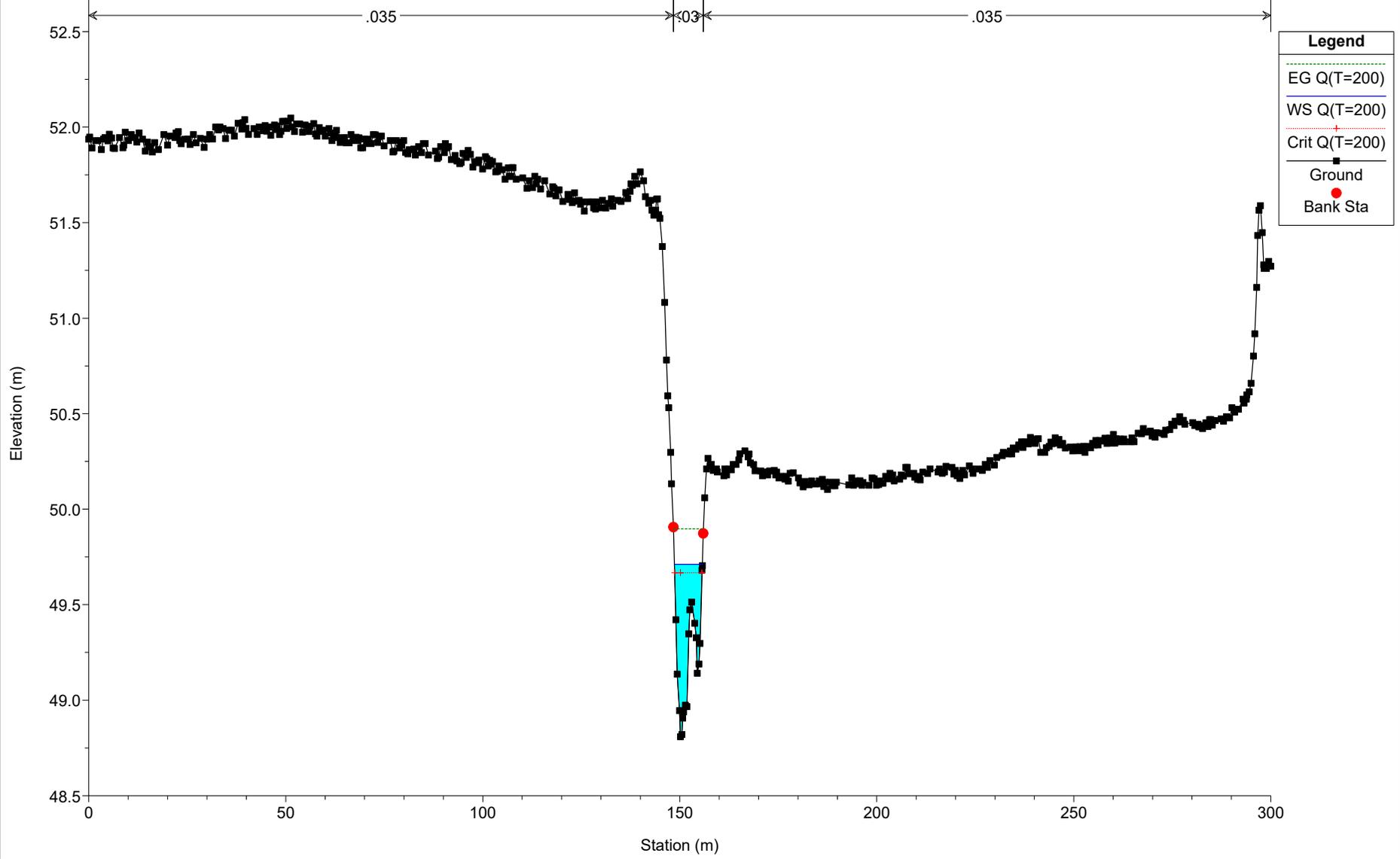
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



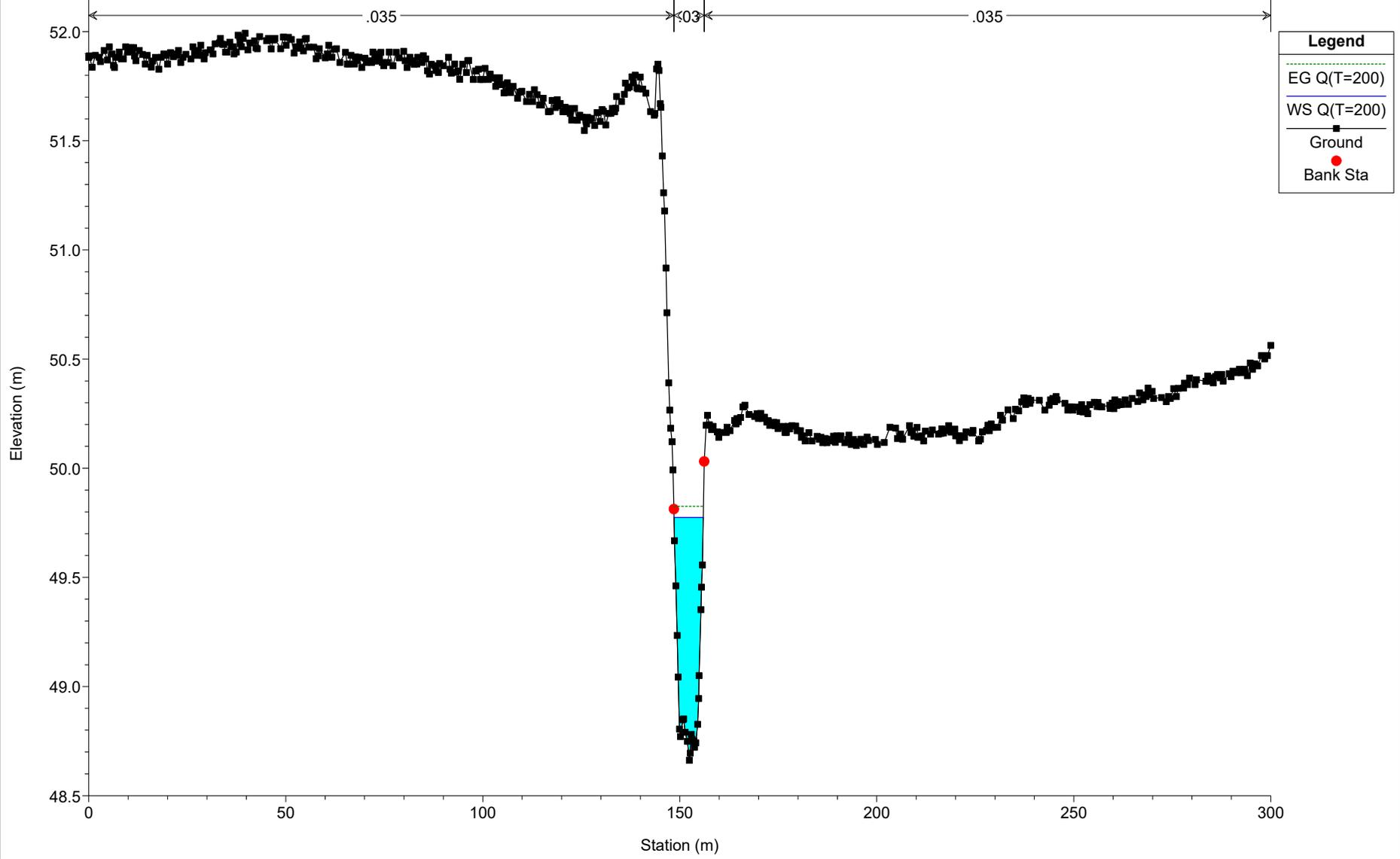
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



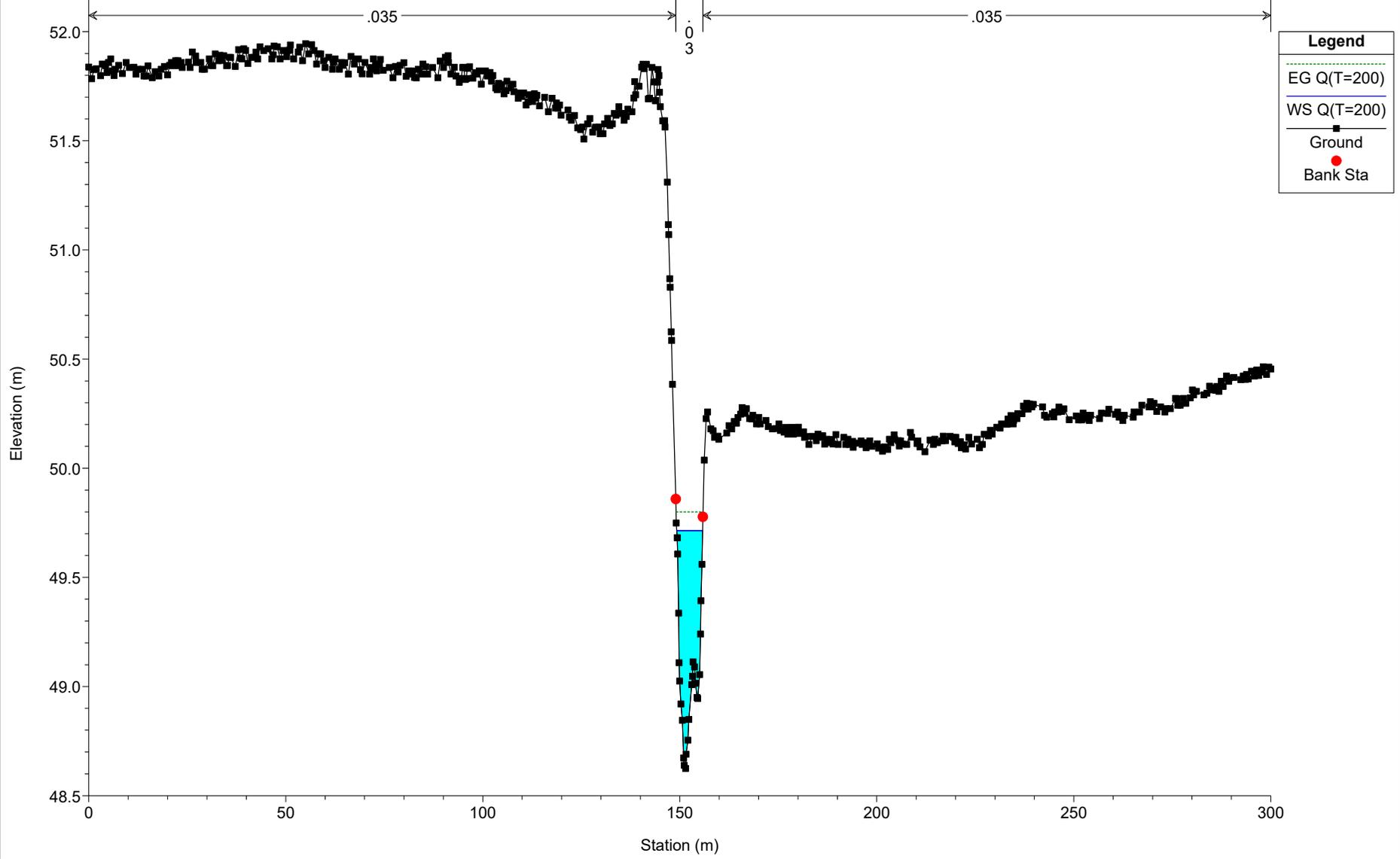
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



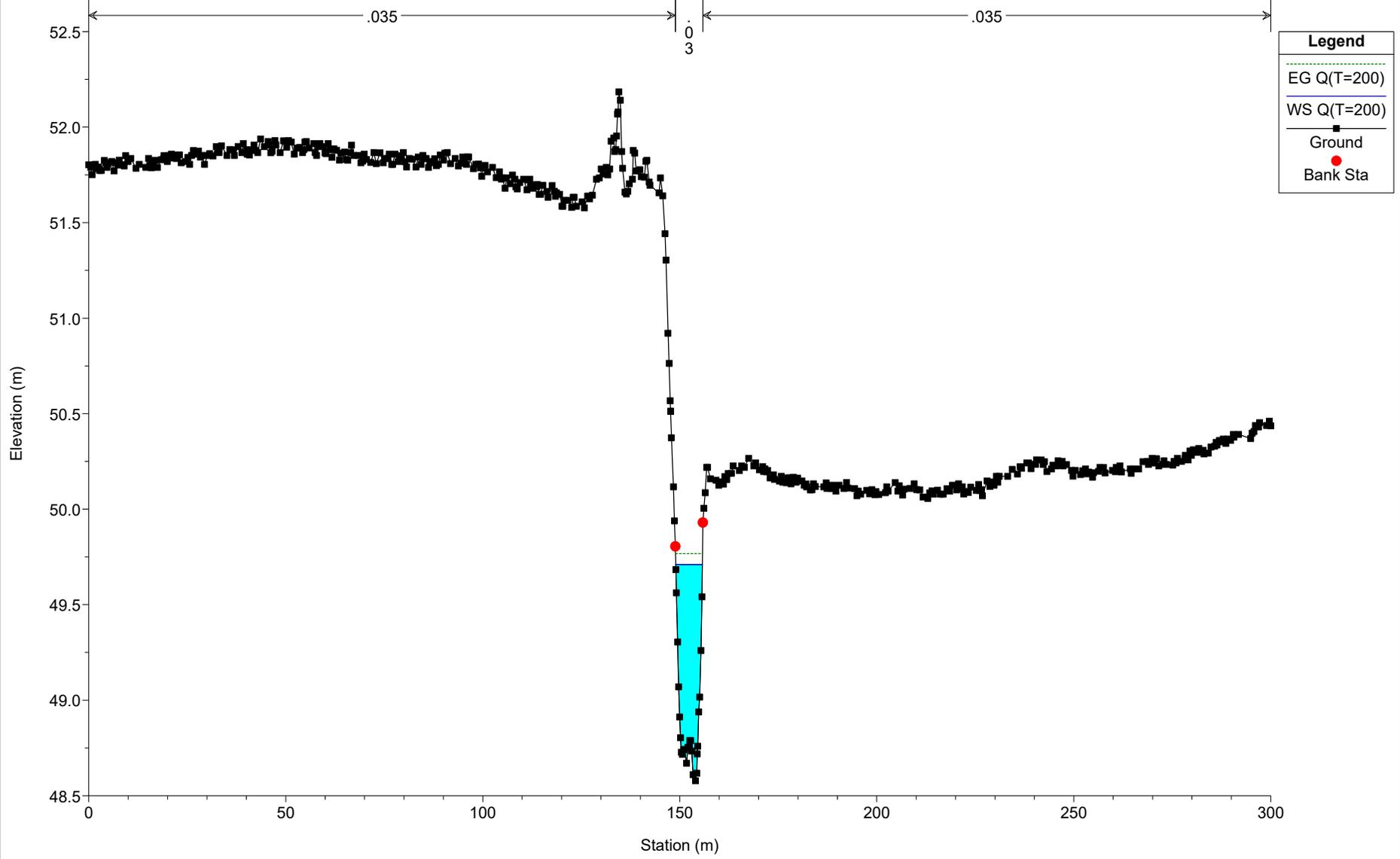
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



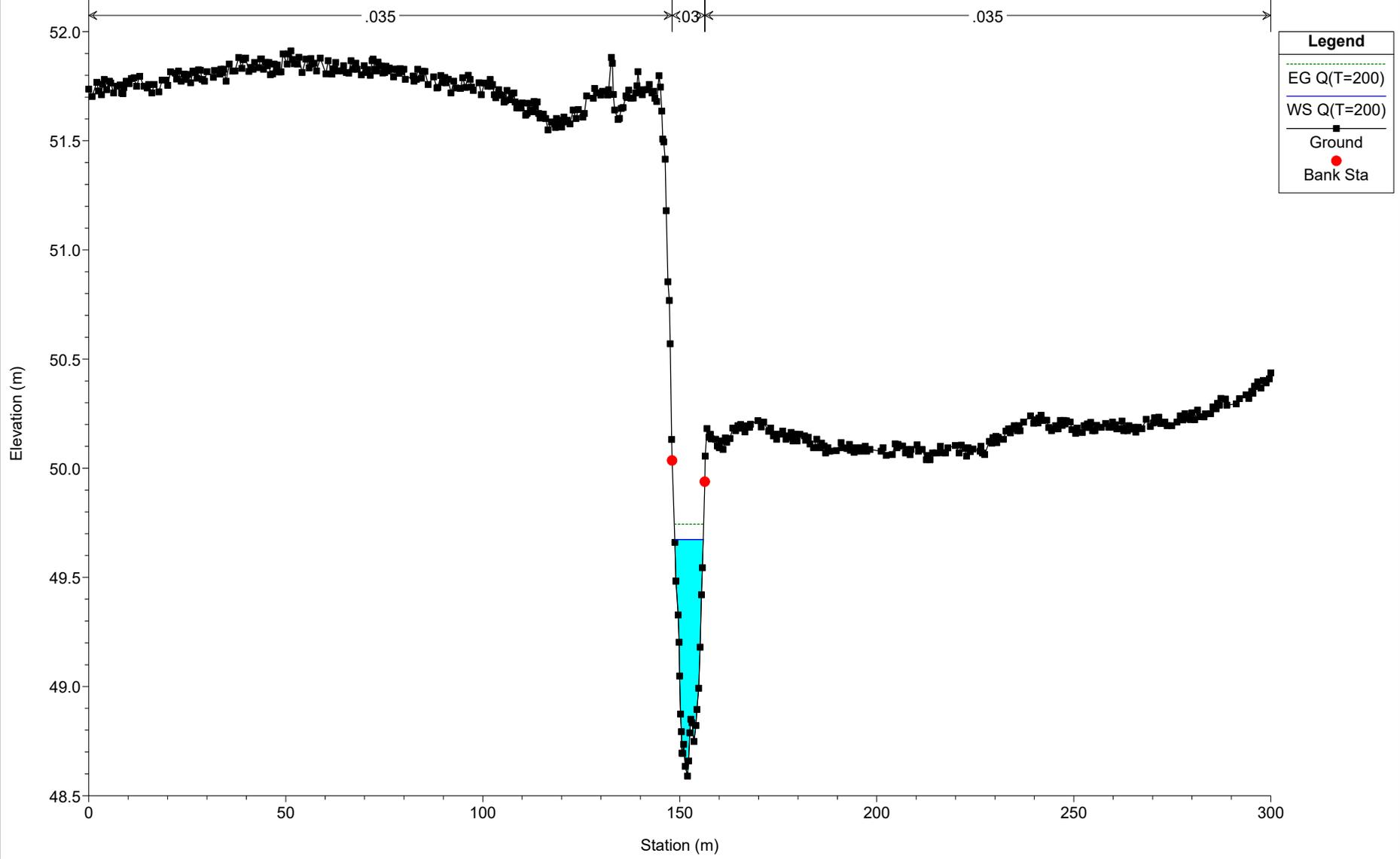
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



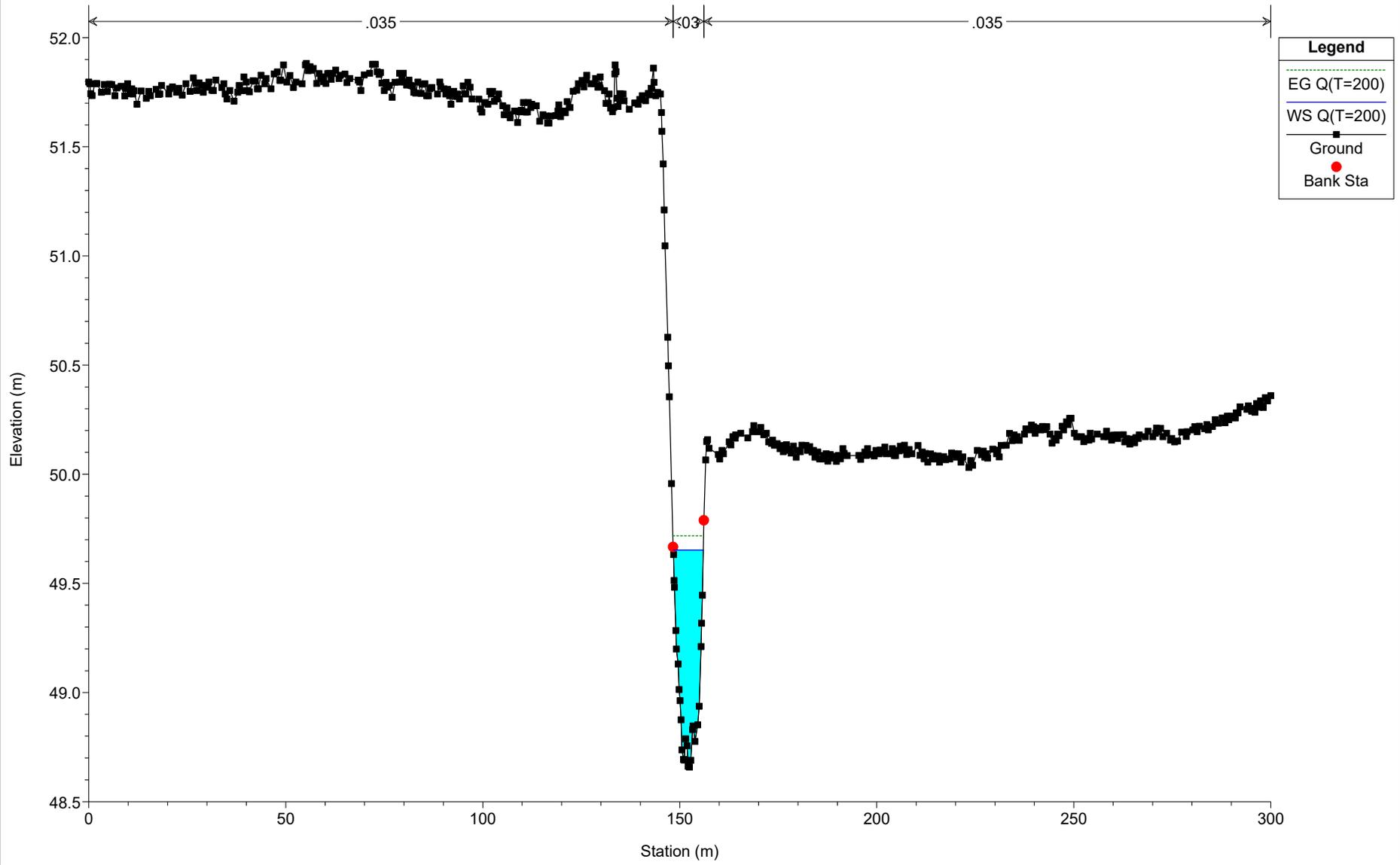
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



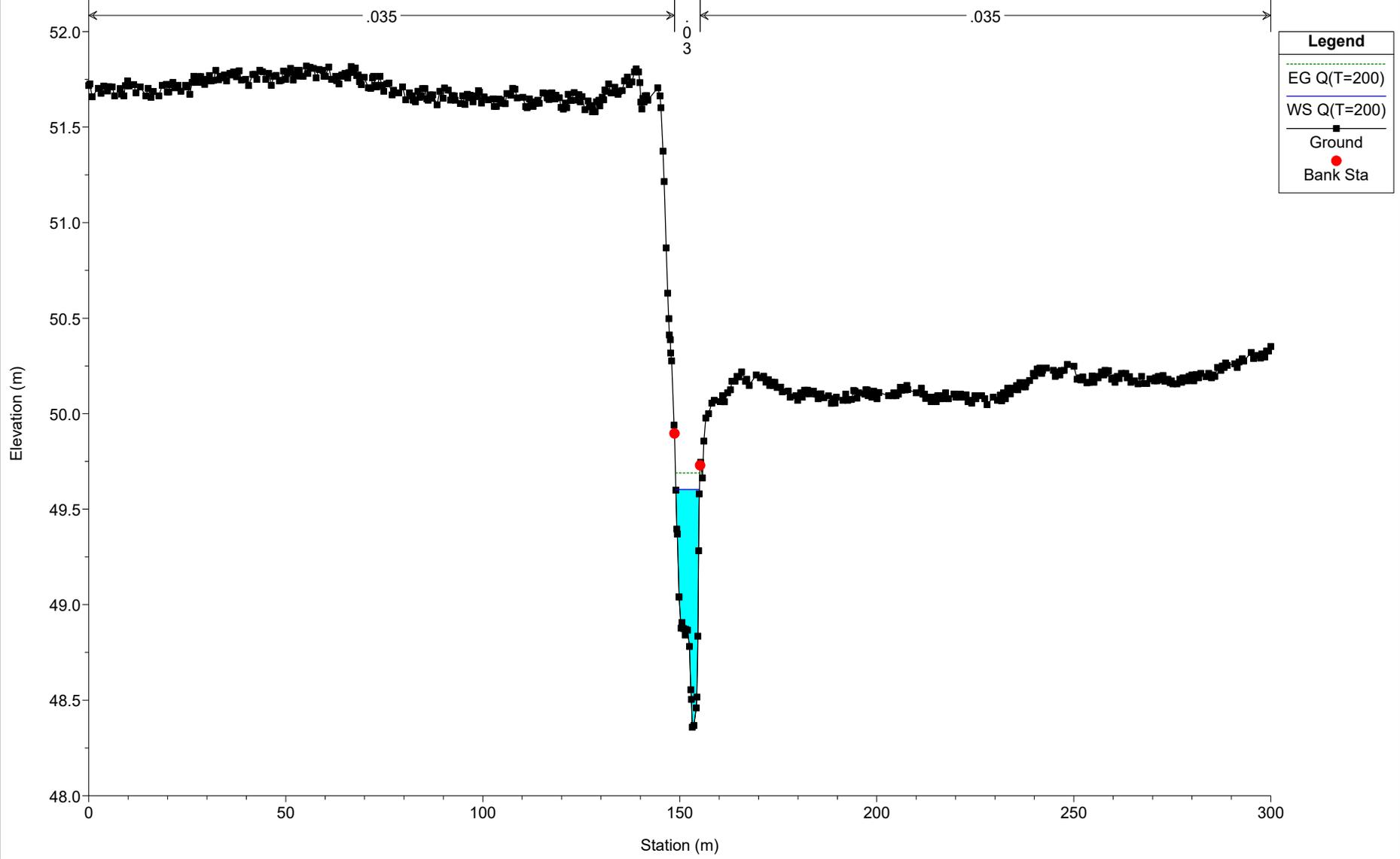
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



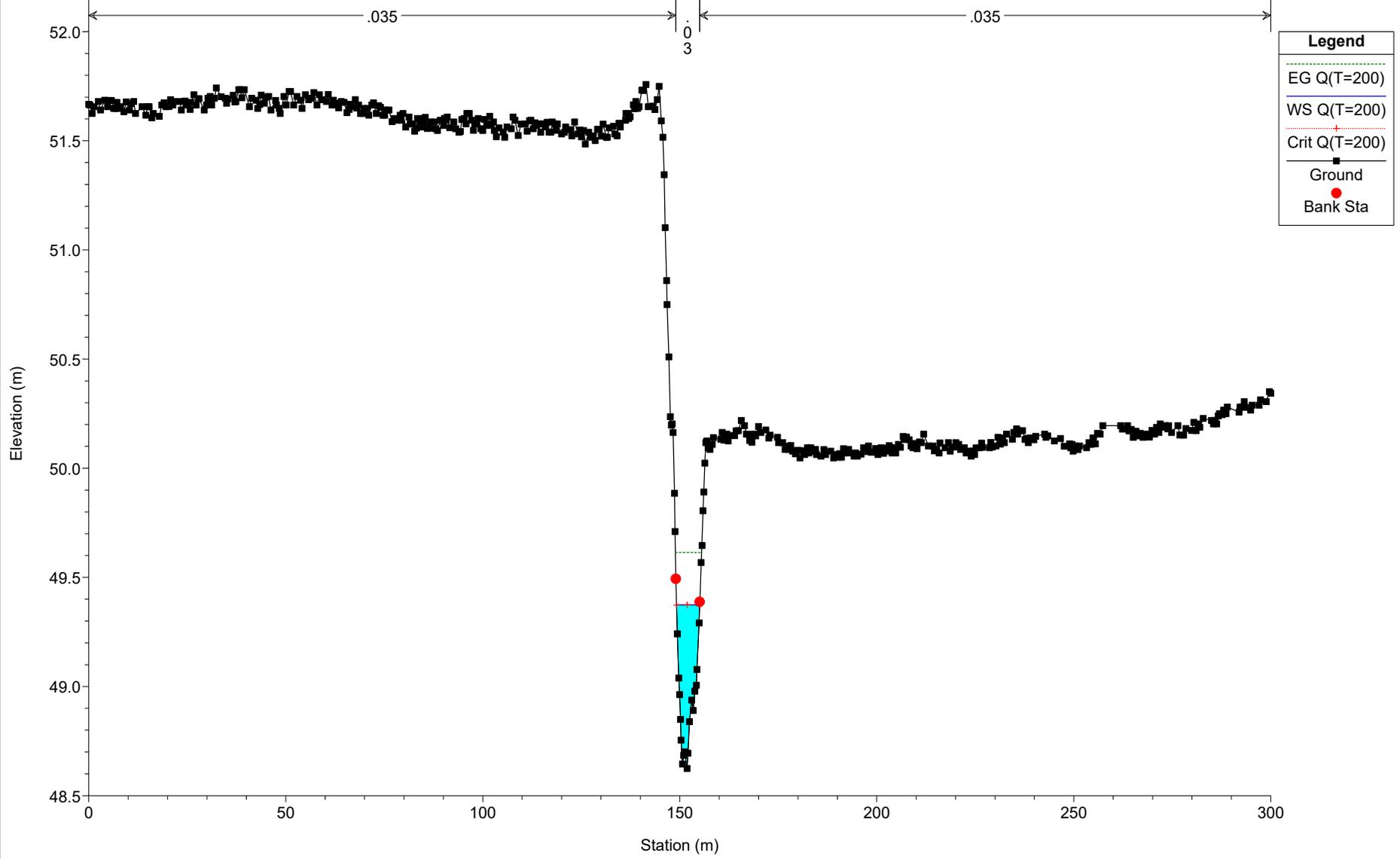
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



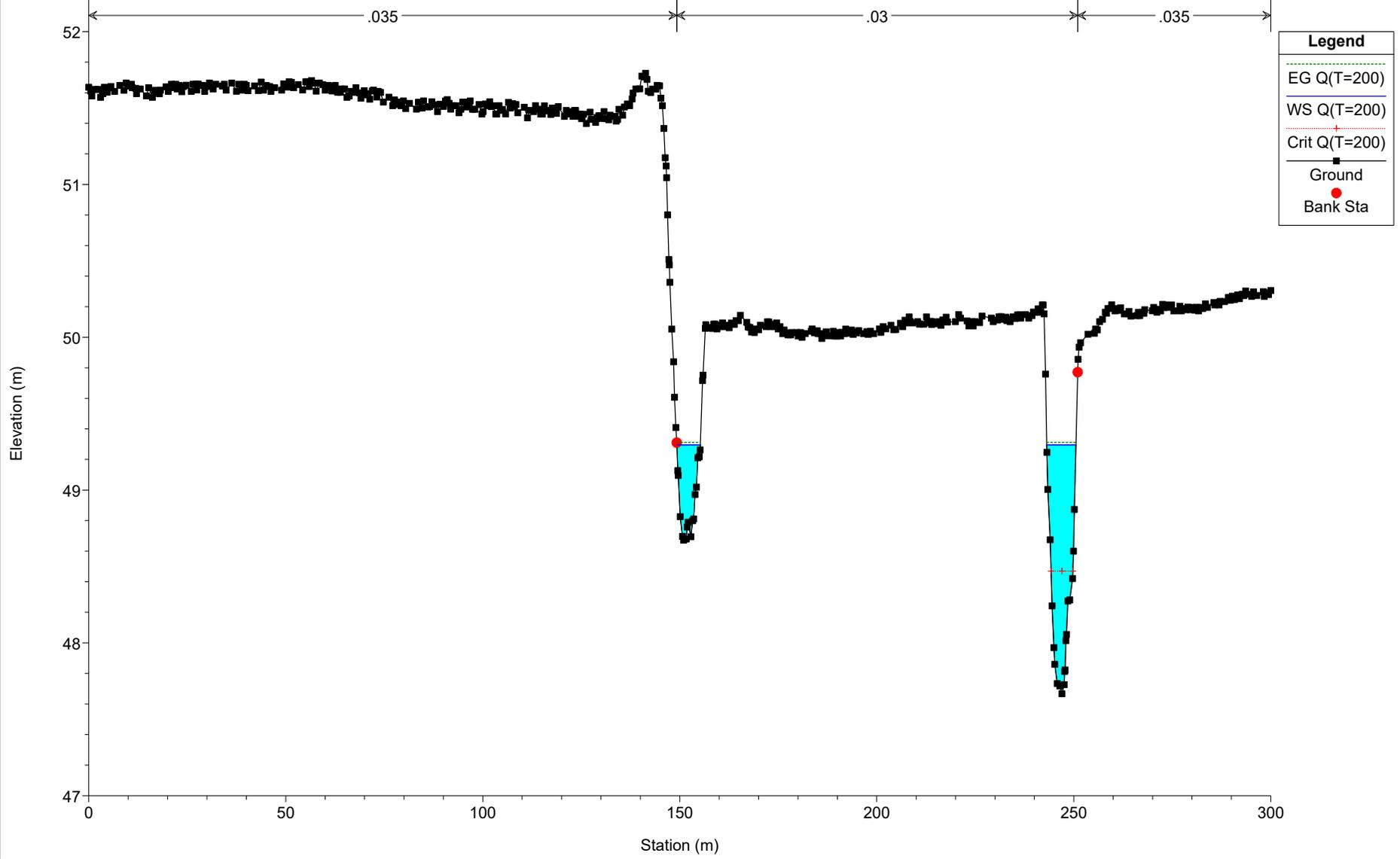
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



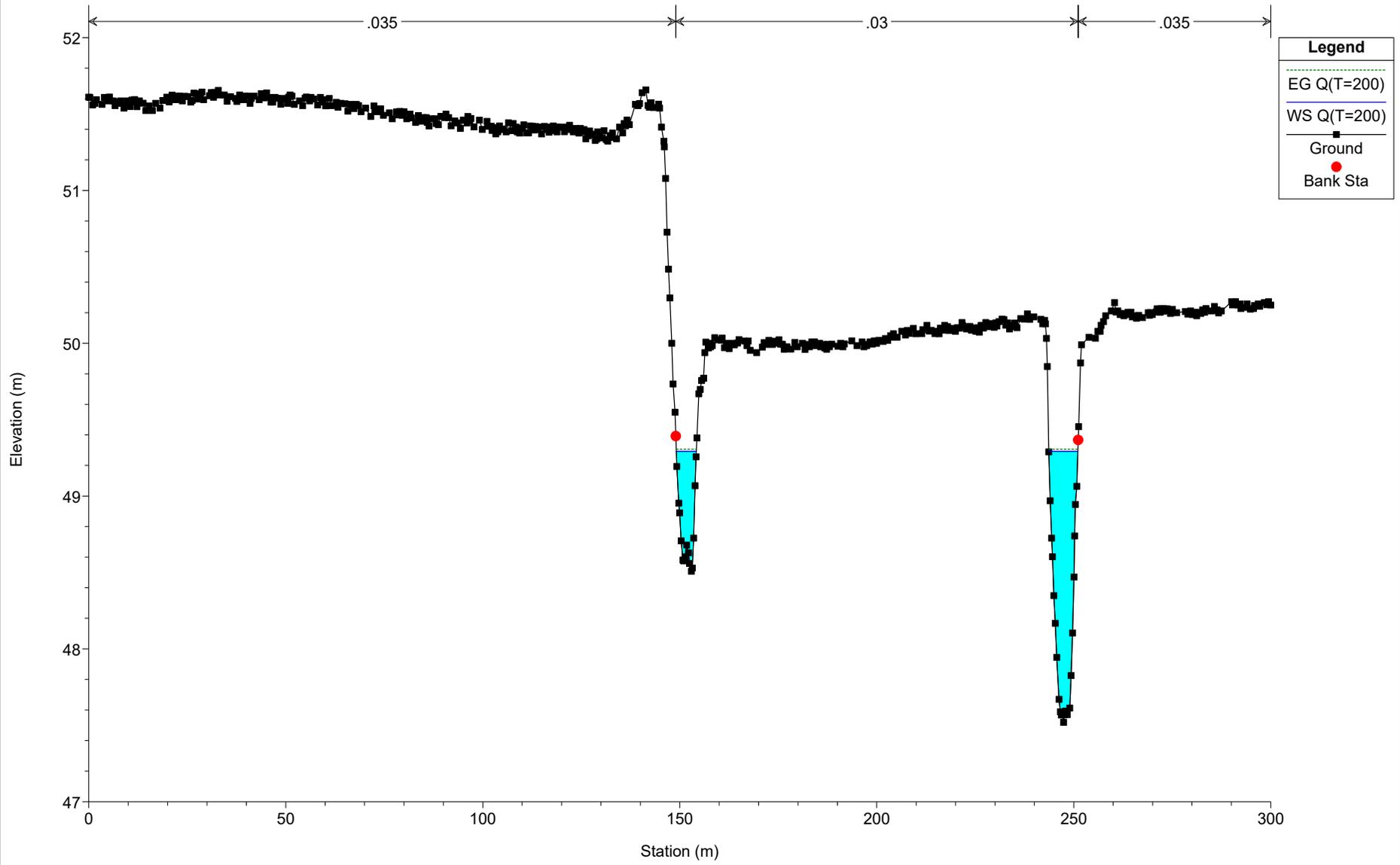
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



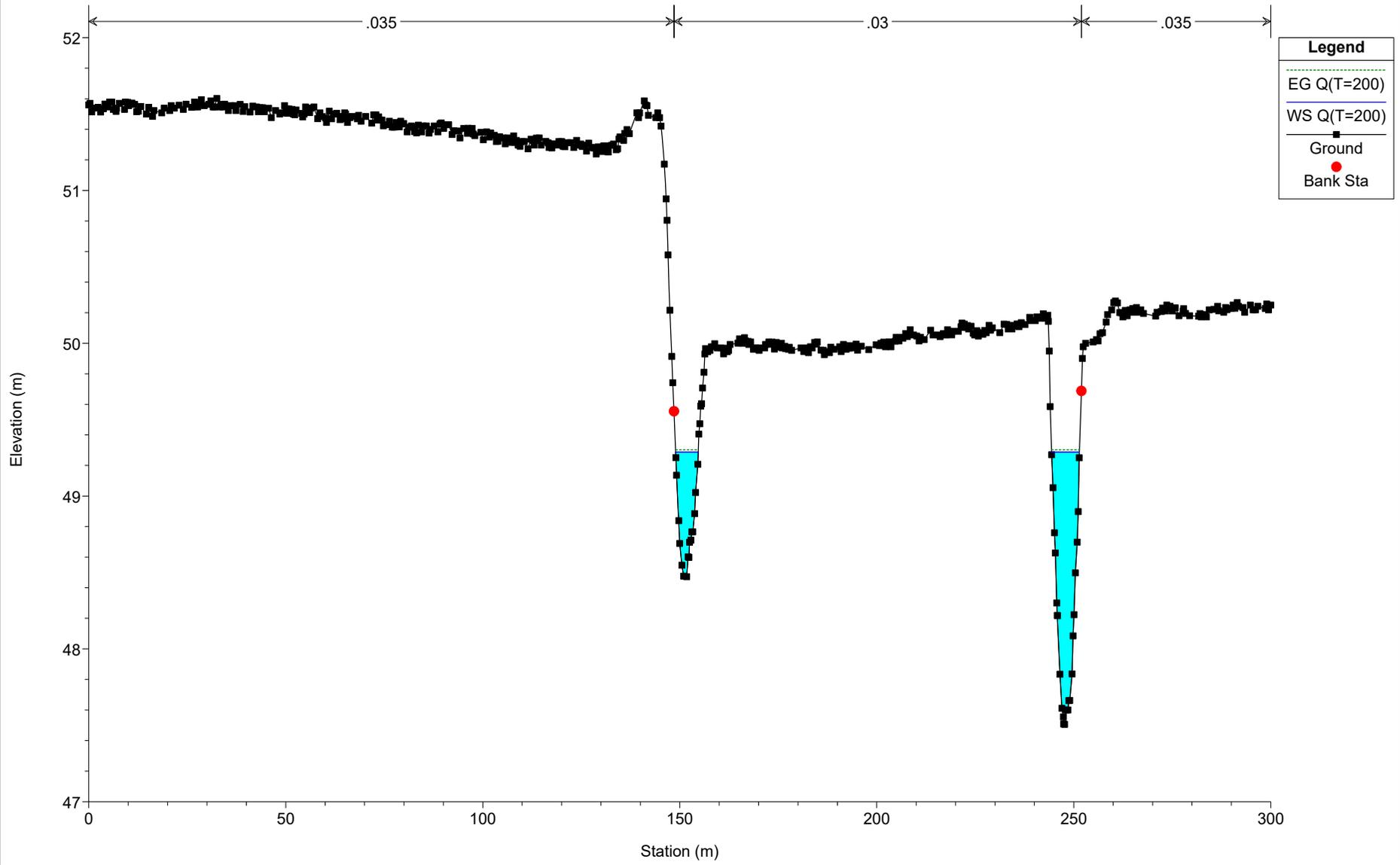
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



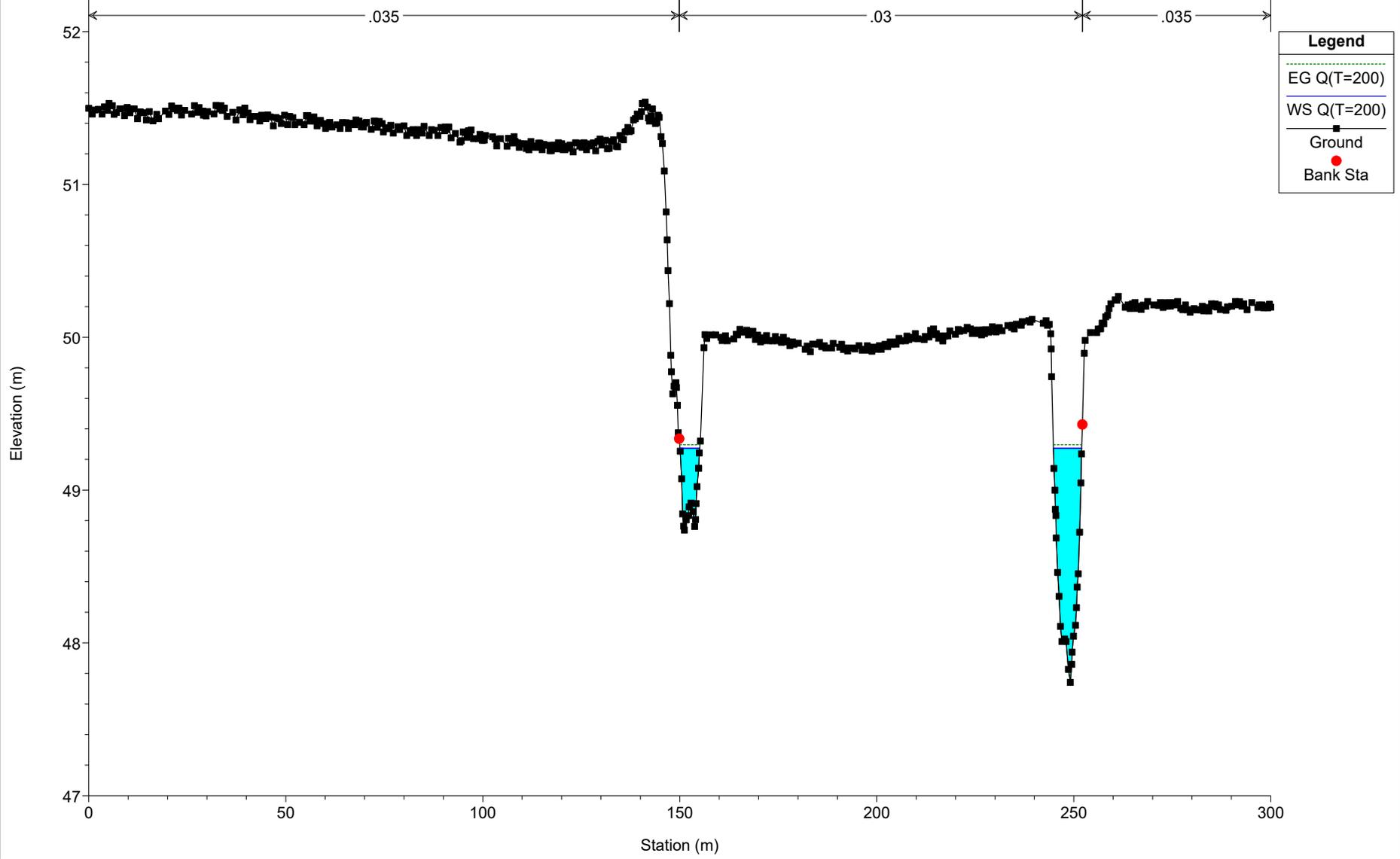
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



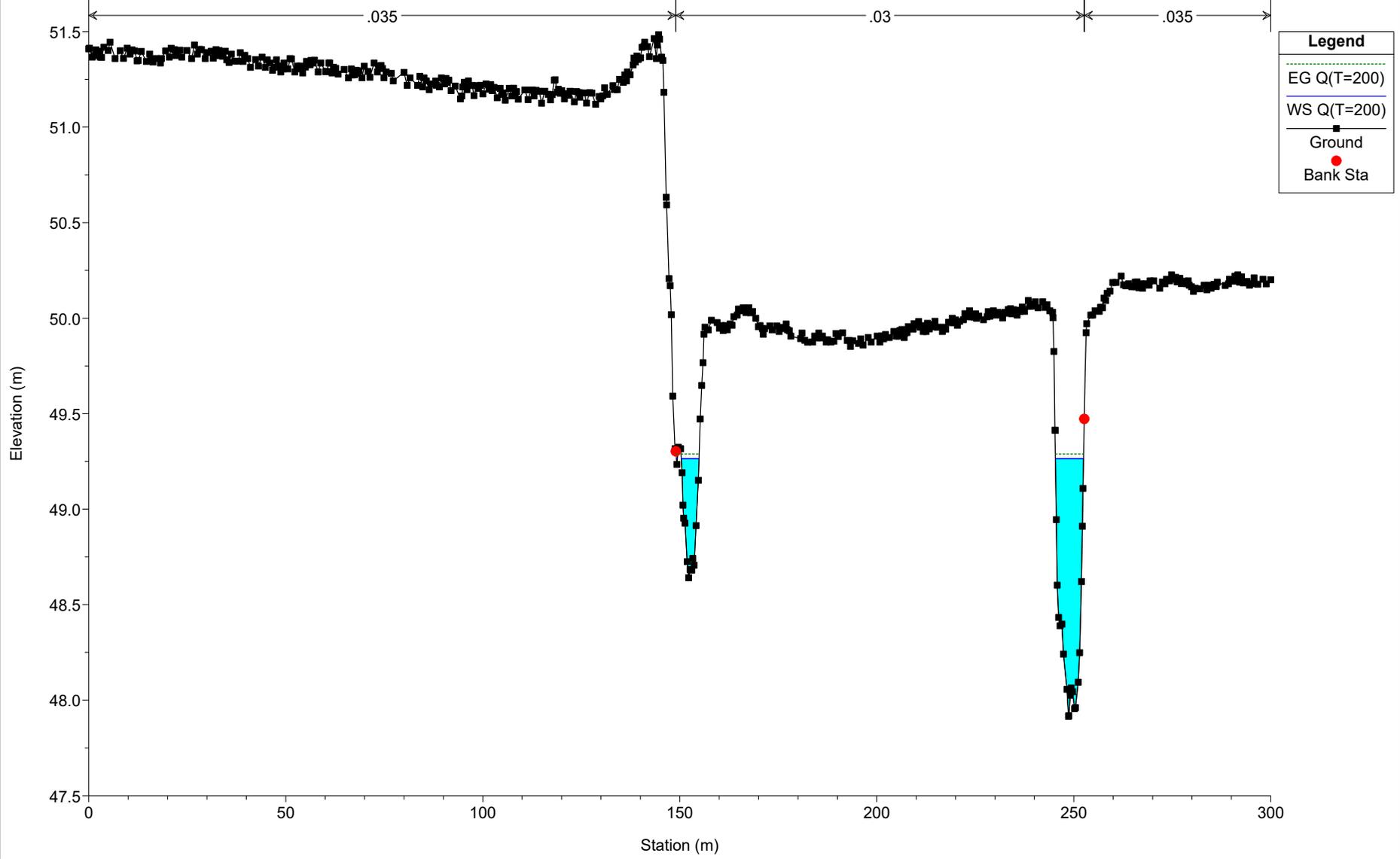
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



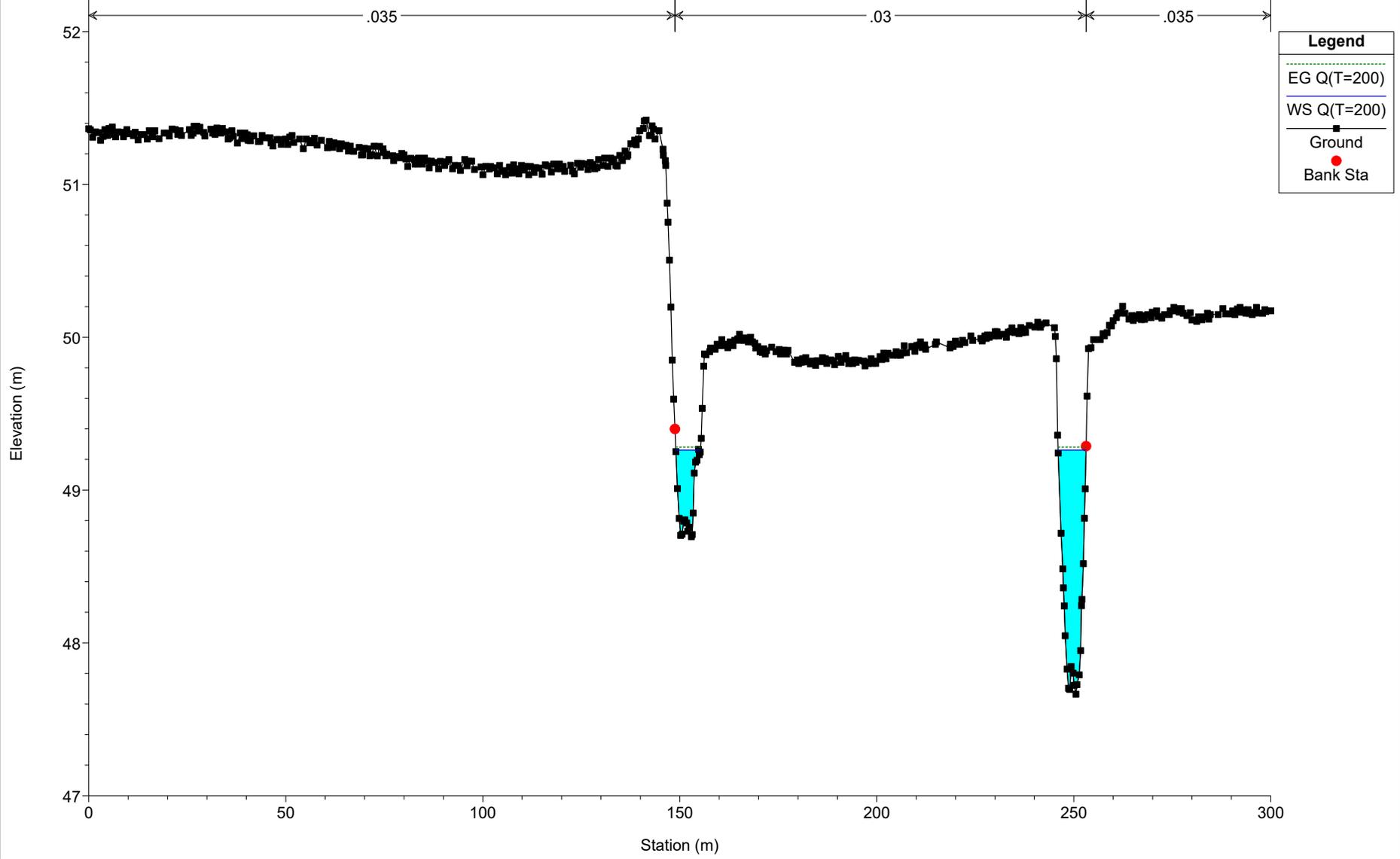
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



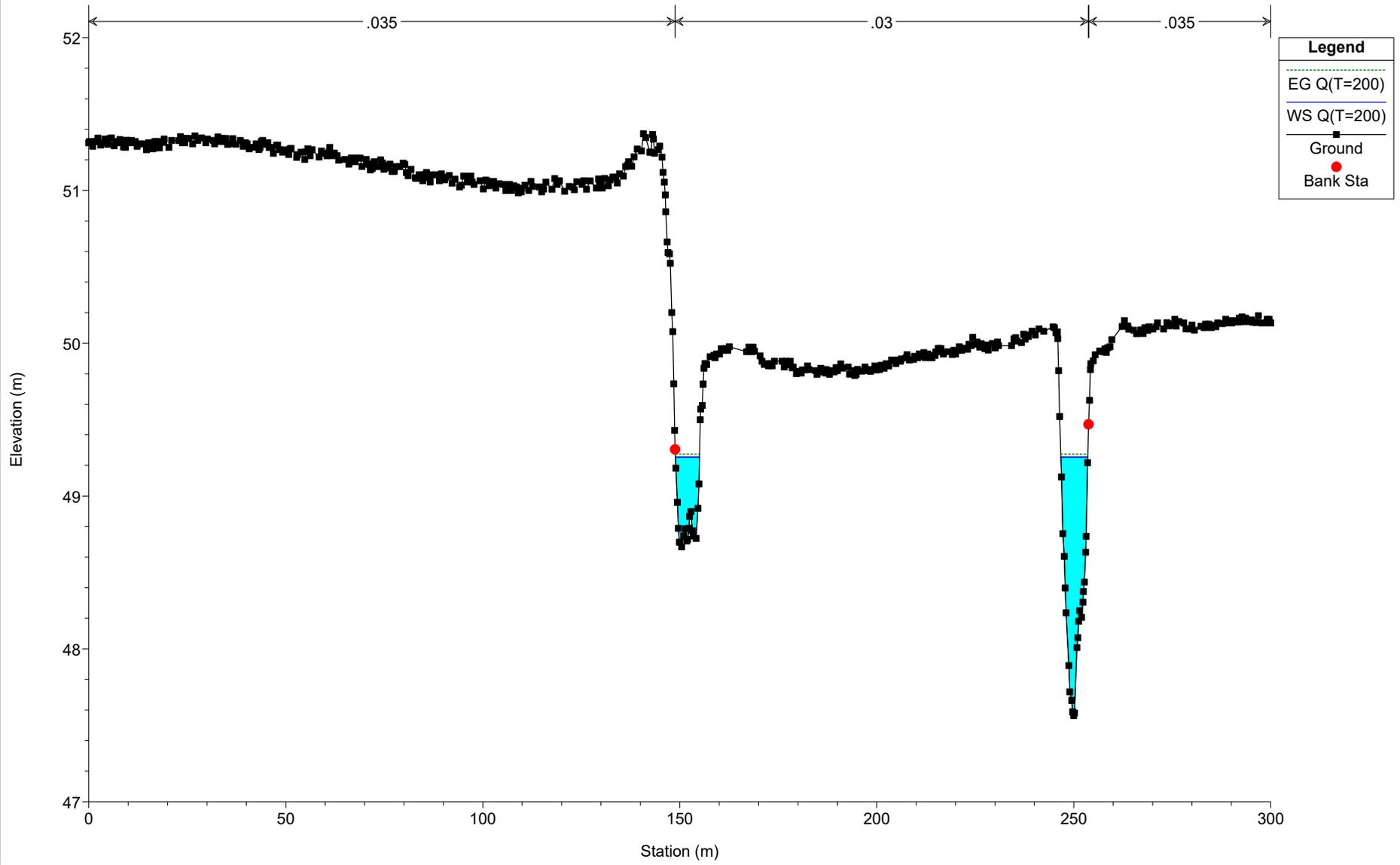
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



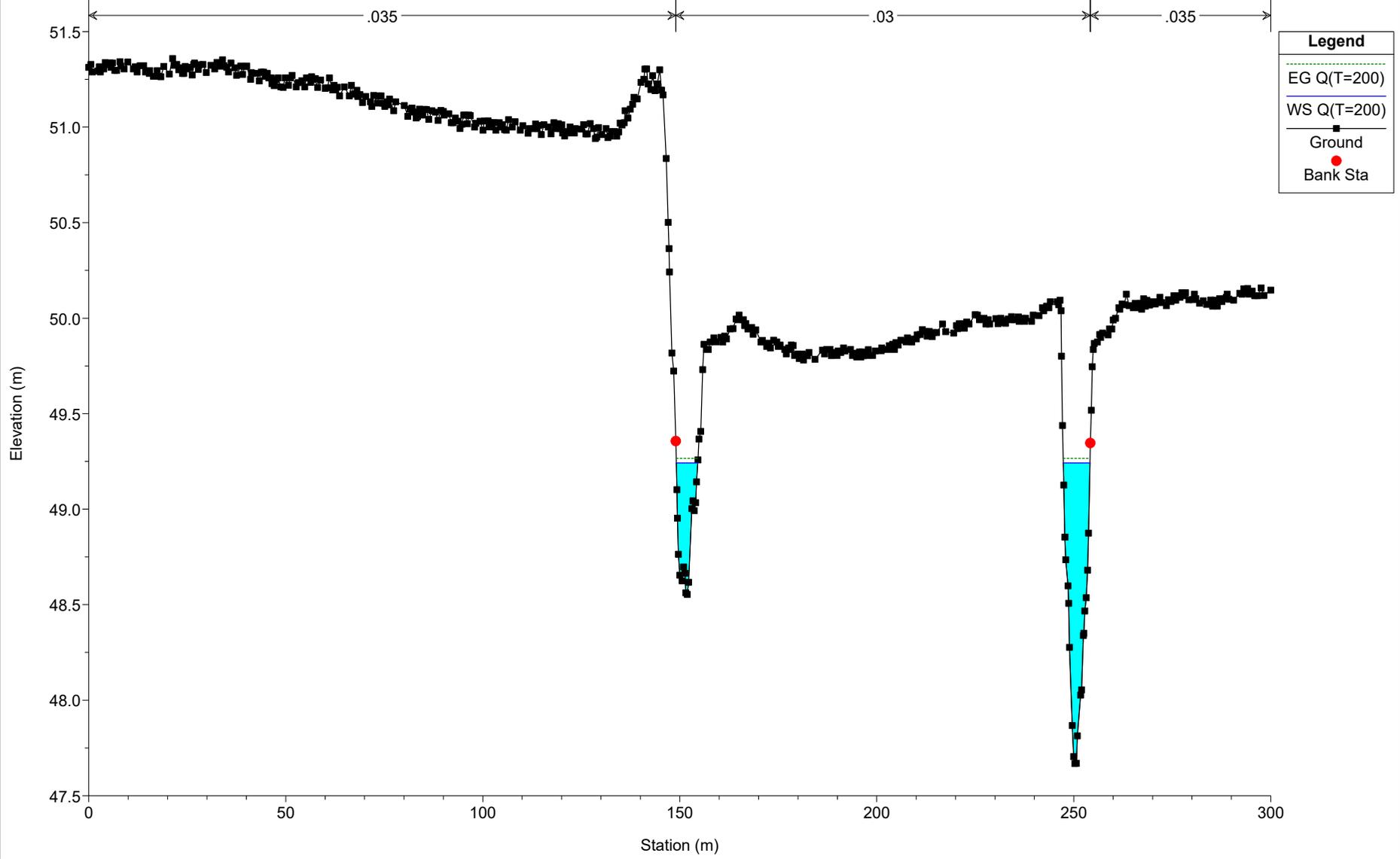
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



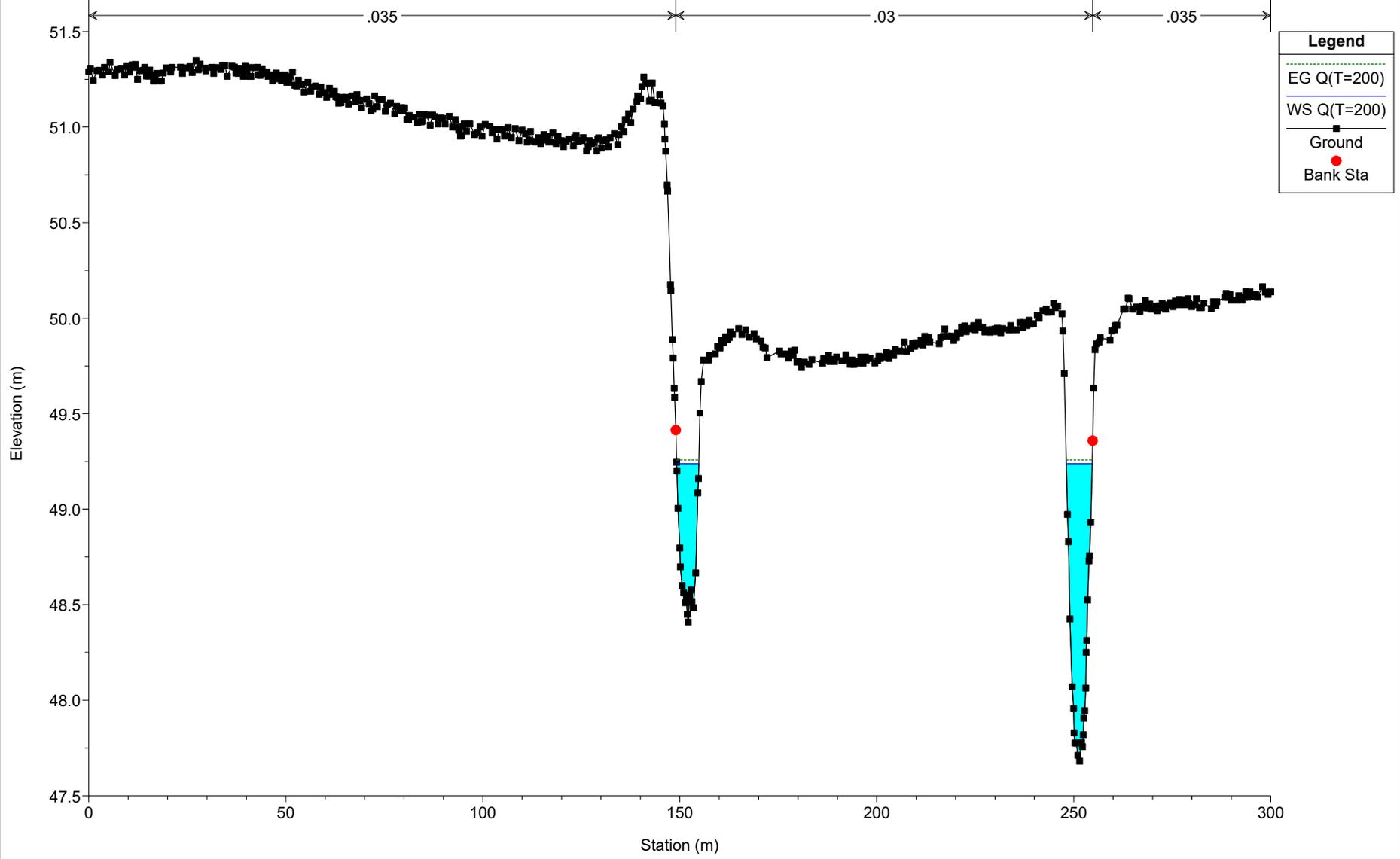
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



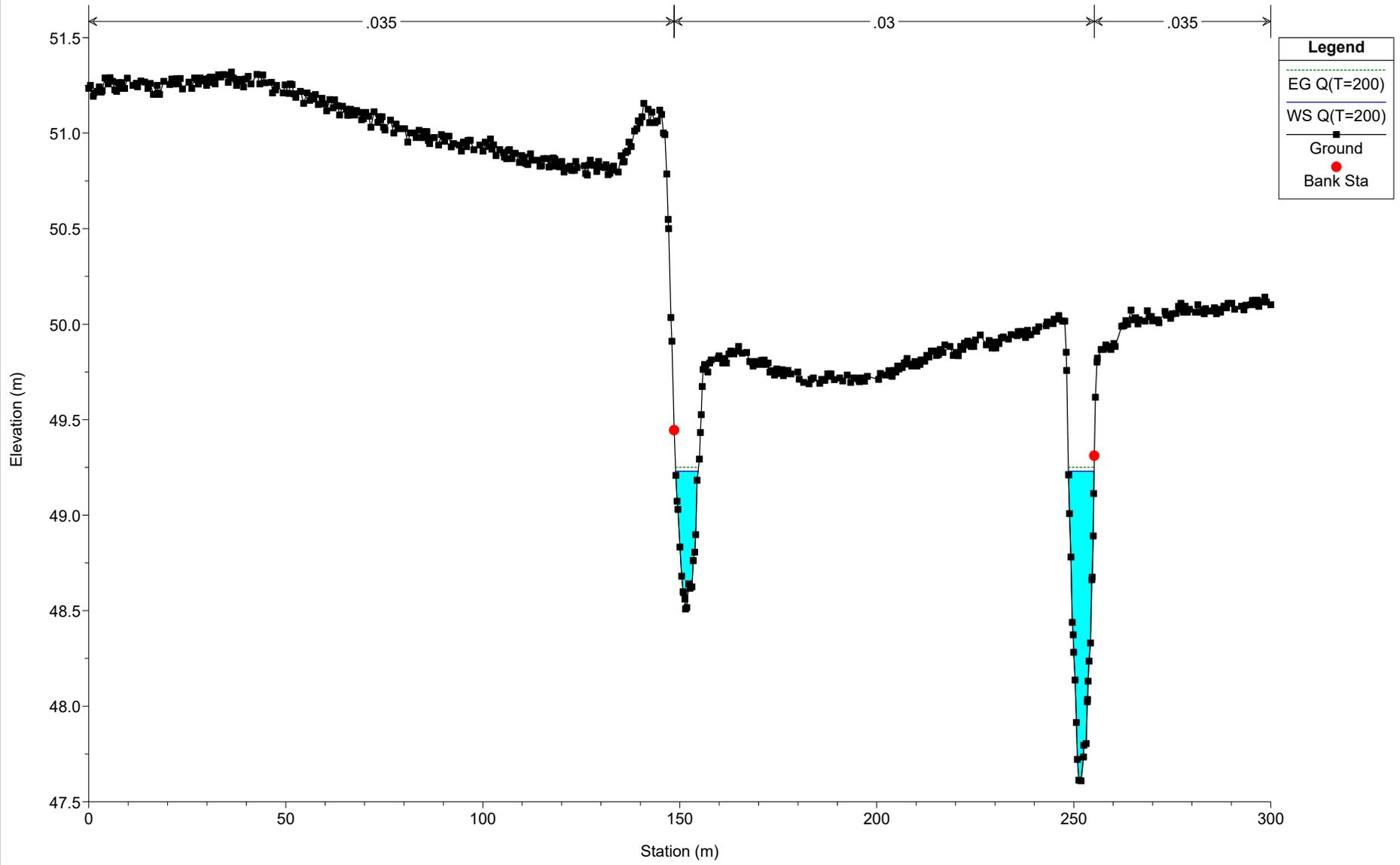
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



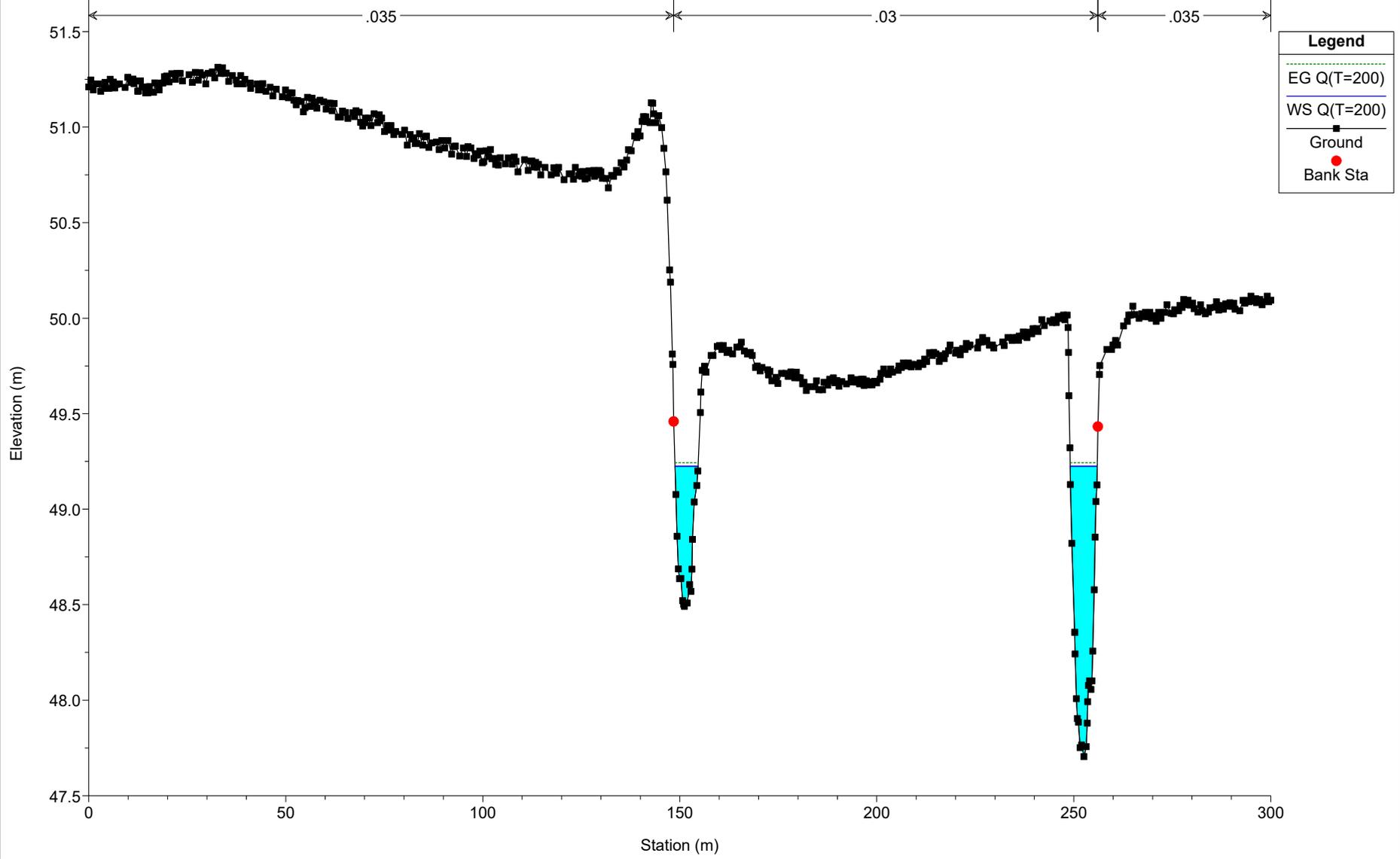
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



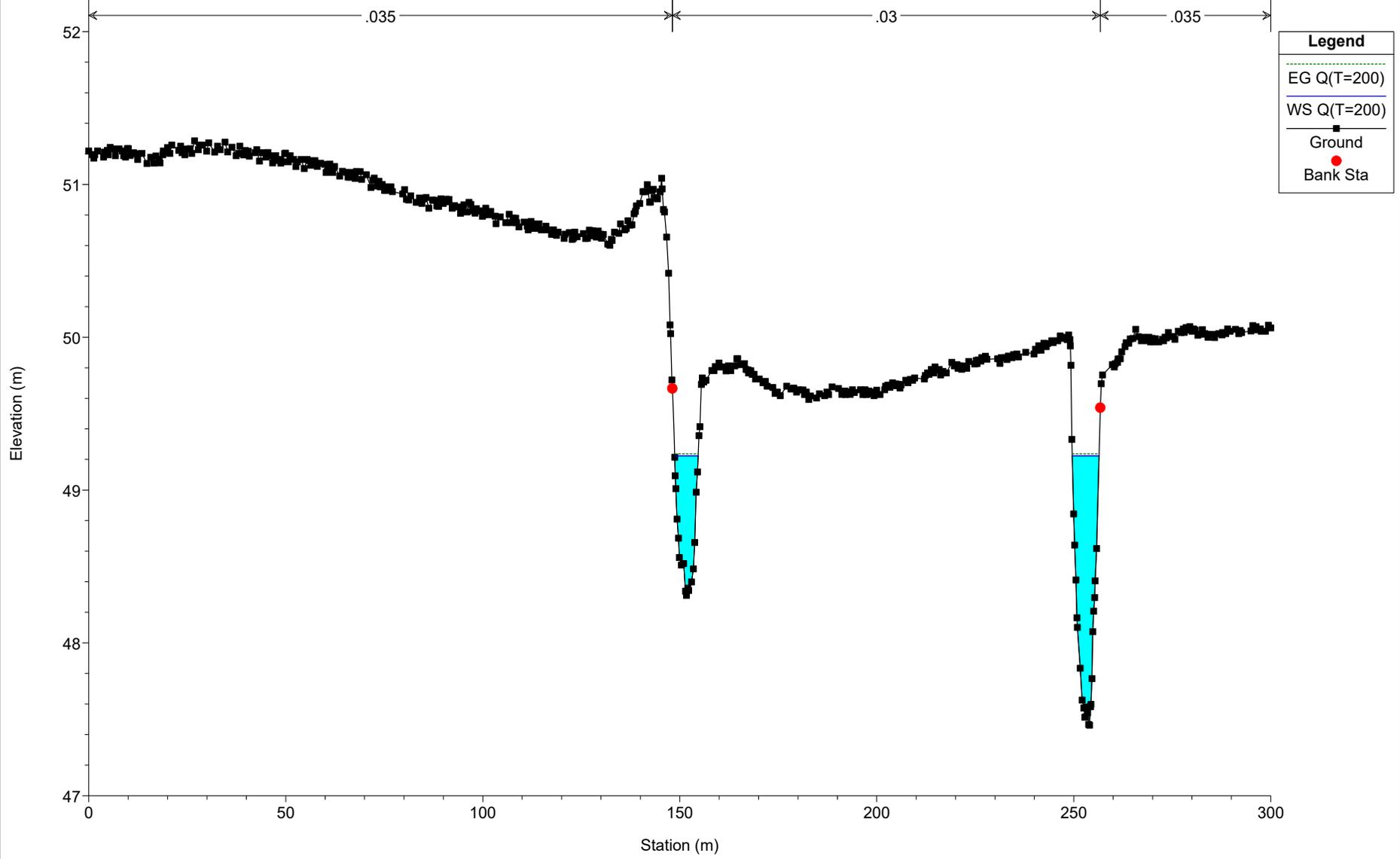
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



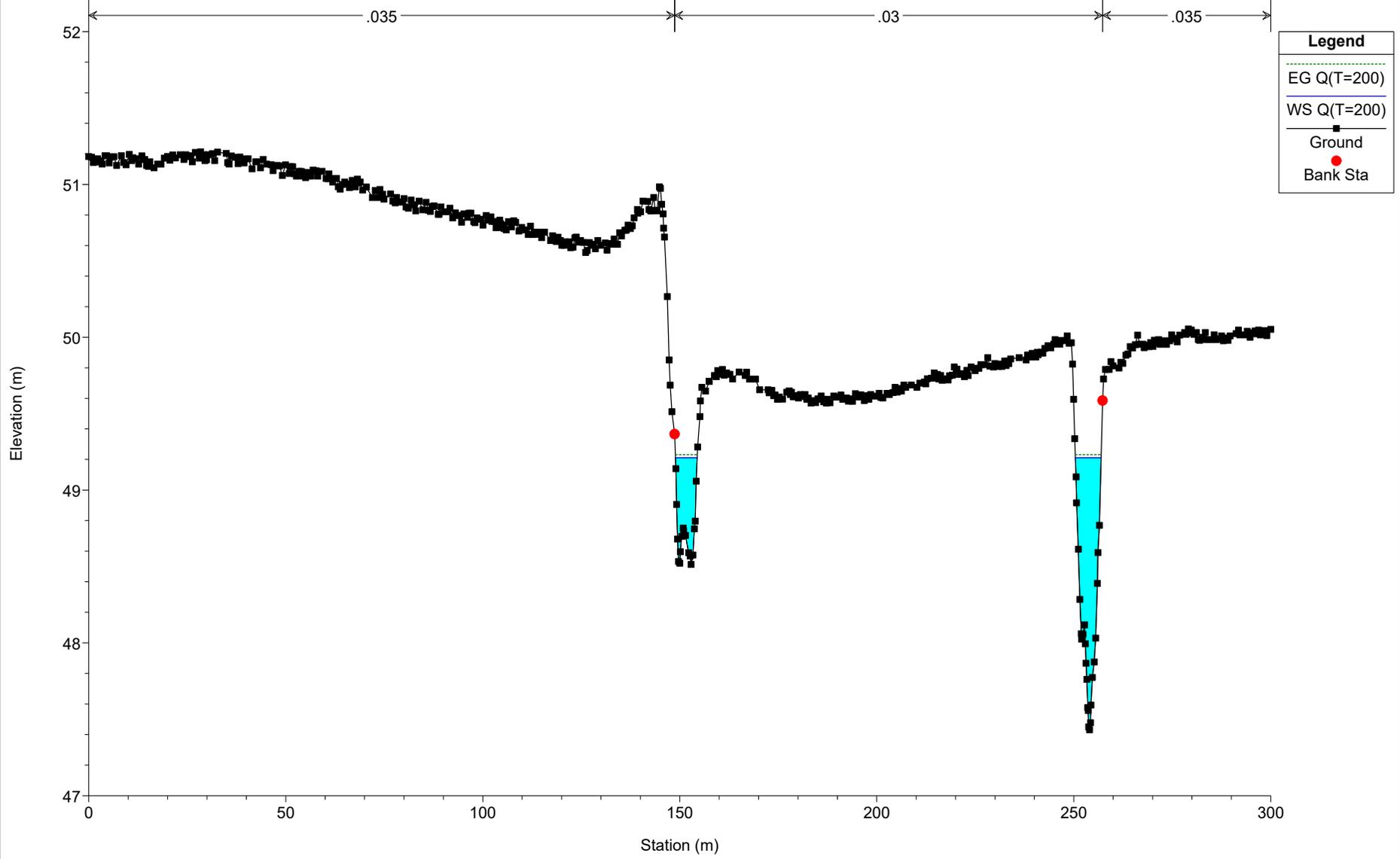
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



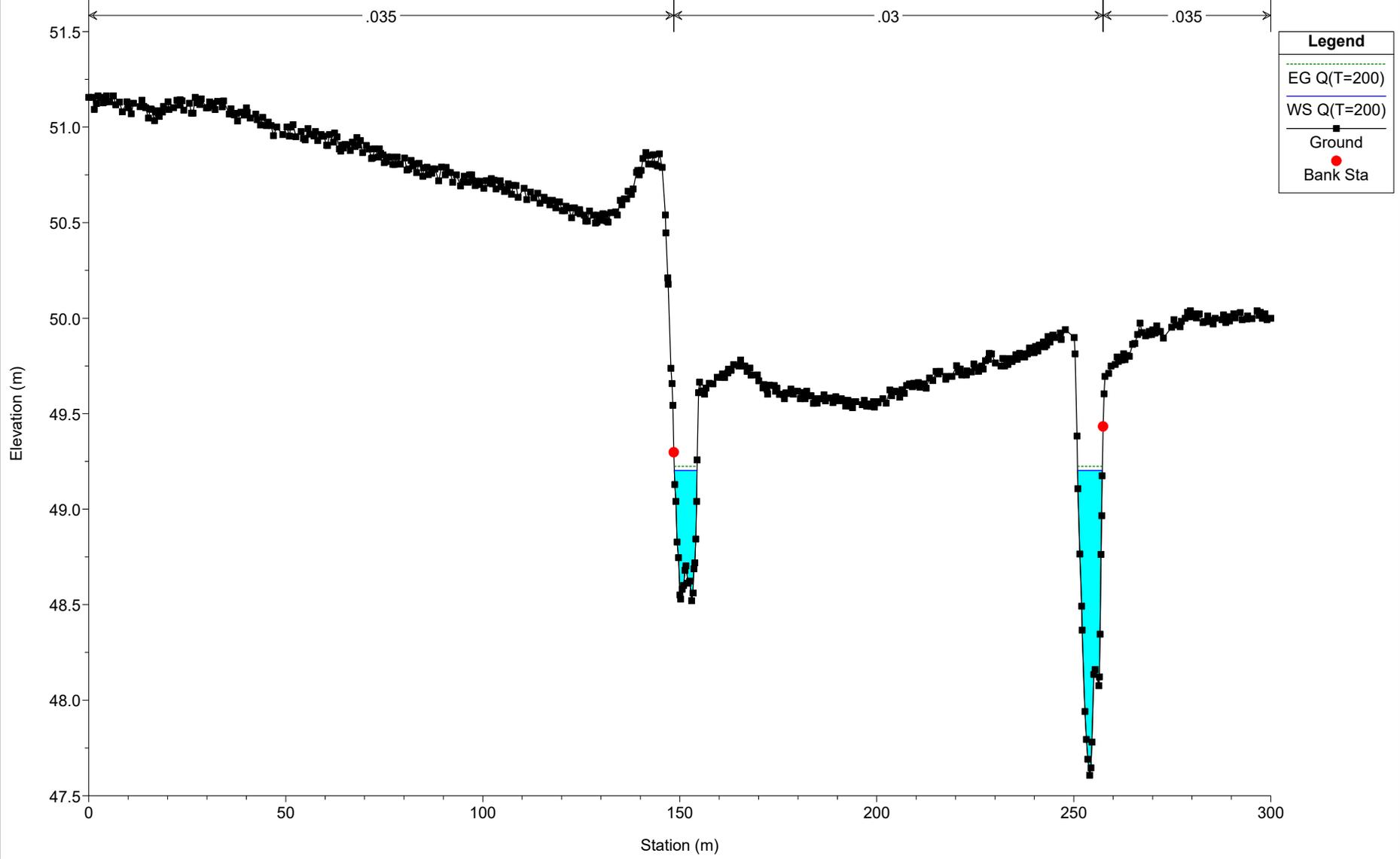
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



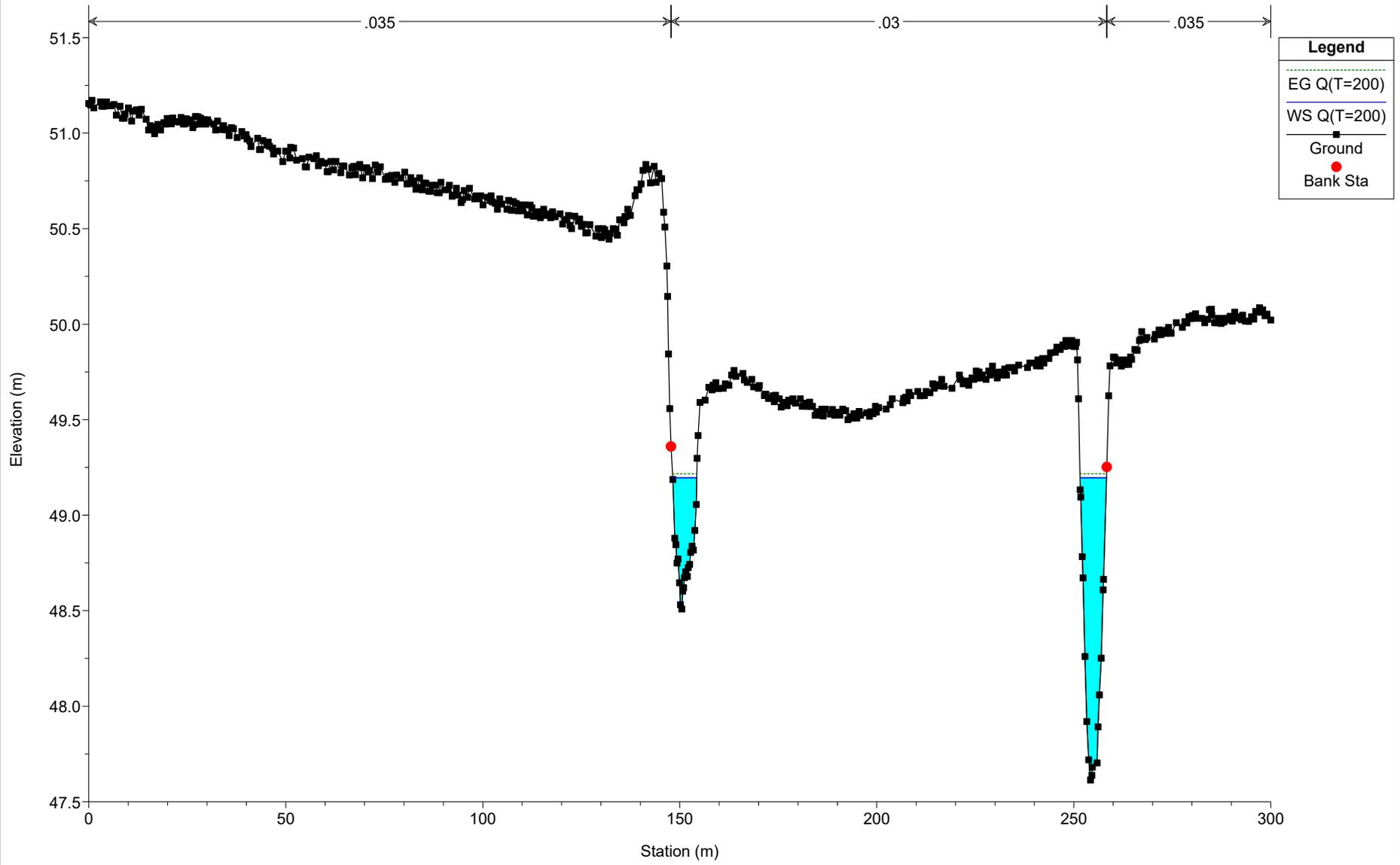
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



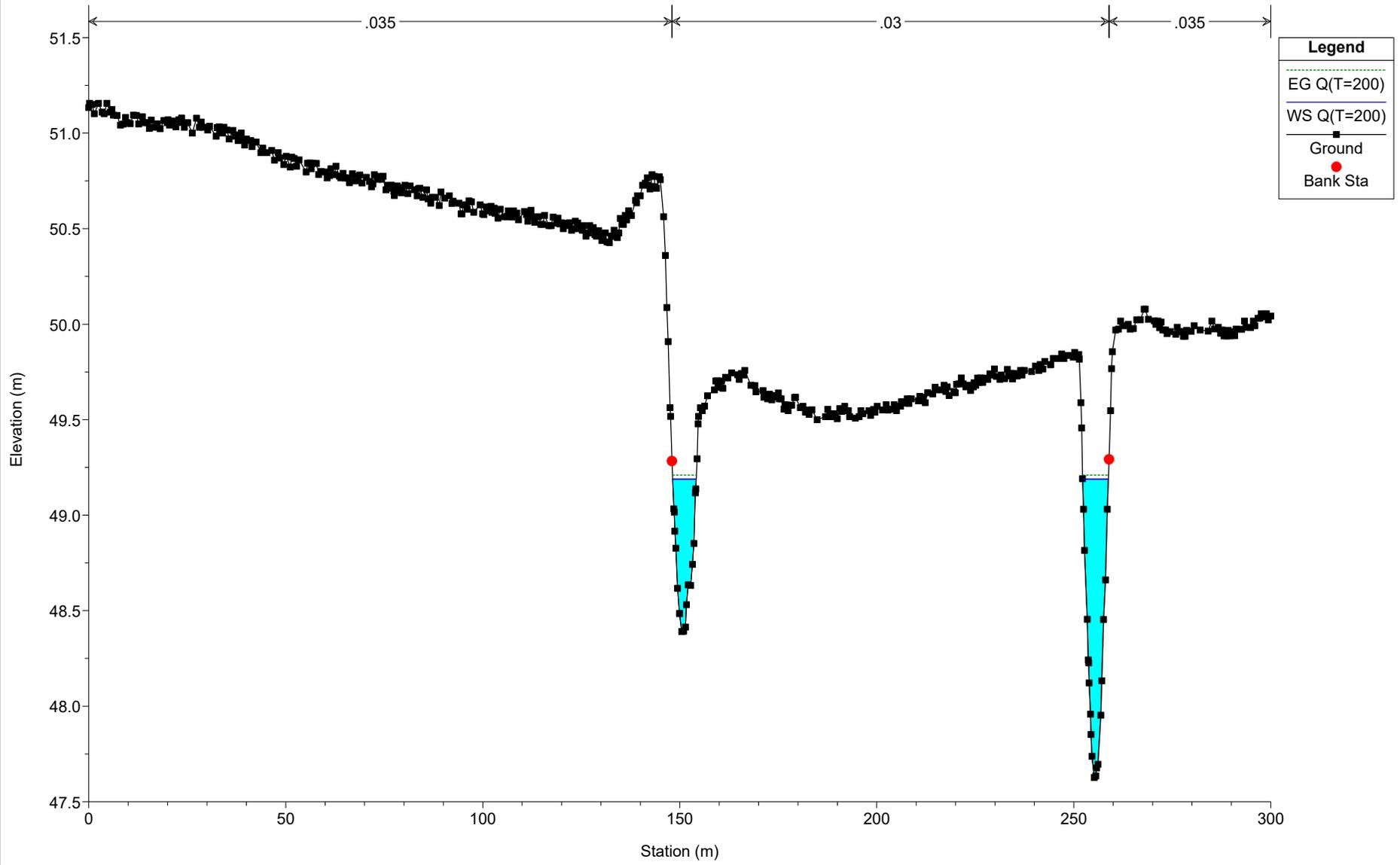
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



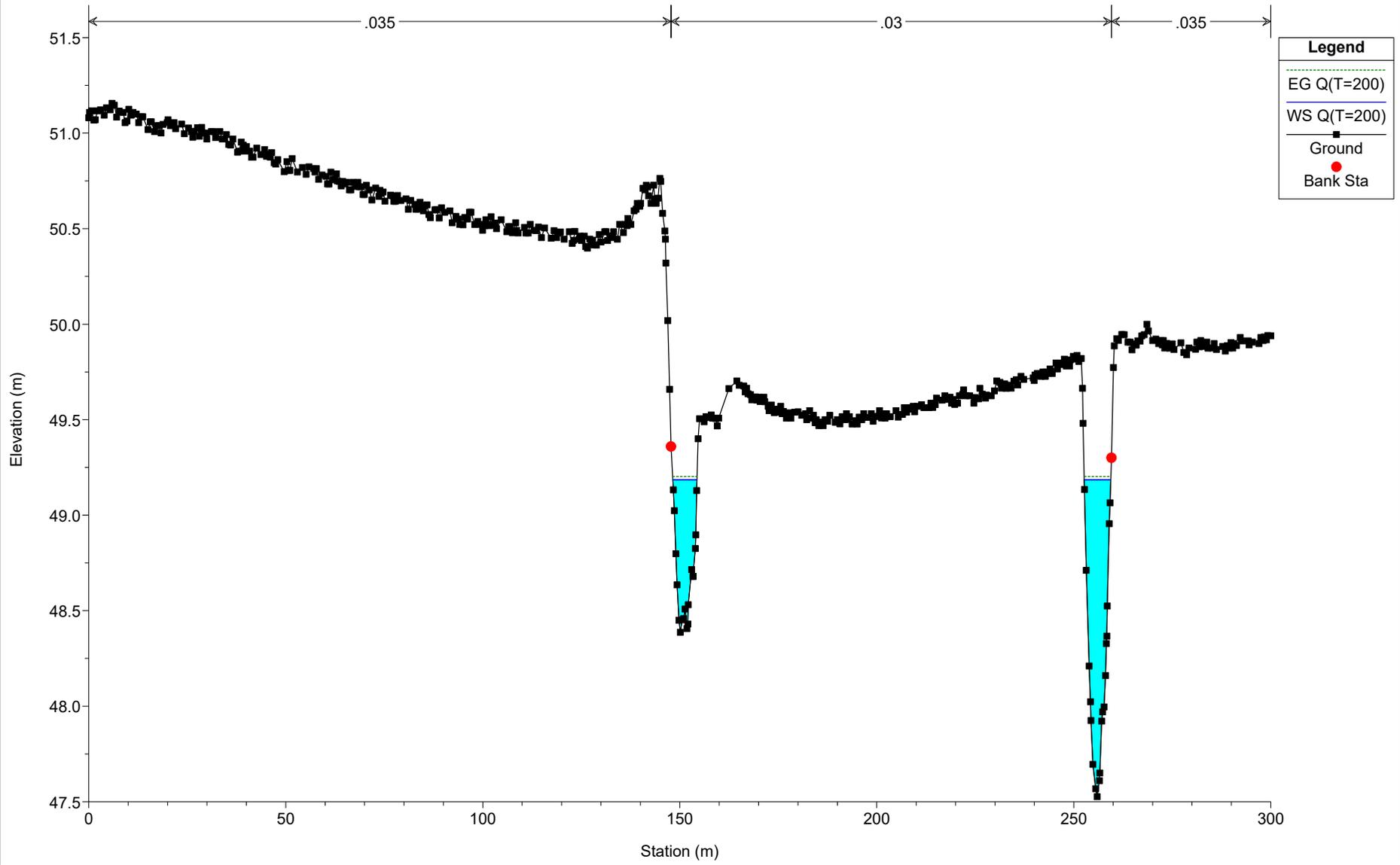
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



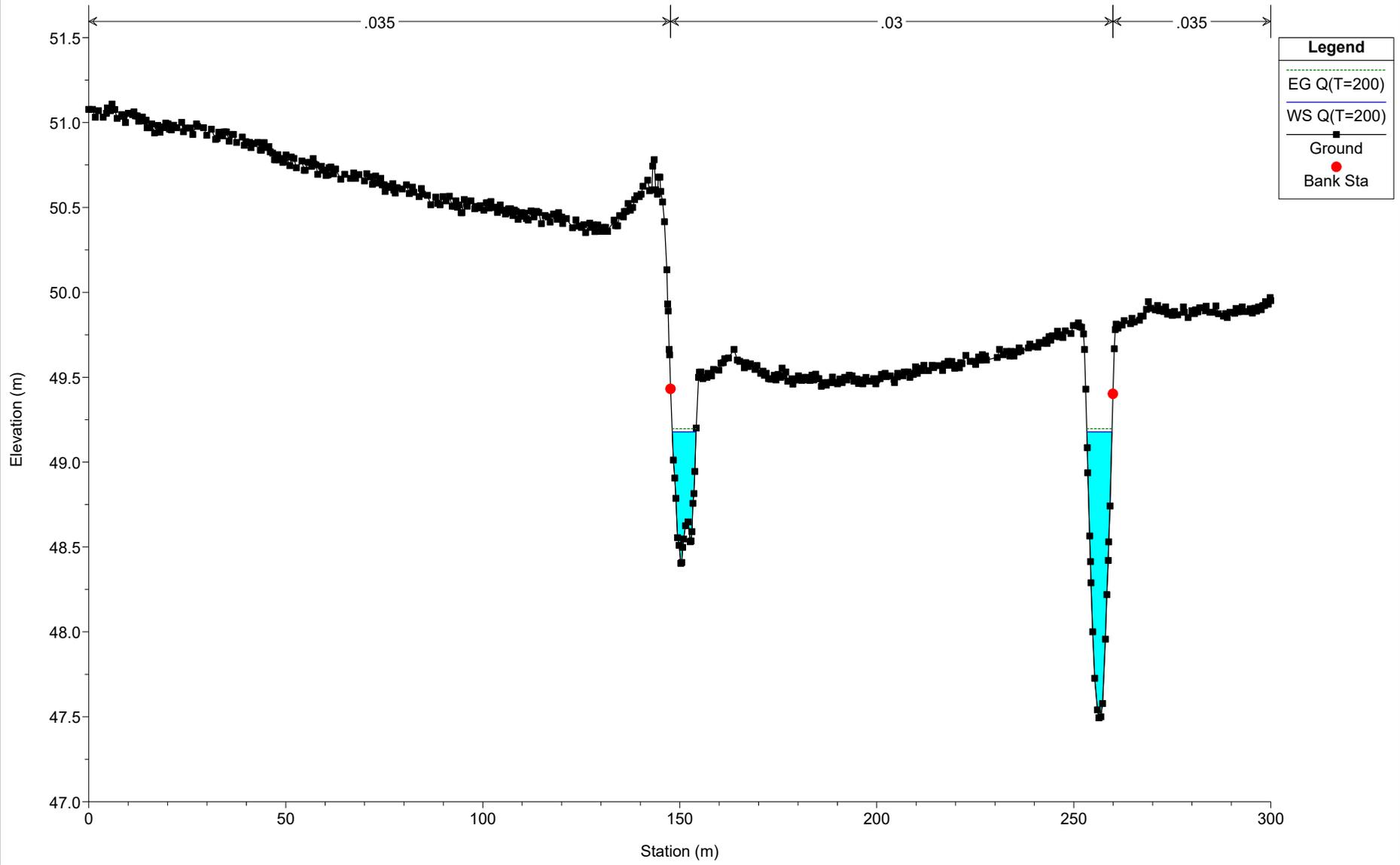
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



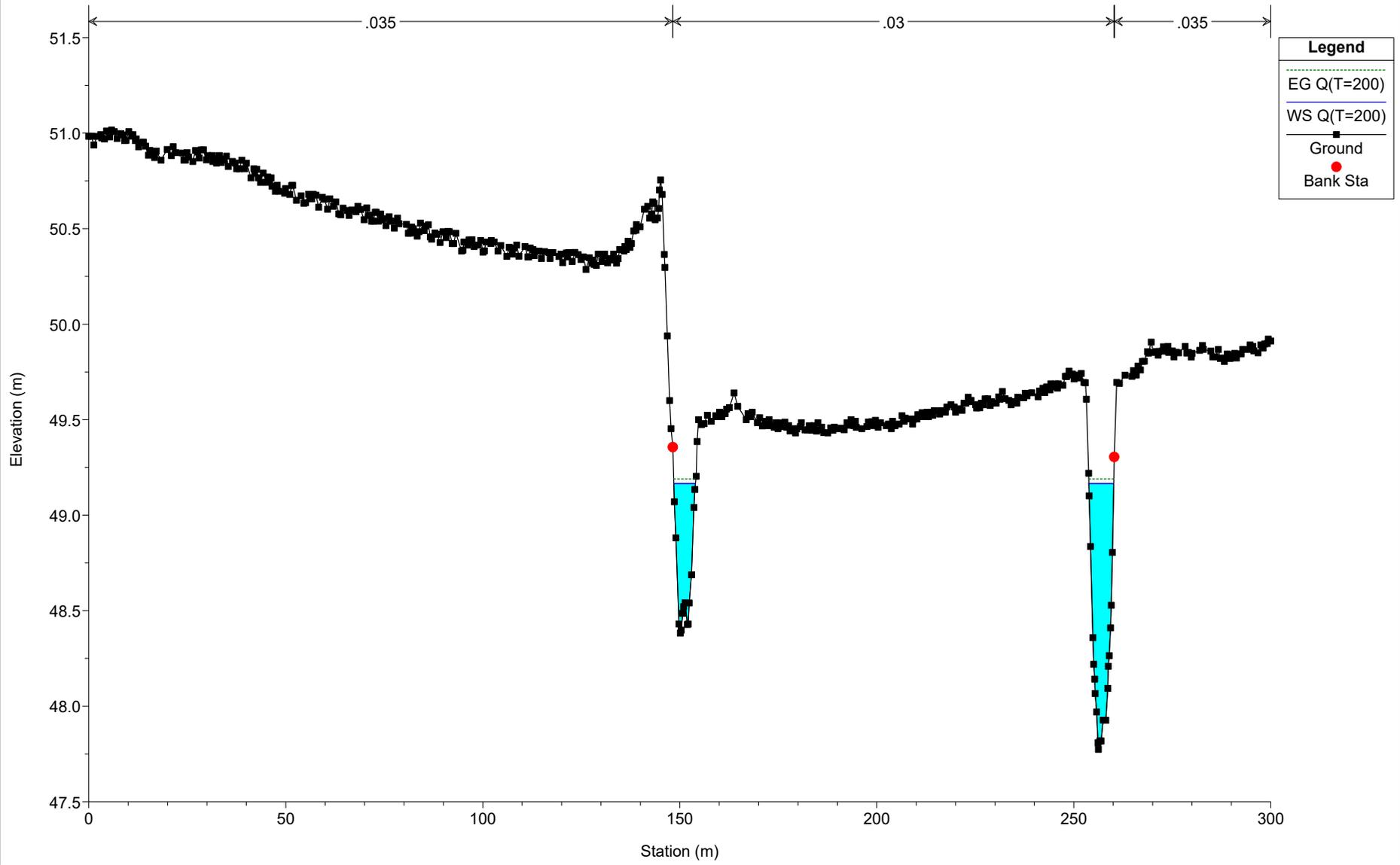
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



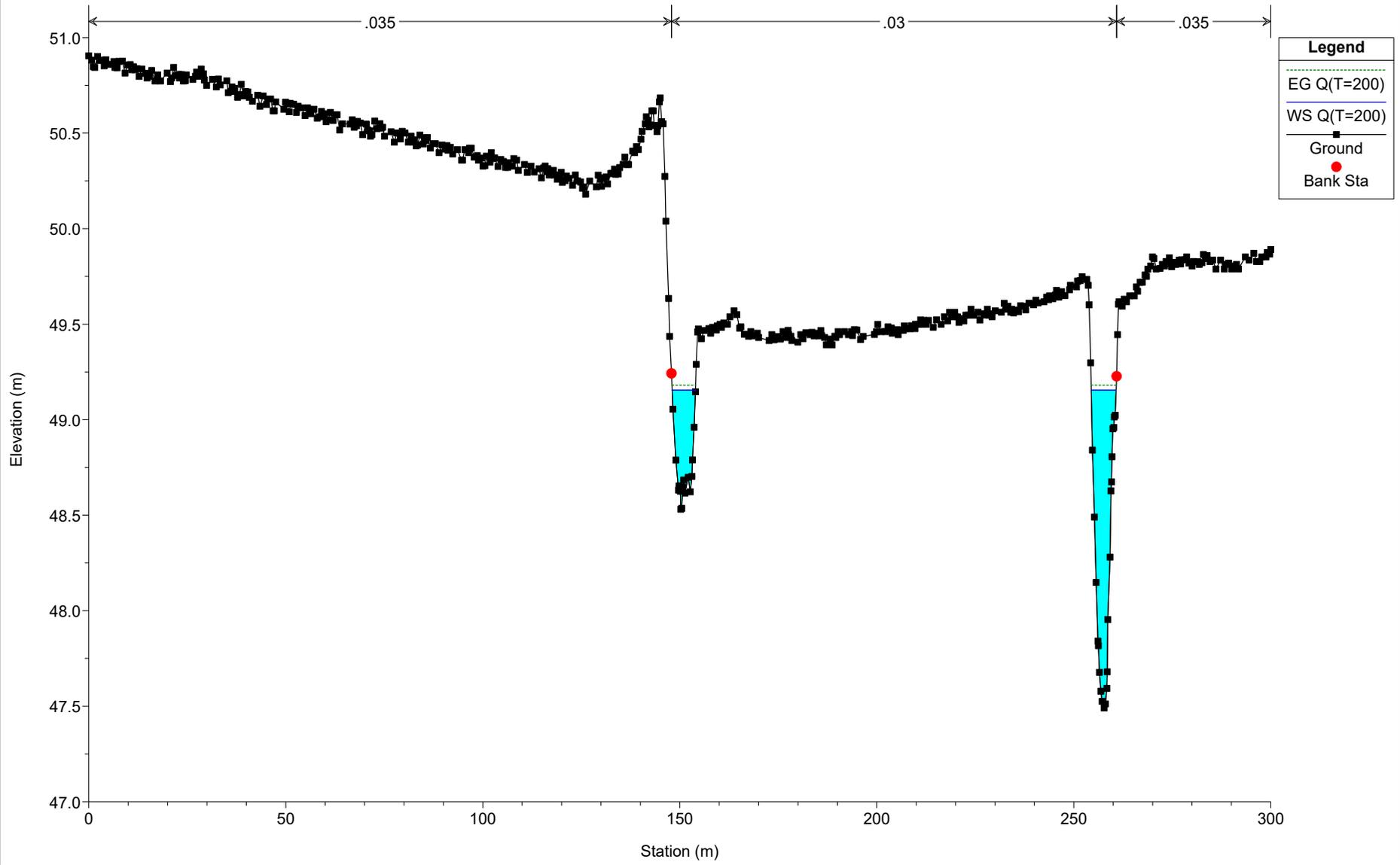
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



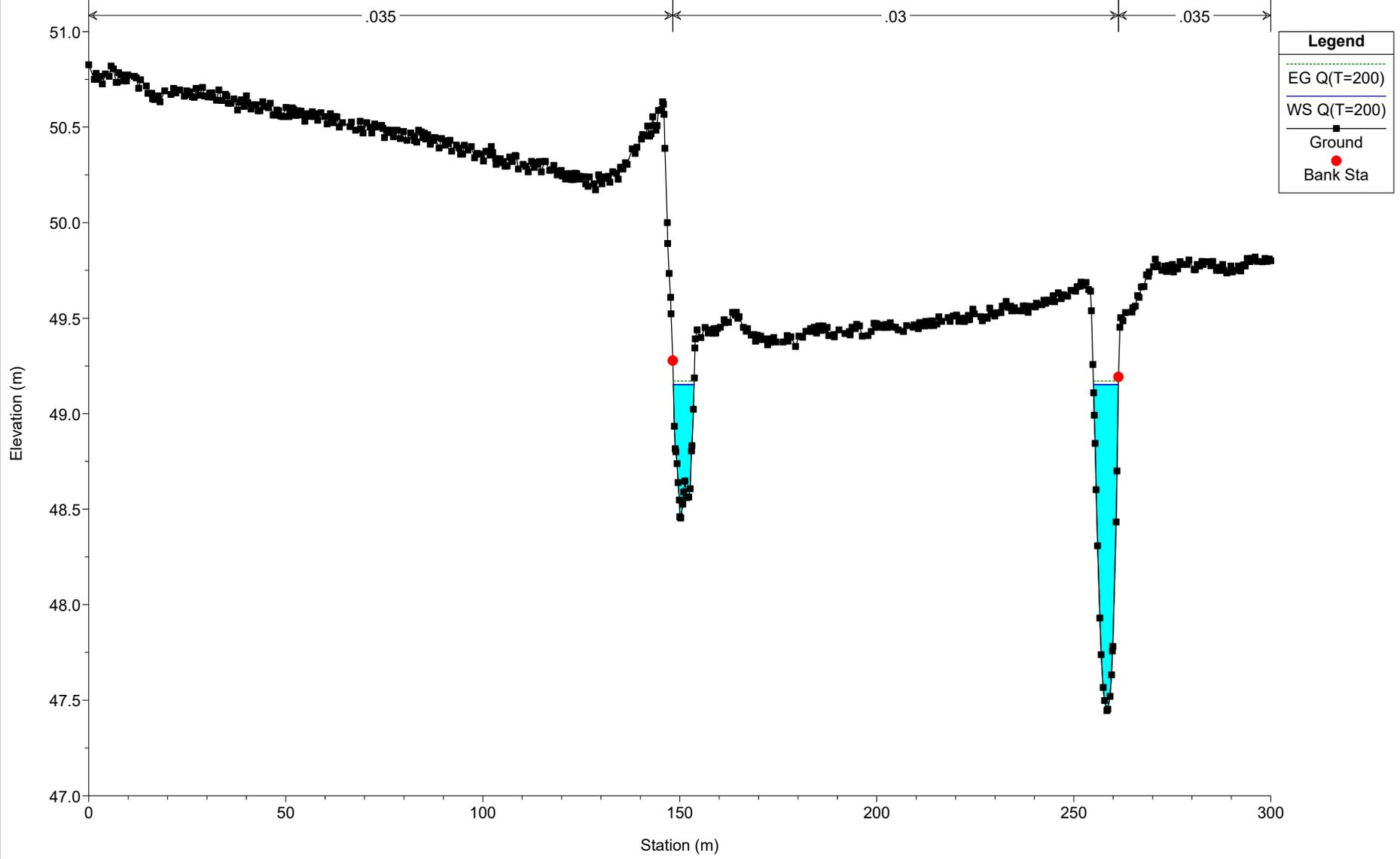
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



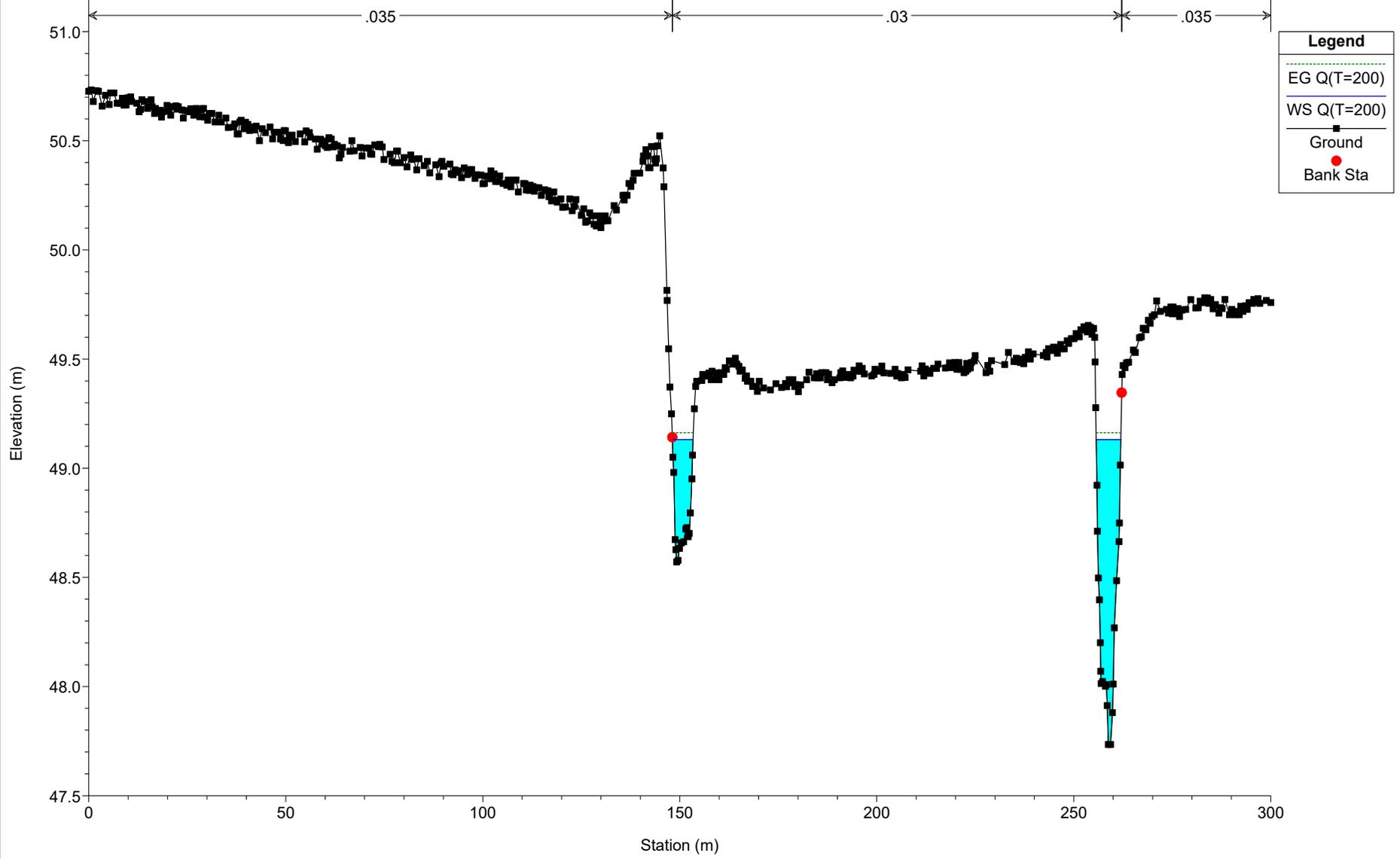
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



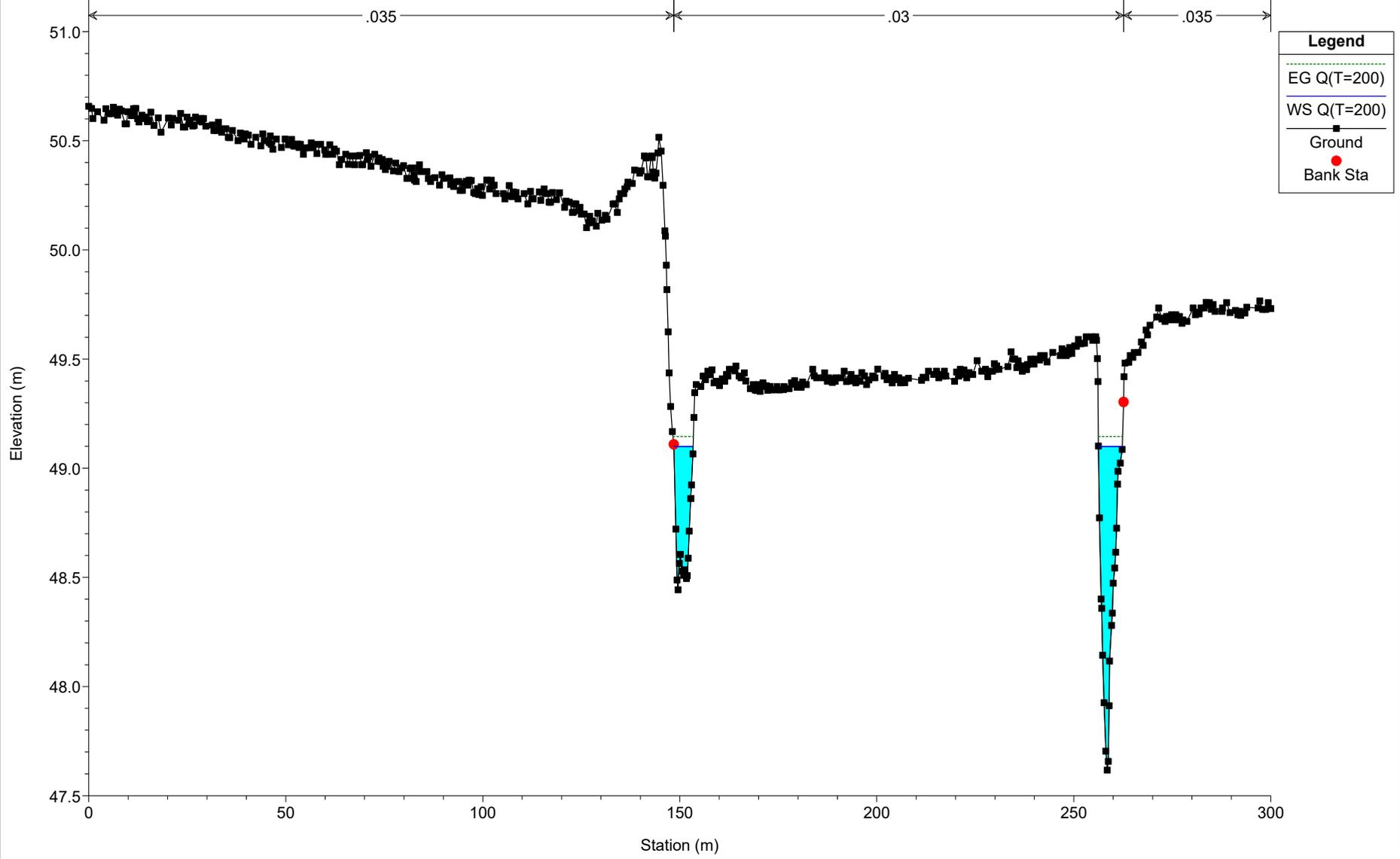
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



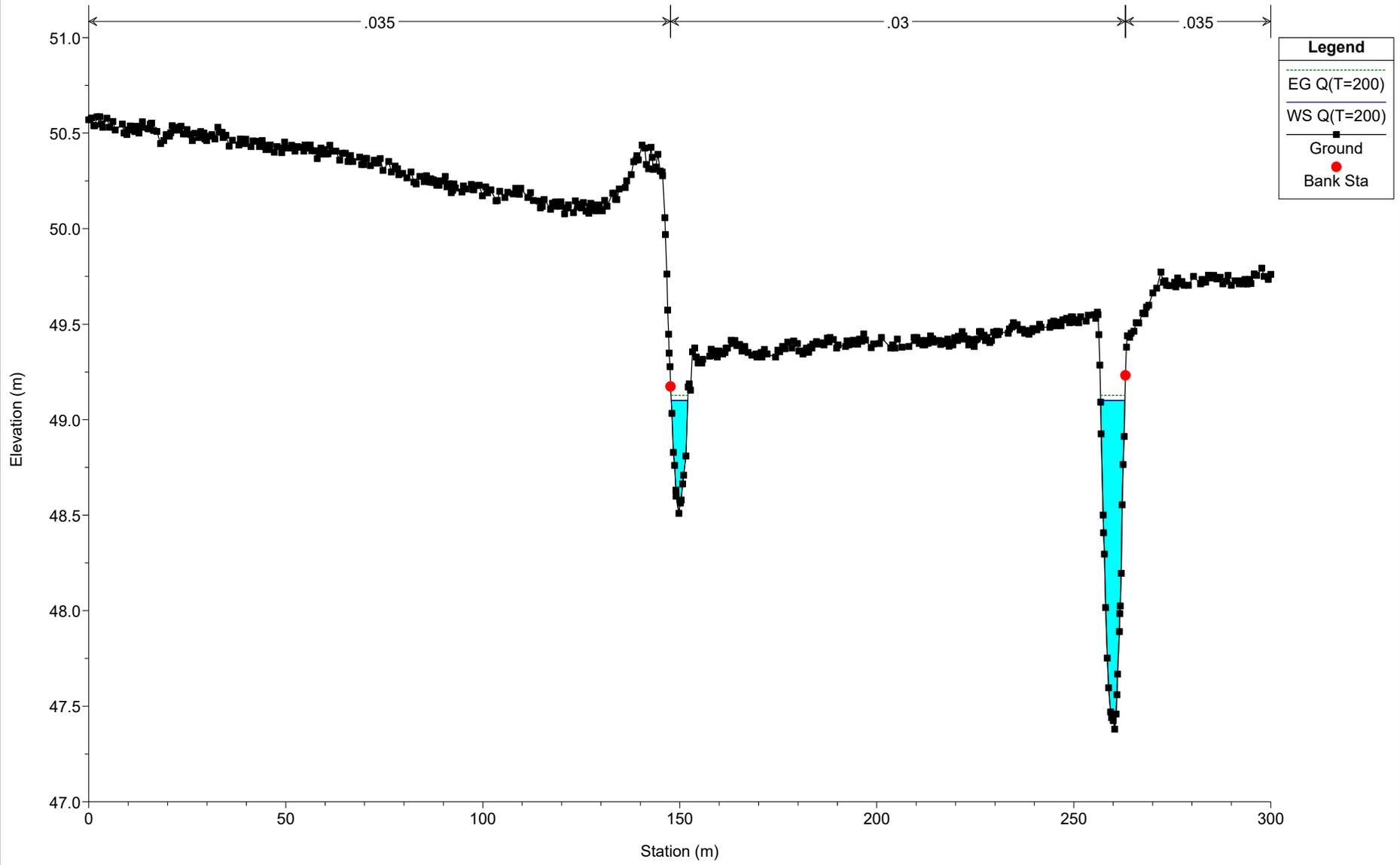
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



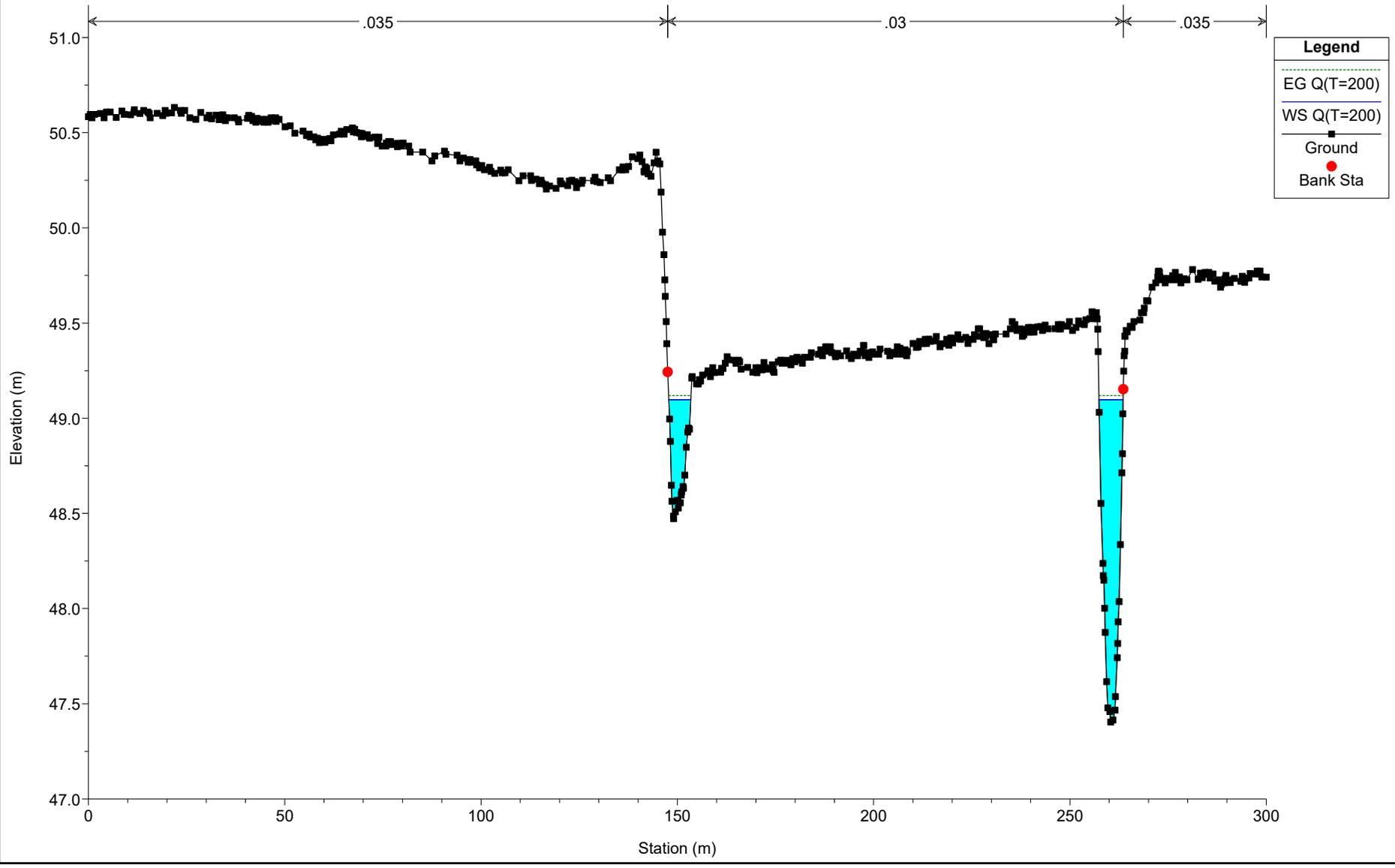
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



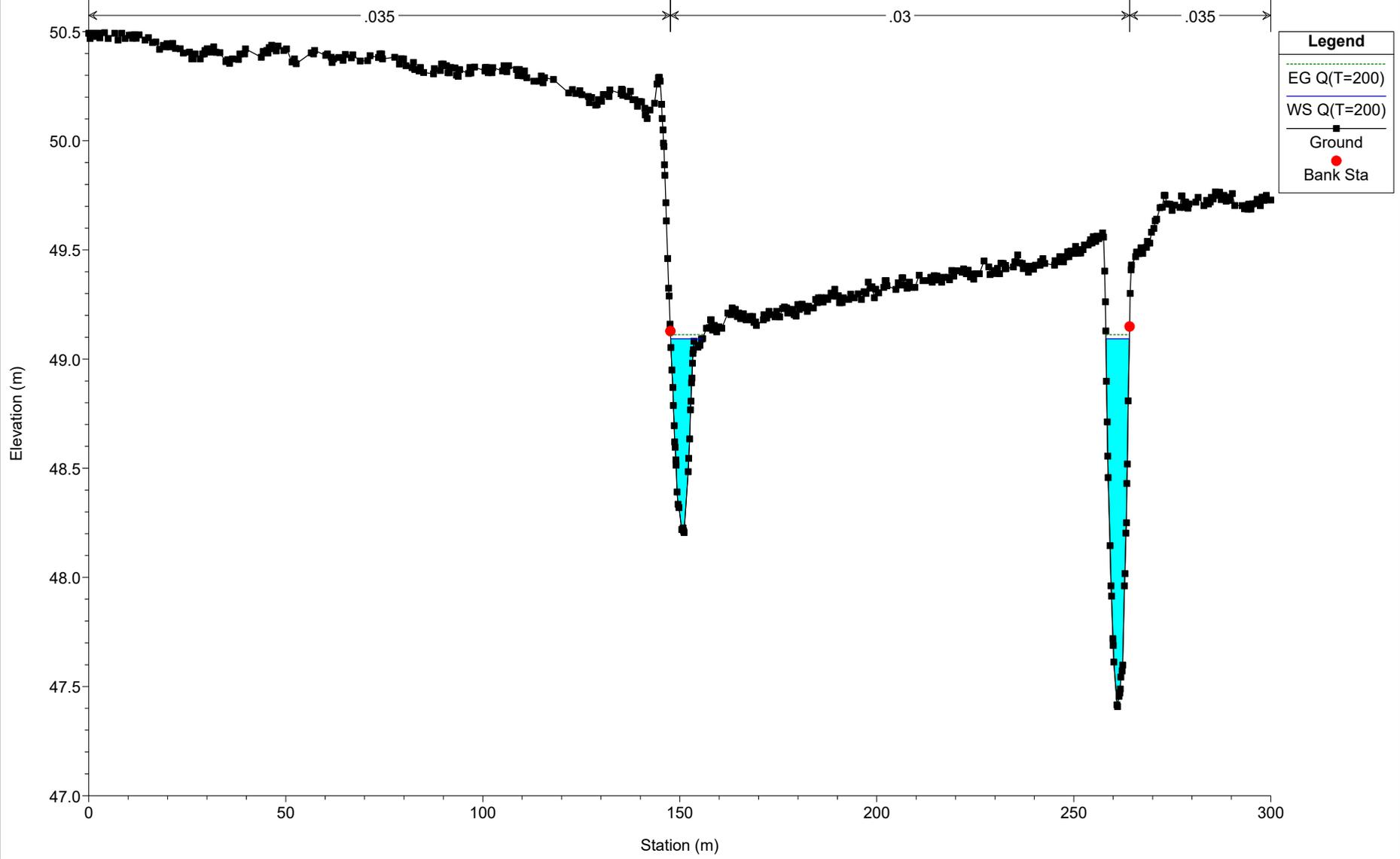
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



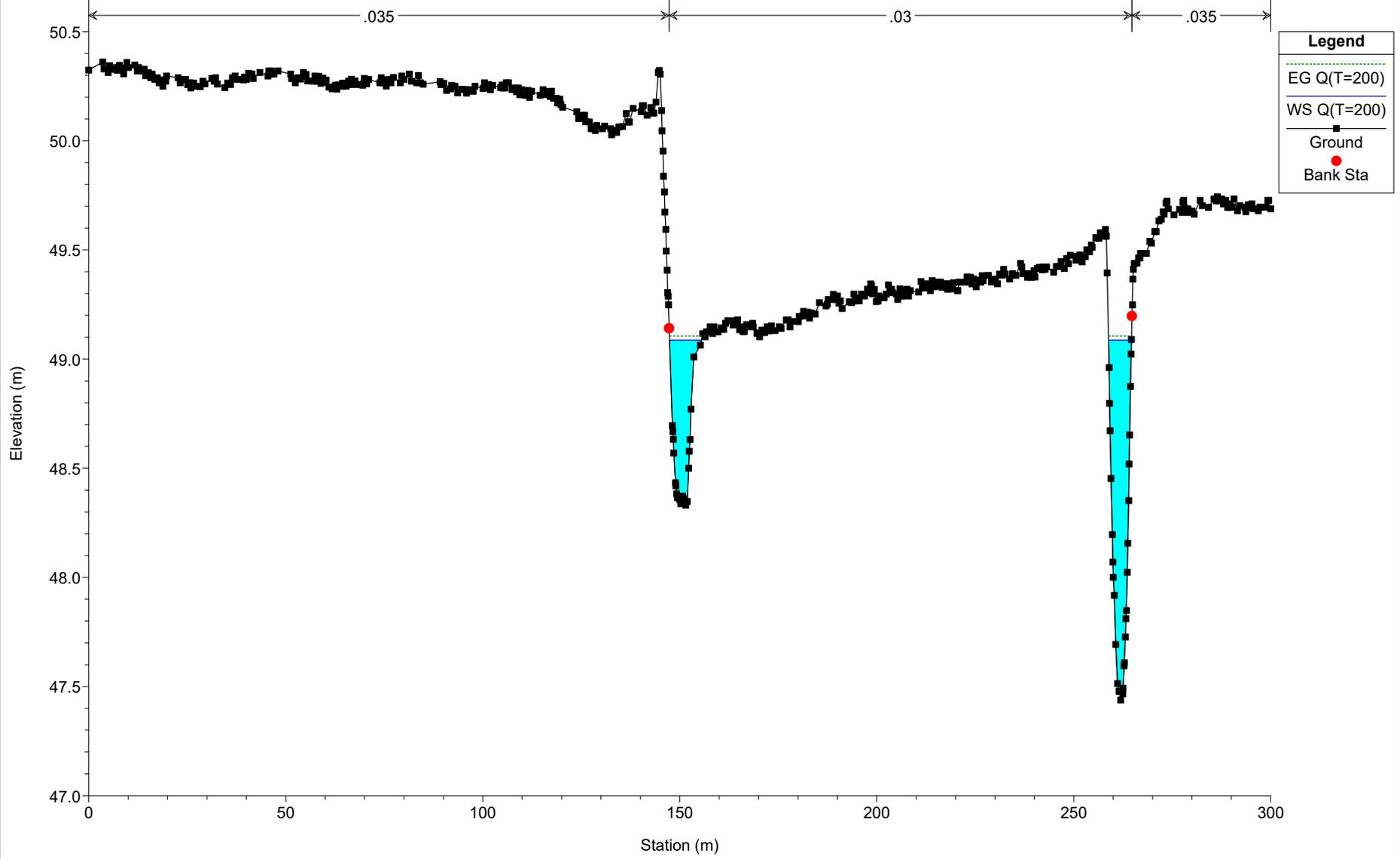
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



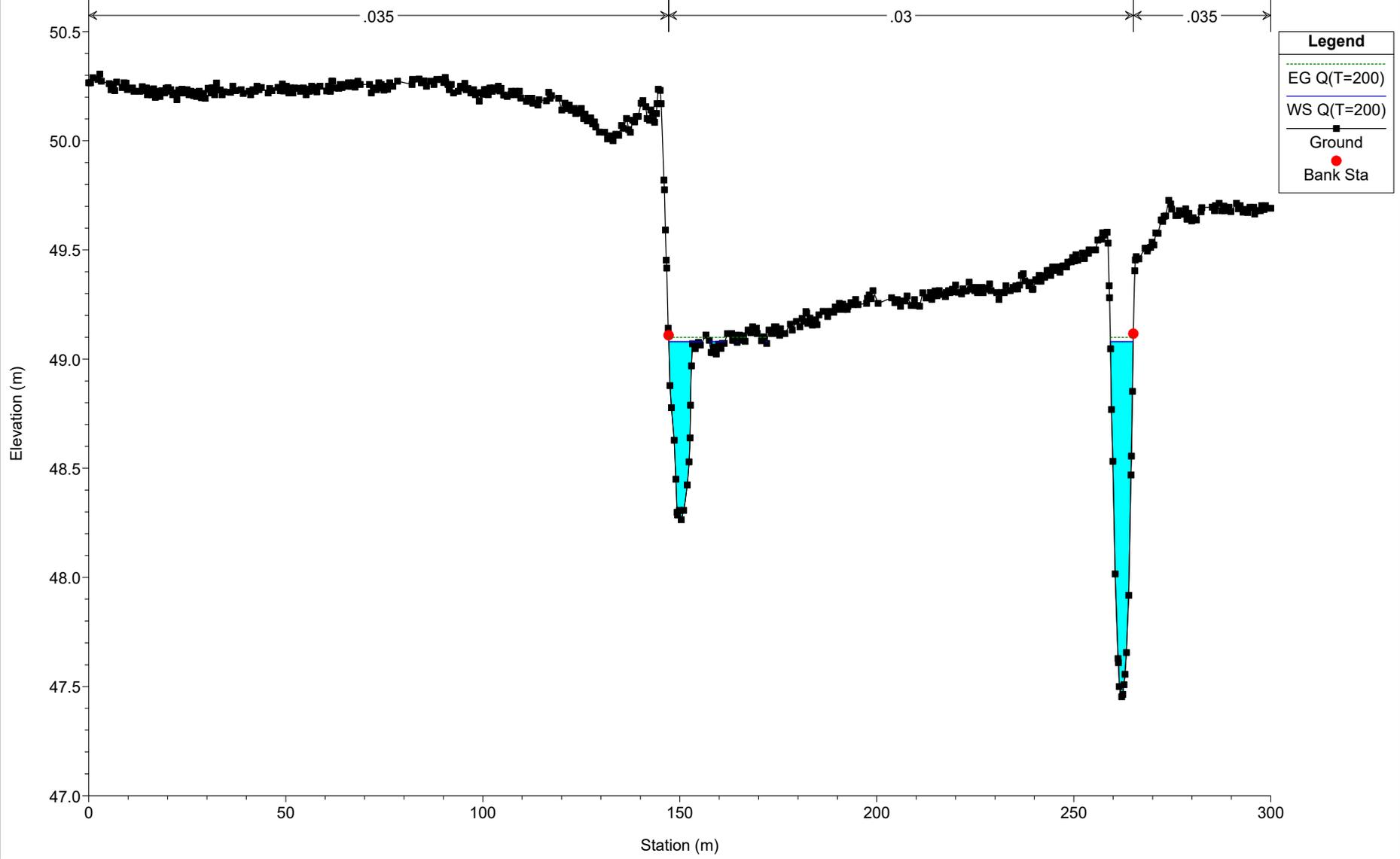
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



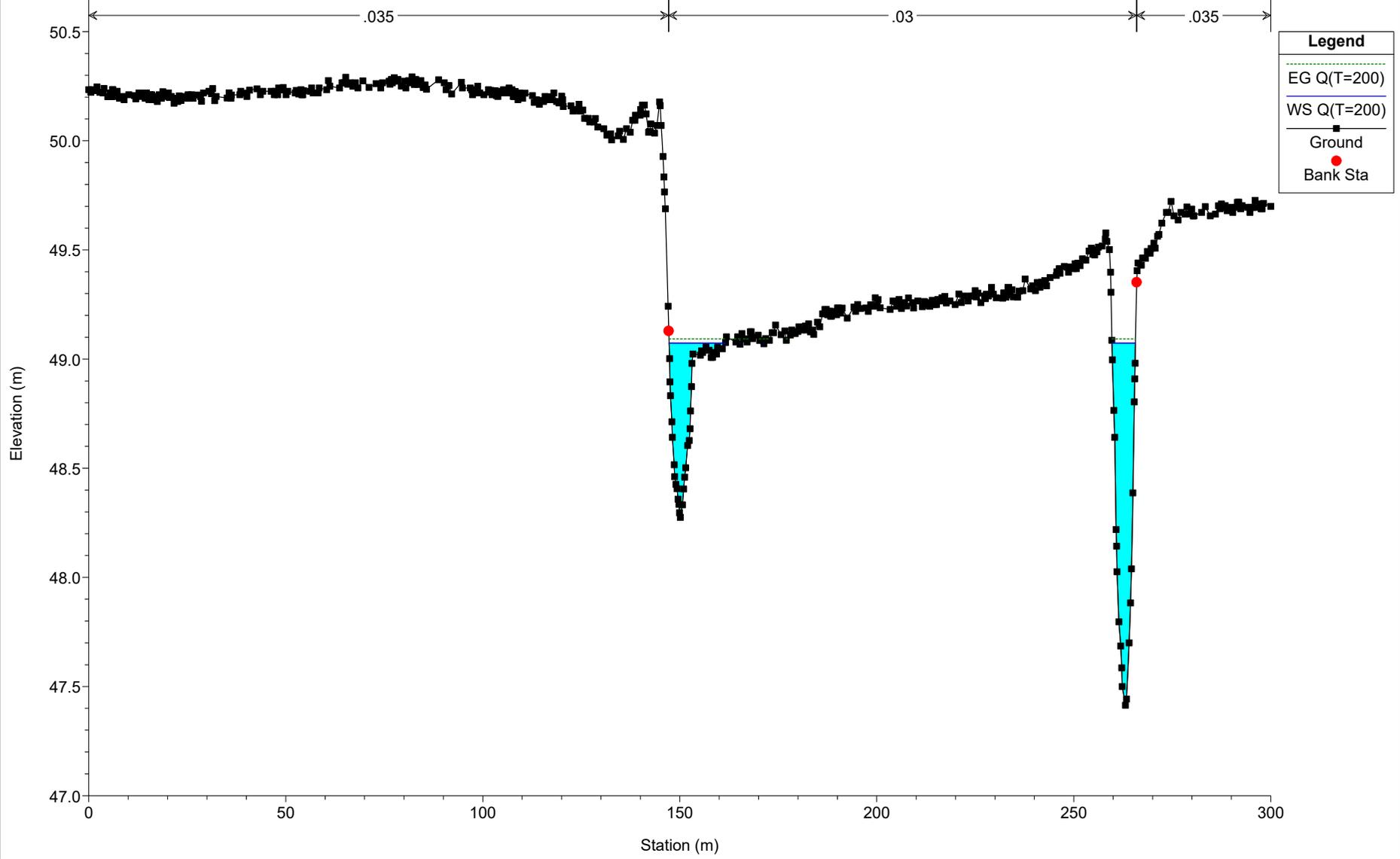
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



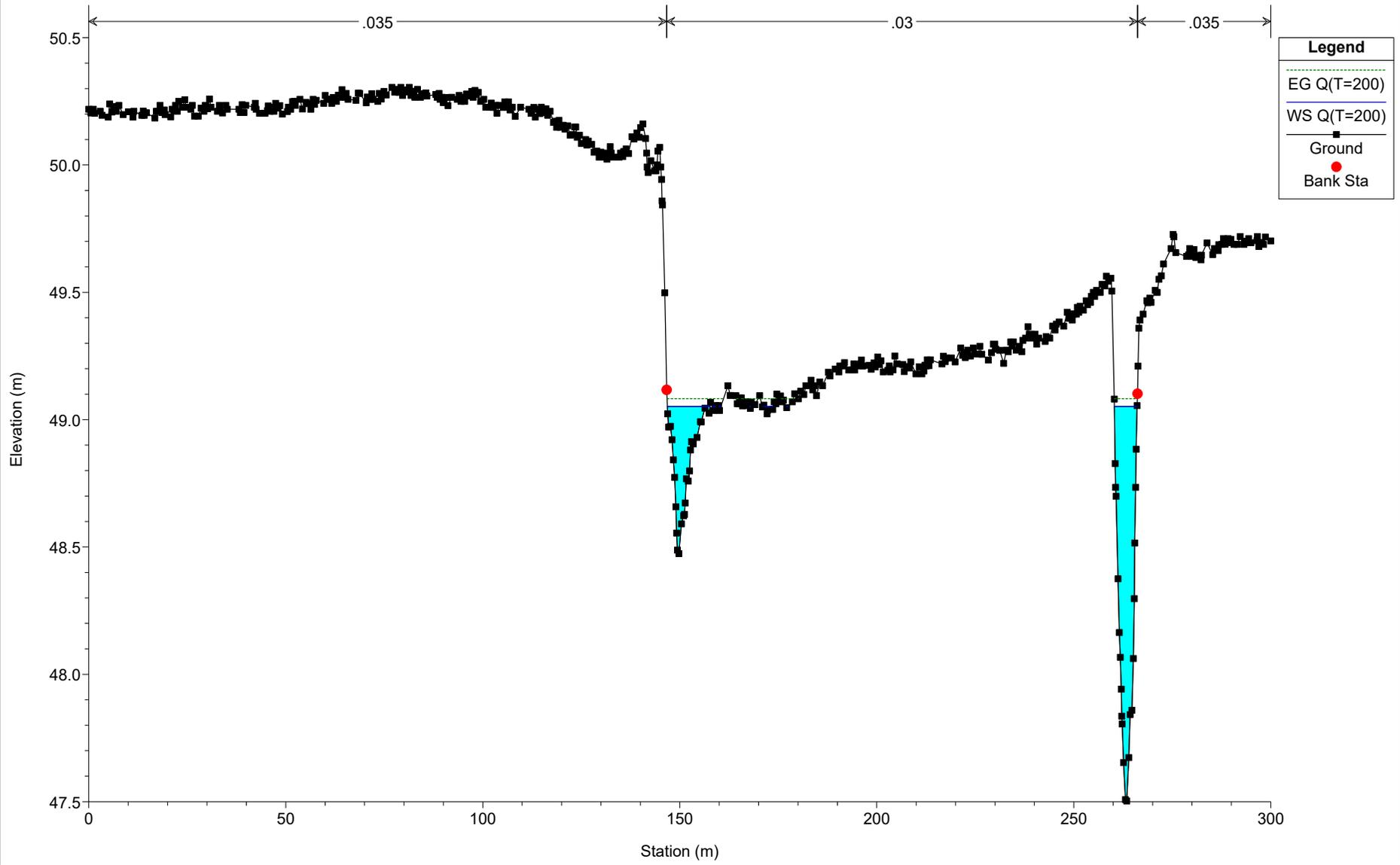
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



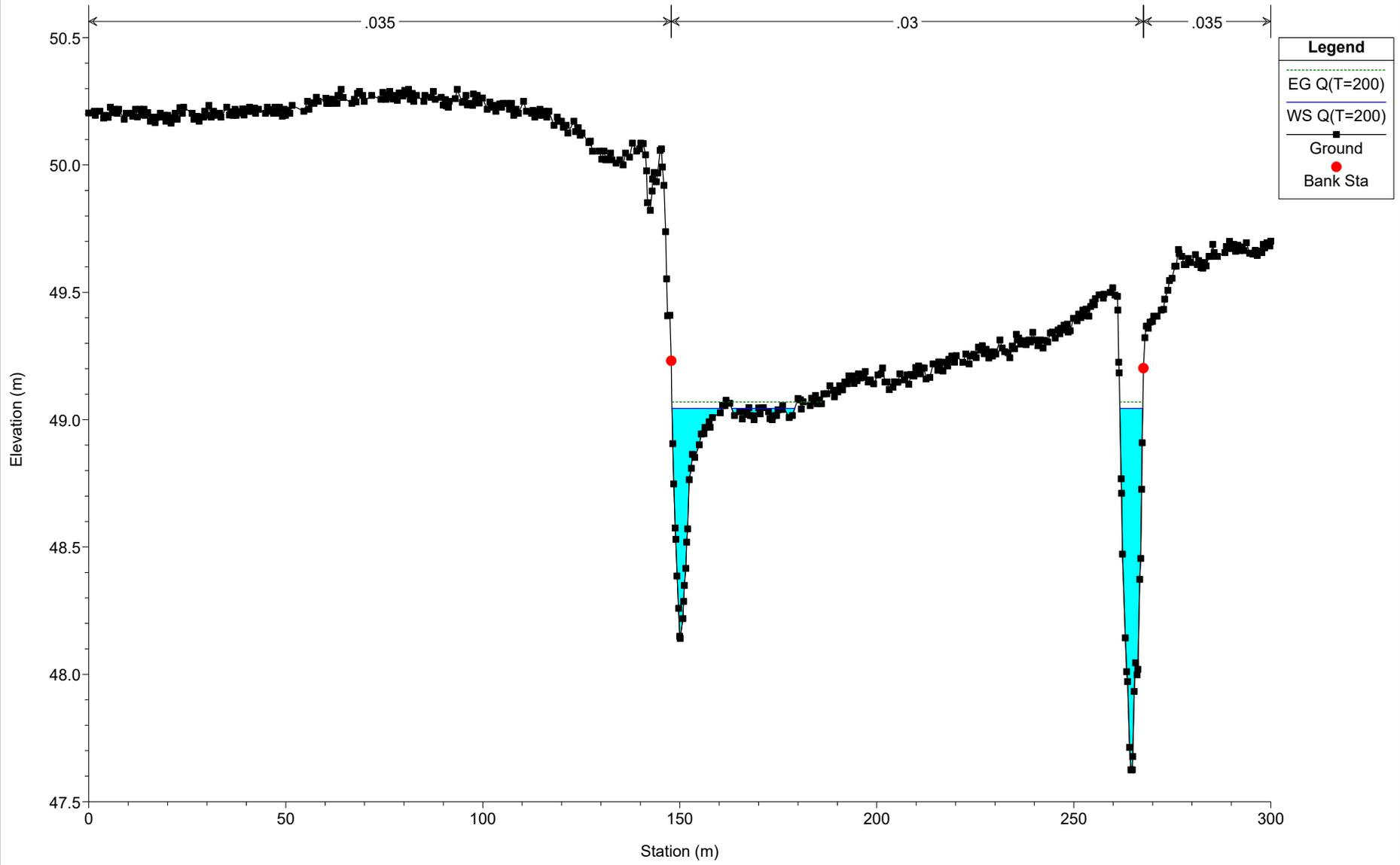
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



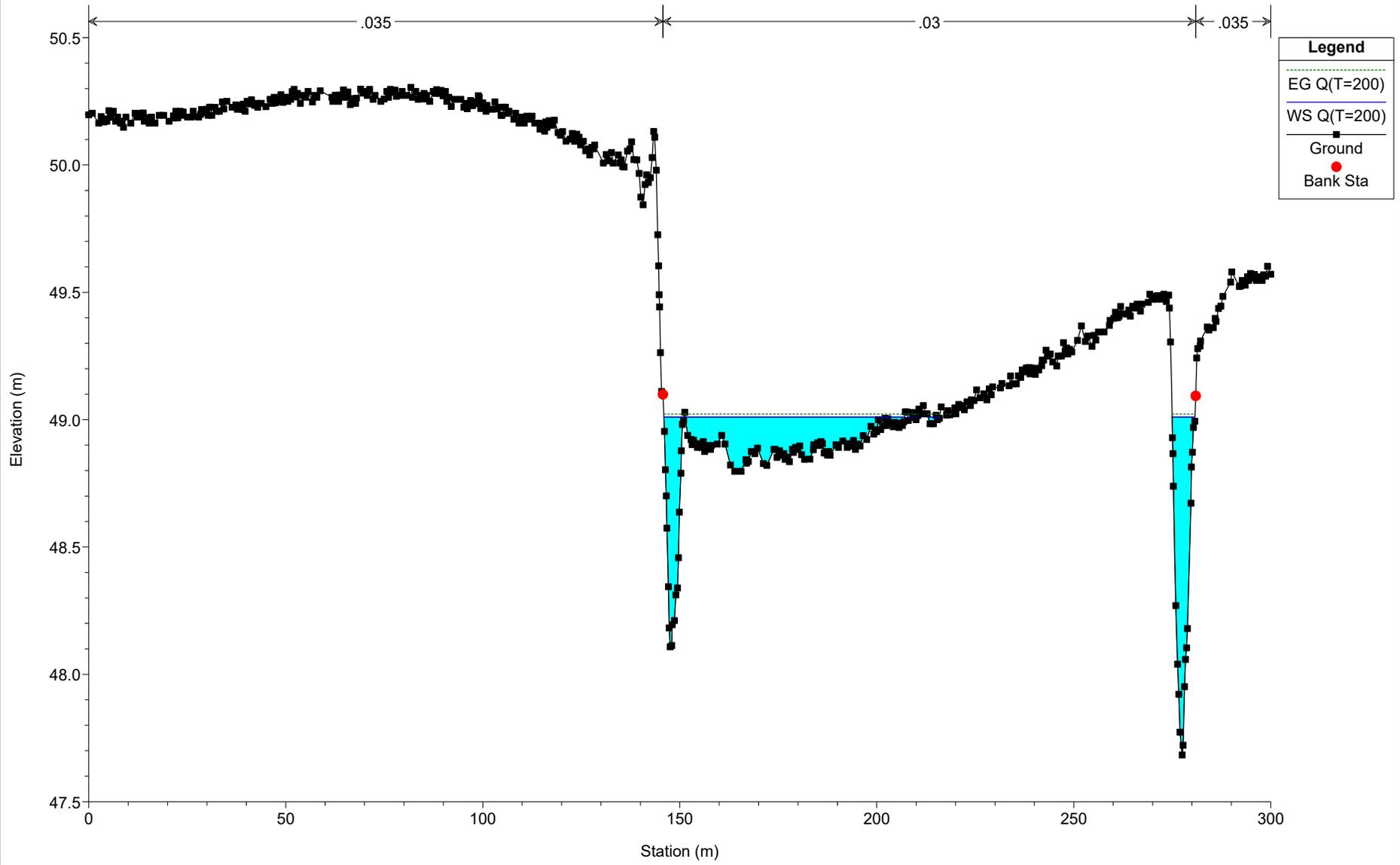
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



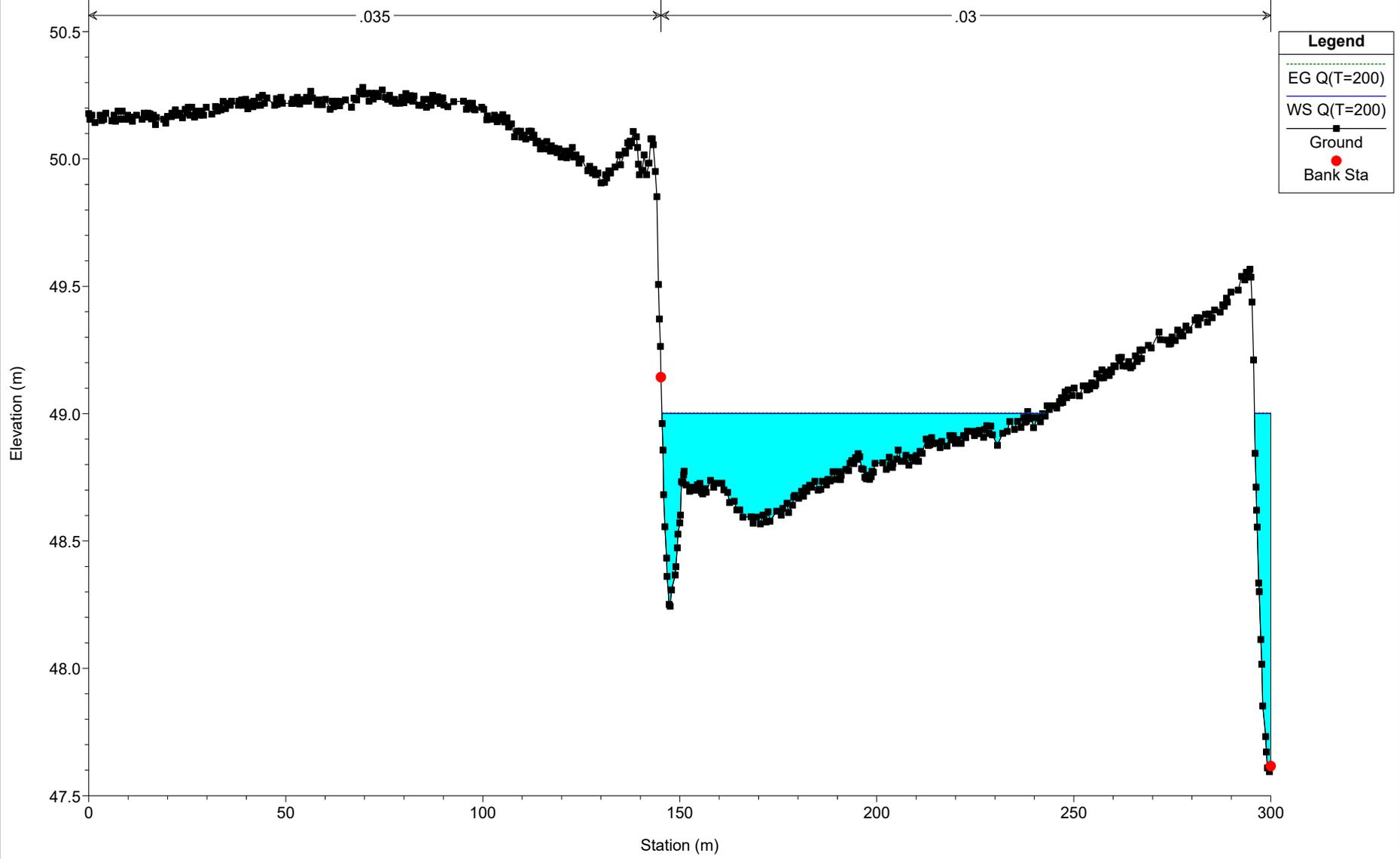
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



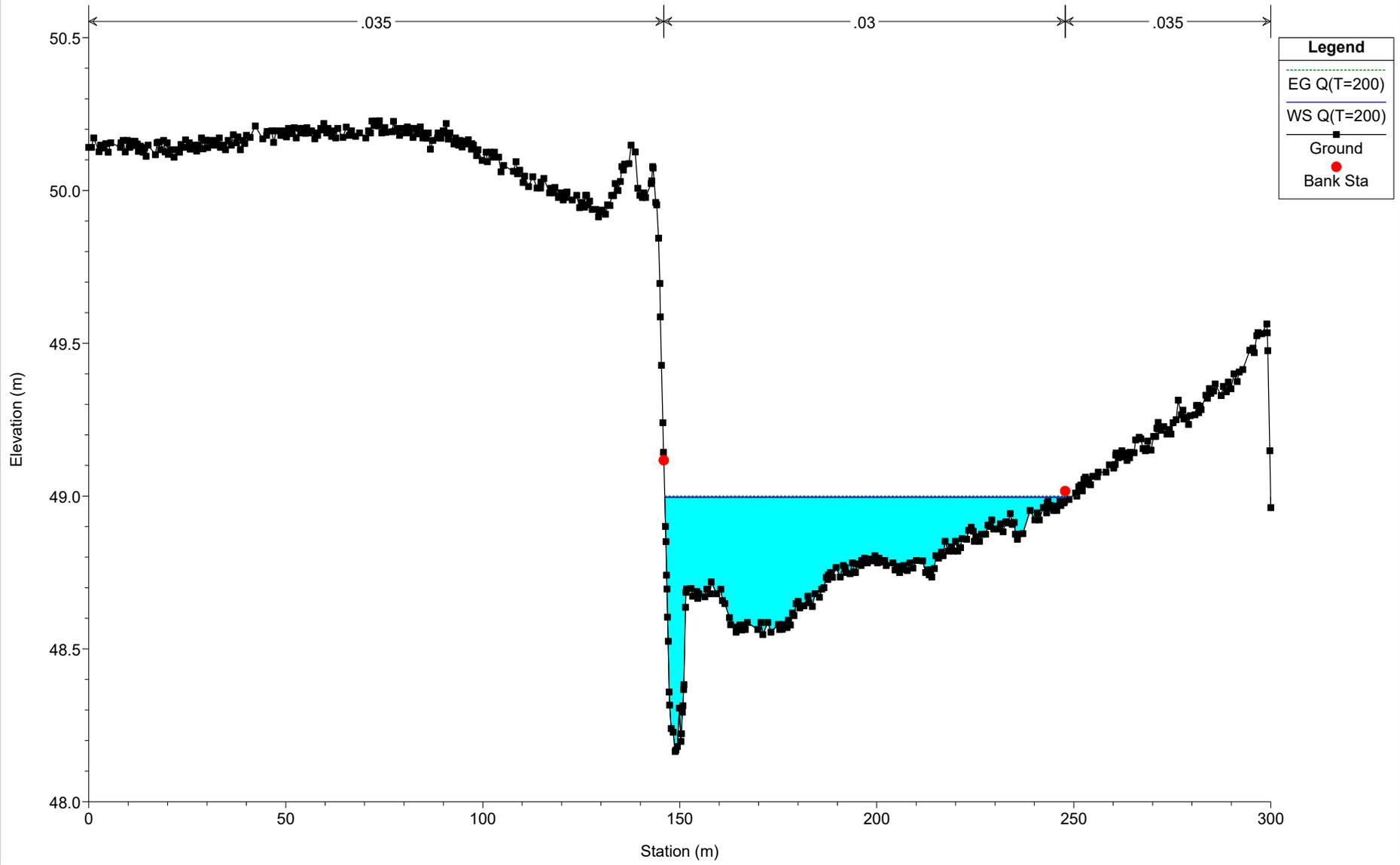
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



Project Plan: Plan 01 29/11/2022



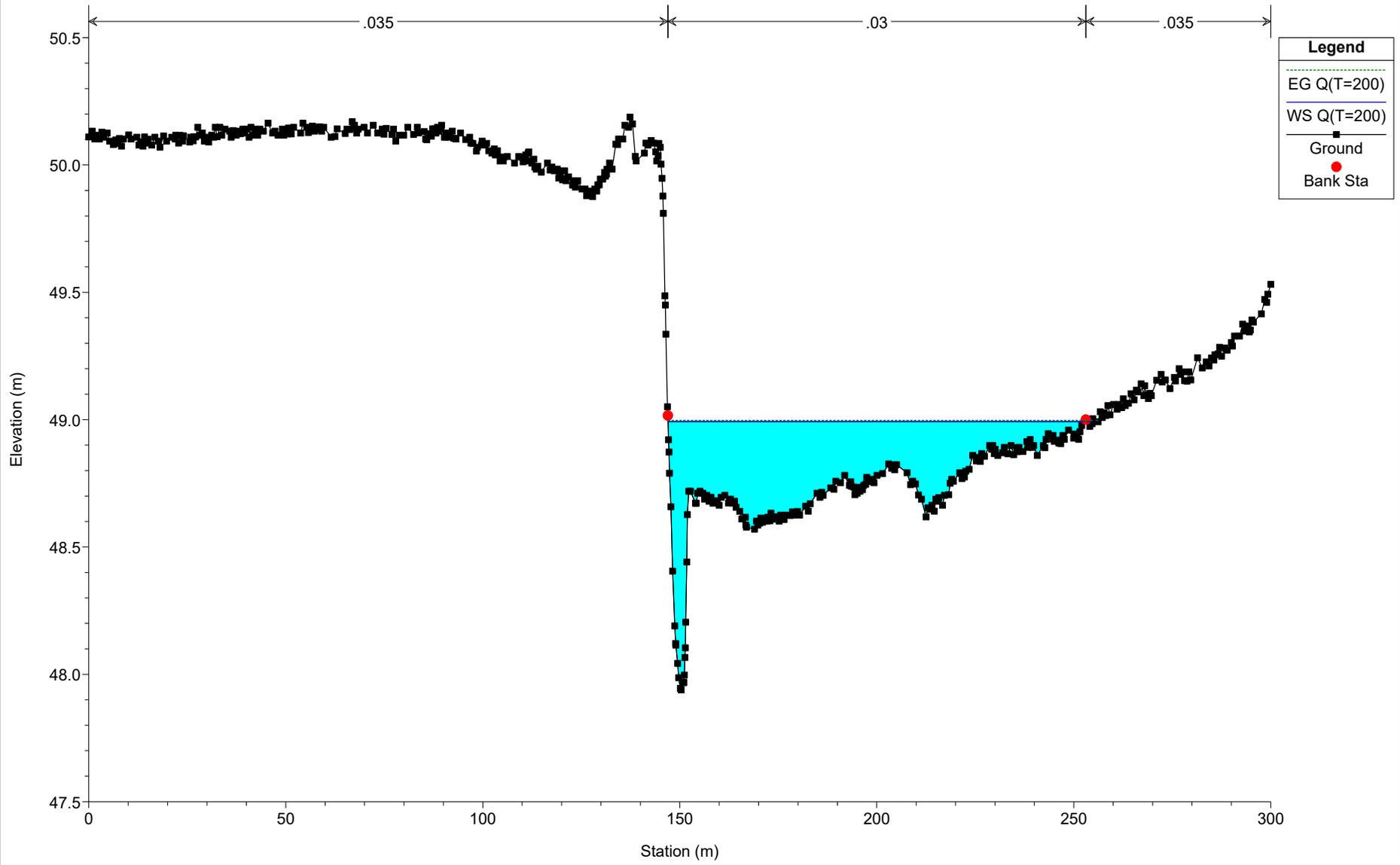
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



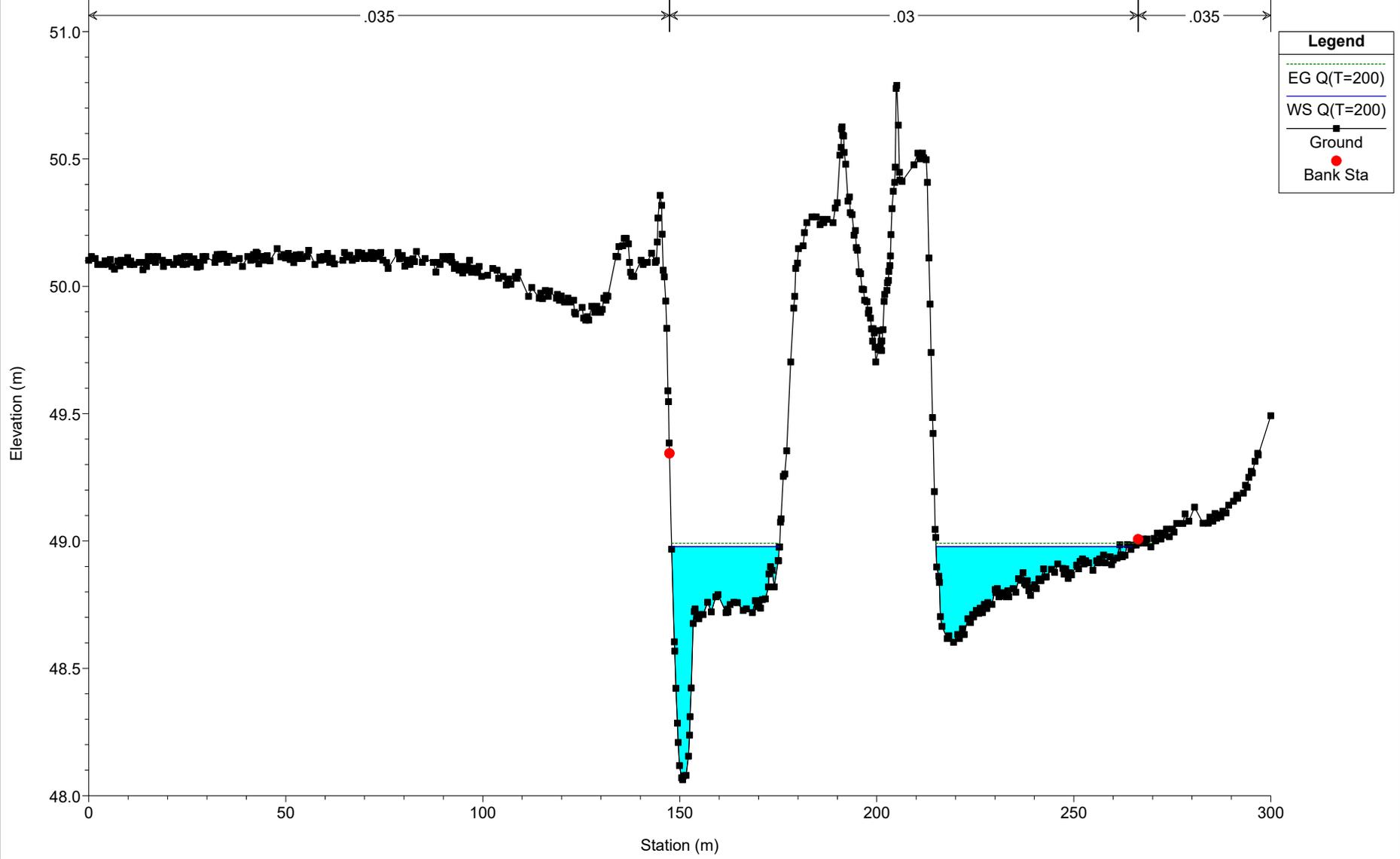
Legend

- EG Q(T=200)
- WS Q(T=200)
- Ground
- Bank Sta

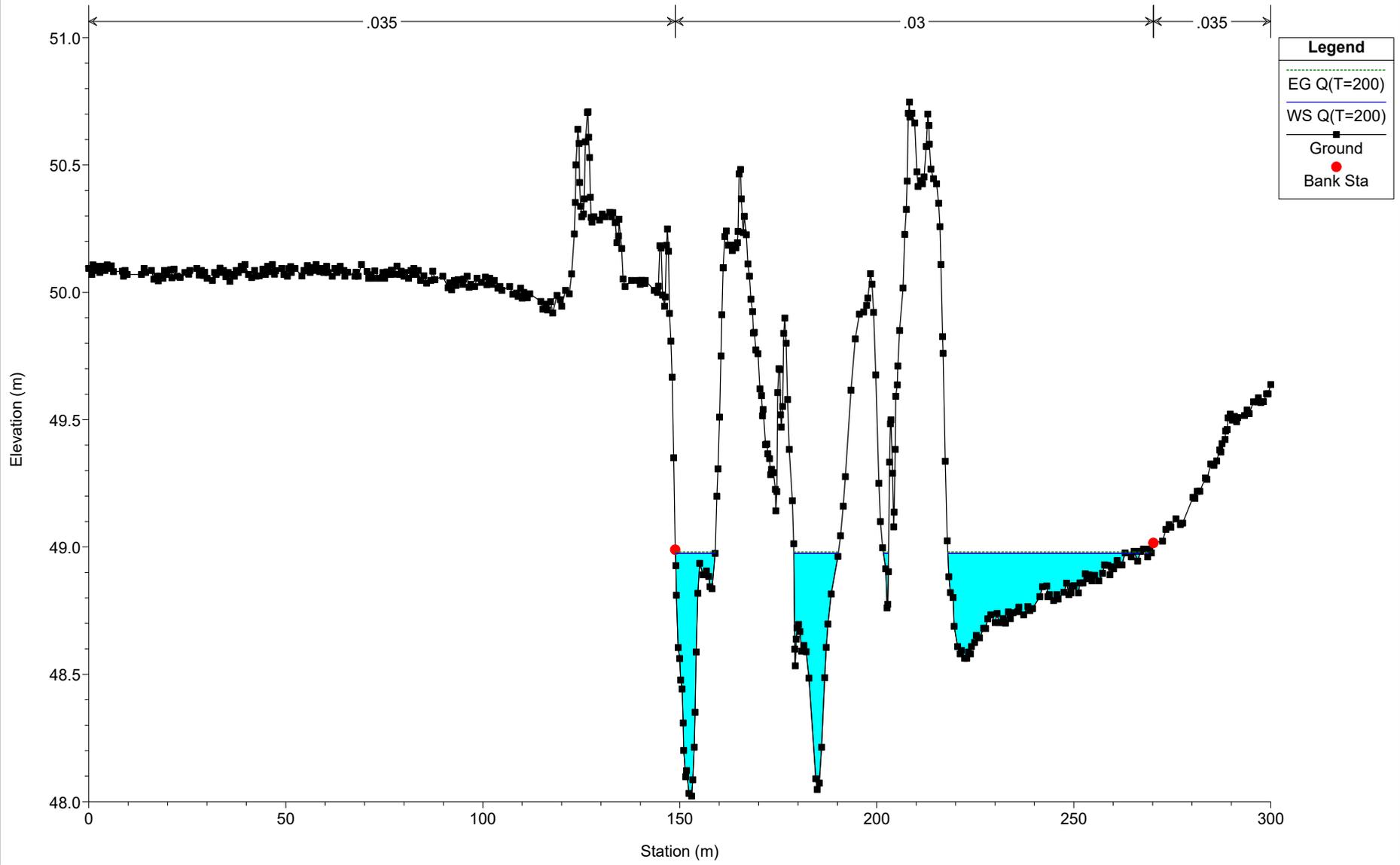
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



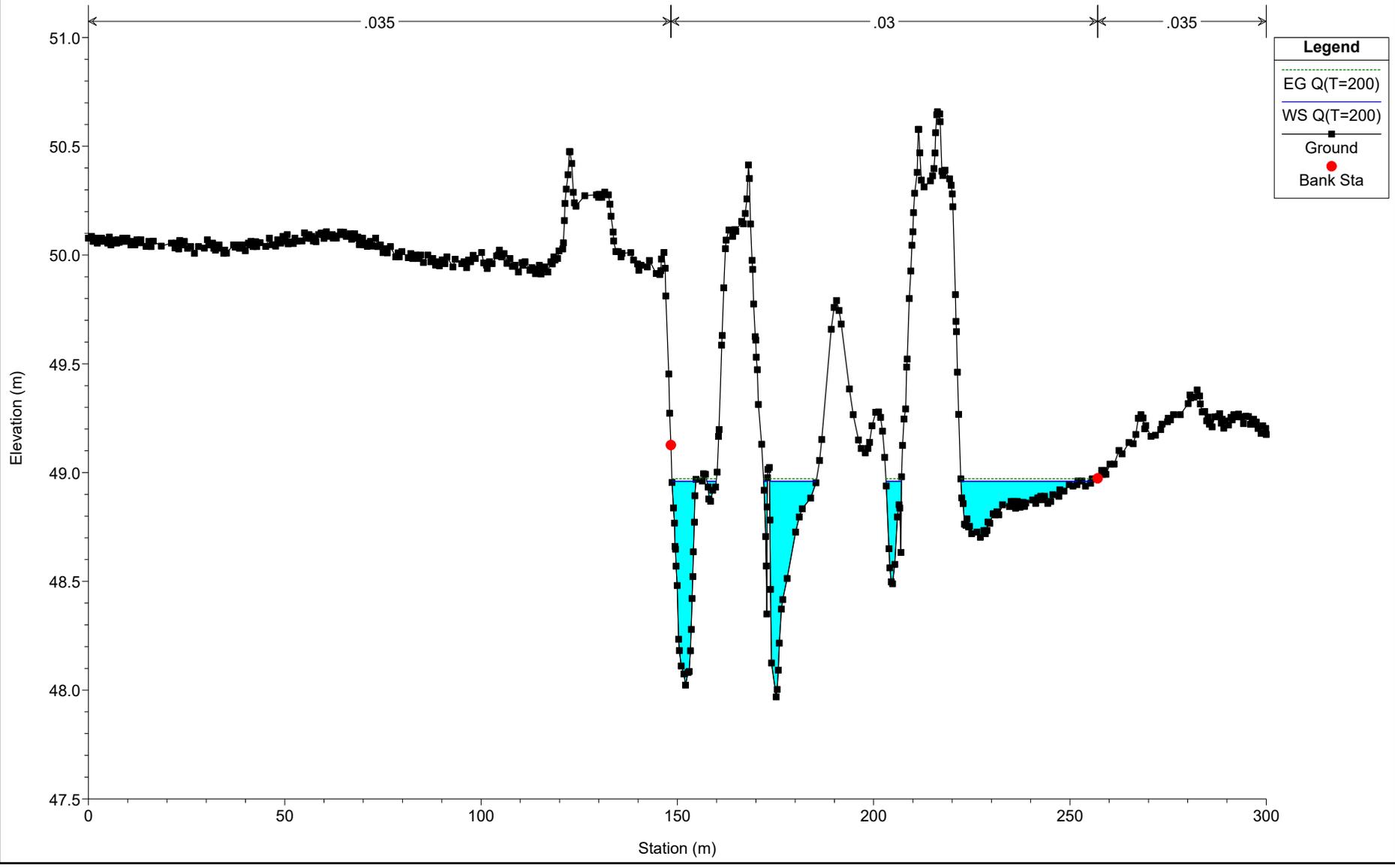
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



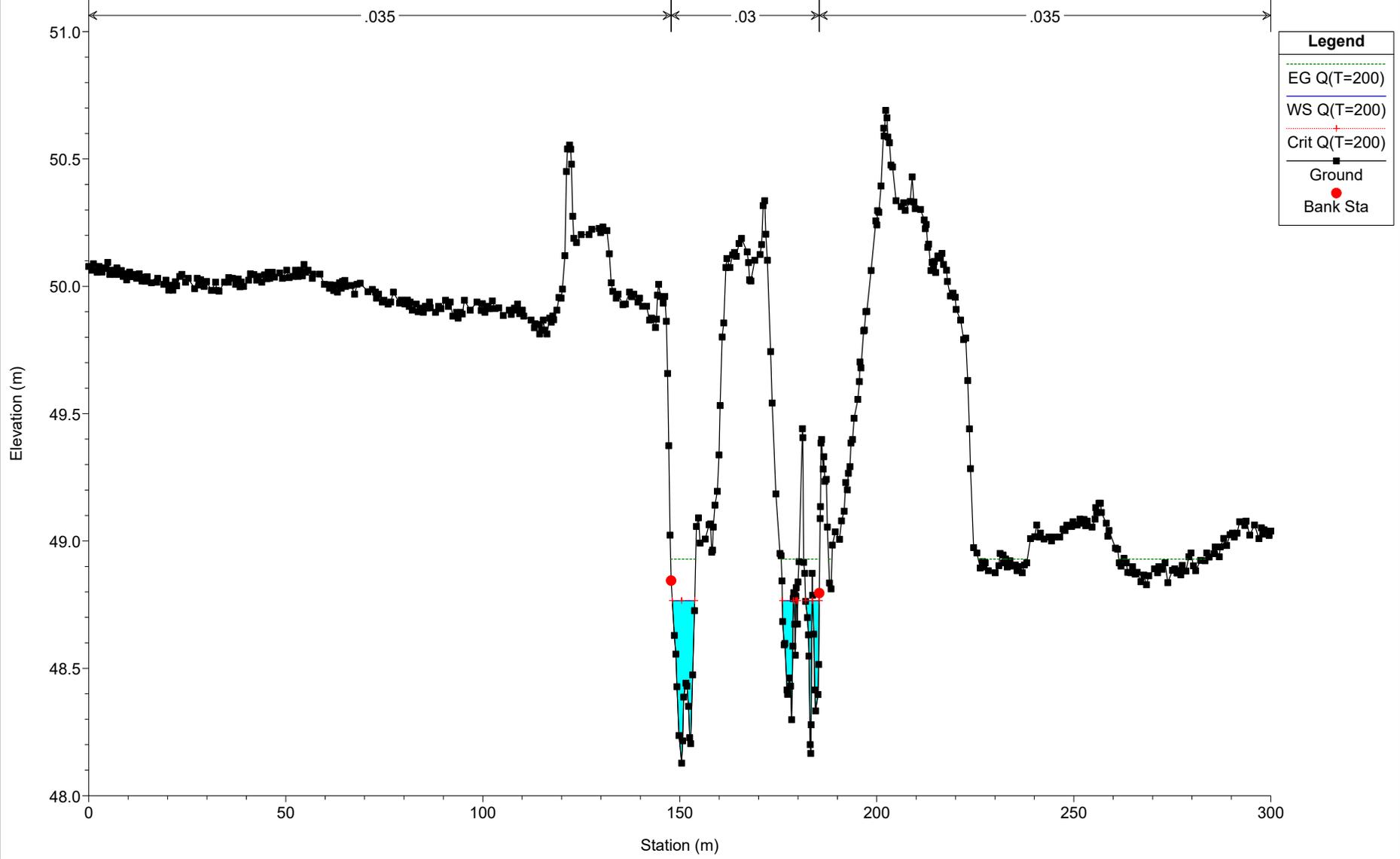
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



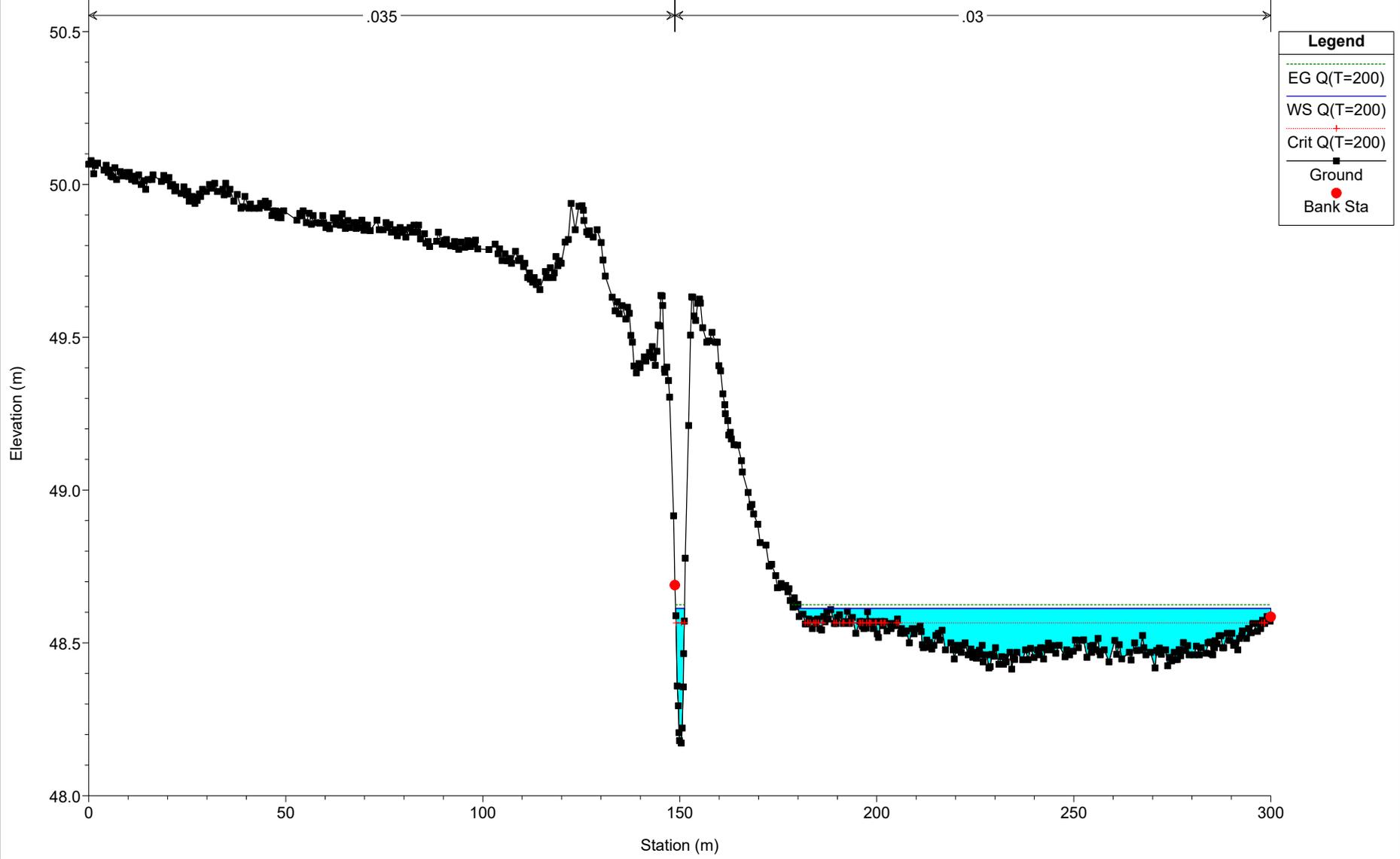
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



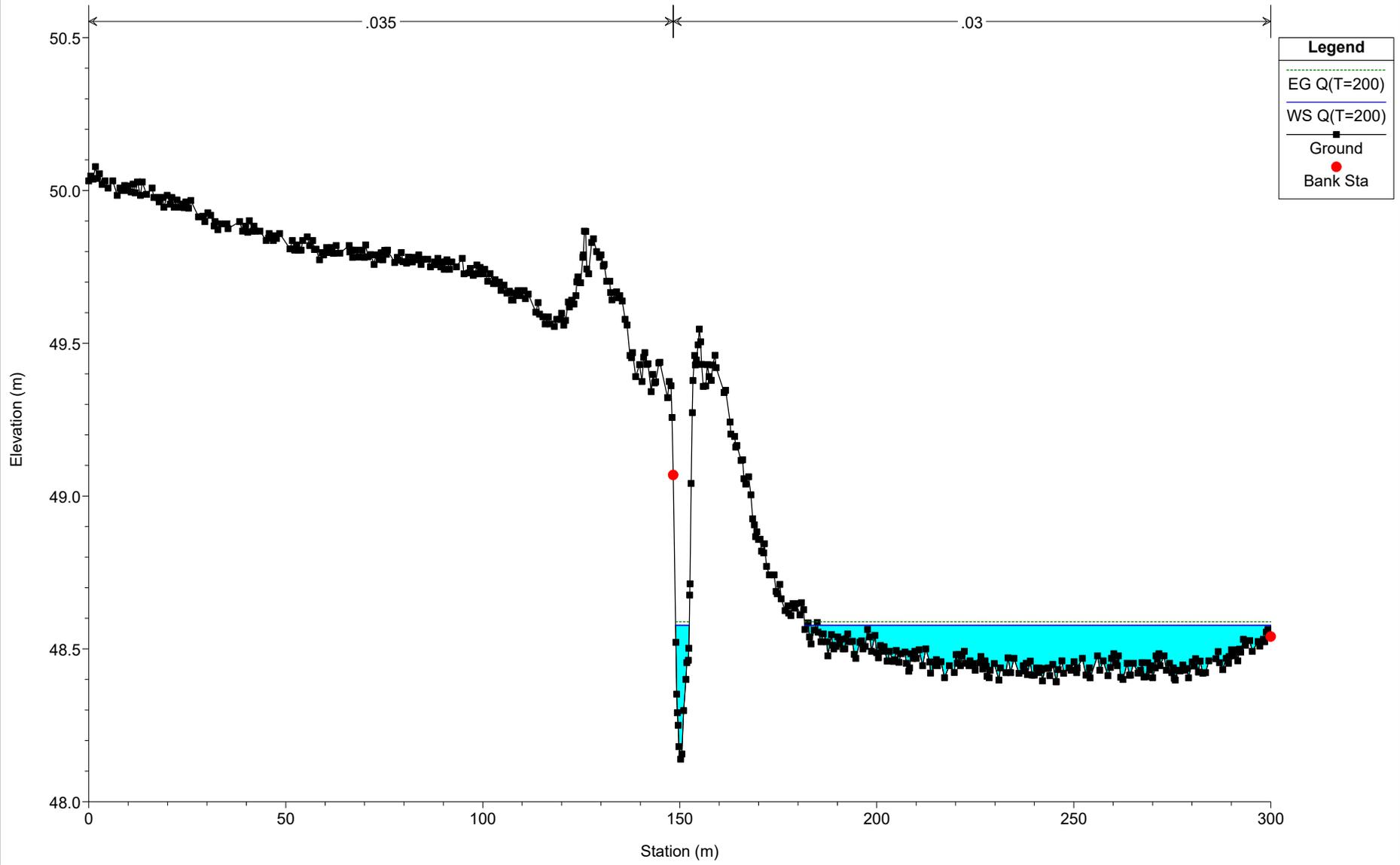
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



Project Plan: Plan 01 29/11/2022



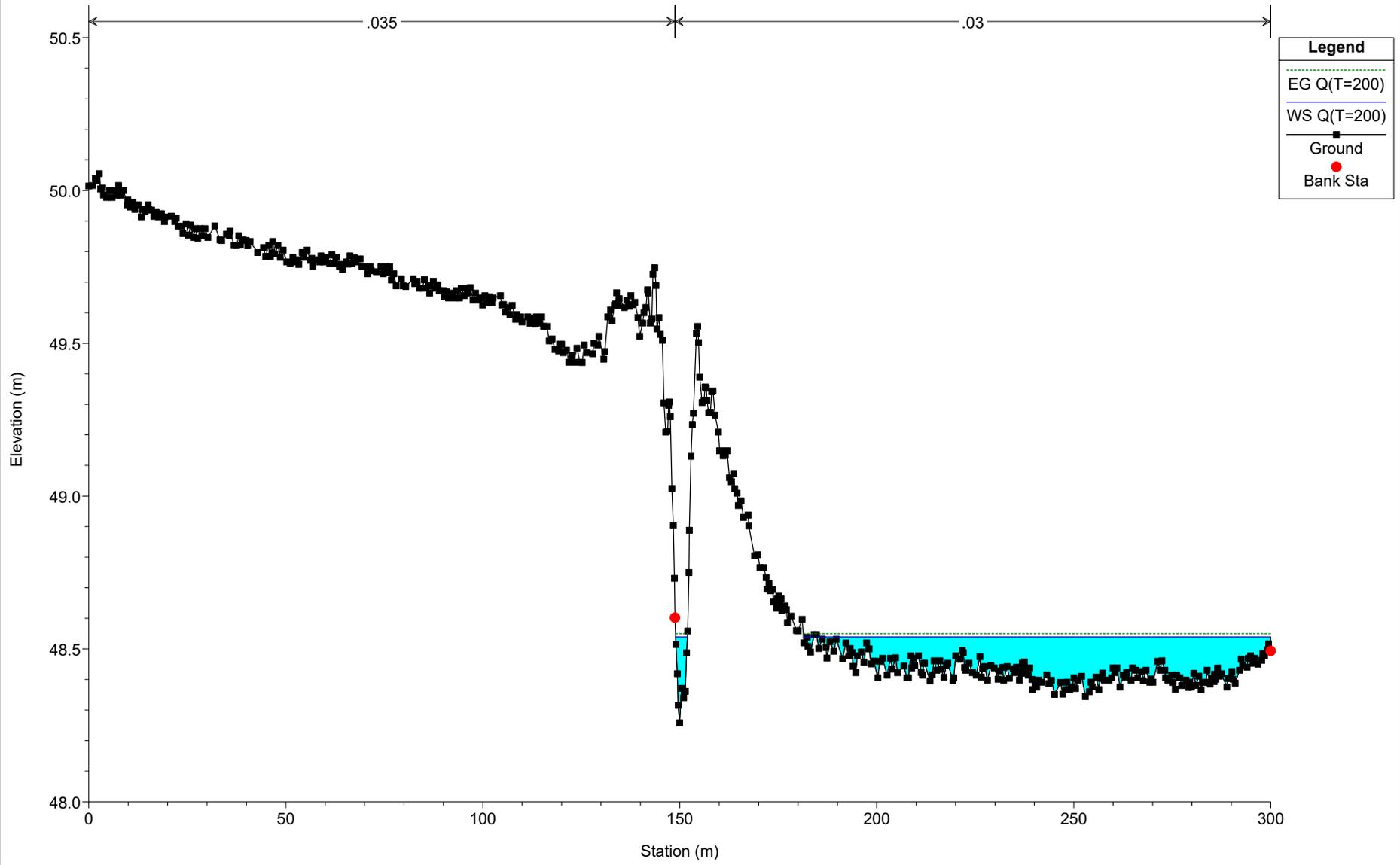
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



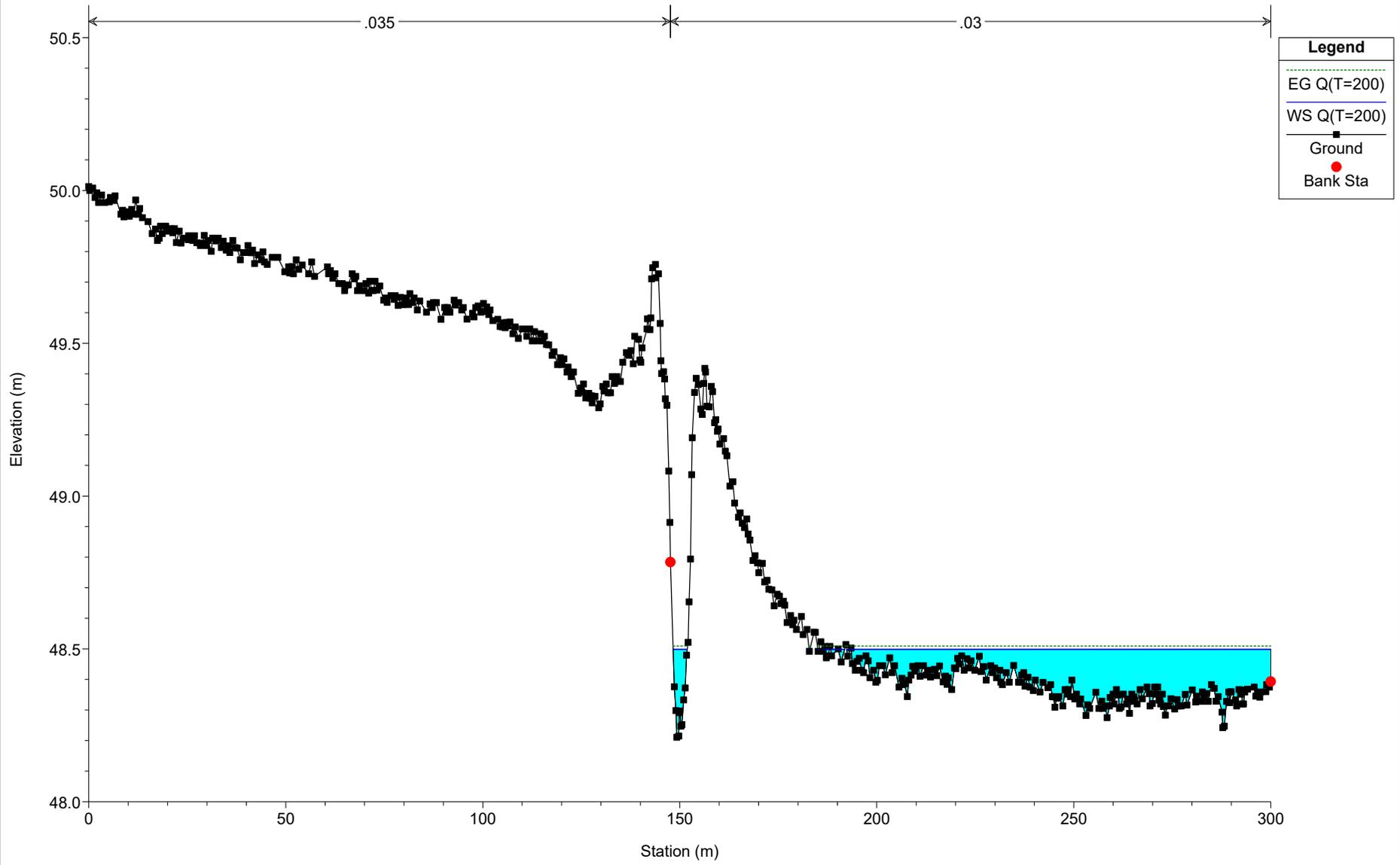
Legend

- EG Q(T=200)
- WS Q(T=200)
- Ground
- Bank Sta

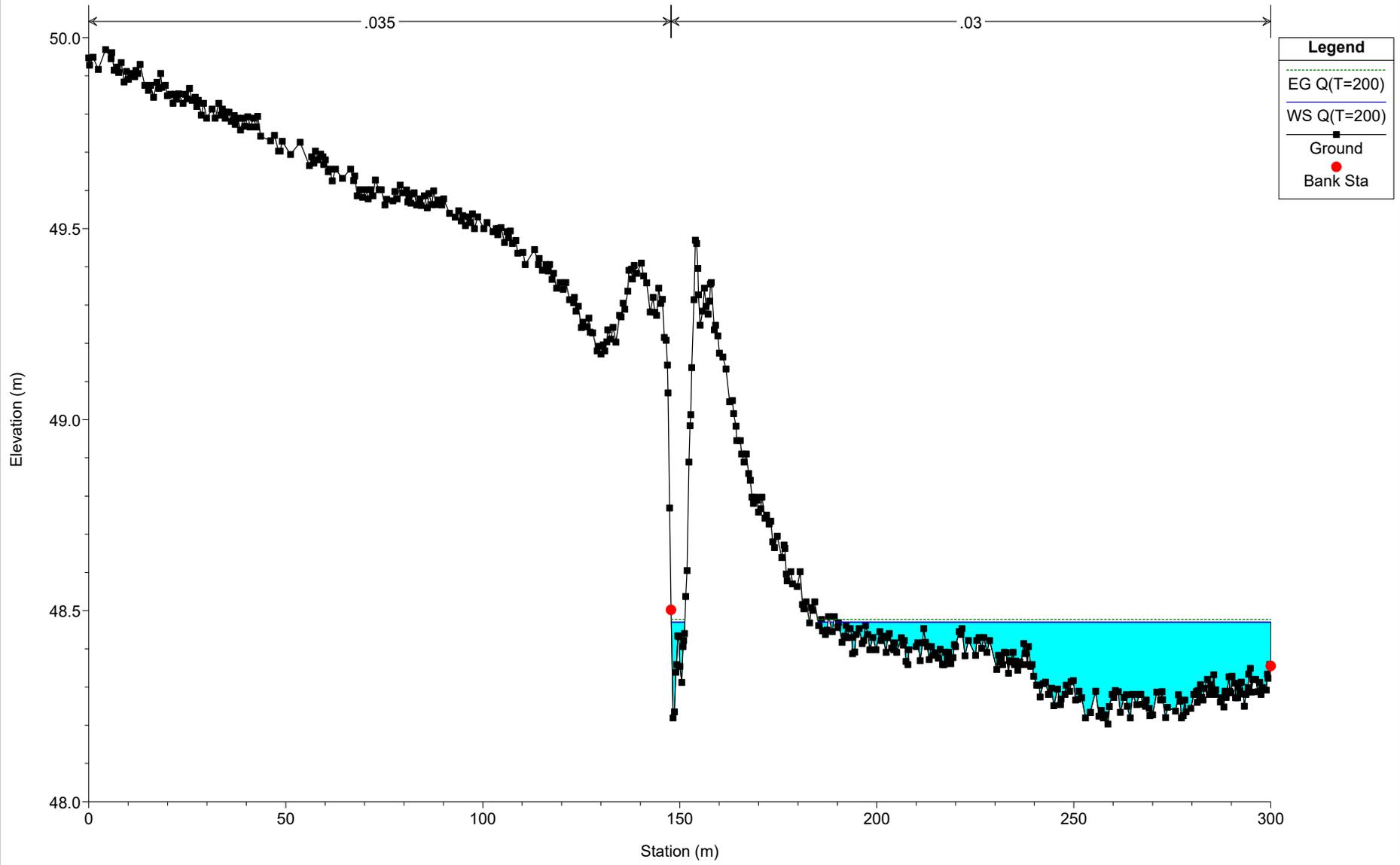
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



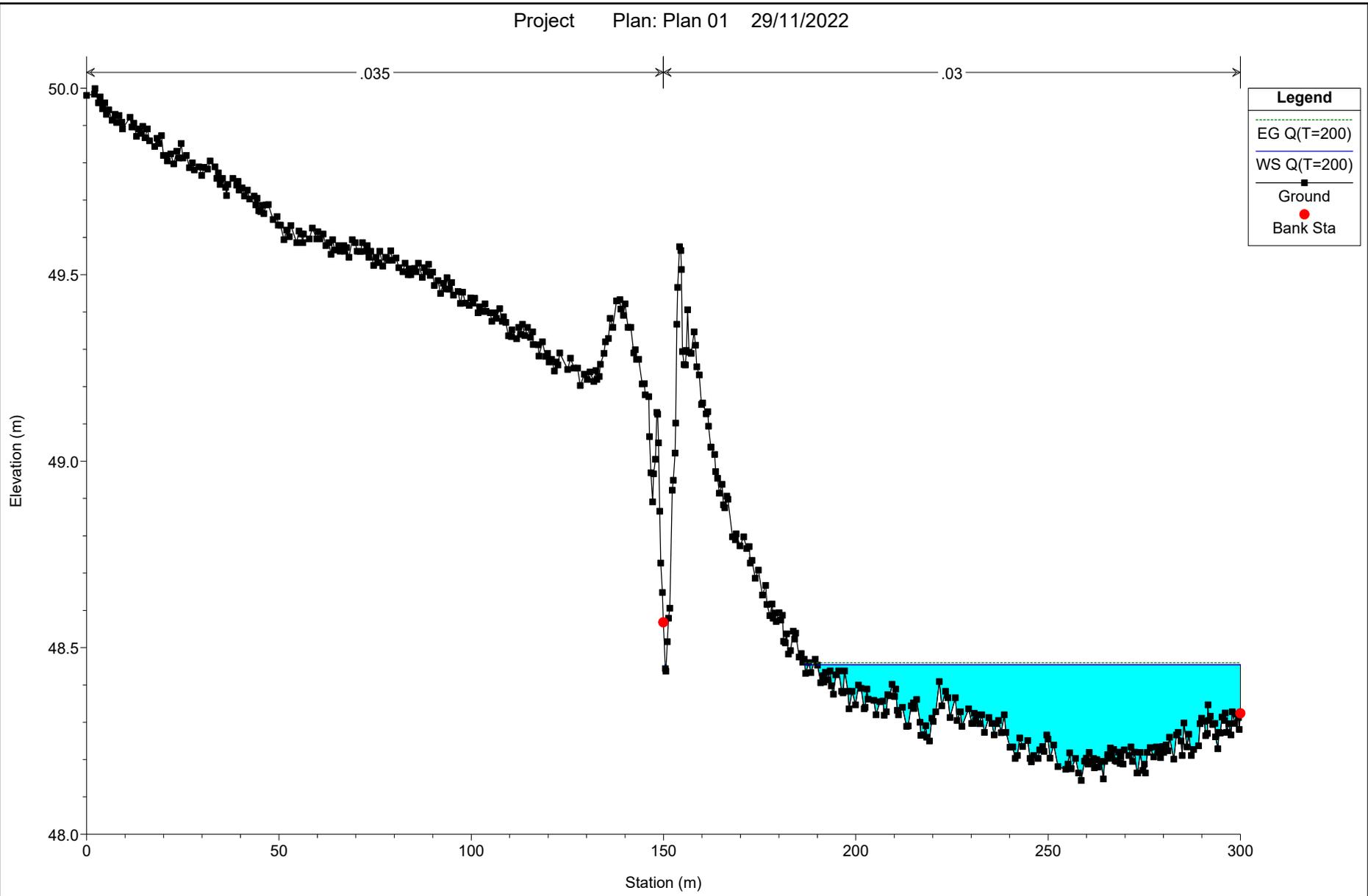
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



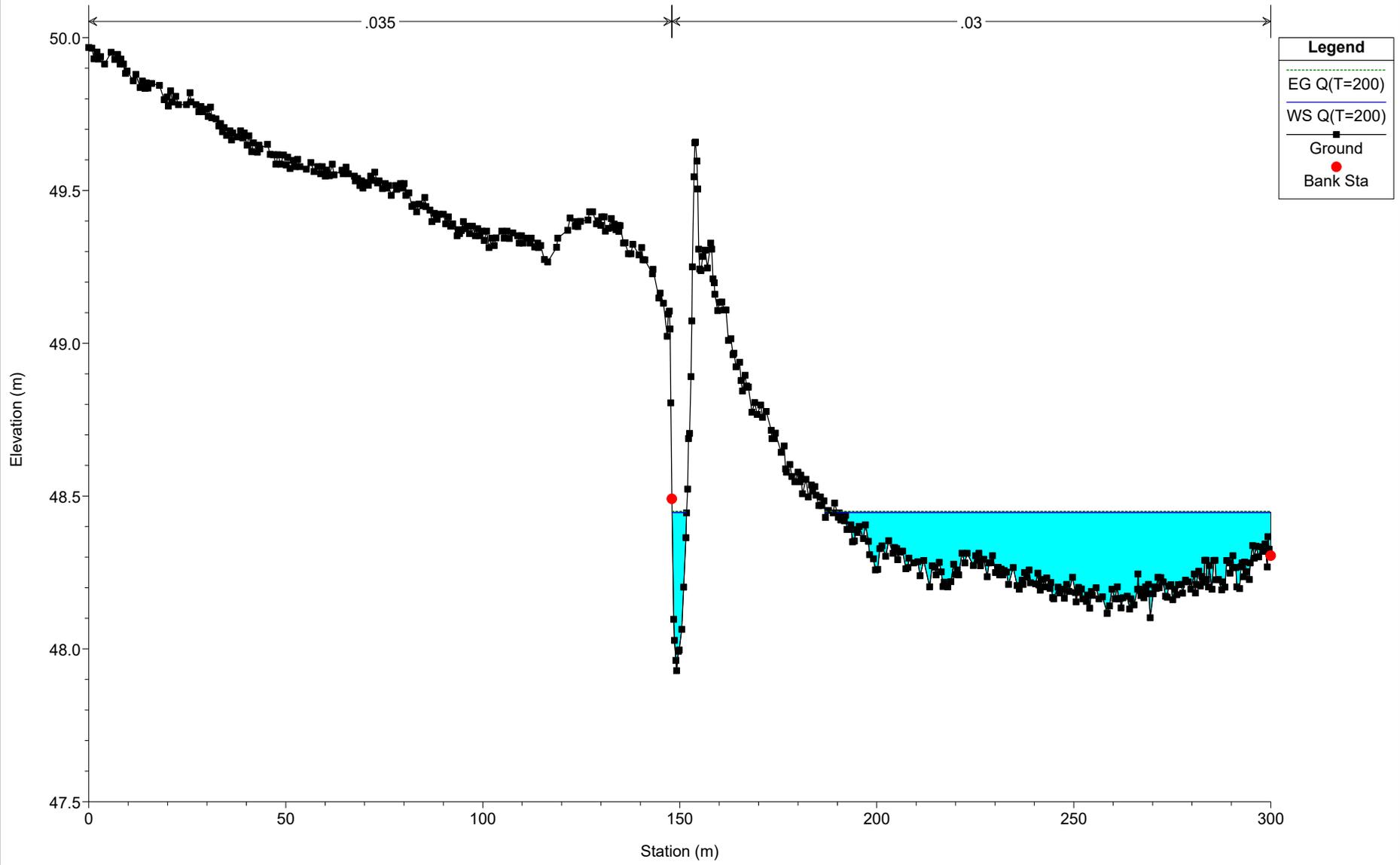
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



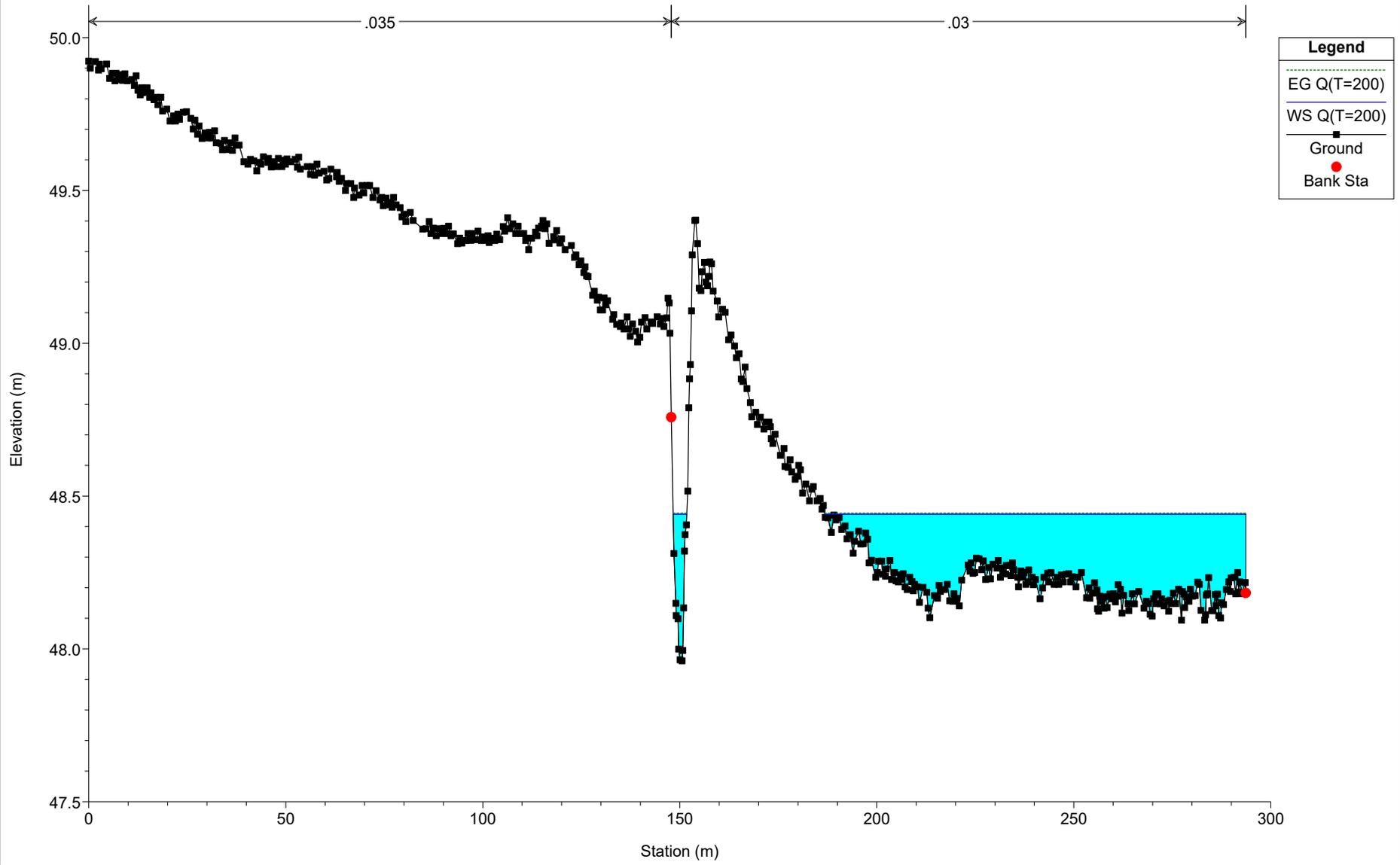
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



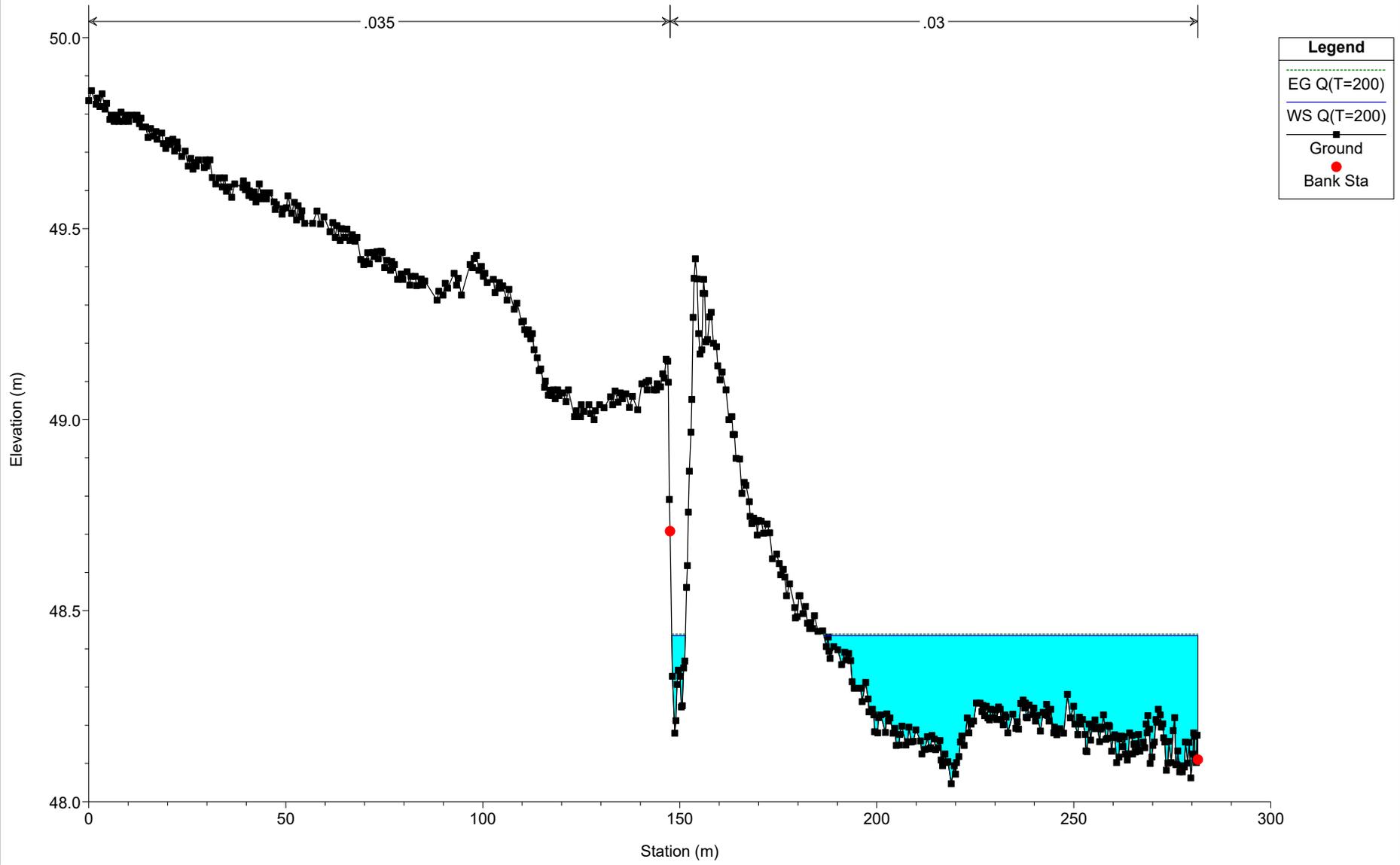
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



Project Plan: Plan 01 29/11/2022



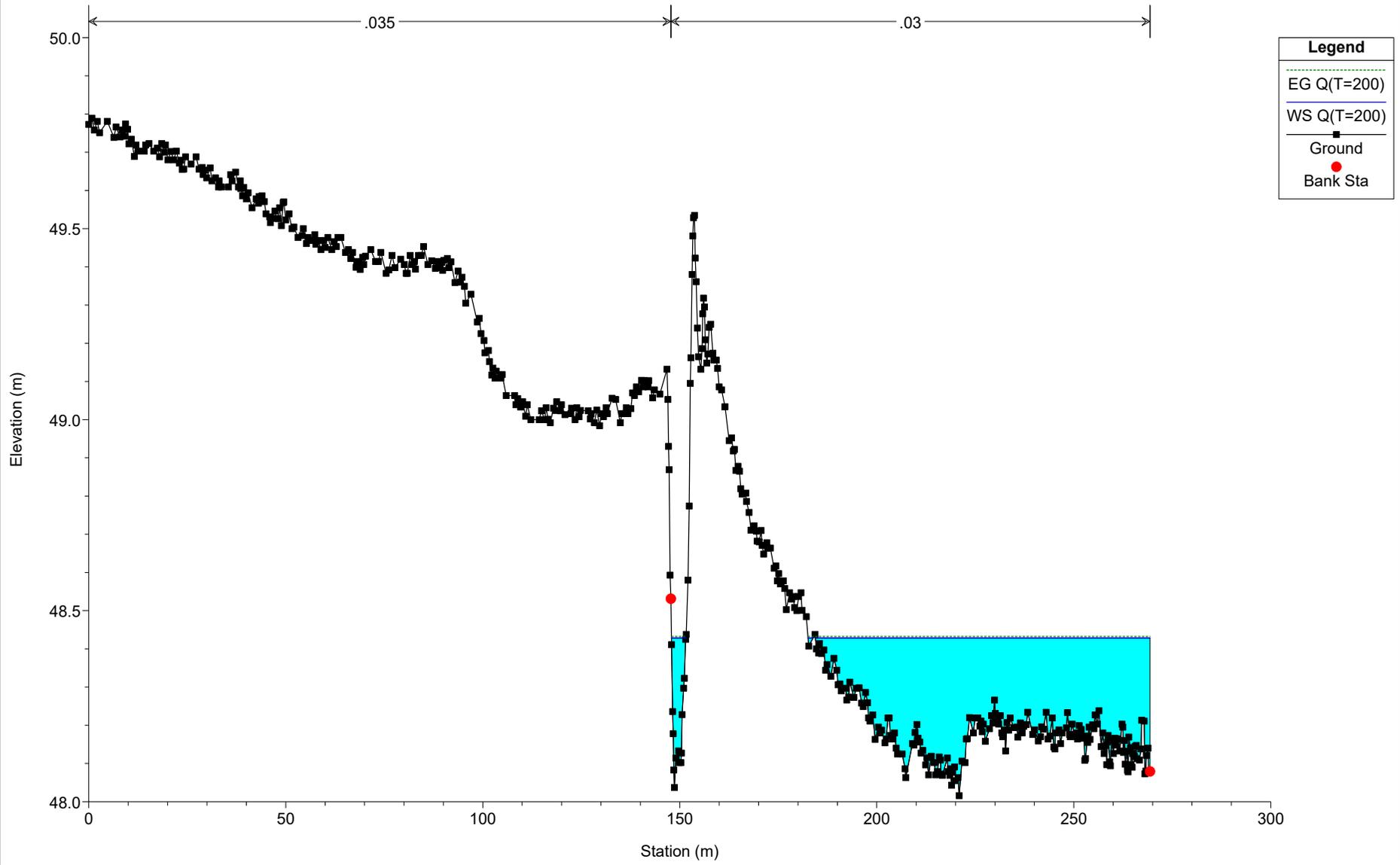
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



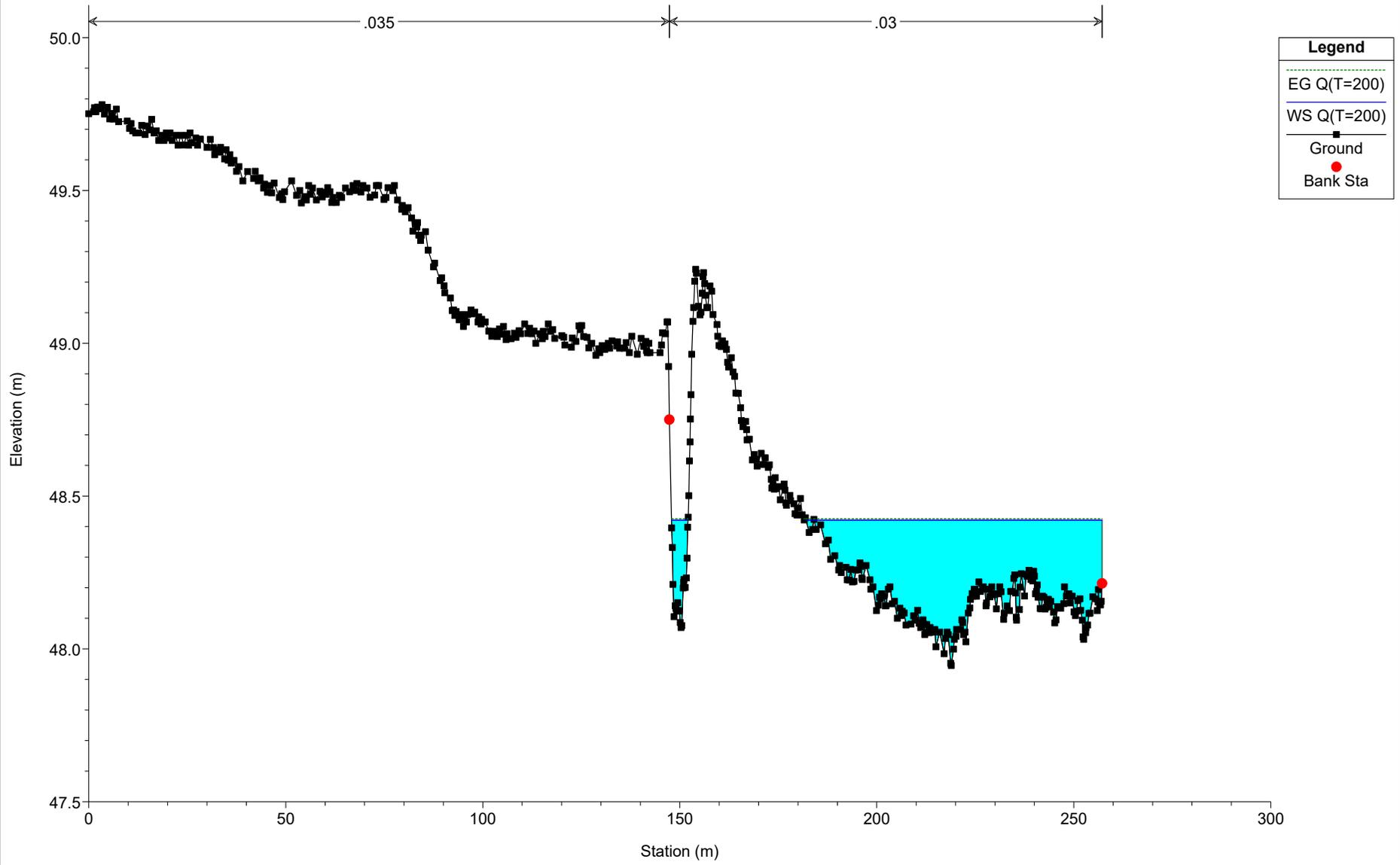
Legend

- EG Q(T=200)
- WS Q(T=200)
- Ground
- Bank Sta

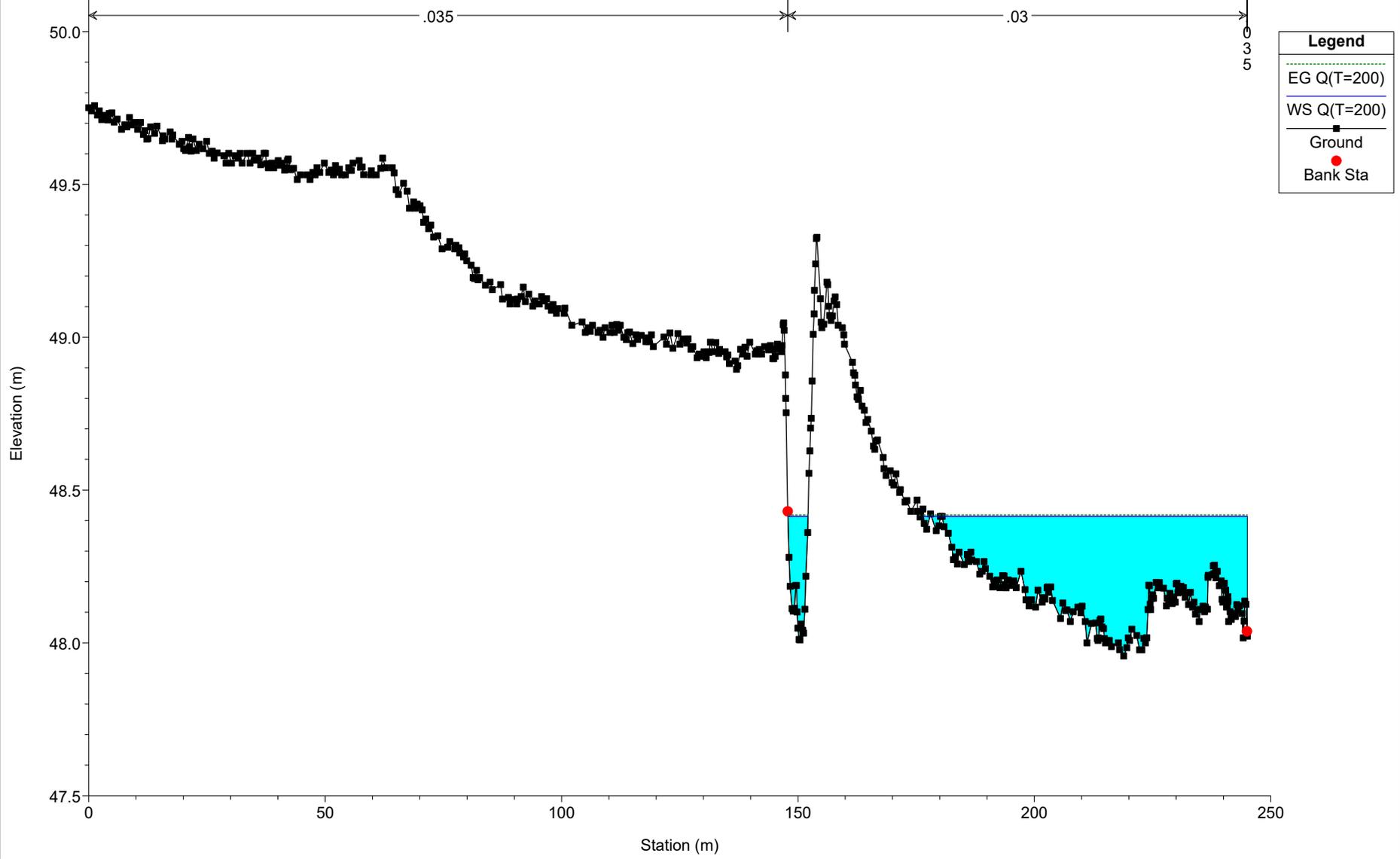
Project Plan: Plan 01 29/11/2022

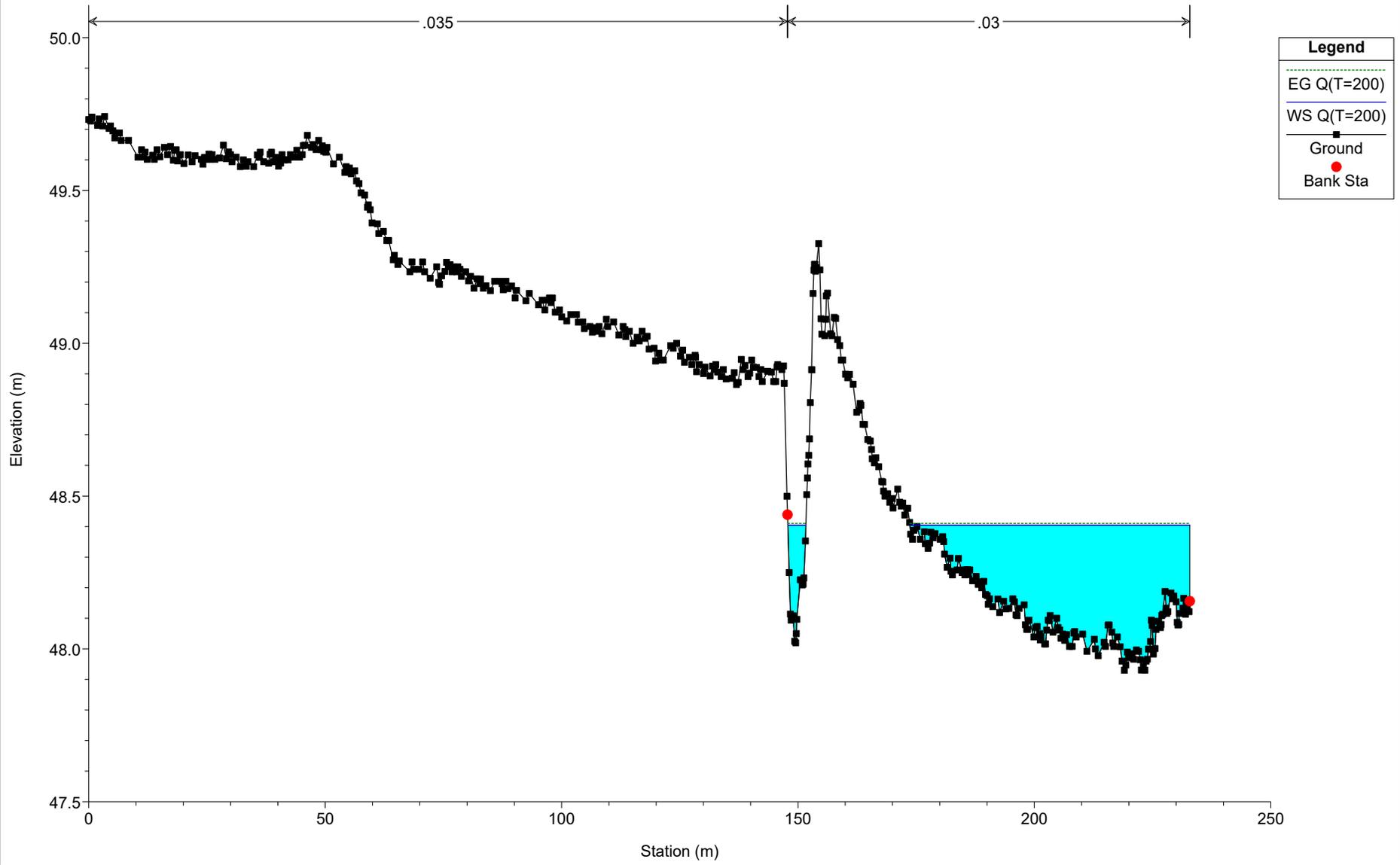


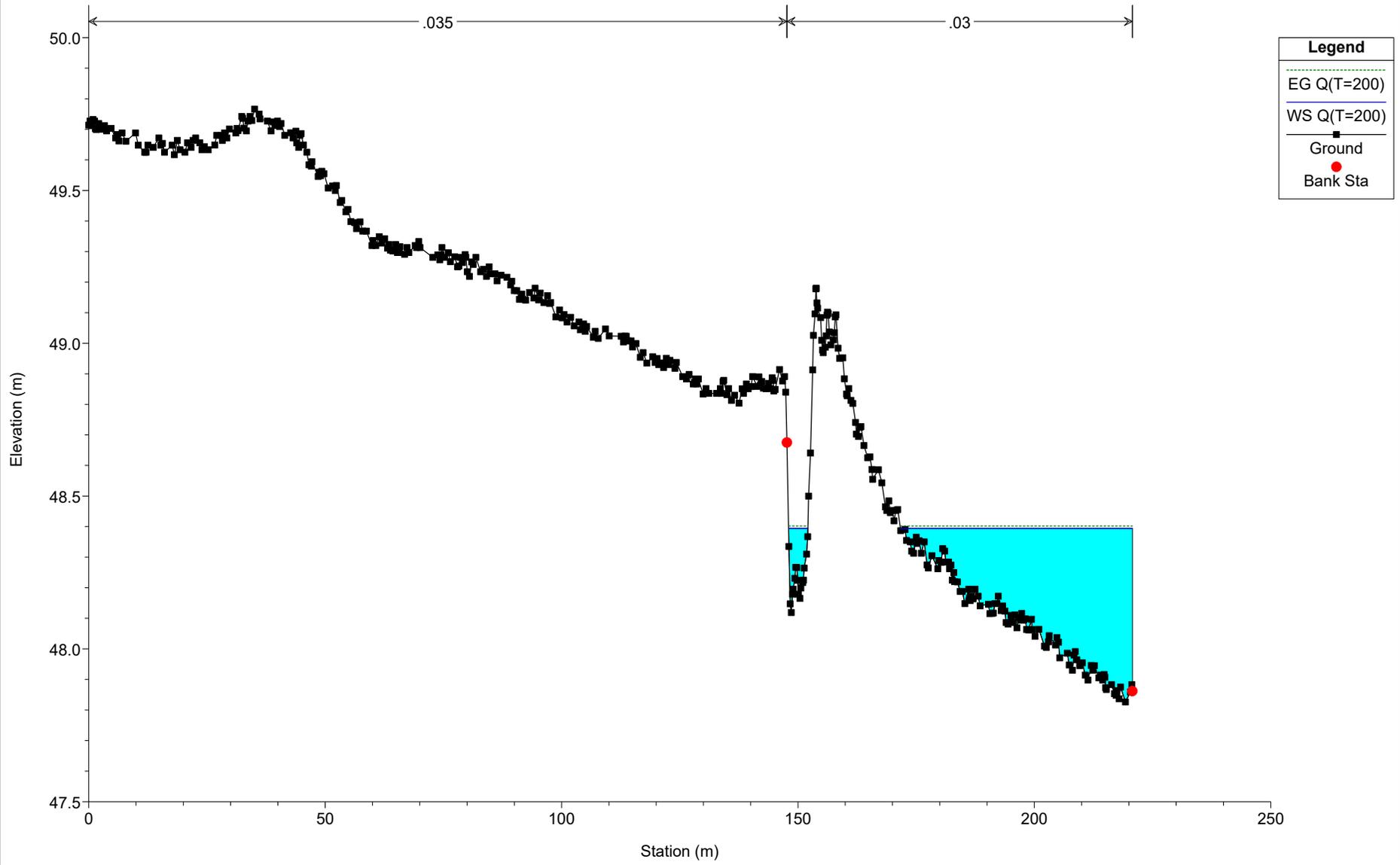
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



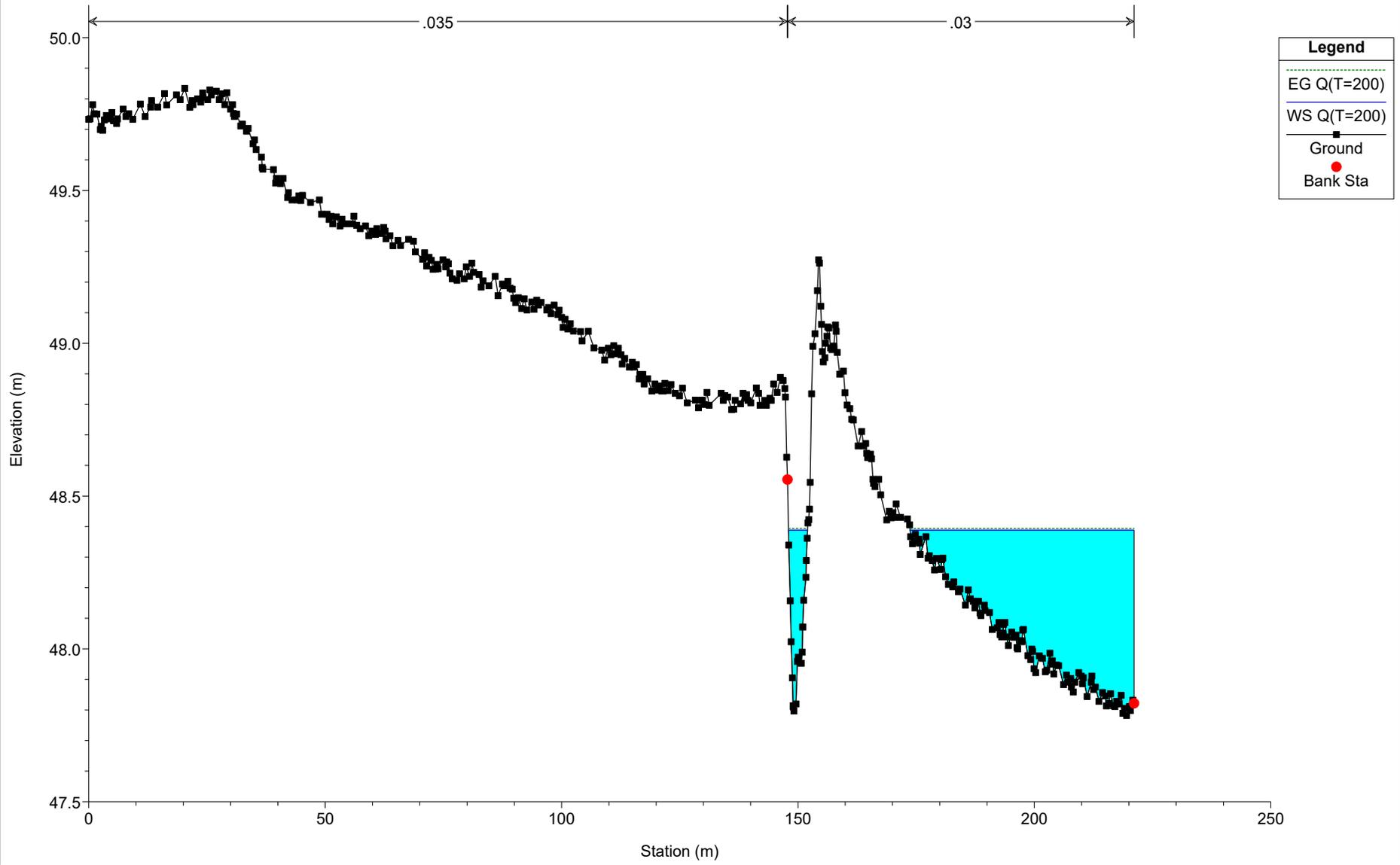
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



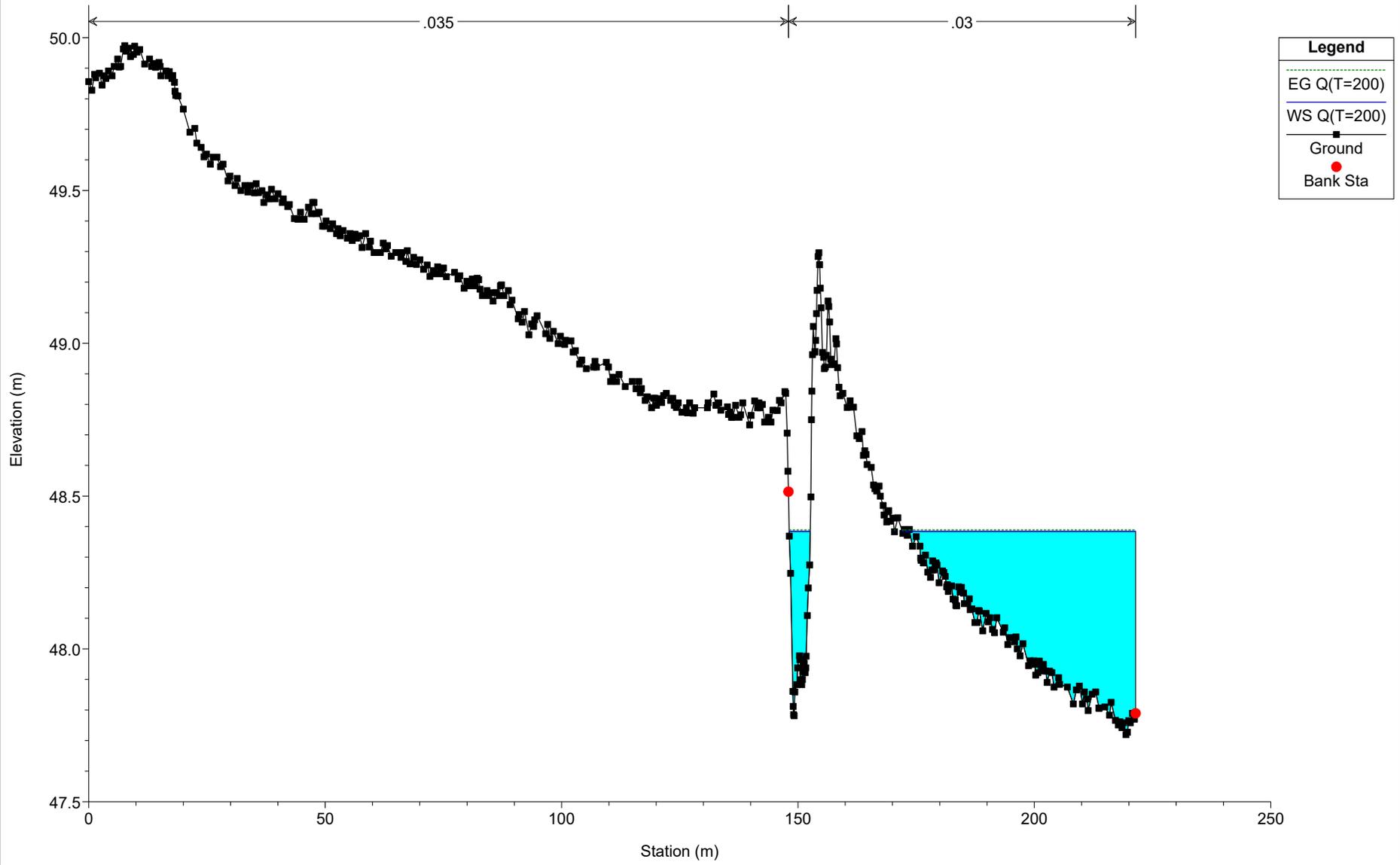


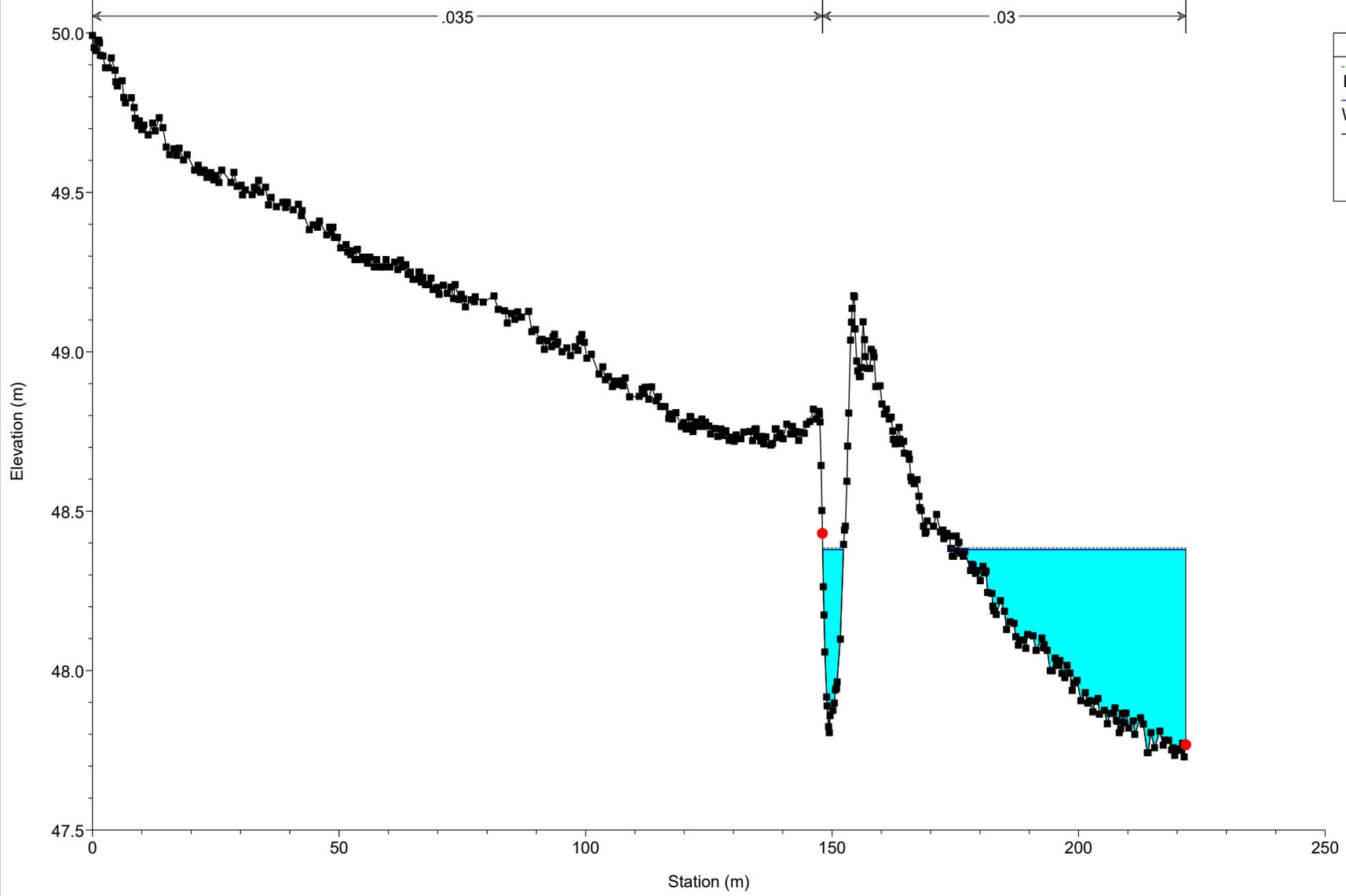


Project Plan: Plan 01 29/11/2022



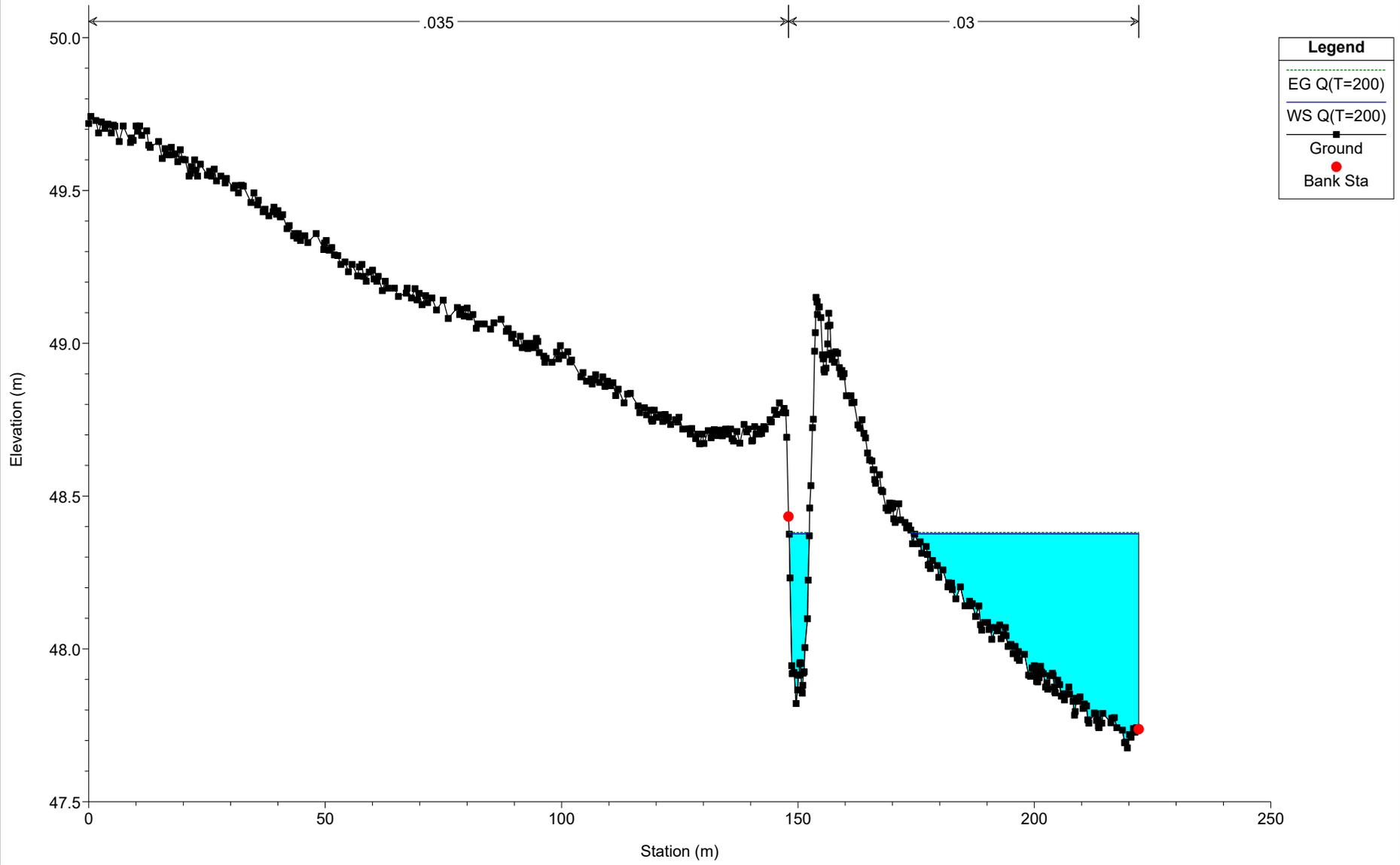
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



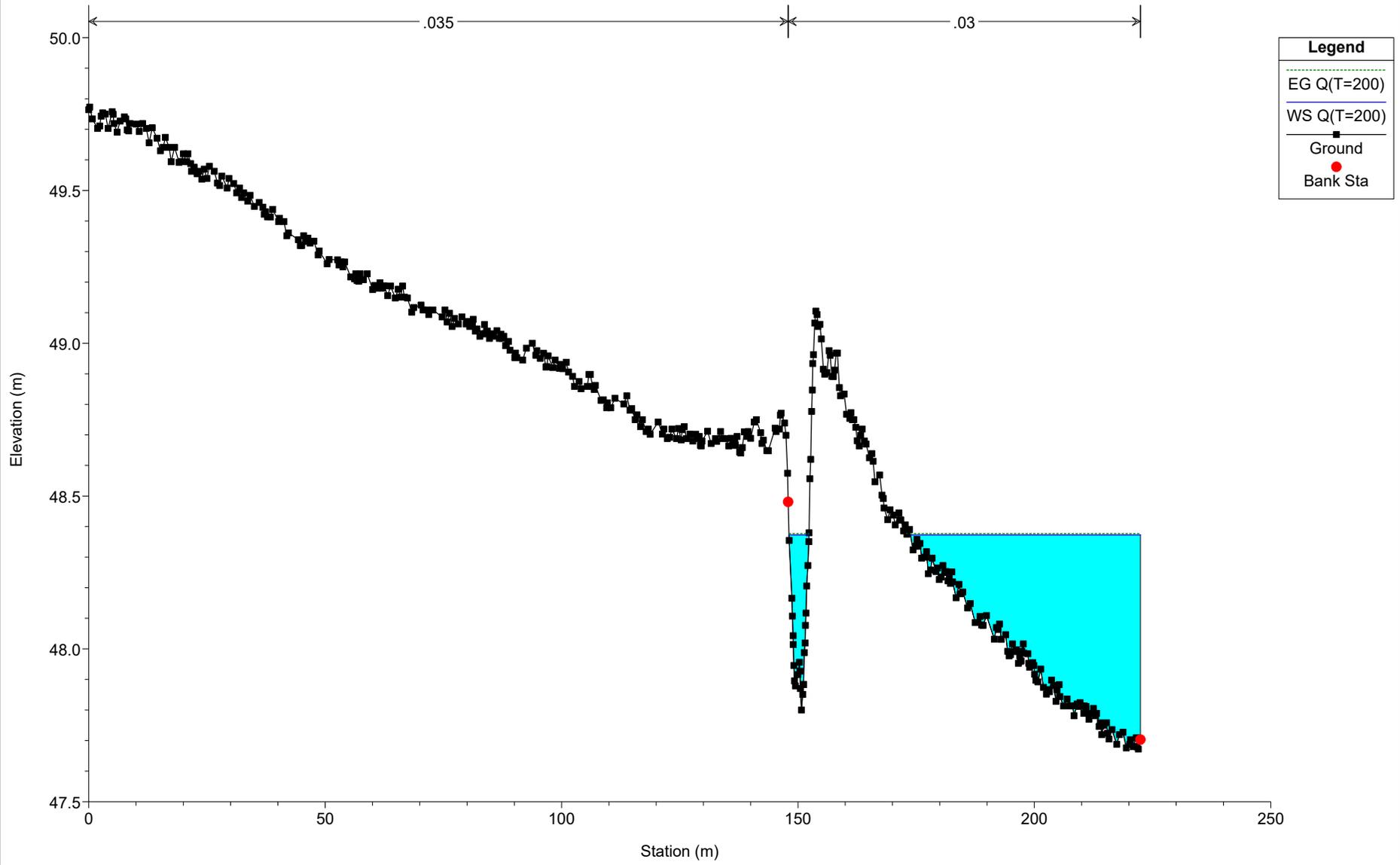


Legend	
EG Q(T=200)	
WS Q(T=200)	
Ground	
Bank Sta	

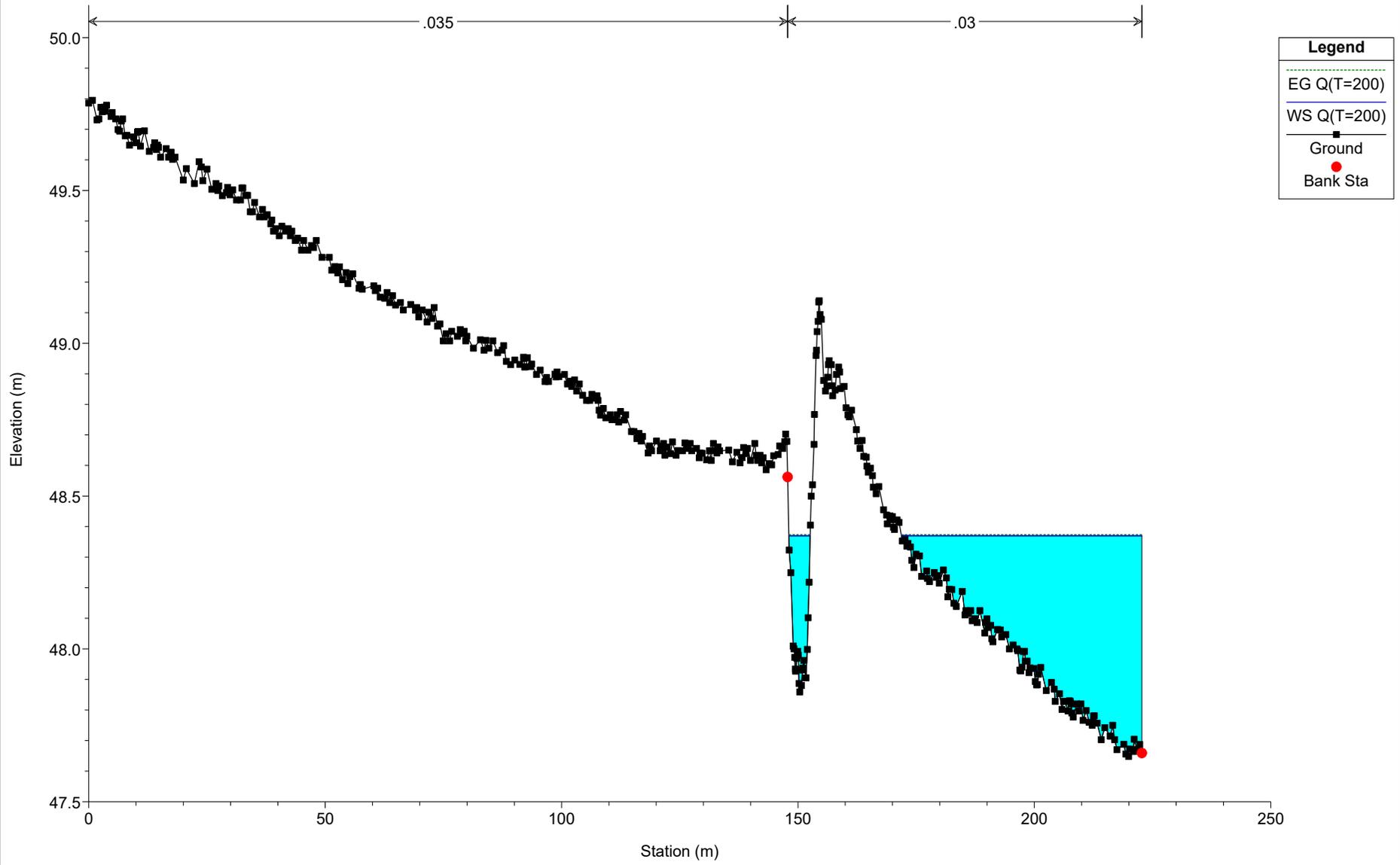
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



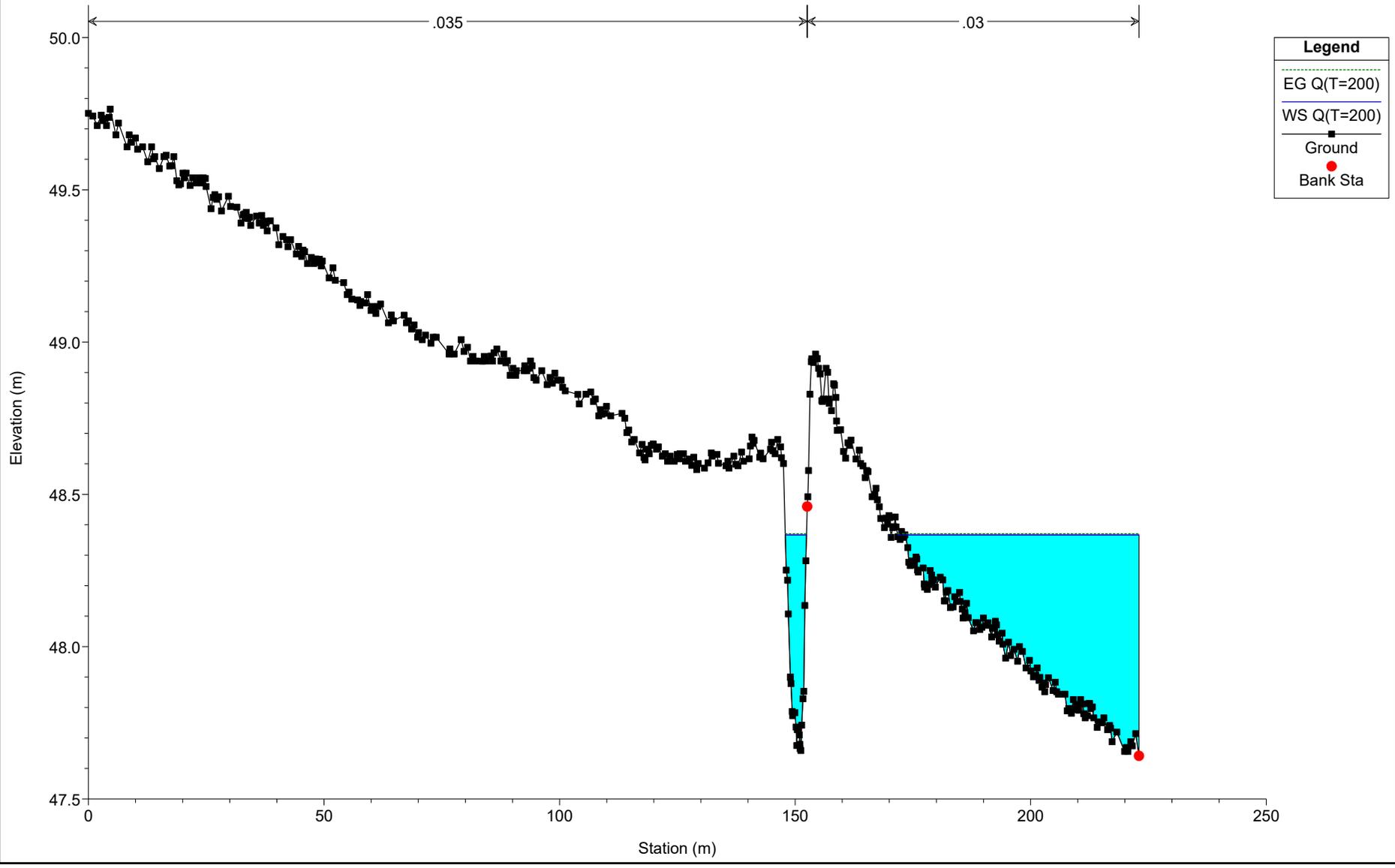
Legend	
EG Q(T=200)	(dashed green line)
WS Q(T=200)	(solid blue line)
Ground	(black square)
Bank Sta	(red circle)



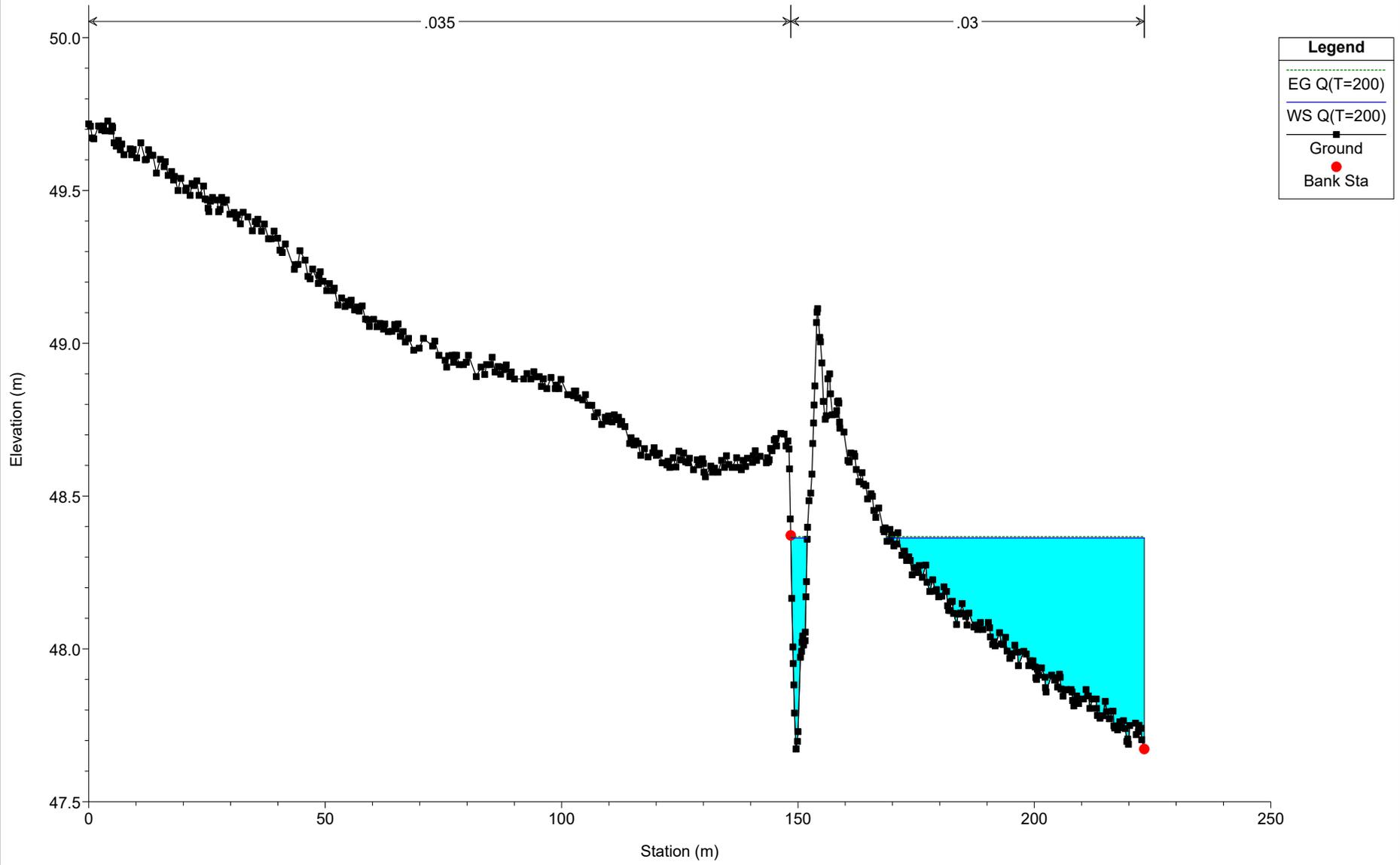
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



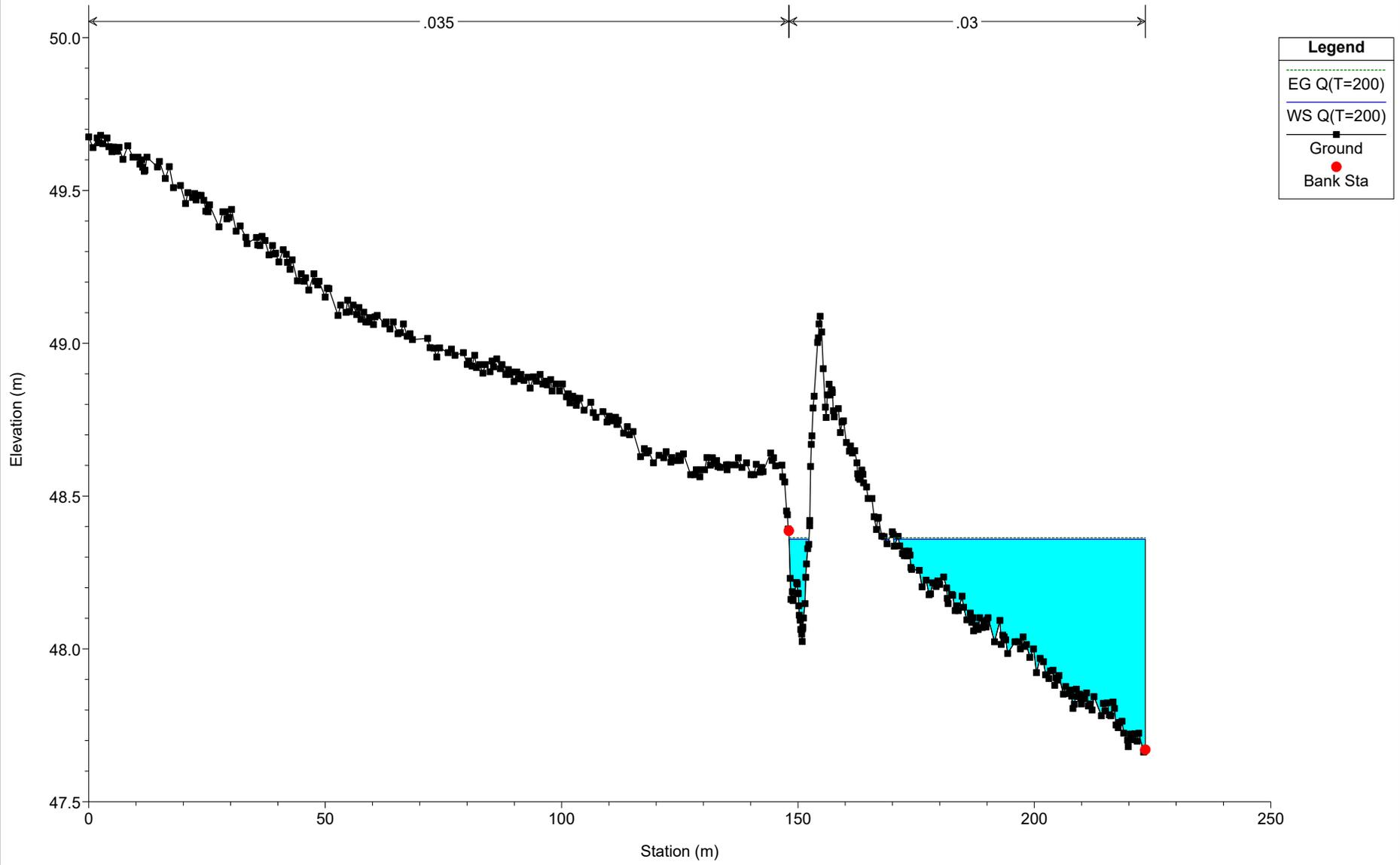
Project Plan: Plan 01 29/11/2022

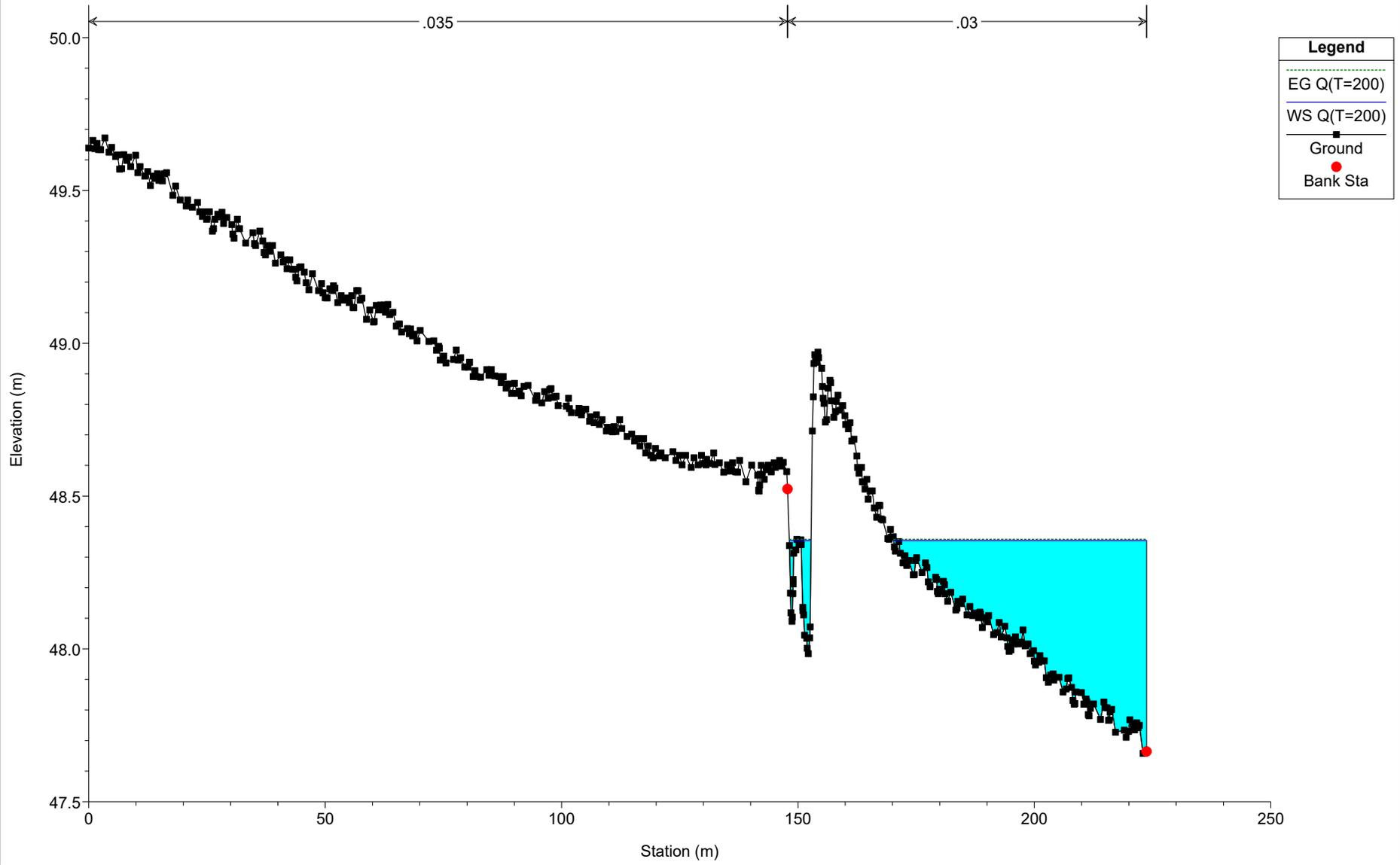


Project Plan: Plan 01 29/11/2022

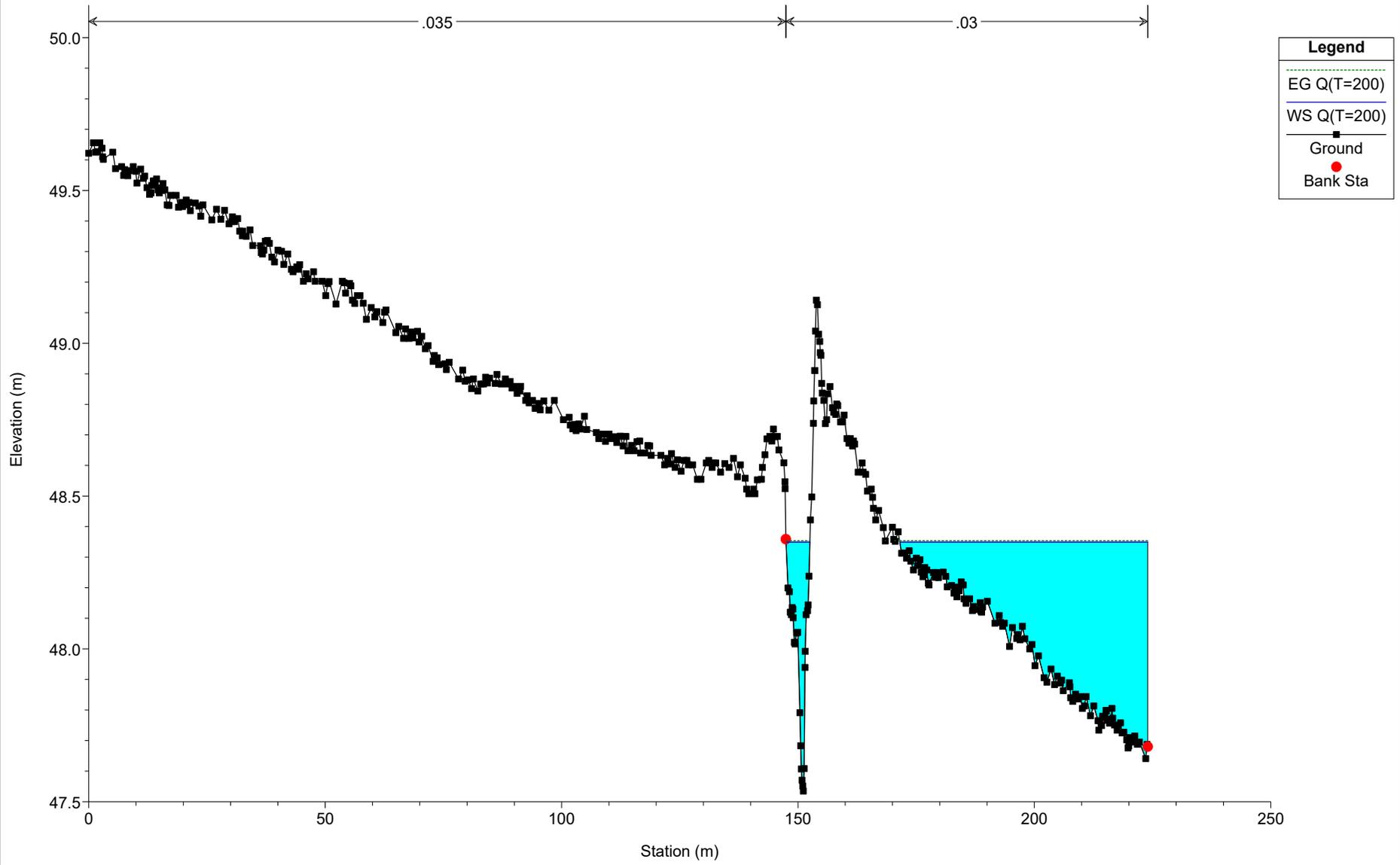


Project Plan: Plan 01 29/11/2022

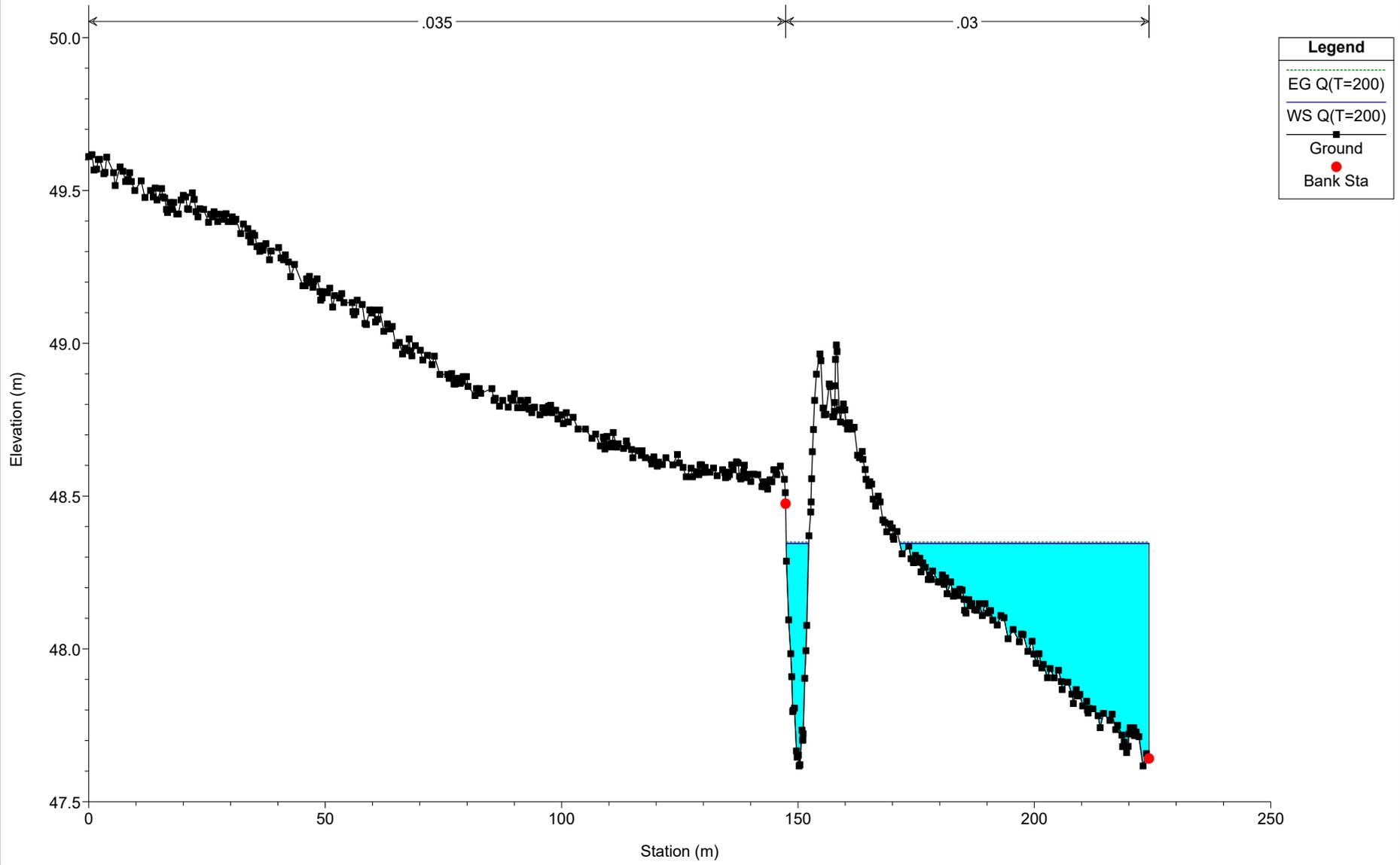




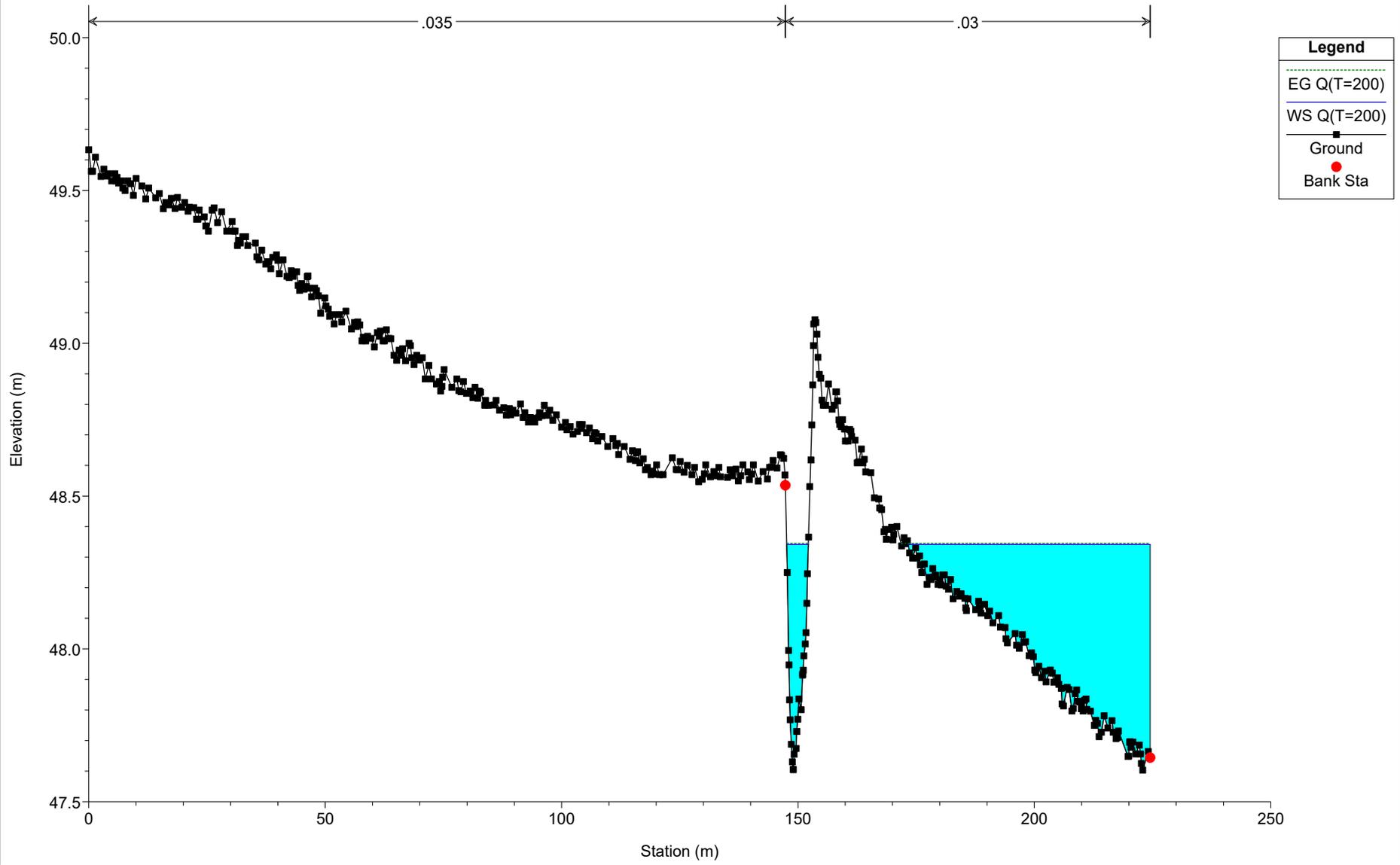
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



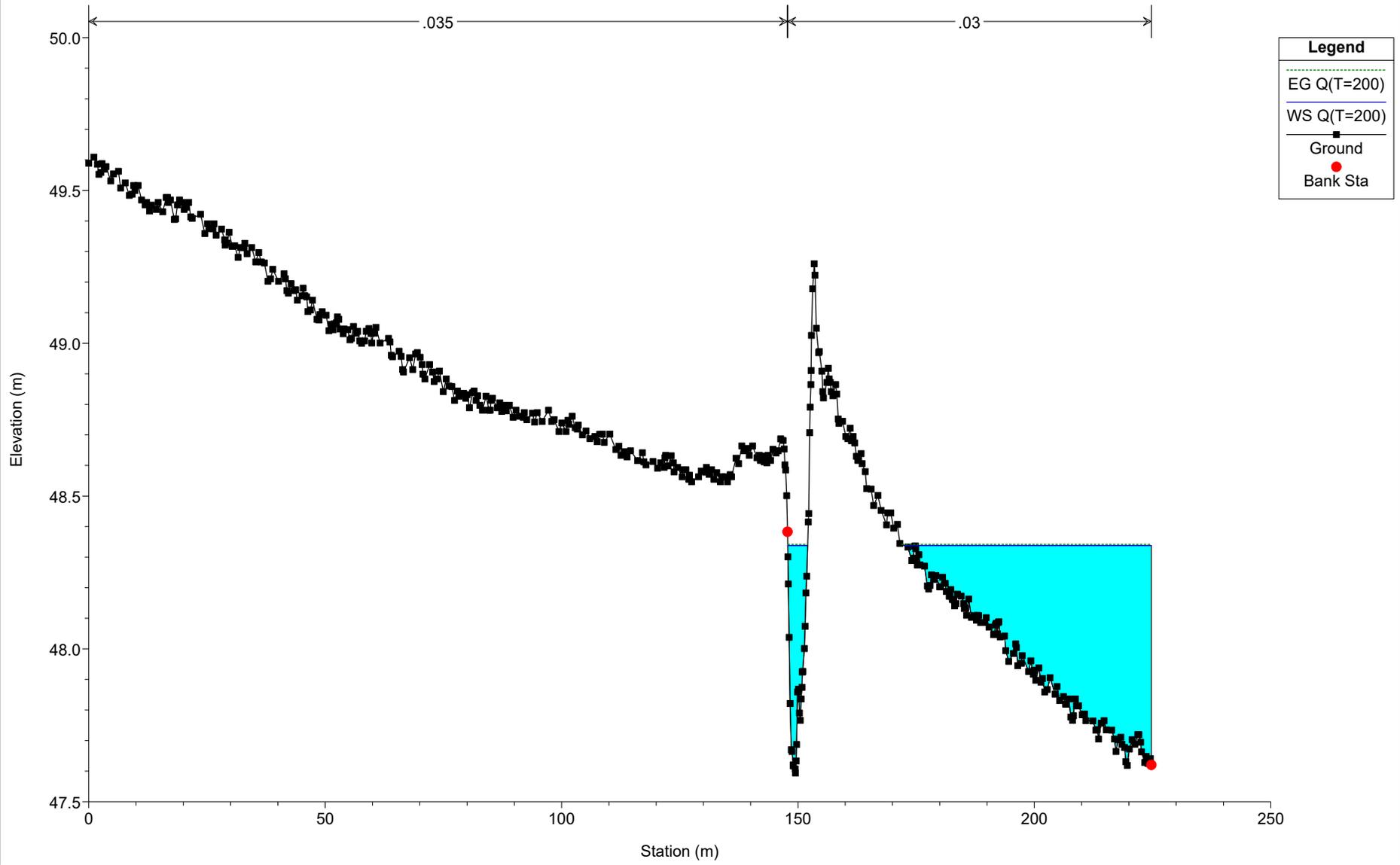
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



Project Plan: Plan 01 29/11/2022

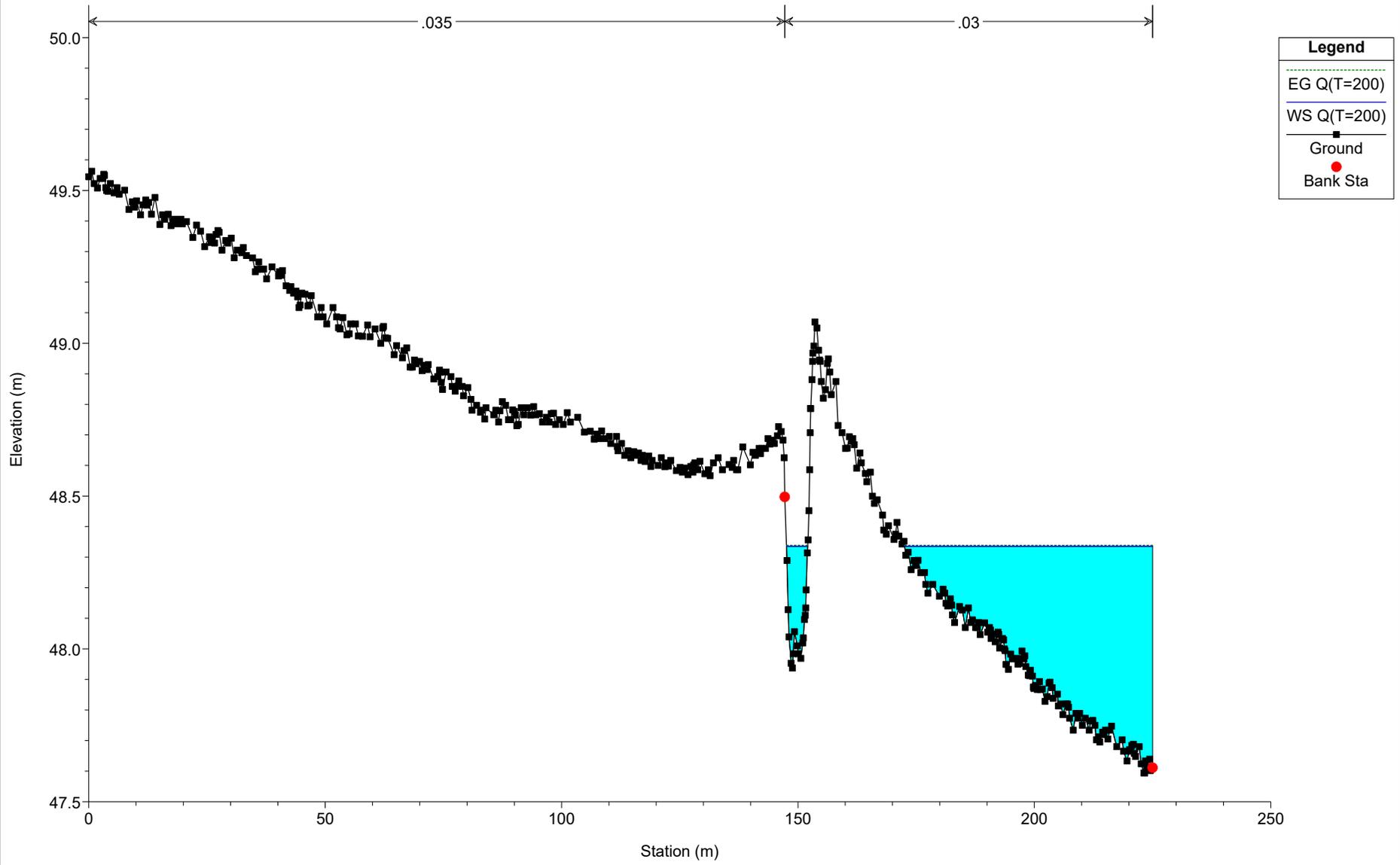


Project Plan: Plan 01 29/11/2022

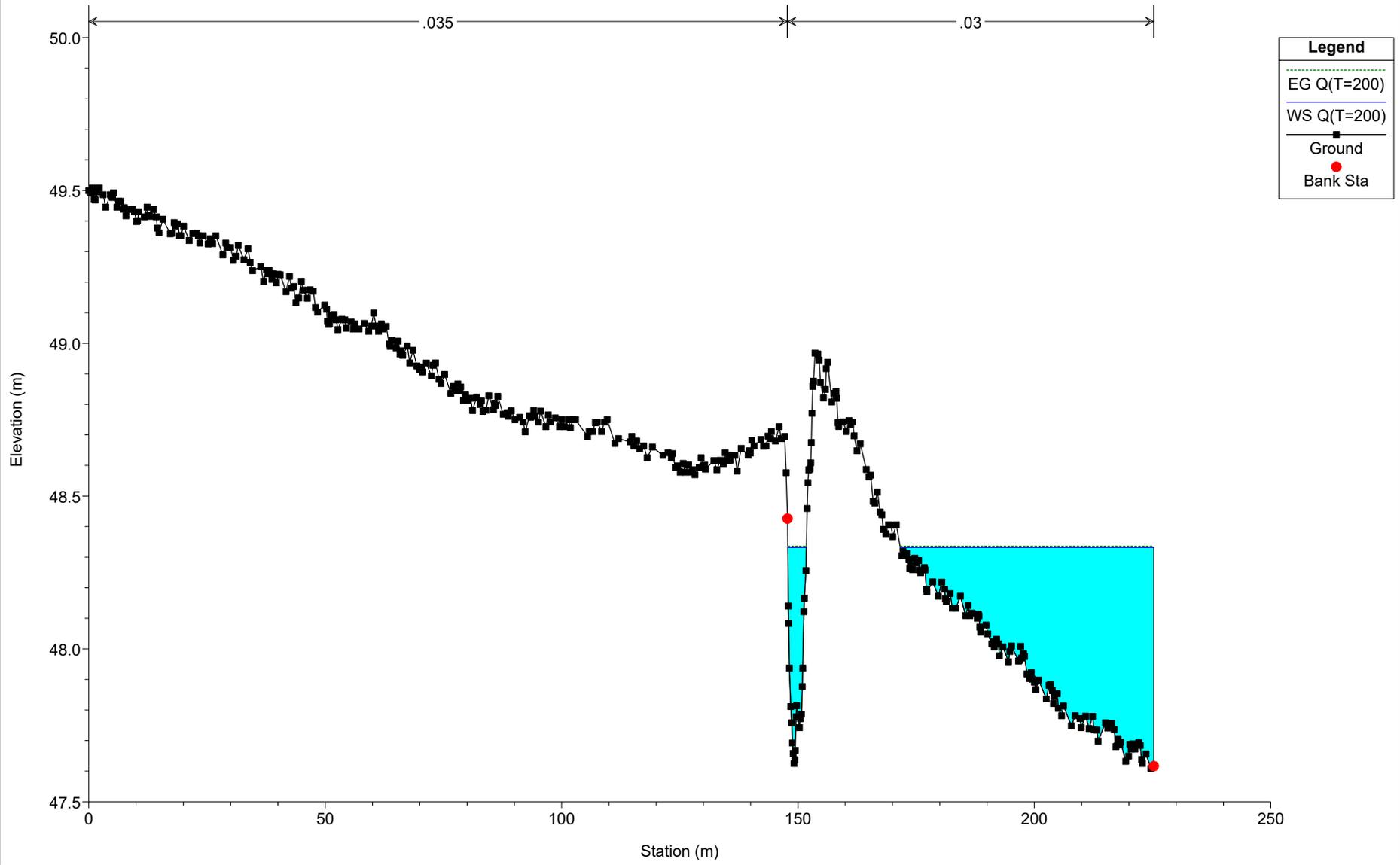


Legend	
EG Q(T=200)	—
WS Q(T=200)	—
Ground	■
Bank Sta	●

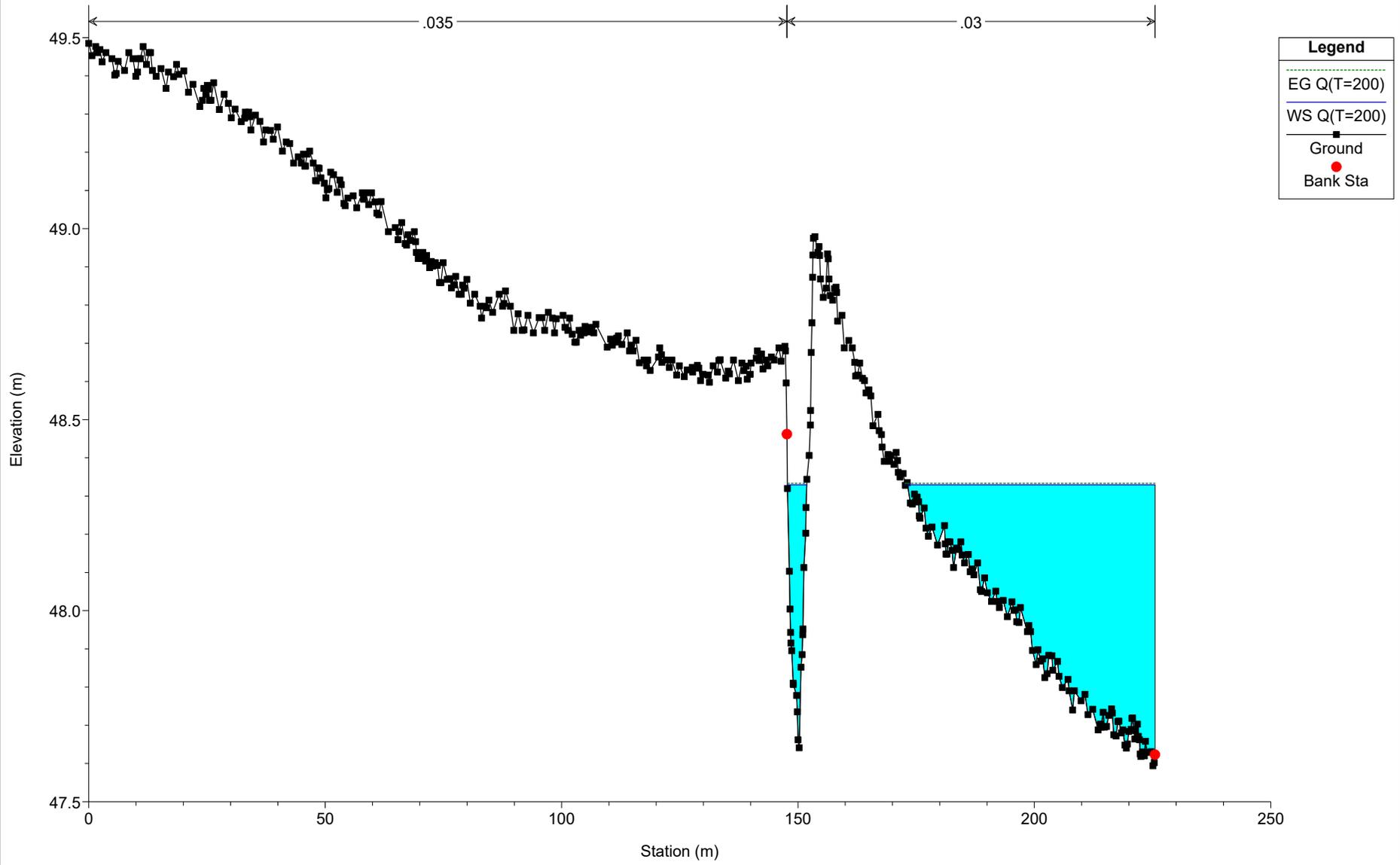
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



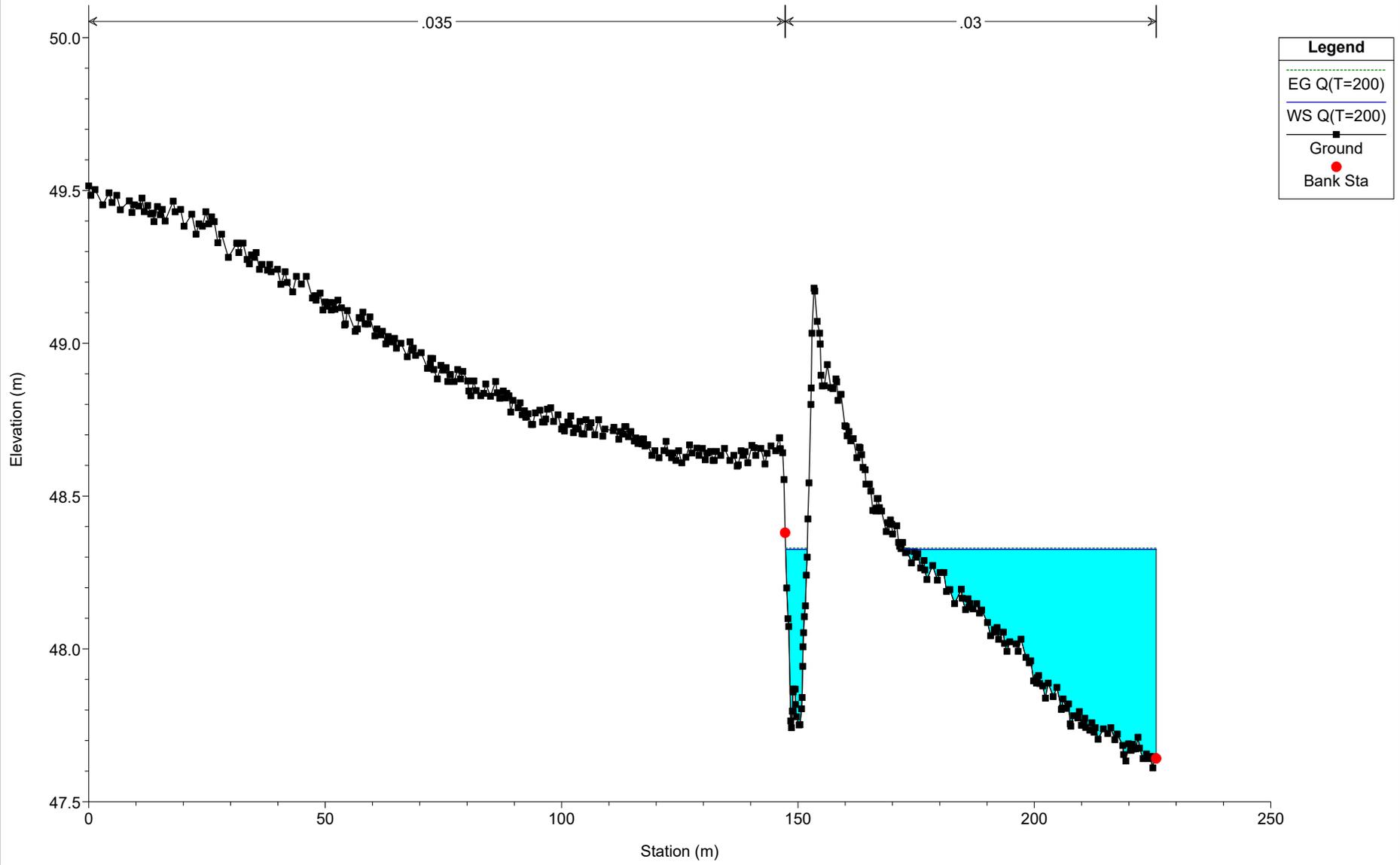
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



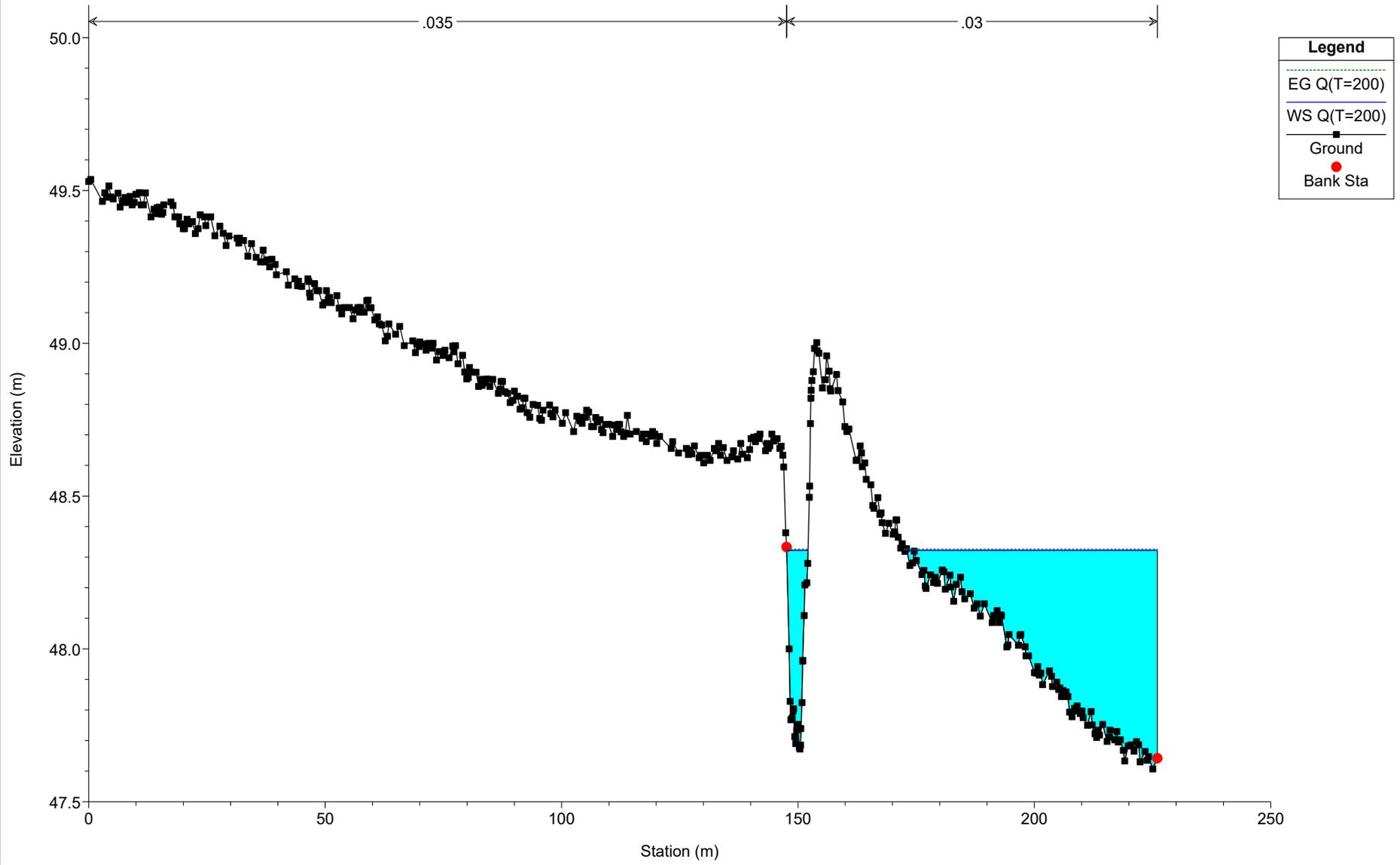
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



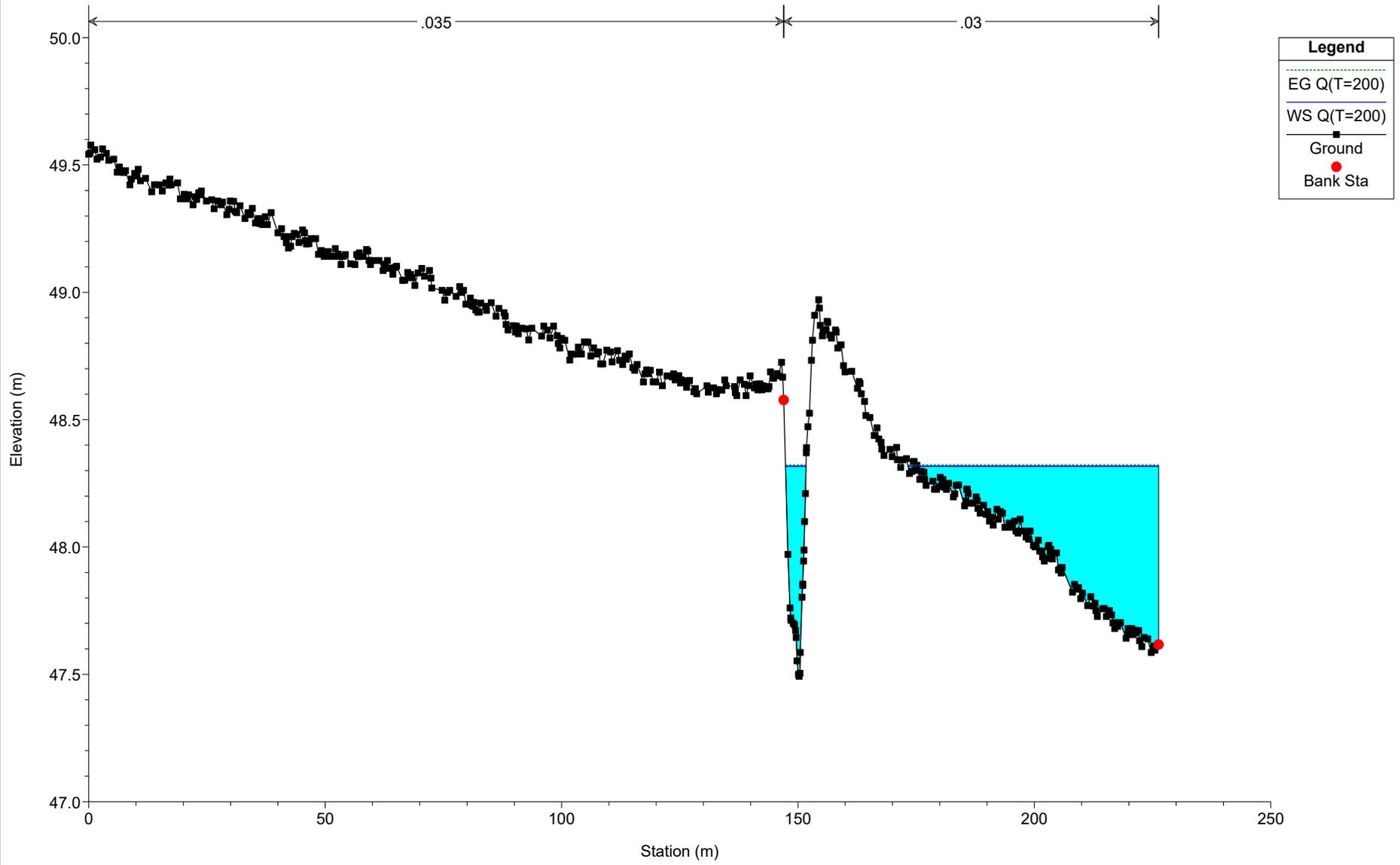
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



Project Plan: Plan 01 29/11/2022

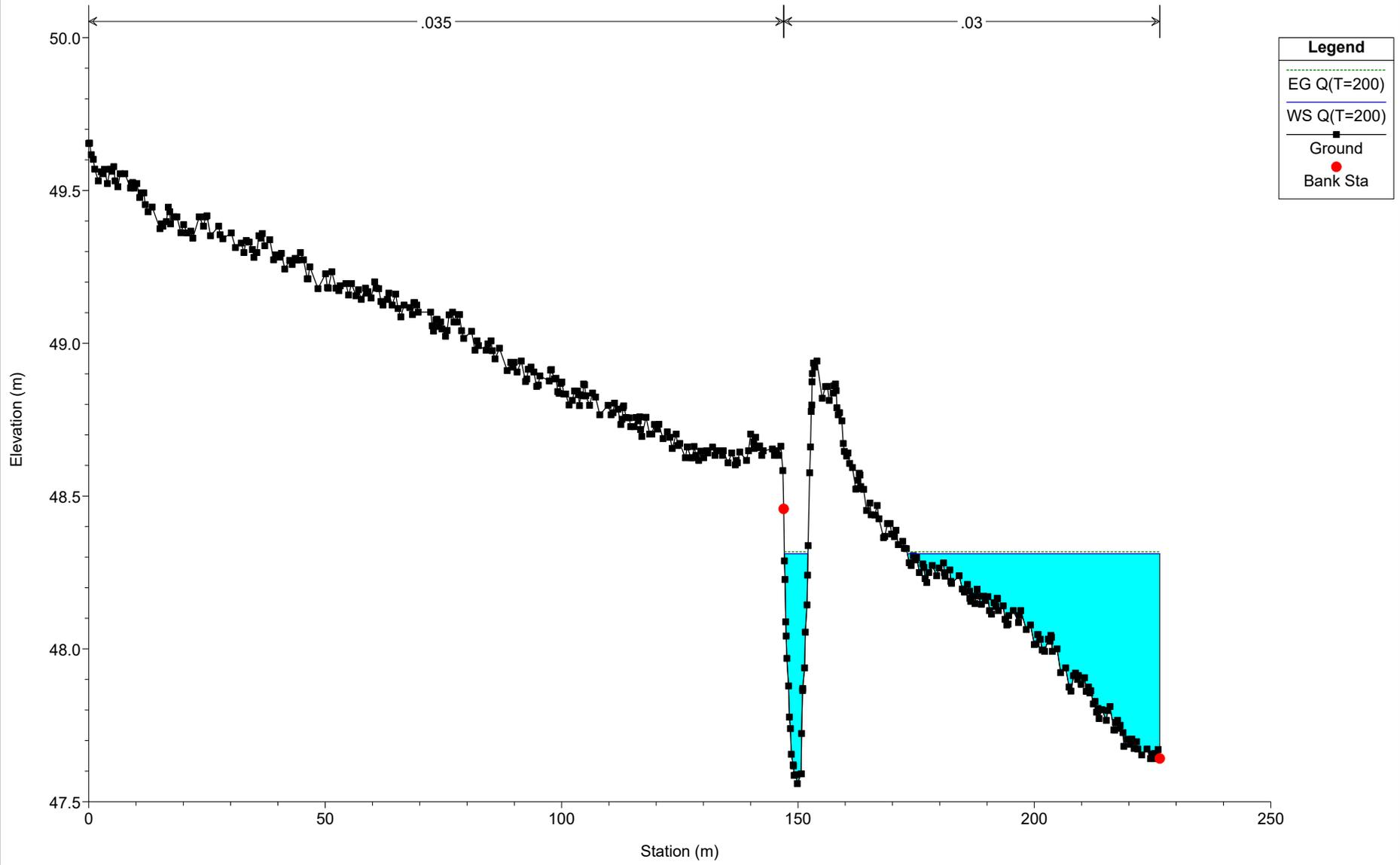


Project Plan: Plan 01 29/11/2022

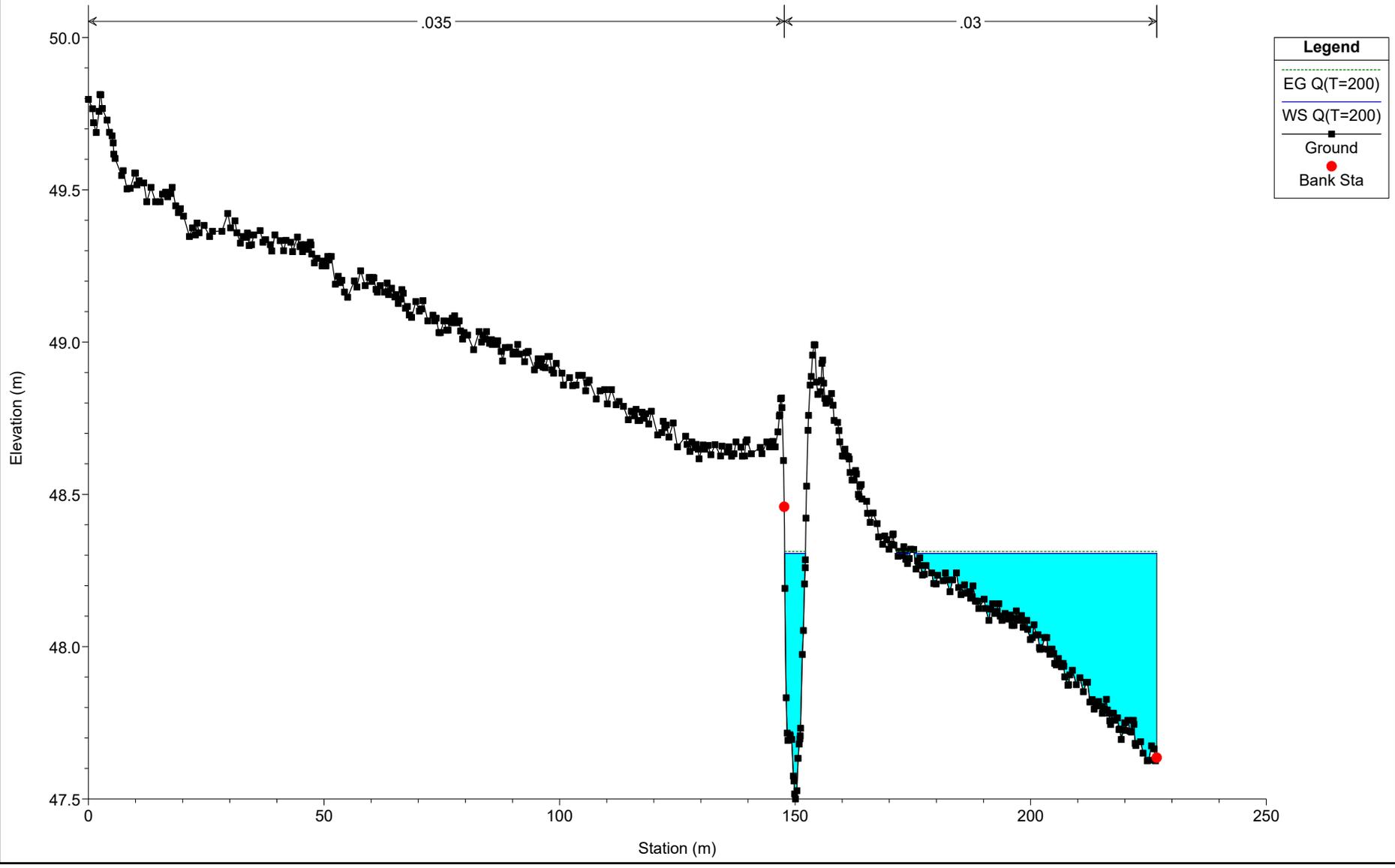


Legend	
---	EG Q(T=200)
—	WS Q(T=200)
■	Ground
●	Bank Sta

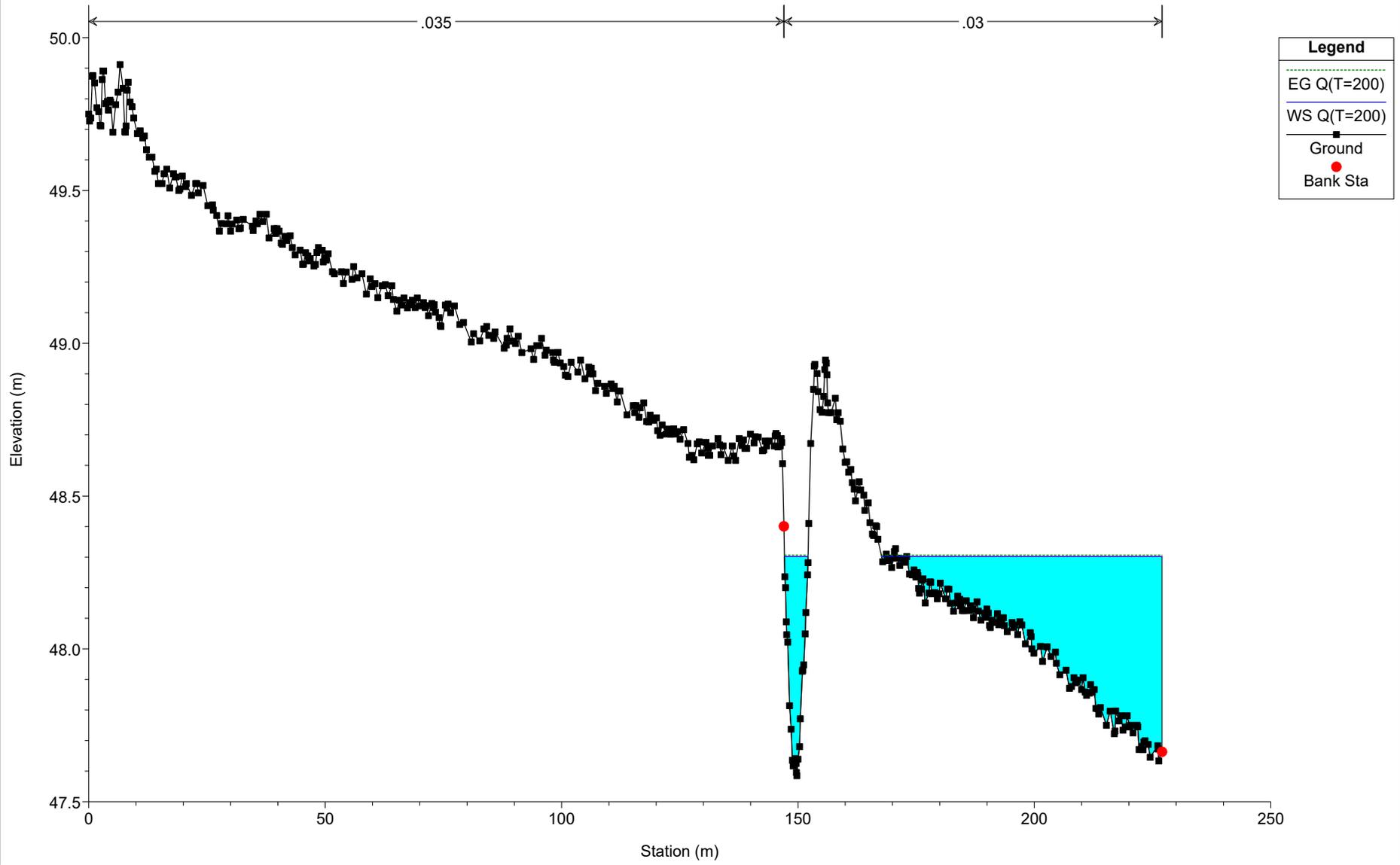
Project Plan: Plan 01 29/11/2022

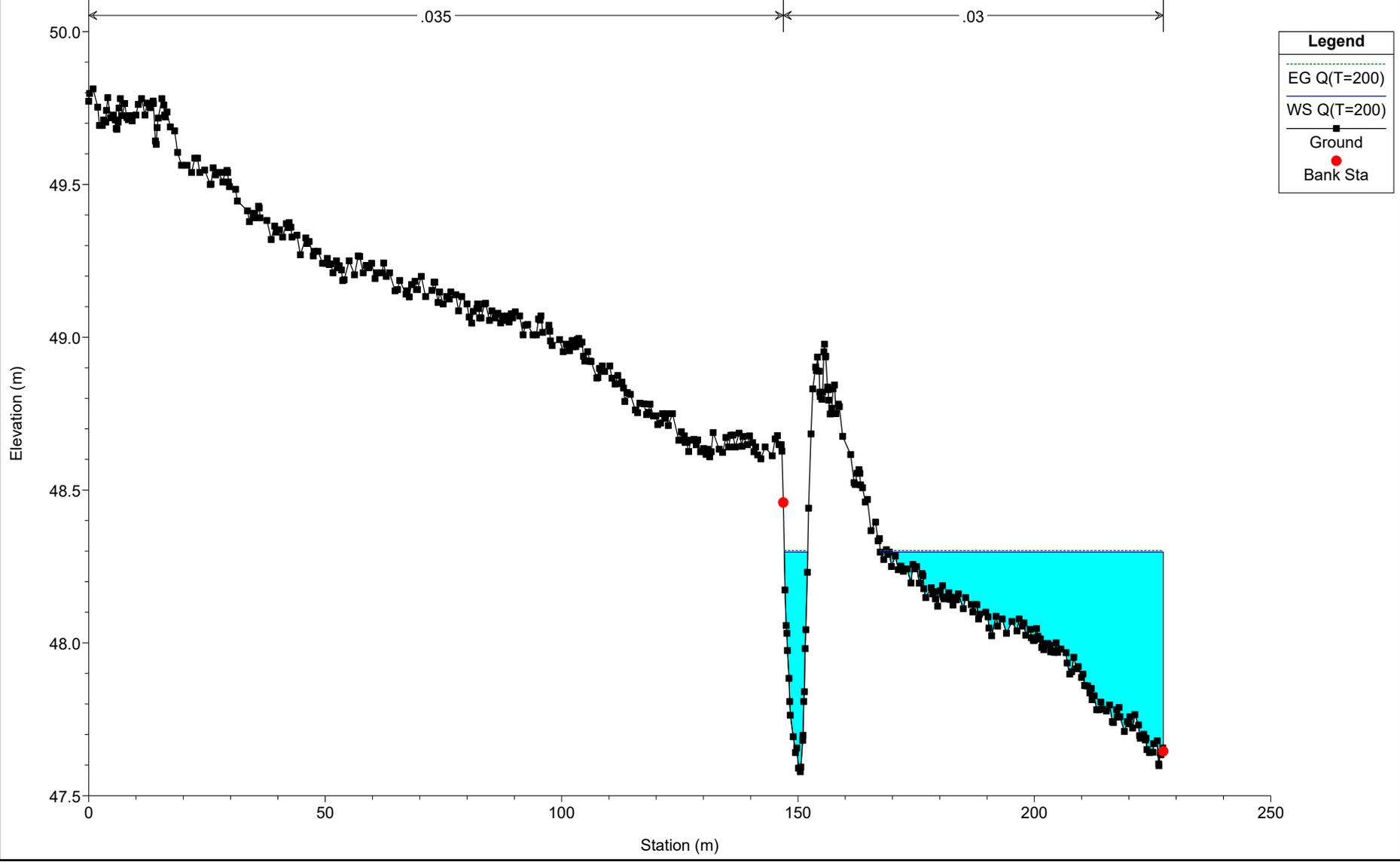


Project Plan: Plan 01 29/11/2022

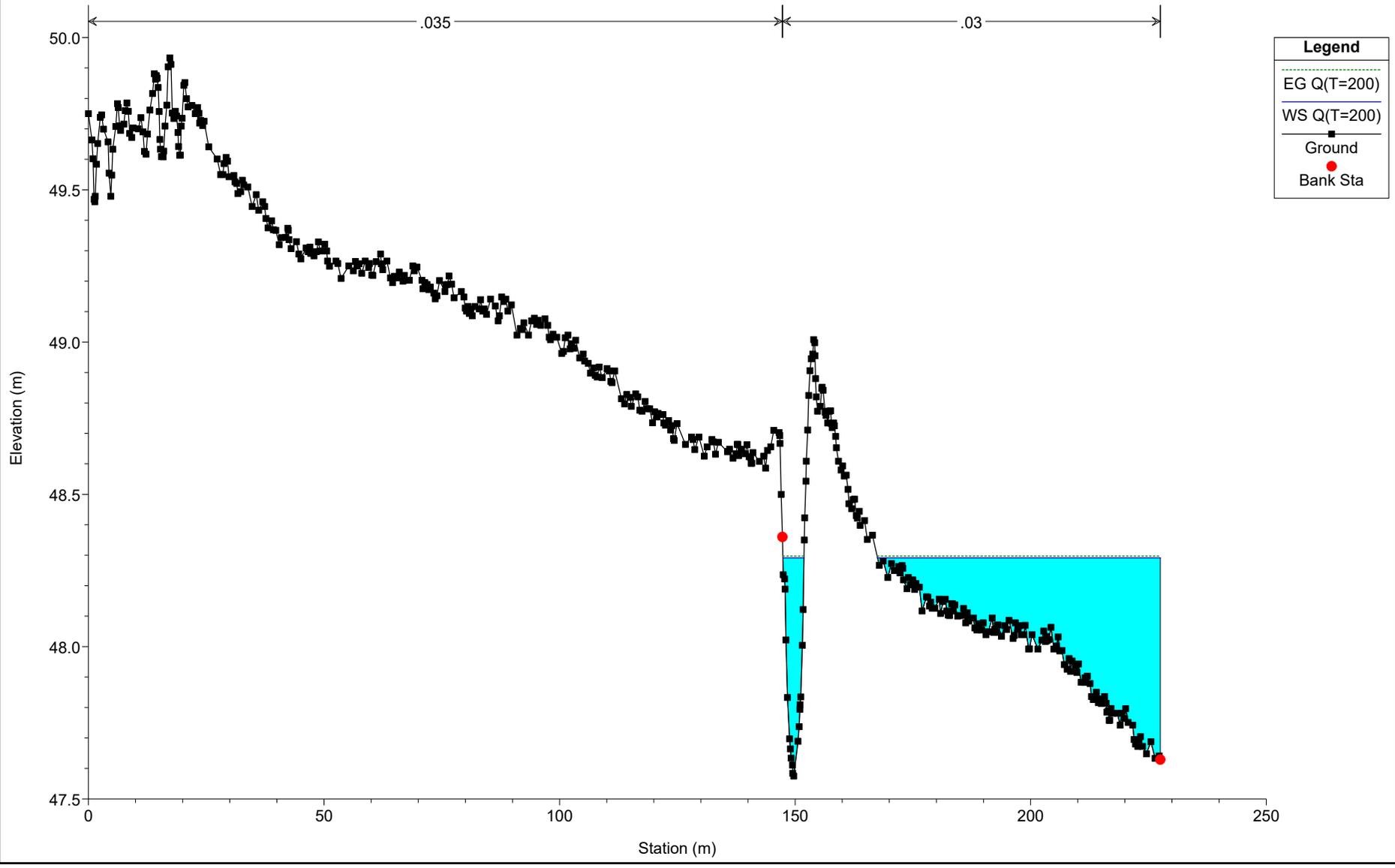


Project Plan: Plan 01 29/11/2022

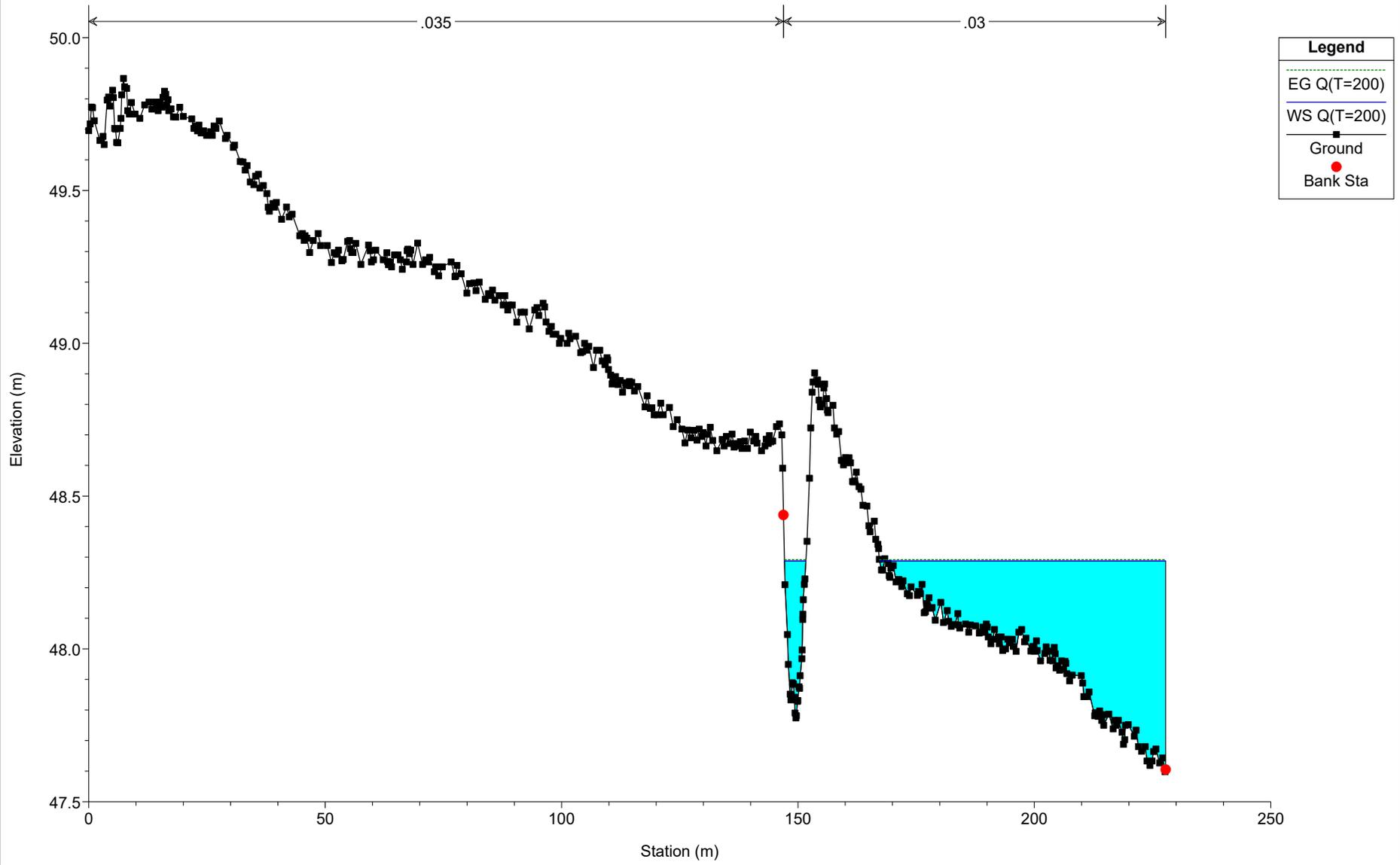




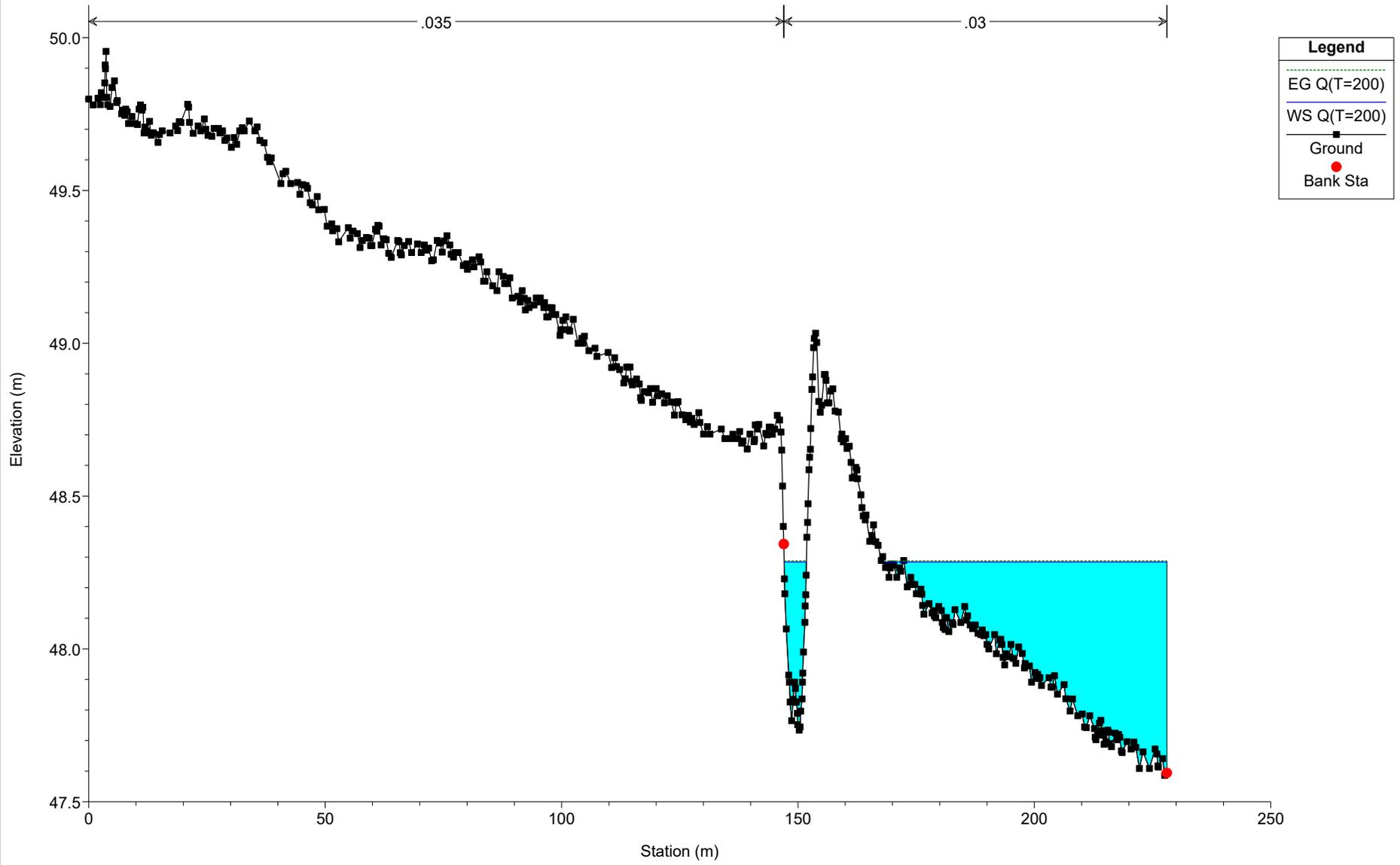
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



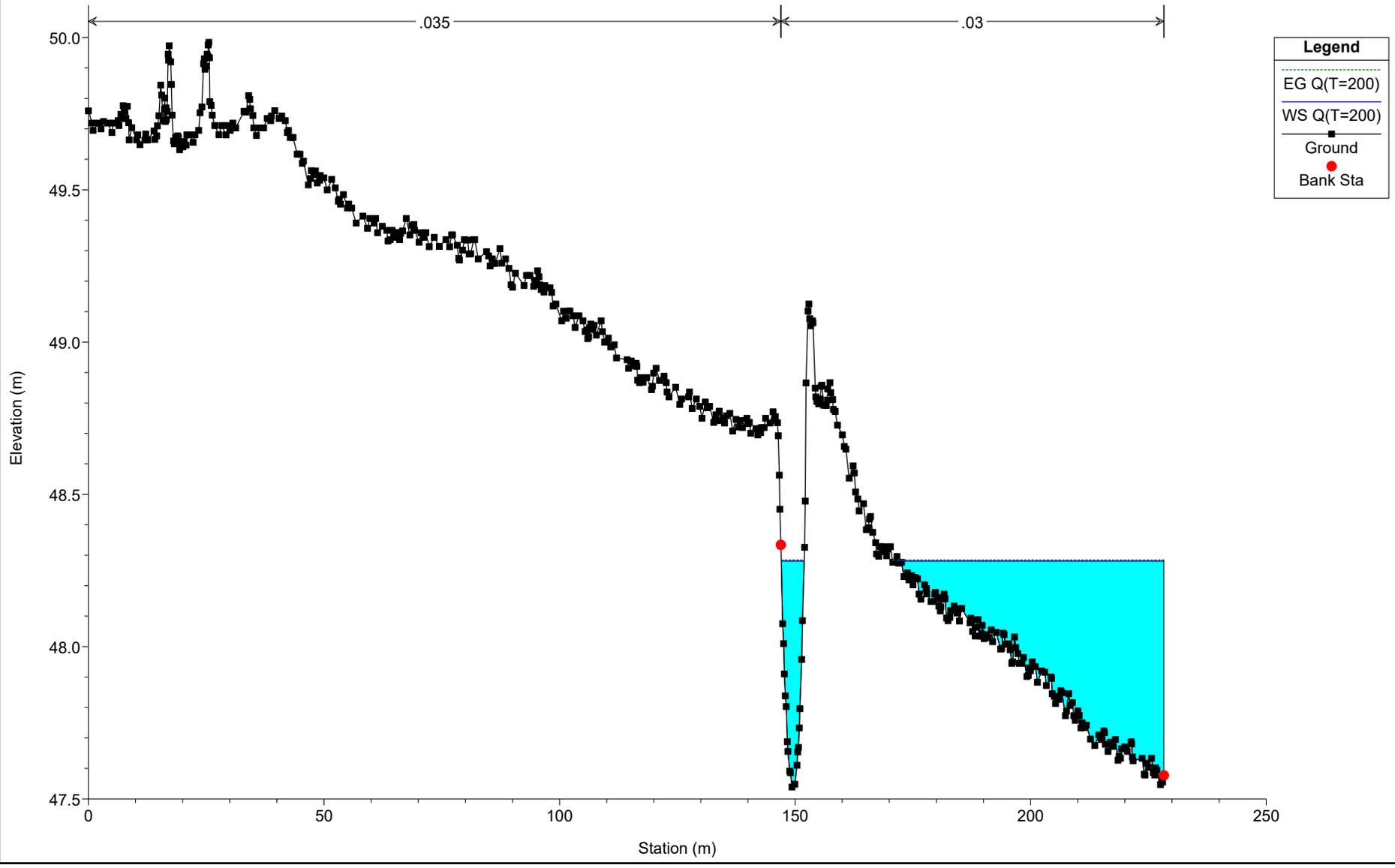
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



Project Plan: Plan 01 29/11/2022

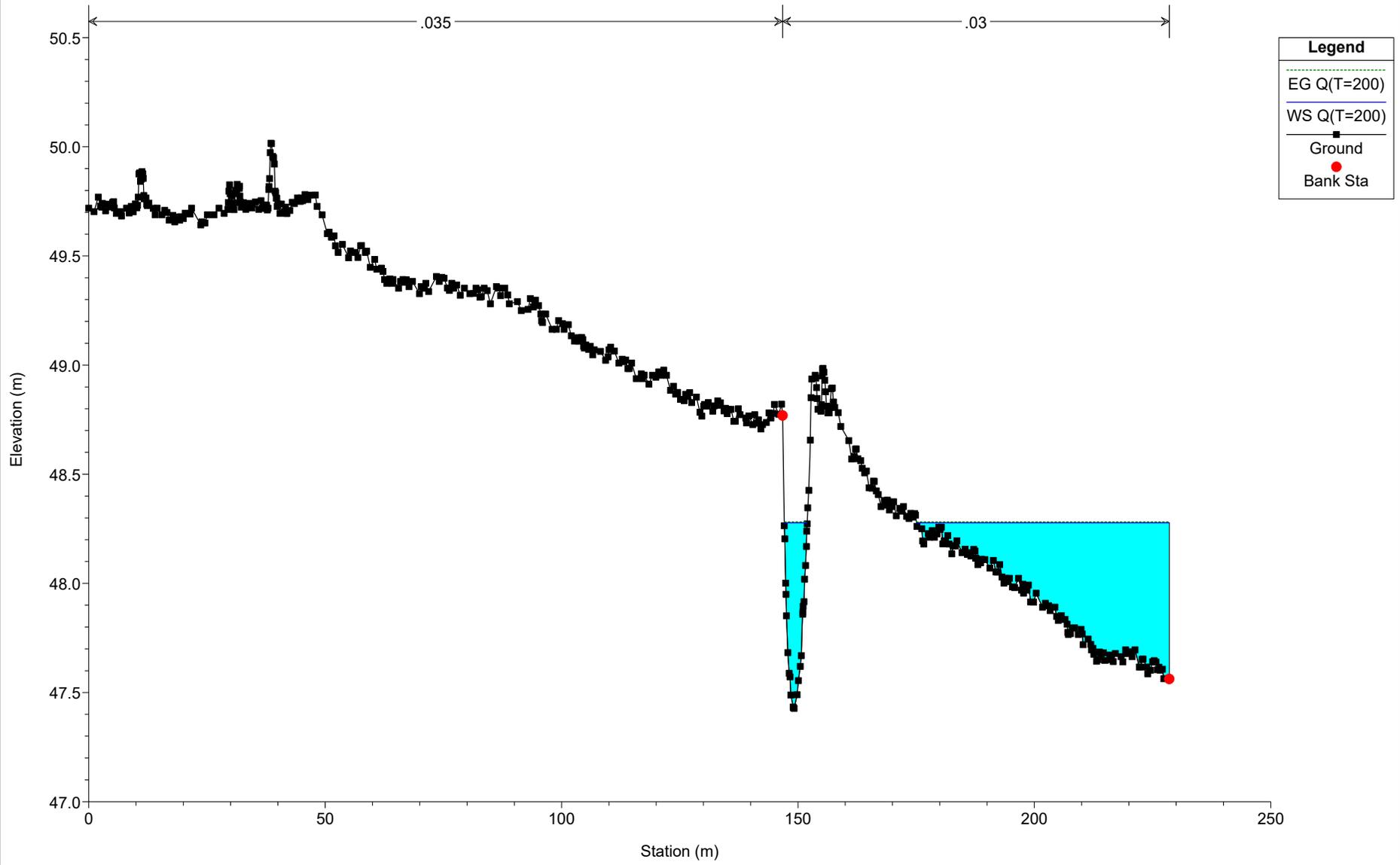


Project Plan: Plan 01 29/11/2022

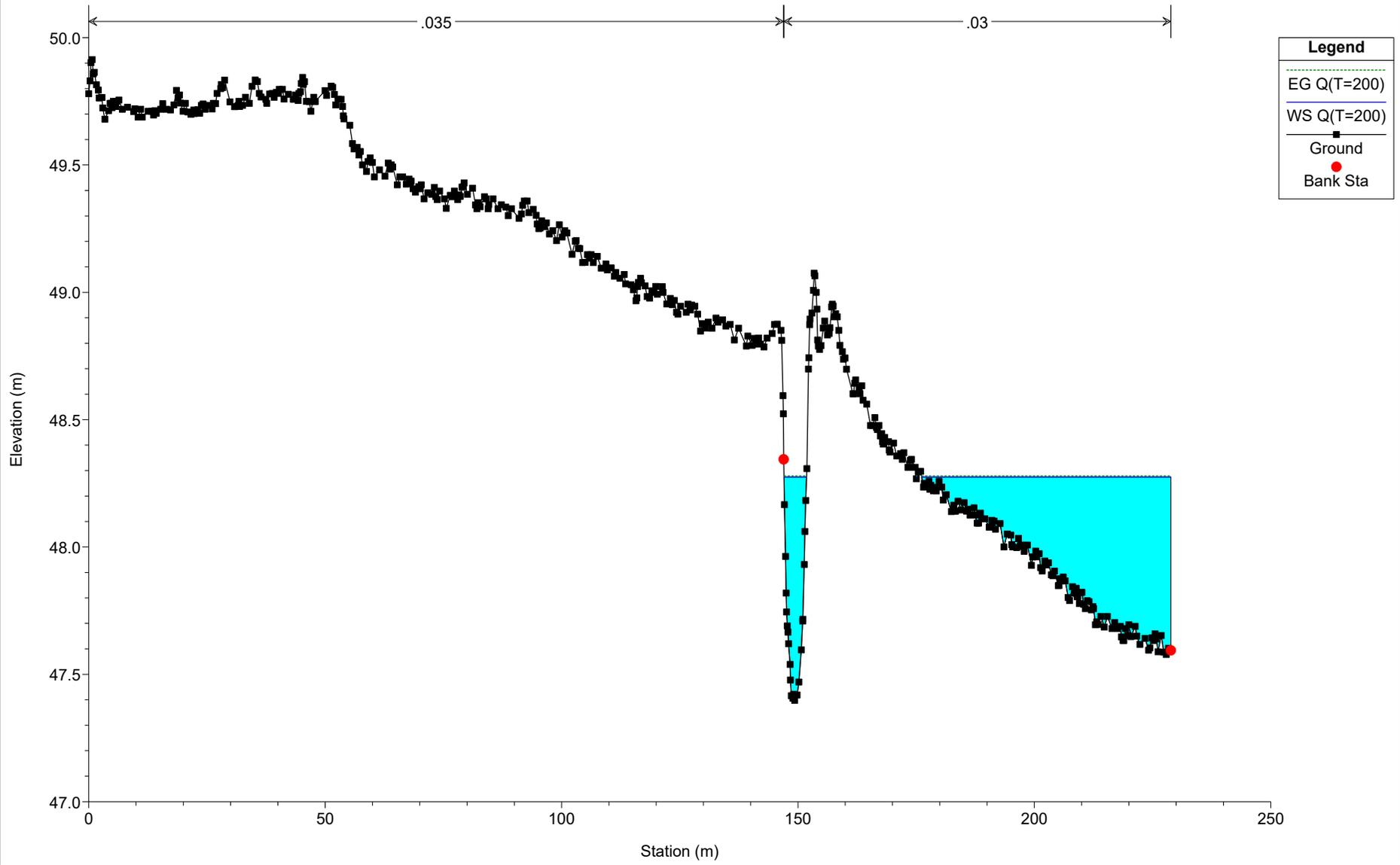


Legend	
EG Q(T=200)	
WS Q(T=200)	
Ground	
Bank Sta	

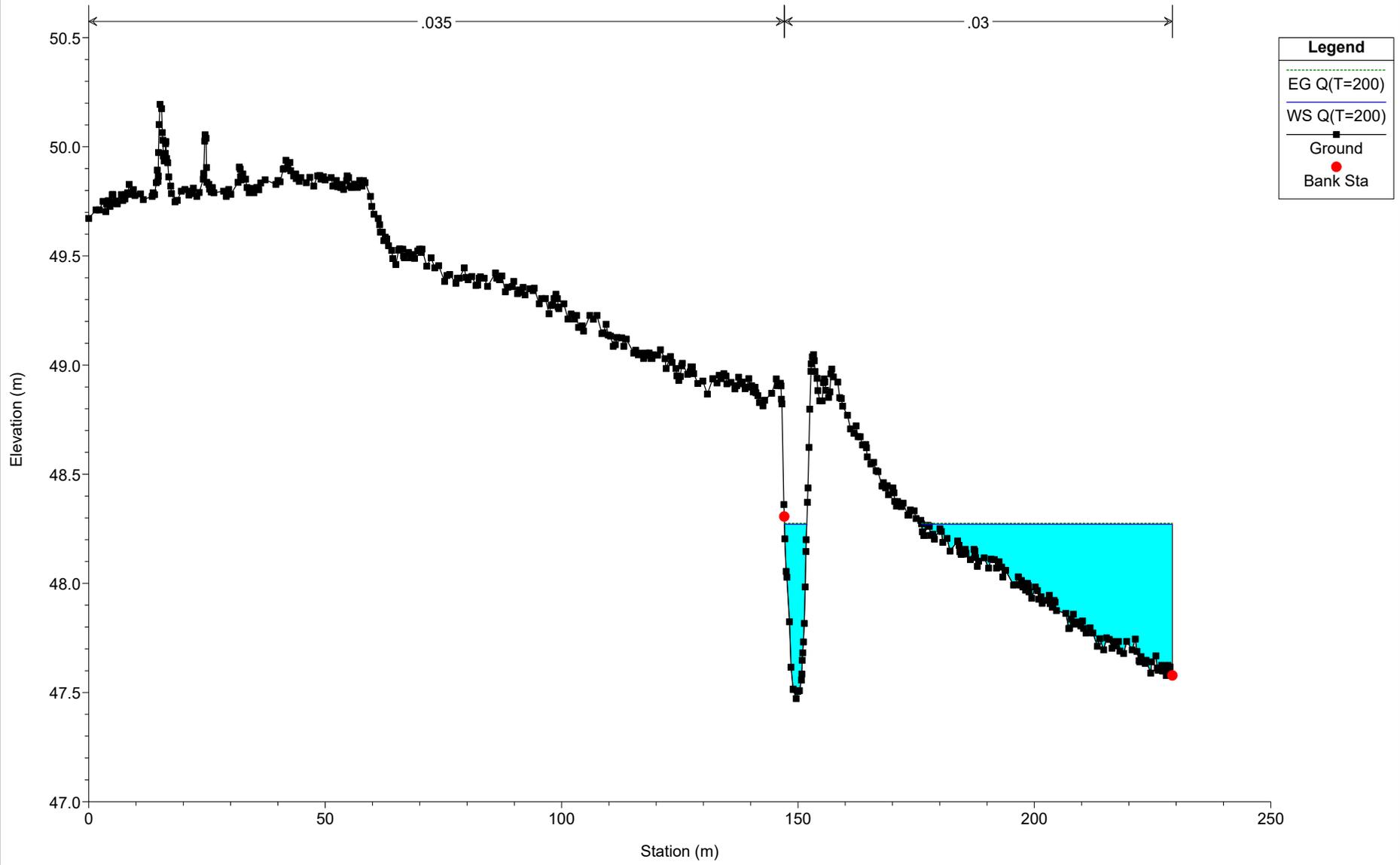
Project Plan: Plan 01 29/11/2022

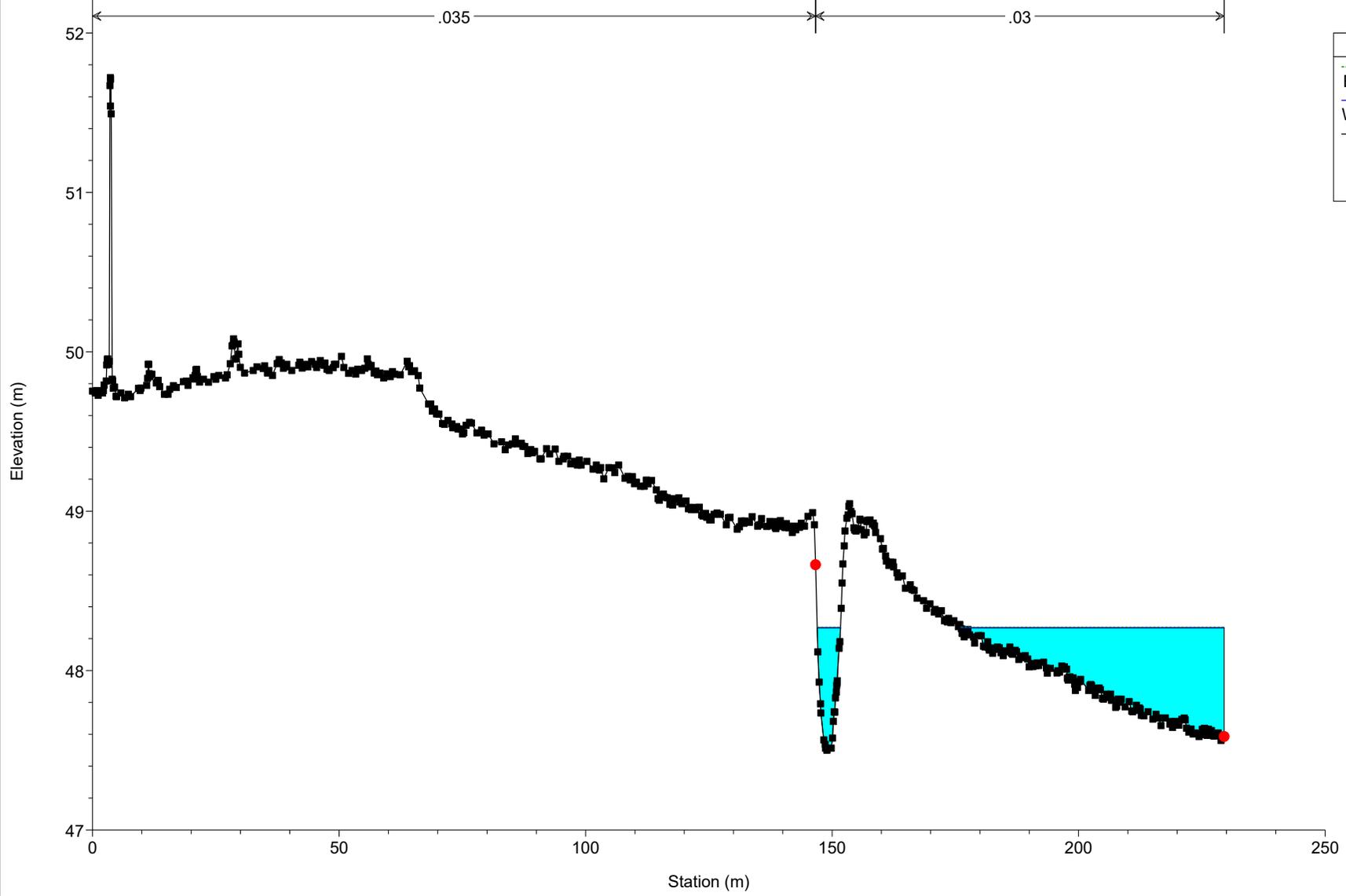


Project Plan: Plan 01 29/11/2022



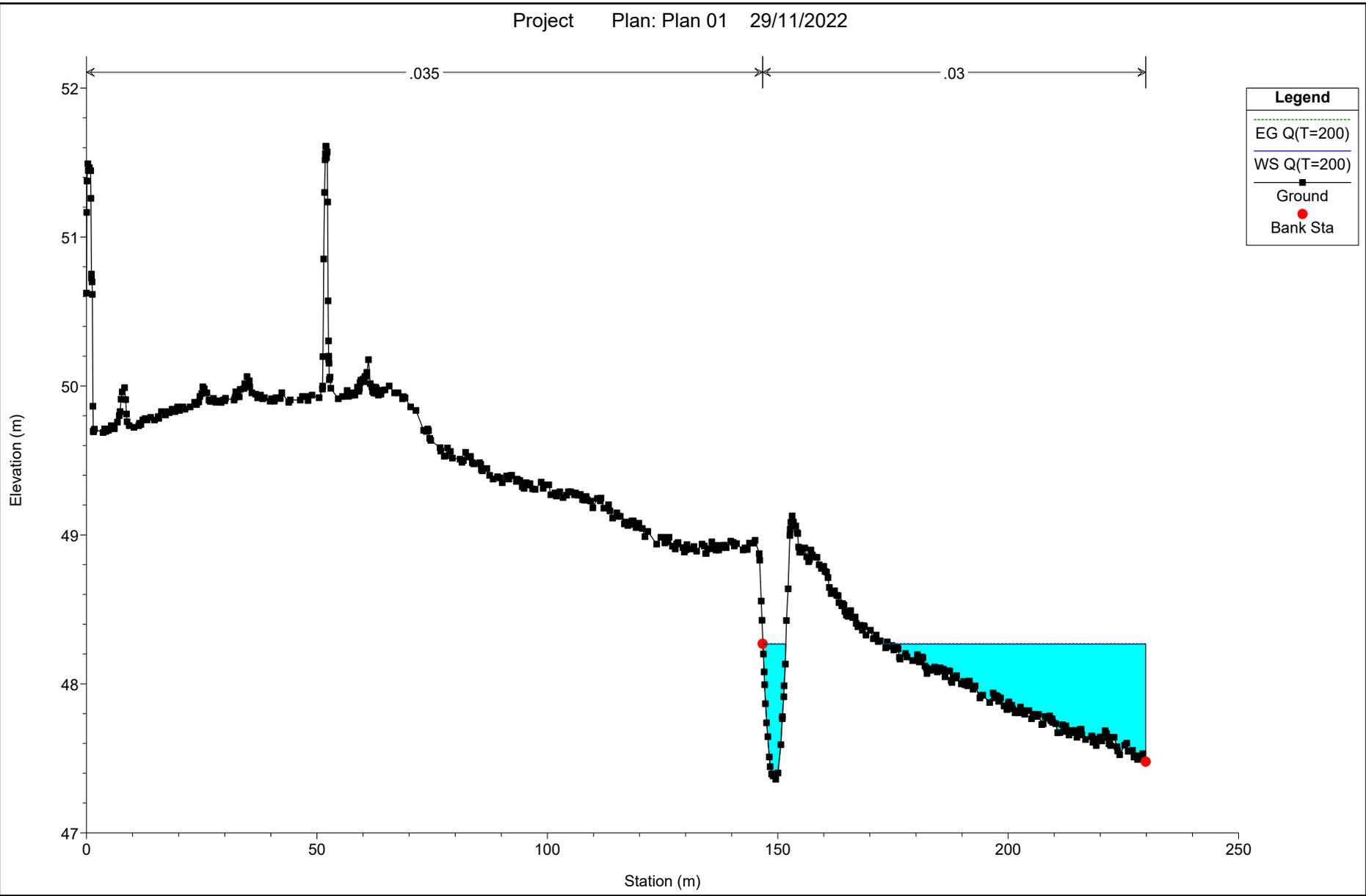
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



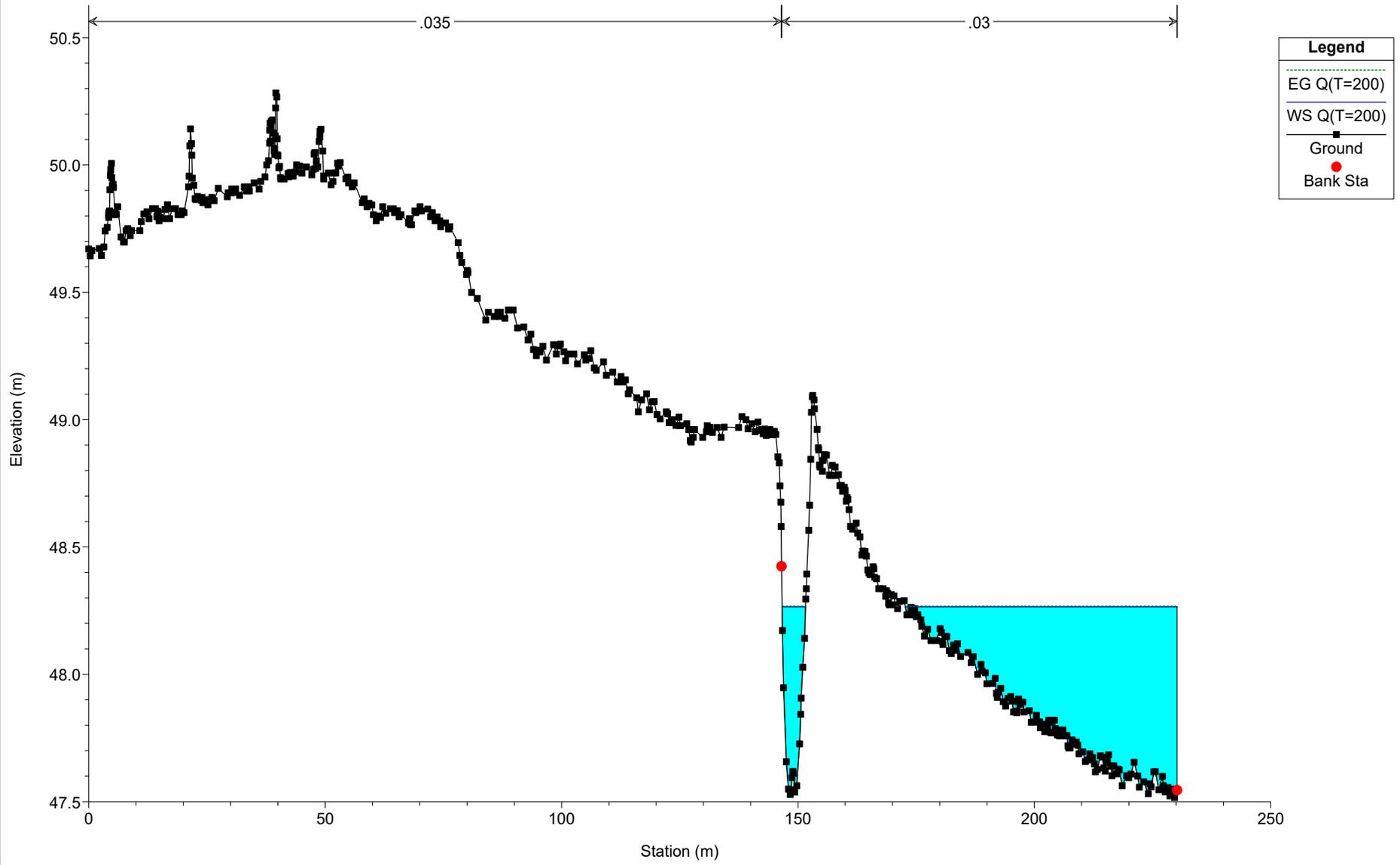


Legend

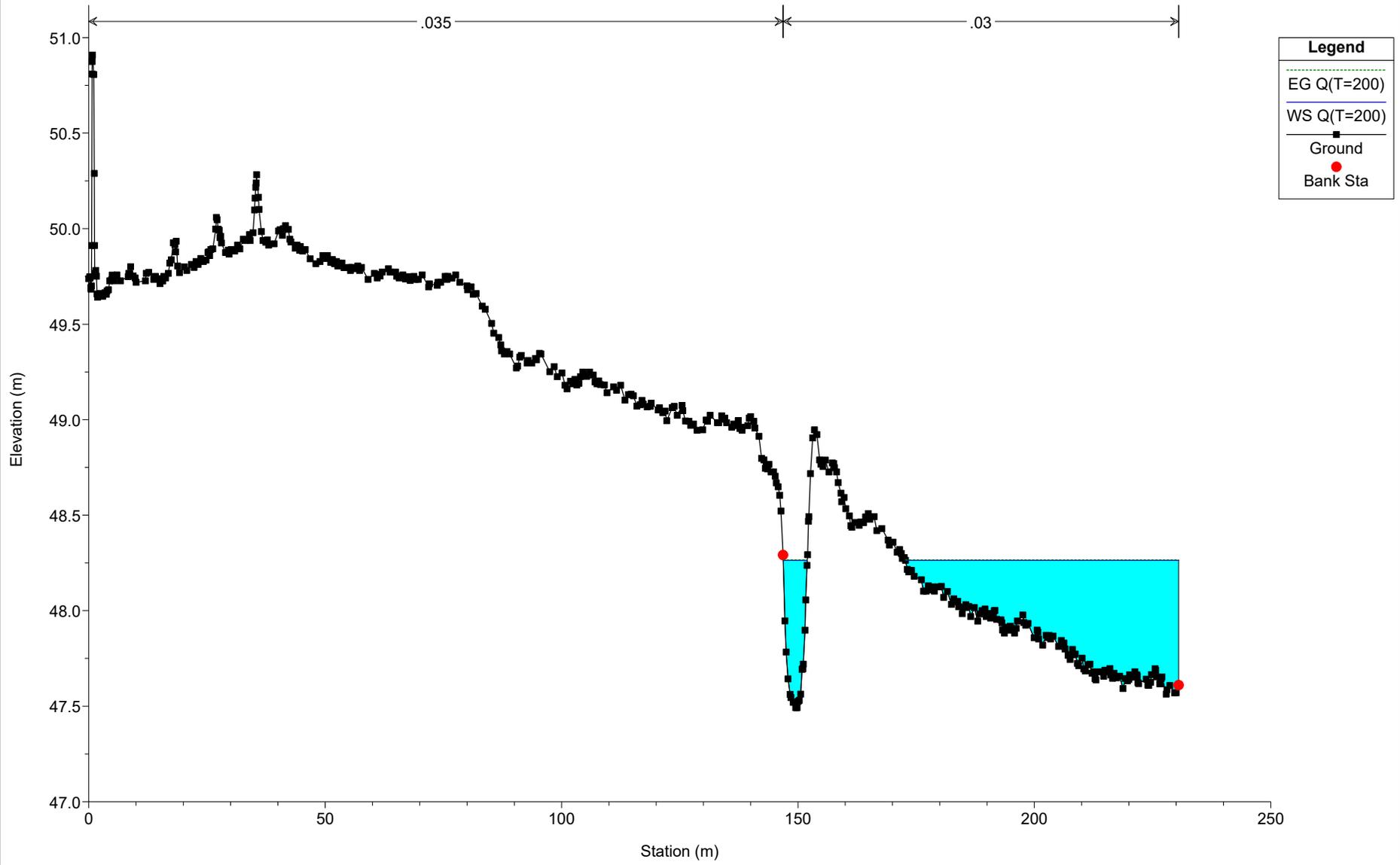
- EG Q(T=200)
- WS Q(T=200)
- Ground
- Bank Sta



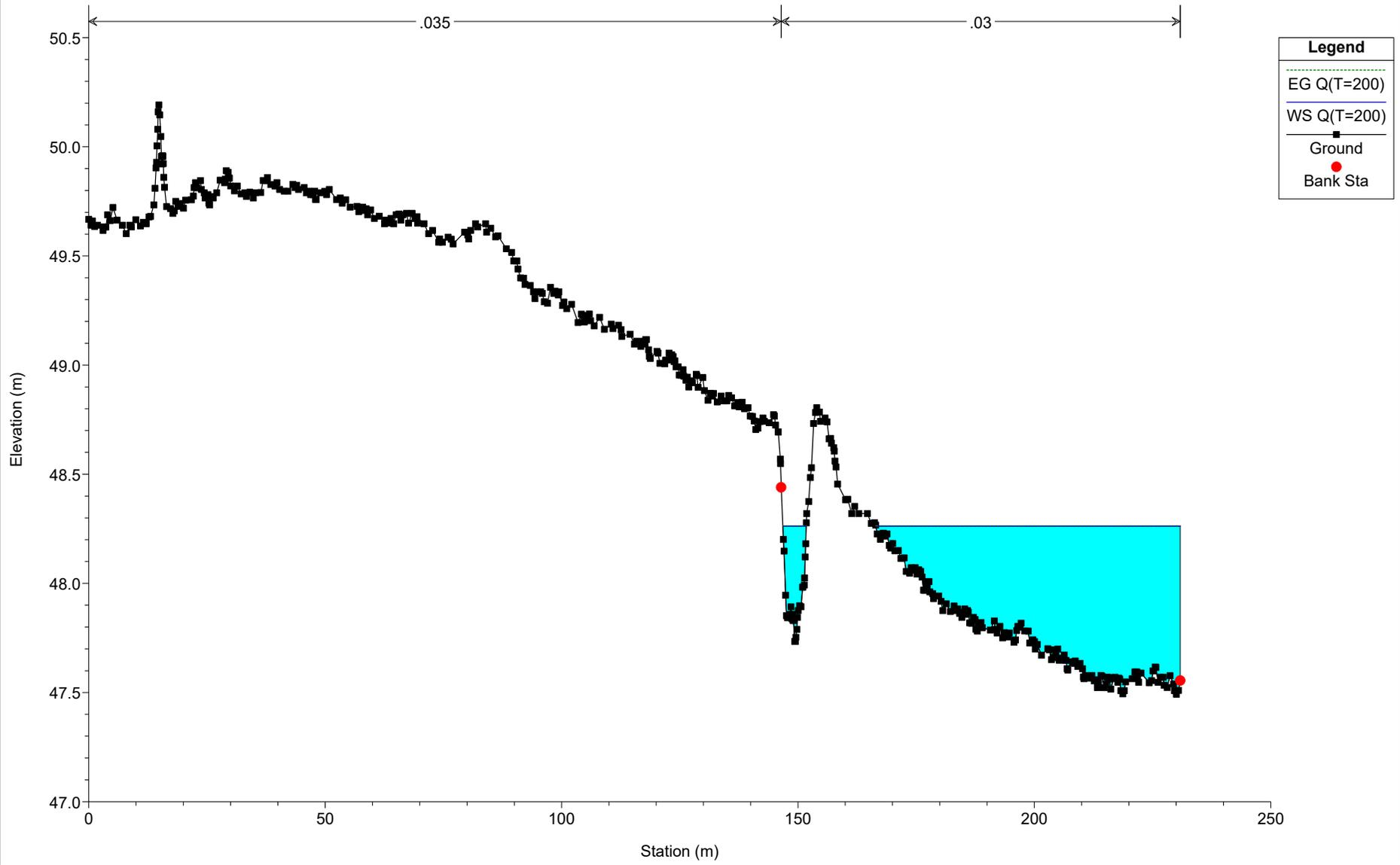
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



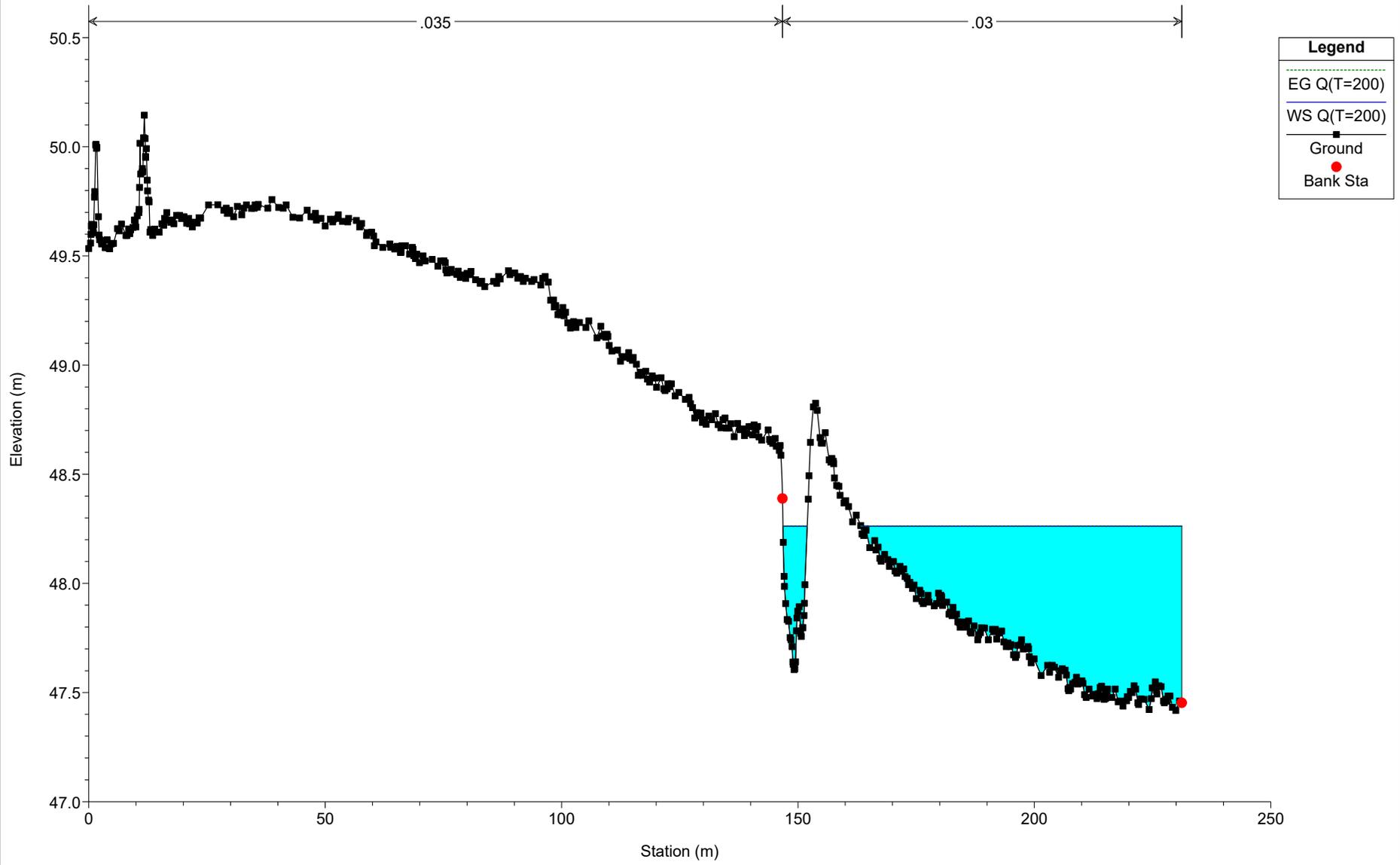
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



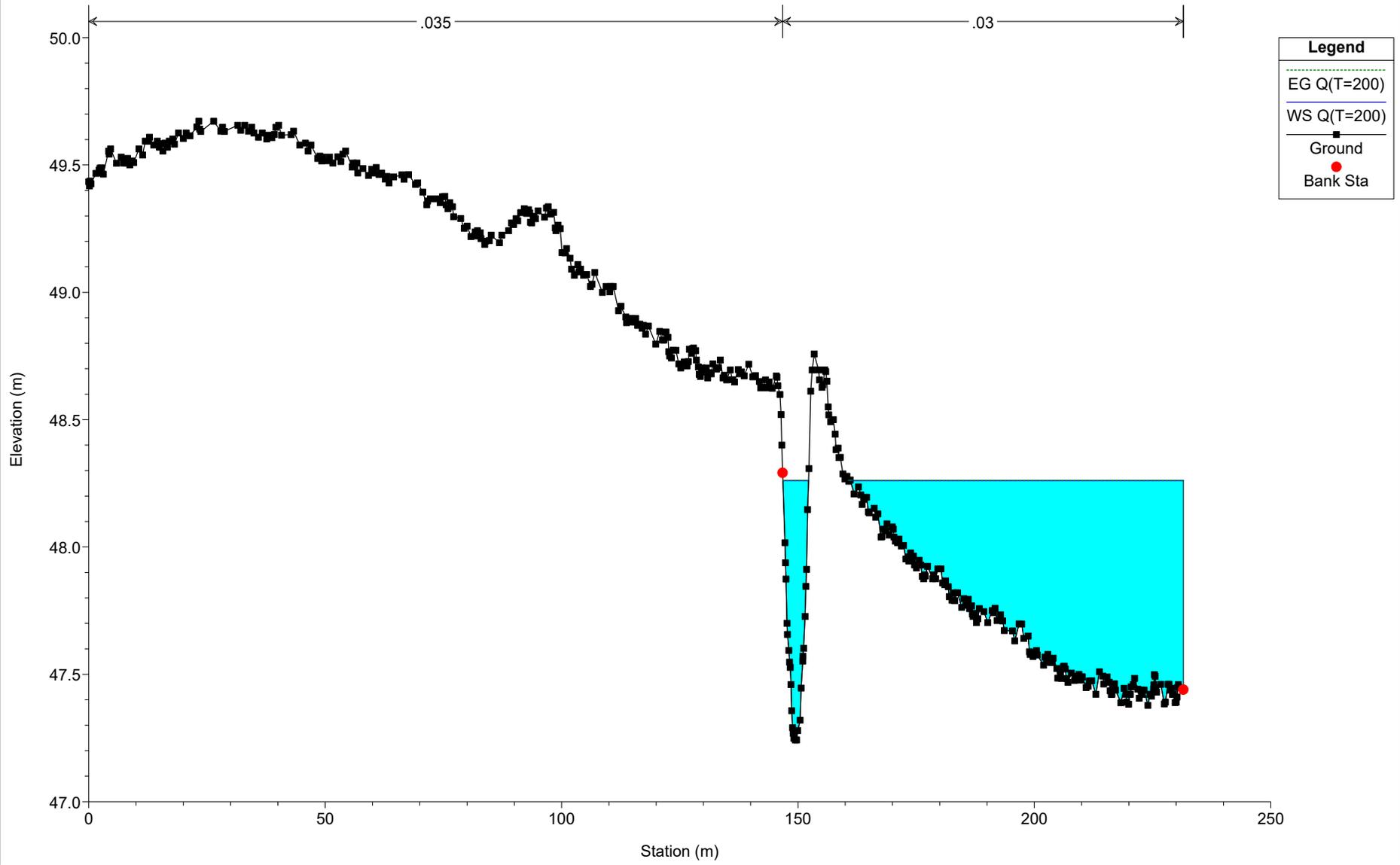
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



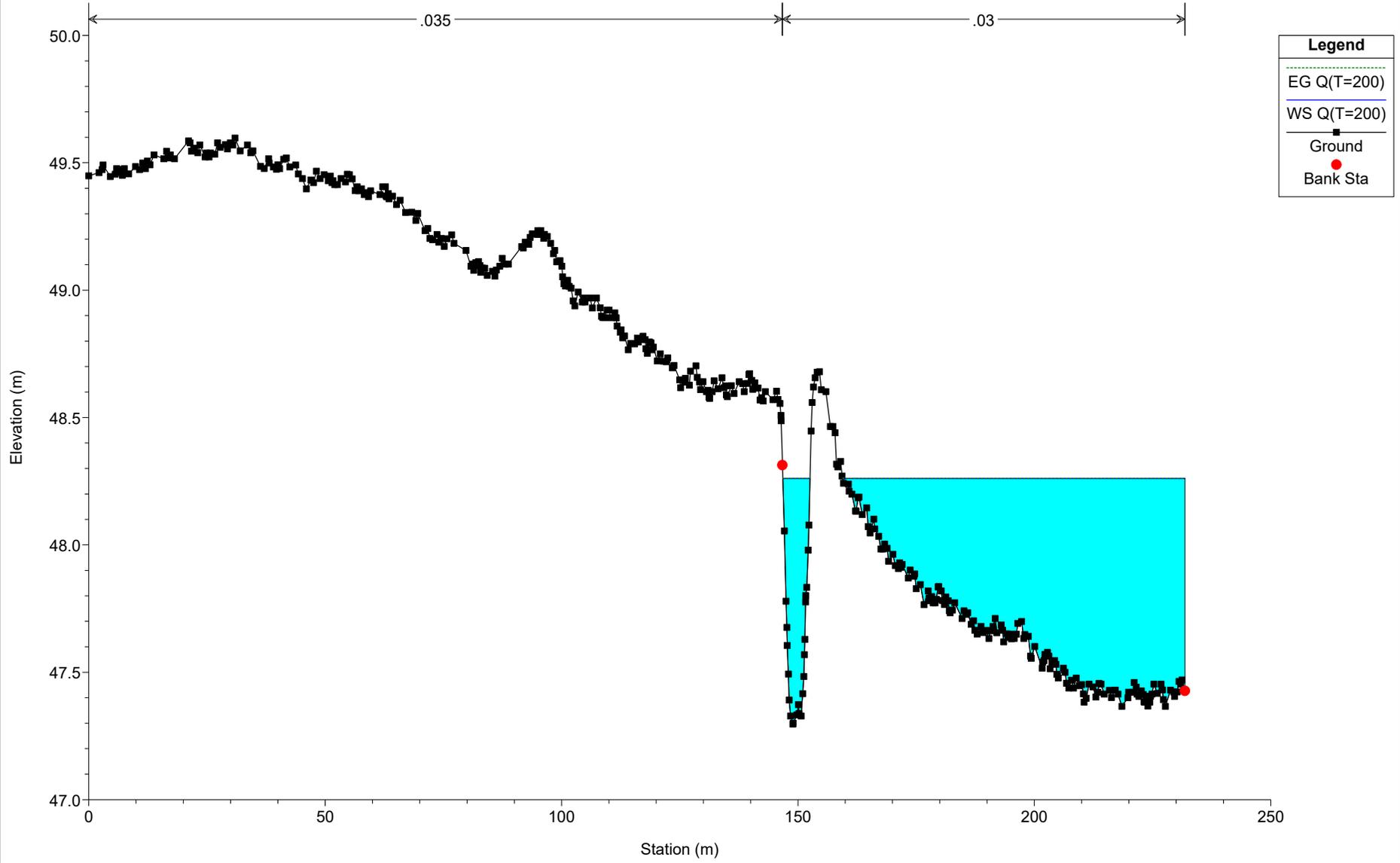
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



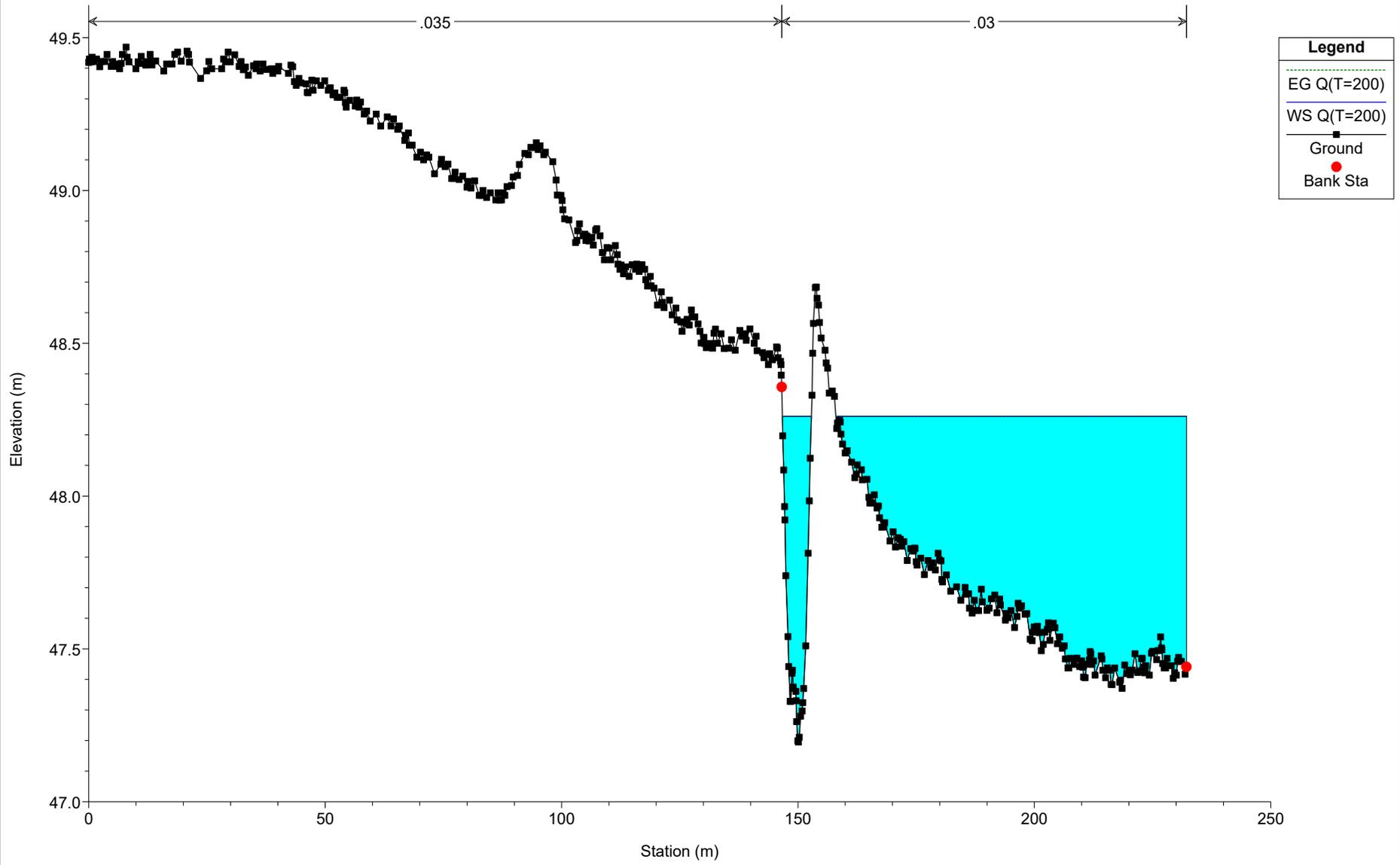
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



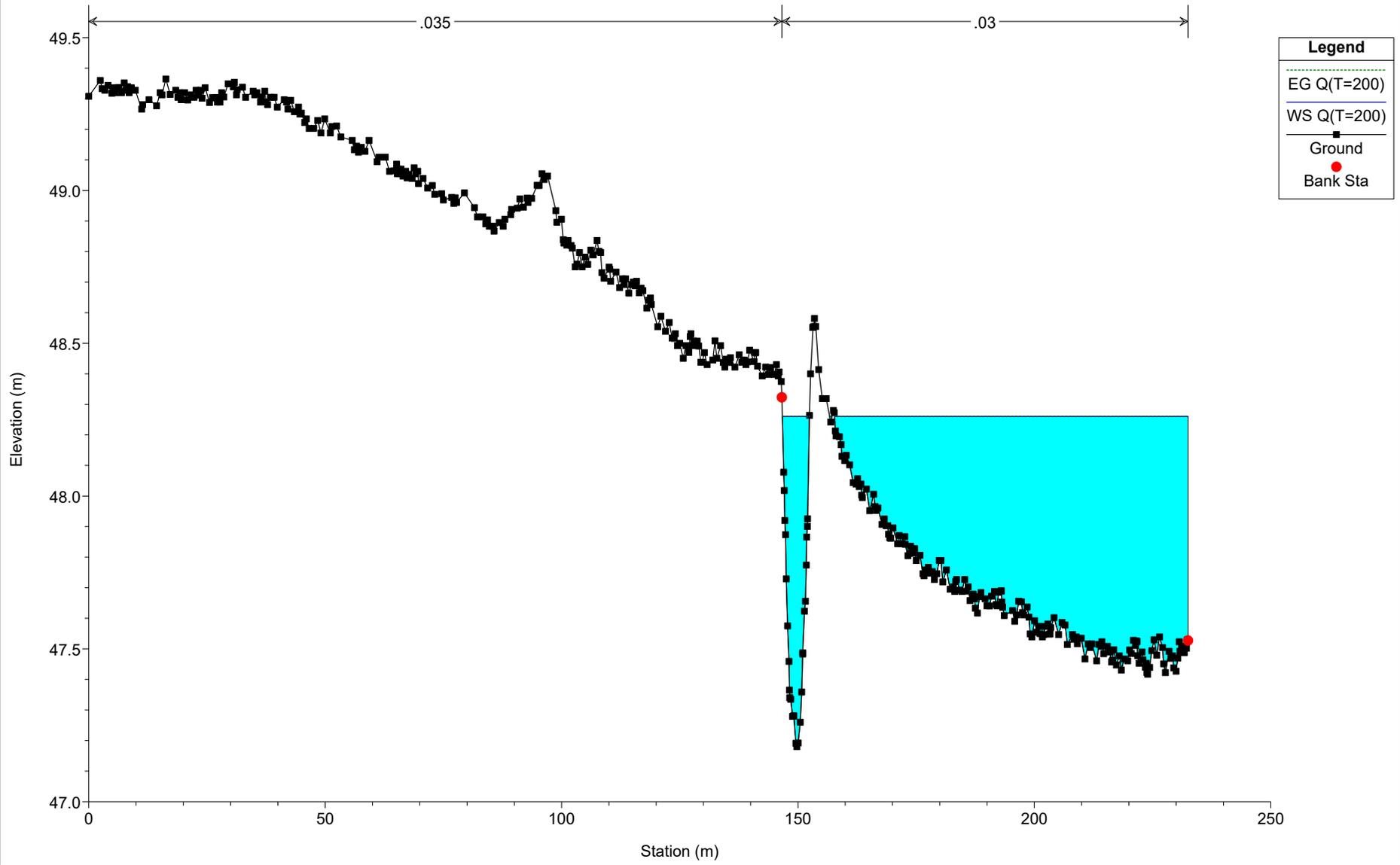
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



Project Plan: Plan 01 29/11/2022

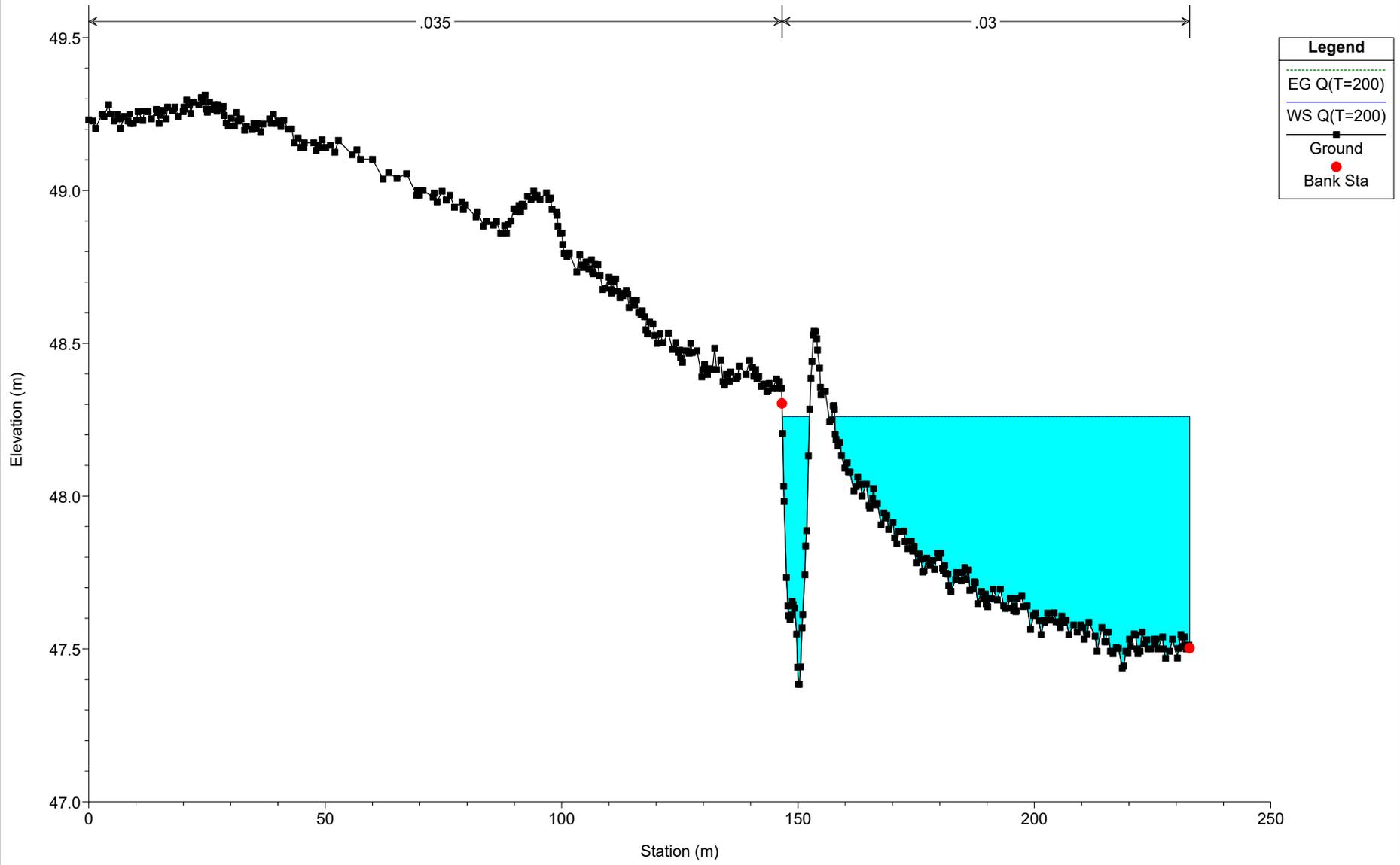


Project Plan: Plan 01 29/11/2022

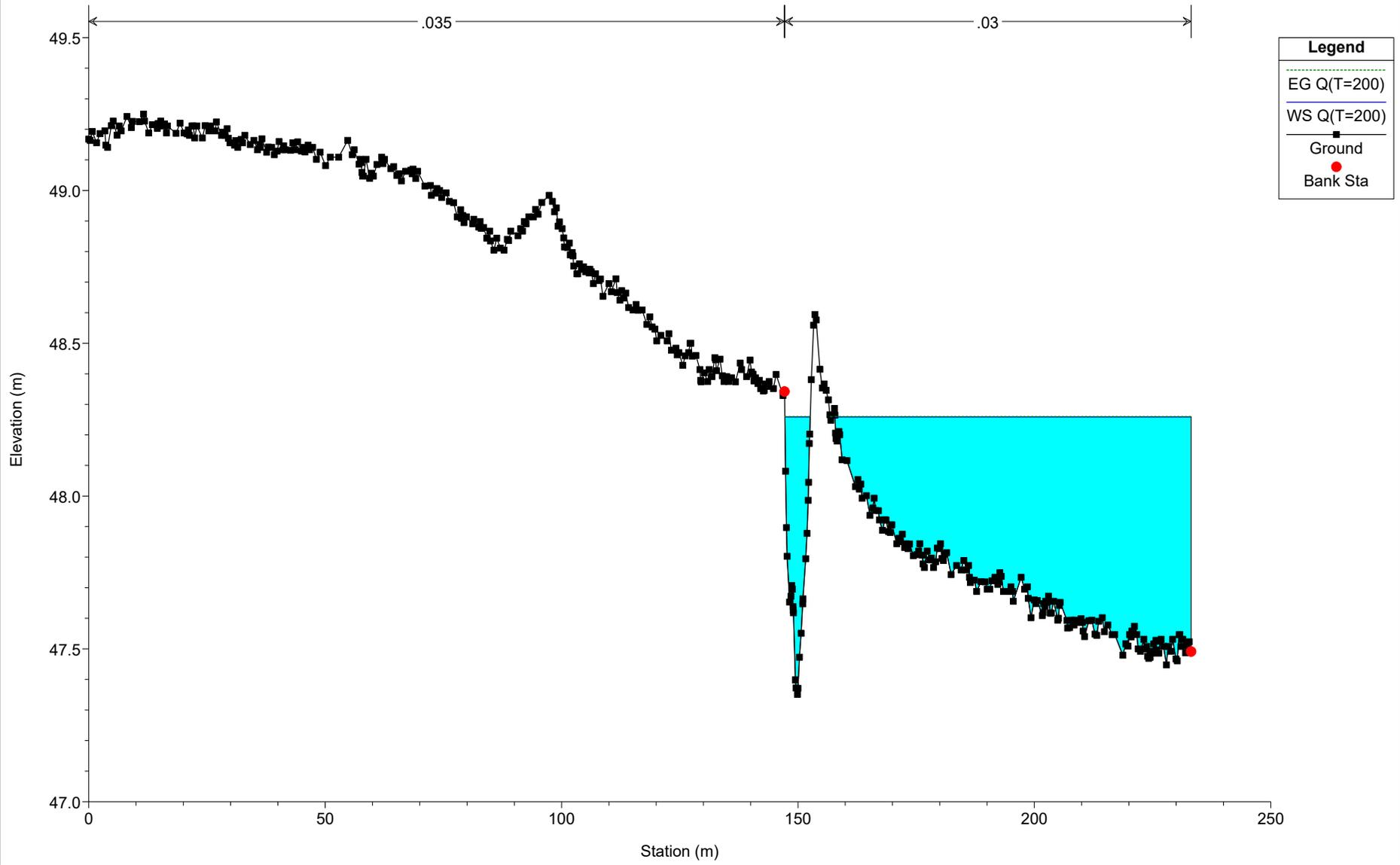


Legend	
EG Q(T=200)	(dotted line)
WS Q(T=200)	(solid line)
Ground	(black line with squares)
Bank Sta	(red dot)

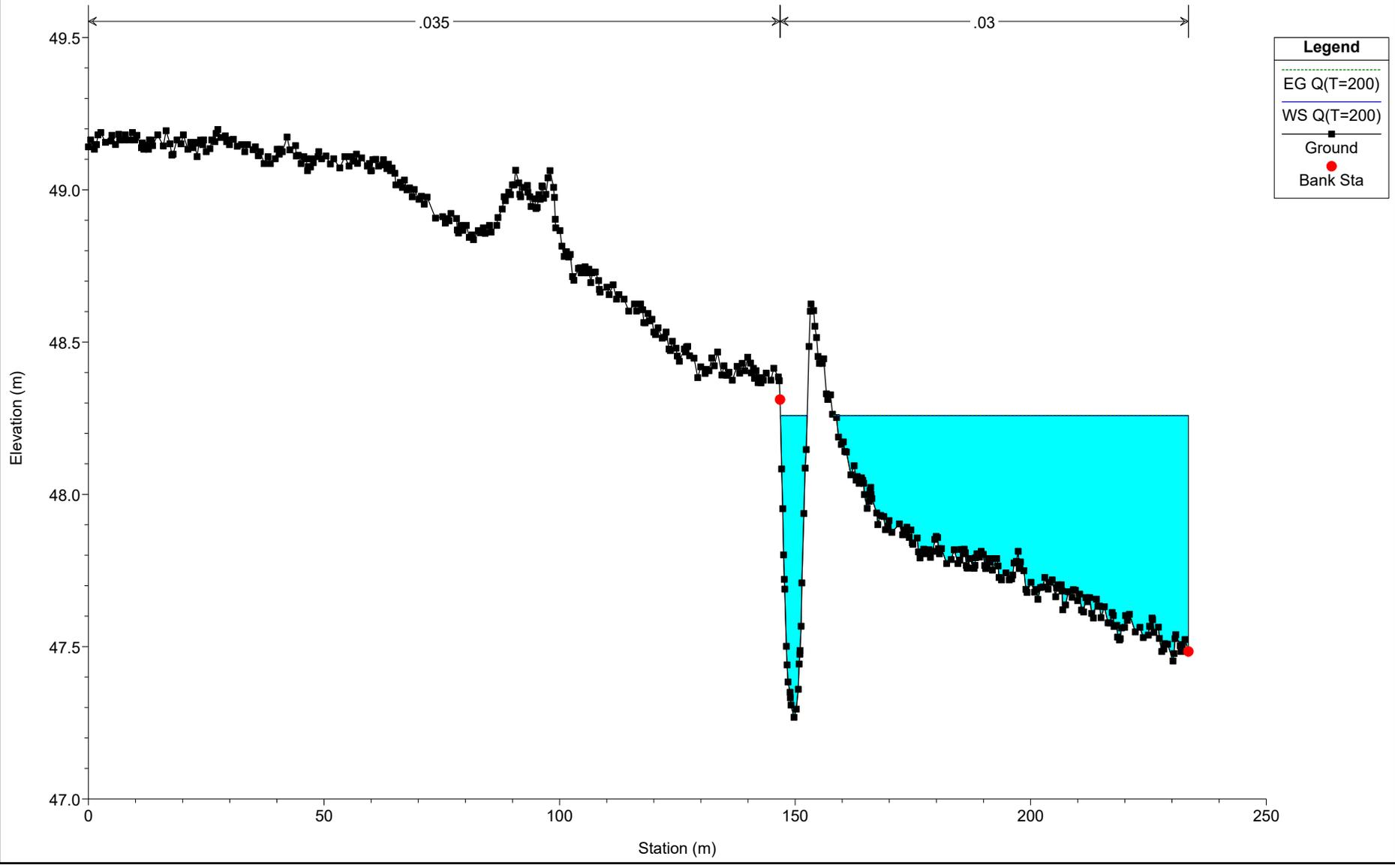
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



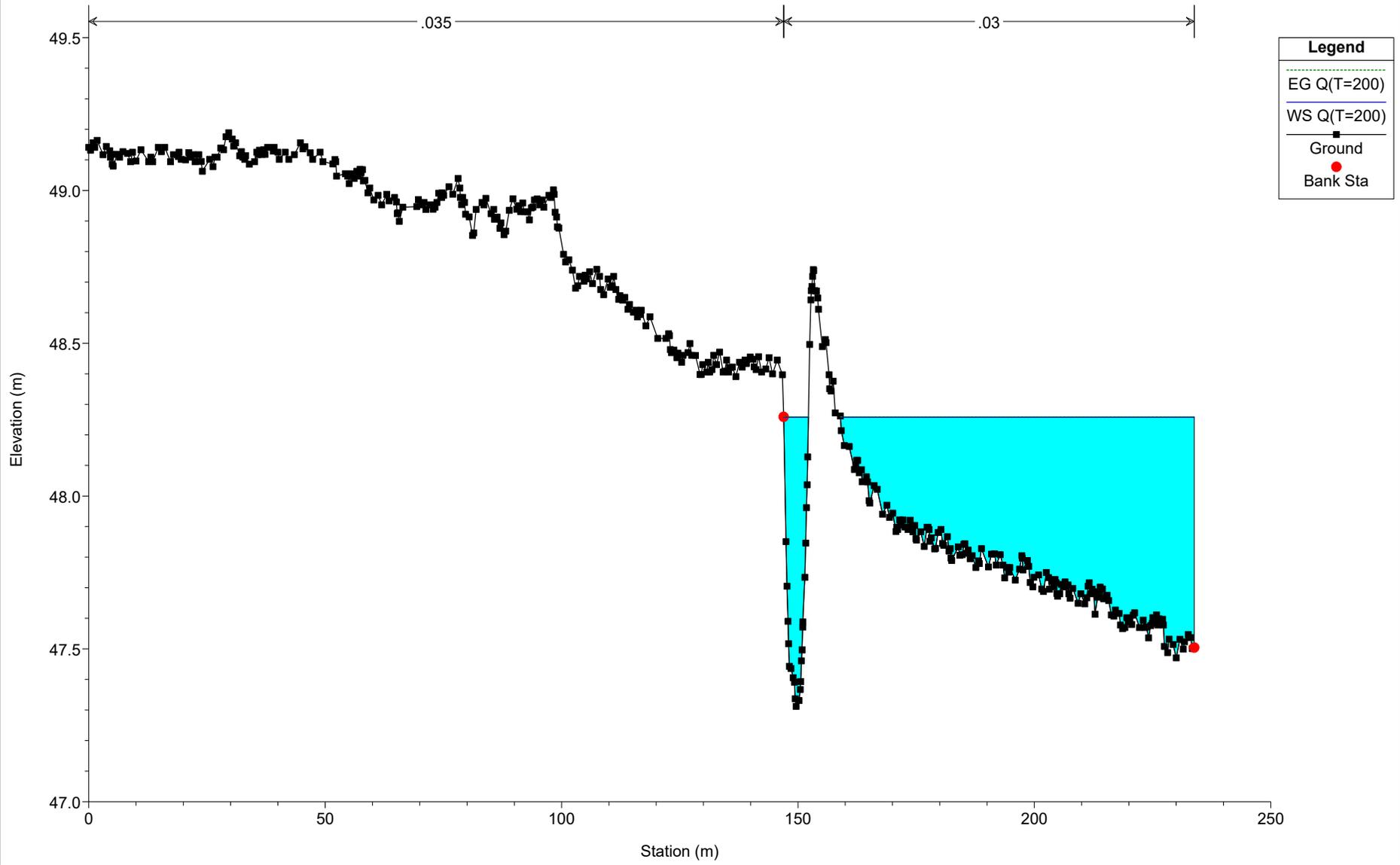
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



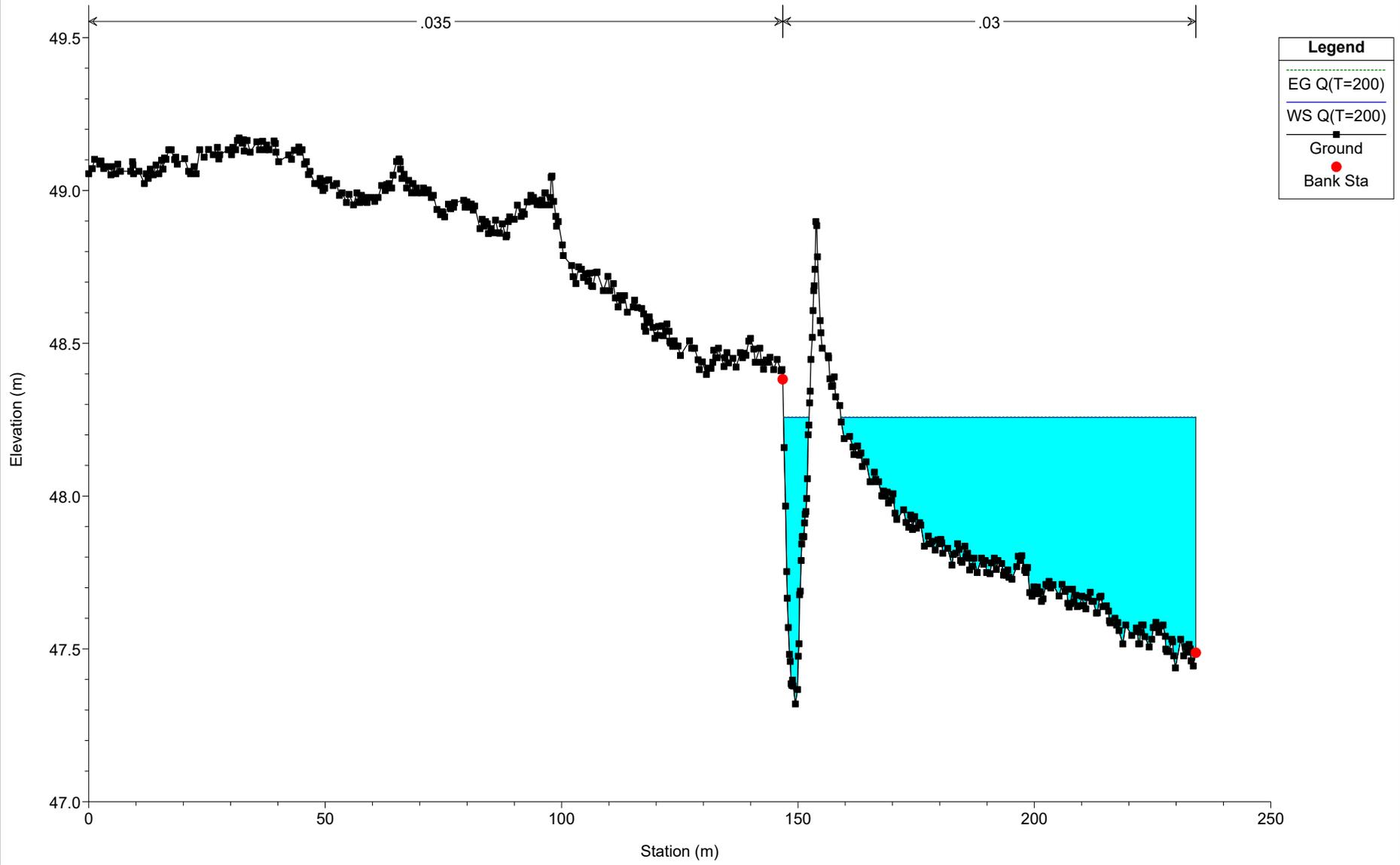
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



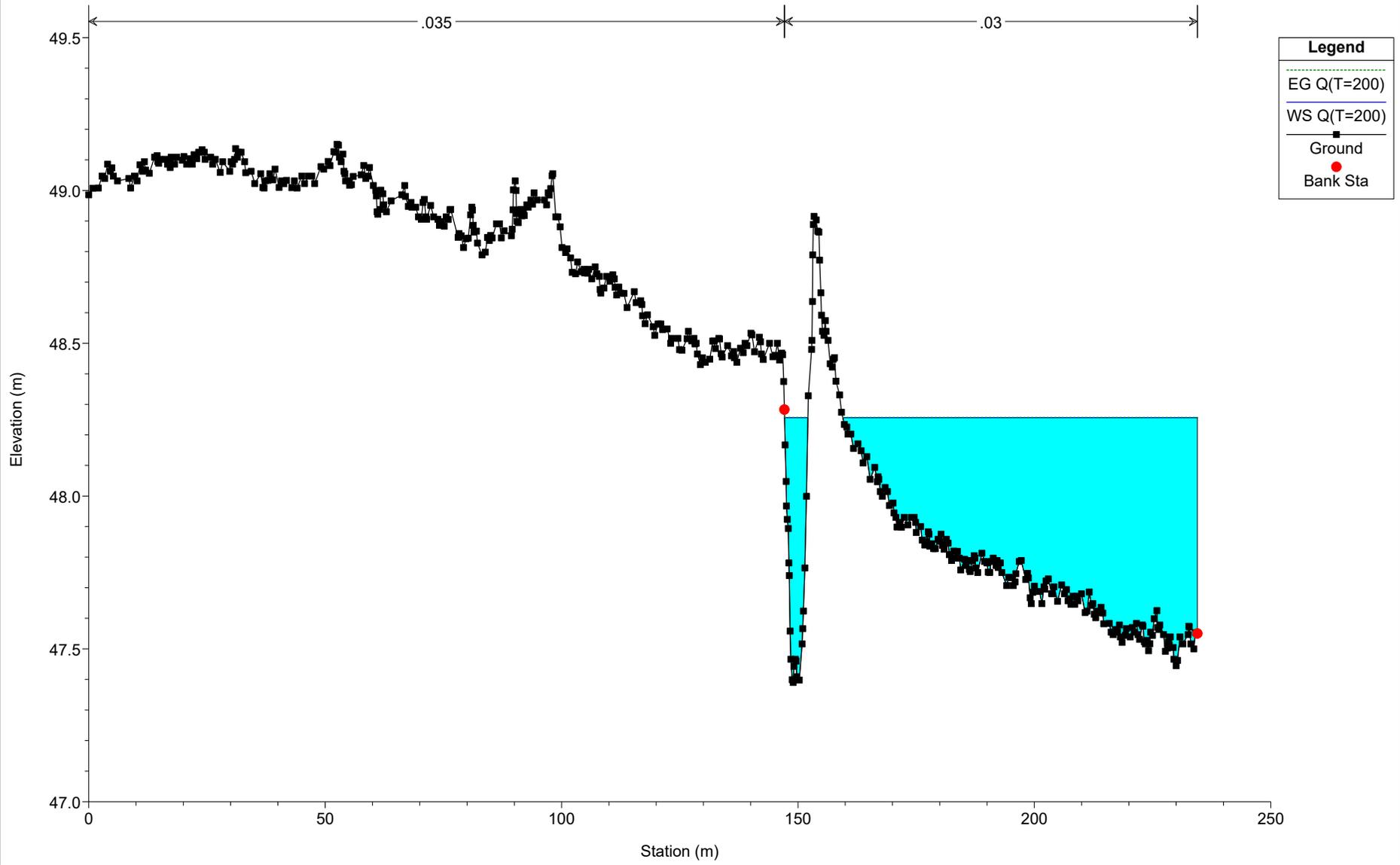
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



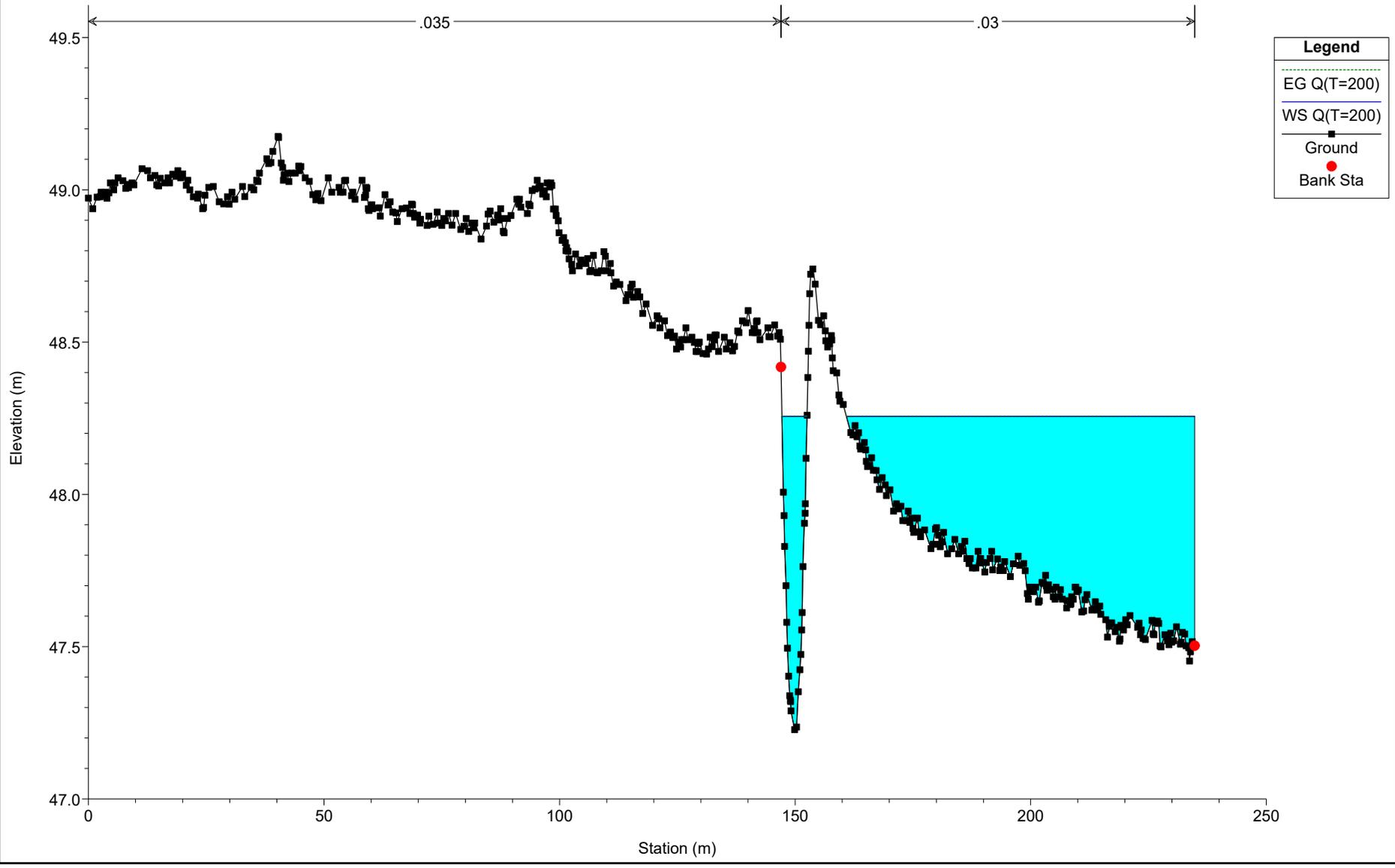
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



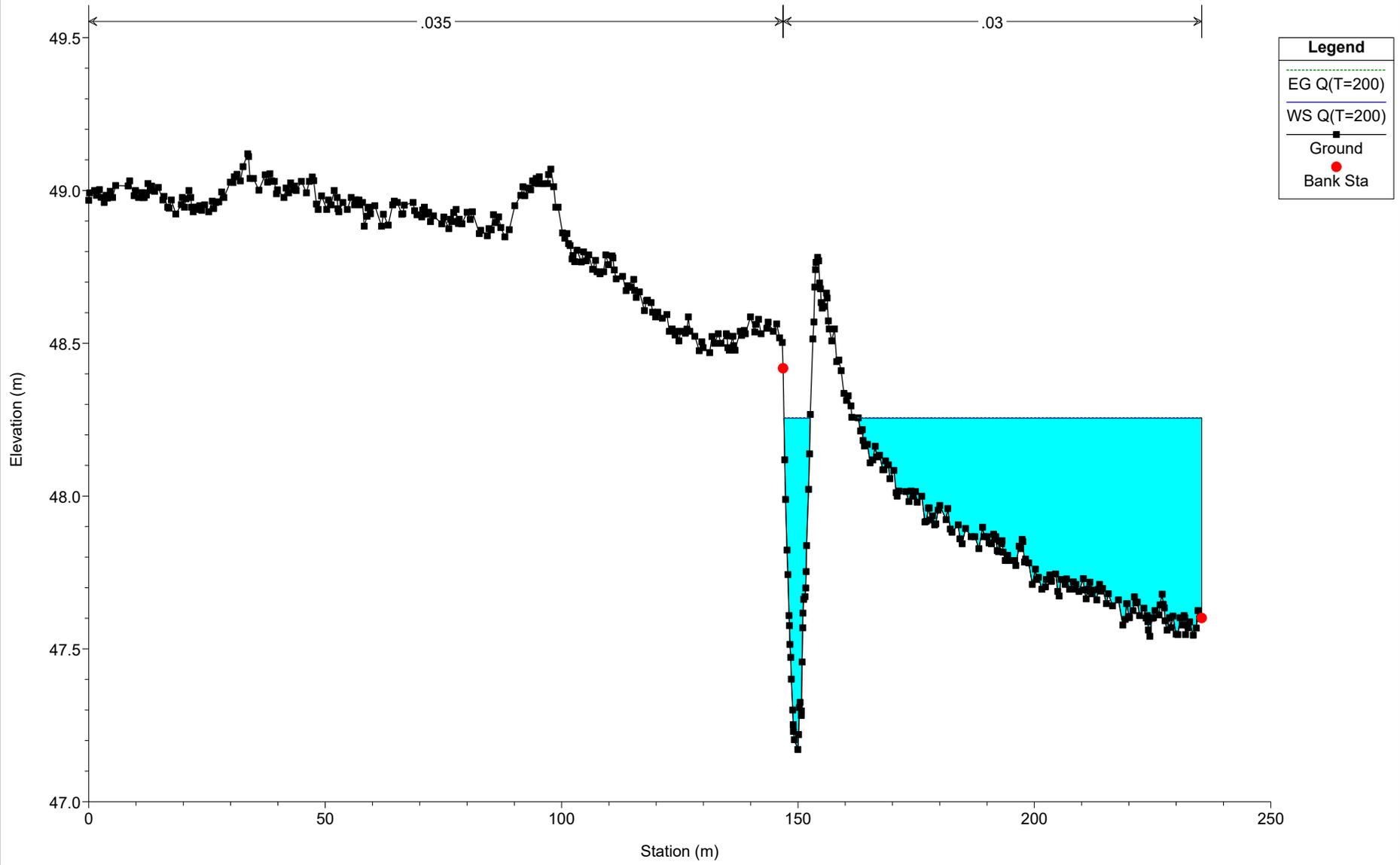
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



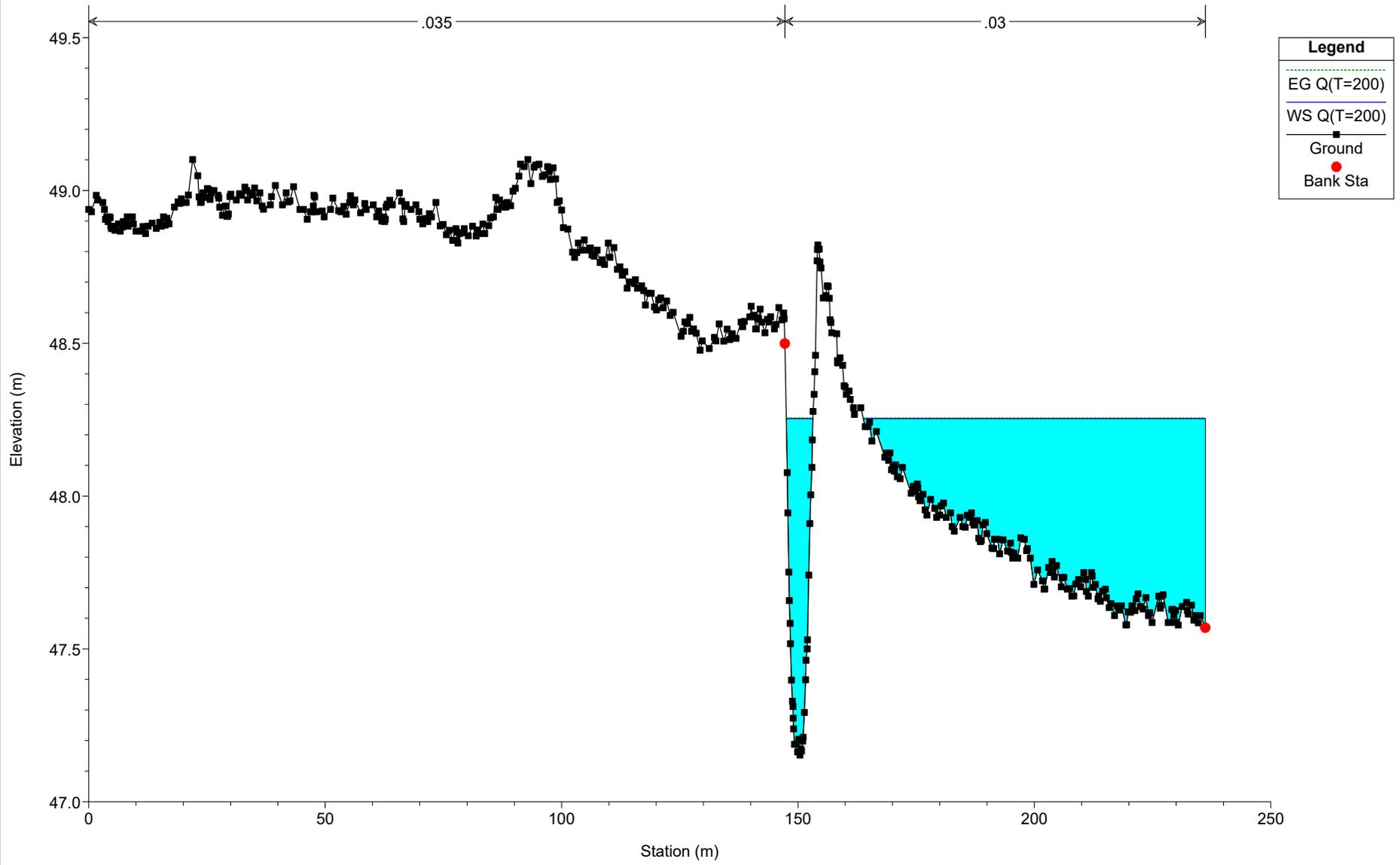
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



Project Plan: Plan 01 29/11/2022



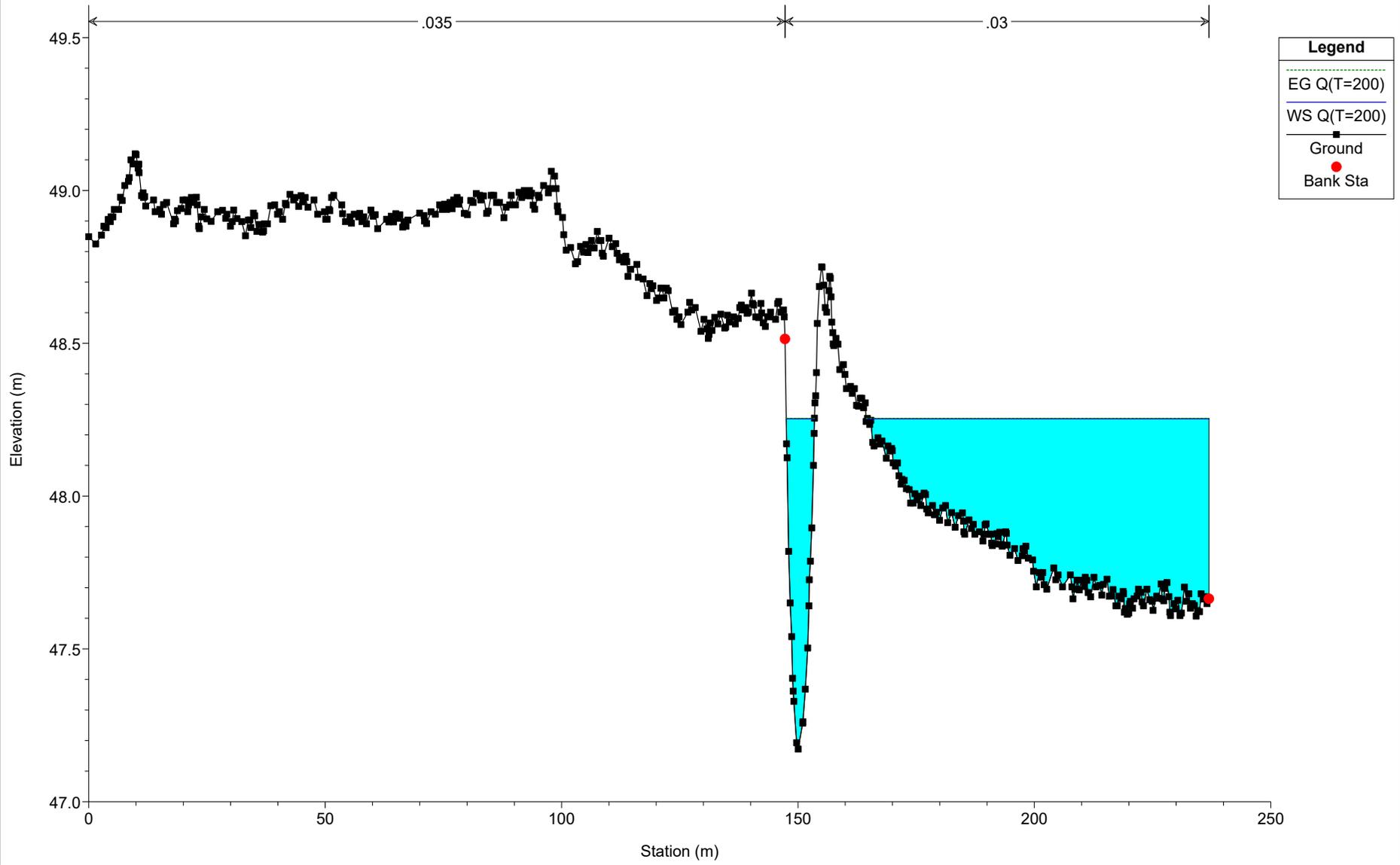
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



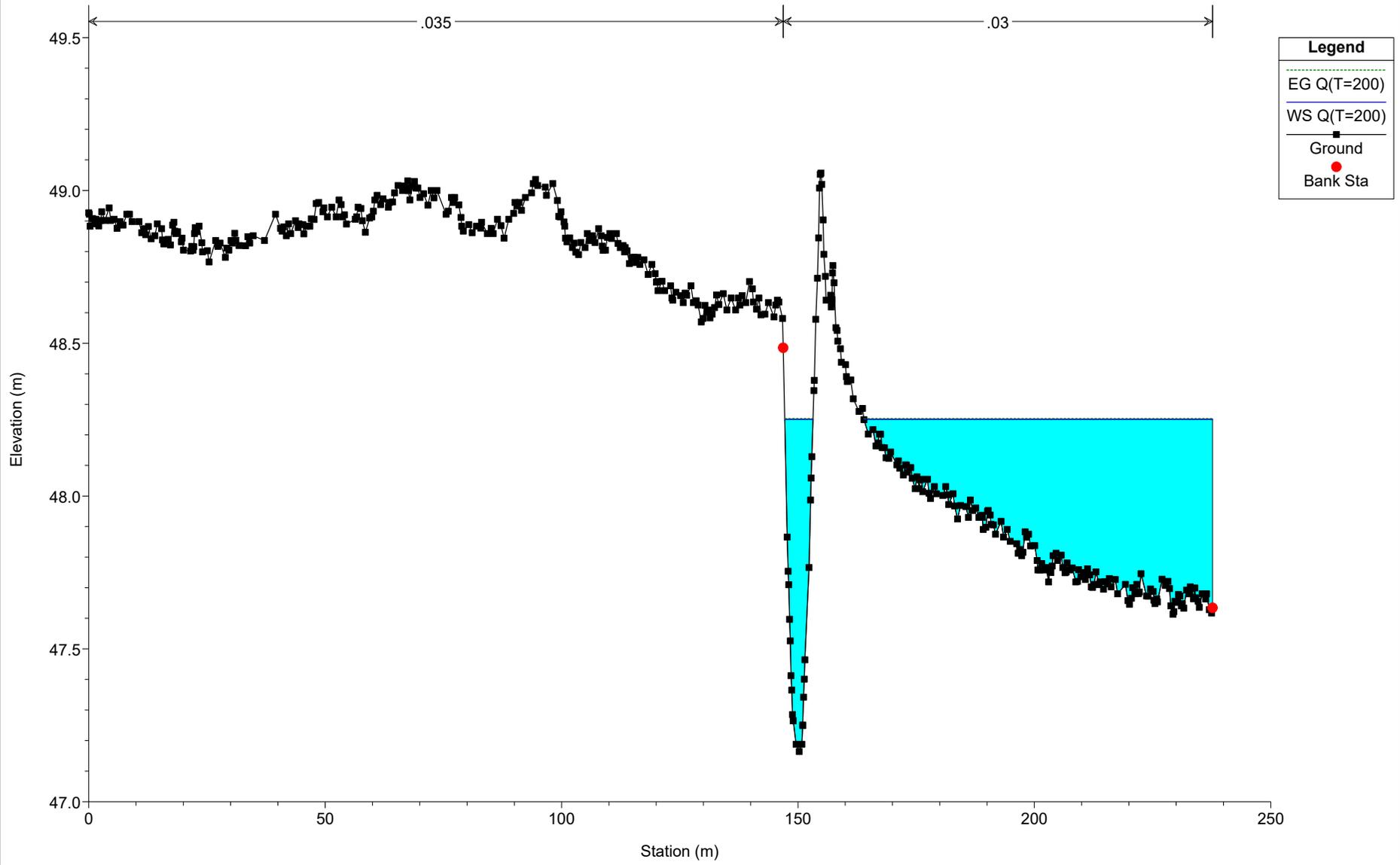
Legend

- EG Q(T=200)
- WS Q(T=200)
- Ground
- Bank Sta

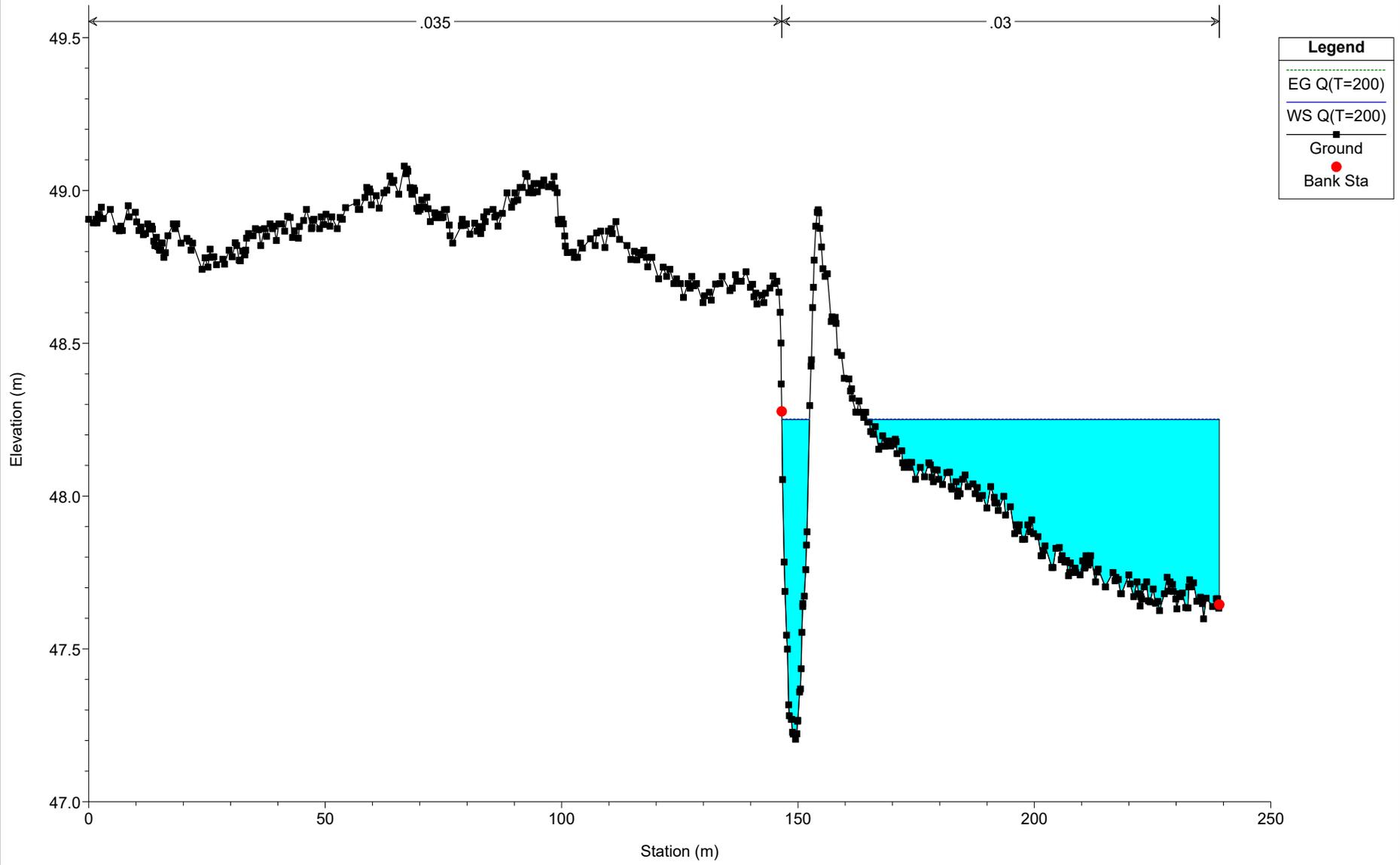
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



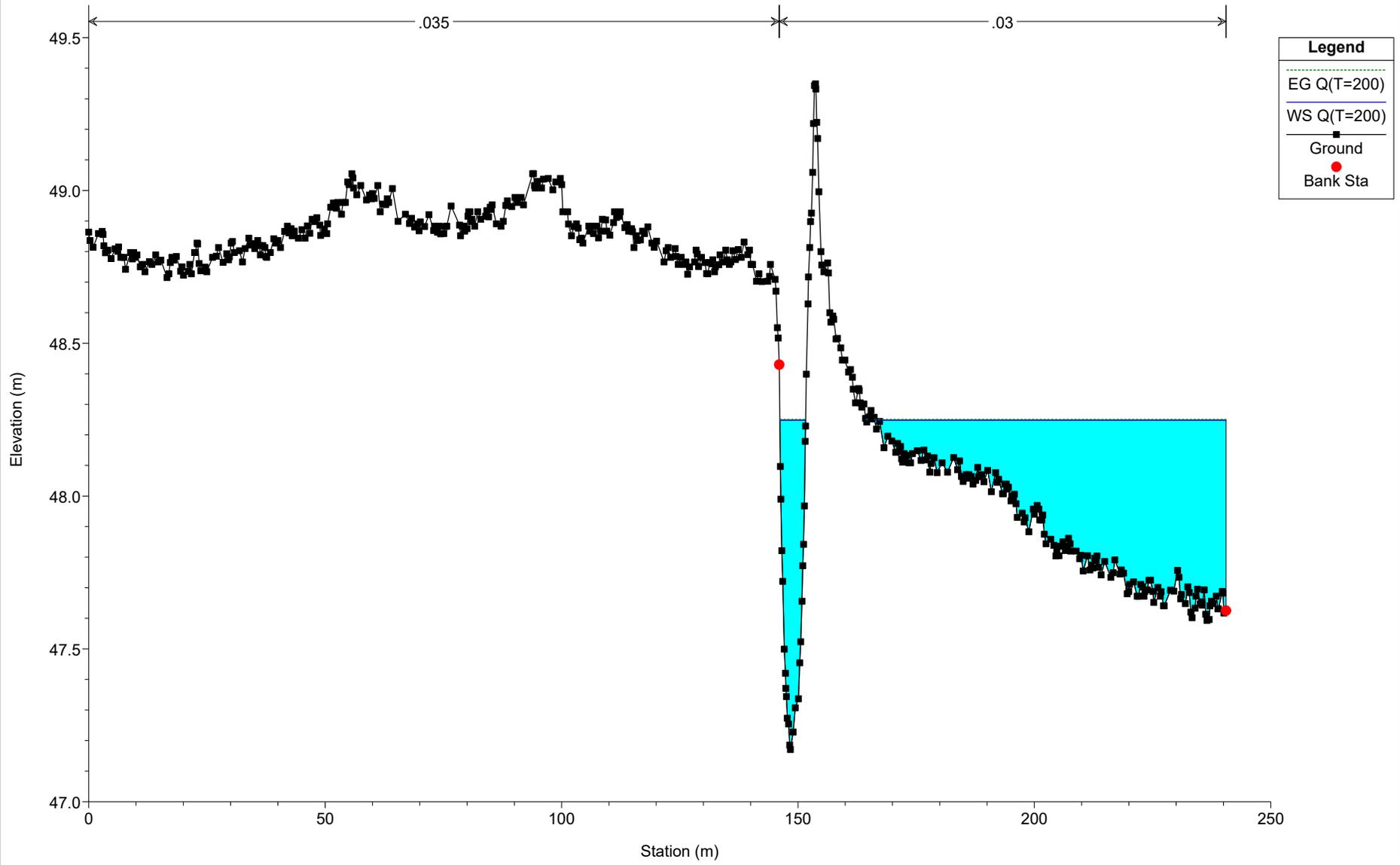
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



Project Plan: Plan 01 29/11/2022



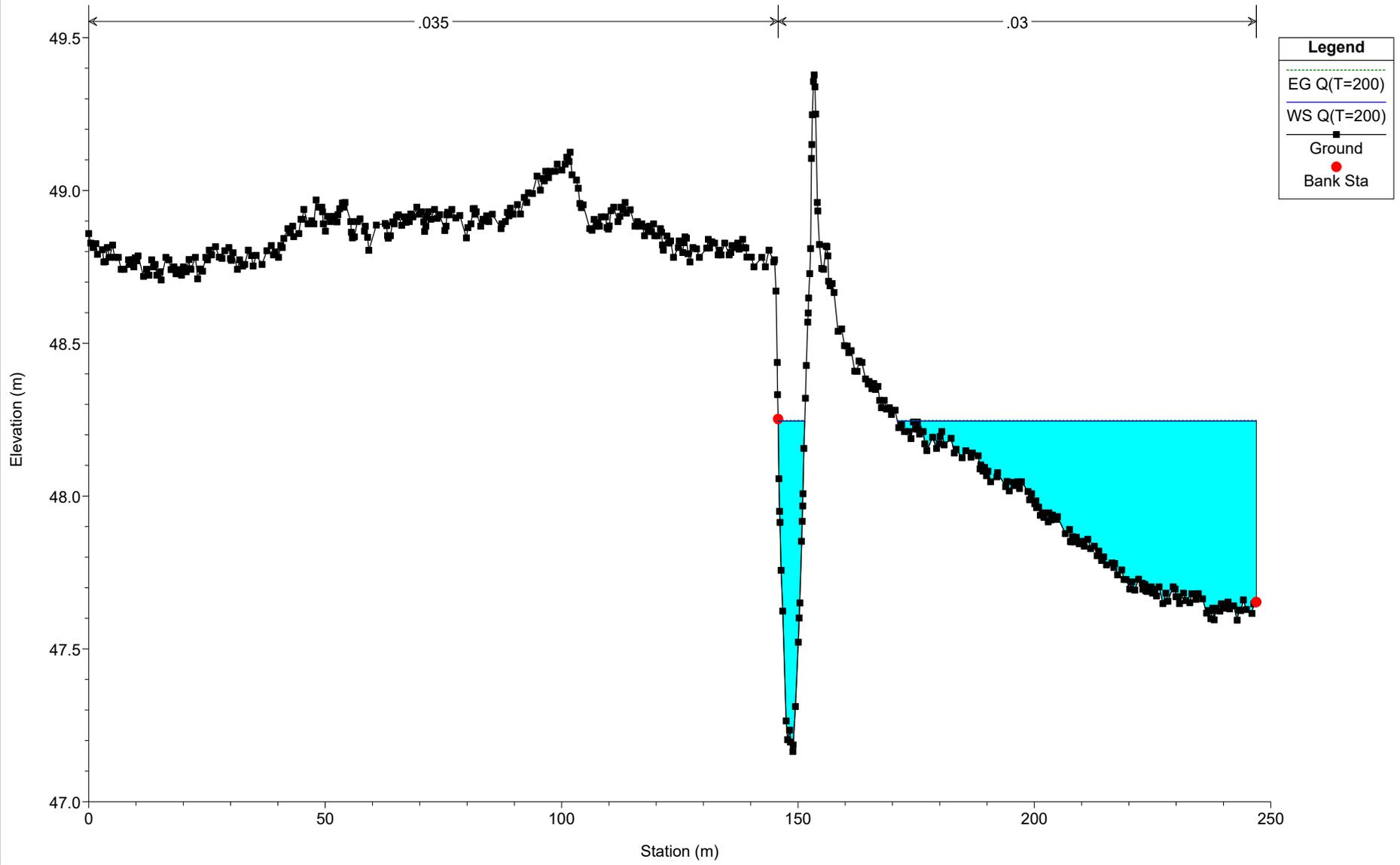
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



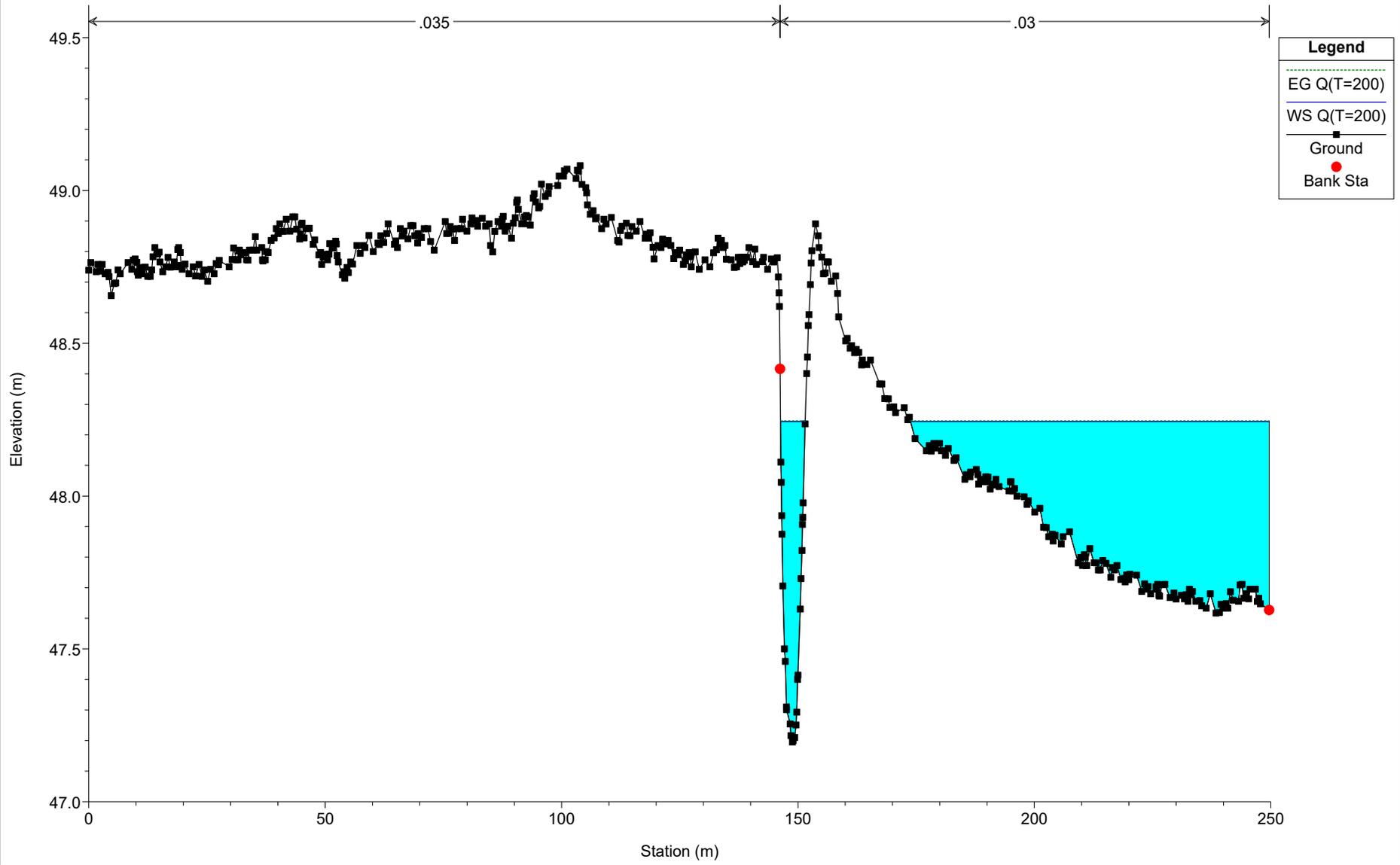
Legend

- EG Q(T=200)
- WS Q(T=200)
- Ground
- Bank Sta

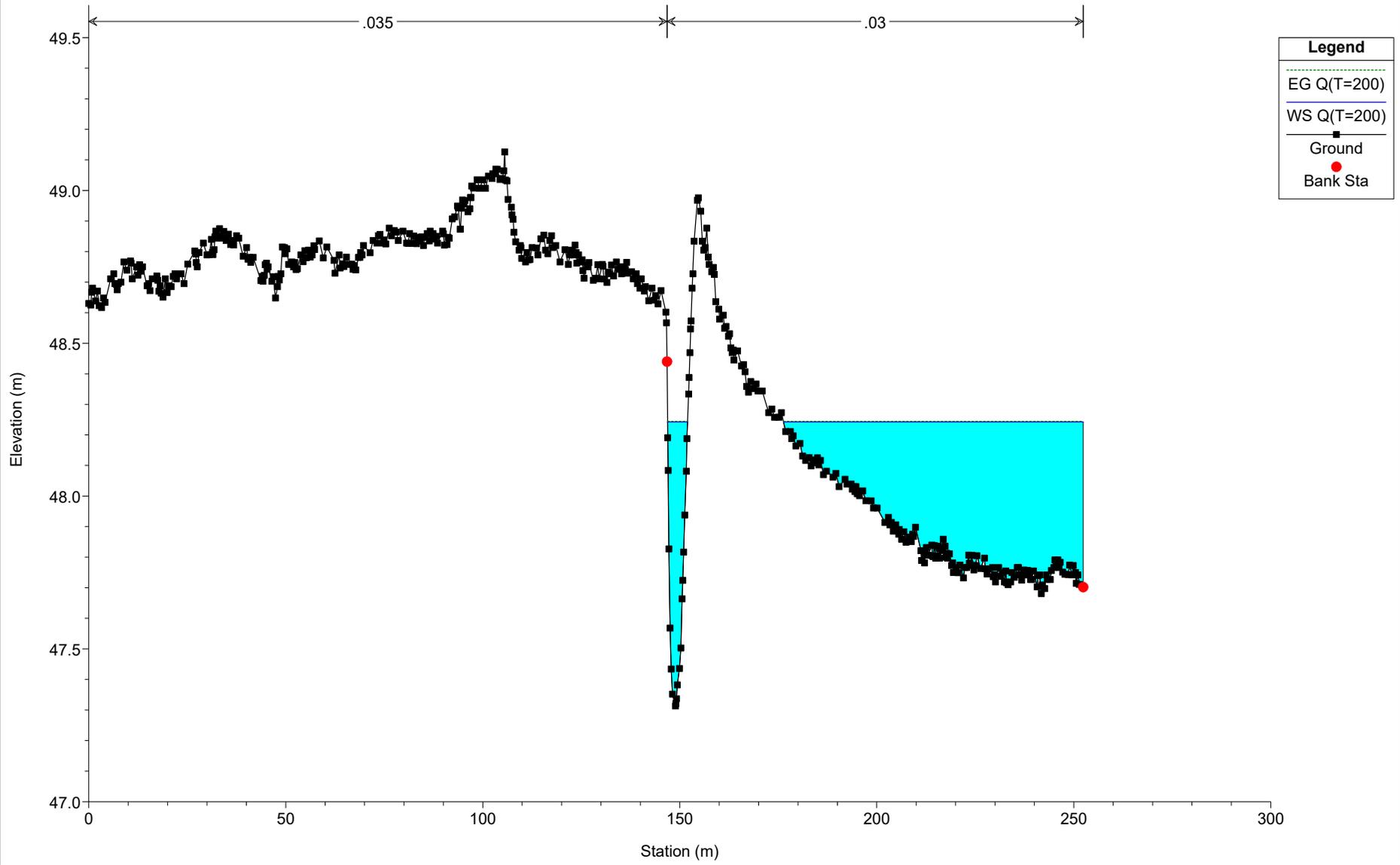
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



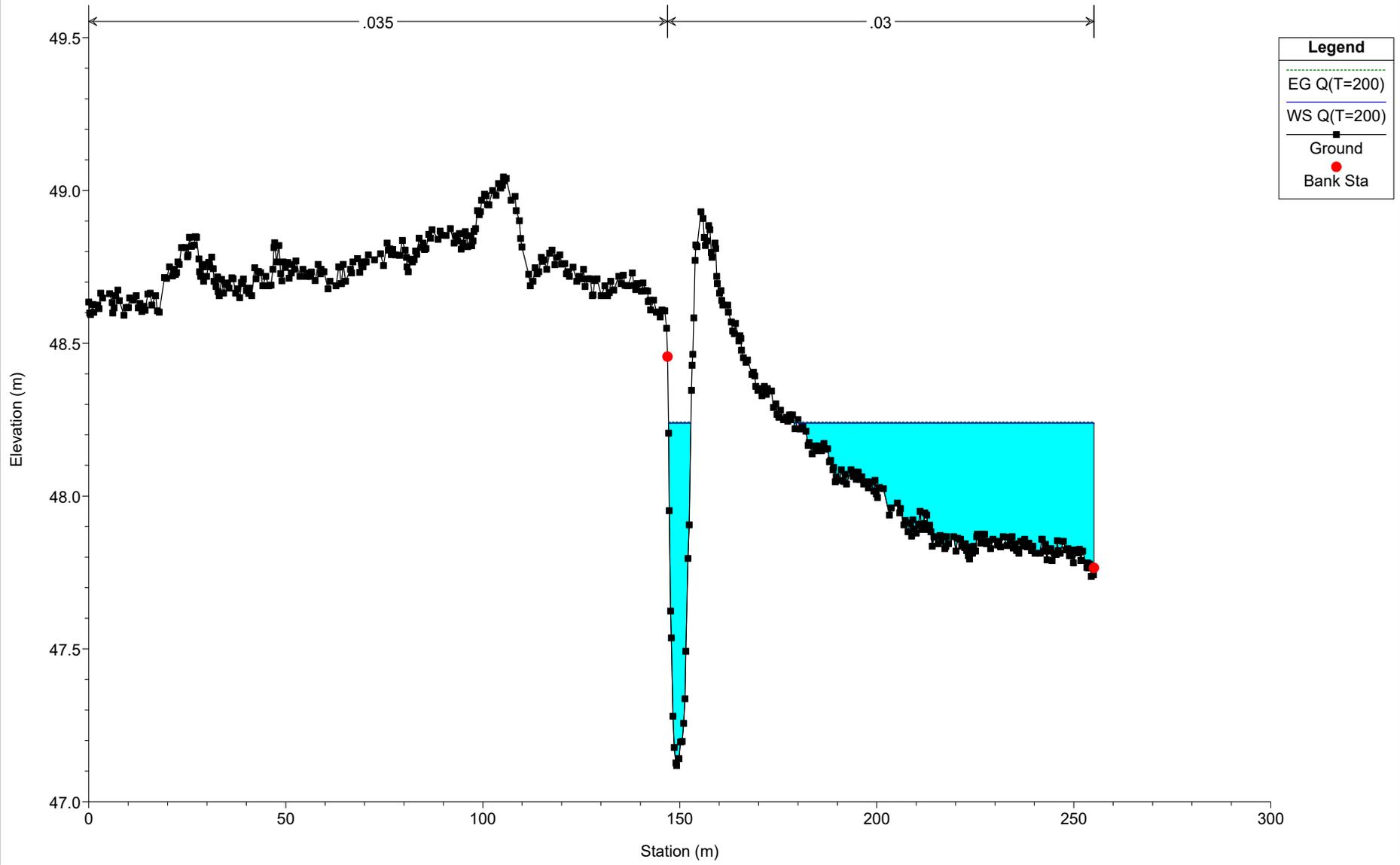
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



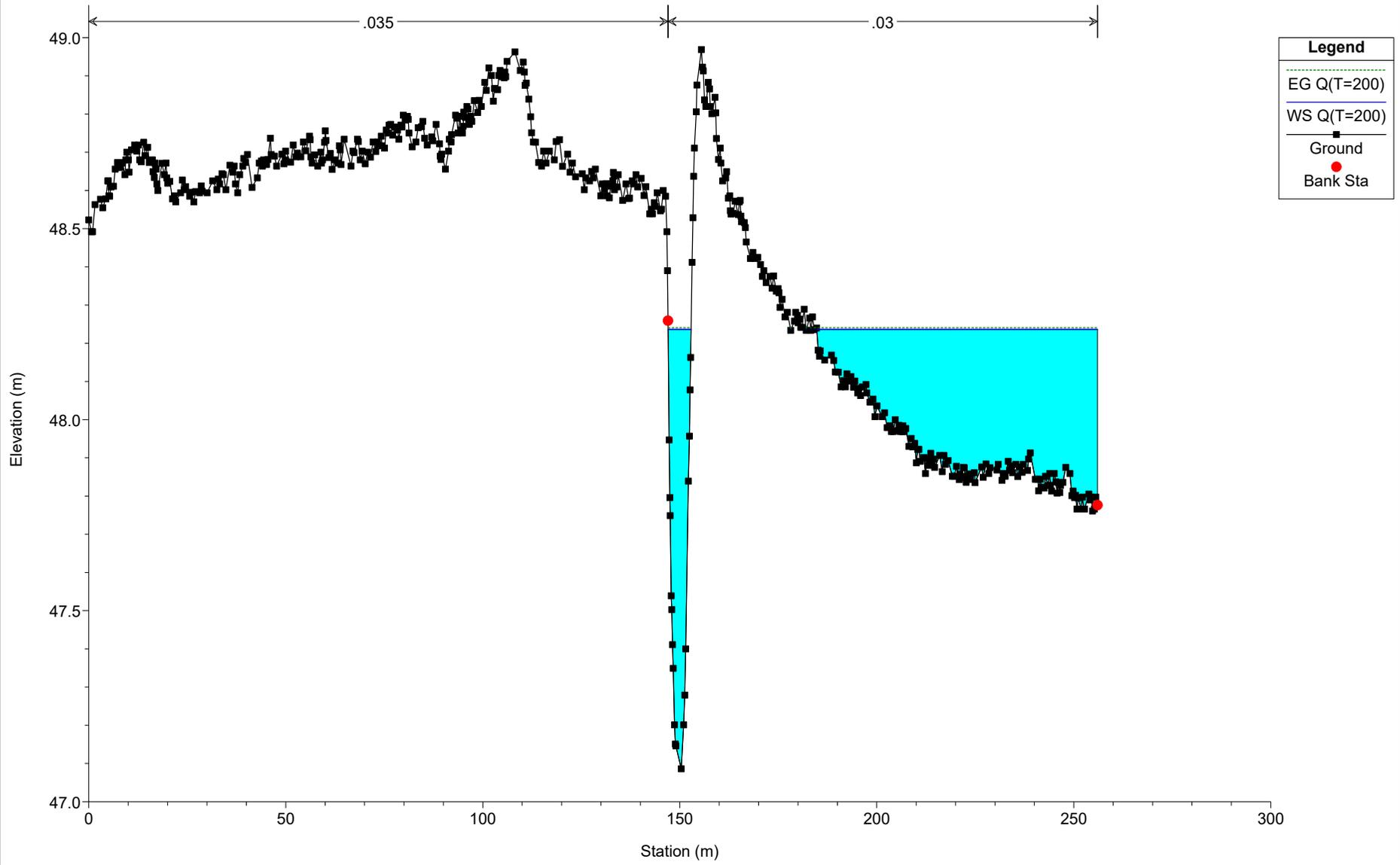
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



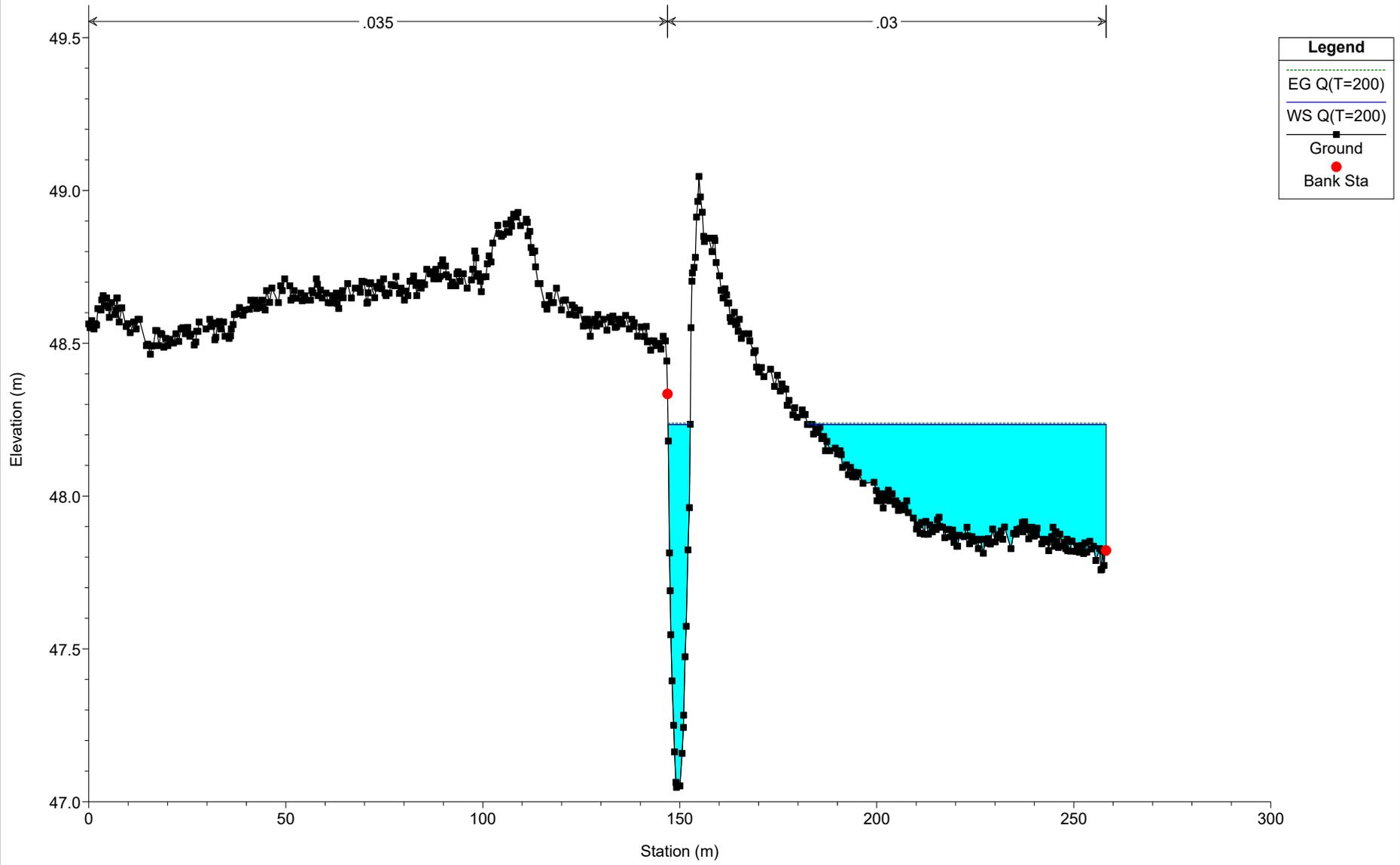
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



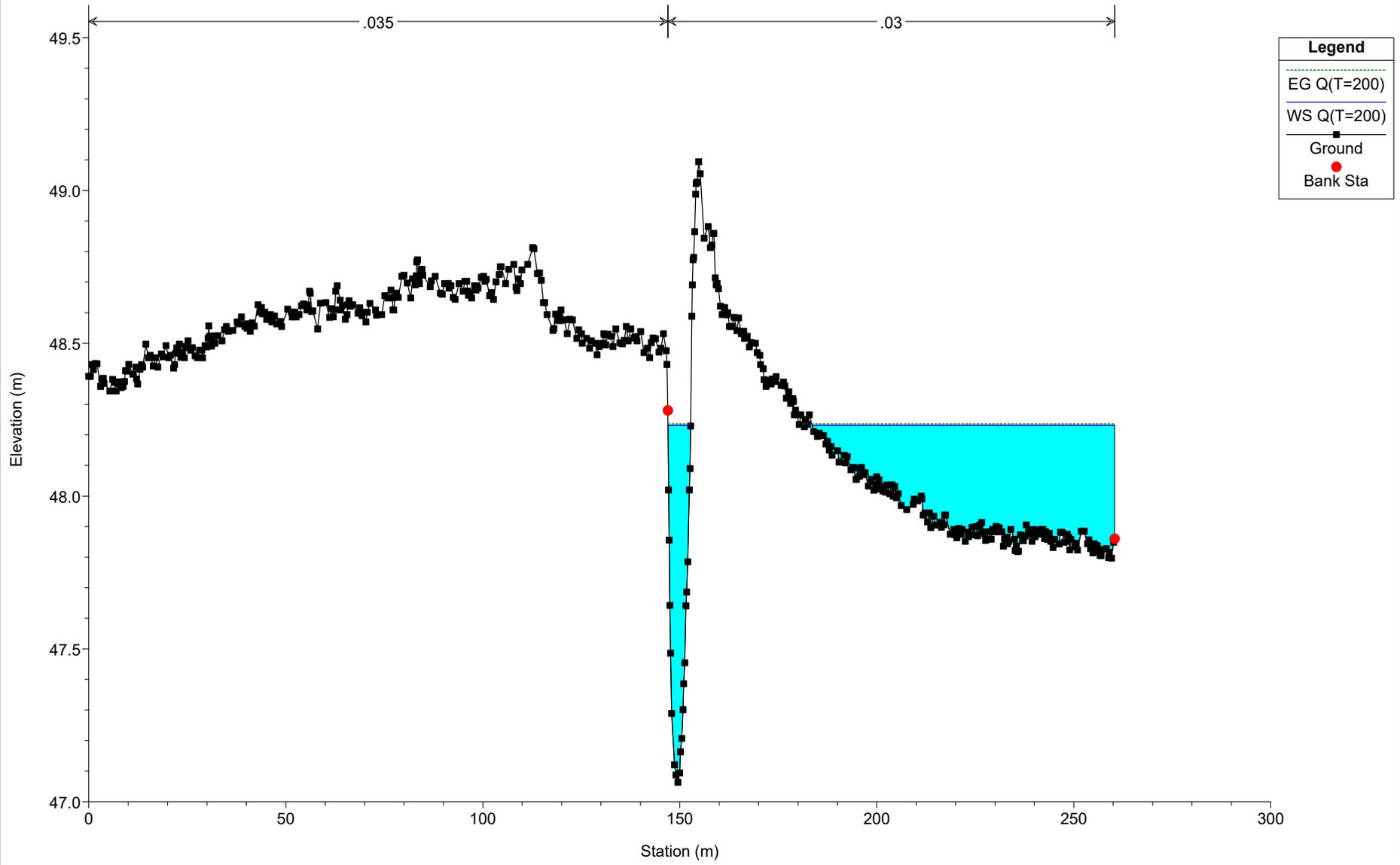
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



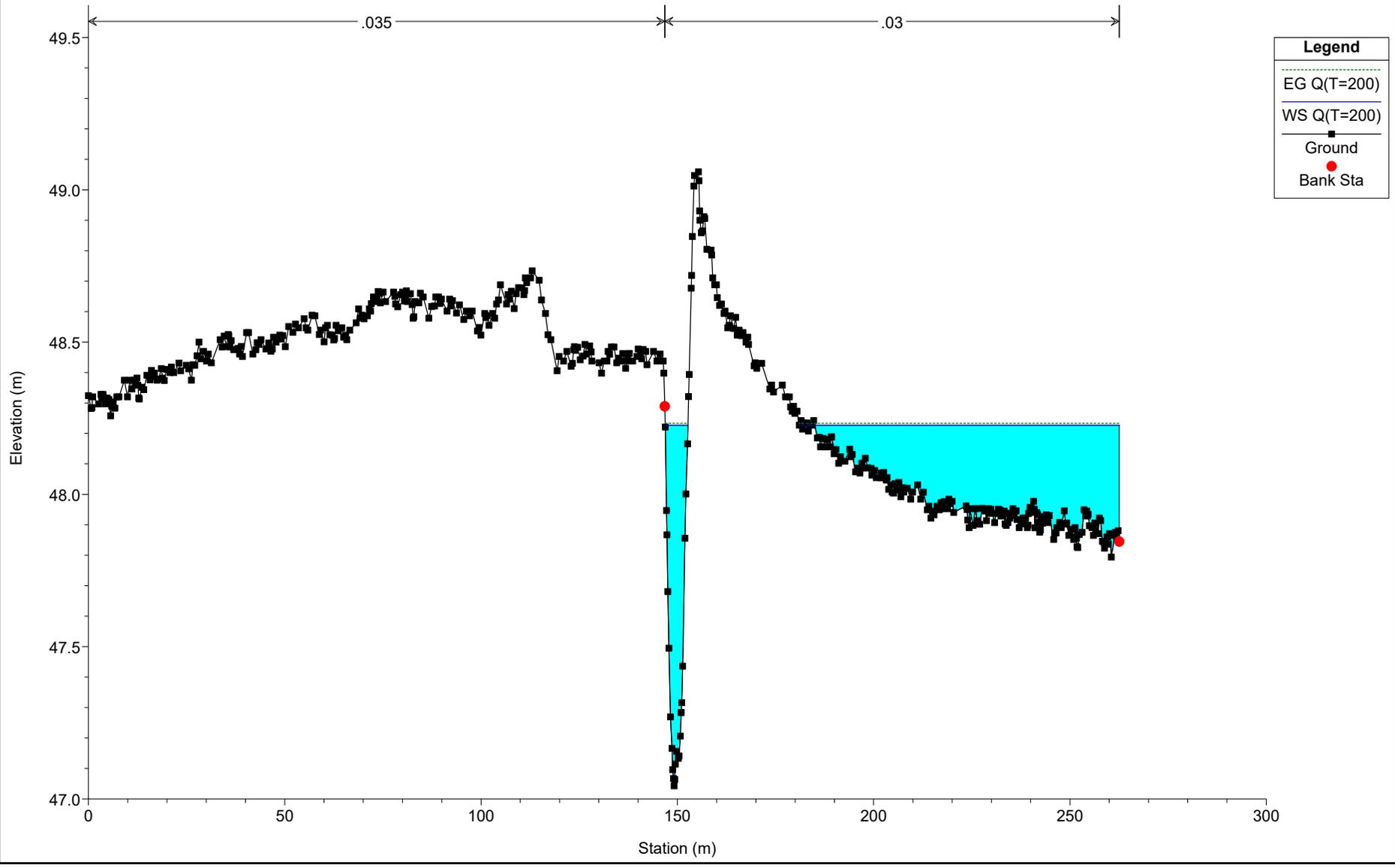
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



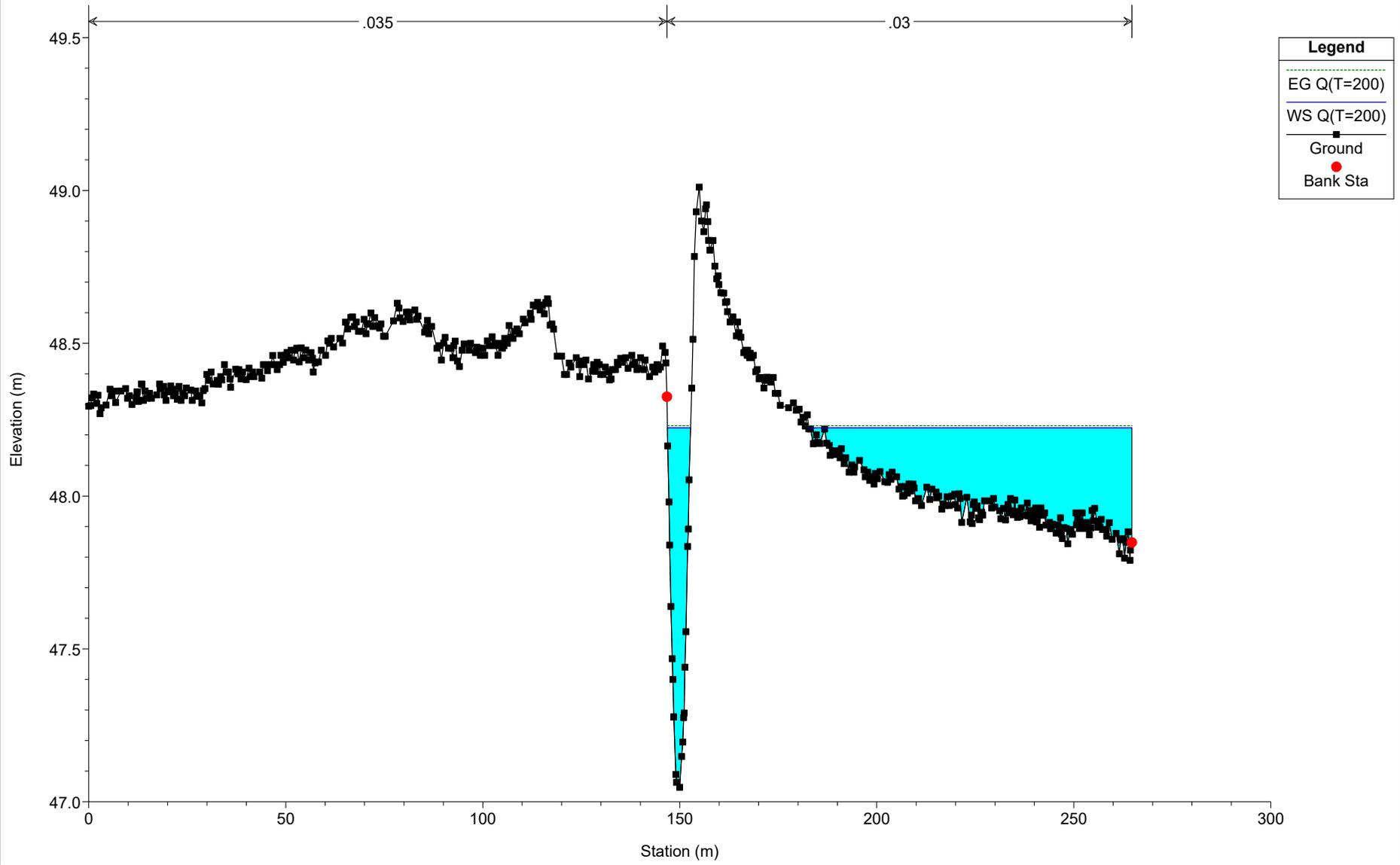
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



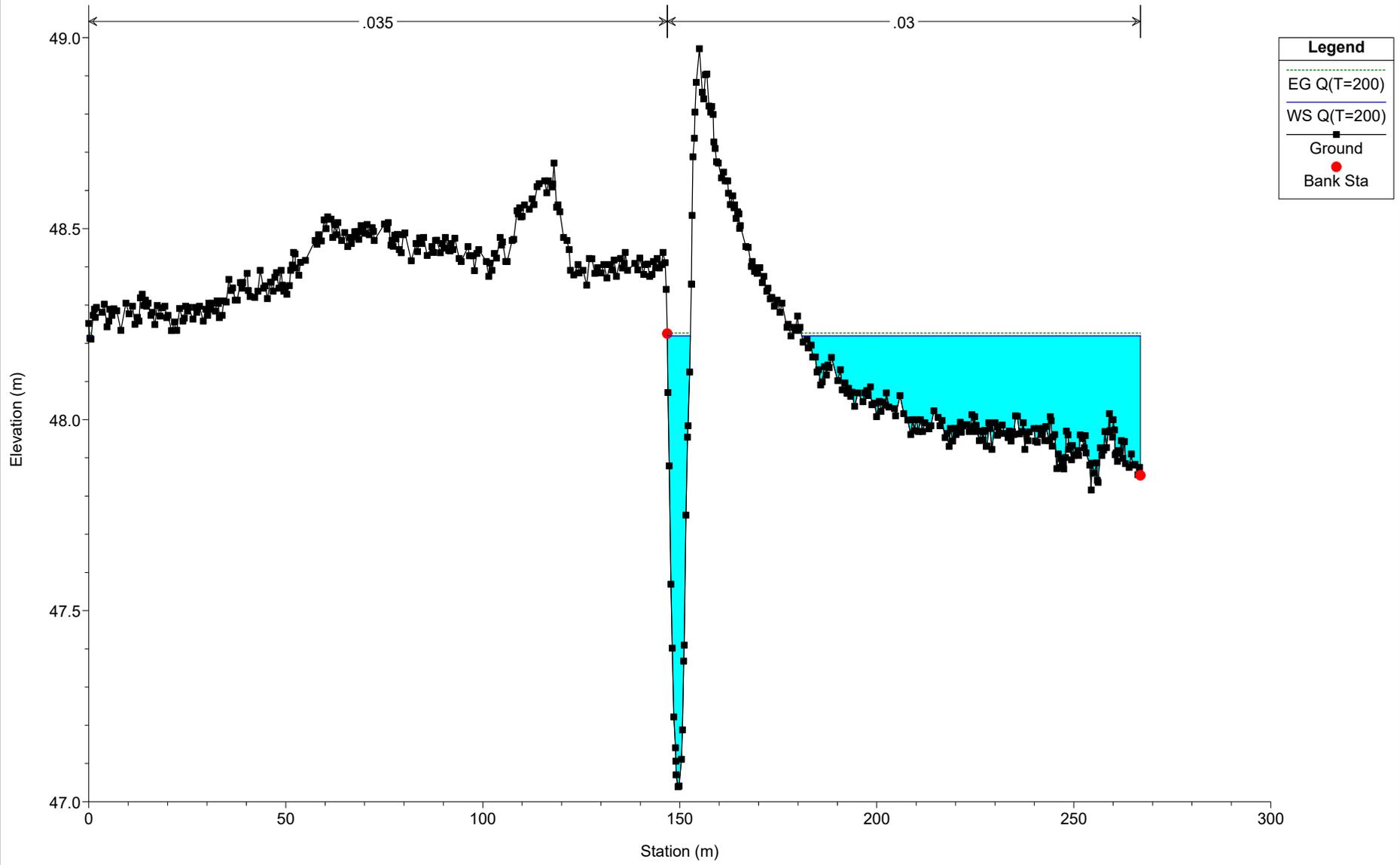
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



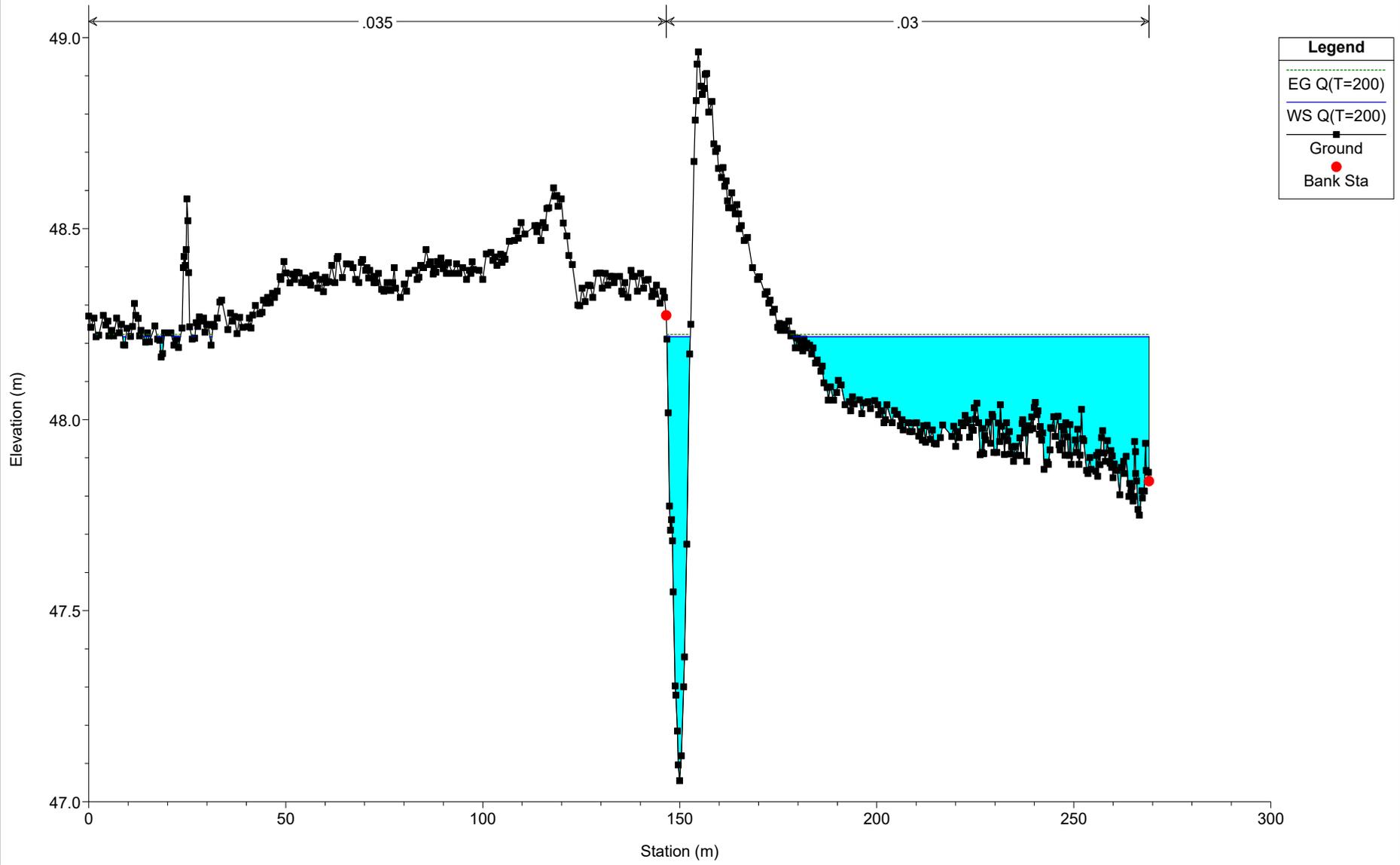
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



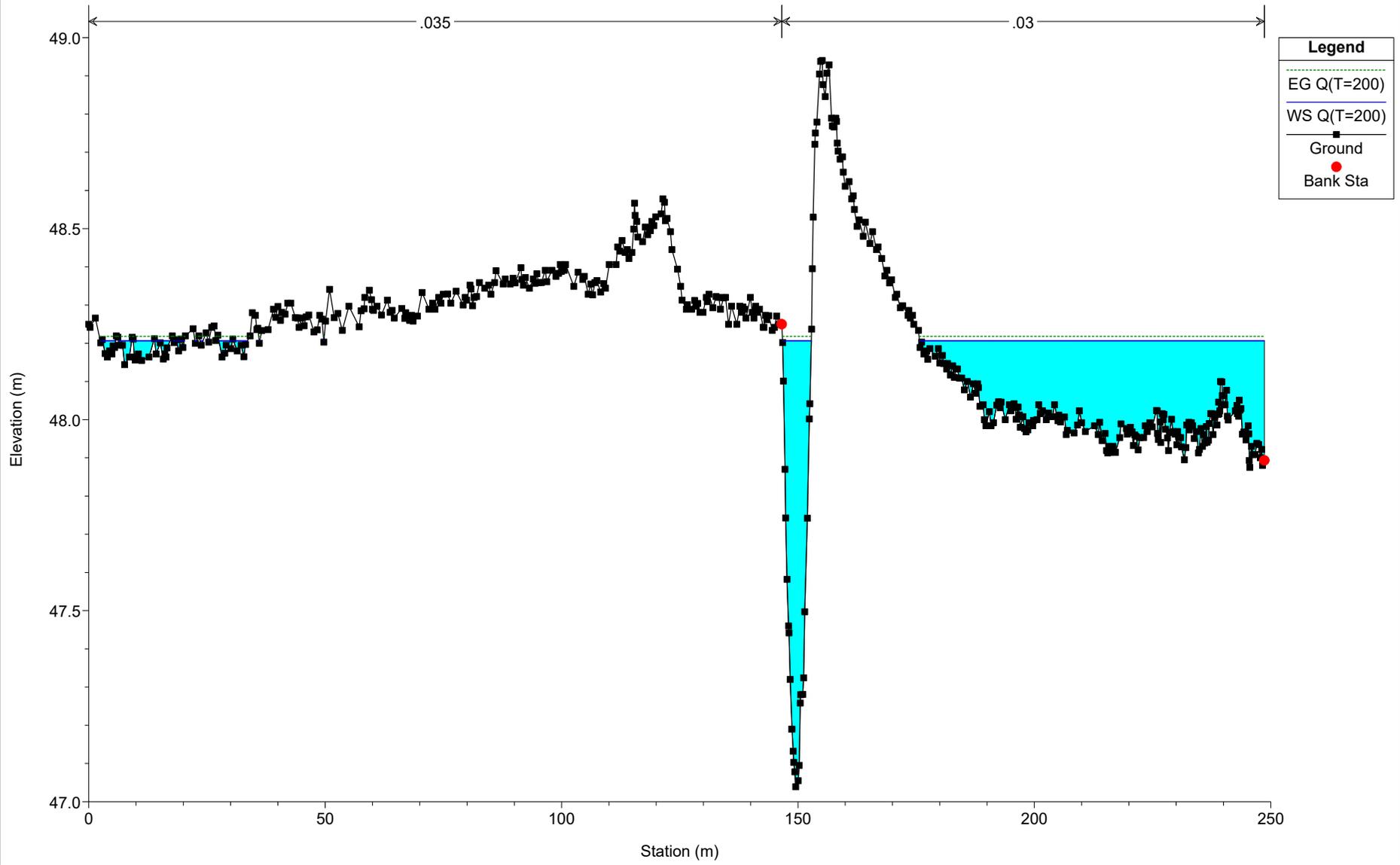
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



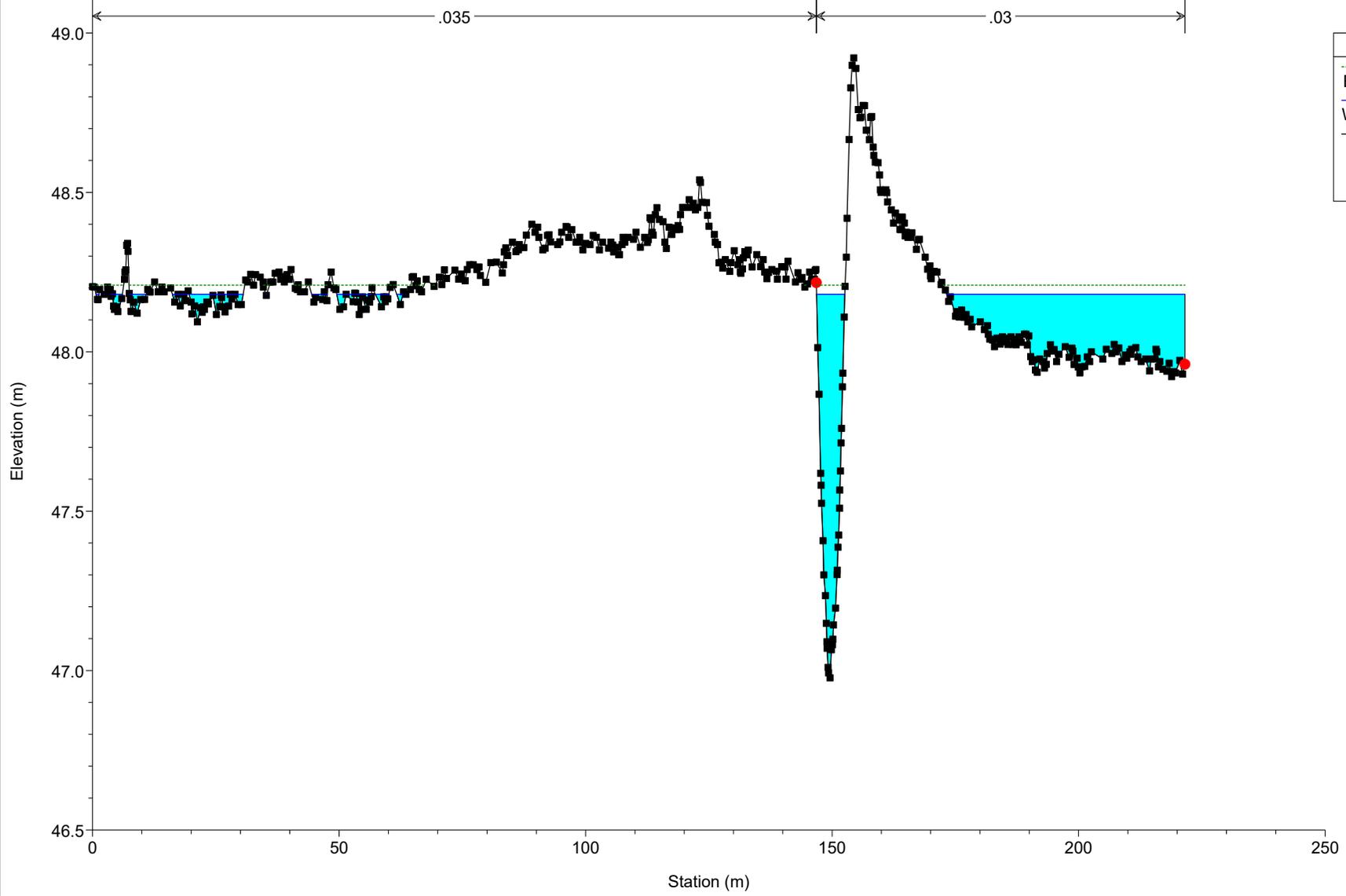
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



Project Plan: Plan 01 29/11/2022



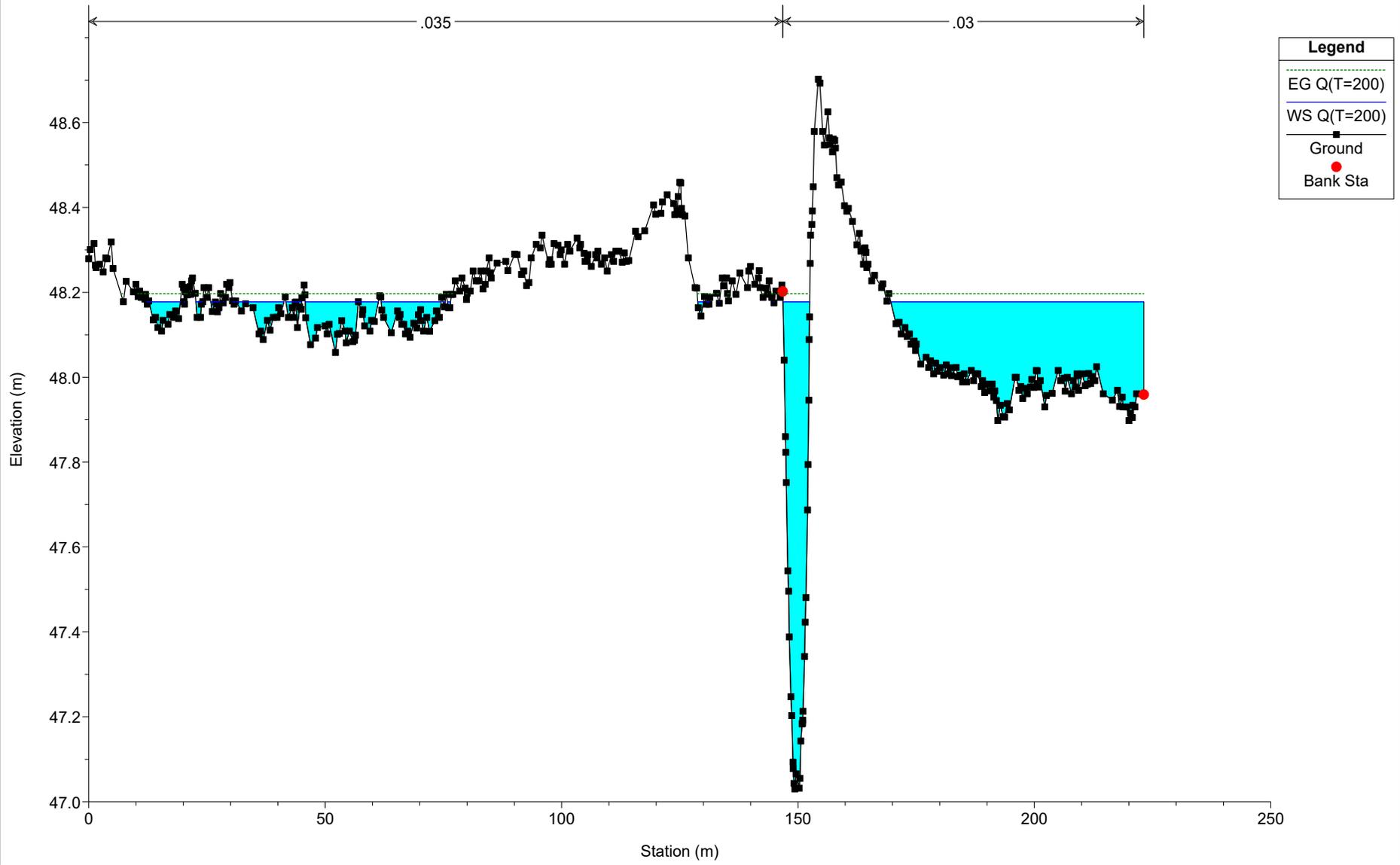
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



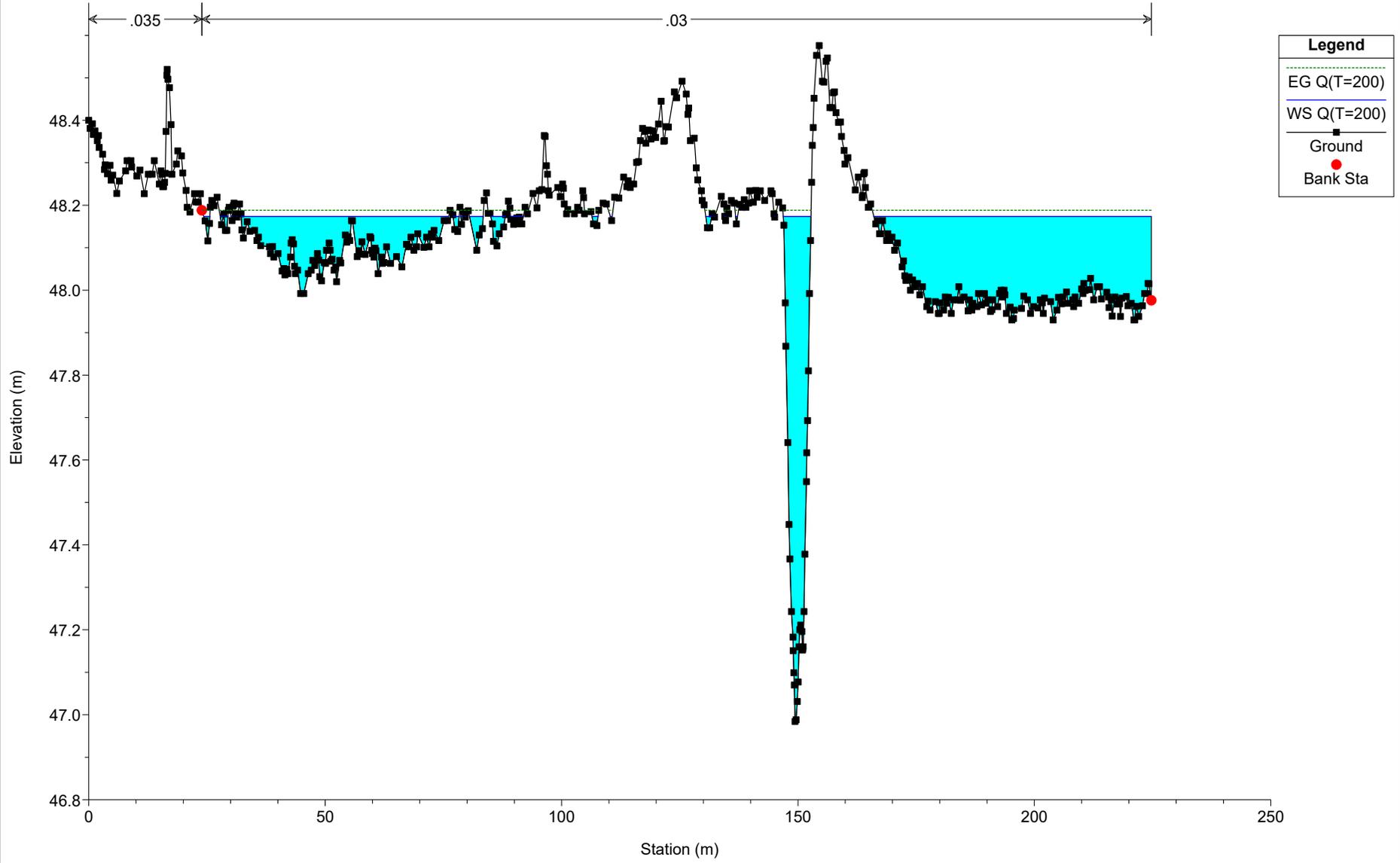
Legend

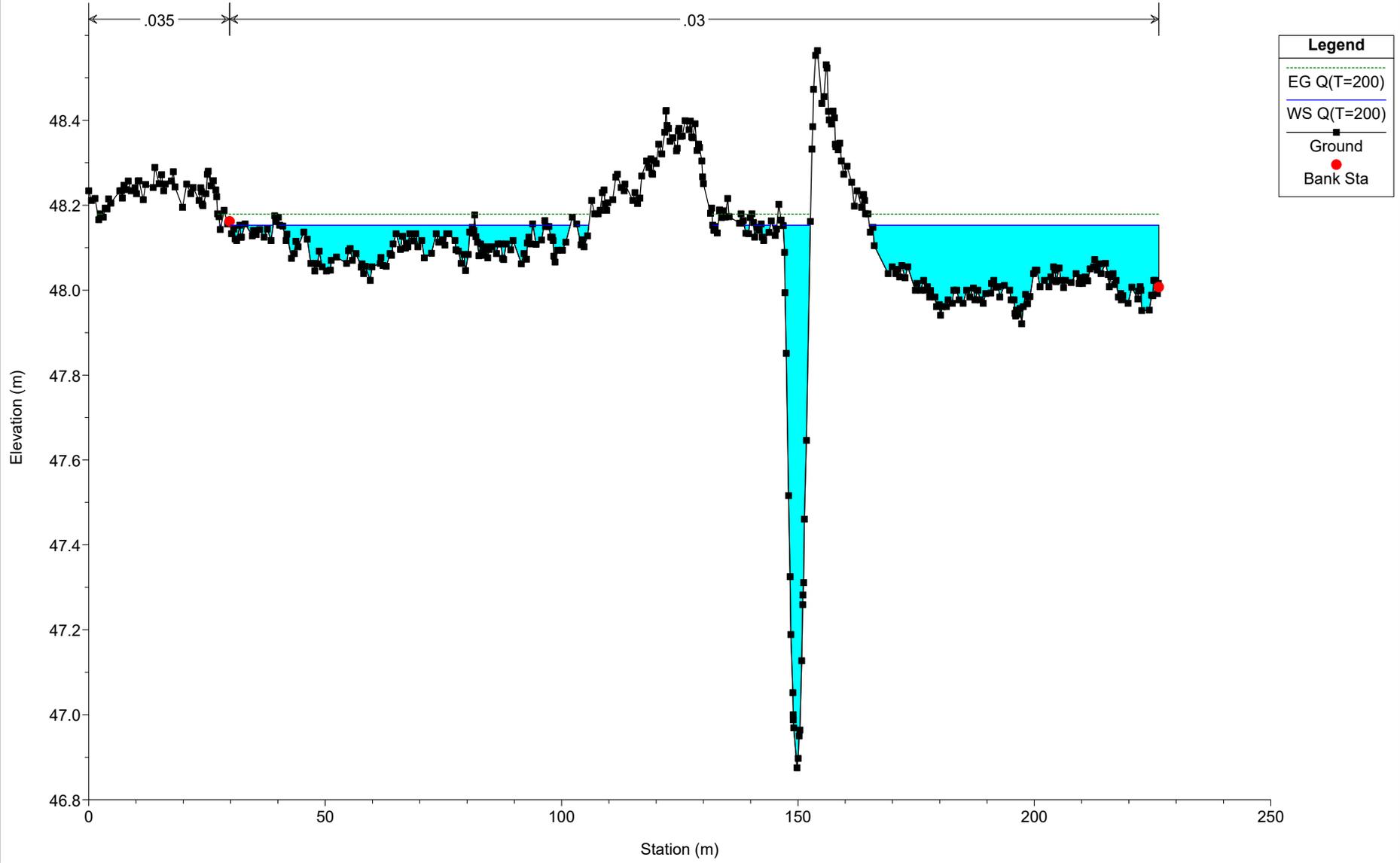
- EG Q(T=200)
- WS Q(T=200)
- Ground
- Bank Sta

Project Plan: Plan 01 29/11/2022

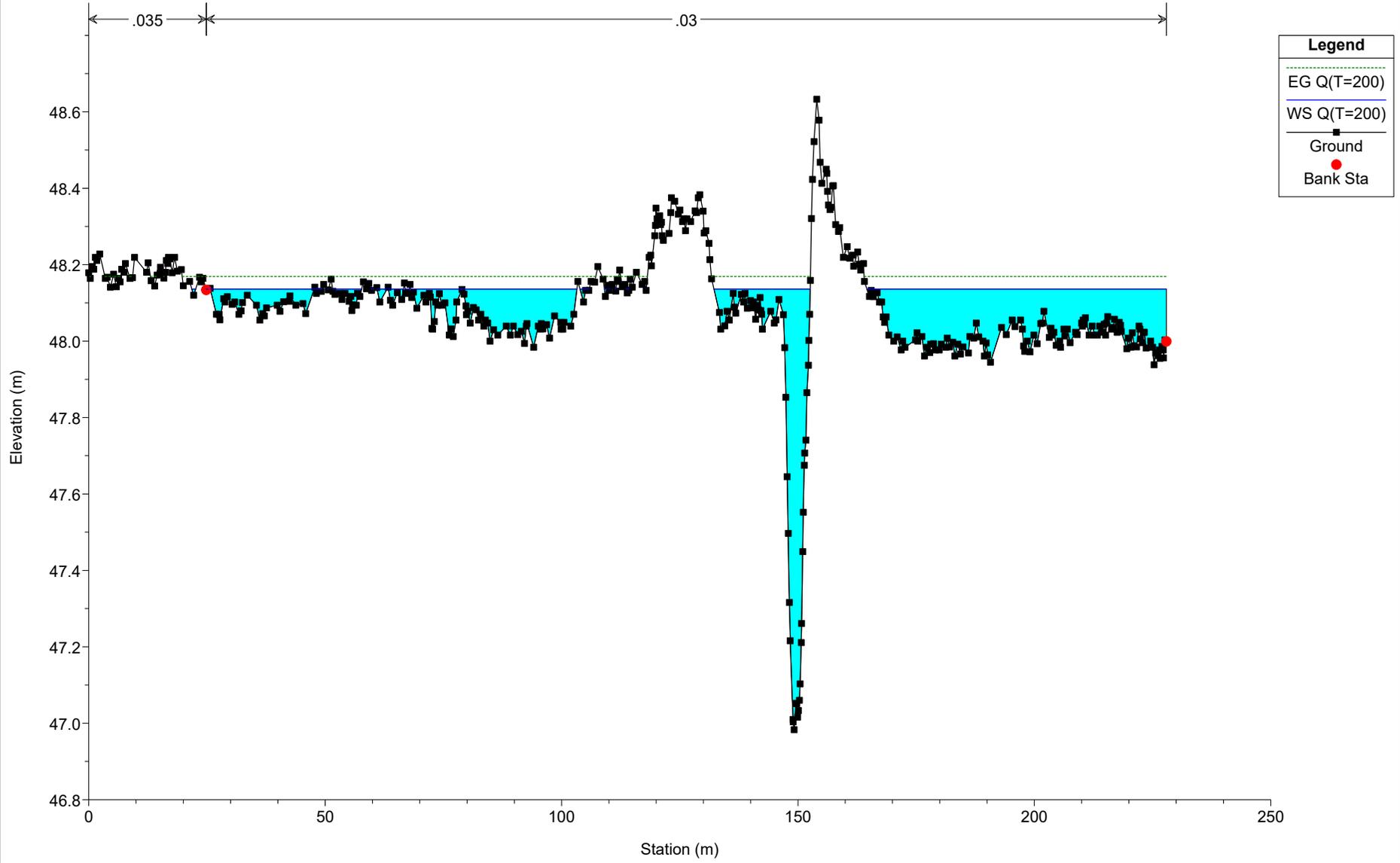


Project Plan: Plan 01 29/11/2022

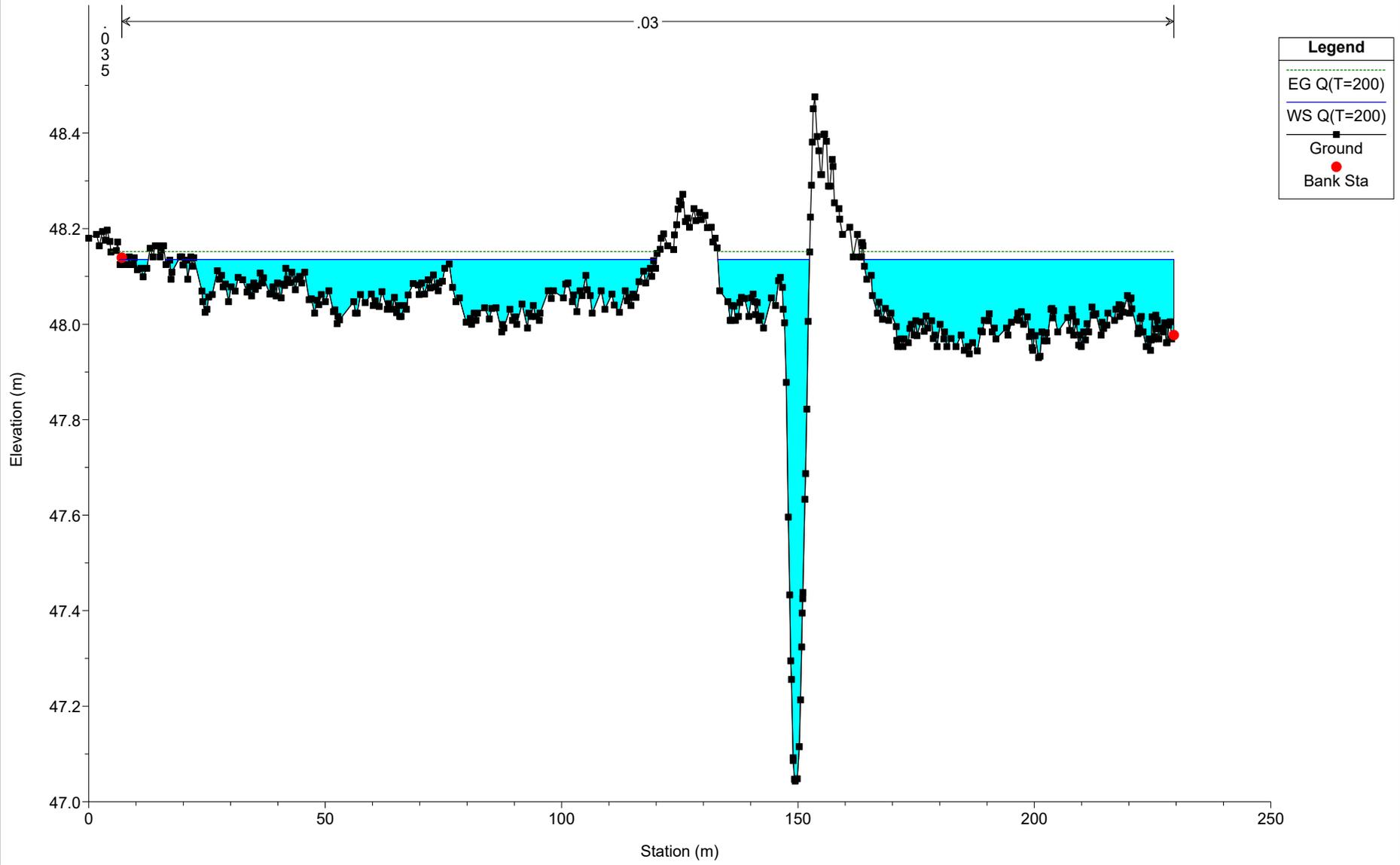




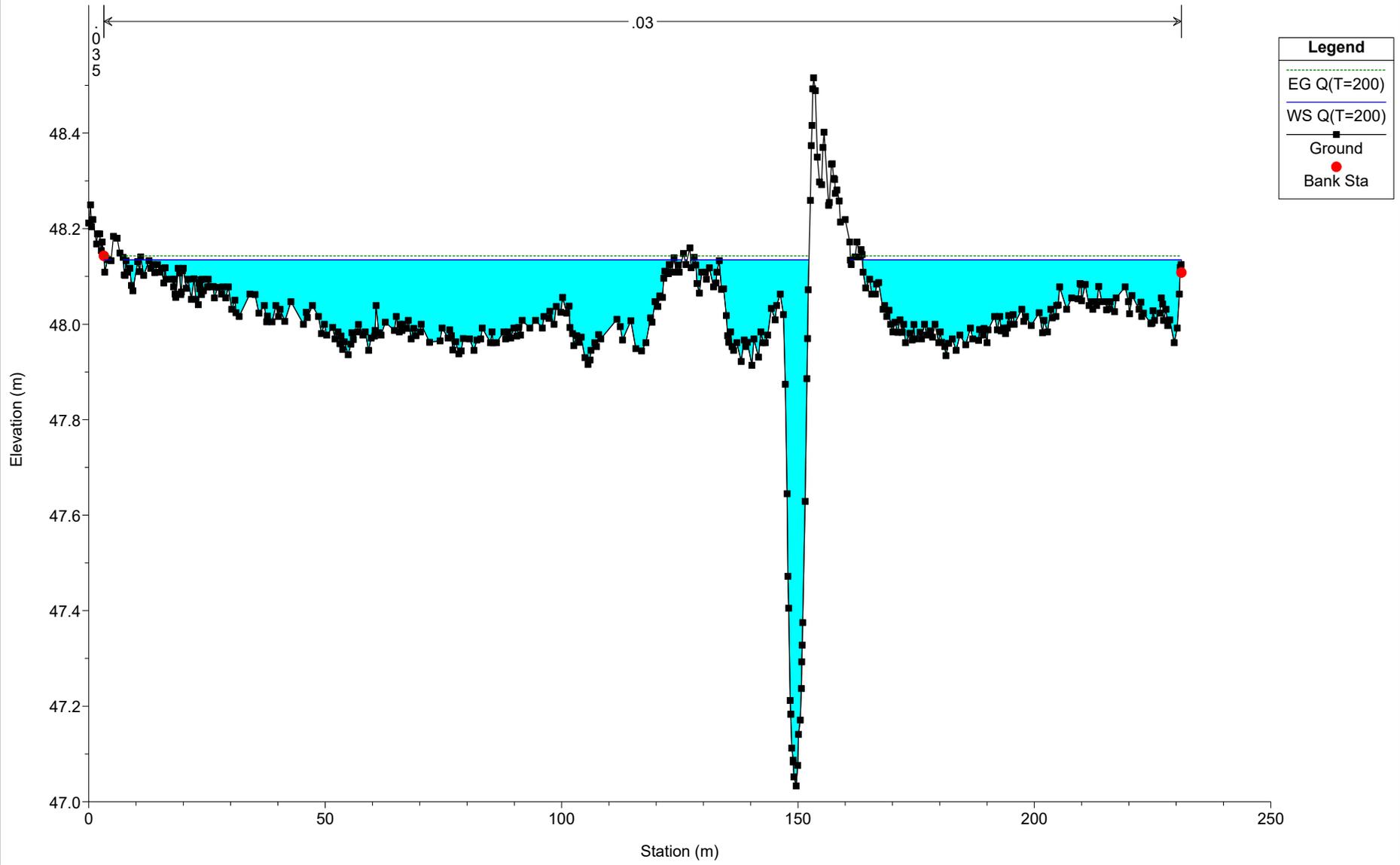
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



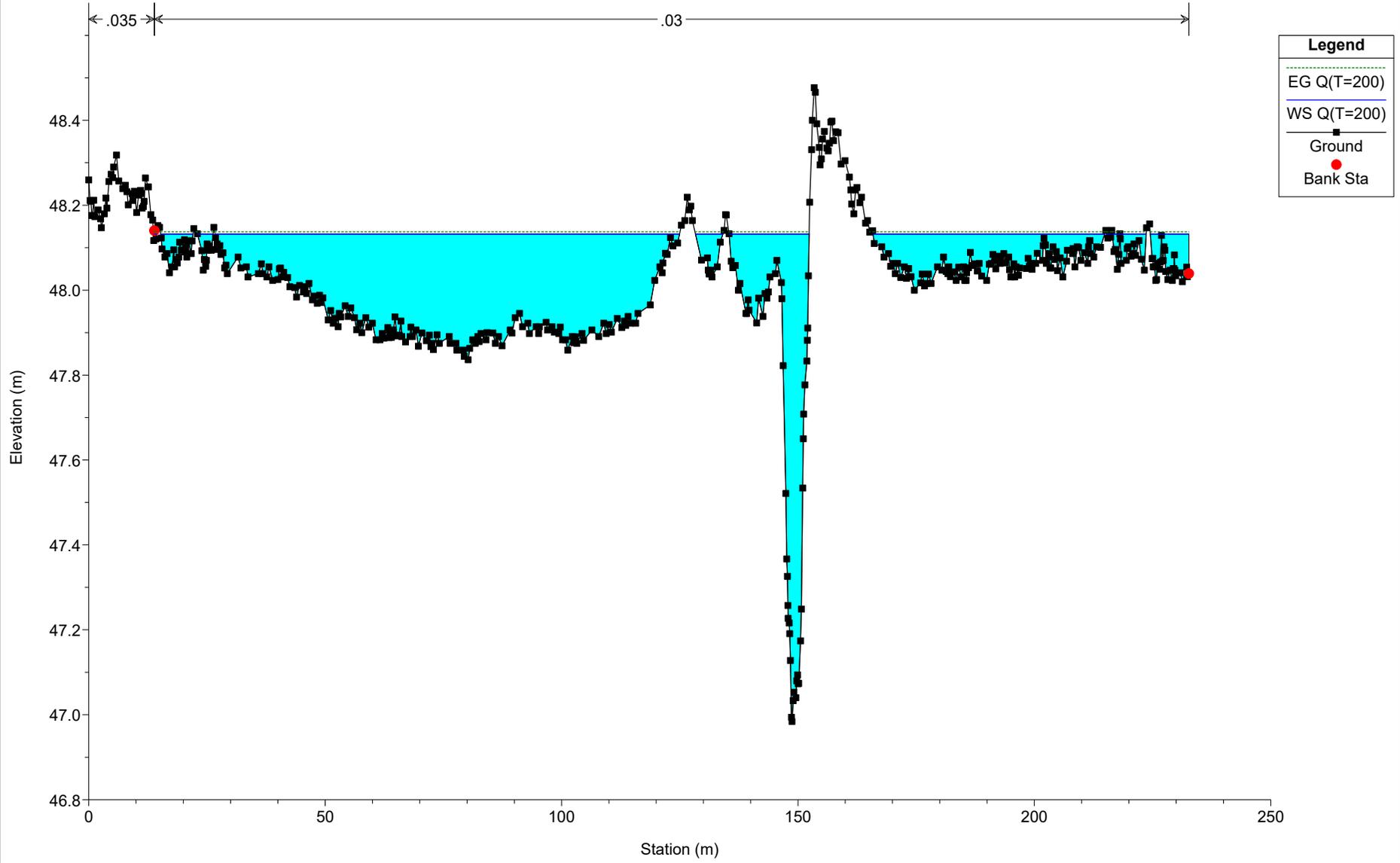
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



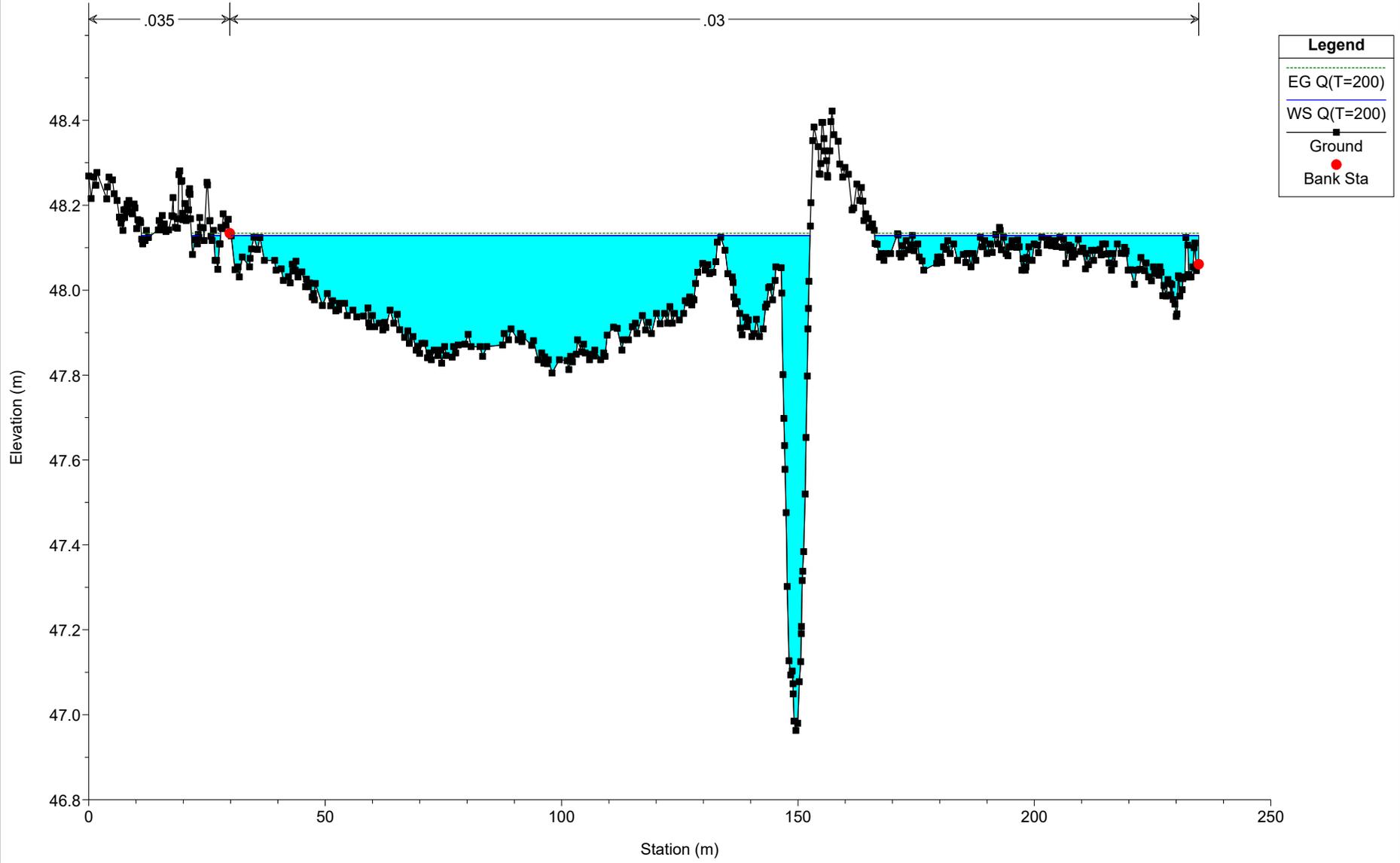
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



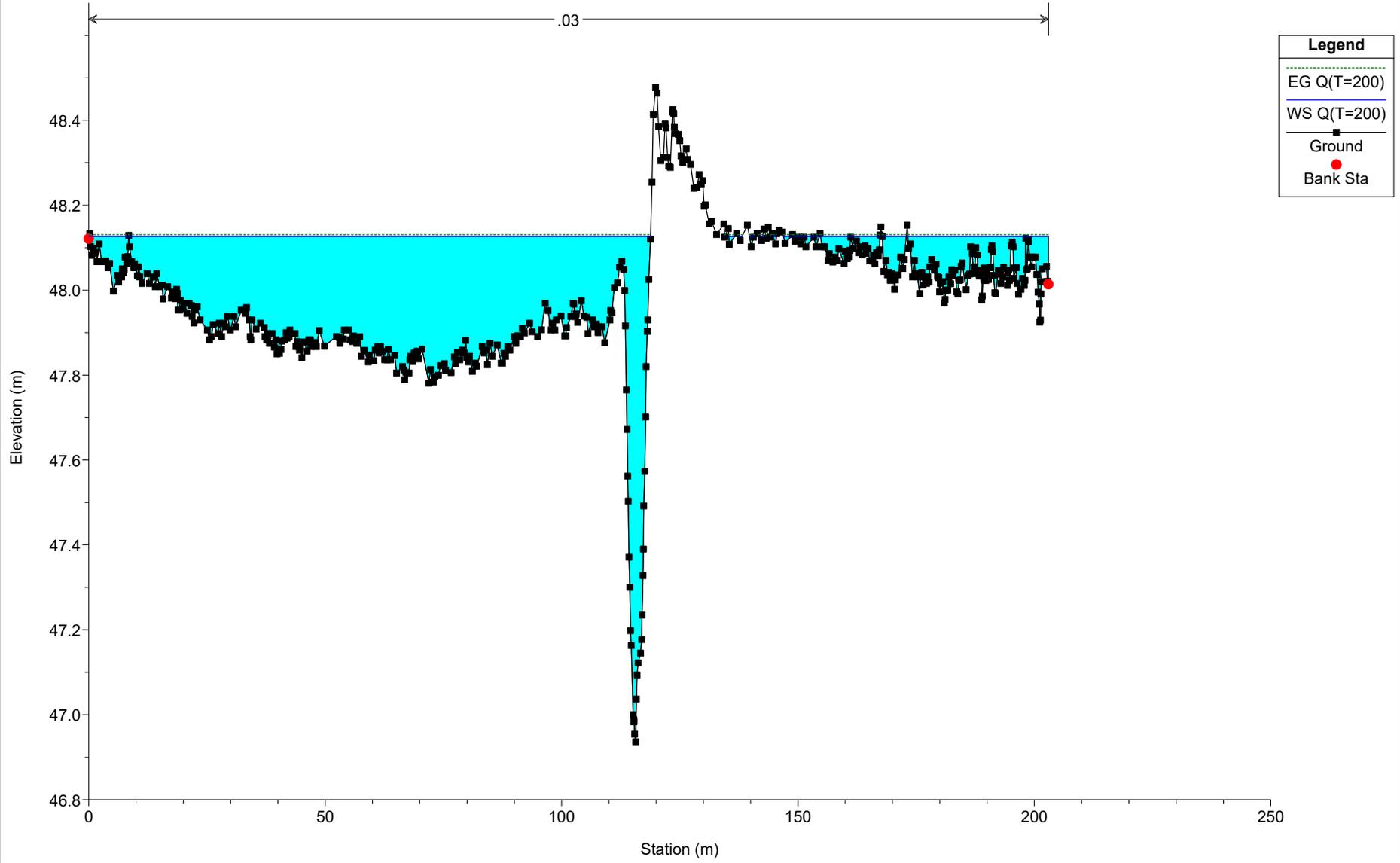
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



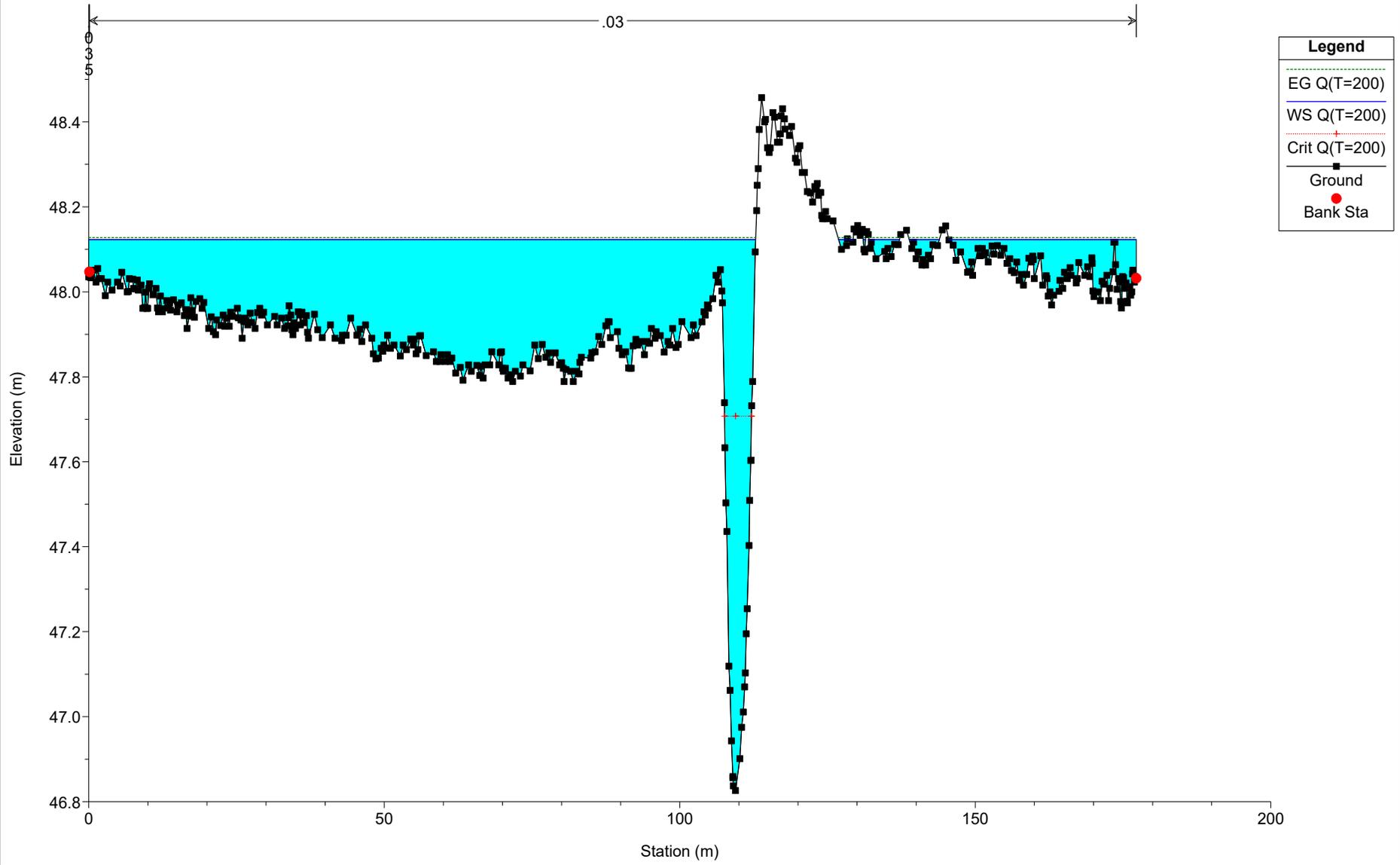
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



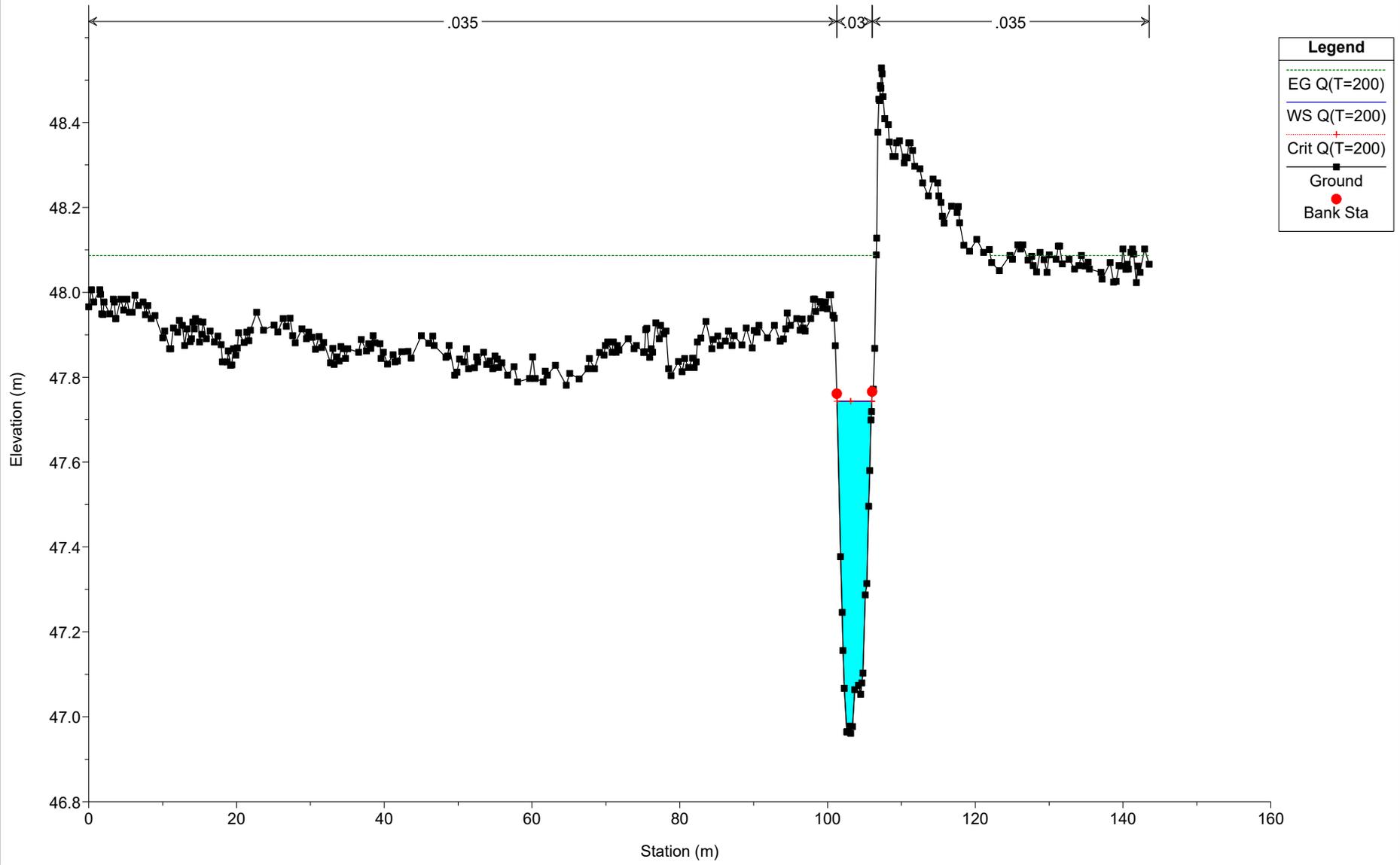
Project Plan: Plan 01 29/11/2022



Project Plan: Plan 01 29/11/2022



Project Plan: Plan 01 29/11/2022



HEC-RAS Plan: Steady River: River Reach: Main Profile: Q(T=200)

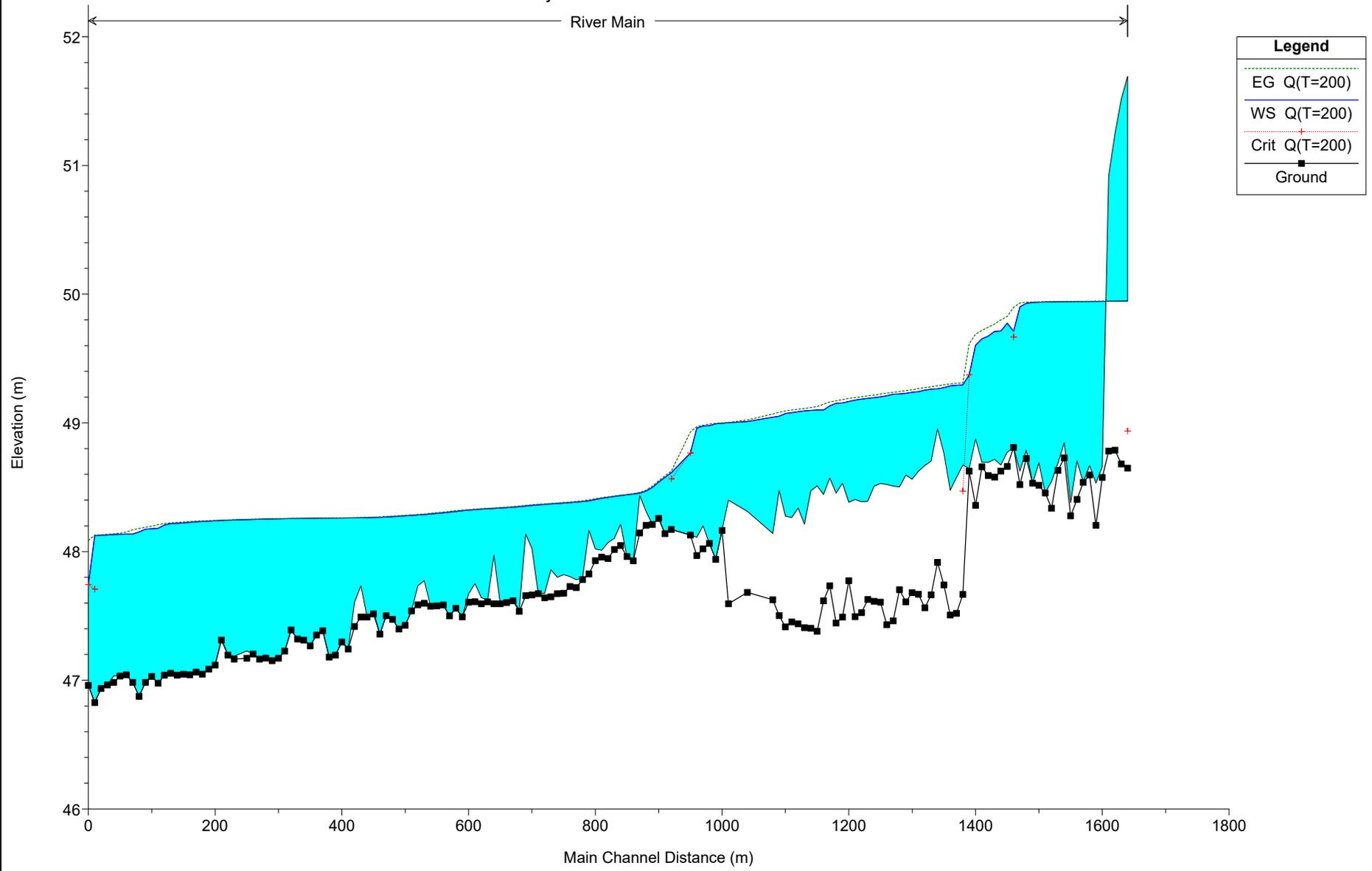
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Main	1650	Q(T=200)	6.00	51.69	49.95	48.94	49.95	0.000040		33.70	32.47	0.00
Main	1640	Q(T=200)	6.00	51.51	49.95		49.95	0.000033		35.67	33.54	0.00
Main	1630	Q(T=200)	6.00	51.25	49.95		49.95	0.000059		30.17	34.16	0.00
Main	1620	Q(T=200)	6.00	50.92	49.94		49.95	0.000052		30.47	32.06	0.00
Main	1610	Q(T=200)	6.00	48.66	49.94		49.95	0.000045	0.23	34.39	39.51	0.07
Main	1600	Q(T=200)	6.00	48.53	49.94		49.95	0.000046	0.24	34.25	40.09	0.07
Main	1590	Q(T=200)	6.00	48.67	49.94		49.95	0.000063	0.27	30.99	39.83	0.08
Main	1580	Q(T=200)	6.00	48.54	49.94		49.94	0.000051	0.26	33.20	40.07	0.07
Main	1570	Q(T=200)	6.00	48.70	49.94		49.94	0.000044	0.24	34.60	39.76	0.07
Main	1560	Q(T=200)	6.00	48.38	49.94		49.94	0.000041	0.25	35.16	39.29	0.07
Main	1550	Q(T=200)	6.00	48.85	49.94		49.94	0.000050	0.23	33.35	39.94	0.07
Main	1540	Q(T=200)	6.00	48.69	49.94		49.94	0.000053	0.24	32.59	39.24	0.08
Main	1530	Q(T=200)	6.00	48.55	49.94		49.94	0.000044	0.22	34.58	40.07	0.07
Main	1520	Q(T=200)	6.00	48.45	49.94		49.94	0.000052	0.26	32.90	40.08	0.08
Main	1510	Q(T=200)	6.00	48.69	49.94		49.94	0.000077	0.28	27.16	32.53	0.09
Main	1500	Q(T=200)	6.00	48.53	49.94		49.94	0.000127	0.39	21.13	25.30	0.12
Main	1490	Q(T=200)	6.00	48.79	49.93		49.94	0.000260	0.54	14.70	17.15	0.17
Main	1480	Q(T=200)	6.00	48.63	49.90		49.93	0.000803	0.87	8.11	9.84	0.28
Main	1470	Q(T=200)	6.00	48.81	49.71	49.67	49.90	0.008018	2.27	3.48	7.10	0.85
Main	1460	Q(T=200)	6.00	48.77	49.77		49.83	0.001543	1.06	6.04	7.41	0.38
Main	1450	Q(T=200)	6.00	48.67	49.71		49.80	0.003497	1.26	4.62	6.56	0.51
Main	1440	Q(T=200)	6.00	48.72	49.71		49.77	0.001805	1.01	5.69	6.76	0.39
Main	1430	Q(T=200)	6.00	48.69	49.67		49.74	0.002571	1.14	5.13	7.21	0.46
Main	1420	Q(T=200)	6.00	48.69	49.65		49.72	0.002269	1.19	5.38	7.63	0.46
Main	1410	Q(T=200)	6.00	48.87	49.60		49.69	0.003161	1.13	4.65	5.98	0.50
Main	1400	Q(T=200)	6.00	48.64	49.37	49.37	49.61	0.015342	2.29	2.77	5.86	1.08
Main	1390	Q(T=200)	6.00	48.67	49.30	48.47	49.31	0.000513	0.39	10.58	13.36	0.20
Main	1380	Q(T=200)	6.00	48.58	49.29		49.31	0.000387	0.36	11.47	12.43	0.17
Main	1370	Q(T=200)	6.00	48.48	49.29		49.30	0.000432	0.43	11.15	12.79	0.19
Main	1360	Q(T=200)	6.00	48.76	49.27		49.30	0.000756	0.35	9.04	12.17	0.21
Main	1350	Q(T=200)	6.00	48.95	49.26		49.29	0.000801	0.21	8.88	11.92	0.20
Main	1340	Q(T=200)	6.00	48.70	49.26		49.28	0.000574	0.42	10.01	13.30	0.21
Main	1330	Q(T=200)	6.00	48.67	49.25		49.27	0.000654	0.48	9.80	12.93	0.23
Main	1320	Q(T=200)	6.00	48.63	49.24		49.27	0.000876	0.57	8.78	12.22	0.26
Main	1310	Q(T=200)	6.00	48.56	49.24		49.26	0.000627	0.46	9.91	12.19	0.22
Main	1300	Q(T=200)	6.00	48.59	49.23		49.25	0.000683	0.43	9.49	12.18	0.23
Main	1290	Q(T=200)	6.00	48.50	49.22		49.24	0.000622	0.53	9.91	12.74	0.23
Main	1280	Q(T=200)	6.00	48.51	49.22		49.24	0.000393	0.45	11.59	12.76	0.19
Main	1270	Q(T=200)	6.00	48.52	49.21		49.23	0.000661	0.51	9.71	12.05	0.22
Main	1260	Q(T=200)	6.00	48.53	49.20		49.22	0.000750	0.57	9.28	12.03	0.25
Main	1250	Q(T=200)	6.00	48.51	49.20		49.22	0.000697	0.57	9.45	12.82	0.25
Main	1240	Q(T=200)	6.00	48.39	49.19		49.21	0.000718	0.67	9.39	12.53	0.26
Main	1230	Q(T=200)	6.00	48.39	49.19		49.20	0.000533	0.58	10.42	12.88	0.22
Main	1220	Q(T=200)	6.00	48.40	49.18		49.20	0.000573	0.59	10.00	12.42	0.23
Main	1210	Q(T=200)	6.00	48.38	49.17		49.19	0.000834	0.69	8.82	11.82	0.27
Main	1200	Q(T=200)	6.00	48.53	49.16		49.18	0.000935	0.63	8.60	12.25	0.28
Main	1190	Q(T=200)	6.00	48.45	49.15		49.17	0.000563	0.53	9.81	11.58	0.22
Main	1180	Q(T=200)	6.00	48.57	49.13		49.16	0.001185	0.72	7.77	11.49	0.33
Main	1170	Q(T=200)	6.00	48.44	49.10		49.15	0.002259	1.04	6.42	10.95	0.44
Main	1160	Q(T=200)	6.00	48.51	49.10		49.13	0.000759	0.58	8.48	10.34	0.26
Main	1150	Q(T=200)	6.00	48.47	49.10		49.12	0.000638	0.57	9.34	11.77	0.24
Main	1140	Q(T=200)	6.00	48.21	49.09		49.11	0.000578	0.67	10.00	13.91	0.24
Main	1130	Q(T=200)	6.00	48.34	49.09		49.11	0.000627	0.67	9.89	13.90	0.25
Main	1120	Q(T=200)	6.00	48.26	49.08		49.10	0.000642	0.70	9.82	18.53	0.26
Main	1110	Q(T=200)	6.00	48.28	49.07		49.09	0.000701	0.71	9.77	20.47	0.27
Main	1100	Q(T=200)	6.00	48.47	49.05		49.08	0.001204	0.72	7.93	21.26	0.32
Main	1090	Q(T=200)	6.00	48.14	49.04		49.07	0.001056	0.90	8.92	33.56	0.32
Main	1050	Q(T=200)	6.00	48.31	49.01		49.02	0.001099	0.53	13.29	70.97	0.28
Main	1020	Q(T=200)	6.00	48.40	49.00		49.00	0.000302	0.31	26.41	101.38	0.16
Main	1010	Q(T=200)	6.00	48.17	49.00		49.00	0.000339	0.50	26.26	102.44	0.18
Main	1000	Q(T=200)	6.00	47.94	48.99		49.00	0.000292	0.57	27.39	107.09	0.18
Main	990	Q(T=200)	6.00	48.06	48.98		48.99	0.000979	0.89	16.11	76.47	0.32
Main	980.0001	Q(T=200)	6.00	48.20	48.97		48.98	0.000702	0.47	17.83	71.43	0.23
Main	970	Q(T=200)	6.00	48.11	48.96		48.97	0.001123	0.69	13.03	57.35	0.30
Main	960	Q(T=200)	6.00	48.13	48.77	48.77	48.93	0.013840	2.33	3.74	12.47	1.06
Main	930	Q(T=200)	6.00	48.17	48.61	48.57	48.62	0.003864	0.92	13.89	122.16	0.52
Main	920	Q(T=200)	6.00	48.14	48.58		48.59	0.003370	0.92	14.31	121.07	0.50
Main	910	Q(T=200)	6.00	48.26	48.54		48.55	0.004492	0.71	13.37	120.77	0.53
Main	900	Q(T=200)	6.00	48.21	48.50		48.51	0.003670	0.77	13.78	116.39	0.50
Main	890	Q(T=200)	6.00	48.31	48.47		48.48	0.002587	0.34	15.59	116.88	0.36
Main	880	Q(T=200)	6.00	48.44	48.45		48.46	0.001223	0.06	19.27	112.26	0.17
Main	870.0001	Q(T=200)	6.00	47.93	48.45		48.45	0.000656	0.47	23.26	114.66	0.23
Main	860	Q(T=200)	6.00	47.96	48.44		48.44	0.000529	0.42	24.58	110.34	0.21
Main	850	Q(T=200)	6.00	48.21	48.43		48.44	0.000601	0.22	22.74	98.40	0.19
Main	839.9999	Q(T=200)	6.00	48.10	48.43		48.43	0.000627	0.35	21.55	89.88	0.21
Main	830.0001	Q(T=200)	6.00	48.07	48.42		48.43	0.000675	0.38	19.97	79.25	0.22
Main	820	Q(T=200)	6.00	48.01	48.41		48.42	0.000721	0.42	18.75	72.08	0.23
Main	809.9999	Q(T=200)	6.00	48.02	48.40		48.41	0.000827	0.40	17.28	63.04	0.24
Main	800.0001	Q(T=200)	6.00	48.17	48.39		48.40	0.000967	0.33	15.38	53.16	0.25
Main	790	Q(T=200)	6.00	47.80	48.39		48.39	0.000536	0.46	18.10	51.39	0.21
Main	780	Q(T=200)	6.00	47.78	48.38		48.39	0.000414	0.41	19.74	53.25	0.19
Main	769.9999	Q(T=200)	6.00	47.81	48.38		48.39	0.000415	0.42	19.35	50.79	0.19
Main	760.0001	Q(T=200)	6.00	47.82	48.38		48.38	0.000370	0.39	20.46	52.39	0.18
Main	750	Q(T=200)	6.00	47.80	48.37		48.38	0.000354	0.38	20.77	52.87	0.17
Main	739.9999	Q(T=200)	6.00	47.86	48.37		48.37	0.000327	0.34	21.71	55.36	0.16
Main	729.9999	Q(T=200)	6.00	47.67	48.37		48.37	0.000293	0.40	22.19	55.43	0.16
Main	720	Q(T=200)	6.00	47.67	48.36		48.37	0.000355	0.39	21.17	56.80	0.17
Main	710.0001	Q(T=200)	6.00	48.02	48.36		48.36	0.000442	0.25	19.93	57.91	0.17

HEC-RAS Plan: Steady River: River Reach: Main Profile: Q(T=200) (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Main	700	Q(T=200)	6.00	48.14	48.35		48.36	0.000482	0.08	19.58	57.85	0.13
Main	689.9999	Q(T=200)	6.00	47.55	48.35		48.35	0.000448	0.40	20.04	57.51	0.19
Main	680	Q(T=200)	6.00	47.62	48.34		48.35	0.000407	0.50	20.42	57.47	0.20
Main	670	Q(T=200)	6.00	47.60	48.34		48.35	0.000364	0.44	20.99	55.91	0.18
Main	660.0001	Q(T=200)	6.00	47.59	48.34		48.34	0.000321	0.40	21.97	56.46	0.17
Main	649.9999	Q(T=200)	6.00	47.97	48.34		48.34	0.000302	0.28	22.49	56.94	0.15
Main	640	Q(T=200)	6.00	47.63	48.33		48.34	0.000291	0.38	22.77	57.55	0.16
Main	630.0001	Q(T=200)	6.00	47.64	48.33		48.33	0.000295	0.38	22.49	56.53	0.16
Main	620.0001	Q(T=200)	6.00	47.75	48.33		48.33	0.000341	0.39	21.75	57.82	0.17
Main	609.9999	Q(T=200)	6.00	47.67	48.32		48.33	0.000367	0.43	21.16	57.69	0.18
Main	600	Q(T=200)	6.00	47.49	48.32		48.32	0.000409	0.50	20.12	57.02	0.19
Main	590.0001	Q(T=200)	6.00	47.56	48.31		48.32	0.000525	0.58	18.87	58.37	0.22
Main	580.0001	Q(T=200)	6.00	47.50	48.31		48.31	0.000525	0.59	18.59	57.66	0.23
Main	570.0001	Q(T=200)	6.00	47.59	48.30		48.31	0.000476	0.51	19.74	63.18	0.21
Main	560	Q(T=200)	6.00	47.58	48.30		48.30	0.000462	0.54	20.27	64.55	0.21
Main	550.0001	Q(T=200)	6.00	47.58	48.29		48.30	0.000537	0.57	19.56	64.51	0.23
Main	540.0001	Q(T=200)	6.00	47.77	48.29		48.29	0.000470	0.39	20.54	64.63	0.19
Main	530	Q(T=200)	6.00	47.73	48.28		48.29	0.000313	0.35	22.83	64.42	0.16
Main	519.9999	Q(T=200)	6.00	47.54	48.28		48.28	0.000284	0.43	23.37	61.57	0.17
Main	510	Q(T=200)	6.00	47.43	48.28		48.28	0.000289	0.44	22.75	58.34	0.17
Main	500	Q(T=200)	6.00	47.40	48.27		48.28	0.000303	0.49	22.14	57.61	0.18
Main	490	Q(T=200)	6.00	47.47	48.27		48.28	0.000345	0.51	21.39	57.76	0.19
Main	480.0001	Q(T=200)	6.00	47.50	48.27		48.27	0.000292	0.41	22.75	58.10	0.16
Main	470	Q(T=200)	6.00	47.36	48.27		48.27	0.000189	0.39	26.31	61.62	0.14
Main	460	Q(T=200)	6.00	47.54	48.27		48.27	0.000185	0.30	26.99	62.79	0.13
Main	450	Q(T=200)	6.00	47.49	48.26		48.27	0.000195	0.37	26.47	62.88	0.14
Main	439.9999	Q(T=200)	6.00	47.73	48.26		48.26	0.000101	0.18	33.80	69.34	0.09
Main	430	Q(T=200)	6.00	47.60	48.26		48.26	0.000069	0.17	38.72	73.04	0.08
Main	420	Q(T=200)	6.00	47.24	48.26		48.26	0.000049	0.22	43.44	76.15	0.07
Main	410	Q(T=200)	6.00	47.30	48.26		48.26	0.000039	0.20	47.20	78.19	0.06
Main	400.0001	Q(T=200)	6.00	47.19	48.26		48.26	0.000034	0.19	49.48	80.31	0.06
Main	390	Q(T=200)	6.00	47.18	48.26		48.26	0.000038	0.20	48.12	81.02	0.06
Main	380	Q(T=200)	6.00	47.38	48.26		48.26	0.000045	0.18	45.79	81.48	0.07
Main	370	Q(T=200)	6.00	47.35	48.26		48.26	0.000050	0.19	44.41	81.09	0.07
Main	360	Q(T=200)	6.00	47.27	48.26		48.26	0.000058	0.24	42.16	80.93	0.08
Main	349.9999	Q(T=200)	6.00	47.31	48.26		48.26	0.000067	0.25	40.28	80.09	0.08
Main	340	Q(T=200)	6.00	47.32	48.26		48.26	0.000067	0.21	40.57	80.51	0.08
Main	330	Q(T=200)	6.00	47.39	48.26		48.26	0.000065	0.23	40.79	79.98	0.08
Main	320.0001	Q(T=200)	6.00	47.23	48.26		48.26	0.000063	0.26	40.74	79.30	0.08
Main	310	Q(T=200)	6.00	47.17	48.25		48.26	0.000086	0.29	36.88	78.21	0.09
Main	300	Q(T=200)	6.00	47.15	48.25		48.26	0.000089	0.33	36.16	77.98	0.10
Main	290	Q(T=200)	6.00	47.17	48.25		48.25	0.000092	0.32	35.87	78.43	0.10
Main	280	Q(T=200)	6.00	47.16	48.25		48.25	0.000113	0.37	33.78	79.69	0.11
Main	270	Q(T=200)	6.00	47.20	48.25		48.25	0.000137	0.36	32.02	80.34	0.12
Main	260.0001	Q(T=200)	6.00	47.23	48.25		48.25	0.000159	0.36	30.43	80.10	0.13
Main	240	Q(T=200)	6.00	47.19	48.25		48.25	0.000154	0.32	31.18	81.53	0.12
Main	230	Q(T=200)	6.00	47.20	48.24		48.25	0.000123	0.30	33.43	81.09	0.11
Main	220	Q(T=200)	6.00	47.32	48.24		48.24	0.000163	0.34	30.77	81.16	0.13
Main	210	Q(T=200)	6.00	47.12	48.24		48.24	0.000193	0.48	28.17	81.37	0.15
Main	200.0001	Q(T=200)	6.00	47.09	48.24		48.24	0.000210	0.52	26.79	77.39	0.16
Main	190	Q(T=200)	6.00	47.05	48.23		48.24	0.000211	0.52	27.19	81.49	0.16
Main	180	Q(T=200)	6.00	47.06	48.23		48.24	0.000226	0.52	26.80	82.74	0.16
Main	169.9999	Q(T=200)	6.00	47.04	48.23		48.23	0.000311	0.62	23.99	85.15	0.19
Main	160	Q(T=200)	6.00	47.05	48.22		48.23	0.000339	0.65	23.62	87.93	0.20
Main	150	Q(T=200)	6.00	47.04	48.22		48.23	0.000347	0.65	23.83	92.25	0.20
Main	140	Q(T=200)	6.00	47.06	48.22		48.22	0.000315	0.60	25.65	104.04	0.19
Main	130	Q(T=200)	6.00	47.04	48.21		48.22	0.000548	0.80	19.44	101.33	0.25
Main	120	Q(T=200)	6.00	46.98	48.18		48.21	0.001037	1.11	13.32	88.17	0.34
Main	110.0001	Q(T=200)	6.00	47.03	48.18		48.20	0.000756	0.97	16.64	115.06	0.29
Main	100	Q(T=200)	6.00	46.98	48.17		48.19	0.000682	0.89	19.04	125.79	0.27
Main	89.99993	Q(T=200)	6.00	46.87	48.15		48.18	0.000878	1.07	16.90	146.10	0.31
Main	80.00002	Q(T=200)	6.00	46.98	48.14		48.17	0.001333	1.20	16.57	160.20	0.38
Main	70.00002	Q(T=200)	6.00	47.04	48.14		48.15	0.000864	0.96	22.07	193.53	0.31
Main	59.99996	Q(T=200)	6.00	47.03	48.13		48.14	0.000538	0.76	28.22	212.45	0.24
Main	50.00003	Q(T=200)	6.00	47.03	48.13		48.14	0.000394	0.63	29.44	196.71	0.20
Main	39.99998	Q(T=200)	6.00	46.96	48.13		48.13	0.000320	0.61	30.55	195.36	0.19
Main	30.00005	Q(T=200)	6.00	46.94	48.13		48.13	0.000270	0.53	31.77	178.14	0.17
Main	19.99992	Q(T=200)	6.00	46.83	48.12	47.71	48.13	0.000238	0.58	31.14	157.34	0.17
Main	9.99992	Q(T=200)	6.00	46.96	47.74	47.74	48.09	0.012028	2.92	2.57	4.73	1.10

Project Plan: Plan 01 29/11/2022

River Main



Project Plan: Plan 01 29/11/2022

Legend

- WS Q(T=200)
- 1650 Ground
- Bank Sta

