

Comune di  
Brindisi

Regione Puglia



Provincia di  
Brindisi



Committente:



TAIGETE SOL S.R.L.  
VIA MERCATO 3/5 CAP 20121 MILANO (MI)  
c.f. 12502490969



Titolo del Progetto:

### Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto agrifotovoltaico dotato di accumulo denominato "Bardi"

Documento:	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Codice Pratica:	<b>58LXIS7</b>	N° Tavola:	<b>C</b>
Elaborato:	<b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	SCALA:	<b>N.D.</b>		
		FOGLIO:	<b>1 di 1</b>		
		FORMATO:	<b>A4</b>		

Nome file: **58LXIS7\_ Relazione\_Idrologica\_e\_Idraulica\_C.pdf**

**Progettazione:**



**NEW DEVELOPMENTS S.r.l.**  
Piazza Europa, 14  
87100 Cosenza (CS)

**Progettisti:**



dott. ing. Emanuele Barbieri    dott. ing. Giovanni Guzzo Foliaro    dott. ing. Amedeo Costabile    dott. ing. Francesco Meringolo

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	01/08/2022	PRIMA EMISSIONE	New Dev.	CSC	CSC

## INDICE

1.	PREMESSA .....	2
2.	AREA DI INTERVENTO .....	2
3.	STATO DI FATTO E SOVRAPPOSIZIONE CON CARTOGRAFIA PAI .....	2
3.1.	INTERFERENZE CON RETICOLO ESISTENTE .....	3
4.	INTERVENTI IN PROGETTO .....	7
5.	ANALISI IDROLOGICA.....	13
5.1.	ANALISI PROBABILISTICA DELLE PIOGGE .....	13
5.1.1.	IL PRIMO LIVELLO TCEV .....	15
5.1.2.	IL TERZO LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE: IL VAPI PUGLIA E IL VAPI BASILICATA .....	17
5.1.3.	CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO .....	19
5.1.4.	CURVE DI PIOGGIA INFERIORI ALL'ORA.....	19
5.2.	BACINI IDROGRAFICI DI RIFERIMENTO .....	20
5.2.1.	QUOTE CARATTERISTICHE E PENDENZE DEI BACINI.....	21
5.2.2.	PENDENZA LONGITUDINALE DELL' ASTA PRINCIPALE .....	22
5.2.1.	CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE .....	23
5.3.	STIMA DELLE PORTATE .....	23
5.3.1.	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO .....	24
5.3.2.	RISULTATI.....	24
6.	CRITICITÀ IDRAULICHE INDIVIDUATE .....	25
7.	VERIFICHE IDRAULICHE.....	26
7.1.	SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO .....	26
7.2.	IL MODELLO HEC RAS .....	26
7.2.1.	LA MODELLAZIONE DI PROGETTO .....	27
7.2.2.	RISULTATI DELLE MODELLAZIONI .....	30
7.3.	VERIFICHE IN MOTO UNIFORME .....	30
7.4.	INTERVENTI IN PROGETTO .....	32
7.4.1.	CANALE IL SIEDI .....	32
8.	RISULTATI E CONCLUSIONI .....	33
9.	ALLEGATI.....	35
9.1.	VERIFICHE IN MOTO PERMANENTE MONODIMENSIONALE .....	35

## 1. PREMESSA

Il seguente studio idrologico e idraulico è parte integrante del Progetto Definitivo inerente alla realizzazione di un impianto agrivoltaico dotato di accumulo denominato "Bardi", avente potenza nominale complessiva pari a **18,27540 MWp**, che la società **Taigete sol s.r.l.** propone nel territorio Comunale di **Brindisi (BR)**. Più in particolare, previo inquadramento dell'area oggetto di intervento, verranno mostrate le analisi idrologiche e le verifiche idrauliche (in condizione ante e post operam) che, a partire da un'analisi probabilistica delle precipitazioni, hanno consentito la stima delle portate di progetto e la restituzione dei profili di corrente (con tempi di ritorno 30, 200 e 500 anni) per quei tratti di reticolo esistente, prossimi all'area di intervento.

## 2. AREA DI INTERVENTO

Il sito oggetto di intervento è localizzato nel territorio comunale di Brindisi (BR), **poco più a SUD della frazione di Tutarano.**



Figura 2-1- Inquadramento area di intervento

## 3. STATO DI FATTO E SOVRAPPOSIZIONE CON CARTOGRAFIA PAI

Il sito di intervento presenta una morfologia prettamente pianeggiante con deboli pendenze da 0.5 a 1.5 % (e in limitate circostanze sub collinare), costituita da campi soggetti a pratiche agricole, quest'ultime causa di alterazione del reticolo minore. A Sud dell'area di intervento si rileva la presenza del Canale il Siedi, che con andamento Ovest Est sfocia nel Mare Adriatico.



Figura 3-1 – Foto da sopralluogo rappresentanti il sito oggetto di intervento



Figura 3-2 –Territorio oggetto di intervento soggetto a pratiche agricole.

Così come rappresentato in Figura 3-3, in cui si riporta la sovrapposizione del reticolo idrografico messo a disposizione dal geoportale nazionale con le opere in progetto, non sussistono interferenze tra le aree di impianto fotovoltaico (campo A e campo B) ed i corsi d'acqua esistenti. Il sito, ricade nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale <sup>1</sup>(prima di competenza dell'EX AdB Puglia). L'eventuale interferenza con le aree a rischio idraulico è stata verificata previa consultazione degli shapes files (aree di pericolosità idraulica e PGRA) messi a disposizione sul sito dell'Ente. Dalla Figura 3-4 si evidenzia come gli interventi non interferiscono con le perimetrazioni della pericolosità e del rischio idraulico (solo un tratto di recinzione del campo A, lambisce un'area a pericolosità idraulica media).

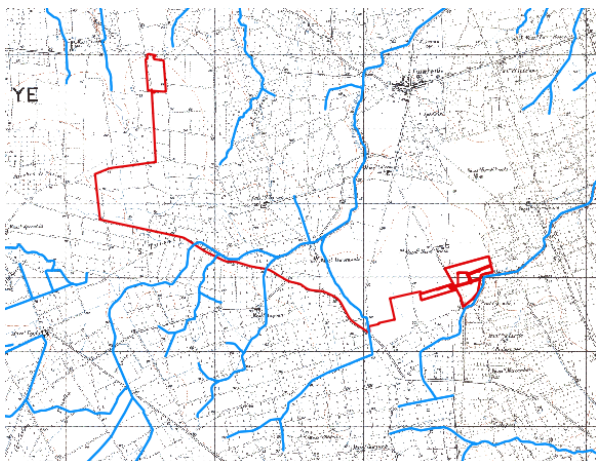


Figura 3-3 – Sovrapposizione opere con reticolo idrografico

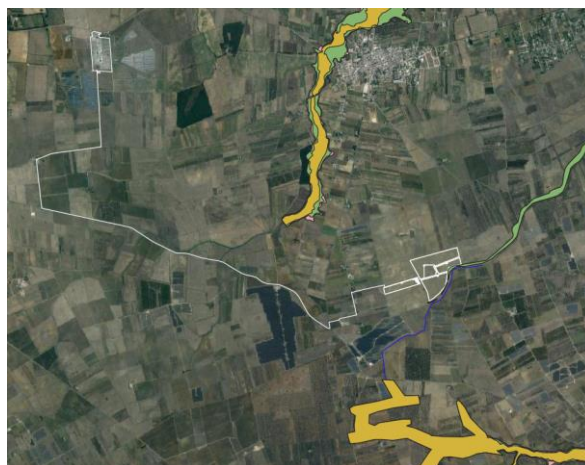





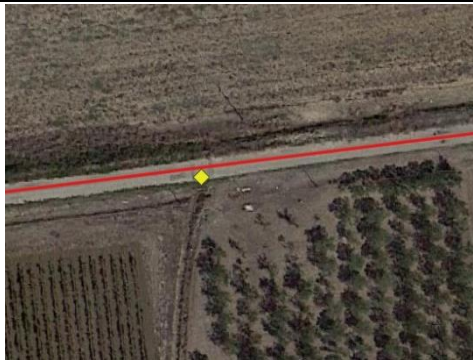


Figura 3-4 – Sovrapposizione con aree di pericolosità e rischio idraulico.

### 3.1. INTERFERENZE CON RETICOLO ESISTENTE

Per quanto riguarda invece il tratto di cavidotto interrato, che permetterà la connessione alla RTN e che lungo il percorso interferisce in più punti con tombini idraulici di attraversamento, il tracciato è stato studiato al

<sup>1</sup> L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali.

fine di assicurare il minor impatto possibile sul territorio, prevedendo il percorso all'interno delle sedi stradali esistenti (asfaltate e non) ed alle aree di progetto, attraversando invece i terreni agricoli al di fuori delle strade solo per brevi tratti e comunque sempre ai limiti del confine di particella.

<p><b>1 - Elettrodotto interrato</b></p>		
<p><b>2 - Tombino</b></p>		
<p><b>3 - Tombino</b></p>		







4 - Tombino		
5 - Tombino		
6 - Tombino		



Figura 3-5- Interferenza cavidotto con reticolo esistente

Considerato che detto cavidotto sarà posato a profondità di circa 1.00 m (vedi figure di seguito riportate)<sup>2</sup> rispetto al piano campagna, lo stesso non interferirà direttamente con il libero deflusso delle acque del reticolo esistente.

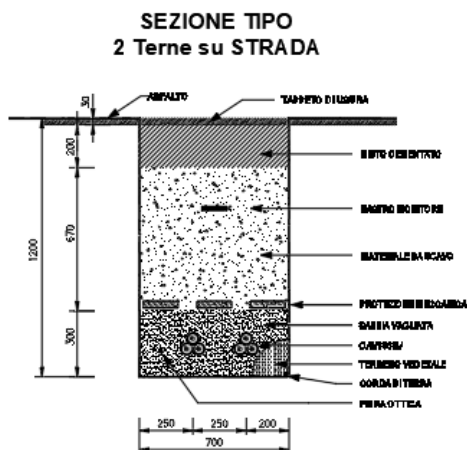


Figura 3-6- Sezione tipo cavidotto su strada

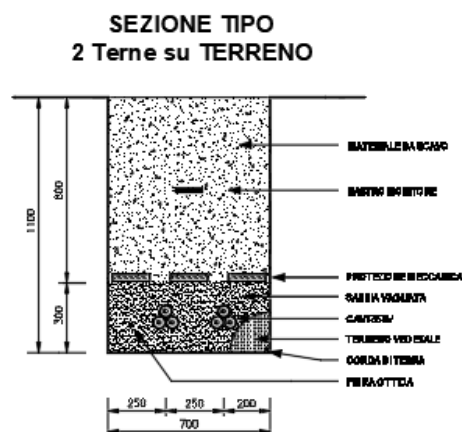


Figura 3-7- Sezione tipo cavidotto su terreno

In corrispondenza degli attraversamenti esistenti, il cavidotto sarà ancorato/staffato alle strutture, in modo da non interferire con il libero deflusso delle acque.

<sup>2</sup> Per maggiori dettagli riguardanti la posa del cavidotto si rimanda all'elaborato specialistico di riferimento.

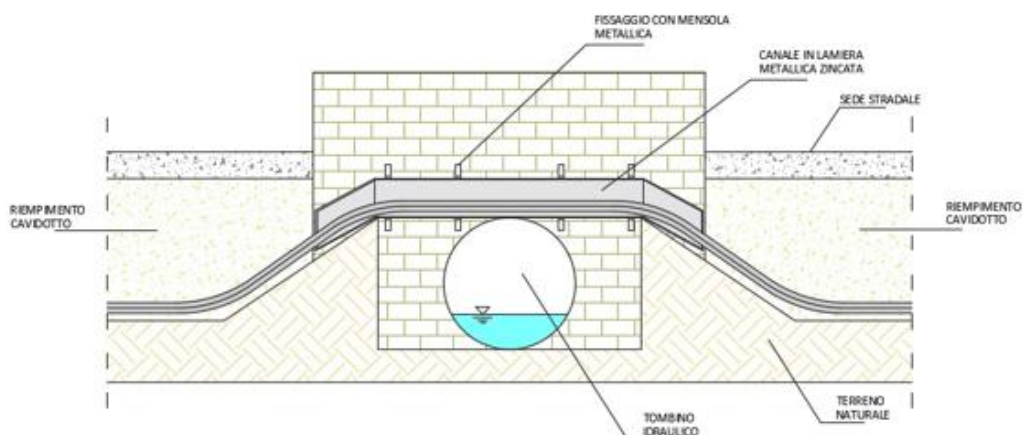


Figura 3-8- Sezione tipo di attraversamento mediante staffatura

In alternativa è possibile ricorrere alla tecnologia di trivellazione orizzontale controllata (TOC) che risulta spesso la soluzione più efficace per l'installazione di sotto-servizi limitando al minimo le zone di lavoro ed eliminando completamente la vista del canale metallico. Con questa tecnica è possibile eseguire l'attraversamento anche sotto il fosso naturale (immediatamente dopo lo sbocco) senza interessare la struttura del tombino idraulico.

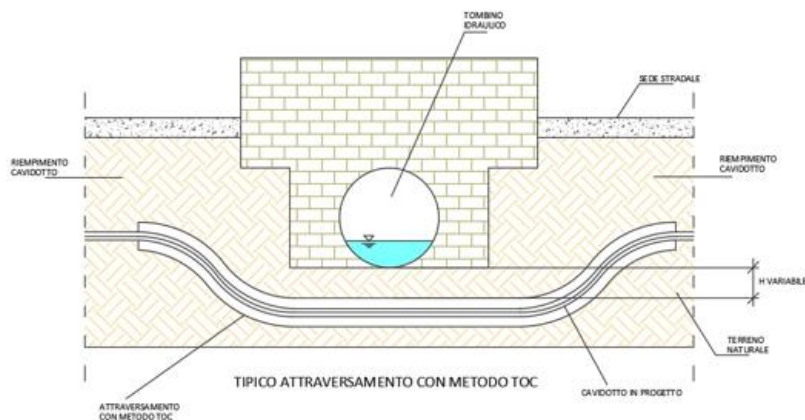


Figura 3-9- Sezione tipo di attraversamento mediante TOC

Per la definizione delle fasi operative e ad integrazione delle analisi idrologiche ed idrauliche mostrate nel seguente elaborato, si procederà, nei livelli successivi di progettazione, ad effettuare uno studio idraulico di maggior dettaglio dell'area, mirato a ottimizzare la gestione del cantiere e, qualora necessario, definire eventuali misure e/o opere di mitigazione temporanee per la sicurezza delle maestranze e mezzi impiegati nelle lavorazioni.

#### 4. INTERVENTI IN PROGETTO

Le aree occupate dall'impianto saranno dislocate all'interno delle particelle di terreno site in agro del territorio comunale di Brindisi (BR). Esse sviluppano una superficie recintata complessiva di circa **29,41 Ha**



lordi e presentano struttura idonea per accogliere le opere in progetto.

All'interno dell'area parco saranno inoltre garantiti spazi di manovra e corridoi di movimento adeguati, per facilitare il transito dei mezzi atti alla manutenzione.

L'impianto fotovoltaico sarà collegato in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 380/150 kV denominata "Brindisi Sud", per come indicato da Terna S.p.a. quale Soluzione Tecnica Minima Generale.

Il percorso di detto elettrodotto sviluppa una lunghezza complessiva di circa **7,64** km interessando:

- tratti di strada comunale e interpoderali del comune di Brindisi;
- un tratto di circa 4,13 km delle strade Provinciali 79 e 82 sempre nel comune di Brindisi.

Il tracciato dell'elettrodotto interrato è stato studiato al fine di assicurare il minor impatto possibile sul territorio, prevedendo il percorso all'interno delle sedi stradali esistenti ed alle aree di progetto, attraversando invece i terreni agricoli al di fuori delle strade solo per brevi tratti.



Figura 10 - Percorso dell'elettrodotto interrato AT da realizzare (tratto in rosso)

In generale, il progetto prevede la realizzazione di:

- *n. 27.690 moduli fotovoltaici aventi potenza nominale pari a 660 Wp cadauno ancorati su idonee strutture ad inseguimento solare;*

- n. 541 strutture ad inseguimento solare monoassiale di rollio (Tracker) del tipo opportunamente ancorate al terreno si sedime mediante infissione semplice di cui n. 382 del tipo a 60 moduli e n. 159 del tipo a 30 moduli;
- 4.680 metri lineari di recinzione a maglie metalliche opportunamente infissa nel terreno sollevata da terra per circa 10 cm;
- n. 4 cancelli di accesso carrabile in materiale metallico;
- n. 4 cabine di campo;
- percorsi di viabilità interna ai campi in misto stabilizzato;
- percorsi di viabilità interna in terra semplicemente battuta;
- impianto di illuminazione interno parco;
- un sistema di videosorveglianza;
- una rete di cavidotti interrati di Alta Tensione (AT) per la connessione con stazione elettrica di trasformazione.

La potenza nominale complessiva dell'Impianto fotovoltaico è pari a **18,27540 MWp**, generata in 4 campi fotovoltaici collegati tra loro tramite cavidotti interrati in alta tensione.

In particolare, ogni campo fotovoltaico sviluppa le potenze nominali riportate nel prospetto che segue:

I moduli saranno in totale n **27.690** così dislocati:

Campo	N° moduli	Potenza	Superficie pannellata
A1	7.770	5,128.20	25,695.61
A2	7.980	5,266.80	26,352.42
A3	8.100	5,346.00	26,754.22
<b>Tot. Campo A</b>	<b>23.850</b>	<b>15,74100</b>	<b>78,802.26</b>
B	3.840	2,534.40	12,790.72
<b>Tot. Campo B</b>	<b>3.840</b>	<b>2,534.40</b>	<b>12,790.72</b>
<b>Tot. Impianti</b>	<b>27.690</b>	<b>18,27540</b>	<b>91,592.98</b>

\*la superficie pannellata rappresenta la proiezione al suolo degli inseguitori solari nella loro posizione a tilt zero gradi

**Tabella 1 - Distribuzione dei moduli FV**

I moduli fotovoltaici impiegati sono del tipo poli-cristallino con potenza nominale di circa 660 Watt/cad. Detti

moduli saranno disposti su sistemi di inseguimento solare monassiale di *rollio* del tipo *Tracker*. Queste strutture consentono la rotazione dei moduli fotovoltaici ad essi ancorati intorno ad un unico asse orizzontale permettendo l'inseguimento del sole nell'arco della giornata aumentando la produzione energetica dell'impianto fotovoltaico. Dette strutture saranno infisse nel terreno mediante apposita macchina battipalo o, nell'eventuale caso ritrovamenti puntuali di trovanti rocciosi, mediante macchina trivellatrice.

L'interdistanza tra le fila di tracker, per come indicato negli elaborati grafici di dettaglio, si attesta pari a **9 metri** minimo.

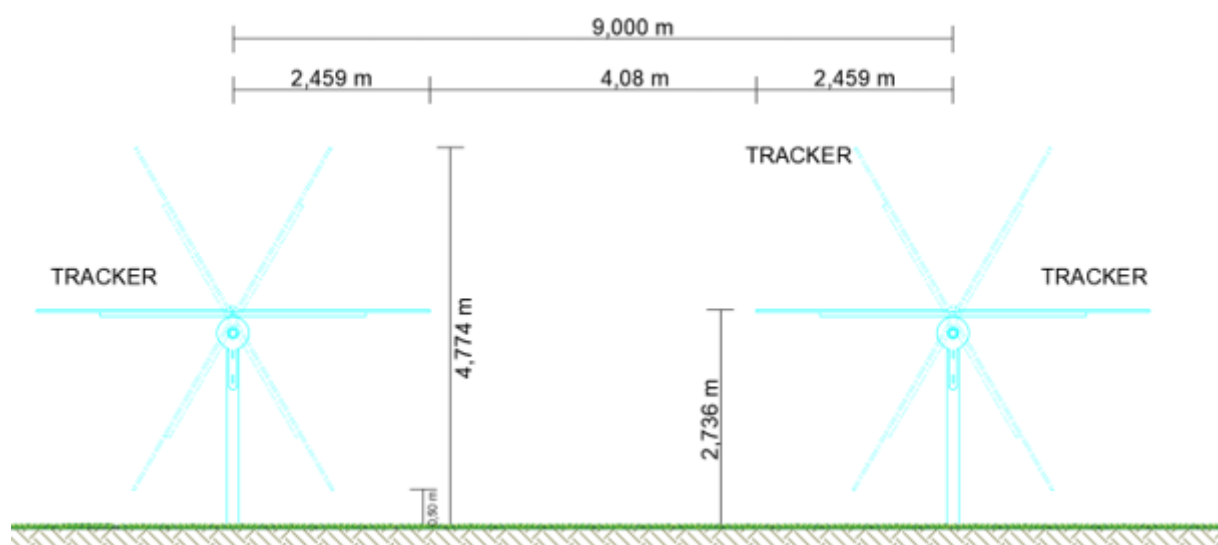


Figura 4-11 – sezione tipo impianto

È previsto l'impiego di un inverter per ogni stringa ed il collegamento di quest'ultime ai trasformatori/elevatori di campo.

Ogni trasformatore di campo sarà ubicato in container prefabbricato e da quest'ultimo, mediante rete AT in cavidotto interrato, verrà garantito il vettoriamento dell'energia alla futura Stazione Elettrica di proprietà TERNA. Le tavole grafiche allegate al progetto elettrico mostrano i tipologici delle sezioni di elettrodotto interrato AT.

L'intera area impianto, dove saranno dislocati i moduli, inverter di stringa e trasformatori di campo, sarà idoneamente recintata verso l'esterno mediante rete a maglie metalliche ancorata al terreno con sistema antiscavalco realizzato con offendicola in rete metallica e idonei sottopassi faunistici per non ostacolare il transito della fauna locale. L'altezza massima fuori-terra della recinzione sarà di 220 cm.

I cancelli carrabili, anch'essi in materiale metallico, saranno realizzati secondo le indicazioni riportate nelle

allegate tavole grafiche ed idoneamente ancorati a pilastri in acciaio.

L'area impianto sarà dotata di impianto di illuminazione con palo metallico, testapalo ed idonea lampada atta a garantire un'uniforma illuminazione. Dal predimensionamento effettuato saranno disposti i punti luce lungo la recinzione perimetrale ad intervallo di 15 metri ed altezza palo 4 metri.

Inoltre, ogni quattro pali di illuminazione saranno disposte telecamere di videosorveglianza collegate ad un sistema di registrazione dati con controllo anche da remoto.

Il campo sarà inoltre dotato di impianto antintrusione combinato perimetrale con sistema tipo ad infrarossi o barriera a microonda ed antifurto per singolo modulo.

La rete di alta tensione a 36 kV sarà composta da circuiti con posa completamente interrata. Il tracciato planimetrico della rete è mostrato nelle tavole di progetto precisando che nel caso di posa su strada esistente l'esatta posizione del cavidotto rispetto alla carreggiata sarà opportunamente definito in sede di sopralluogo con l'Ente gestore in funzione di tutte le esigenze dallo stesso richieste, pertanto il percorso su strada esistente indicato negli elaborati progettuali è da intendersi, relativamente alla posizione rispetto alla carreggiata, del tutto indicativo.

Detta rete a 36 kV sarà realizzata per mezzo di cavi unipolari del tipo ARP1H5E (o equivalente) con conduttore in alluminio.

Dove necessario si dovrà provvedere alla posa indiretta dei cavi in tubi, condotti o cavedi. Per i condotti e i cunicoli, essendo manufatti edili resistenti non è richiesta una profondità minima di posa né una protezione meccanica supplementare. Lo stesso dicasi per i tubi 450 o 750, mentre i tubi 250 devono essere posati almeno a 0,6 m con una protezione meccanica.

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione e la corda di terra.

I cavidotti interrati saranno dotati di pozzetti di ispezione dislocati lungo il percorso. Per i tratti su carreggiate stradali esistenti, ogni lavorazione sarà eseguita nel rispetto delle prescrizioni degli Enti proprietari e gestori del tratto di strada interessato e comunque sarà disposta un'opportuna segnalazione a mezzo nastro segnalatore all'interno dello scavo ed un'idonea segnalazione superficiale con appositi cippi segna cavo. Il percorso del cavidotto è stato scelto in modo da limitare al minimo l'impatto in quanto viene prevalentemente realizzato lungo la viabilità esistente, a bordo o lungo la strada ed utilizzando mezzi per la posa con limitate quantità di terreno da smaltire in quanto prevalentemente riutilizzabile per il rinterro. Tale percorso, come meglio rappresentato nelle allegate tavole grafiche, riguarda prevalentemente: il

Tav. C	Relazione Idrologica e Idraulica	11 di 124
--------	----------------------------------	-----------

collegamento in Alta Tensione tra i campi fotovoltaici e tra questi e la Stazione Elettrica di Trasformazione di proprietà Terna s.p.a.. Per una dettagliata disamina delle argomentazioni si rimanda alla Relazione Descrittiva Opere Elettriche ed alle pertinenti tavole grafiche allegate al presente progetto definitivo.

La viabilità interna al parco fotovoltaico è progettata per garantire il transito di automezzi sia in fase di costruzione che di esercizio dell'impianto.

Le nuove strade, realizzate in misto granulometrico stabilizzato al fine di escludere impermeabilizzazione delle aree e quindi garantire la permeabilità della sede stradale, avranno le larghezze della carreggiata carrabile minima di 3,00 m con livelletta che segue il naturale andamento del terreno senza quindi generare scarpate di scavo o rilevato.

Il pacchetto stradale dei nuovi tratti di viabilità sarà composto da uno strato di idoneo spaccato granulometrico proveniente da rocce o ghiaia, posato con idoneo spessore, mediamente pari a 30 cm, realizzato mediante spaccato 0/50 idoneamente compattato, previa preparazione del sottofondo mediante rullatura e compattazione dello strato di coltre naturale.

È prevista inoltre la sistemazione di altri tratti di viabilità in terra battuta.

All'interno dei campi è inoltre prevista l'impiego di n. 1 stazione meteorologica assemblata e configurata specificatamente per il monitoraggio dell'efficienza energetica degli impianti fotovoltaici aventi i requisiti previsti dalle normative di settore (IEC9060, WMO, CEI 82-5 e IEC60904) e dotate di sistemi operativi e web-server integrati.

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di un sistema di accumulo dell'energia (storage), posto all'interno del "Campo B", della potenza di 20 MW ed una capacità di 80 MWh. Il layout prevede la disposizione di n. 30 battery container (dim. 6058 mm x 2438 mm x 2896 mm), 5 inverter e 3 trasformatori, secondo la disposizione di seguito riportata.

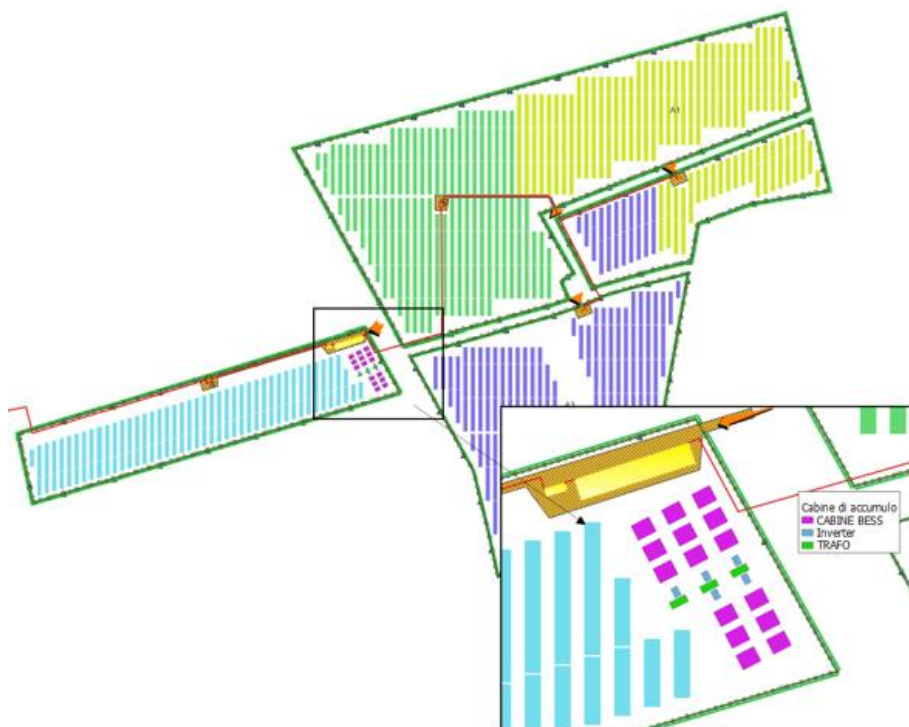


Figura 4-12 - Localizzazione impianto di accumulo

## 5. ANALISI IDROLOGICA

Seppur le aree di impianto non ricadono in aree a pericolosità/rischio idraulico, si procederà ad uno studio idrologico ed idraulico di dettaglio, che, a partire dalla definizione delle curve di possibilità pluviometrica (CPP), esprimenti la relazione fra le altezze di precipitazione  $h$  e la loro durata  $t$ , e dalla caratterizzazione dei bacini, ha consentito la stima delle portate di progetto ad assegnato tempo di ritorno. Nei paragrafi a seguire verranno descritte nel dettaglio le varie fasi dello studio idrologico.

### 5.1. ANALISI PROBABILISTICA DELLE PIOGGE

Lo studio probabilistico delle piogge, necessario per la definizione delle Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) è stato effettuato sull'analisi delle curve di frequenza cumulata (CDF) costruite per le serie storiche dei massimi annuali delle piogge di durata 1,3,6,12,24. Come modello è stato applicato il modello probabilistico TCEV (Two Component Extreme Value), la cui funzione di probabilità è del tipo

$$F_X(x) = \exp\{-\Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda_2 \exp(-x/\theta_2)\} \quad x \geq 0$$

in cui è possibile distinguere una componente base (pedice 1), relativa agli eventi normali e più frequenti, ed una componente straordinaria (pedice 2), relativa ad eventi più gravosi e rari. La legge risulta essere funzione di 4 parametri  $\Lambda_1, \theta_1, \Lambda_2, \theta_2$ , esprimenti il numero medio di eventi indipendenti superiori ad una soglia delle

due popolazioni ( $\Lambda_1$  e  $\Lambda_2$ ) e il loro valore medio ( $\theta_1$  e  $\theta_2$ ).

Ponendo

$$\theta_* = \theta_2/\theta_1 \text{ e } \Lambda_* = \Lambda_2/\Lambda_1^{1/\theta_1}$$

la funzione di probabilità diventa

$$F_x(x) = \exp\left\{-\Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_1} \exp[-x/(\theta_* \theta_1)]\right\} \quad x \geq 0$$

e il valore della variabile casuale  $x$ , corrispondente al periodo di ritorno  $T$ , dipendente dai 4 parametri

$$\Lambda_*, \theta_*, \Lambda_1, \theta_1$$

la cui stima può essere effettuata con il metodo della massima verosimiglianza o dei momenti.

Per ridurre l'incertezza della stima ottenuta con le serie storiche disponibili, si utilizzano delle tecniche di analisi regionale che si basano sull'individuazione di vaste aree, indicate come zone o sottozone omogenee, all'interno delle quali è possibile assumere la costanza di alcuni parametri.

- Al 1° livello di regionalizzazione, i parametri  $\theta^*$  e  $\Lambda^*$  del modello assumono un valore costante all'interno di ampie zone omogenee.
- Al 2° livello di regionalizzazione, oltre alle zone omogenee vengono identificate anche delle sottozone omogenee, per cui oltre ai valori costanti di  $\theta^*$  e  $\Lambda^*$  si può ritenere costante anche il parametro di scala  $\Lambda_1$ .
- Al 3° livello di regionalizzazione si persegue in modo regionale anche alla stima del 4° parametro, che, in dipendenza dal metodo che si vuole adottare, può essere  $\theta_1$  o  $\mu$ , quest'ultimo definito valore indice e rappresentante un valore caratteristico della distribuzione.

Le analisi idrologiche presentate all'interno del seguente studio, verranno condotte adoperando sia il primo che il terzo livello di regionalizzazione. In quest'ultimo caso è stato adottato il metodo indice che, in luogo della variabile casuale  $x_T$  adoperando la variabile adimensionale  $x'_T = x_T/\mu$ , dove  $\mu$  (fattore indice) viene assunto pari al valore medio. Con tale approccio la stima di  $x$  si ottiene con due passi distinti:

- 1) Stima del fattore di crescita  $x'_T$  relativo al tempo di ritorno  $T$ , per cui è necessario conoscere i parametri  $\Lambda^*, \theta^*, \Lambda_1, \theta_1$ ;
- 2) Stima del valore indice  $\mu$ , direttamente dai dati campionari o da regressioni empiriche locali.

### 5.1.1. IL PRIMO LIVELLO TCEV

Come già anticipato, le curve di possibilità (o di probabilità) pluviometrica (CPP) esprimono la relazione fra le altezze massime annuali di precipitazione  $h$  e la loro durata  $t$ , per un assegnato valore del periodo di ritorno  $T$ . Utilizzando le serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione di durata 1, 3, 6, 12, 24 ore sono state definite le curve di possibilità pluviometrica per periodi di ritorno di 10,30, 50, 100, 200 e 500 anni, usando il modello probabilistico TCEV al secondo livello di regionalizzazione. Tali CPP, sono descritte da una legge di potenza monomia del tipo:

$$h_{t,T} = a t^n$$

dove  $h$  è l'altezza di pioggia, espressa in mm,  $t$  indica la durata della precipitazione espressa in ore ed infine  $a$  e  $n$  sono dei parametri dipendenti dal periodo di ritorno  $T$ .

Il modello TCEV di I livello è stato applicato sul campione di dati pluviometrici della stazione di SAN PIETRO VERNOTICO dal quale sono state scelte 48 misurazioni dal 1958 al 2020.

<b>48 [Misurazioni]</b>	<b>1 ORA</b>	<b>3 ORE</b>	<b>6 ORE</b>	<b>12 ORE</b>	<b>24 ORE</b>
<b>ANNO</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>
1958	26	37.4	54.4	77	111.8
1959	40.8	49.2	49.2	49.2	49.2
1960	29.4	50.8	66.4	77.8	101.2
1961	64.2	155.4	157	182	182.4
1963	40.8	43.8	44.4	56.2	59
1968	23.2	23.8	30	30.6	40
1972	55.6	71.6	74	74.2	101
1973	11.6	22	25.8	32.2	49
1974	53	56.2	58.2	58.6	85.8
1975	52.2	74.6	74.6	74.6	74.6
1976	37.6	45.4	53.8	77.6	100.8
1977	41.4	53	56.8	56.8	56.8
1978	21.2	33.4	34.4	40	53
1979	20.2	21	27.4	43	65.4
1980	33.8	70	80.8	82.4	83.4
1981	36.8	42.8	42.8	42.8	70.8
1982	26.4	26.6	28.4	38.6	59.4
1984	17.2	32.4	32.4	34.4	59.6
1985	40	47.6	50.8	62.8	65.8
1986	41	63	70.4	70.4	70.4



1987	28.4	45.2	62.2	86.8	91
1988	19.4	46	49	51.2	52.8
1989	16.4	22.8	26.8	29.8	29.8
1991	23.6	26.8	30.6	39.8	39.8
1992	19.2	29.6	47	52.4	52.6
1993	18.6	25.6	29.6	42	54.2
1996	28	56.2	106.2	132.4	133
1998	40.2	51.8	51.8	57.6	83
1999	50.2	73.4	74	74	74
2000	18.6	24	28.4	30.8	36.2
2001	58.8	59.8	60.4	60.6	60.6
2002	31	38.8	46	51	60
2003	36.6	40.4	40.4	52	71.4
2004	43.8	72.4	82.4	82.4	85.2
2005	27	40.8	45.6	48.6	55.4
2008	30.8	50.2	72.8	79.2	79.4
2009	23.8	32.6	62.6	87	95.8
2010	38.4	83.8	123.6	129.4	129.8
2011	14.8	18.8	28.6	38.4	47
2012	43	60.8	92.4	110.4	111.6
2013	23.6	46.4	69.2	86	88.8
2014	25	29.8	31	31.2	35.2
2015	39.4	46	46	48.4	52.2
2016	42	67.2	85.2	90.8	118.4
2017	16.8	28	33.6	38.8	47.8
2018	38.2	42.4	48.8	49.2	50.8
2019	38.2	57.6	64.6	64.6	64.8
2020	31.2	35	43	43	49.2

Applicando il I Livello di regionalizzazione sono stati ottenuti i seguenti risultati della CPP

T [anni]	10		30		50		100		200		500	
	a	n	a	n	a	n	A	n	a	n	a	n
	<b>56.9</b>	<b>0.227</b>	<b>75.56</b>	<b>0.222</b>	<b>84.38</b>	<b>0.220</b>	<b>96.39</b>	<b>0.219</b>	<b>108.42</b>	<b>0.217</b>	<b>124.32</b>	<b>0.216</b>
1	56.9		75.56		84.38		96.39		108.42		124.32	
3	73.02		96.43		107.45		122.61		137.61		157.62	
6	85.46		112.47		125.15		142.71		159.94		183.07	
12	100.02		131.18		145.77		166.10		185.91		212.64	
24	117.06		153.00		169.78		193.33		216.08		246.98	

Tabella 2 – Calcolo CPP I Livello di regionalizzazione

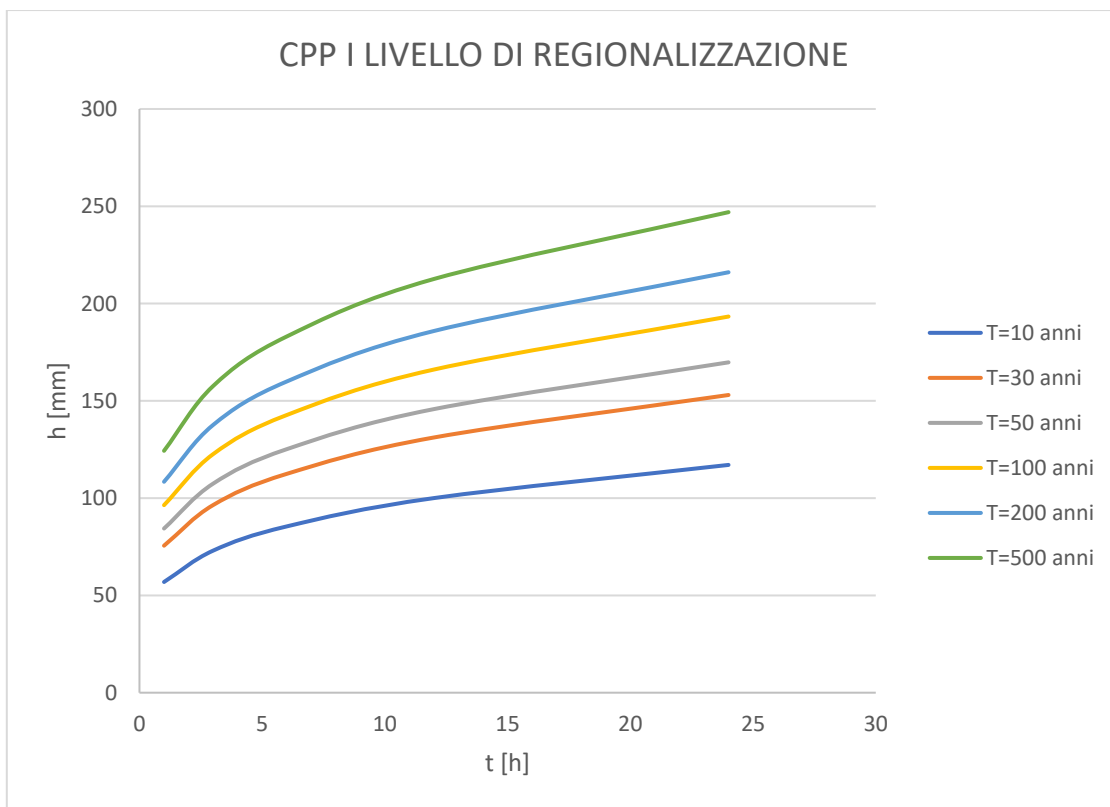


Figura 5-1 - CPP I Livello di regionalizzazione

**5.1.2. IL TERZO LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE: IL VAPI PUGLIA E IL VAPI BASILICATA**

La stima al terzo livello di regionalizzazione è stata effettuata considerando il rapporto VAPI Puglia (l’area di intervento ricade in provincia di Brindisi). Nel rapporto VAPI Puglia, il territorio di competenza dell’ex Autorità di Bacino Interregionale (soppressa con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.)<sup>3</sup>, da un punto di vista dell’approccio pluviometrico, è diviso in 6 aree Pluviometriche Omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la curva di possibilità pluviometrica sulla base delle seguenti equazioni:

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



Figura 5-2 - Suddivisione in aree pluviometriche omogenee

<sup>3</sup> Con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state sopresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali.

Ai valori ottenuti, vanno applicati i seguenti fattori:

- Fattore di crescita  $K_T$ , funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto che nelle zone 5-6 può essere calcolato dalla seguente relazione:

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 \ln(T)$$

T[anni]	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
KT	0.52	0.99	1.35	1.71	1.82	2.07	2.18	2.54	2.90	3.37	3.73

- Fattore di riduzione Areale  $K_A$ , funzione della superficie di bacino e della durata dell'evento di progetto e definito dalla seguente relazione

$$K_A = 1 - (1 - e^{(-0.0021A)}) e^{(-0.53d^{-0.25})}$$

L'area oggetto di intervento ricade all'interno della zona pluviometrica 6. I risultati ottenuti per il BACINO 1 (vedi paragrafo 5.2) sono stati i seguenti:

T[anni]	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
t [h]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]	h[mm]
1	17.46	33.41	45.48	57.54	61.43	69.61	73.49	85.56	97.63	113.58	125.65
3	20.66	41.23	56.12	71.01	75.81	85.90	90.70	105.59	120.48	140.17	155.06
6	22.98	47.08	64.08	81.09	86.56	98.09	103.57	120.57	137.58	160.06	177.06
12	25.57	53.76	73.18	92.60	98.85	112.01	118.26	137.68	157.10	182.77	202.19
24	28.44	61.39	83.56	105.74	112.87	127.91	135.05	157.22	179.39	208.71	230.88

Tabella 3 - Altezze di pioggia calcolate con metodo VAPI Puglia

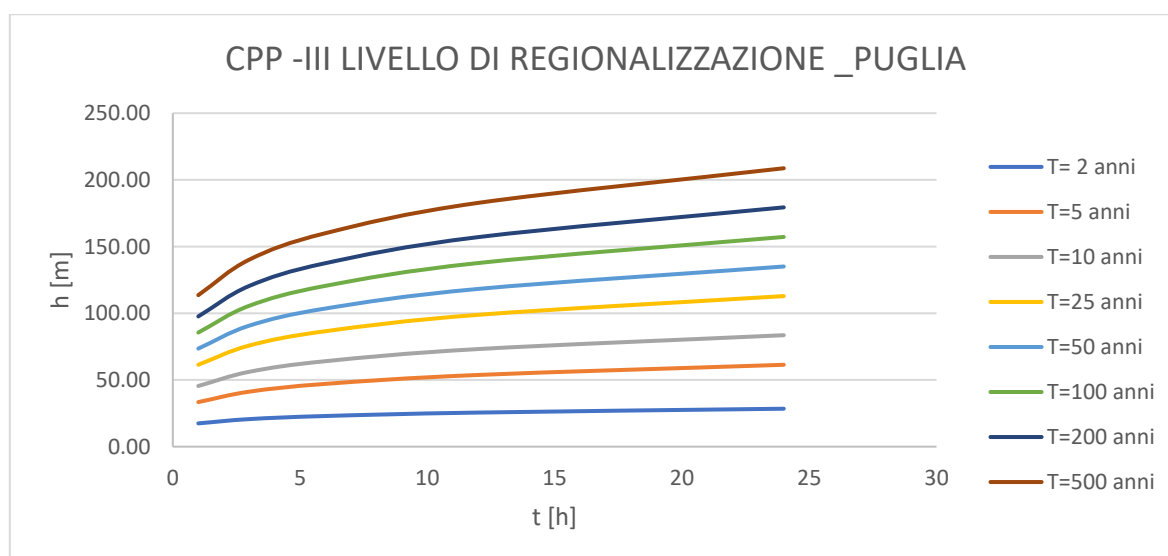


Figura 5-3 - CPP III Livello di Regionalizzazione \_Puglia

### 5.1.3. CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO

Per la stima delle portate si prenderanno come riferimento le CPP relative al I livello di regionalizzazione.

### 5.1.4. CURVE DI PIOGGIA INFERIORI ALL'ORA

La definizione delle curve di possibilità pluviometrica, per gli eventi di durata inferiori all'ora, è stata effettuata mediante l'applicazione della formula di Bell (1969)

$$\frac{h_{d,T}}{h_{60,T}} = 0.54 * d^{0.25} - 0.50$$

dove

d è la durata dell'evento espressa in min;

T è il tempo di ritorno in anni;

$h_{60T}$  è l'altezza di pioggia per un evento di pioggia di durata 60 min e tempo di ritorno T.

Facendo riferimento ai tempi di ritorno 30,50,100, 200 e 500 anni sono stati ottenuti i seguenti risultati

d [min]	$h_{d,30}$ [mm]	$h_{d,50}$ [mm]	$h_{d,100}$ [mm]	$h_{d,200}$ [mm]	$h_{d,500}$ [mm]
5	23.23	25.95	29.64	33.34	38.23
10	34.78	38.84	44.37	49.90	57.22
15	42.52	47.48	54.24	61.01	69.96
20	48.51	54.17	61.88	69.60	79.81
30	57.71	64.45	73.62	82.81	94.95
60	75.78	84.63	96.67	108.73	124.68

Tabella 4 – Altezze di pioggia per eventi inferiori all'ora

## CPP Inferiore all'ora

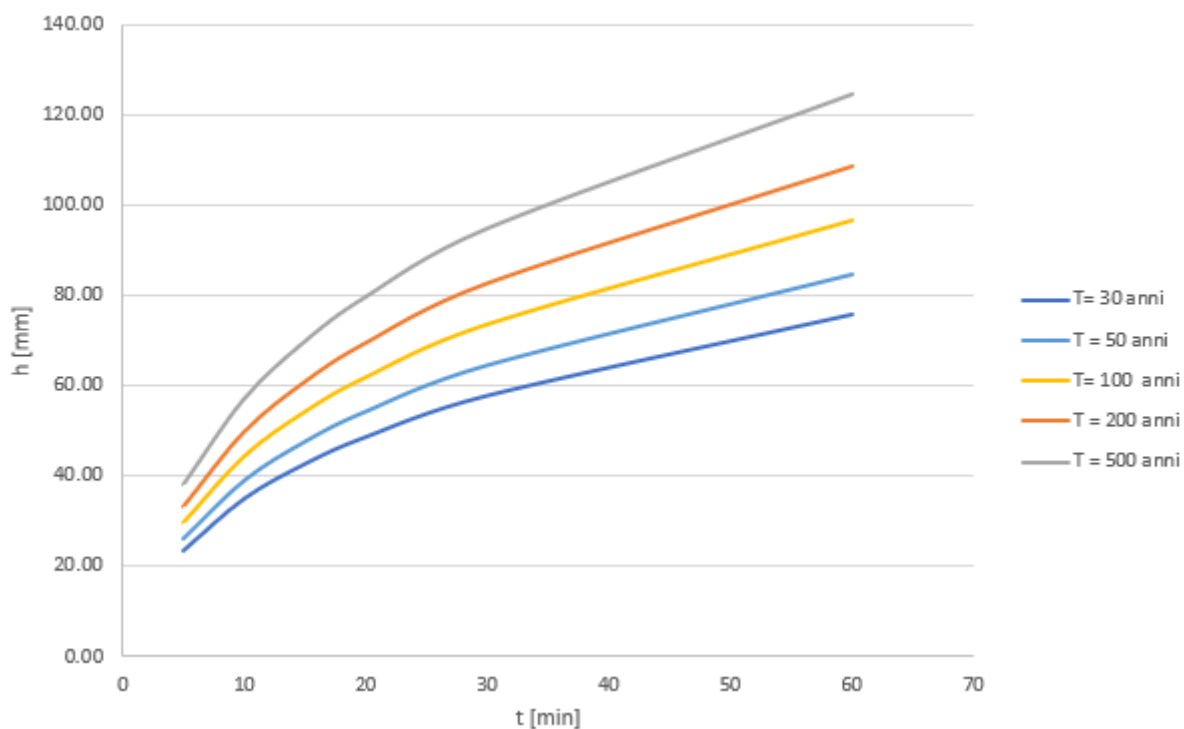


Figura 5-4 - CPP Inferiori all'ora

T	a	n
30	11.42	0.473
50	12.75	0.473
100	14.57	0.473
200	16.39	0.473
500	18.79	0.473

Tabella 5 – CPP per eventi inferiori all'ora

**5.2. BACINI IDROGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Le analisi idrologiche sono state dunque condotte su n. 1 bacino, la cui delimitazione è stata definita in funzione delle curve di livello estrapolate dal DTM 5x5 messo a disposizione dal geoportale Regionale, mediante strumentazione GIS, e successivamente rappresentata sulla cartografia IGM.

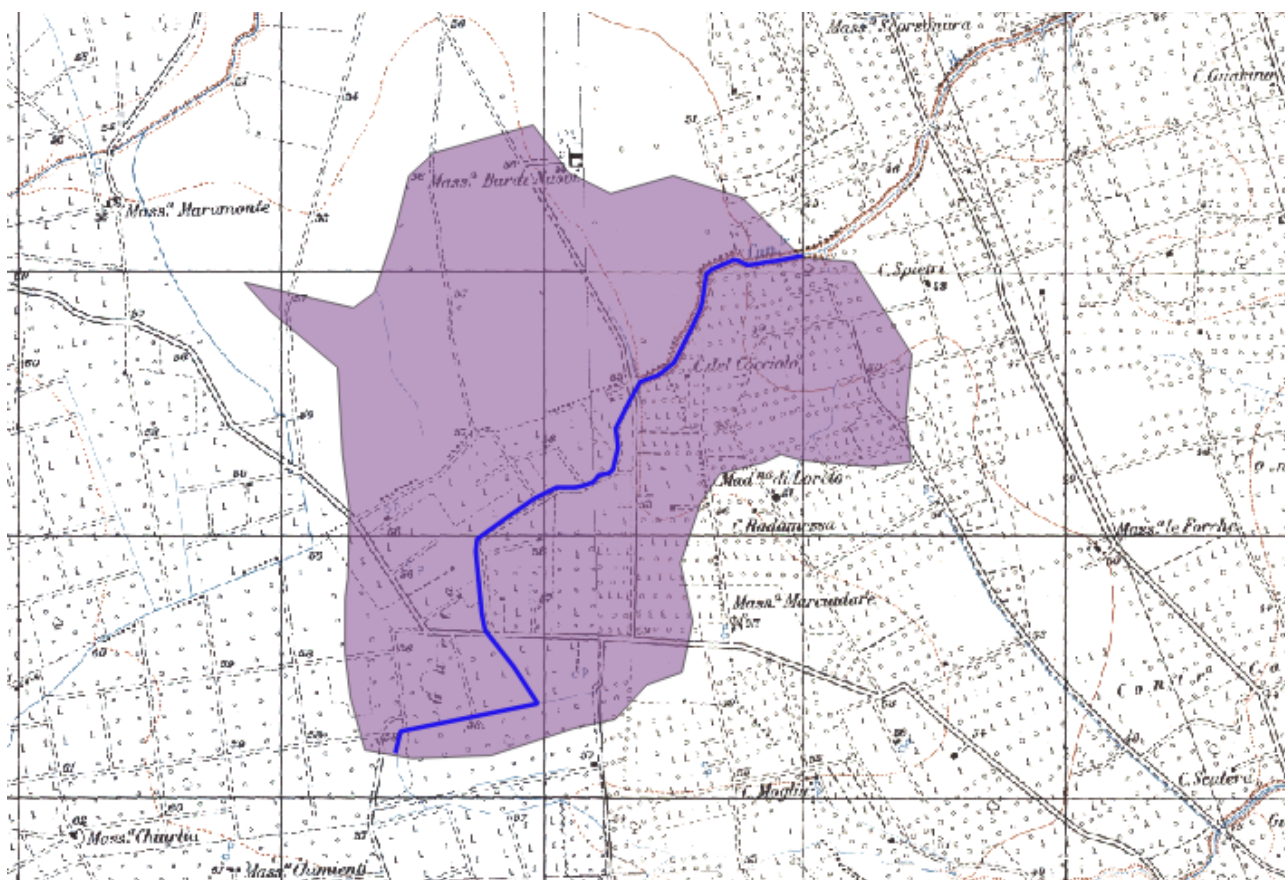


Figura 5-5 - Bacini idrografici di riferimento

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche A (superficie del bacino) e L (lunghezza asta principale)

A [mq]	A [Kmq]	L[m]	L [Km]
3507519.02	3.51	3156.43	3.16

Tabella 6 - Parametri dei bacini idrografici e delle aste principali

### 5.2.1. QUOTE CARATTERISTICHE E PENDENZE DEI BACINI

Per il bacino idrografico è stata ricavata l'altitudine media e la pendenza media dei versanti ( $i_v$ ), mediante strumentazione GIS, a partire dal DTM messo a disposizione dal geoportale della Regione Puglia, sfruttando un plugin del software.



Figura 5-6 – Modellazione GIS del bacino 1

Si riportano di seguito i risultati ottenuti:

BACINO	A [mq]	A [Kmq]	L[m]	L [Km]	H <sub>max</sub> [m s.l.m]	H <sub>med</sub> [m s.l.m]	H <sub>min</sub> [m s.l.m]	i <sub>v</sub> [%]
BACINO 1	3507519.02	3.51	3156.43	3.16	59.92	54.73	47.16	0.77

Tabella 7 – Quote caratteristiche dei bacini idrografici

### 5.2.2. PENDENZA LONGITUDINALE DELL' ASTA PRINCIPALE

Per il Bacino 1 si è proceduto a calcolare la pendenza dell'asta principale con la formula di Taylor- Schwartz, suddividendo il corpo idrico in una serie di tratti di lunghezza L<sub>j</sub> con pendenza i<sub>j</sub> praticamente uniforme.

$$i_m = \frac{L^2}{\left(\sum_i \frac{L_j}{\sqrt{i_j}}\right)^2}$$

I risultati ottenuti sono stati i seguenti:

Pendenza Asta Principale					
H [m.s.l.m]	H [m.s.l.m]	L [m]	ΔH [m]	i <sub>j</sub>	L/i <sub>j</sub> <sup>0.5</sup>
57.26	47.55	3156.43	9.71	0.003	56909.59

Tabella 8- Pendenze dell'asta principale

Applicando la formula sopra riportata è stato ottenuto un valore di pendenza media di circa 0.003.

### 5.2.1. CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Per procedere al calcolo della portata di piena ad assegnato tempo di ritorno è necessario valutare il tempo di corrivazione, inteso come il tempo impiegato da una goccia di acqua, caduta nel punto più sfavorito, per raggiungere la sezione di chiusura. Considerate le dimensioni dei bacini, la stima di tale parametro è stata effettuata facendo riferimento alla media dei valori ottenuti con la formula empirica di Ventura, così espressa

$$t_c = 0.127 * \frac{(A)^{0.5}}{(i)^{0.5}}$$

e la formula di Puglisi

$$t_c = 6L^{\frac{2}{3}} * \Delta H^{-\frac{1}{3}}$$

in cui  $t_c$  è misurato in ore, L (lunghezza dell'asta principale) in m,  $\Delta H$  è il dislivello del bacino,  $i$  è la pendenza media dell'asta principale e A è la superficie del bacino (Kmq).

Sostituendo nelle formule precedenti i parametri di ciascun bacino, sono stati ottenuti i seguenti valori:

BACINO	$t_c$ [h]		
	Ventura	Puglisi	Media
BACINO 1	4.29	5.52	4.91

Tabella 9 - Calcolo dei tempi di corrivazione

### 5.3. STIMA DELLE PORTATE

La stima delle portate ad assegnato tempo di ritorno è stata effettuata mediante la formula razionale, il cui approccio si basa sull'utilizzo della curva di possibilità pluviometrica e sull'ipotesi che a parità di tempo di ritorno, la portata al colmo maggiore è prodotta dall'evento la cui durata è identica al tempo di corrivazione.

$$Q = \frac{\Phi i_c A}{3.6}$$

in cui

- $\Phi$  è il coefficiente di deflusso, indicante il rapporto tra i deflussi e gli afflussi [ad]
- $i_c$  è l'intensità di pioggia di un evento avente durata  $d = t_c$  [mm/ora]
- A è la superficie del bacino (o area scolante) [Km<sup>2</sup>]
- Q è la portata al colmo di piena che defluisce alla sezione di chiusura in corrispondenza di un evento di durata  $t_c$  e tempo di ritorno T [m<sup>3</sup>/s].



### 5.3.1. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Considerata la descrizione dei luoghi precedentemente riportata si è deciso di adottare cautelativamente un valore di  $\phi$  pari 0.50, corrispondente a terreni poco permeabili e soggetti alle pratiche agricole di cui alla tabella di seguito riportata.

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	Coltivi	Pascoli	Boschi
Suoli molto permeabili sabbiosi o ghiaiosi	0.20	0.15	0.10
Suoli mediamente permeabili (senza strati di argilla). Terreni di medio impasto o simili	0.40	0.35	0.30
Suoli poco permeabili Suoli fortemente argillosi o simili, con strati di argilla vicino alla superficie. Suoli poco profondi sopra roccia impermeabile.	0.50	0.45	0.40

Tabella 10 - Coefficienti di deflusso da letteratura

### 5.3.2. RISULTATI

Si riportano di seguito i risultati ottenuti dall'applicazione della formula razionale. Nelle tabelle, le intensità di pioggia, sono espresse in mm/h. Adottando opportuni fattori di scala sono state successivamente ottenute le portate in mc/s.

T = 30 ANNI							
BACINO	A [Kmq]	a	n	$t_c$ [h]	i[mm/h]	$\phi$	Q[mc/S]
BACINO 1	3.51	75.56	0.222	4.91	21.92	0.5	10.68

Tabella 11 - Calcolo portate per T= 30 anni

T = 100 ANNI							
BACINO	A [Kmq]	a	n	$t_c$ [h]	i[mm/h]	$\phi$	Q[mc/S]
BACINO 1	3.51	96.39	0.219	4.91	27.83	0.5	13.56

Tabella 12 - Calcolo portate per T= 100 anni

T = 200 ANNI							
BACINO	A [Kmq]	a	n	$t_c$ [h]	i[mm/h]	$\phi$	Q[mc/S]
BACINO 1	3.51	108.42	0.217	4.91	31.20	0.5	15.20

Tabella 13 - Calcolo portate per T= 200 anni

T = 500 ANNI							
BACINO	A [Kmq]	a	n	$t_c$ [h]	i[mm/h]	$\phi$	Q[mc/S]
BACINO 1	3.51	124.32	0.216	4.91	35.72	0.5	17.40

Tabella 14 - Calcolo portate per T= 500 anni

## 6. CRITICITÀ IDRAULICHE INDIVIDUATE

La principale criticità idraulica è rappresentata dal Canale il Siedi, prossimo all'area di intervento e che defluisce con andamento Ovest Est in prossimità dell'area di impianto denominata "Campo A". Parte della recinzione, come anticipato nei paragrafi precedenti, lambisce un'area a media pericolosità idraulica (M.P).



Figura 6-1 - Area a media pericolosità idraulica

Ulteriore criticità minore è la presenza di un fosso di guardia bordo strada, ubicato tra le aree di impianto "Campo A" e "Campo B" e che, con andamento Nord Sud si immette nel Canale Il Siedi.



Figura 6-2- Canale in ingresso al Canale il Siedi

## 7. VERIFICHE IDRAULICHE

Nei paragrafi a seguire verranno mostrate le modellazioni idrauliche in moto permanente monodimensionale effettuate per il tratto d'asta principale del Bacino 1 prossimo all'area di intervento. Scopo dello studio è stata la definizione dei profili di corrente, durante il passaggio delle piene di progetto con tempi di ritorno 30, 200 e 500 anni.

### 7.1. SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO

I tempi di ritorno adottati sono i seguenti:

- 30,200 e 500 Anni per la definizione dei profili di corrente dell'asta principale del Bacino 1, mediante modellazione in moto permanente monodimensionale
- 200 anni per le verifiche degli attraversamenti esistenti;
- 200 anni per le verifiche del fosso bordo strada ubicato tra le aree dei campi A e B.

### 7.2. IL MODELLO HEC RAS

La definizione dei profili di corrente, è stata condotta in moto permanente monodimensionale, utilizzando il

codice di calcolo HEC-RAS versione 5.0.7, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers. HEC-RAS è l'abbreviazione di Hydrologic Engineering Center's River Analysis System. Attraverso il software possono essere analizzate condizioni di moto in corrente lenta, condizioni di moto critiche e condizioni di regime misto. Il codice di calcolo permette di descrivere in maniera dettagliata la geometria delle singole sezioni idrauliche, tenendo conto di scabrezze differenti, non solo in diversi tratti del corso d'acqua, ma anche all'interno della stessa sezione (ad esempio per differenziare le zone golenali e il canale principale). Esso consente inoltre di modellare l'andamento meandriforme di un corso d'acqua, indicando differenti lunghezze del tratto che separano due sezioni adiacenti, sia per la golenale in sponda sinistra, che per la golenale in sponda destra, che per il canale principale. Nello specifico il calcolo dei profili di corrente viene effettuato all'interno del software attraverso la risoluzione dell'equazione dell'energia tra due sezioni consecutive, mediante un processo iterativo (standard step method).

### 7.2.1. LA MODELLAZIONE DI PROGETTO

- GEOMETRIA DELLO STATO DI FATTO

La geometria dello stato di fatto è stata modellata sulla base del DTM 5x5, messo a disposizione dal geoportale della Regione Puglia e opportunamente rielaborato con i software GIS. Da tale file sono state estrapolate ( e in parte ricostruite con ausilio di sovrapposizione ortofoto) le superfici del reticolo idrografico e le geometrie del modello, successivamente caricate sul software HEC RAS.



Figura 7-1- Modellazione Idraulica in HEC RAS

- SCABREZZE DEI CORSI D'ACQUA

Per la determinazione del coefficiente di scabrezza, si è fatto riferimento alla seguente tabella

tipo di superficie	Minimo	Normale	Massimo
<b>ALVEI DI PIANURA</b>			
non vegetati, rettilinei, corrente regolare	0.025	0.030	0.033
come sopra ma con pietre e alghe	0.030	0.035	0.040
non vegetati, tortuosi con molienti e rapide	0.033	0.040	0.045
come sopra ma con pietre e alghe	0.035	0.045	0.050
come sopra, in magra	0.040	0.048	0.055
non vegetati, tortuosi, pietre, molienti e rapide	0.045	0.050	0.060
molto irregolari e alghe molto fitte	0.075	0.100	0.150
<b>ALVEI DI MONTAGNA (SPONDE CON ALBERI E CESPUGLI)</b>			
sul fondo: ghiaia, ciotoli e massi radi	0.030	0.040	0.050
sul fondo: ciotoli e grandi massi	0.040	0.050	0.070
<b>GOLENE E PIANE INONDABILI</b>			
prato senza cespugli, erba bassa	0.025	0.030	0.035
prato senza cespugli, erba alta	0.030	0.035	0.050
campi incolti	0.020	0.030	0.040
coltivazioni a filari	0.025	0.035	0.045
colture di cereali in pieno sviluppo	0.030	0.040	0.050
aree con cespugli sparsi e erba alta	0.035	0.050	0.070
aree con cespugli bassi e alberi, in inverno	0.035	0.050	0.060
aree con cespugli bassi e alberi, in estate	0.040	0.060	0.080
cespugli fitti, in inverno	0.045	0.070	0.110
cespugli fitti, in estate	0.070	0.100	0.160

<b>CANALI CON FONDO IN GHIAIA E SPONDE IN</b>			
lastre di calcestruzzo	0.017	0.020	0.025
pietrame con giunti stilati	0.020	0.023	0.026
scogliera	0.023	0.033	0.036
<b>CANALI IN TERRA NON RIVESTITI</b>			
rettilinei, non vegetati, buona manutenzione	0.016	0.018	0.020
rettilinei, non vegetati, mediocre manutenzione	0.018	0.022	0.025
rettilinei, non vegetati, con ghiaia	0.022	0.025	0.030
rettilinei, poco inerbiti, rare alghe	0.022	0.027	0.033
<b>ALVEI IN TERRA REGOLARIZZATI O ROGGE</b>			
non vegetati	0.023	0.025	0.030
poco inerbiti, rare alghe	0.025	0.030	0.033
molto vegetati, molte alghe	0.028	0.030	0.035
con sponde in pietrame	0.028	0.030	0.035
con sponde ben inerbite	0.025	0.035	0.040
con fondo in ciotoli e sponde non vegetate	0.030	0.040	0.050
<b>CANALI MANTENUTI CON DRAGAGGIO</b>			
non vegetati	0.025	0.028	0.033
poco inerbiti, rare alghe	0.035	0.050	0.060
<b>ALVEI IN ROCCIA</b>			
con sezione ben regolarizzata	0.025	0.035	0.040
irregolari	0.035	0.040	0.050
<b>CANALI IN TERRA RINATURALIZZATI (CON ALGHE E CESPUGLI)</b>			
con sezione interamente occupata da alghe	0.050	0.080	0.120
con rare alghe e sponde mediamente cespugliate	0.045	0.070	0.110
con alghe e sponde fortemente cespugliate	0.080	0.100	0.140

Più in particolare, sia per lo stato di fatto che di progetto è stato adottato:

- il valore di  $0.035 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per il canale centrale dell'asta oggetto di analisi;
- il valore di  $0.035 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per le aree golenali dell'asta oggetto di analisi;
- il valore di  $0.020 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per gli elementi in cls.
- CONDIZIONI AL CONTORNO

Come condizioni al contorno si è deciso di definire sia a monte che a valle una "normal depth" ovvero un valore noto di pendenza dell'energia, approssimativamente assunto pari alla pendenza di fondo alveo nelle sezioni più a monte e più a valle del tratto oggetto di intervento.

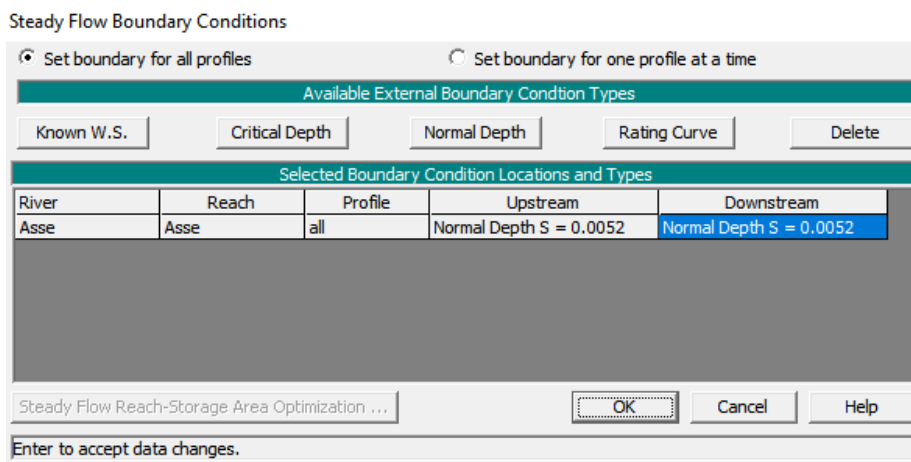


Figura 7-2- Condizioni al contorno

- PORTATE DI PROGETTO

Facendo riferimento alle tabelle 11,13,14 sono state adoperate le seguenti portate di progetto

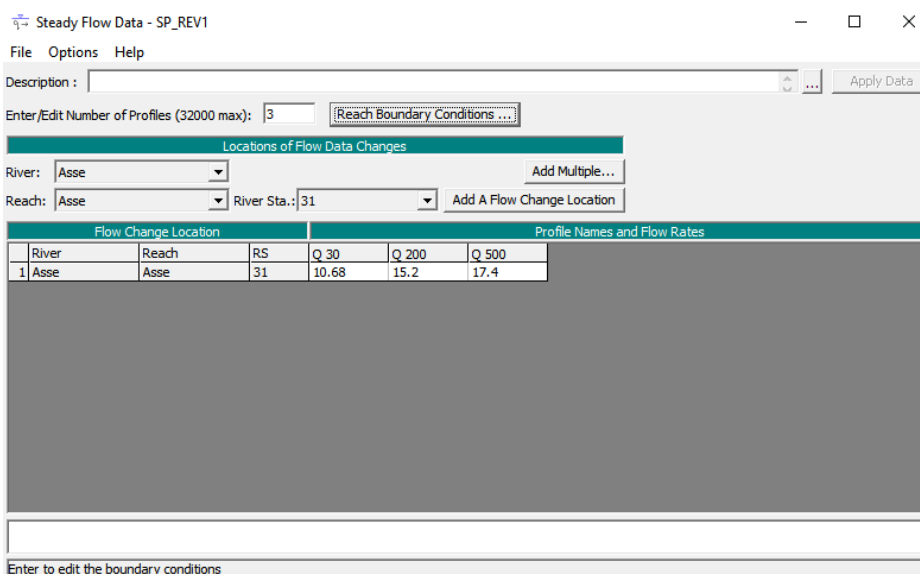


Figura 7-3 - Portate di progetto

### 7.2.2. RISULTATI DELLE MODELLAZIONI

I risultati delle modellazioni e delle verifiche idrauliche (scenario ante operam) hanno mostrato alcune criticità in corrispondenza degli attraversamenti esistenti a sud dell'area di intervento (sez. 28.35, 18.5 e 15.5 vedi allegati) e in prossimità dell'area di impianto denominata campo A. In concomitanza del passaggio delle piene con tempo di ritorno 200 anni i deflussi esondano dalla sezione idraulica e interferiscono con le aree di progetto.

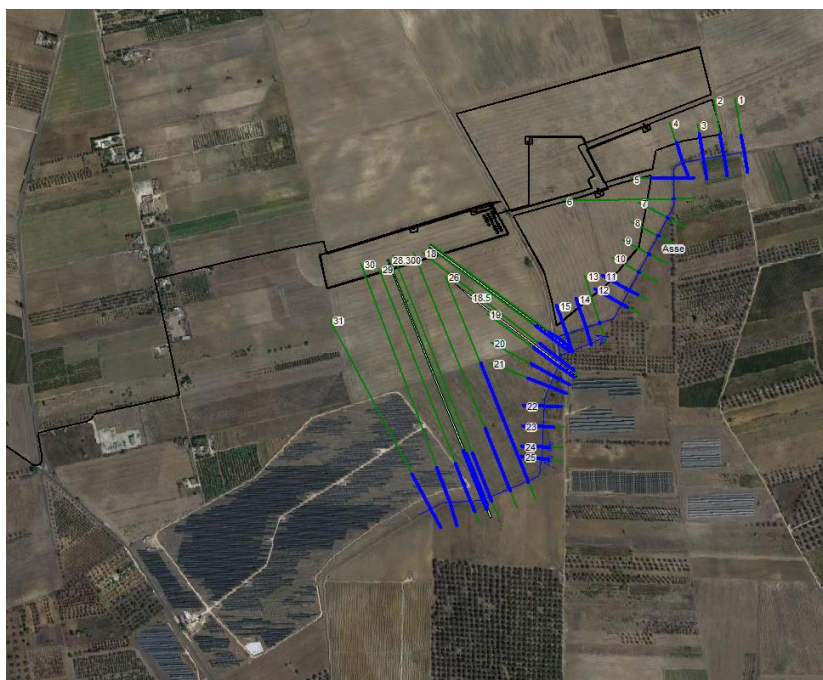


Figura 7-4- Risultati ottenuti con tempo di ritorno 200 anni

### 7.3. VERIFICHE IN MOTO UNIFORME

Per quanto riguarda il fosso bordo strada ubicato tra i campi A e B, le verifiche sono state effettuate sulla base di un tempo di ritorno 200 anni e adottando la formula di moto uniforme di Gauckler Strickler:

$$Q = K * A * R^{\frac{2}{3}} * i^{0.5}$$

Dove

K è un coefficiente di scabrezza, assunto pari a 33 per i fossi in terra [ $\text{m}^{\frac{1}{3}}/\text{s}$ ];

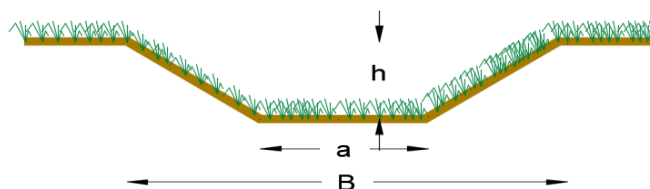
A è l'area della sezione idraulica [ $\text{m}^2$ ];

i è la pendenza del canale;

R è il raggio idraulico [m];

Dai dati territoriali a disposizione è stata estrapolata una sezione tipo di verifica a forma trapezia, avente

dimensioni come da figura sottostante.



**a: 0.60 m ; B :2.30 m; h= 0.85**

*Figura 7-5- Dimensione trapezia tipo*

Come portata di riferimento è stata considerata quella che si genera su un'area di influenza di larghezza 70 m (considerando un buffer di 35 m da ciascun lato del fosso) e lunghezza pari a 610 m (lunghezza fosso di riferimento).



*Figura 7-6 - Bacino di riferimento fosso minore*

Facendo riferimento ad un tempo di ritorno 200 anni e ad un evento di pioggia di durata pari a

$$t = t_c + t_a$$

con

- 1) (assunto cautelativamente 15 min), rappresentante il tempo impiegato dalla particella d'acqua più sfavorita a giungere nella sezione iniziale del canale;
- 2)  $t_c$  "tempo impiegato dalla particella a percorrere l'intero sviluppo del canale", calcolato mediante la formula di Viparelli:



$$t_c = \frac{L_p}{V}$$

in cui  $t_c$  è misurato in ore,  $L_p$  indica la lunghezza dell'asta/ canale in km e  $V$  la velocità della particella d'acqua assunta pari a 1.5 m/s;

è stato ottenuto un valore di portata  $Q_{200} = 1.42$  mc/s

BACINO	A [Kmq]	a	n	$t_c$ [h]	i[mm/h]	$\phi$	Q[mc/S]
FOSSO MINORE	0.04	108.42	0.217	0.36	239.74	0.5	1.42

Tabella 15 - Portata  $T=200$  per bacino fosos minore

Applicando la formula di moto uniforme di Gauckler Strickler e considerando una pendenza di circa 0.5 %, la verifica risulta essere soddisfatta.

b [m]	h [m]	B [m]	A [mq]	P [m]	R [m]	K [m <sup>1/3</sup> /s]	i	Q [mc/s]
0.60	0.85	2.30	1.23	3.00	0.41	33	0.005	1.59

Tabella 16- Risultati moto uniforme

La sezione sarà quindi presa come riferimento ed eventualmente, qualora risultasse necessario, adeguata alle dimensioni di cui alla figura 7.5 per tutto il tratto oggetto di analisi.

#### 7.4. INTERVENTI IN PROGETTO

Si riportano di seguito gli interventi idraulici che si intendono attuare per il superamento delle criticità riscontrate a valle delle modellazioni in moto permanente monodimensionale.

Le ipotesi progettuali sono state definite sulla base dei seguenti obiettivi:

- Non comportare significative alterazioni morfologiche e/o topografiche dei luoghi;
- Non costituire incremento della pericolosità idraulica nel contesto esistente;
- Rispondere ai criteri di basso impatto ambientale.

##### 7.4.1. CANALE IL SIEDI

Al passaggio dei deflussi con tempo di ritorno 200 anni, si verificano fenomeni di esondazione diffusi che potrebbero interessare le aree del campo fotovoltaico. Il superamento delle criticità individuate sarà ottenuto mediante degli interventi di riprofilatura del terreno a ridosso della recinzione di impianto, così da realizzare dei piccoli rilevati di altezza variabile e non superiore ad 1.30 m, tali da:

- non ostacolare la dispersione dei deflussi nelle aree golenali;
- impedire l'inondazione delle aree di progetto durante il passaggio delle piene.

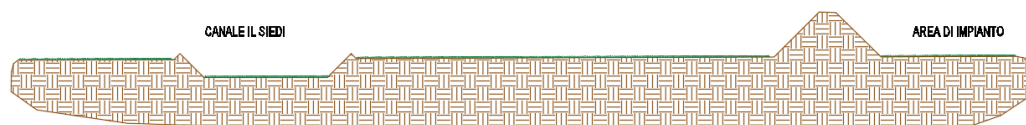


Tabella 17- Sezione tipo di intervento

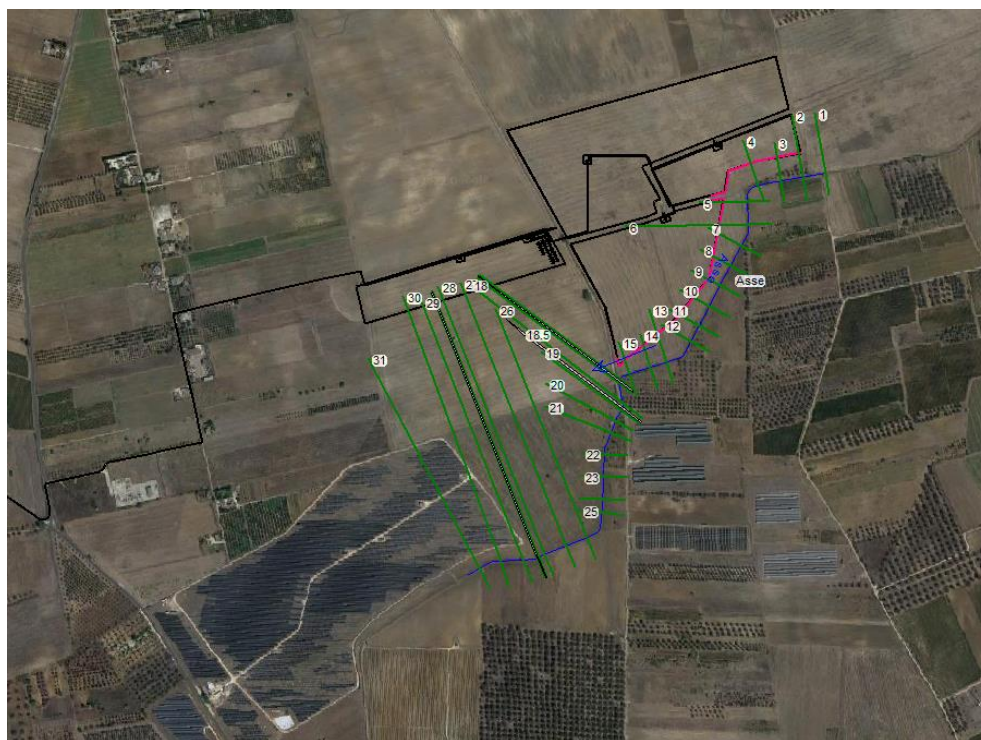


Figura 7 - Sviluppo arginello in prossimità delle aree di impianto (in rosso)

## 8. RISULTATI E CONCLUSIONI

Considerata la presenza dell'area di pericolosità idraulica in prossimità delle aree di impianto, si è proceduto ad effettuare una modellazione in moto permanente monodimensionale di un tratto del canale Il Siedi, ubicato poco più a Sud Est dell'area "Campo A". Le verifiche, effettuate per tempi di ritorno 30,200 e 500 anni, hanno mostrato fenomeni di esondazione dalla sezione idraulica, fino ad interessare le aree oggetto di intervento. Per il superamento di tale criticità saranno realizzati, a ridosso della recinzione di impianto, dei piccoli rilevati di altezza variabile e non superiore ad 1.30 m, così da:

- non ostacolare la dispersione dei deflussi nelle aree golenali;
- impedire l'inondazione delle aree di progetto durante il passaggio delle piene.

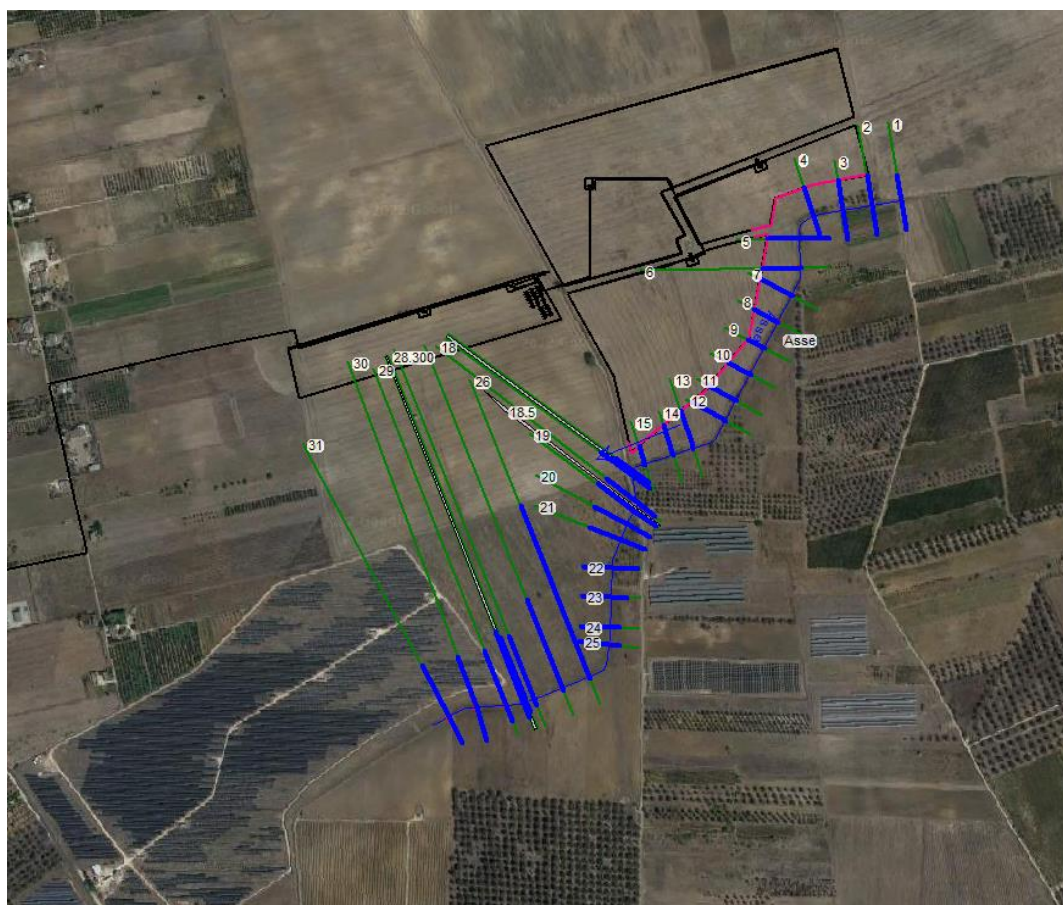


Figura 8- Risultati Stato di Progetto \_T=200 anni

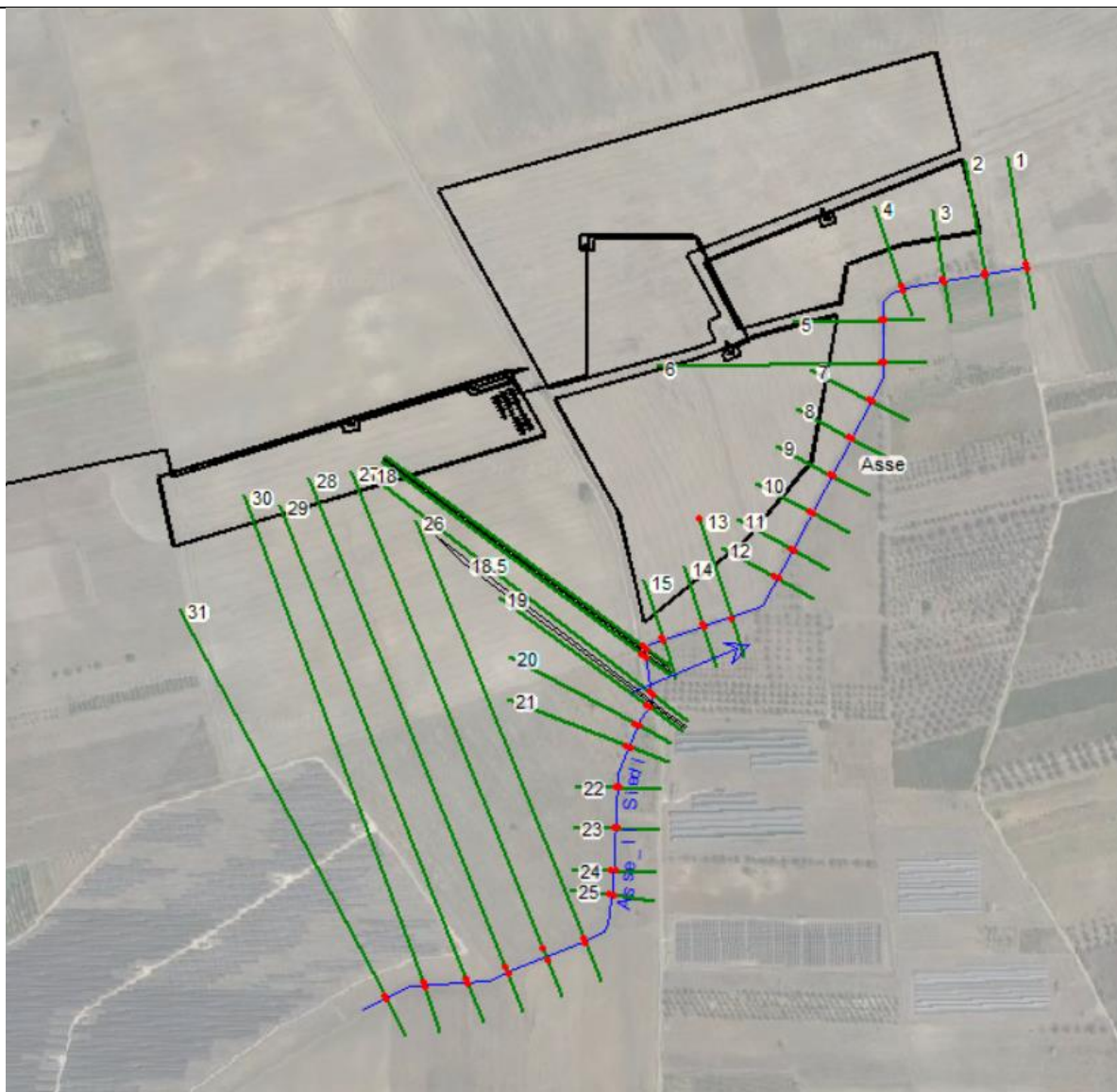
Per quanto riguarda invece il cavidotto interrato, che in più tratti interferisce con le aree a pericolosità/rischio idraulico, si precisa che l'elemento sarà posato a profondità oltre 1.00 m rispetto al piano campagna e che non interferirà direttamente con il libero deflusso delle acque del reticolo esistente, in particolar modo nei punti di attraversamento (ponti/tombini), in corrispondenza dei quali sarà ancorato/staffato alle strutture. Considerata l'evoluzione territoriale dovuta alle pratiche agricole e quindi la variabilità nel tempo del reticolo minore, in fase successiva di progettazione, si procederà ad effettuare un aggiornamento del censimento dei fossi e a meglio dettagliare quanto già riportato in fase di progetto definitivo. Qualora risultasse necessario procedere alla realizzazione di ulteriori interventi, quali riprofilature delle sezioni idrauliche e/o inserimento di fossi e tombini nelle aree dei campi, gli stessi saranno adeguatamente dimensionati.

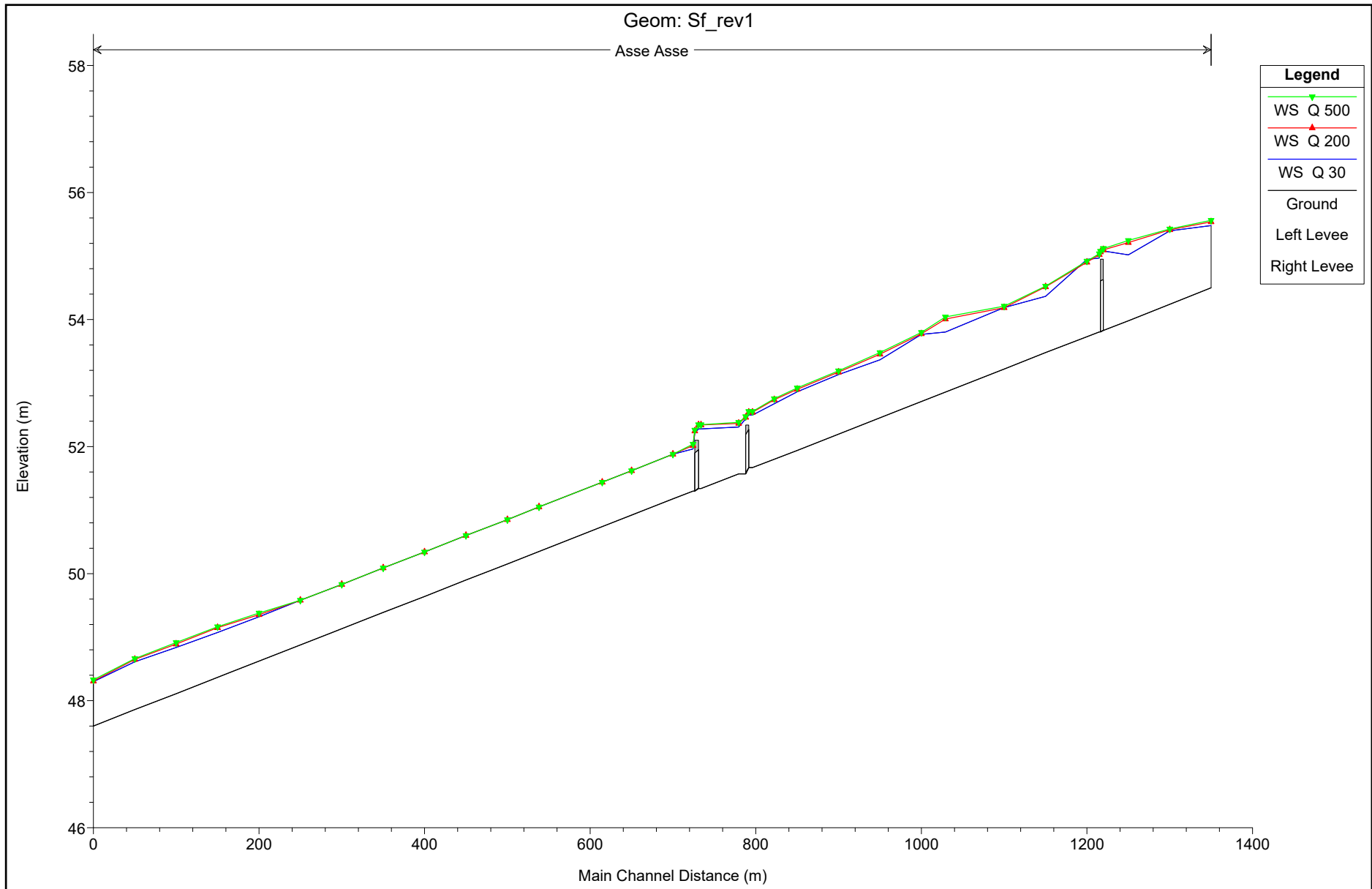
## 9. ALLEGATI

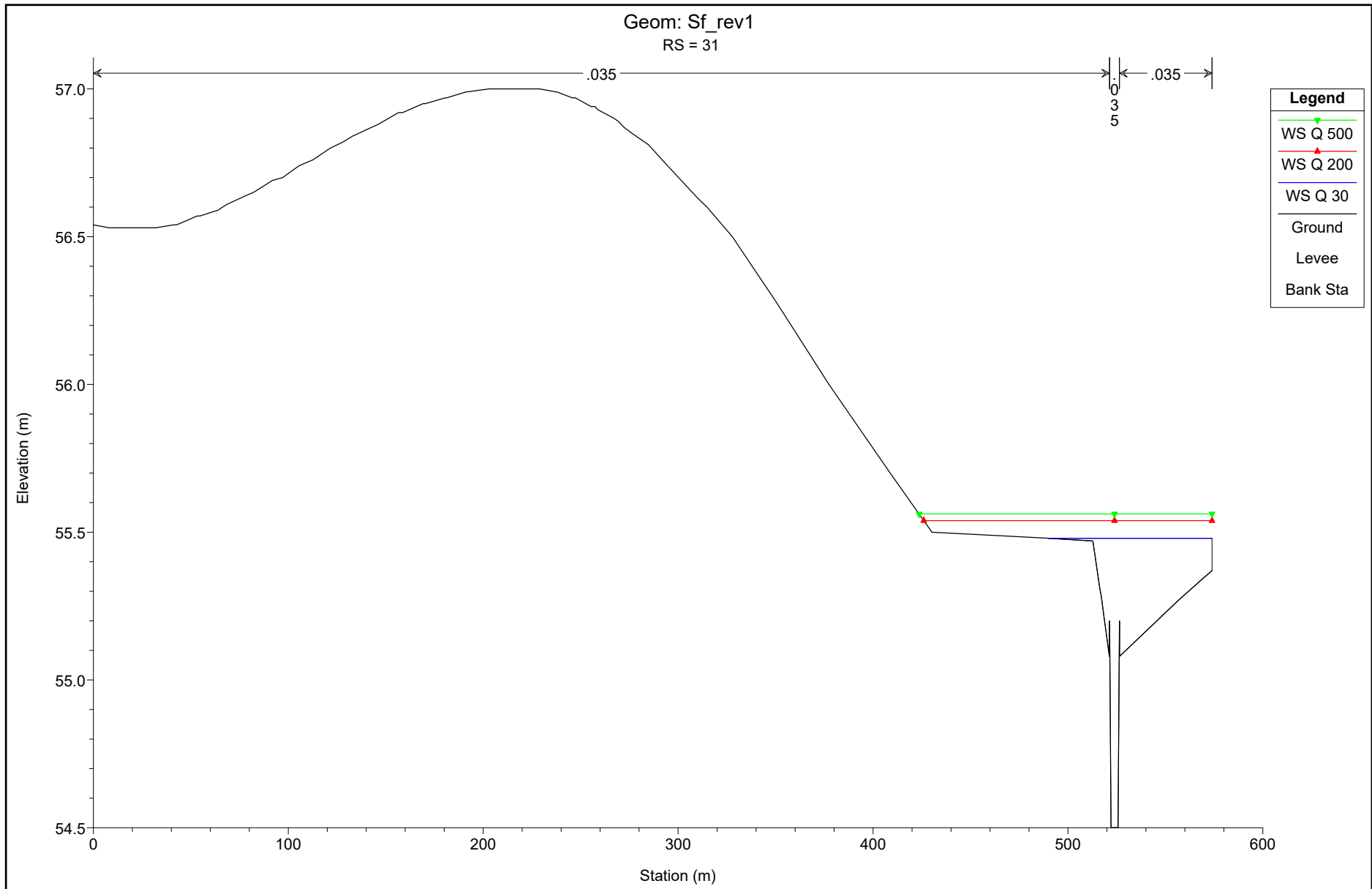
I risultati delle verifiche verranno mostrati di seguito.

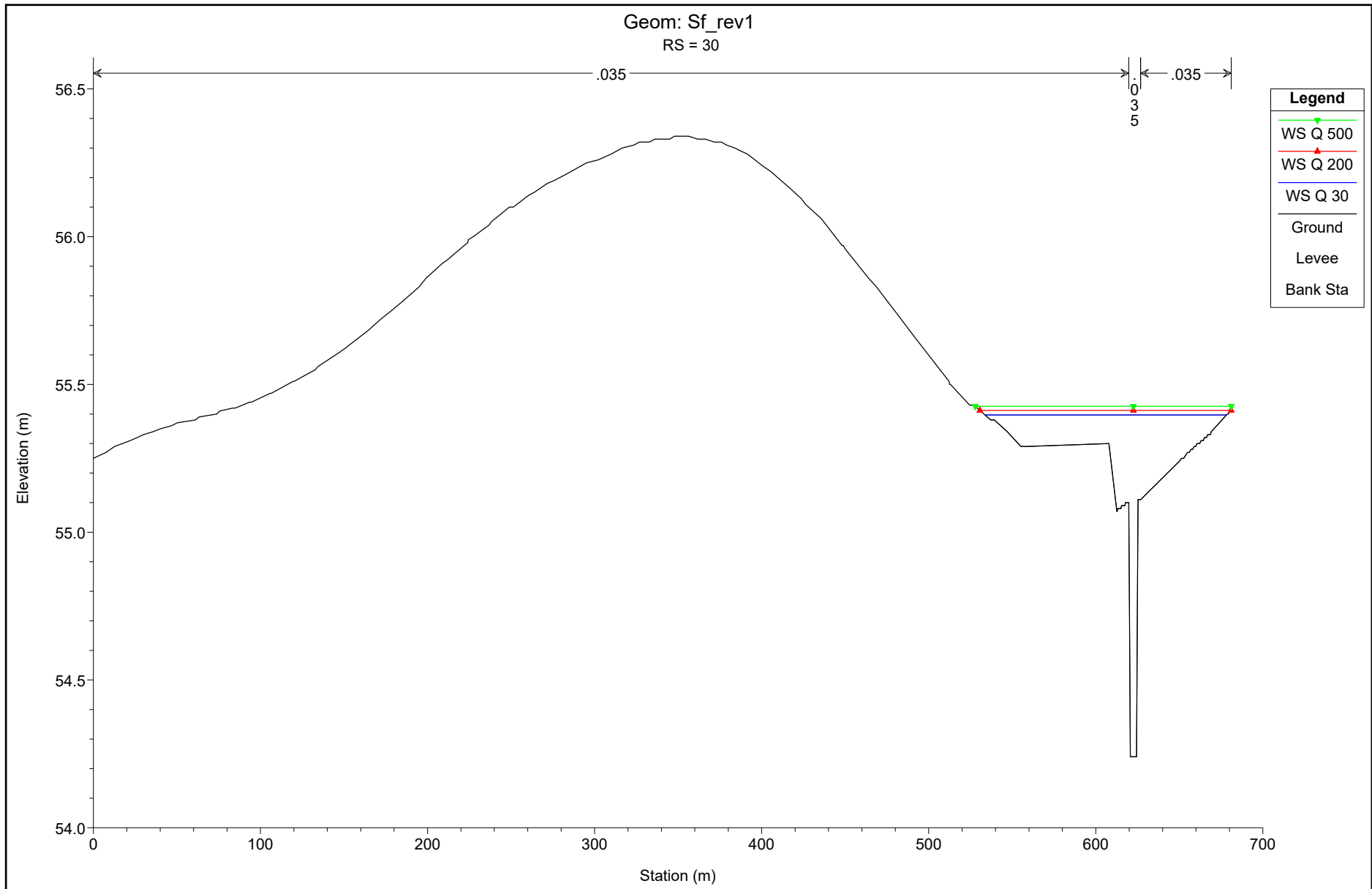
### 9.1. VERIFICHE IN MOTO PERMANENTE MONODIMENSIONALE

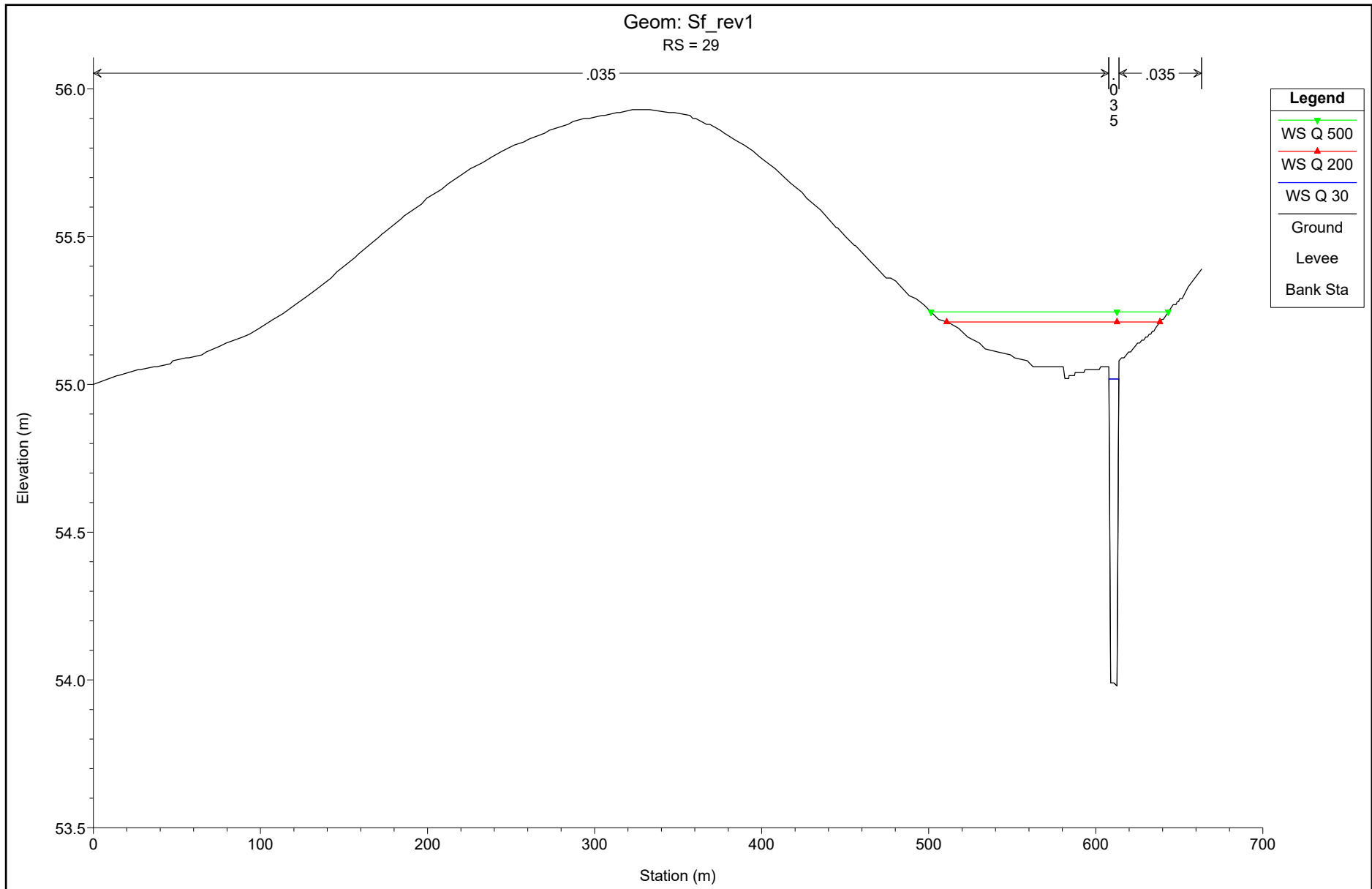
#### ASTA PRINCIPALE CANALE IL SIEDI: STATO DI FATTO



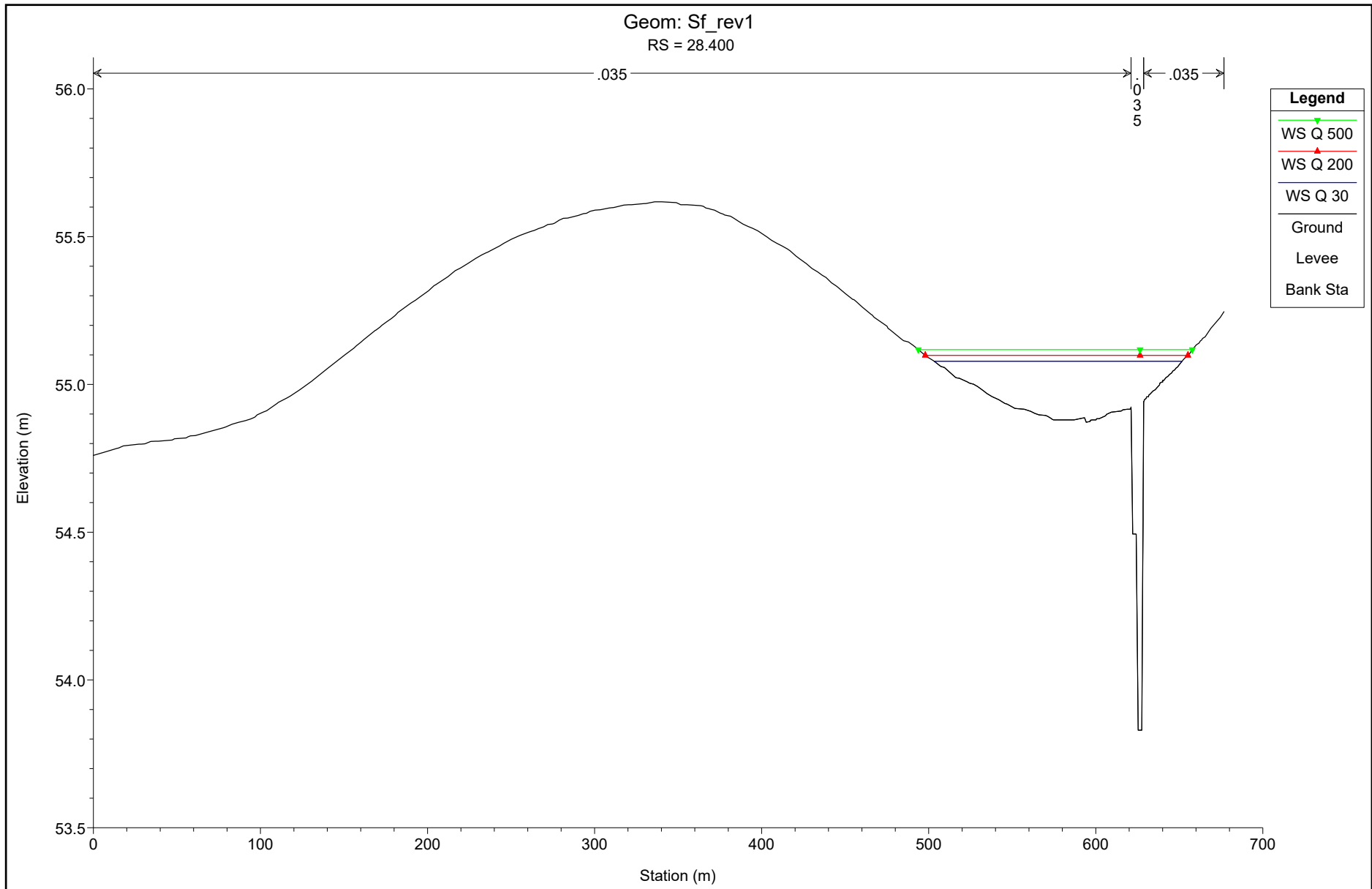


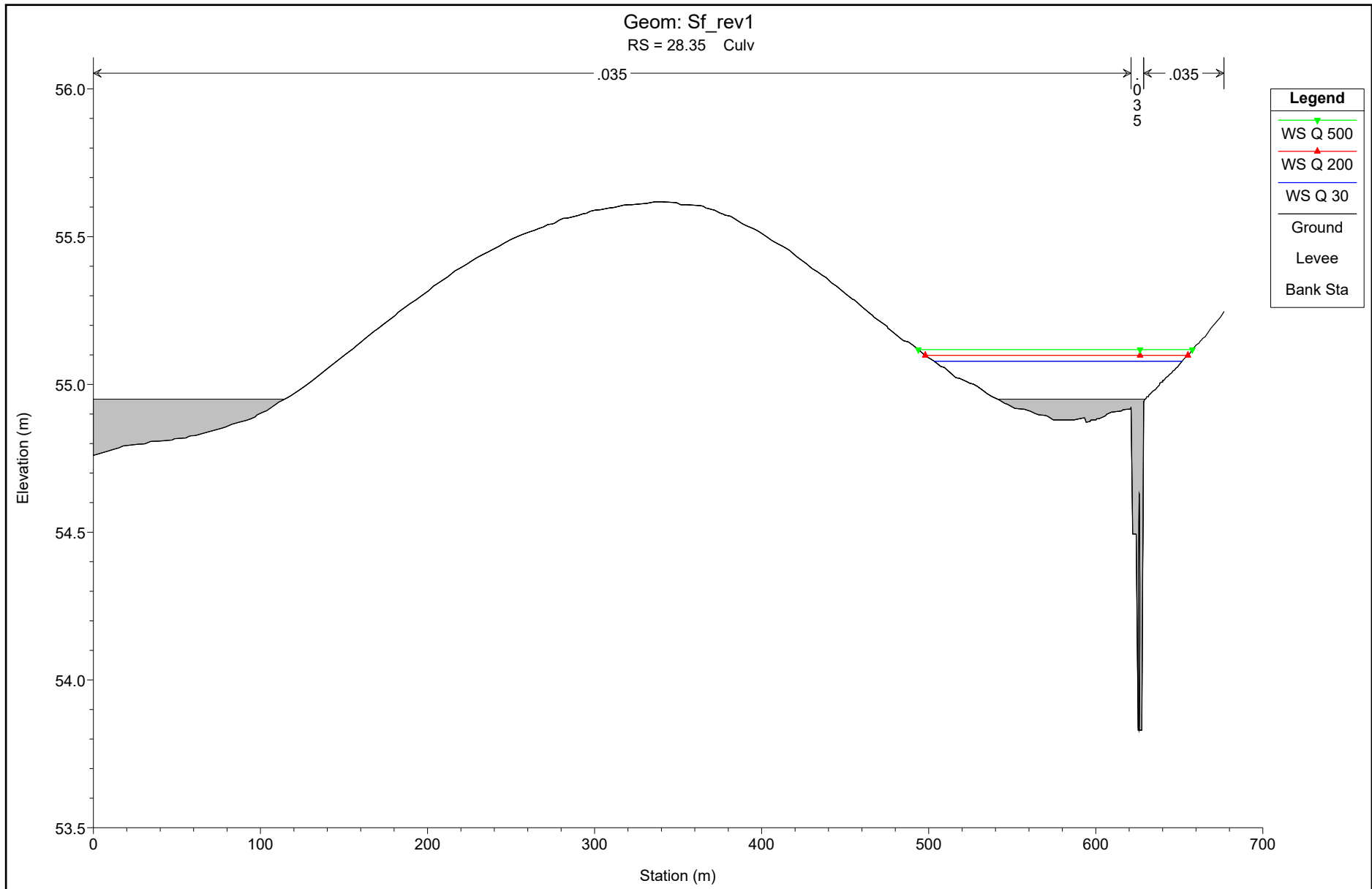


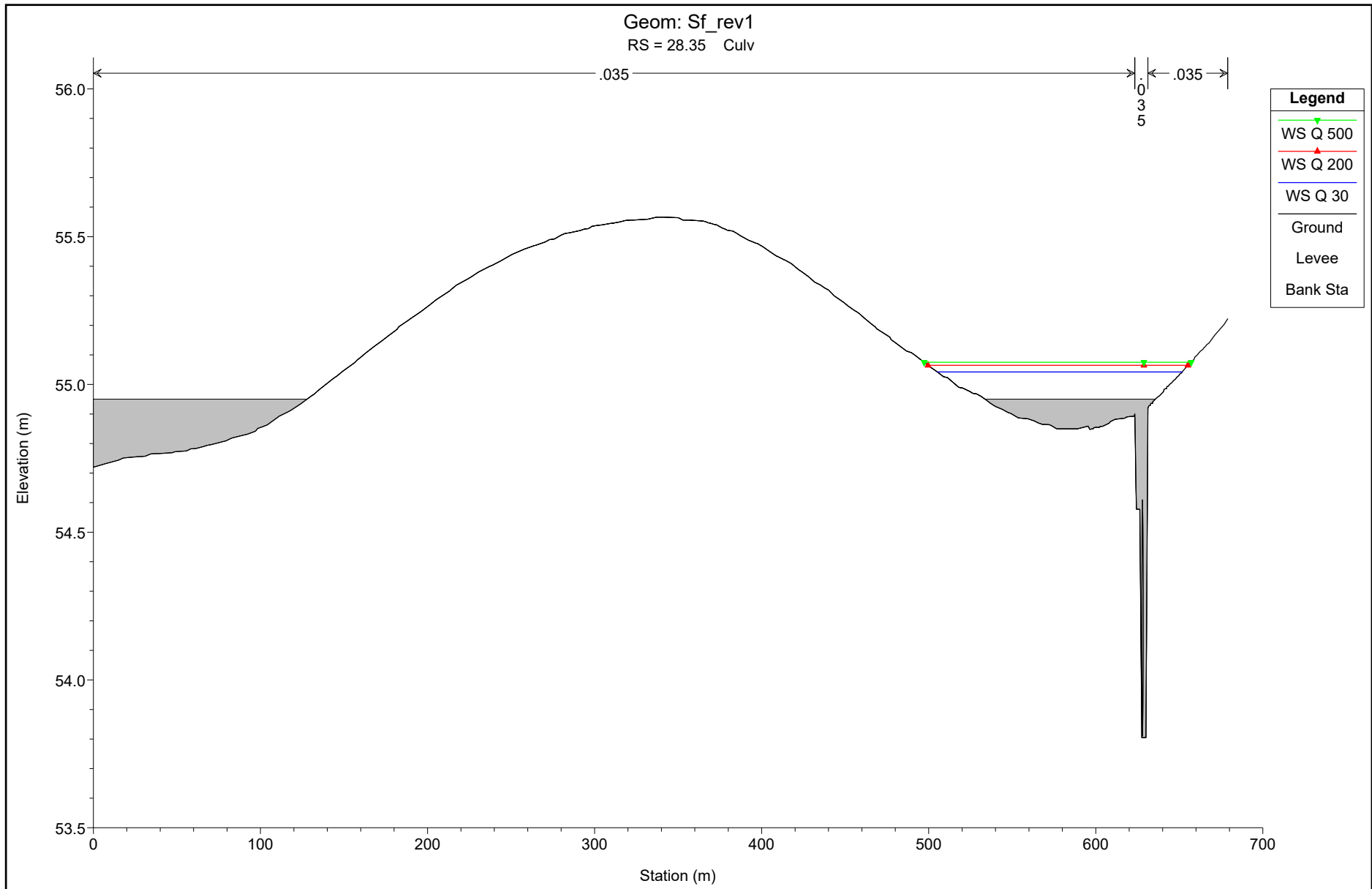


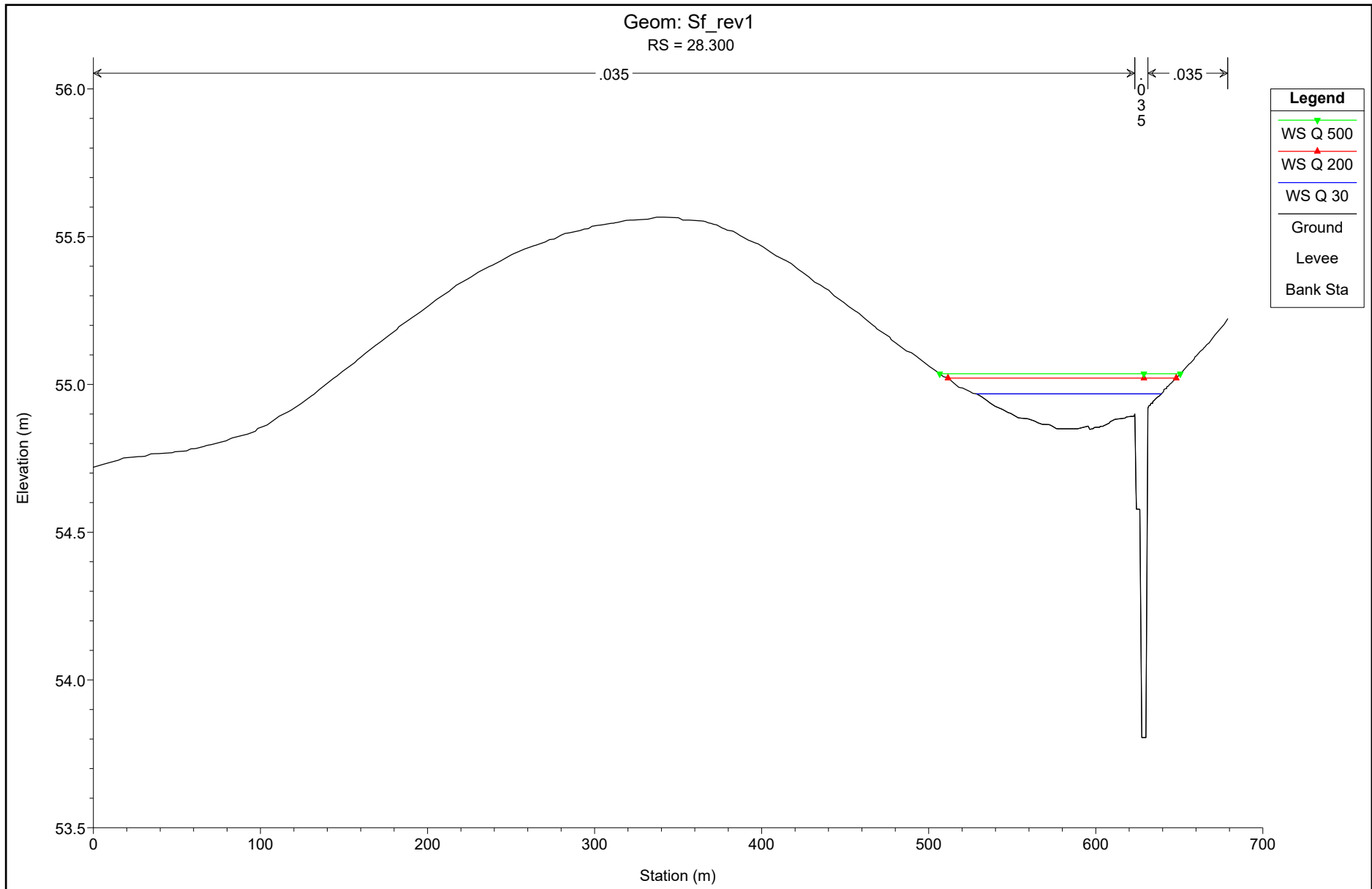


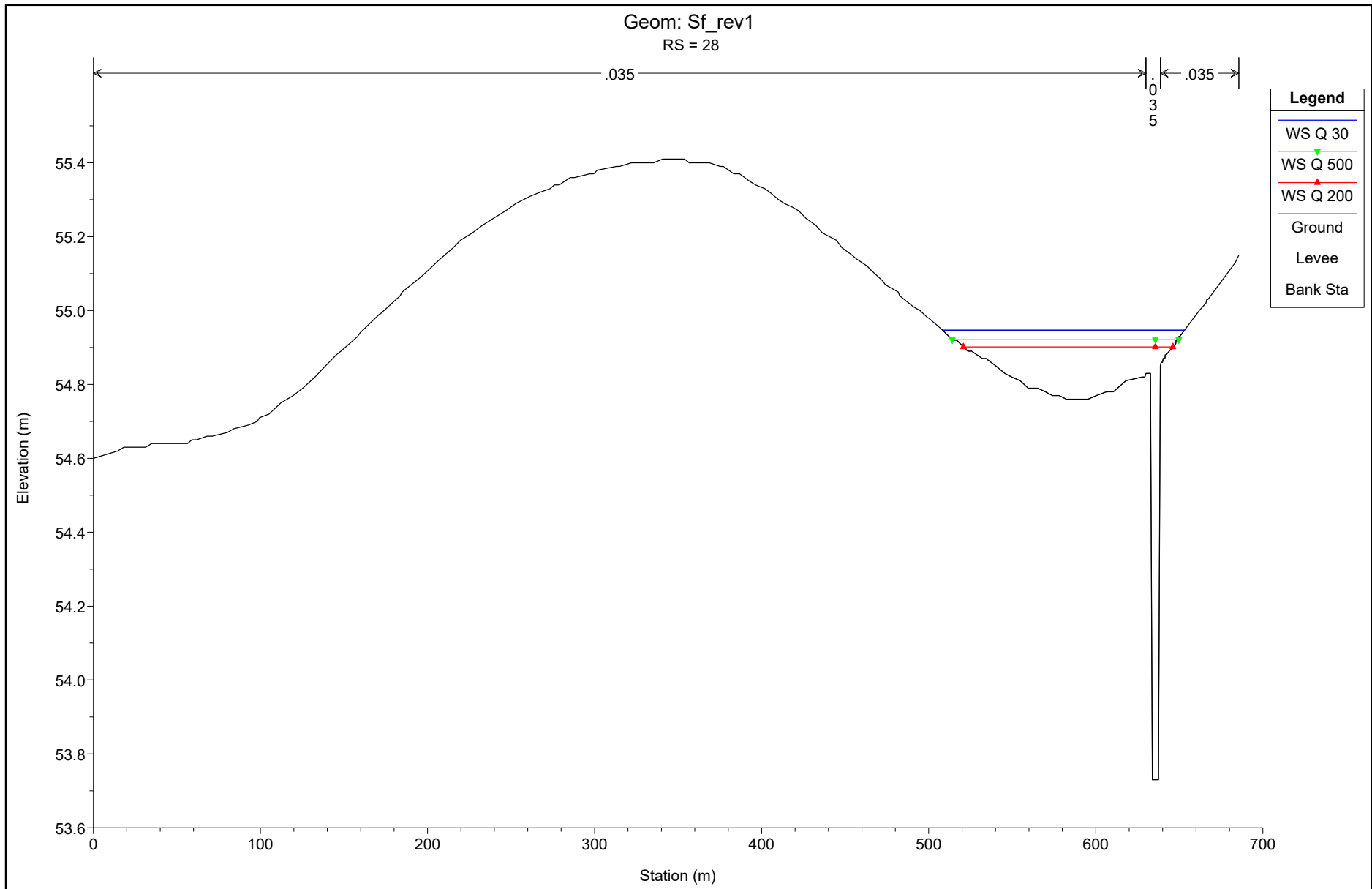


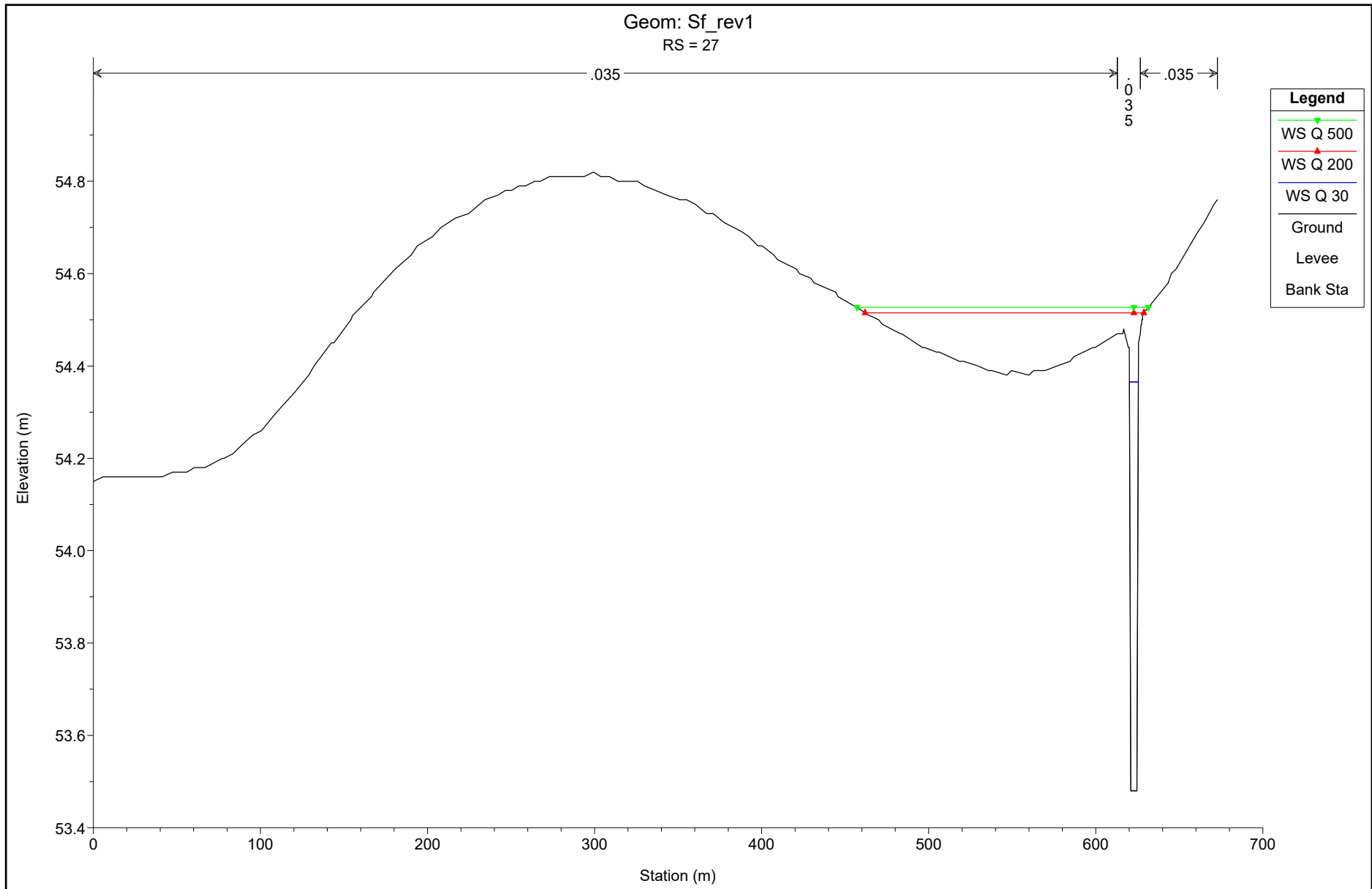


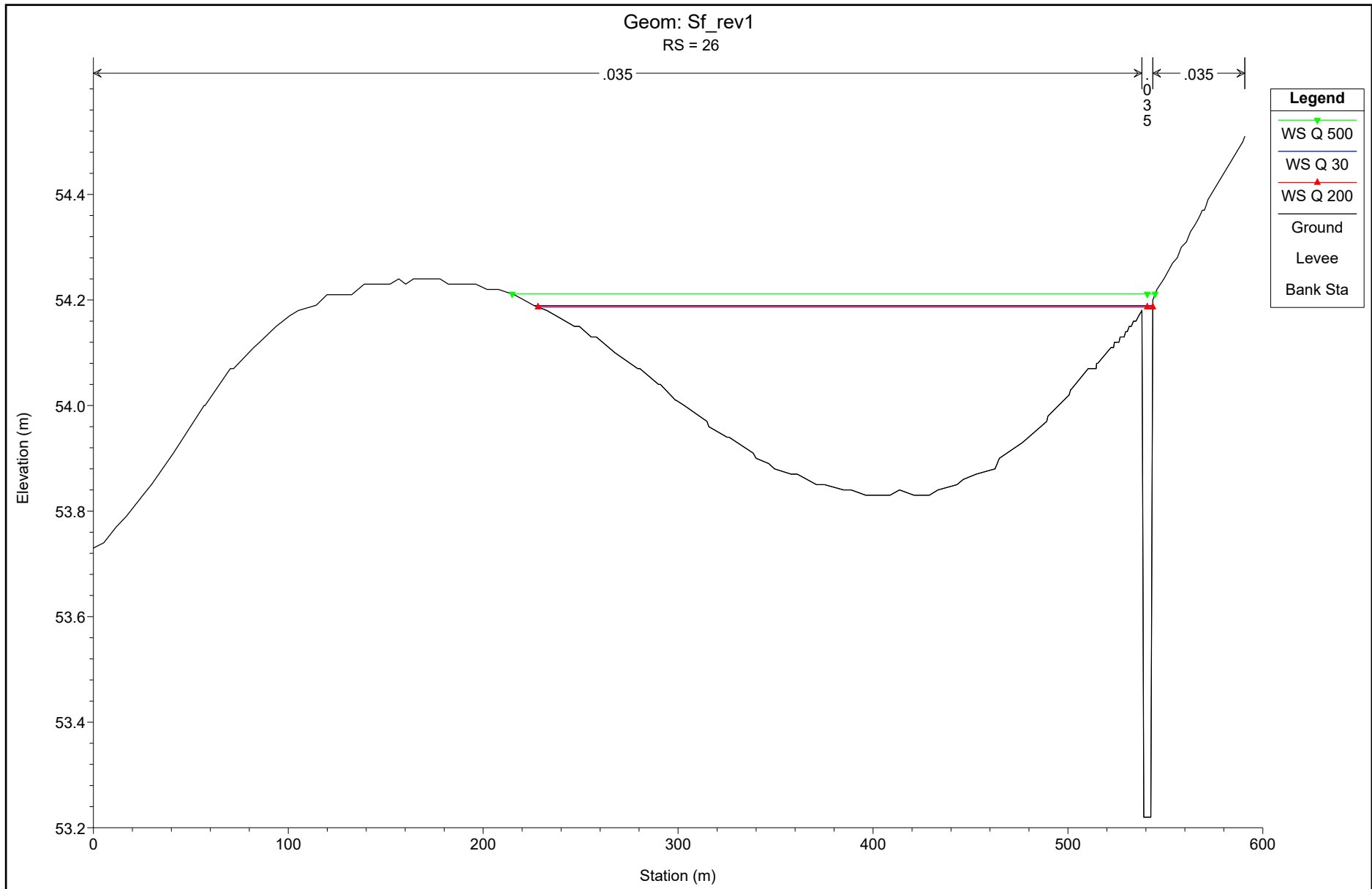


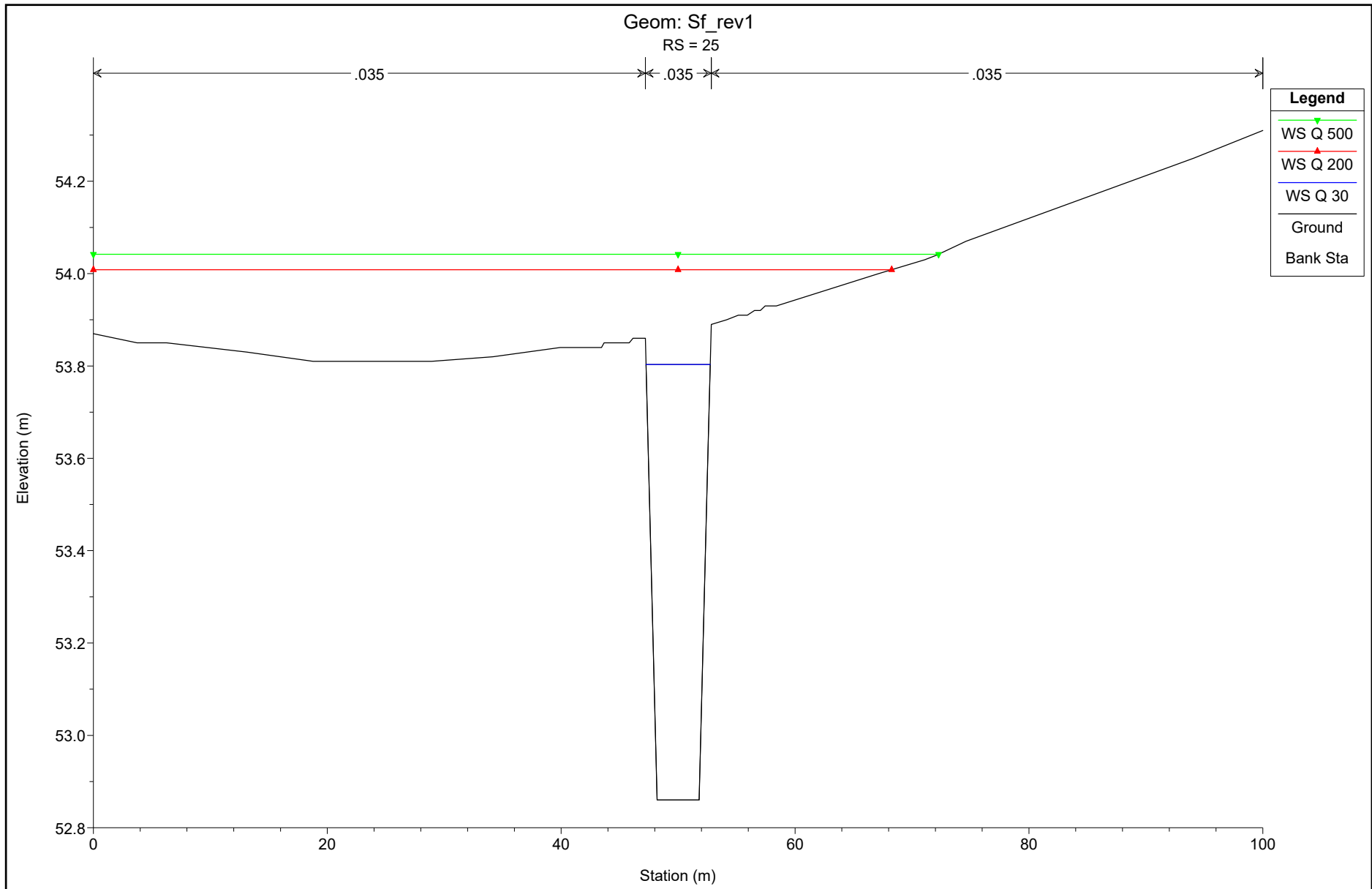




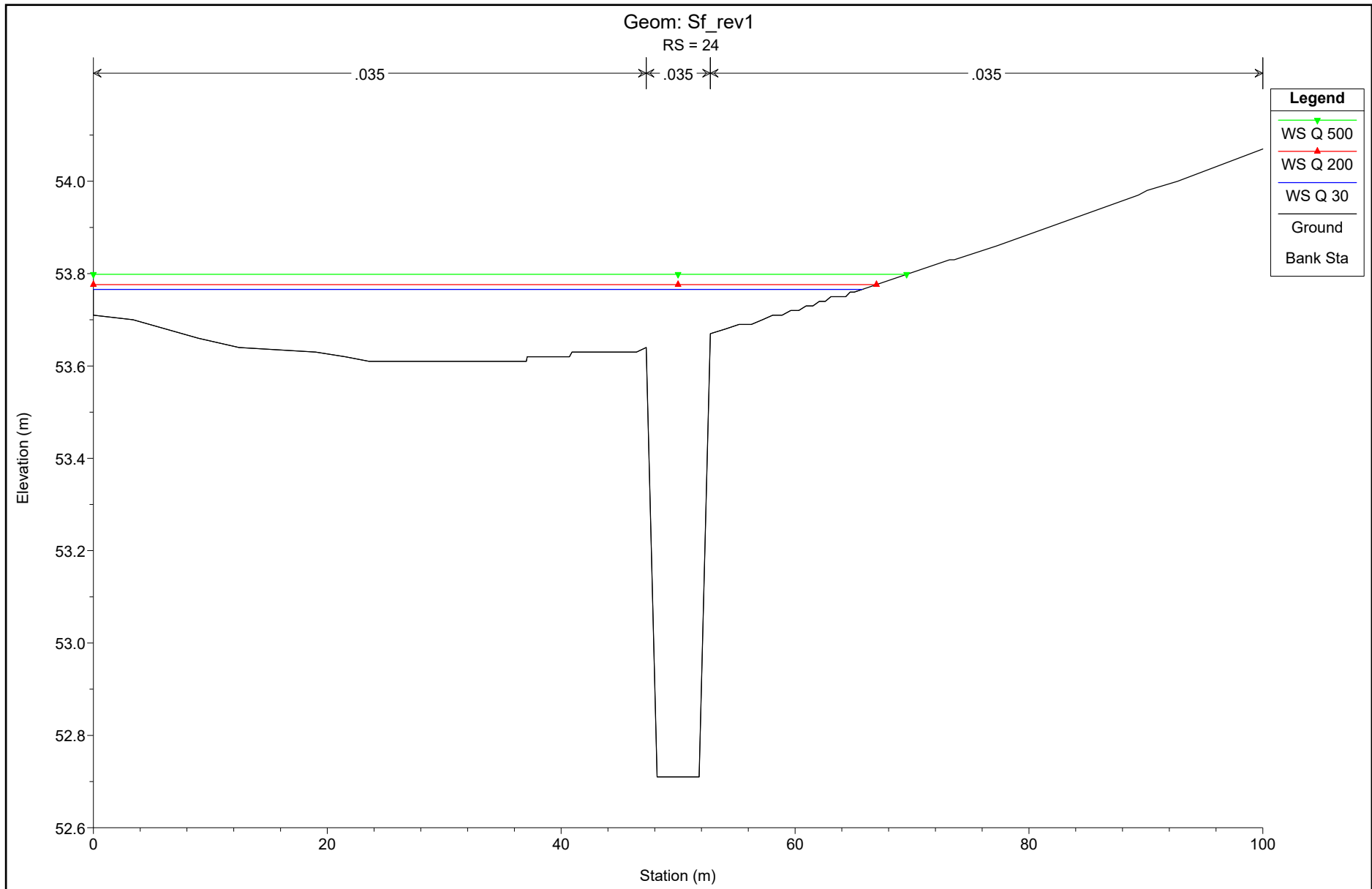


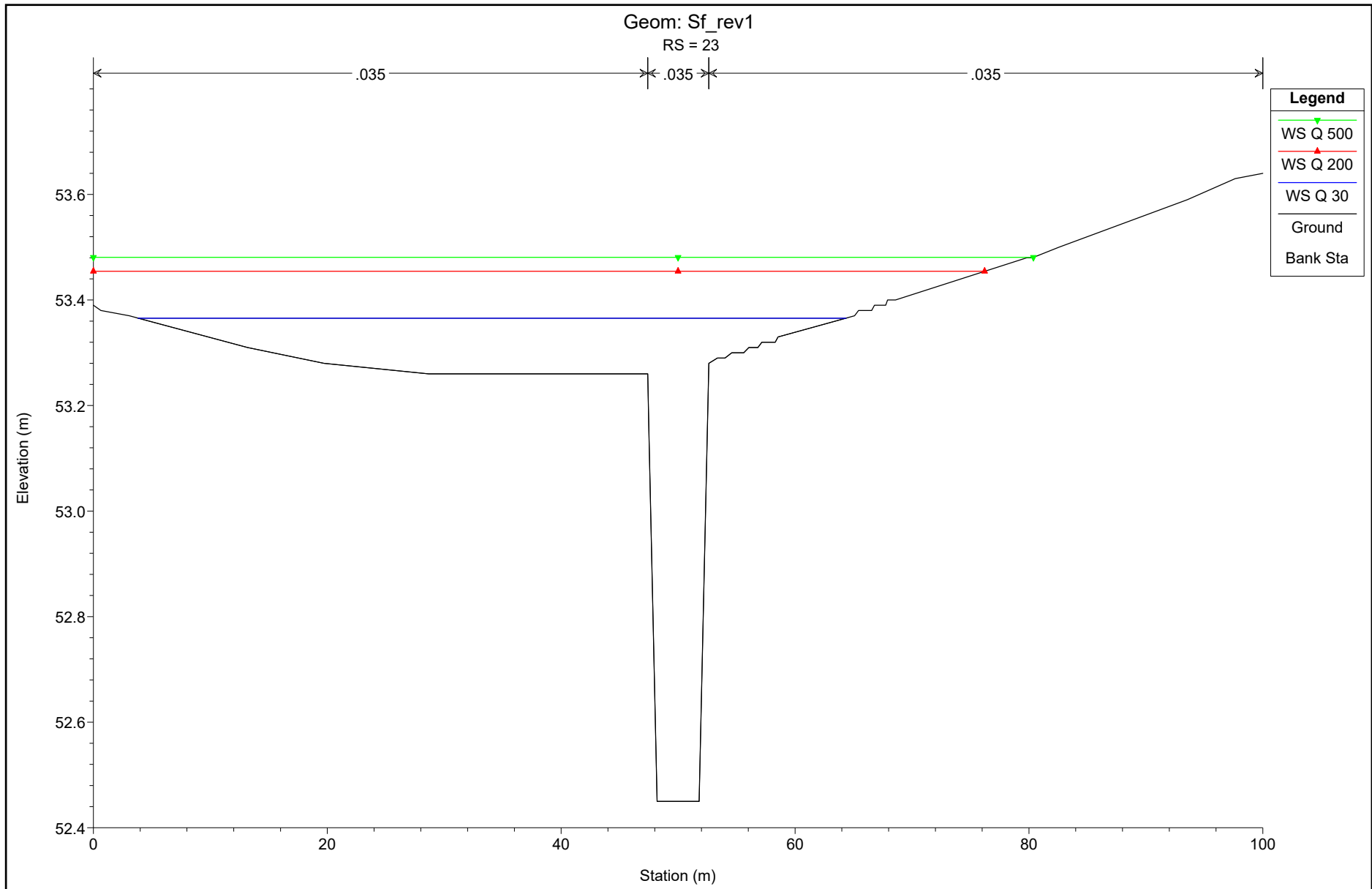


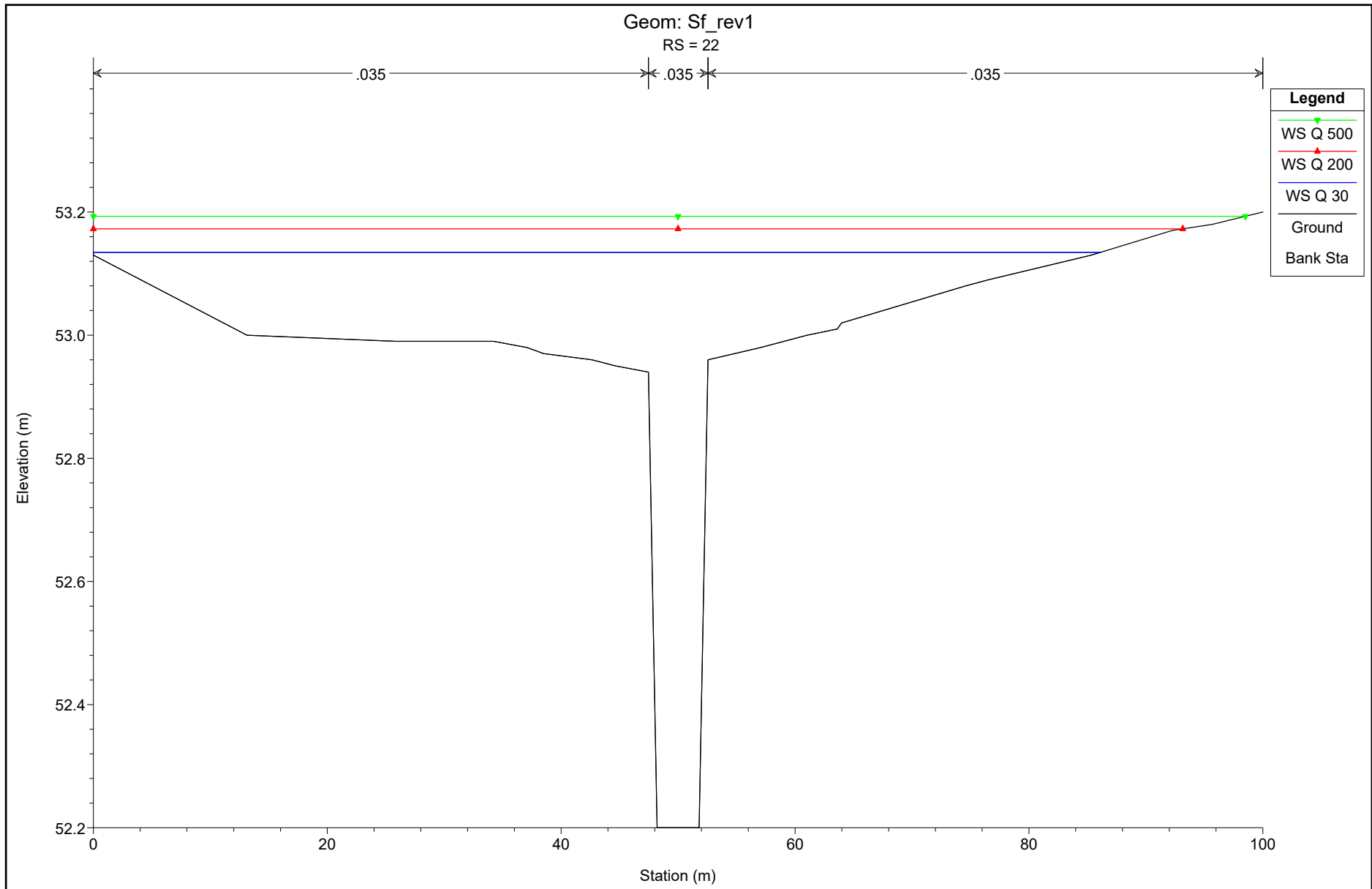


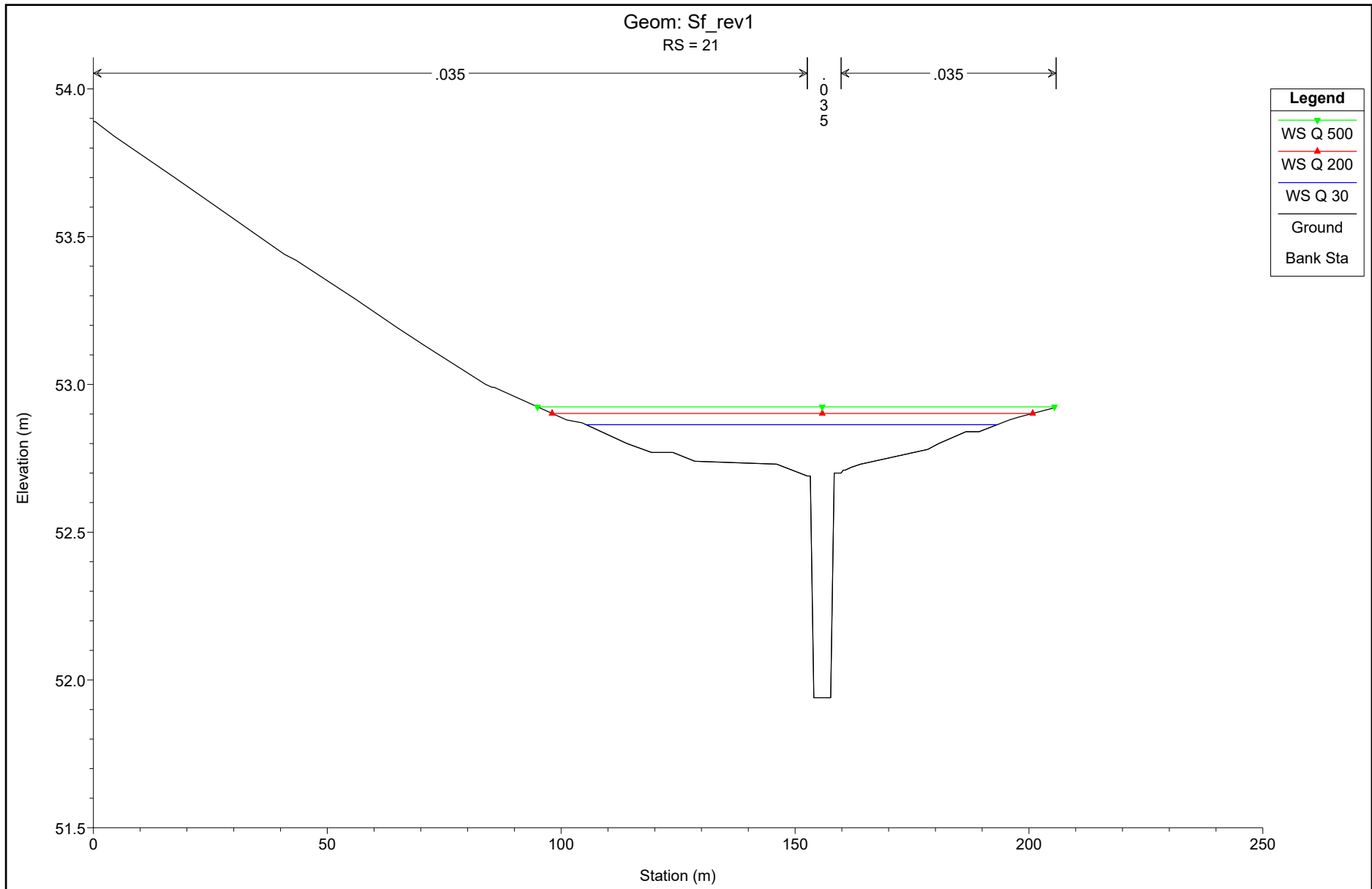


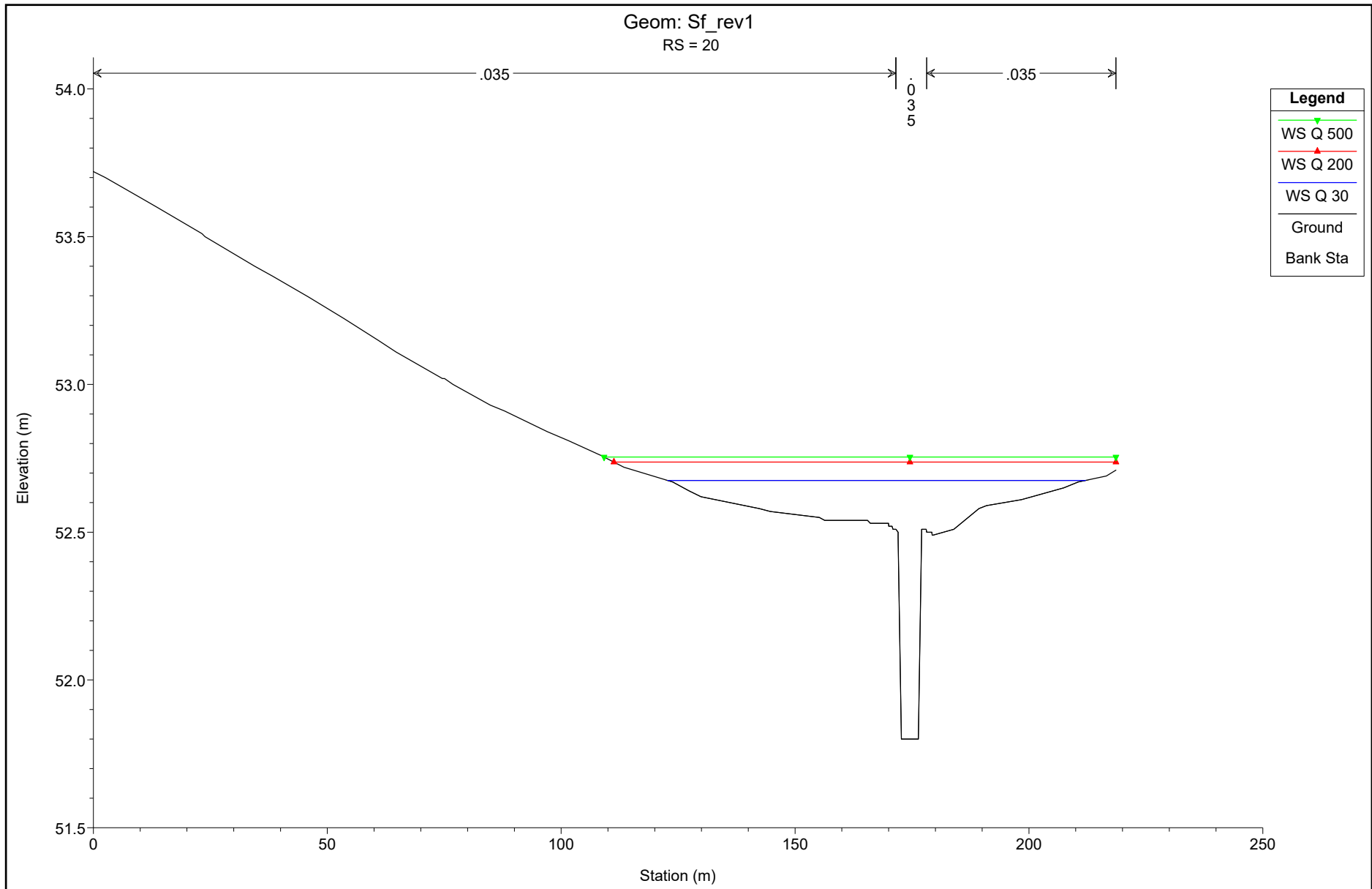


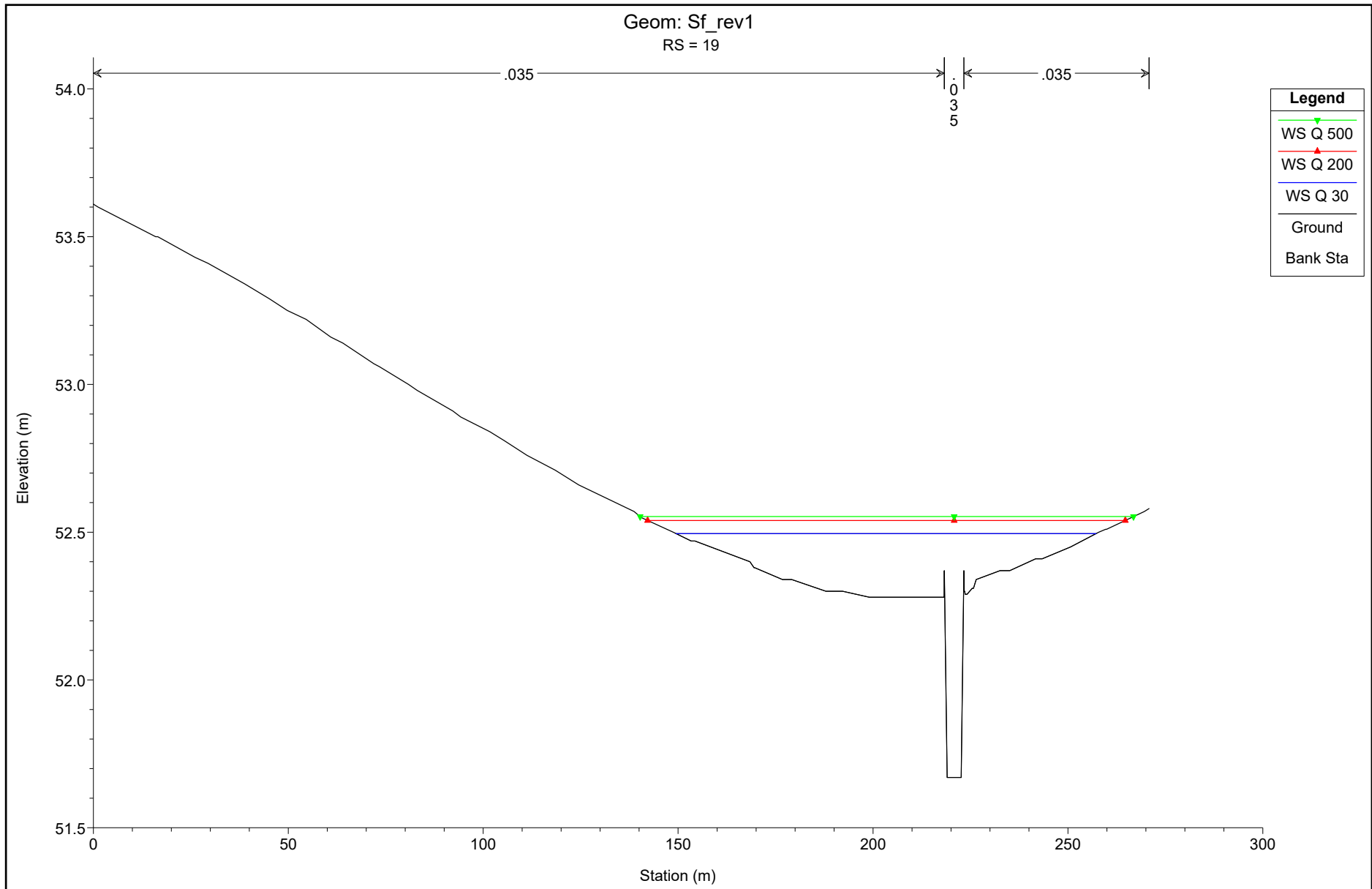


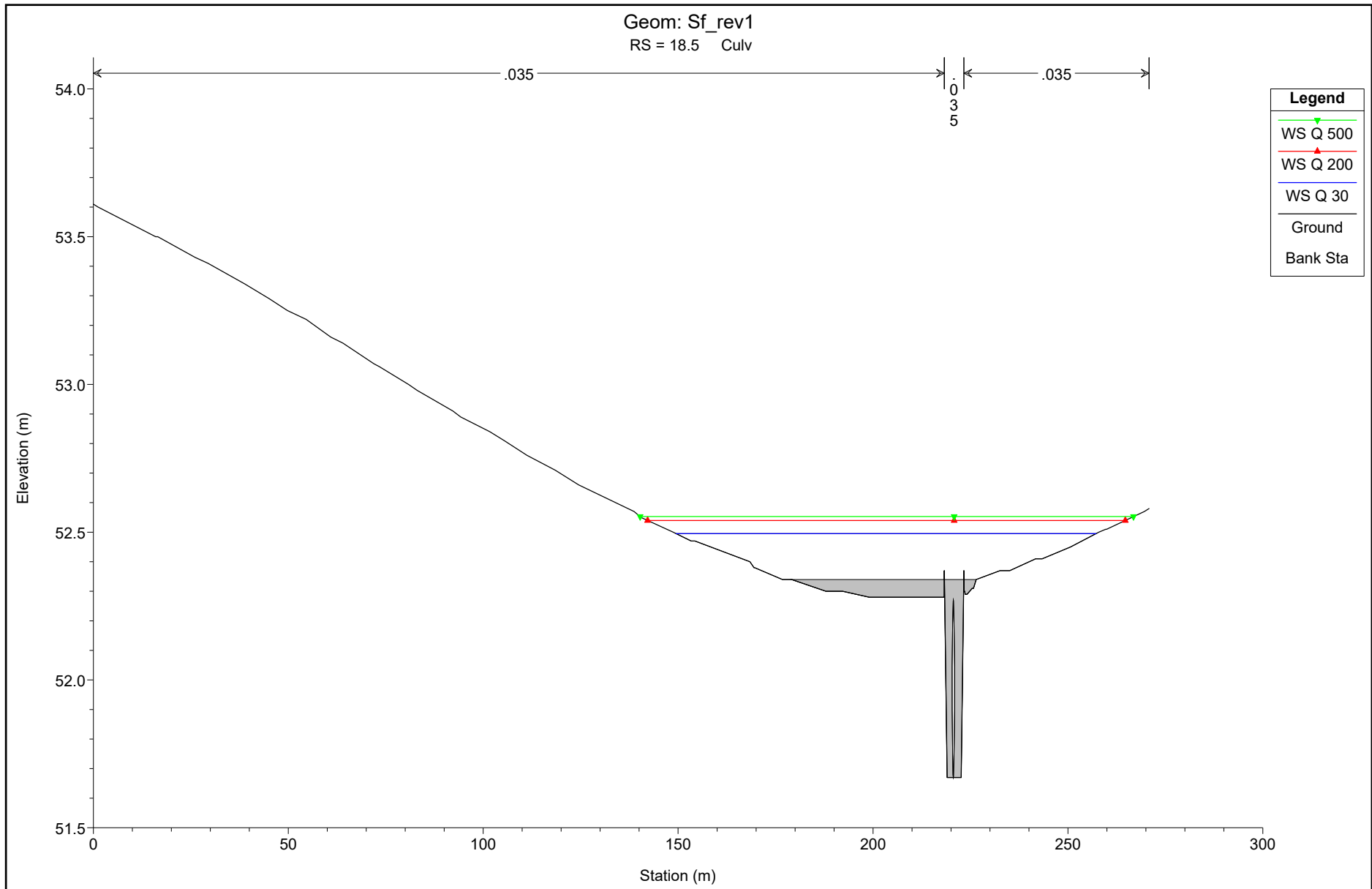


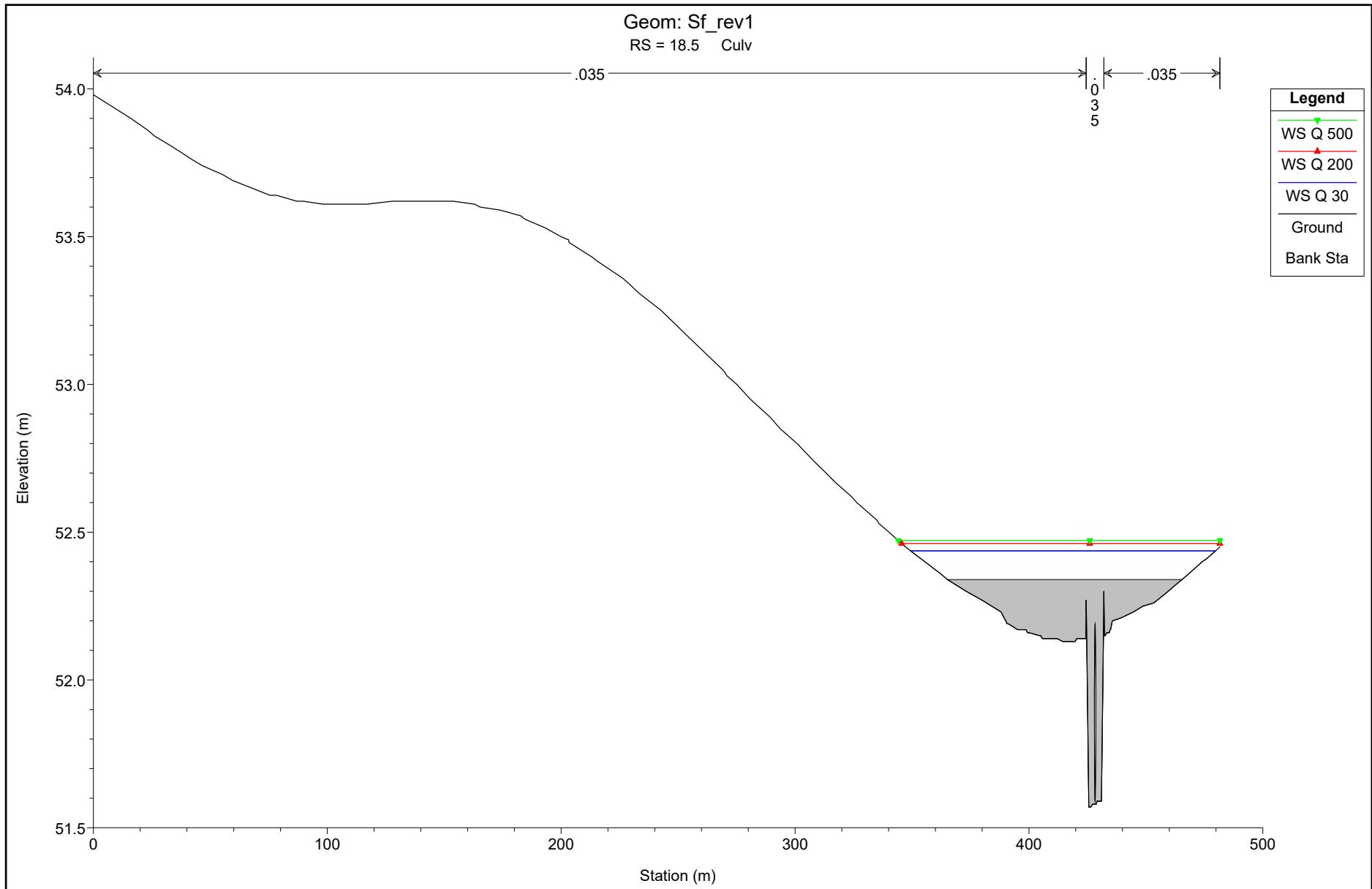




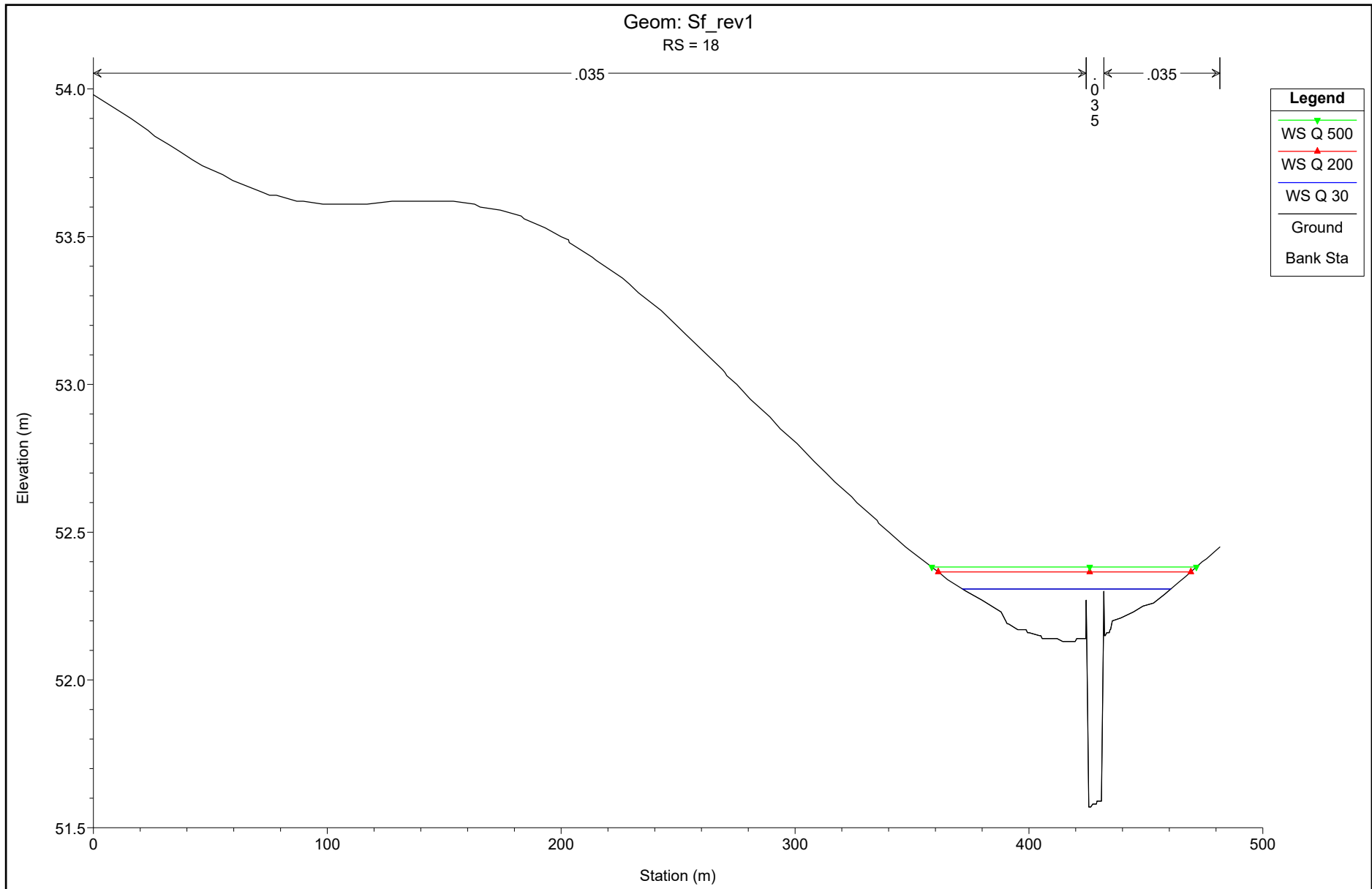


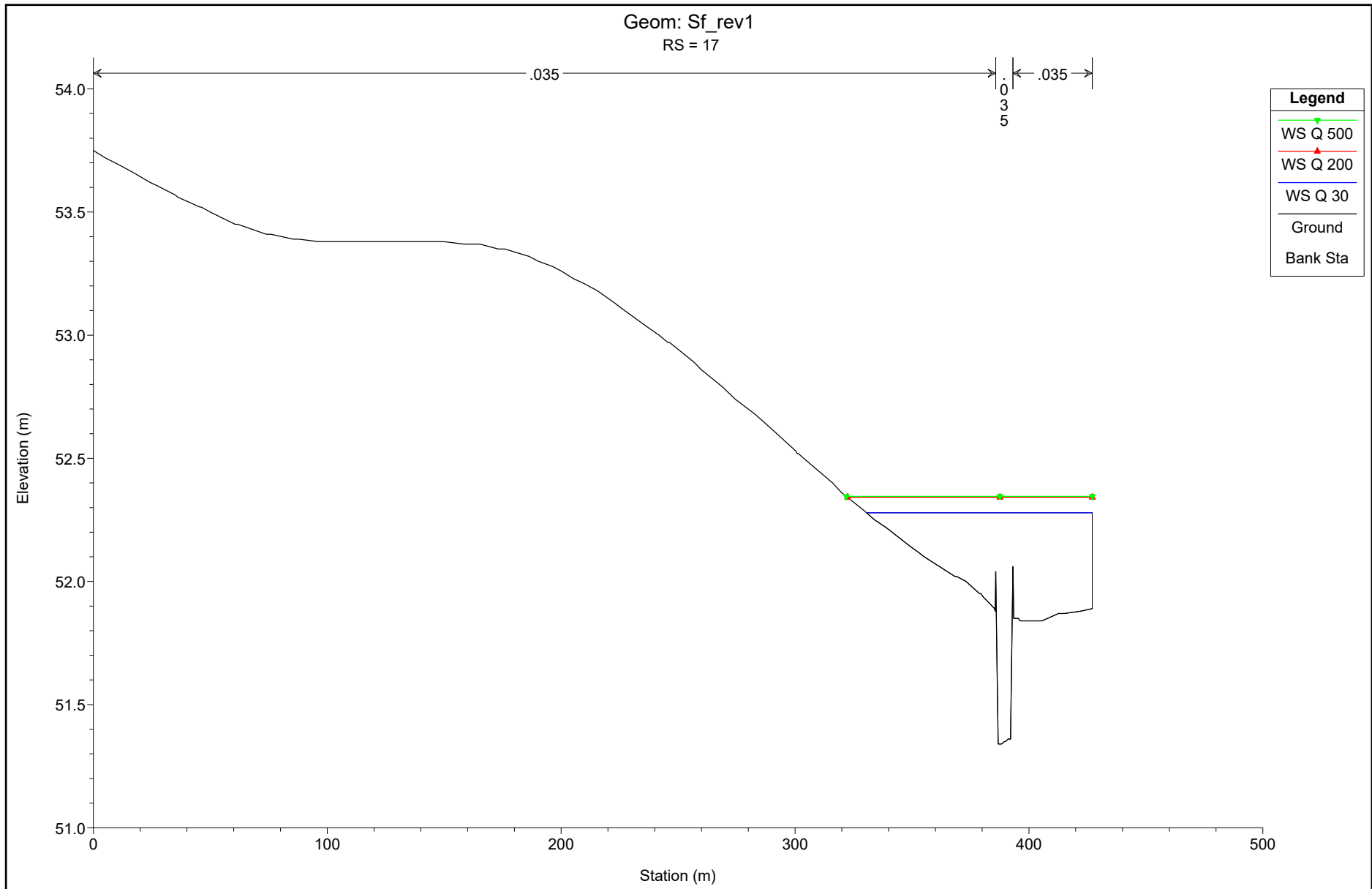


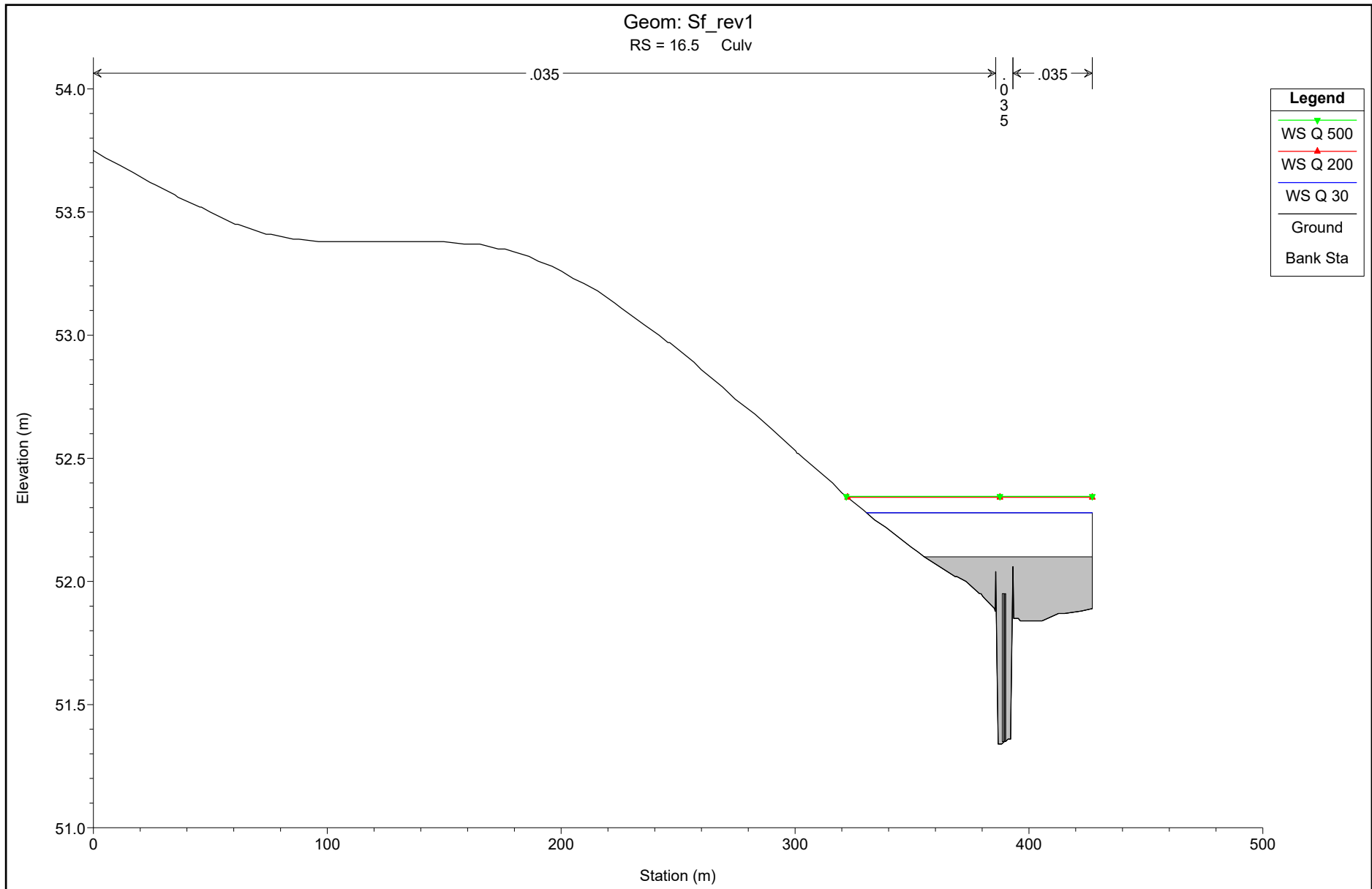


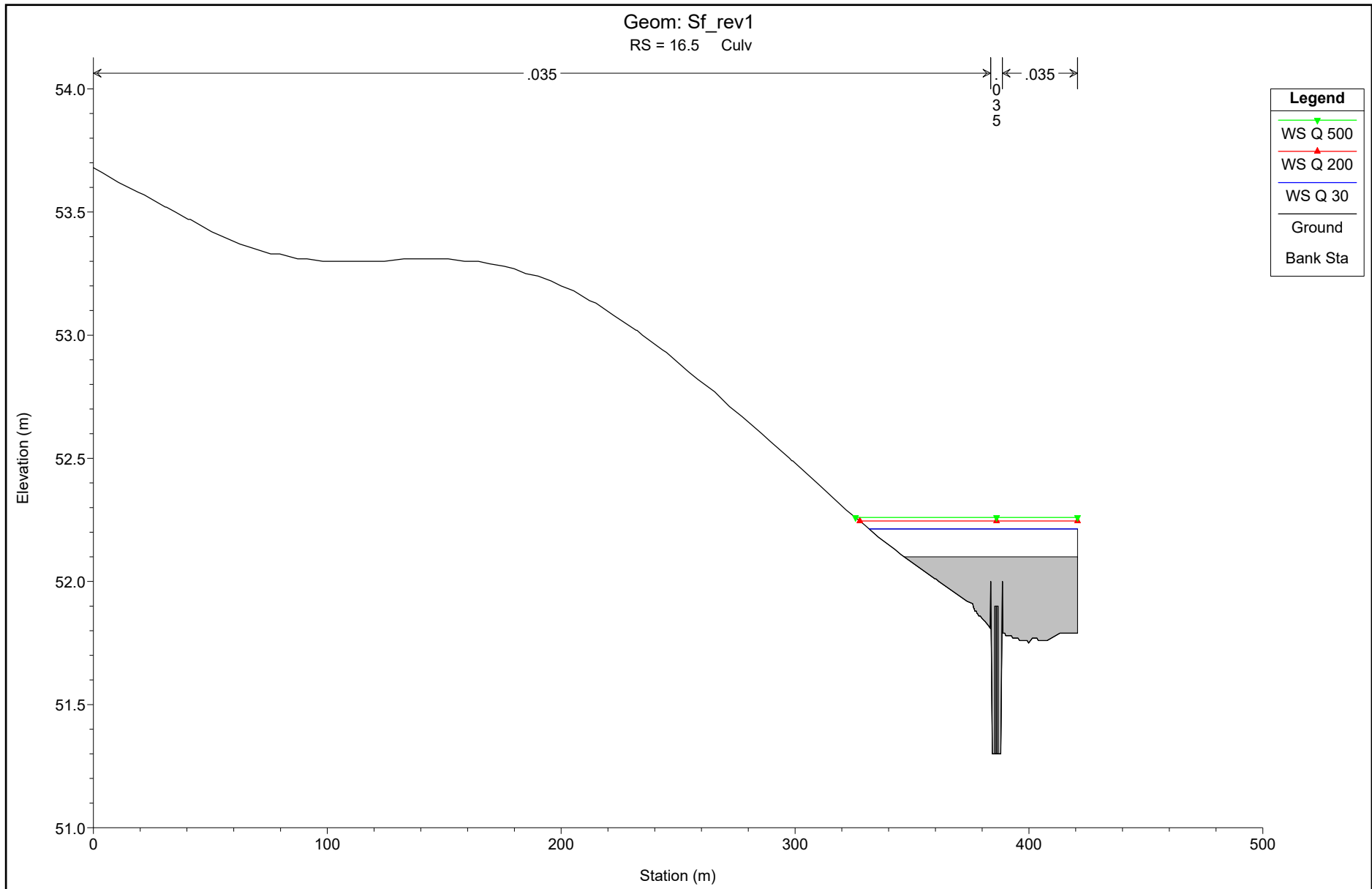


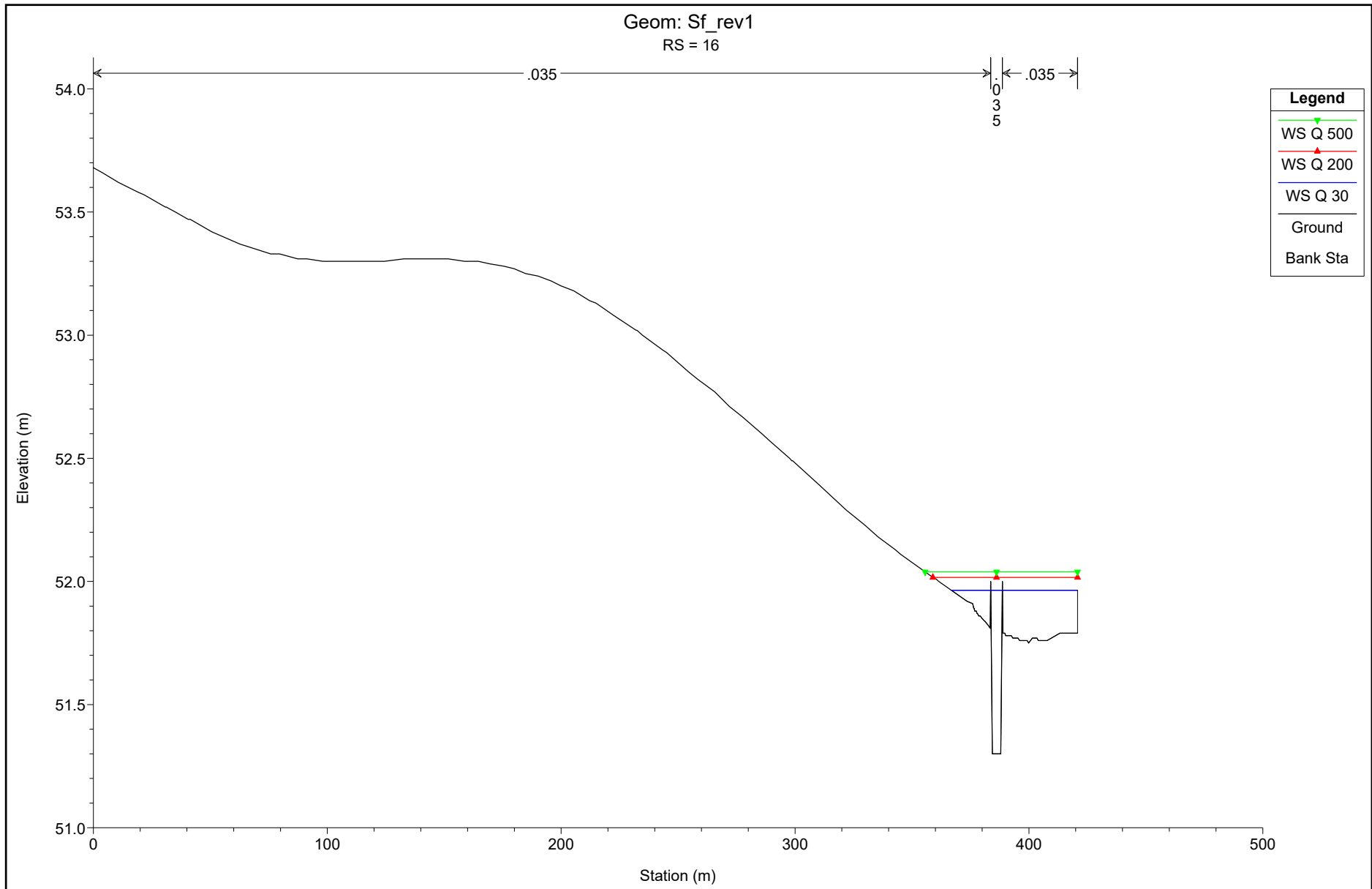


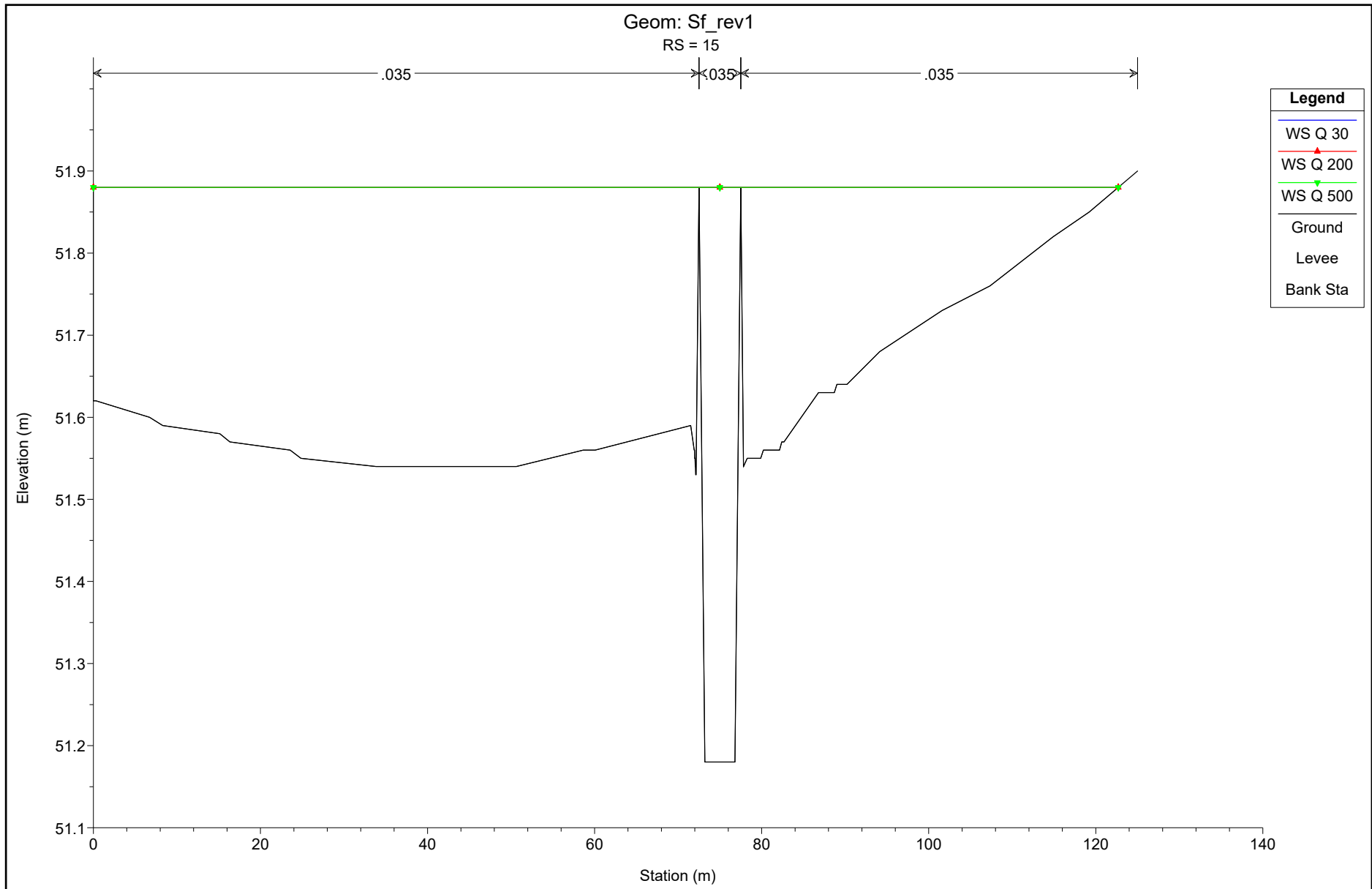


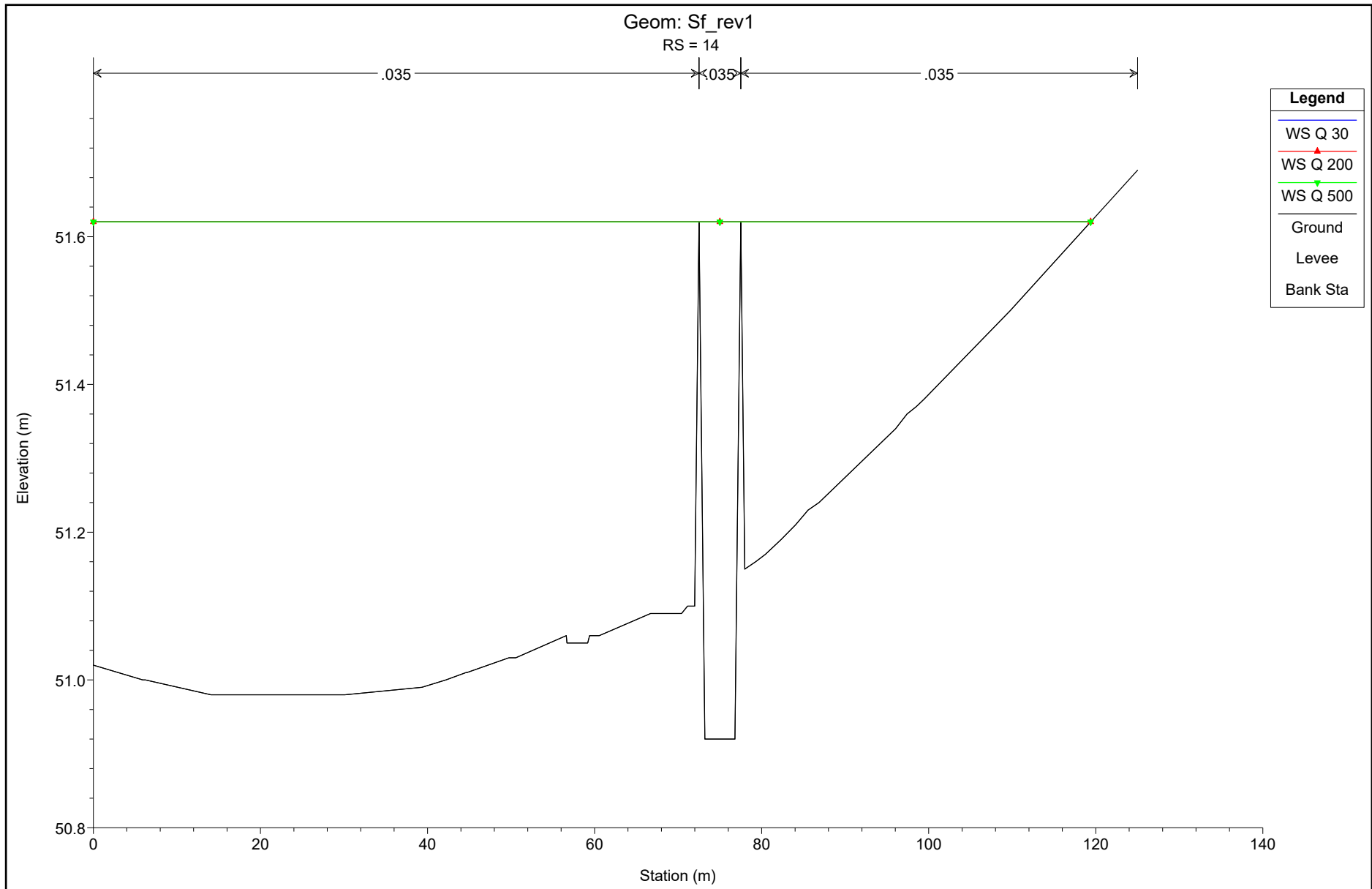


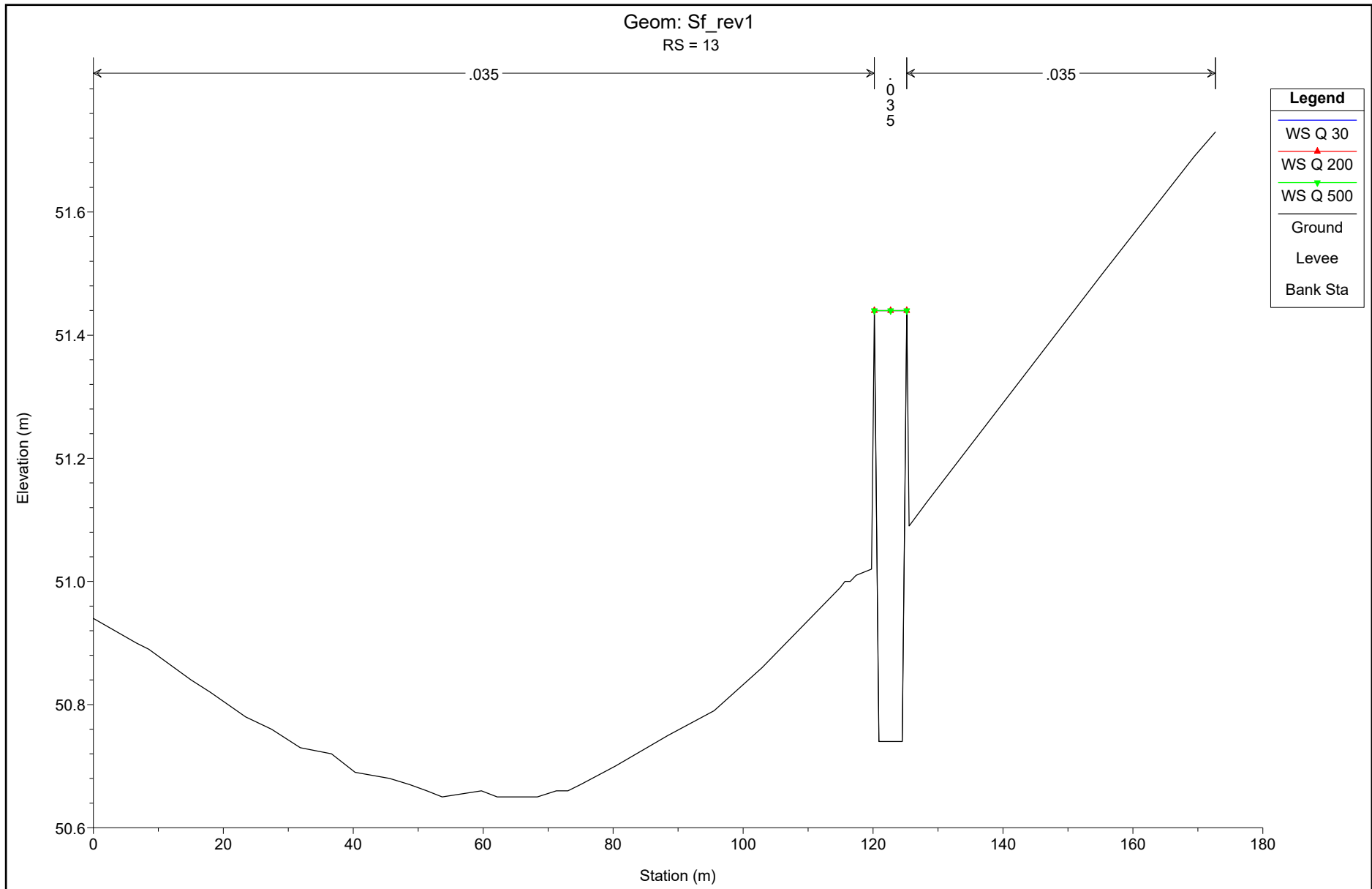




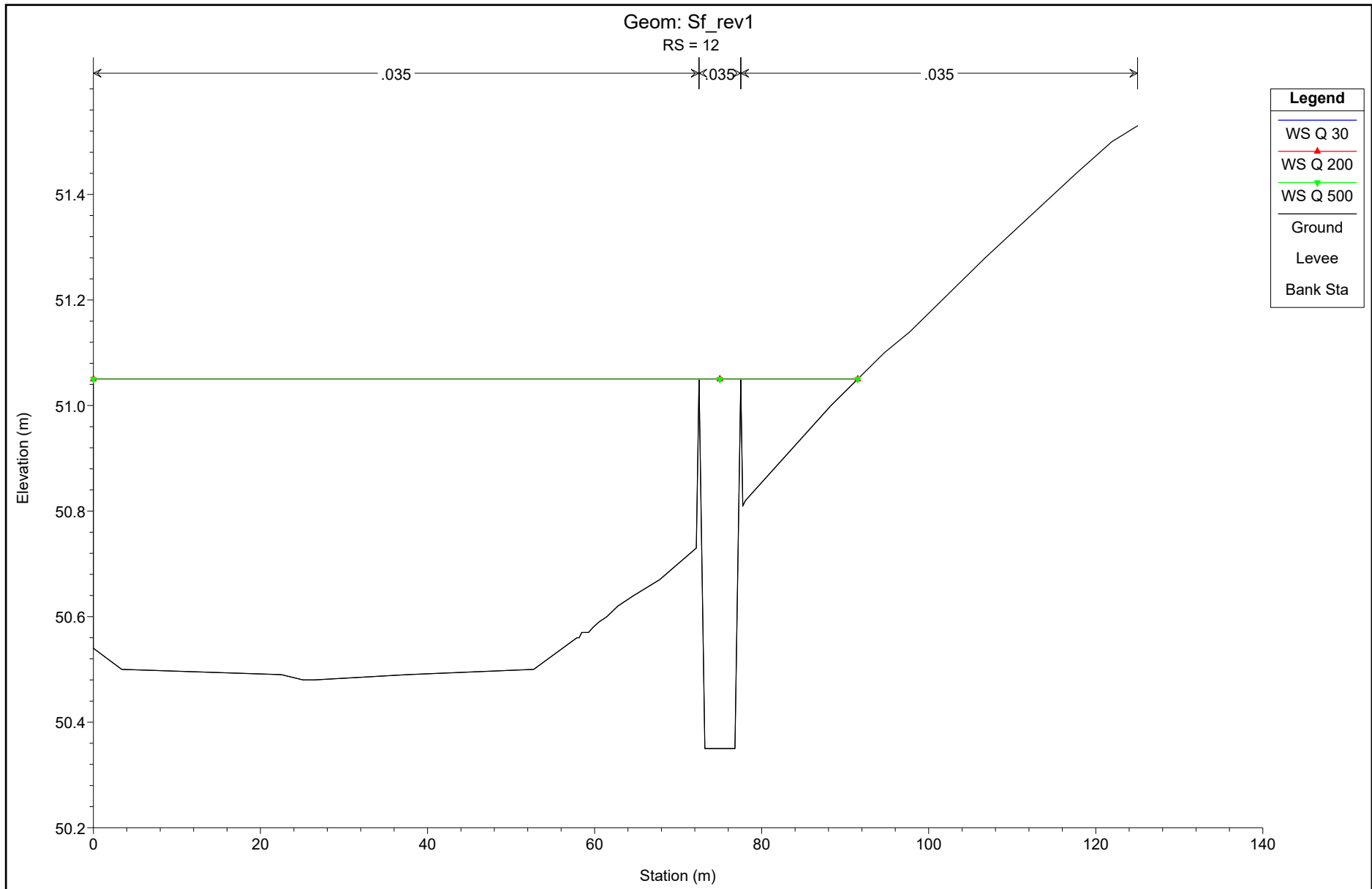


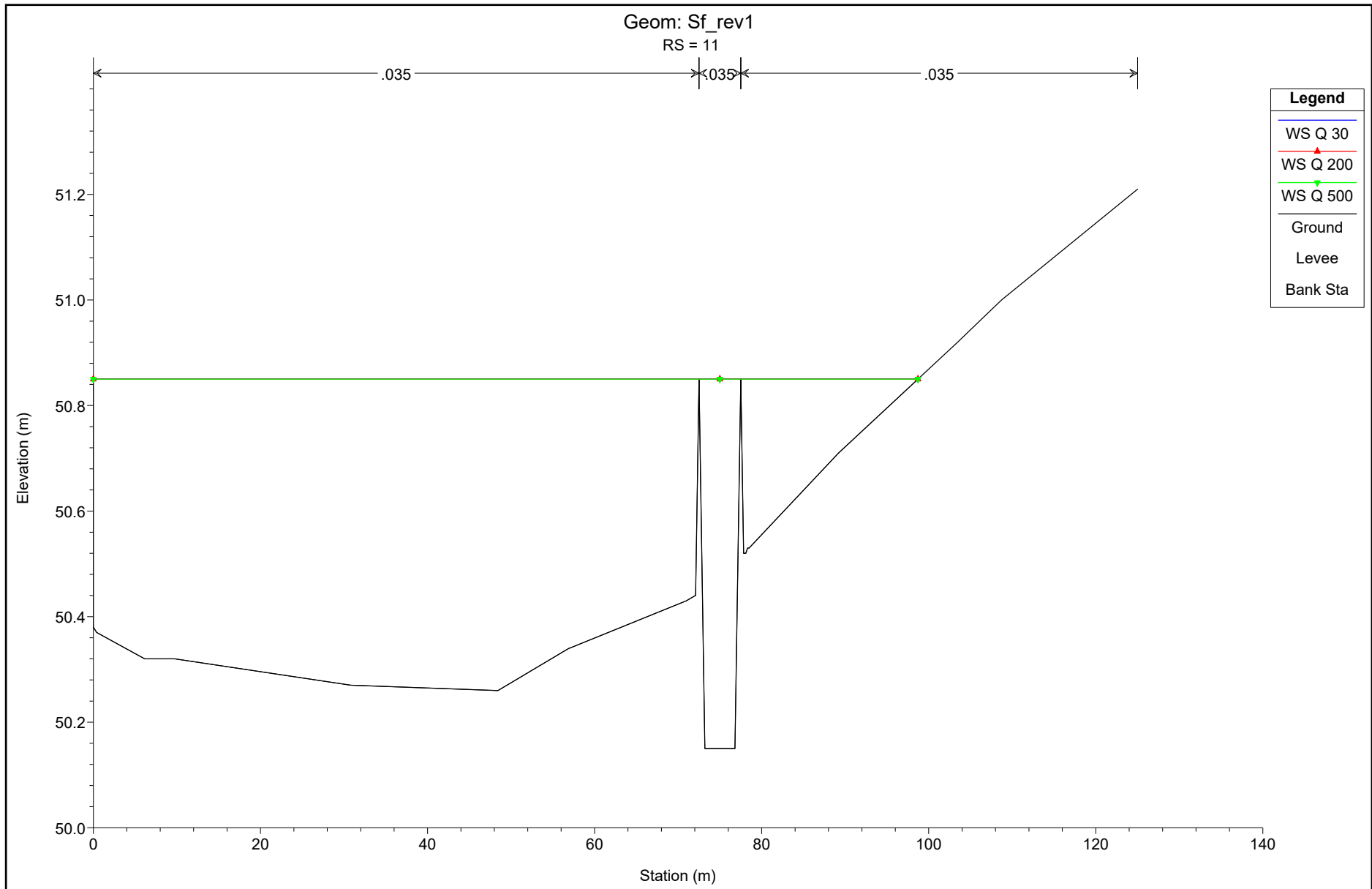


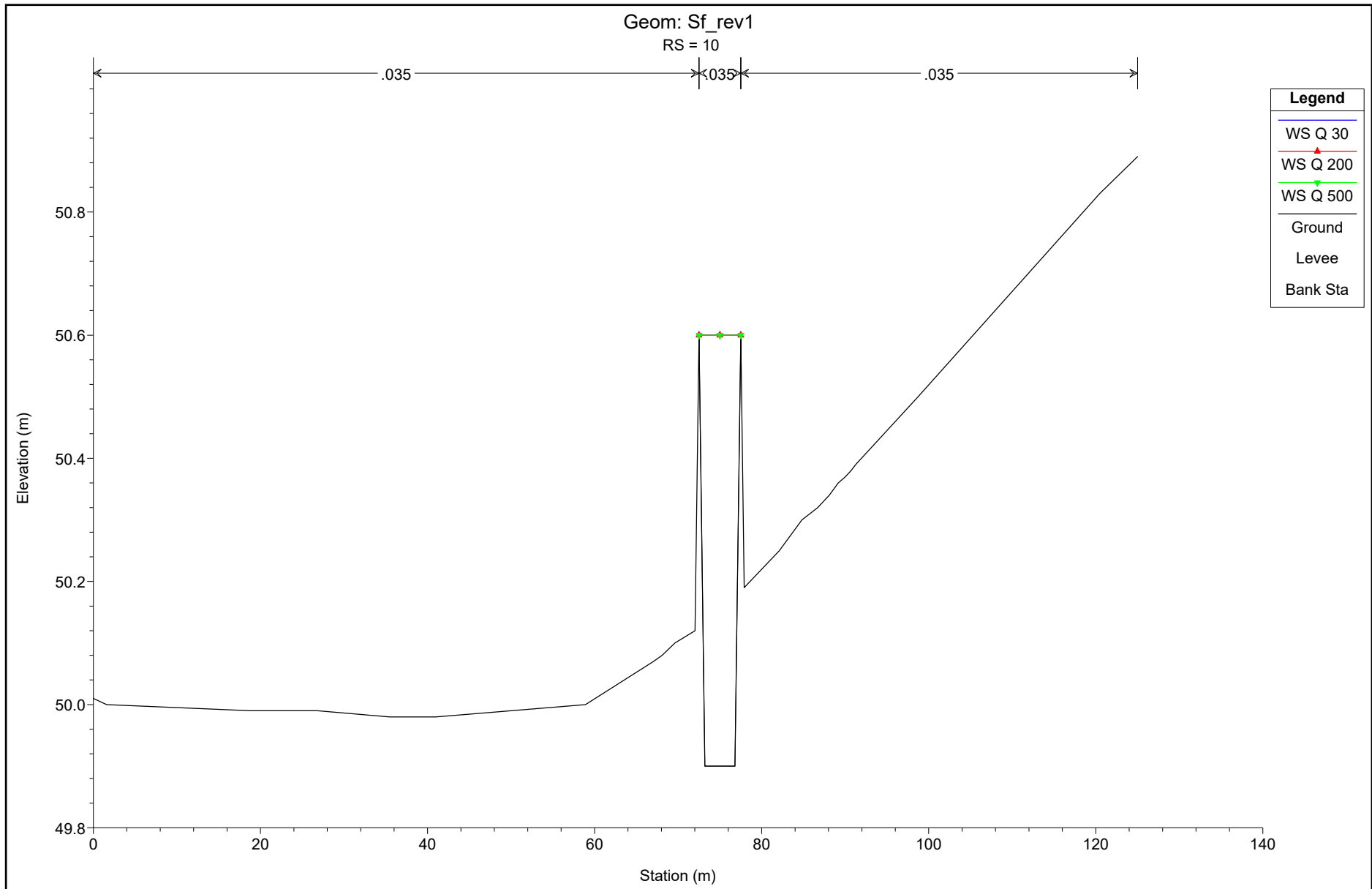


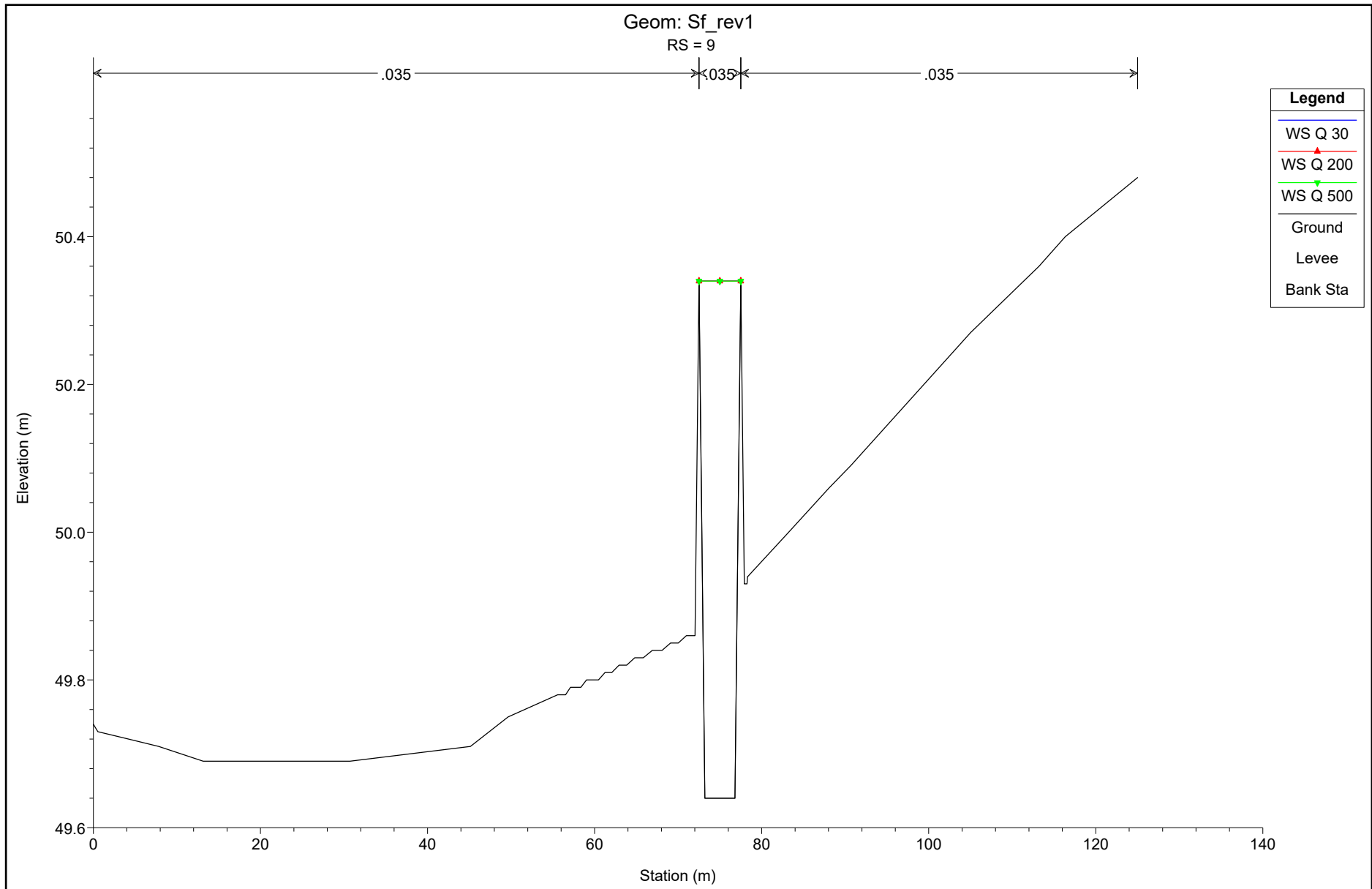


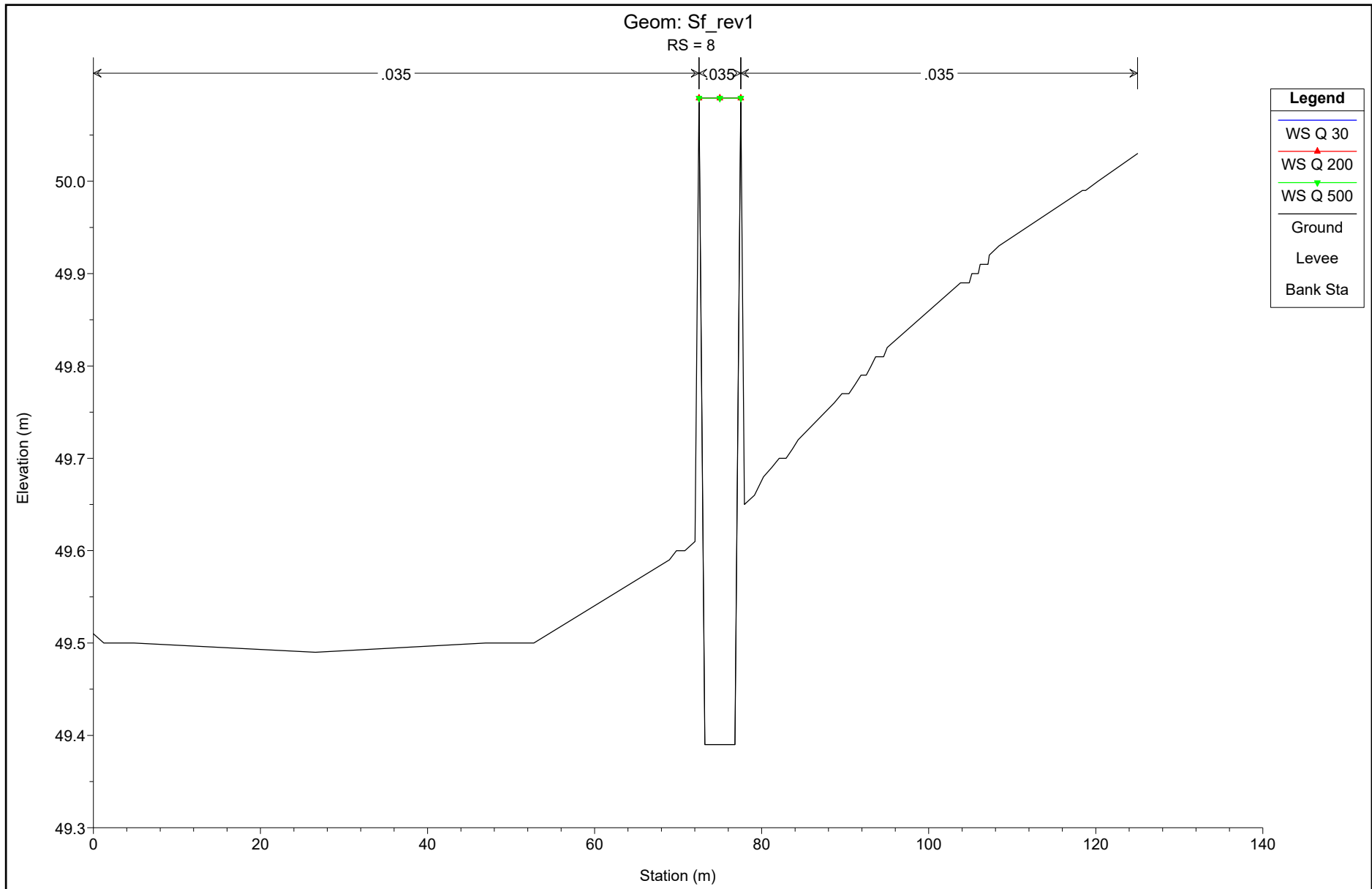




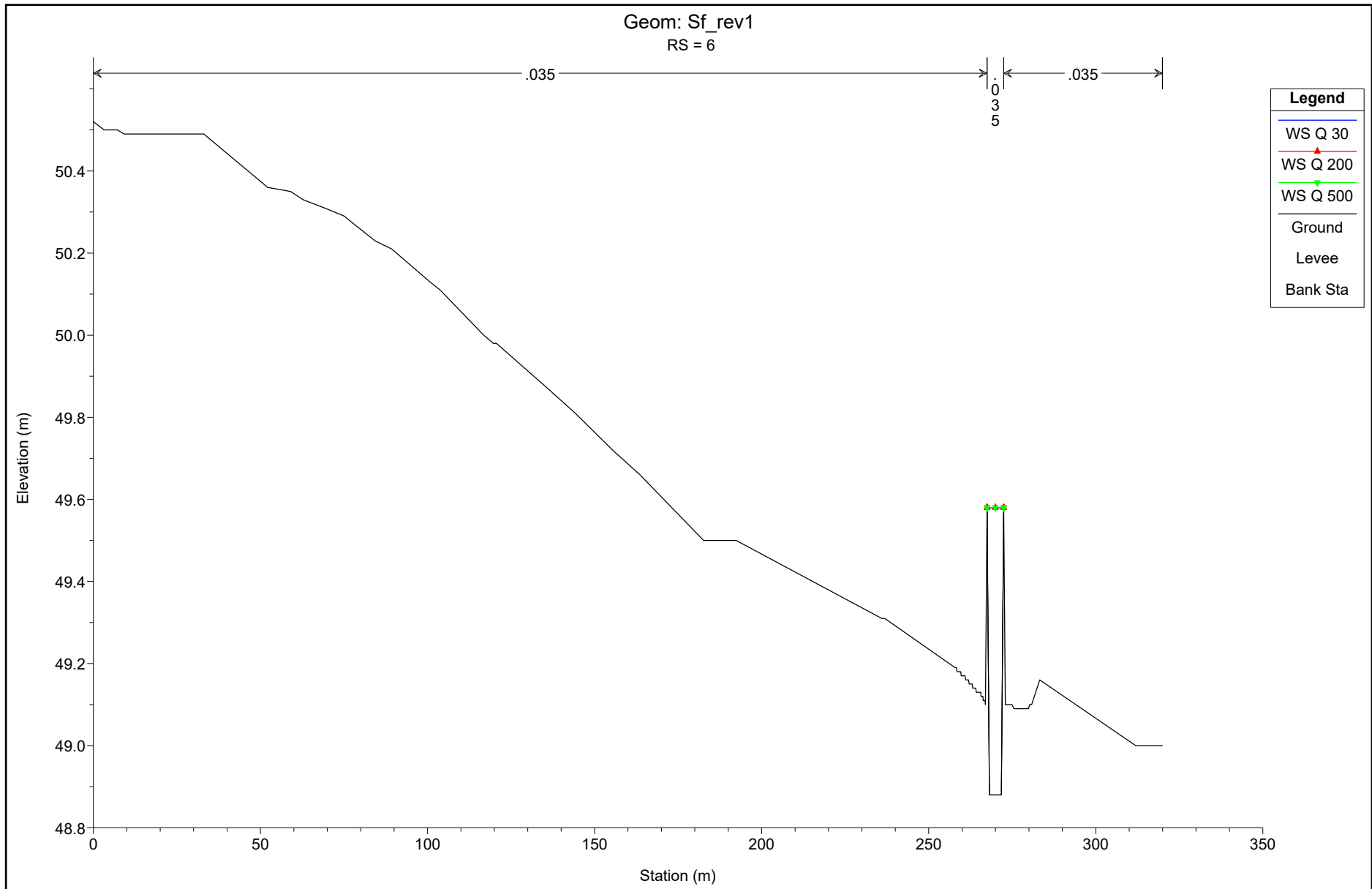


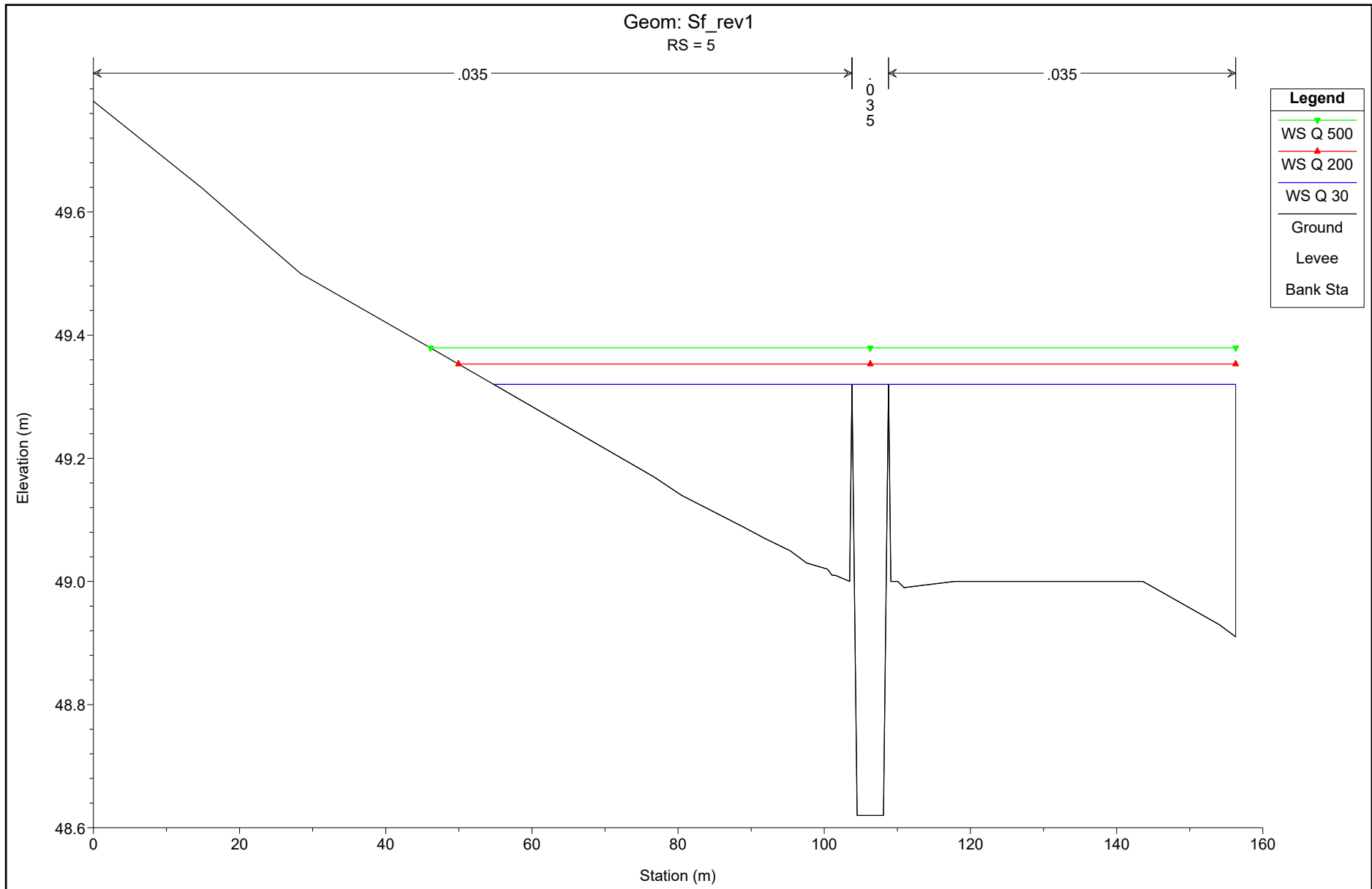




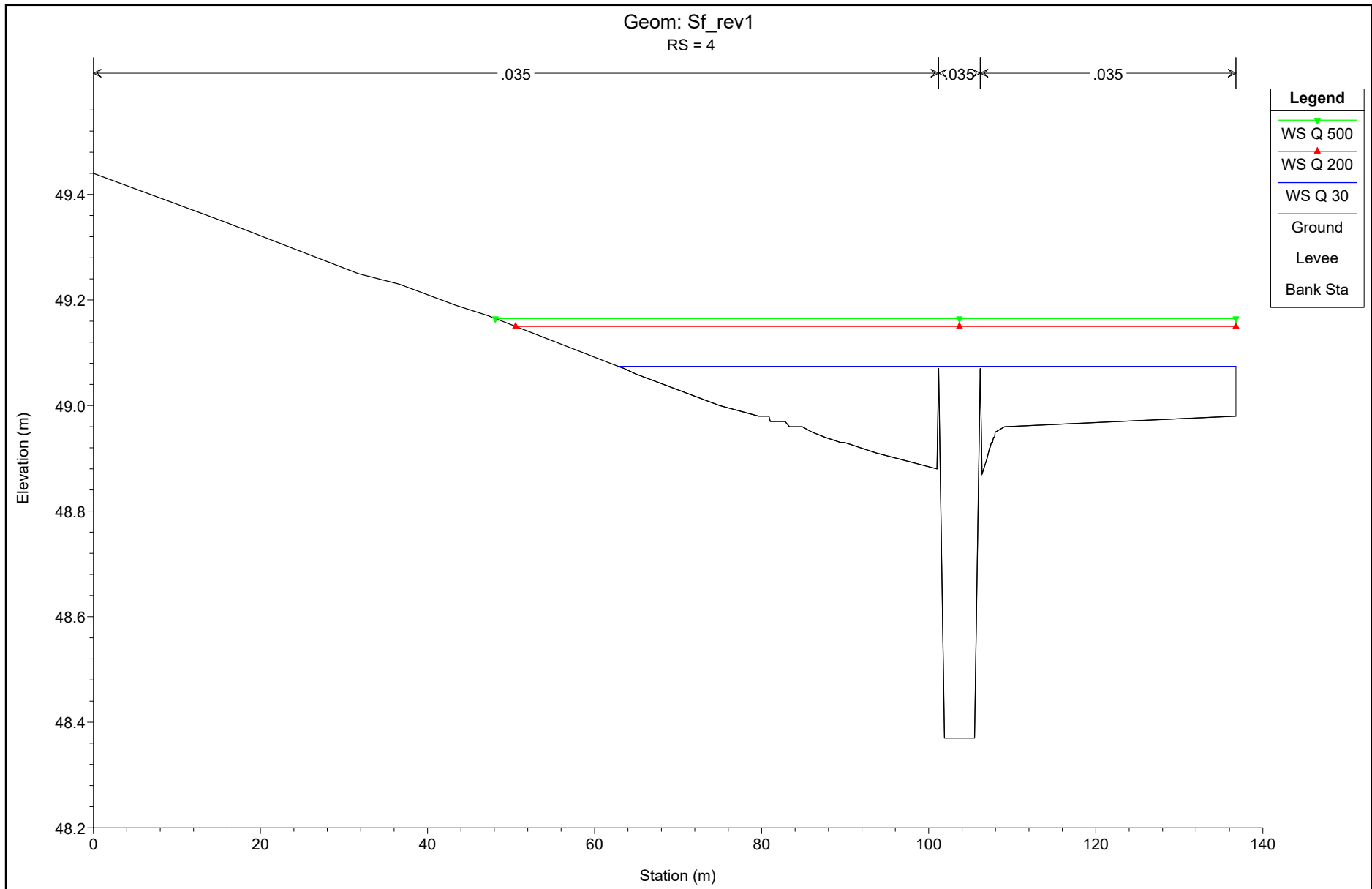


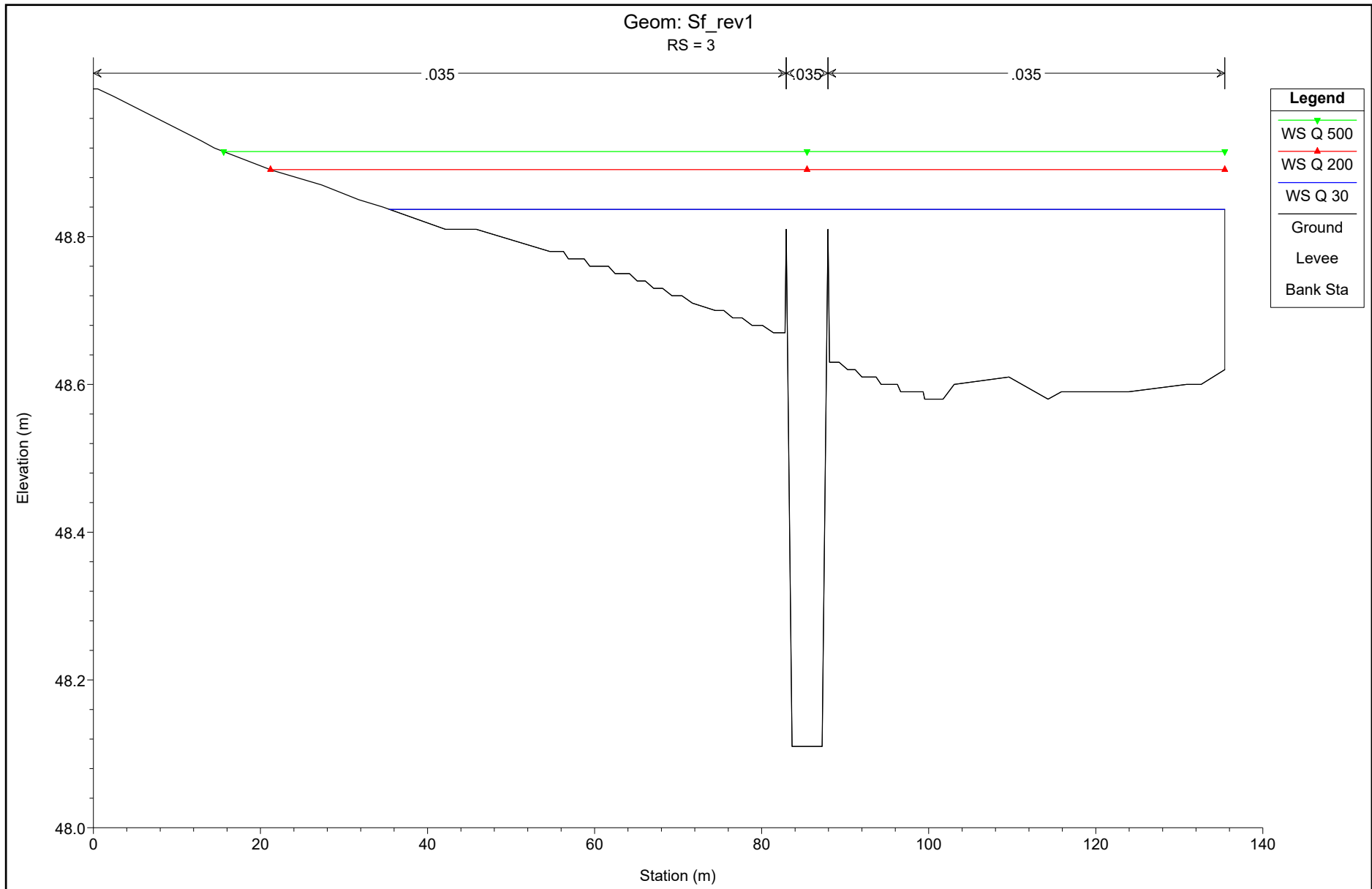


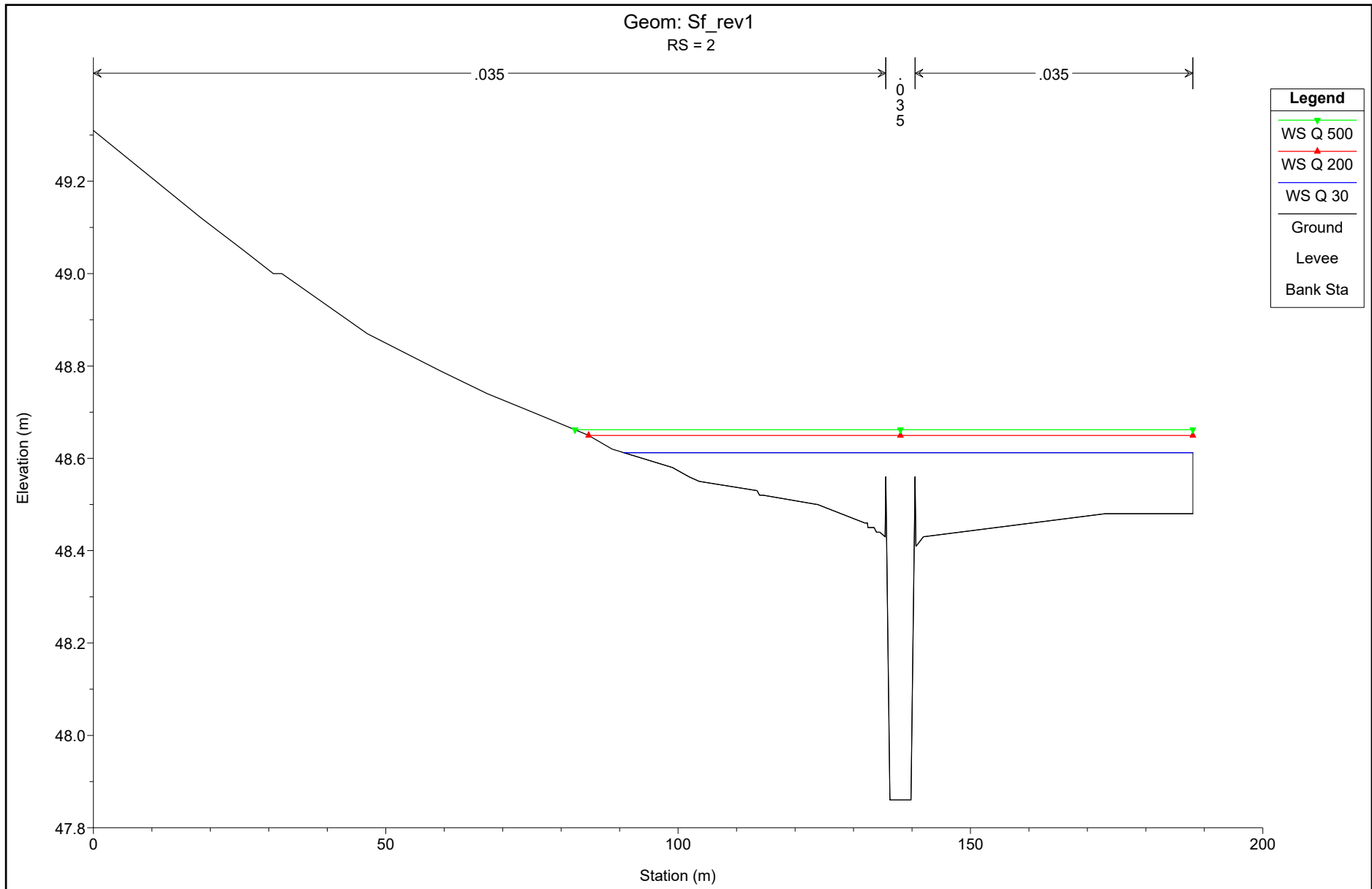


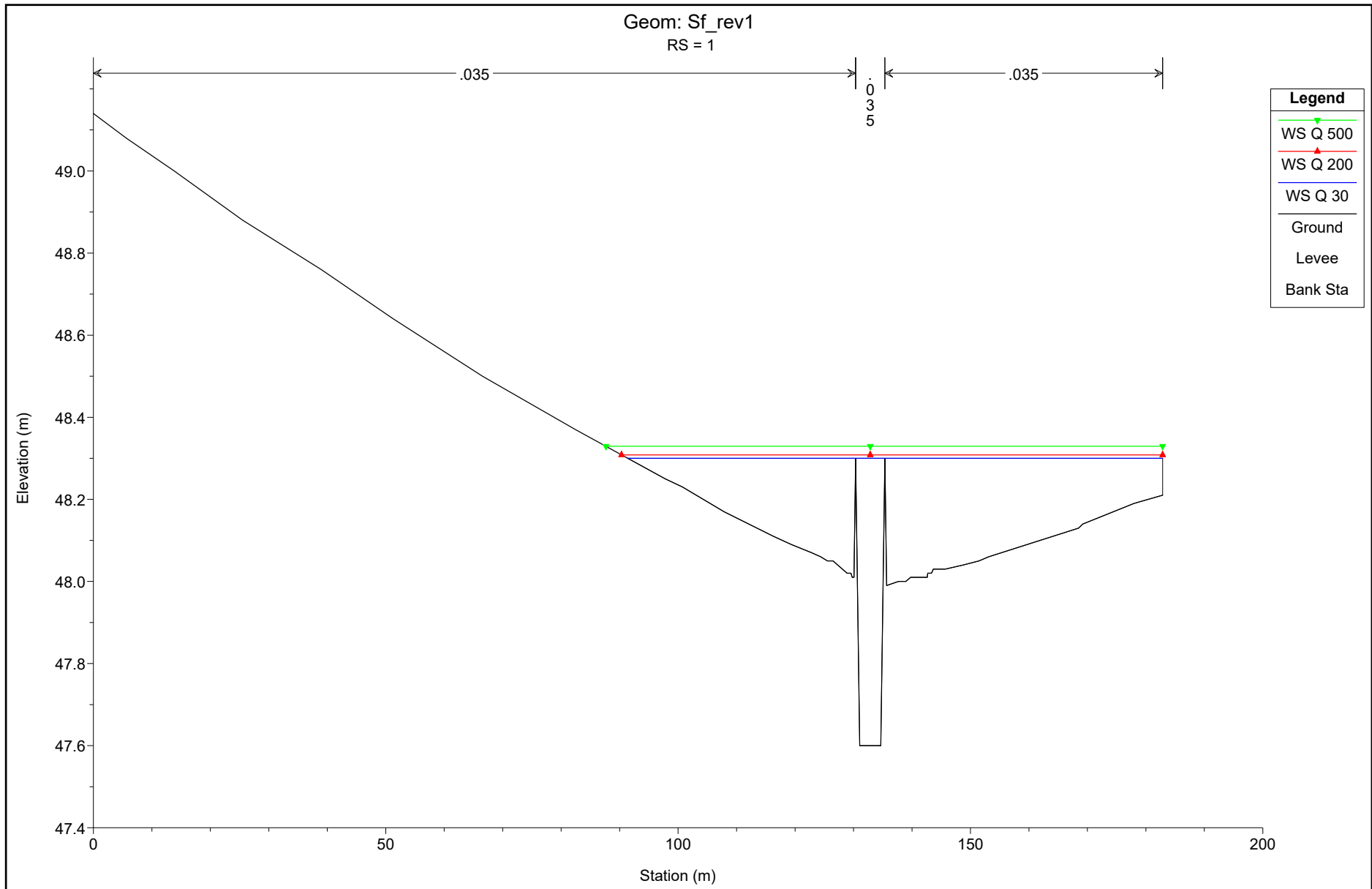












HEC-RAS Plan: Plan 15 River: Asse Reach: Asse

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
Asse	31	Q 30	10.68	54.50	55.48	55.37	55.51	0.001800	1.04	18.23	84.07	0.35
Asse	31	Q 200	15.20	54.50	55.54	55.42	55.57	0.001920	1.12	26.27	147.85	0.37
Asse	31	Q 500	17.40	54.50	55.56	55.44	55.59	0.001947	1.14	29.63	150.27	0.37
Asse	30	Q 30	10.68	54.24	55.40	55.28	55.42	0.001586	0.96	23.09	144.56	0.33
Asse	30	Q 200	15.20	54.24	55.41	55.38	55.46	0.002651	1.26	25.38	150.47	0.43
Asse	30	Q 500	17.40	54.24	55.43	55.40	55.47	0.002899	1.33	27.48	153.21	0.45
Asse	29	Q 30	10.68	53.98	55.02	54.85	55.25	0.008254	2.12	5.03	5.96	0.74
Asse	29	Q 200	15.20	53.98	55.21	55.21	55.30	0.003622	1.59	19.49	127.67	0.50
Asse	29	Q 500	17.40	53.98	55.25	55.25	55.32	0.003249	1.54	24.10	142.01	0.48
Asse	28.400	Q 30	10.68	53.83	55.08	55.00	55.10	0.001415	0.88	24.56	148.42	0.31
Asse	28.400	Q 200	15.20	53.83	55.10	55.05	55.13	0.002251	1.13	27.56	157.27	0.40
Asse	28.400	Q 500	17.40	53.83	55.12	55.07	55.15	0.002316	1.17	30.71	163.98	0.40
Asse	28.35		Culvert									
Asse	28.300	Q 30	10.68	53.81	54.97	54.97	55.04	0.004222	1.39	13.85	110.64	0.53
Asse	28.300	Q 200	15.20	53.81	55.02	55.02	55.09	0.004199	1.46	20.56	136.61	0.53
Asse	28.300	Q 500	17.40	53.81	55.04	55.04	55.11	0.004557	1.54	22.64	144.10	0.56
Asse	28	Q 30	10.68	53.73	54.95	54.62	54.97	0.001833	0.92	22.55	144.79	0.35
Asse	28	Q 200	15.20	53.73	54.90	54.93	55.00	0.006971	1.71	16.44	125.41	0.67
Asse	28	Q 500	17.40	53.73	54.92	54.95	55.02	0.006961	1.75	18.99	135.54	0.67
Asse	27	Q 30	10.68	53.48	54.37	54.37	54.73	0.015721	2.69	3.97	5.38	1.00
Asse	27	Q 200	15.20	53.48	54.52	54.53	54.58	0.010102	1.45	18.61	166.86	0.75
Asse	27	Q 500	17.40	53.48	54.53	54.54	54.59	0.010336	1.50	20.63	174.48	0.76
Asse	26	Q 30	10.68	53.22	54.19	53.97	54.19	0.000169	0.29	73.51	317.12	0.10
Asse	26	Q 200	15.20	53.22	54.19	53.99	54.19	0.000352	0.42	72.69	315.34	0.15
Asse	26	Q 500	17.40	53.22	54.21	54.00	54.21	0.000348	0.42	80.67	329.94	0.15
Asse	25	Q 30	10.68	52.86	53.80	53.74	54.12	0.012642	2.49	4.29	5.49	0.90

HEC-RAS Plan: Plan 15 River: Asse Reach: Asse (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
Asse	25	Q 200	15.20	52.86	54.01	54.01	54.12	0.004851	1.77	14.77	68.26	0.58
Asse	25	Q 500	17.40	52.86	54.04	54.04	54.14	0.004642	1.77	17.13	72.26	0.57
Asse	24	Q 30	10.68	52.71	53.77	53.77	53.86	0.004133	1.56	11.67	65.74	0.53
Asse	24	Q 200	15.20	52.71	53.78	53.82	53.94	0.007510	2.12	12.36	66.95	0.71
Asse	24	Q 500	17.40	52.71	53.80	53.84	53.97	0.007830	2.20	13.88	69.53	0.73
Asse	23	Q 30	10.68	52.45	53.37	53.43	53.56	0.008896	2.12	8.14	60.56	0.76
Asse	23	Q 200	15.20	52.45	53.45	53.48	53.58	0.006564	1.95	14.33	76.22	0.67
Asse	23	Q 500	17.40	52.45	53.48	53.50	53.60	0.006433	1.97	16.39	80.39	0.66
Asse	22	Q 30	10.68	52.20	53.13	53.14	53.22	0.004521	1.56	13.24	86.12	0.55
Asse	22	Q 200	15.20	52.20	53.17	53.19	53.27	0.005659	1.80	16.66	93.18	0.62
Asse	22	Q 500	17.40	52.20	53.19	53.21	53.29	0.005827	1.86	18.62	98.50	0.63
Asse	21	Q 30	10.68	51.94	52.86	52.87	52.95	0.006354	1.57	12.10	87.85	0.64
Asse	21	Q 200	15.20	51.94	52.90	52.92	53.00	0.007784	1.81	15.73	102.71	0.71
Asse	21	Q 500	17.40	51.94	52.92	52.95	53.02	0.007612	1.83	18.10	110.51	0.71
Asse	20	Q 30	10.68	51.80	52.68	52.70	52.77	0.006879	1.65	11.91	89.32	0.66
Asse	20	Q 200	15.20	51.80	52.74	52.74	52.81	0.005824	1.62	18.17	107.32	0.62
Asse	20	Q 500	17.40	51.80	52.75	52.76	52.83	0.006019	1.67	20.03	109.43	0.63
Asse	19	Q 30	10.68	51.67	52.50	52.47	52.54	0.003505	1.27	17.18	107.74	0.48
Asse	19	Q 200	15.20	51.67	52.54	52.50	52.58	0.003937	1.40	22.30	122.53	0.51
Asse	19	Q 500	17.40	51.67	52.55	52.52	52.60	0.004367	1.49	23.93	126.58	0.54
Asse	18.5		Culvert									
Asse	18	Q 30	10.68	51.57	52.31	52.31	52.38	0.005181	1.45	12.99	89.00	0.59
Asse	18	Q 200	15.20	51.57	52.37	52.35	52.43	0.005036	1.52	18.72	108.00	0.59
Asse	18	Q 500	17.40	51.57	52.38	52.37	52.45	0.005390	1.60	20.55	113.09	0.61
Asse	17	Q 30	10.68	51.34	52.28	52.02	52.29	0.000507	0.55	30.90	96.52	0.19
Asse	17	Q 200	15.20	51.34	52.34	52.07	52.35	0.000637	0.64	37.19	104.67	0.22

HEC-RAS Plan: Plan 15 River: Asse Reach: Asse (Continued)

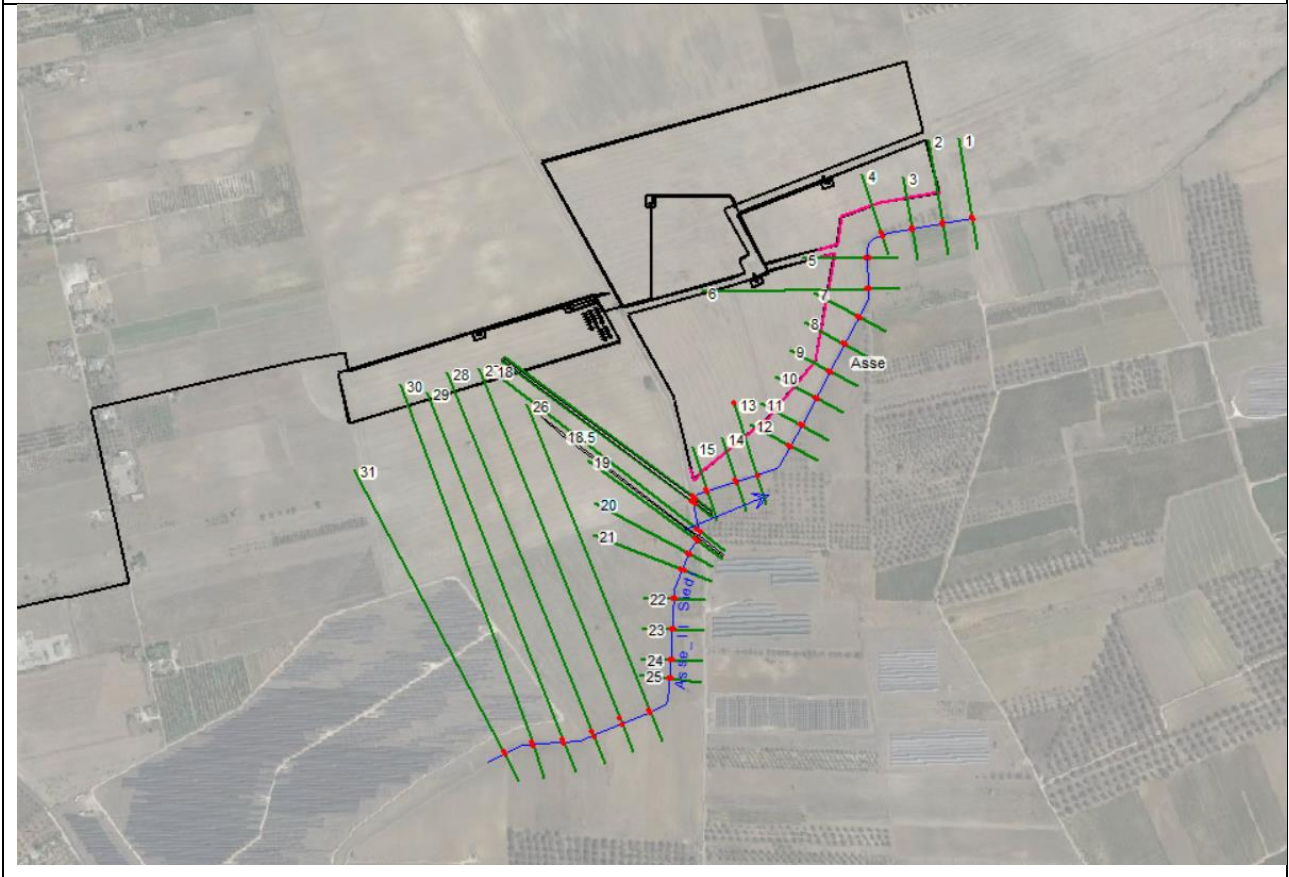
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Asse	17	Q 500	17.40	51.34	52.35	52.10	52.36	0.000811	0.73	37.60	105.19	0.25
Asse	16.5		Culvert									
Asse	16	Q 30	10.68	51.30	51.96	51.96	52.05	0.008751	1.72	10.01	53.73	0.73
Asse	16	Q 200	15.20	51.30	52.02	52.02	52.12	0.009311	1.86	13.05	61.85	0.76
Asse	16	Q 500	17.40	51.30	52.04	52.04	52.14	0.009419	1.92	14.47	65.14	0.76
Asse	15	Q 30	10.68	51.18	51.88	51.88	51.89	0.000634	0.48	33.42	122.68	0.20
Asse	15	Q 200	15.20	51.18	51.88	51.88	51.89	0.001284	0.68	33.42	122.67	0.28
Asse	15	Q 500	17.40	51.18	51.88	51.88	51.90	0.001683	0.78	33.42	122.67	0.32
Asse	14	Q 30	10.68	50.92	51.62	51.62	51.62	0.000102	0.19	56.95	119.39	0.08
Asse	14	Q 200	15.20	50.92	51.62	51.62	51.62	0.000207	0.27	56.95	119.39	0.11
Asse	14	Q 500	17.40	50.92	51.62	51.62	51.63	0.000272	0.31	56.95	119.39	0.13
Asse	13	Q 30	10.68	50.74	51.44	51.44	51.44	0.000034	0.11	87.34	150.94	0.05
Asse	13	Q 200	15.20	50.74	51.44	51.44	51.44	0.000069	0.16	87.34	150.94	0.06
Asse	13	Q 500	17.40	50.74	51.44	51.44	51.44	0.000091	0.18	87.34	150.94	0.07
Asse	12	Q 30	10.68	50.35	51.05	51.05	51.05	0.000194	0.26	42.53	91.50	0.11
Asse	12	Q 200	15.20	50.35	51.05	51.05	51.06	0.000393	0.38	42.53	91.50	0.15
Asse	12	Q 500	17.40	50.35	51.05	51.05	51.06	0.000515	0.43	42.53	91.50	0.18
Asse	11	Q 30	10.68	50.15	50.85	50.85	50.85	0.000174	0.25	45.17	98.72	0.10
Asse	11	Q 200	15.20	50.15	50.85	50.85	50.86	0.000351	0.35	45.17	98.72	0.15
Asse	11	Q 500	17.40	50.15	50.85	50.85	50.86	0.000461	0.41	45.17	98.72	0.17
Asse	10	Q 30	10.68	49.90	50.60	50.60	50.60	0.000119	0.21	51.85	105.31	0.09
Asse	10	Q 200	15.20	49.90	50.60	50.60	50.60	0.000241	0.29	51.85	105.31	0.12
Asse	10	Q 500	17.40	49.90	50.60	50.60	50.61	0.000316	0.34	51.85	105.31	0.14
Asse	9	Q 30	10.68	49.64	50.34	50.34	50.34	0.000112	0.20	53.47	111.37	0.08
Asse	9	Q 200	15.20	49.64	50.34	50.34	50.34	0.000228	0.29	53.47	111.37	0.12
Asse	9	Q 500	17.40	49.64	50.34	50.34	50.35	0.000298	0.33	53.47	111.37	0.13

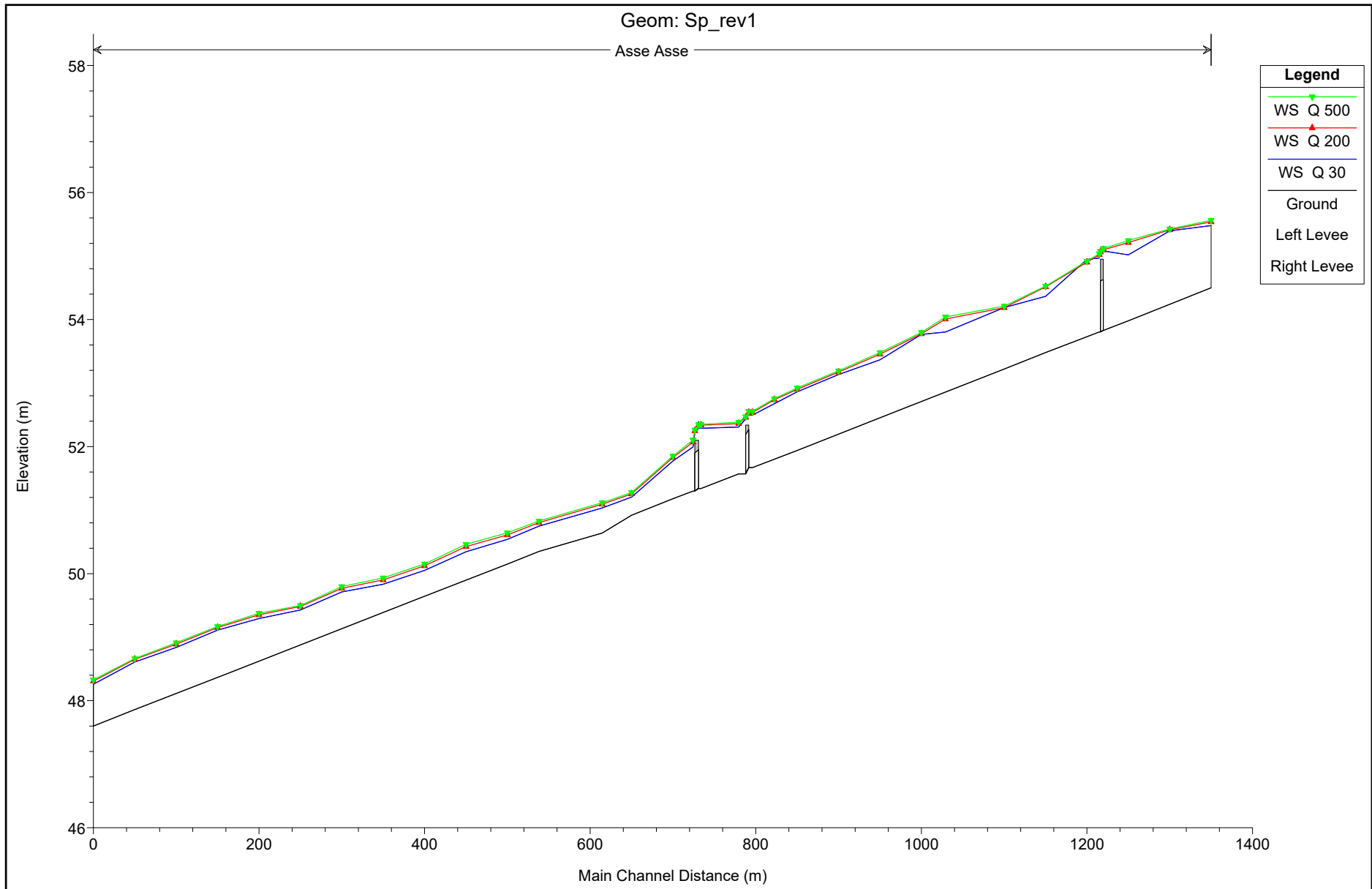
HEC-RAS Plan: Plan 15 River: Asse Reach: Asse (Continued)

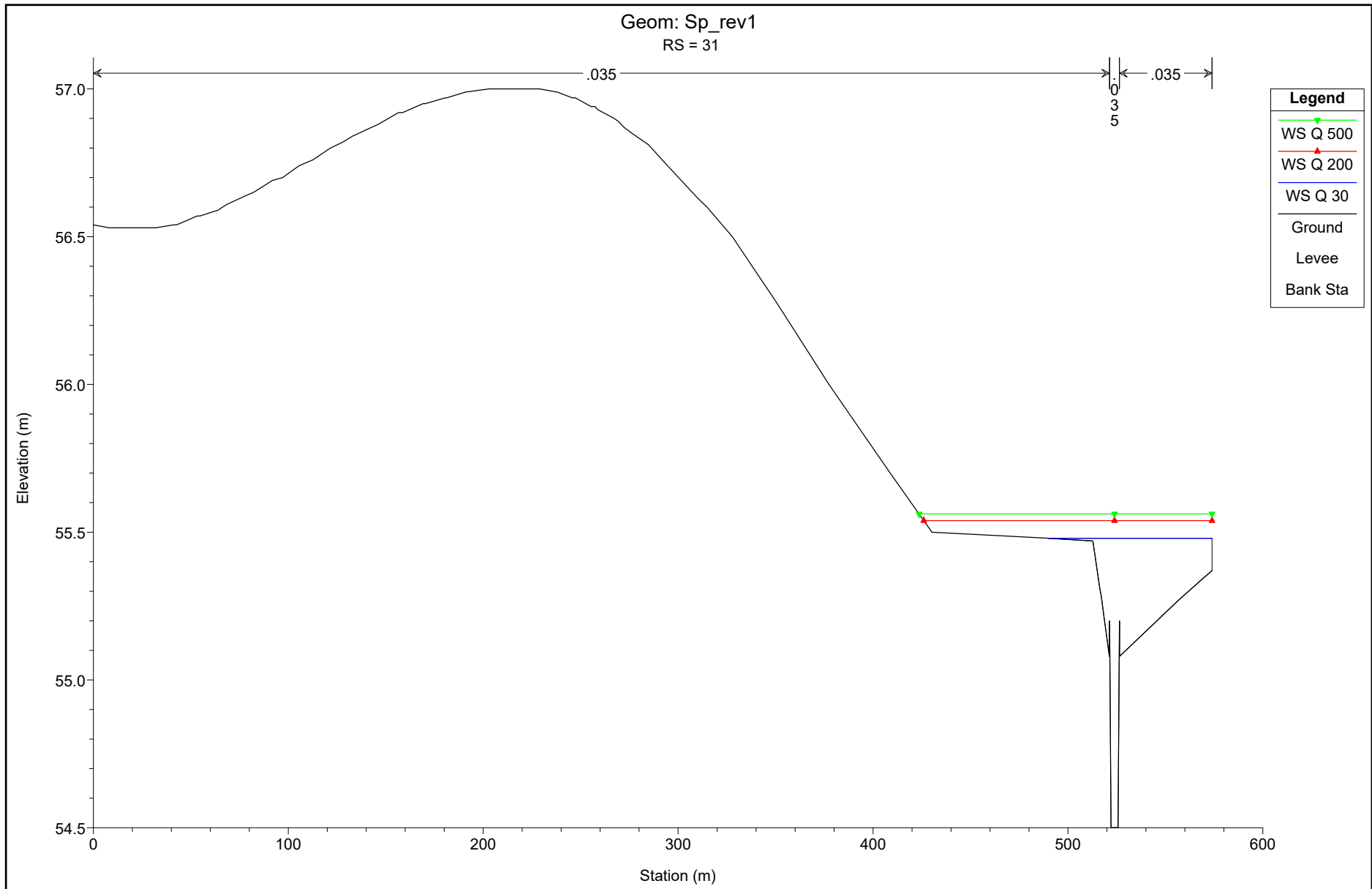
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Asse	8	Q 30	10.68	49.39	50.09	50.09	50.09	0.000116	0.20	55.63	125.00	0.08
Asse	8	Q 200	15.20	49.39	50.09	50.09	50.09	0.000234	0.29	55.63	125.00	0.12
Asse	8	Q 500	17.40	49.39	50.09	50.09	50.10	0.000307	0.33	55.63	125.00	0.14
Asse	7	Q 30	10.68	49.13	49.83	49.83	49.83	0.000213	0.28	49.61	133.05	0.11
Asse	7	Q 200	15.20	49.13	49.83	49.83	49.83	0.000430	0.39	49.61	133.05	0.16
Asse	7	Q 500	17.40	49.13	49.83	49.83	49.84	0.000564	0.45	49.61	133.05	0.19
Asse	6	Q 30	10.68	48.88	49.58	49.58	49.58	0.000239	0.29	47.04	146.85	0.12
Asse	6	Q 200	15.20	48.88	49.58	49.58	49.59	0.000484	0.42	47.04	146.85	0.17
Asse	6	Q 500	17.40	48.88	49.58	49.58	49.59	0.000634	0.48	47.04	146.85	0.20
Asse	5	Q 30	10.68	48.62	49.32	49.32	49.33	0.000986	0.59	26.84	101.51	0.24
Asse	5	Q 200	15.20	48.62	49.35	49.32	49.37	0.001427	0.74	30.28	106.34	0.30
Asse	5	Q 500	17.40	48.62	49.38	49.32	49.40	0.001458	0.77	33.12	110.17	0.30
Asse	4	Q 30	10.68	48.37	49.07	49.11	49.19	0.010535	1.95	10.31	73.91	0.80
Asse	4	Q 200	15.20	48.37	49.15	49.15	49.23	0.007171	1.74	16.37	86.22	0.67
Asse	4	Q 500	17.40	48.37	49.16	49.16	49.25	0.007745	1.84	17.68	88.66	0.70
Asse	3	Q 30	10.68	48.11	48.84	48.81	48.86	0.002734	1.02	18.16	100.00	0.41
Asse	3	Q 200	15.20	48.11	48.89	48.81	48.92	0.002811	1.09	23.92	114.26	0.42
Asse	3	Q 500	17.40	48.11	48.92	48.83	48.95	0.002769	1.11	26.79	119.83	0.42
Asse	2	Q 30	10.68	47.86	48.61	48.61	48.67	0.005529	1.49	14.18	97.35	0.59
Asse	2	Q 200	15.20	47.86	48.65	48.65	48.72	0.006307	1.65	17.94	103.33	0.63
Asse	2	Q 500	17.40	47.86	48.66	48.66	48.74	0.006946	1.75	19.23	105.65	0.67
Asse	1	Q 30	10.68	47.60	48.30	48.30	48.32	0.002870	1.01	18.49	91.47	0.42
Asse	1	Q 200	15.20	47.60	48.31	48.30	48.35	0.005203	1.38	19.25	92.52	0.56
Asse	1	Q 500	17.40	47.60	48.33	48.30	48.38	0.005203	1.41	21.22	95.21	0.57

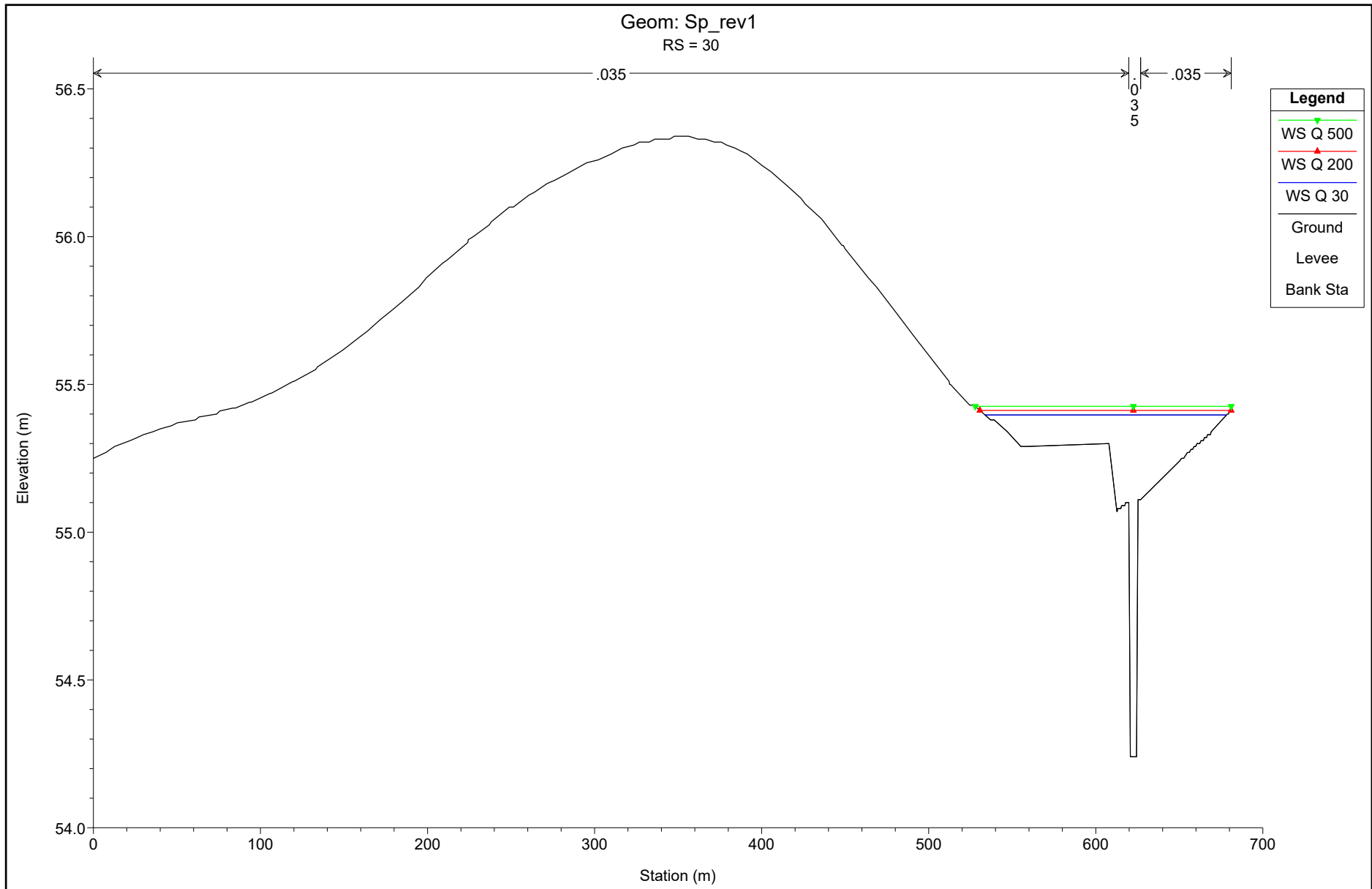


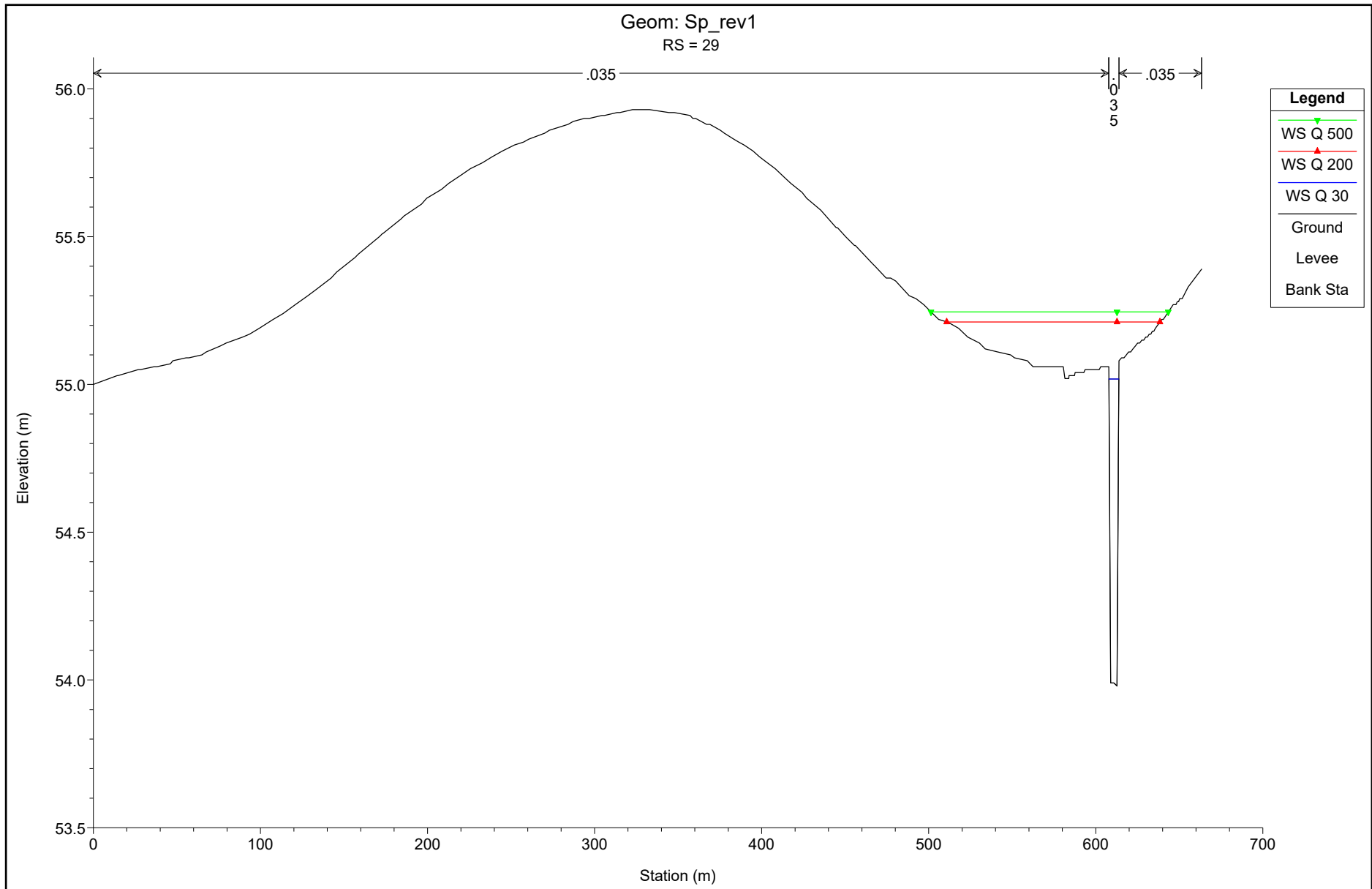
## ASTA PRINCIPALE CANALE IL SIEDI: STATO DI PROGETTO

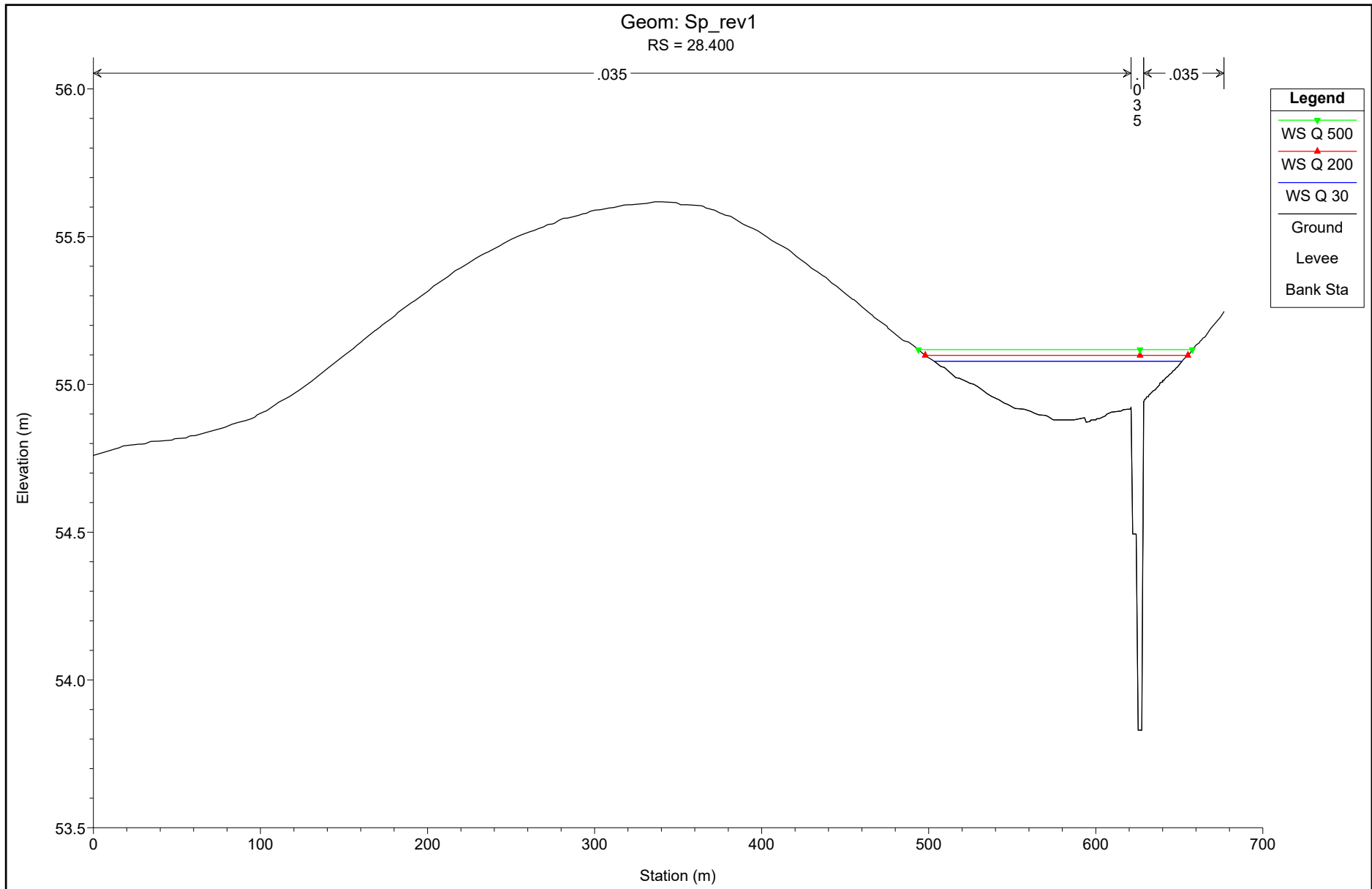


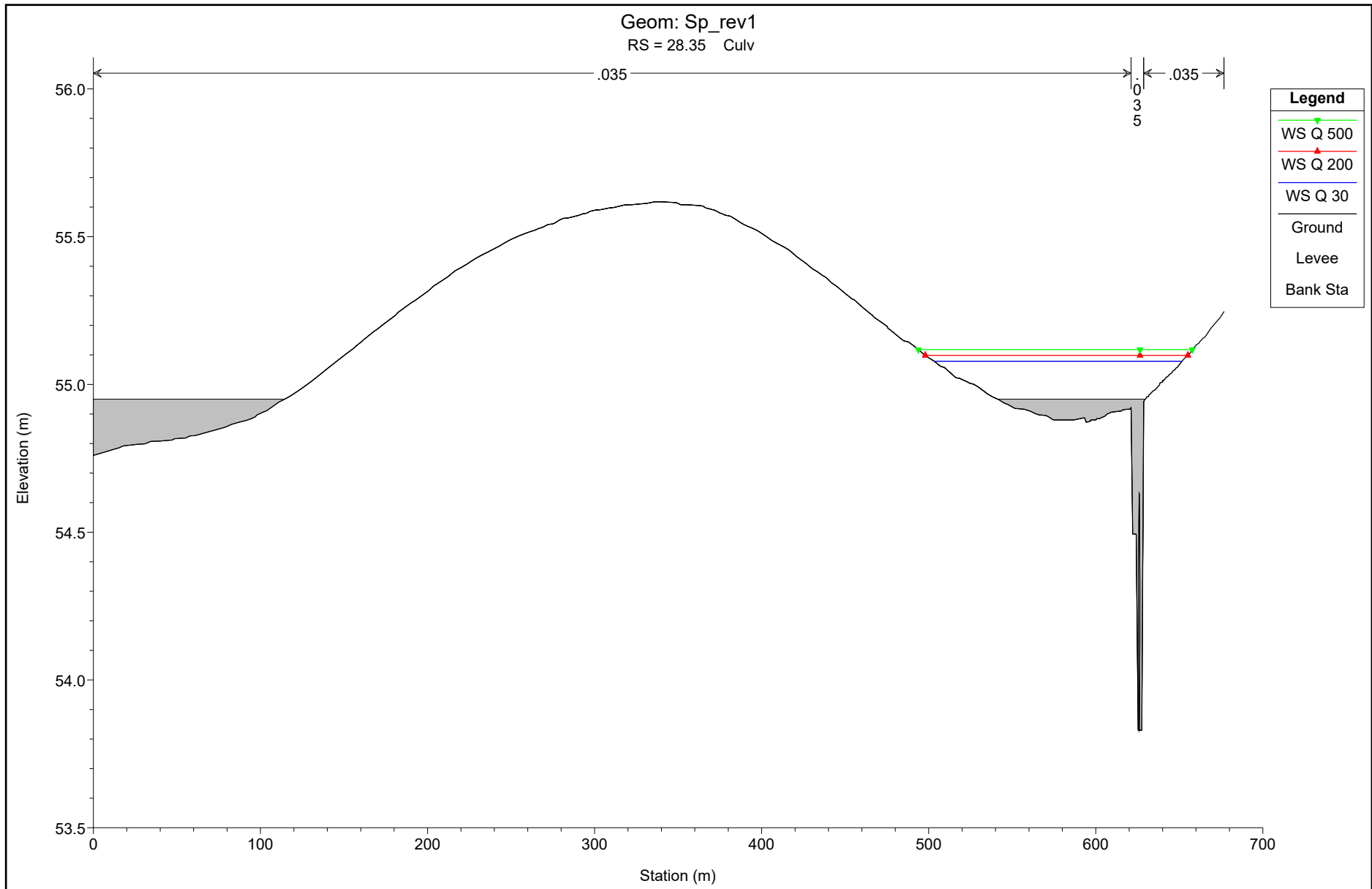


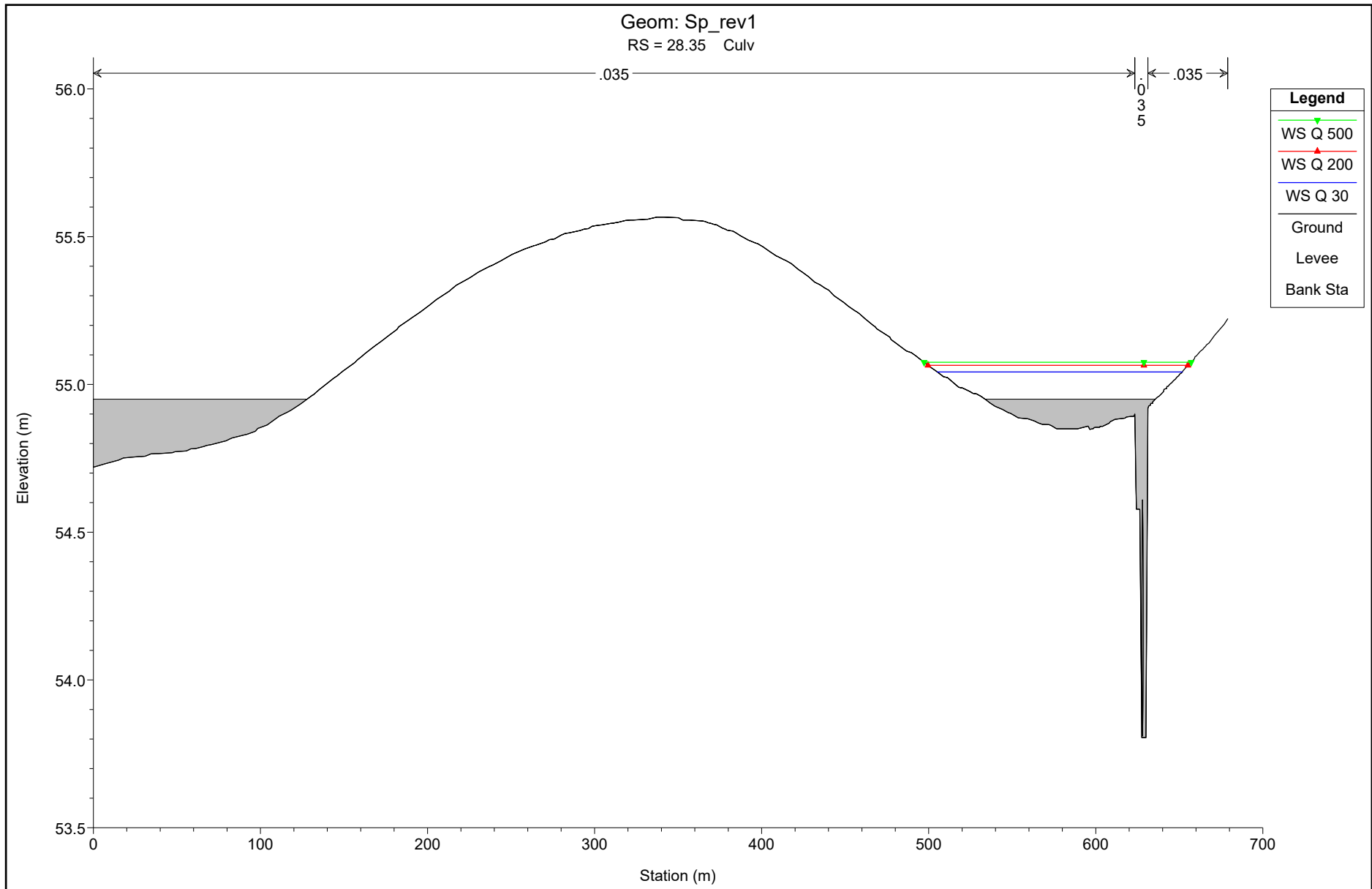




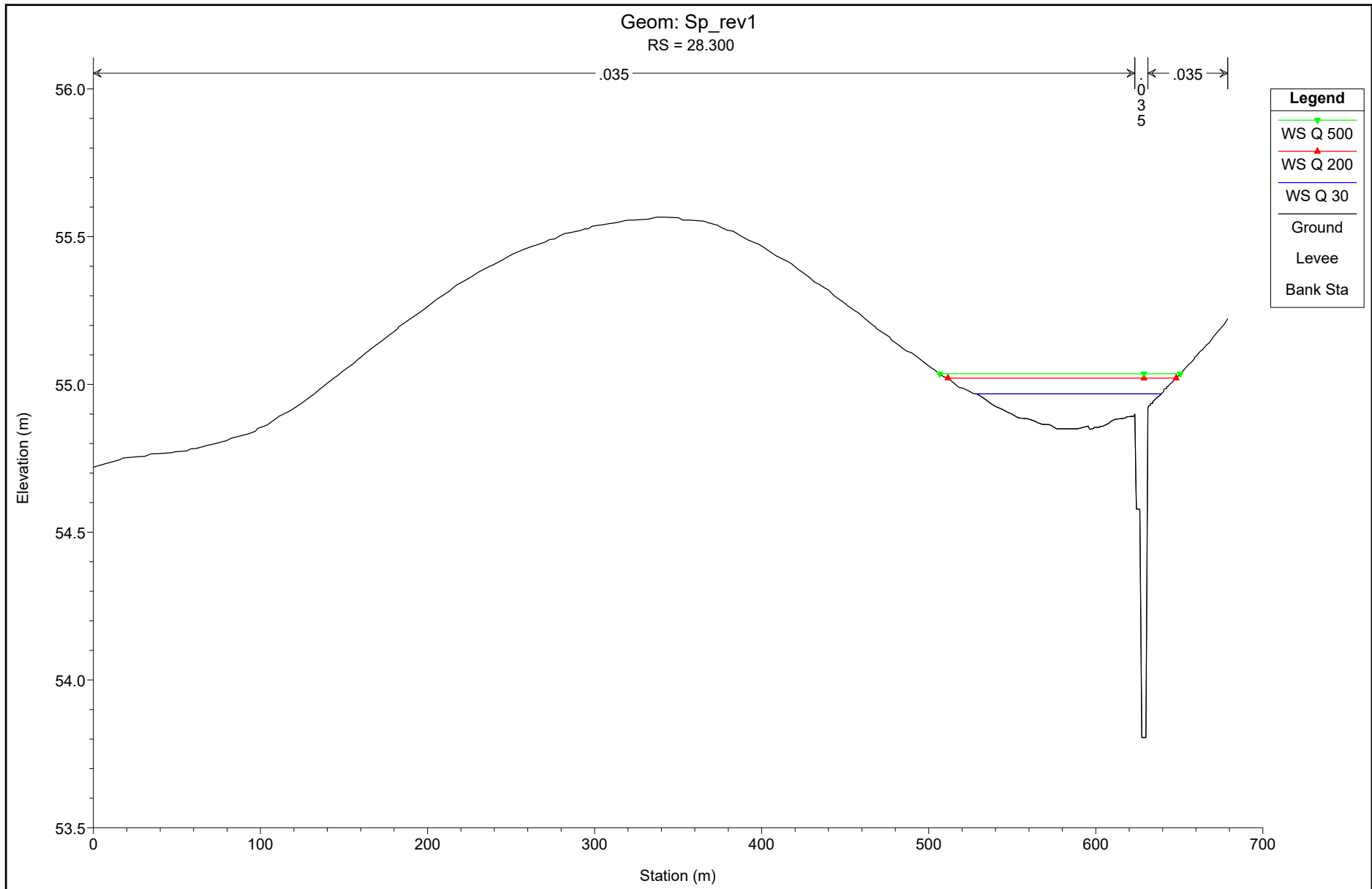


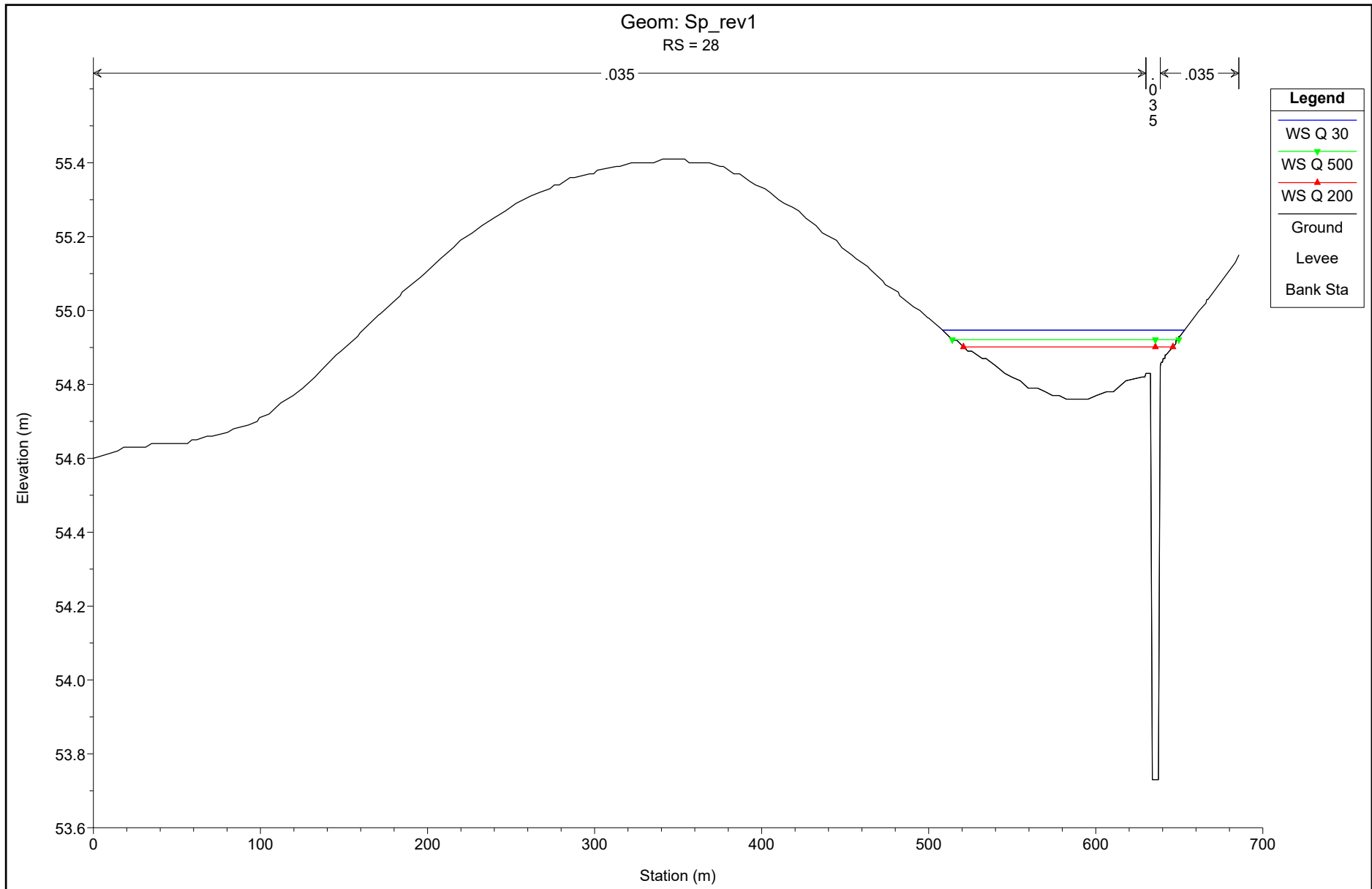


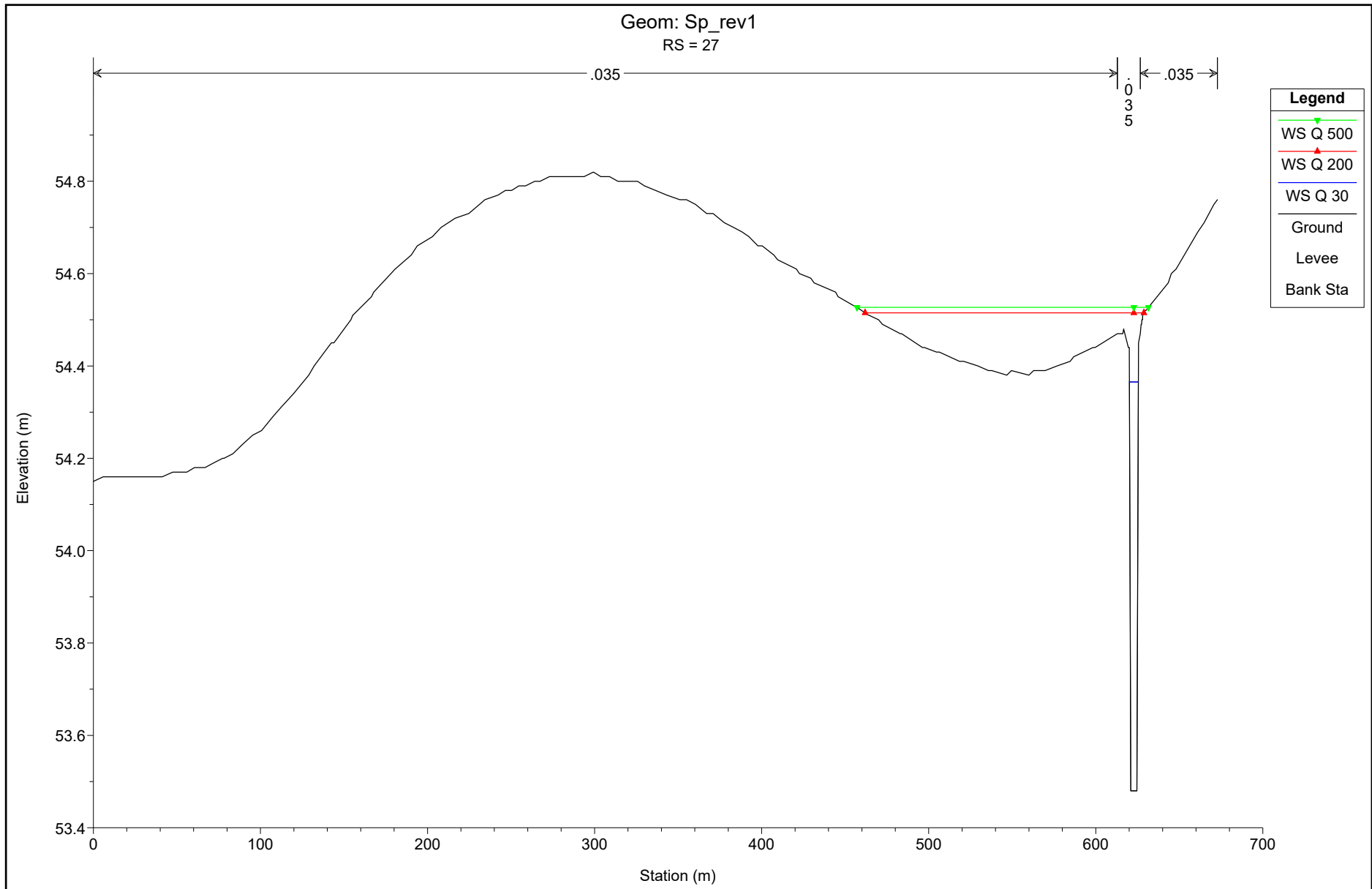


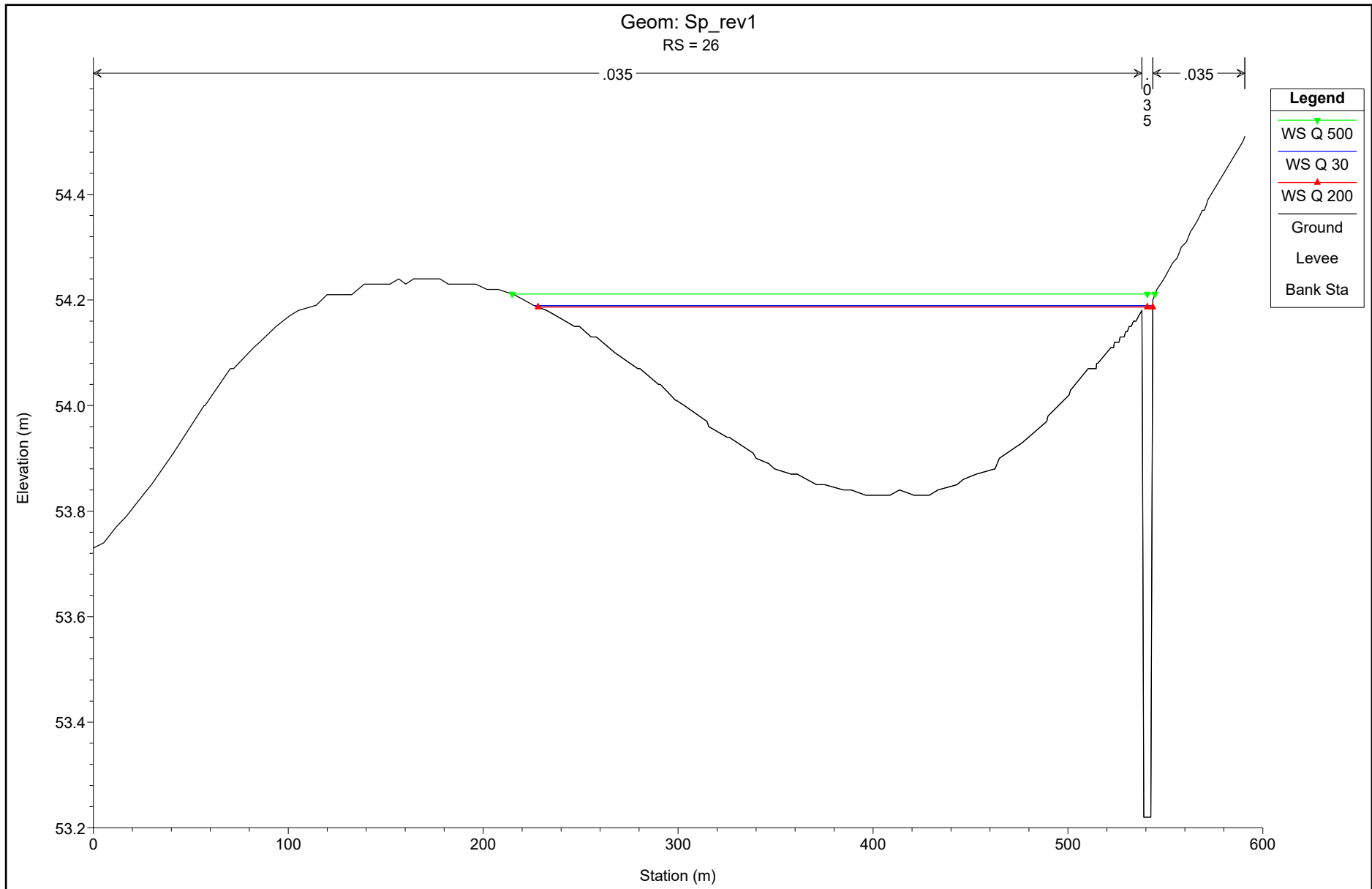


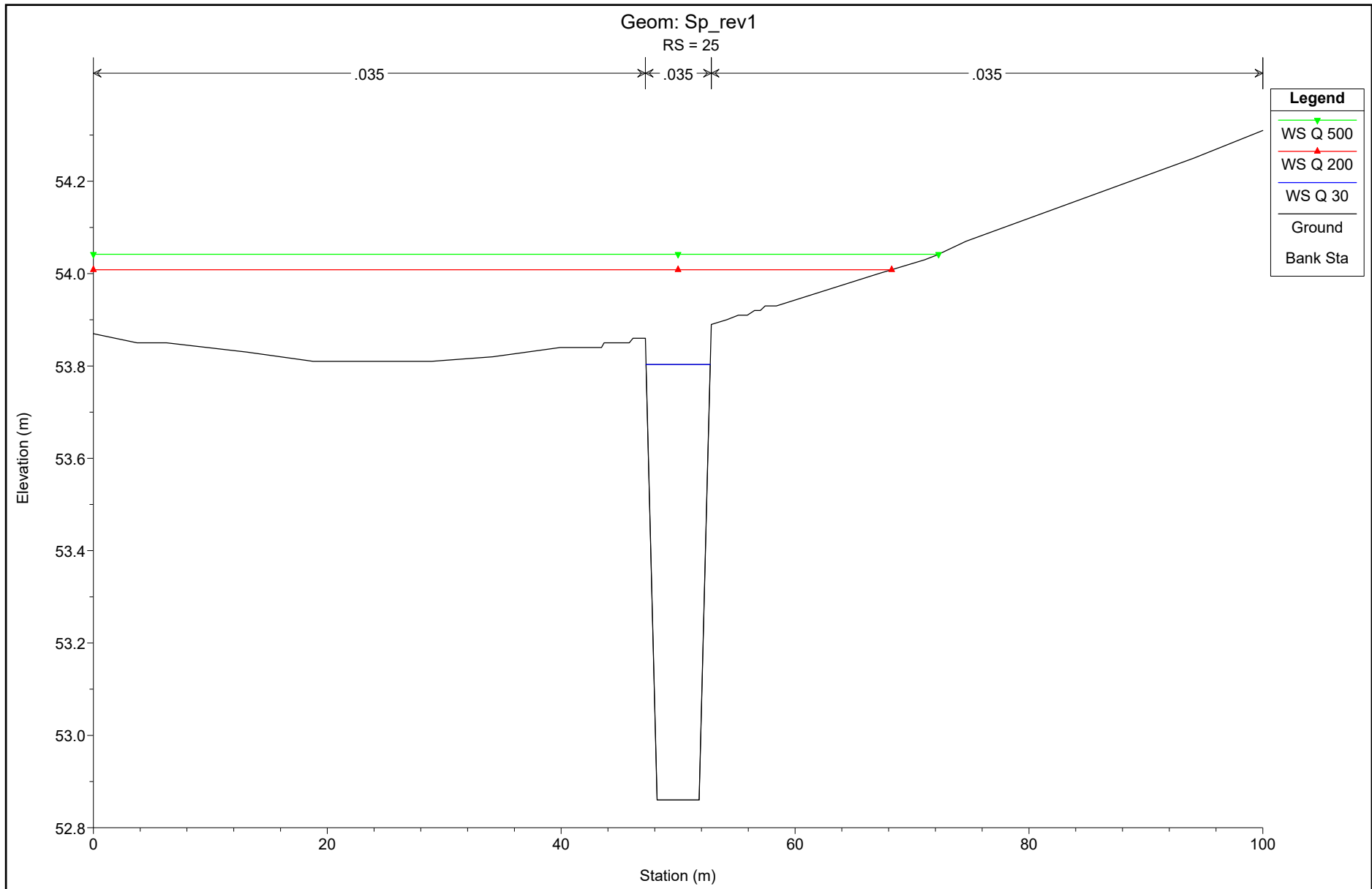


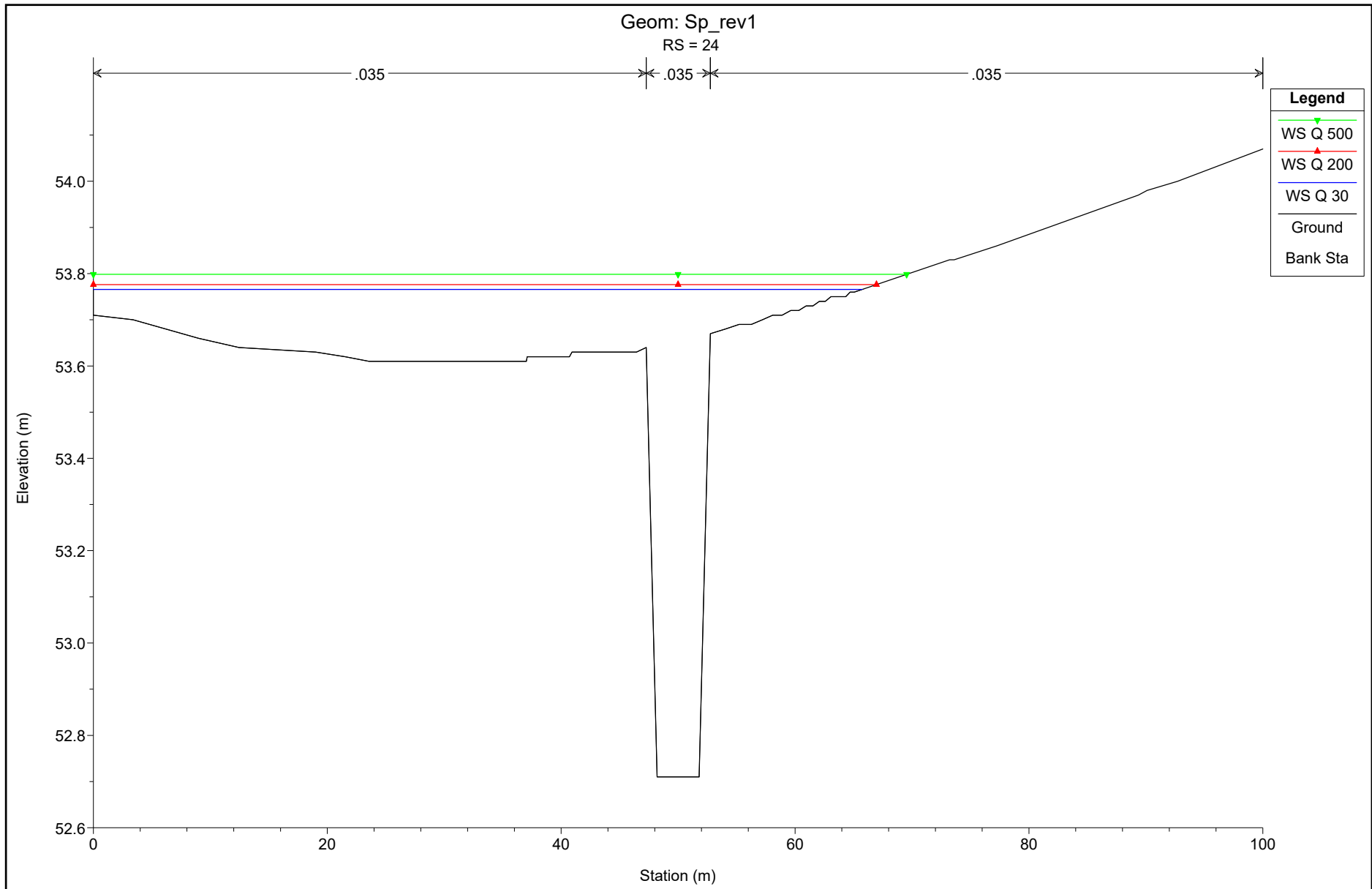








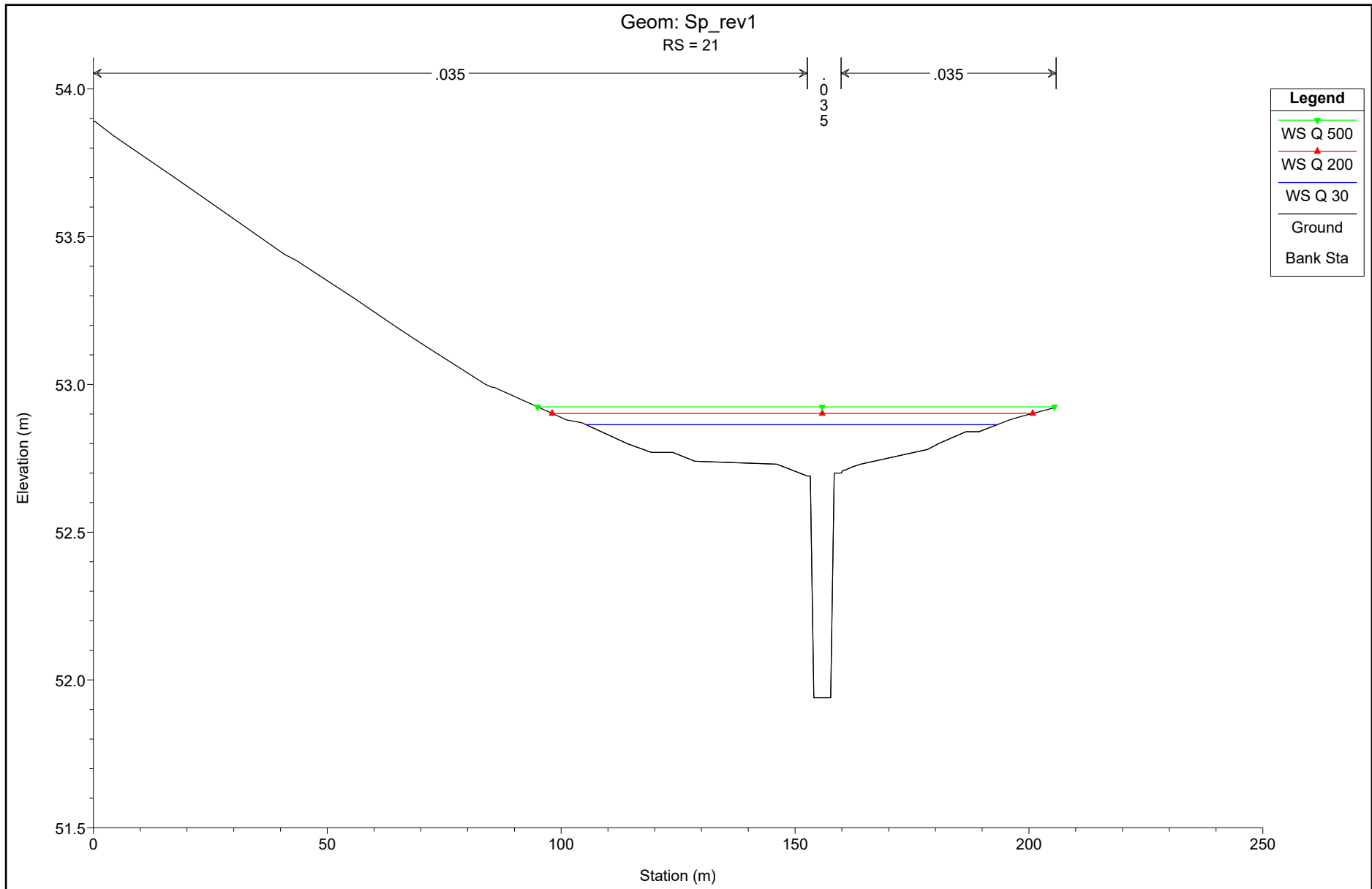


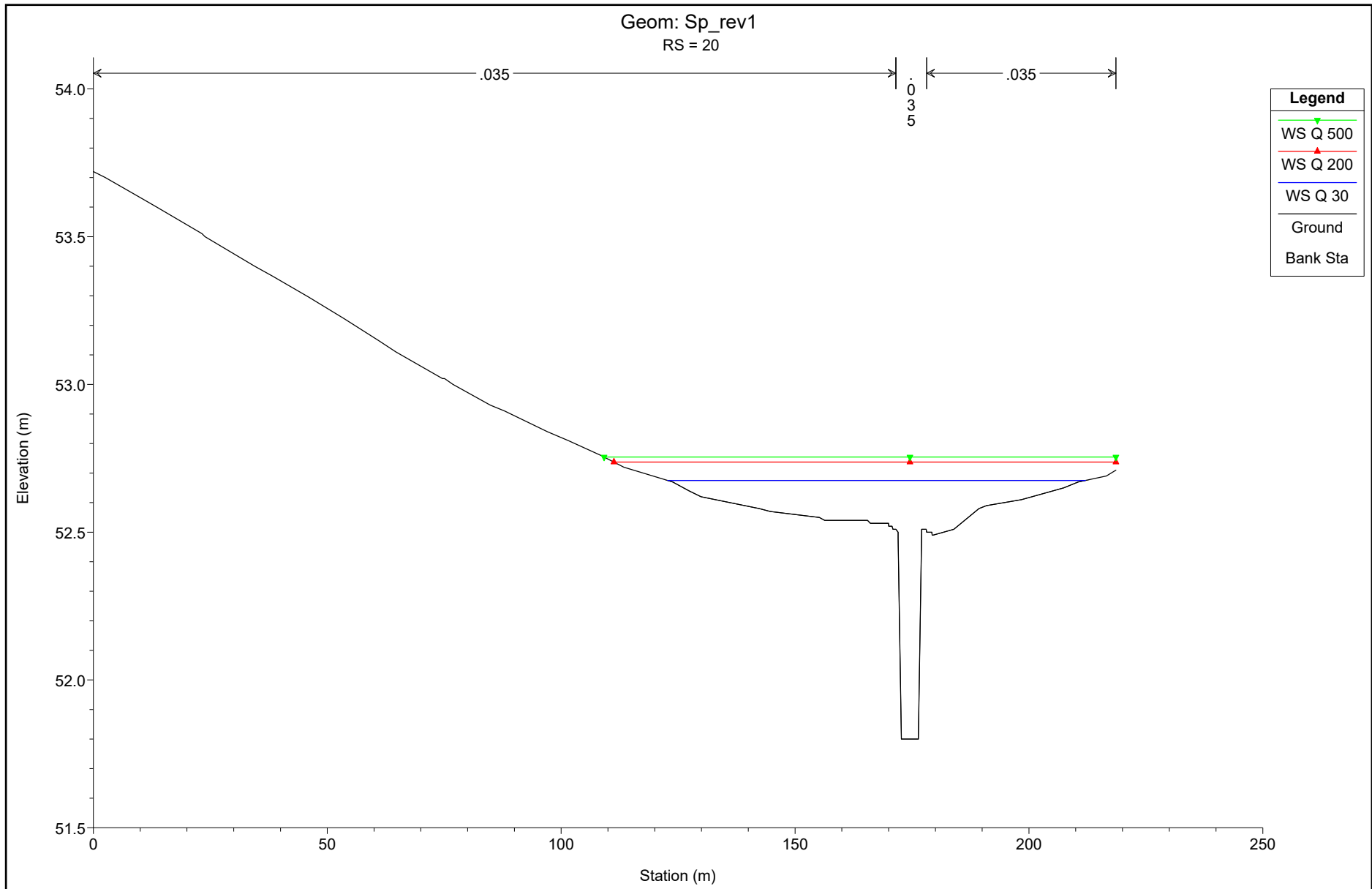


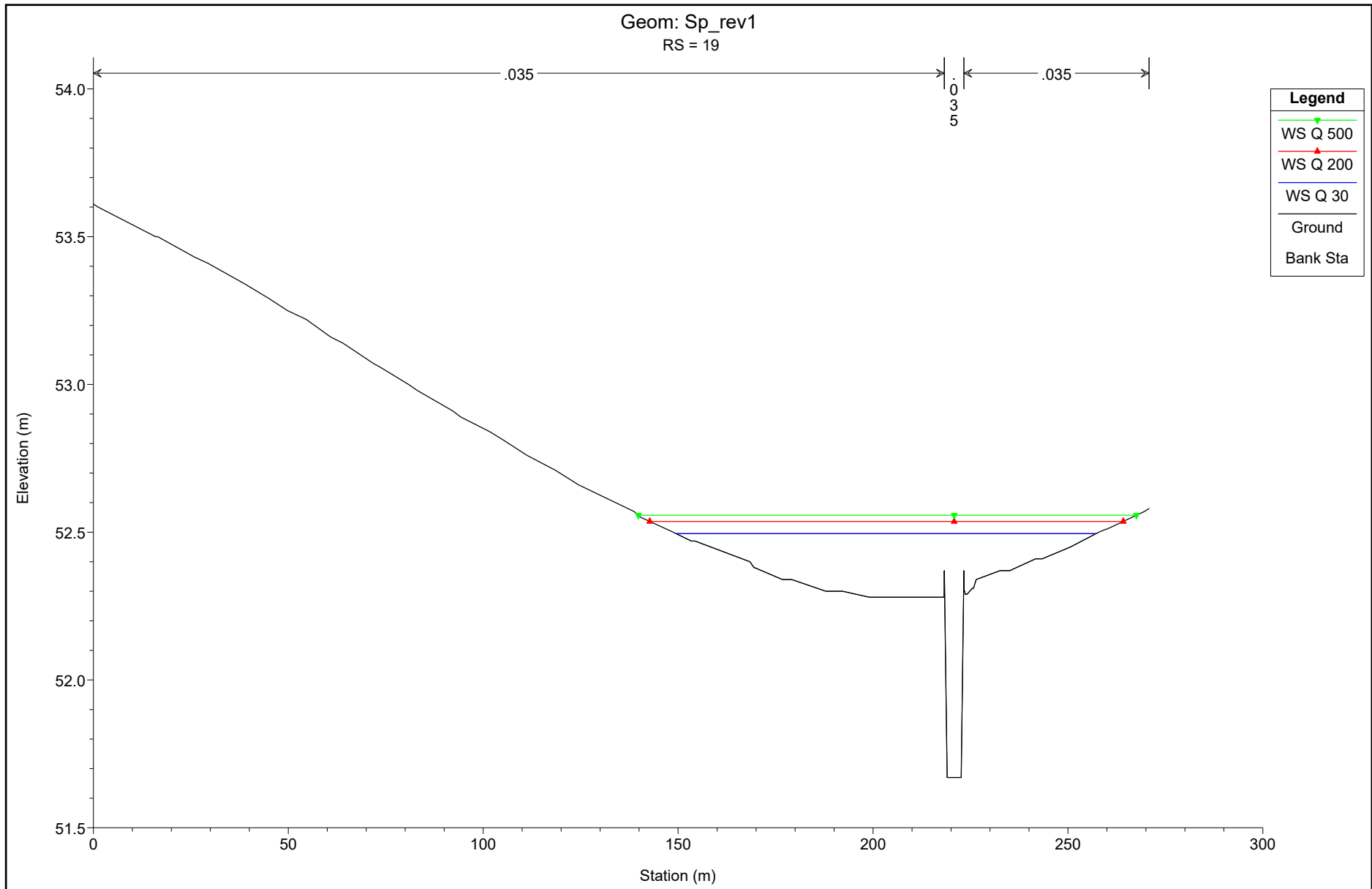


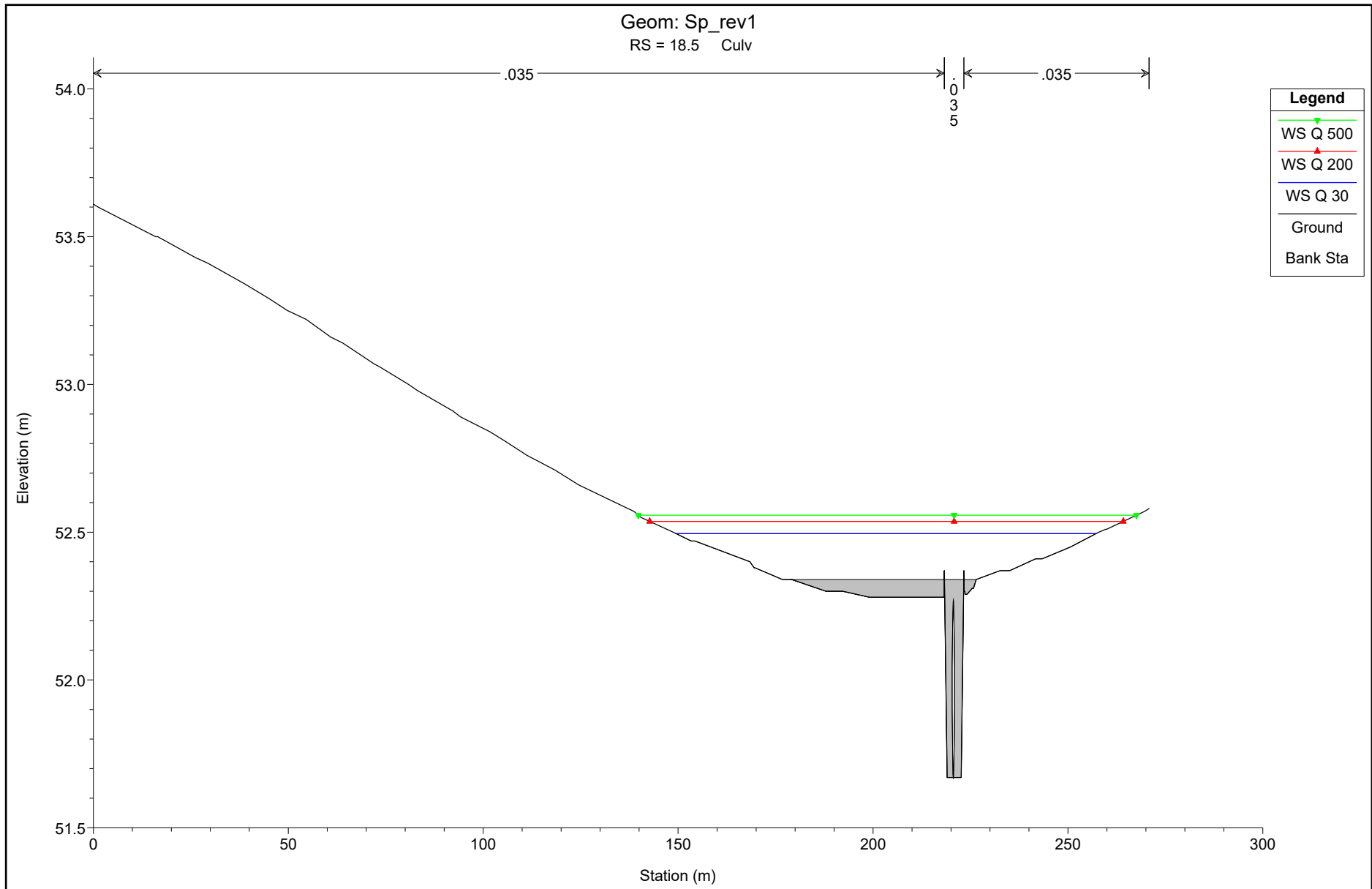


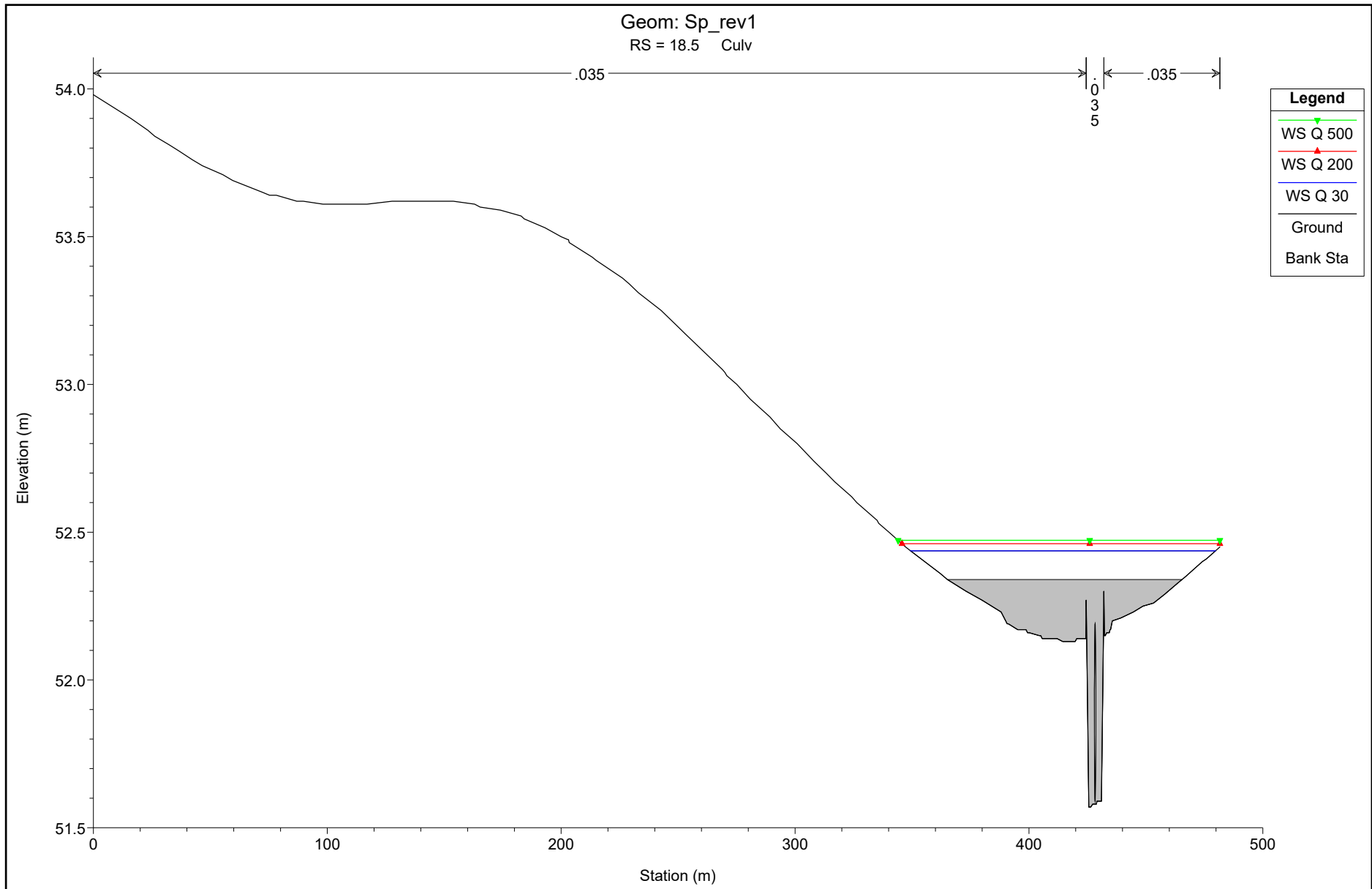


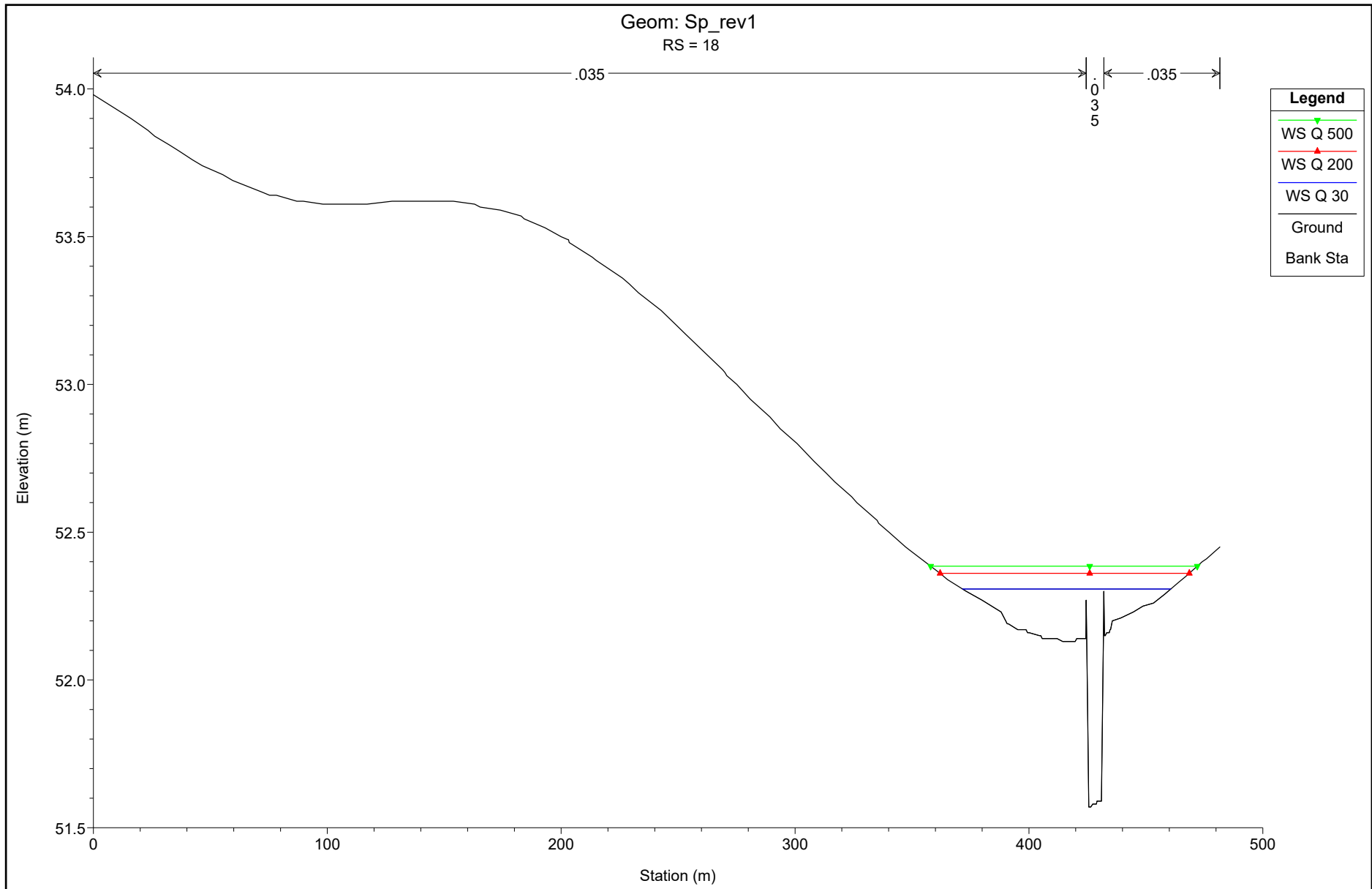


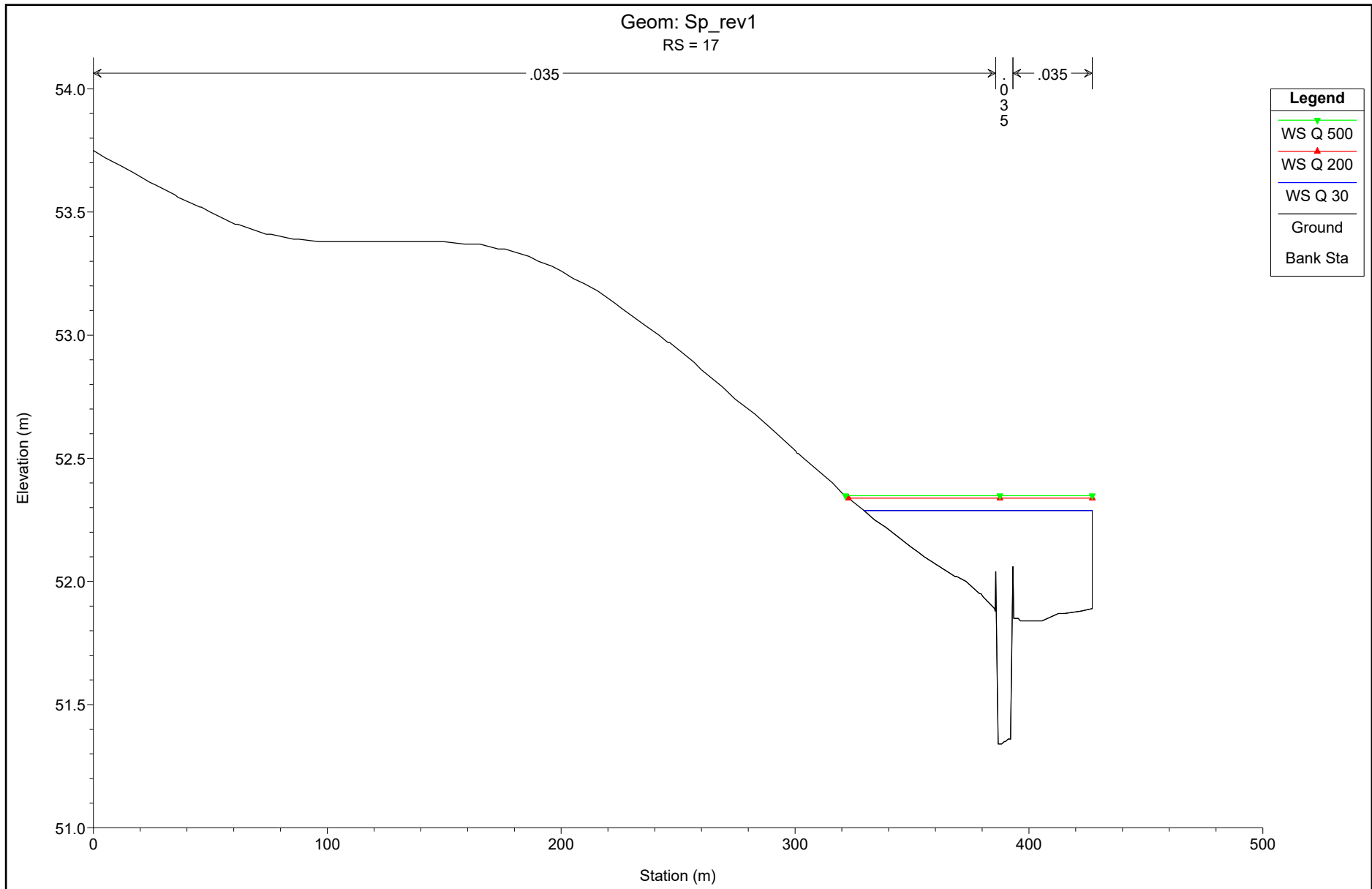


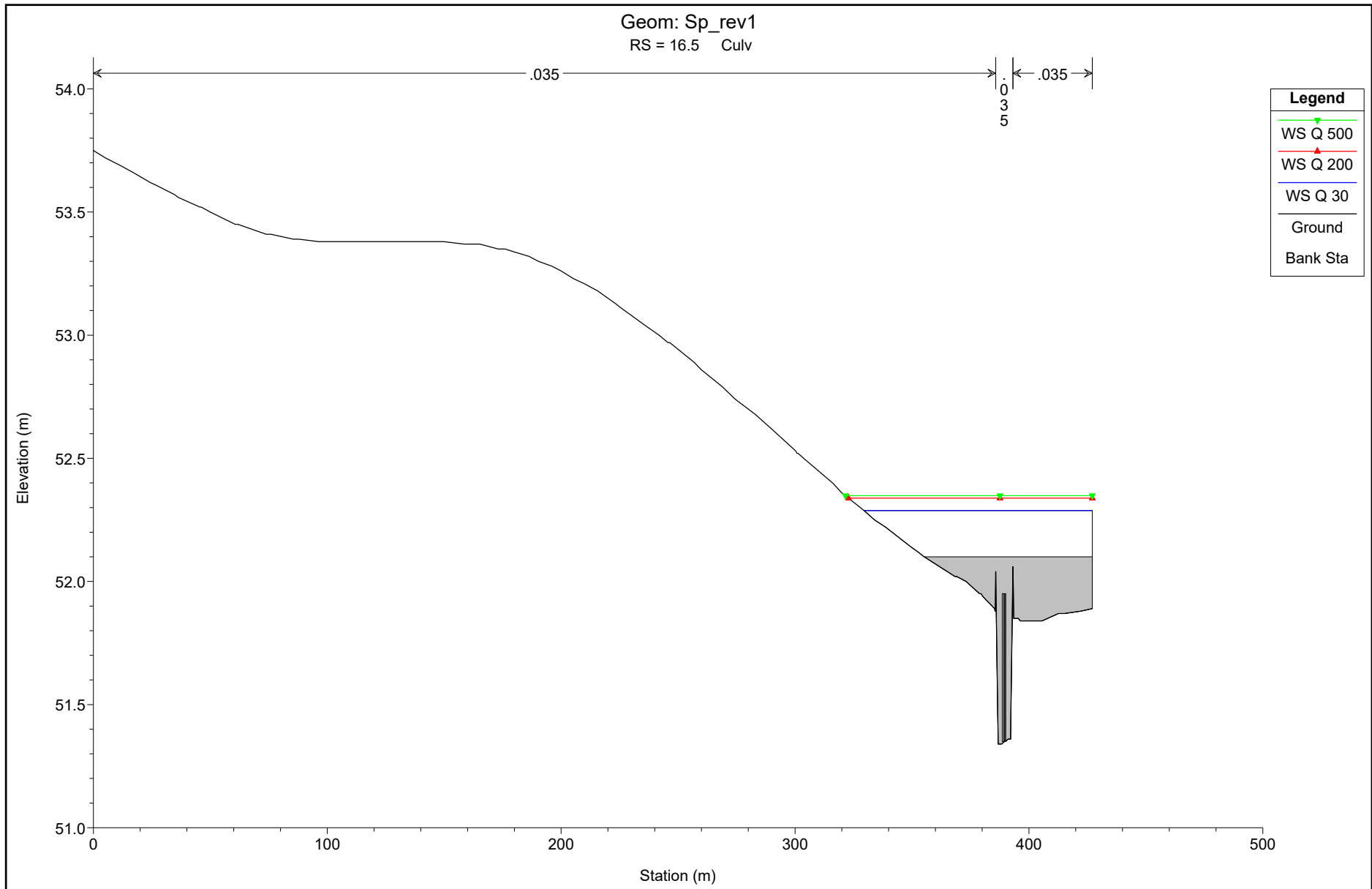




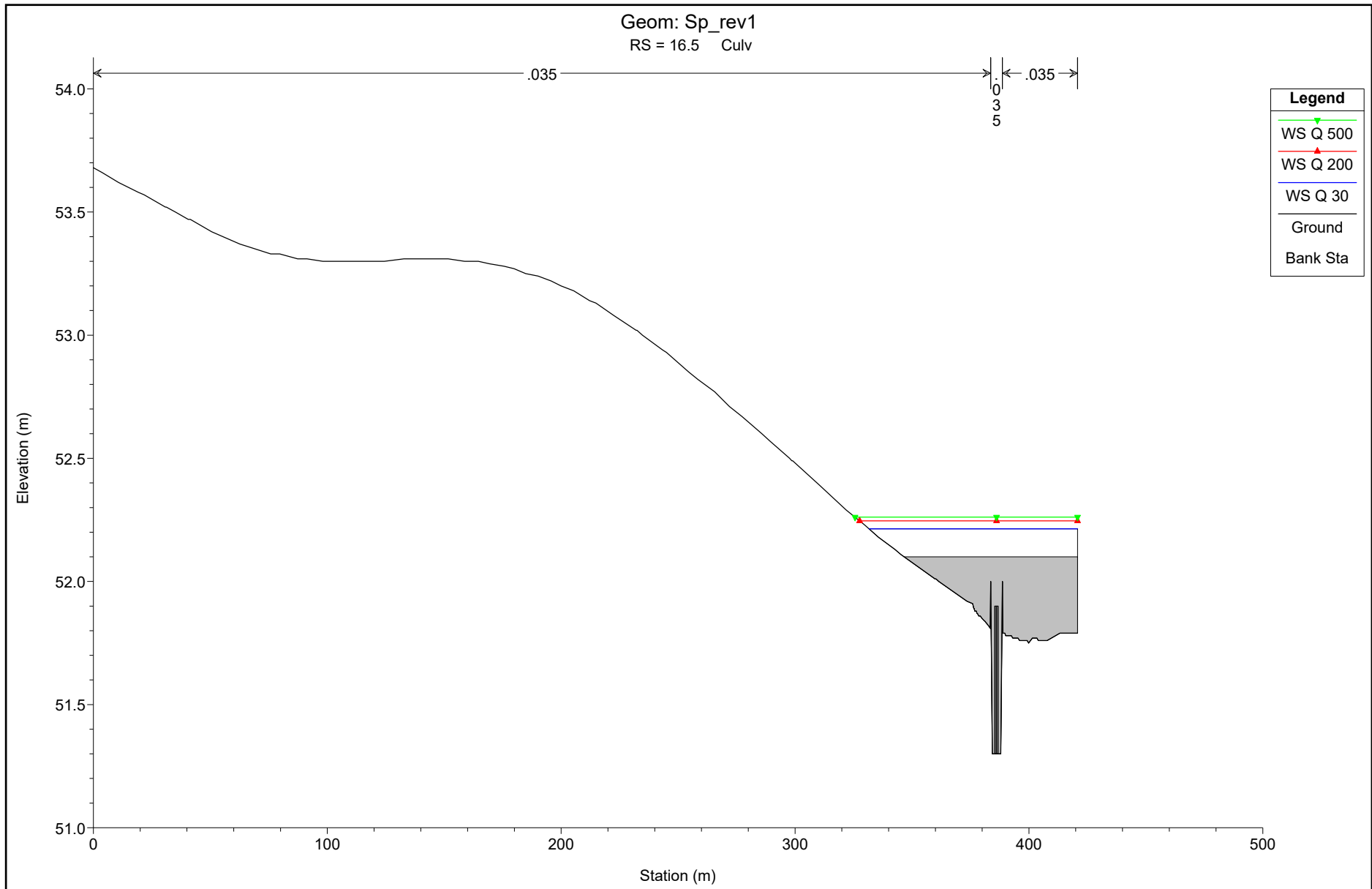


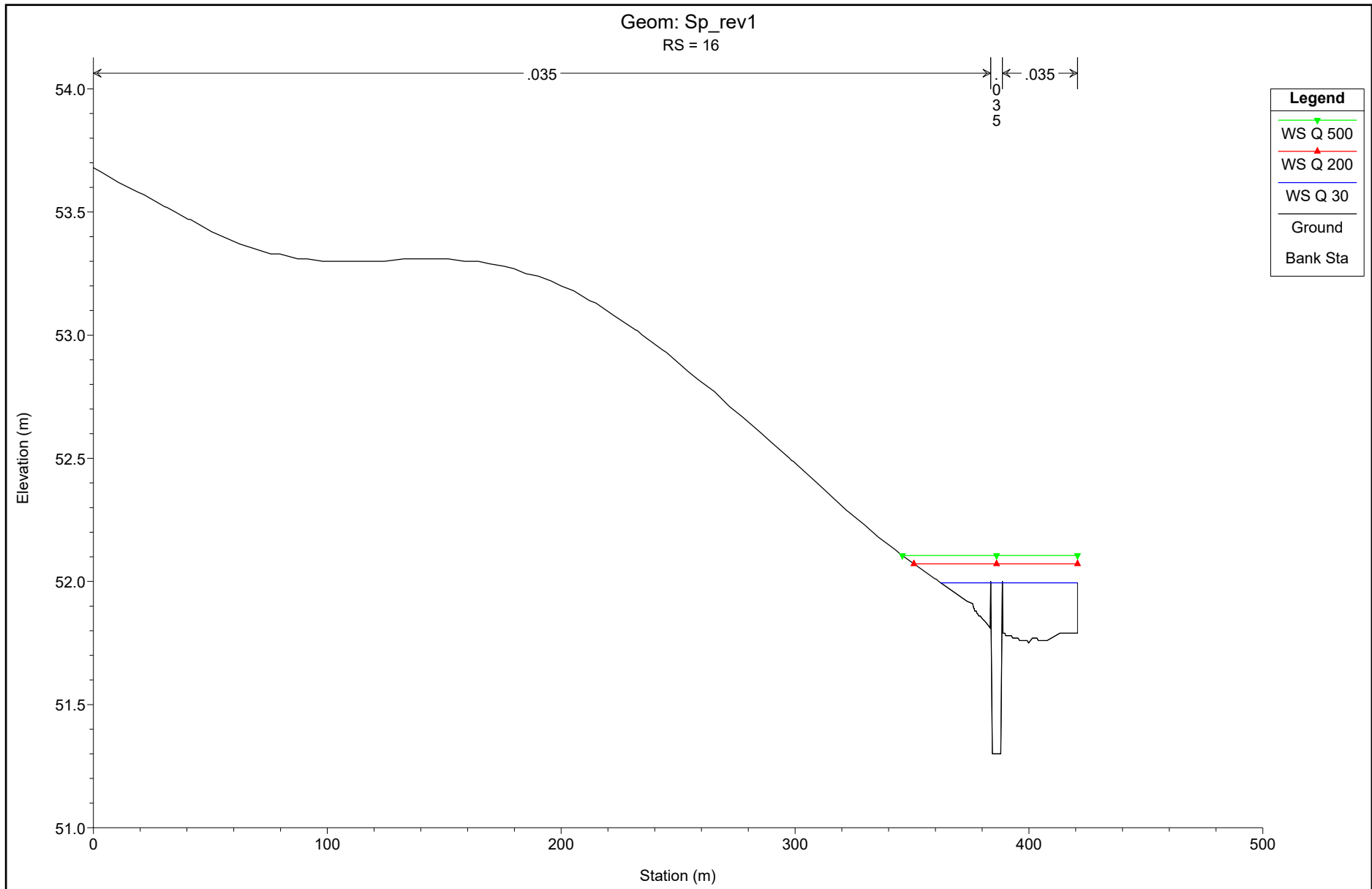


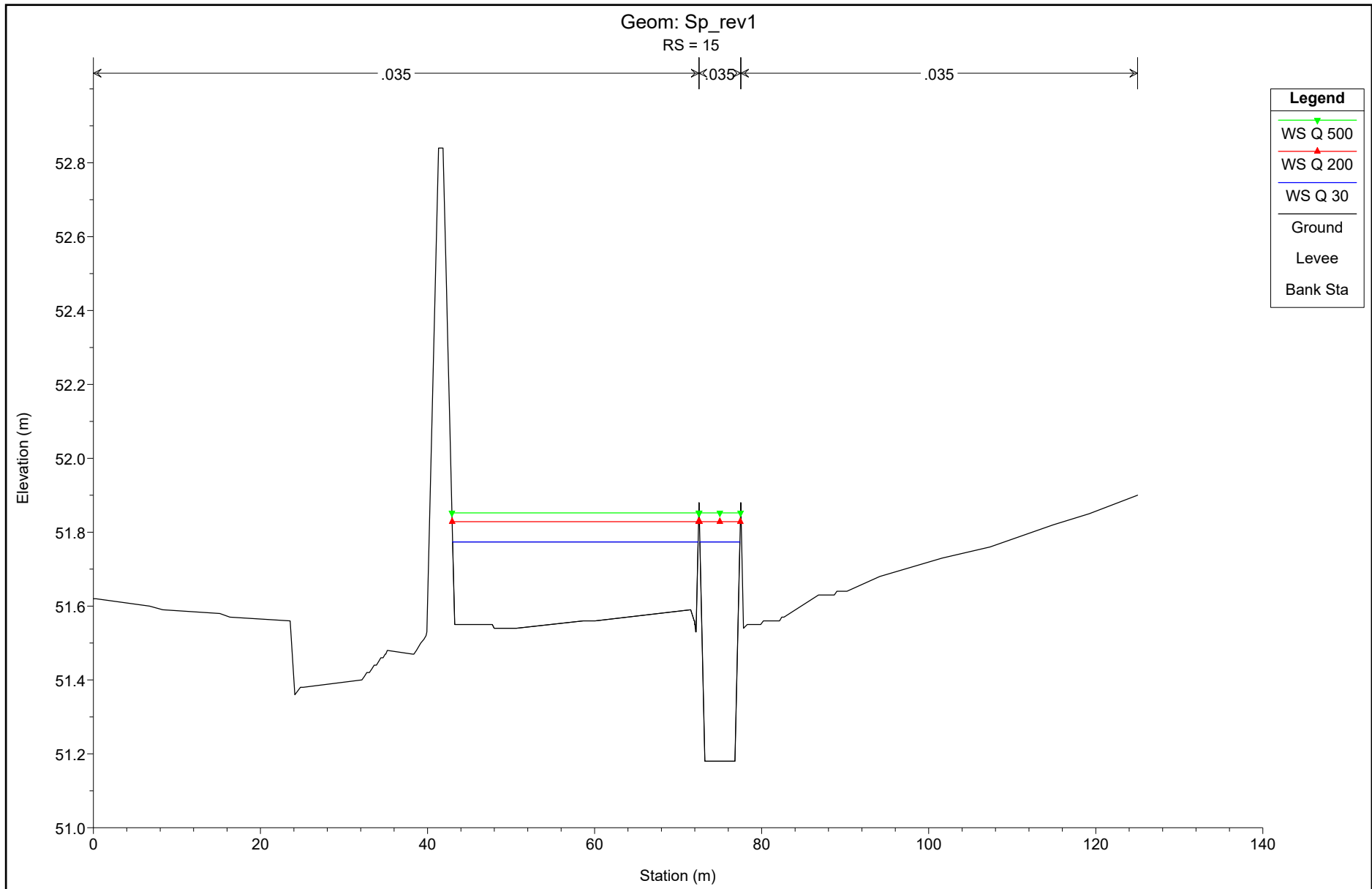




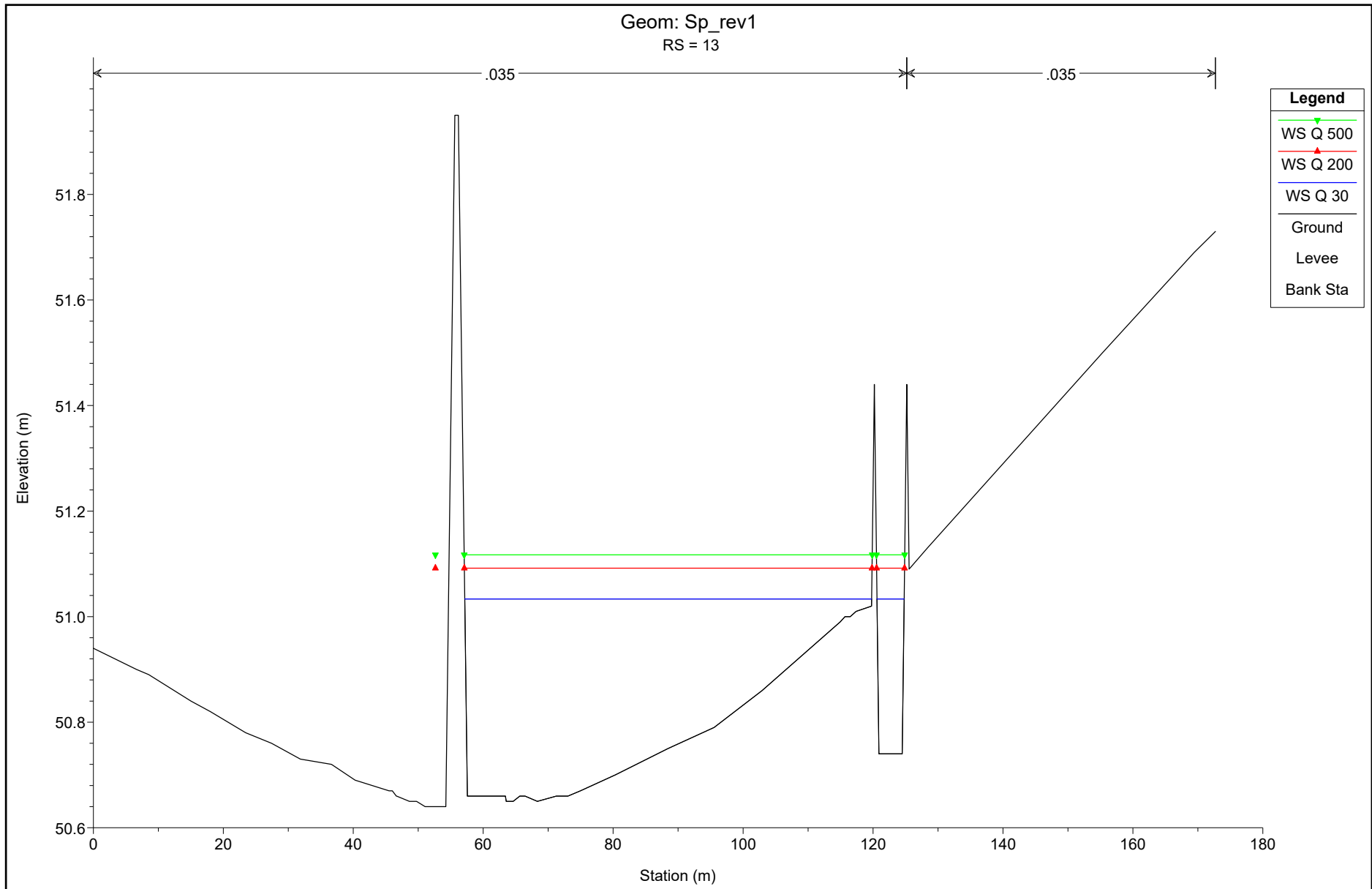




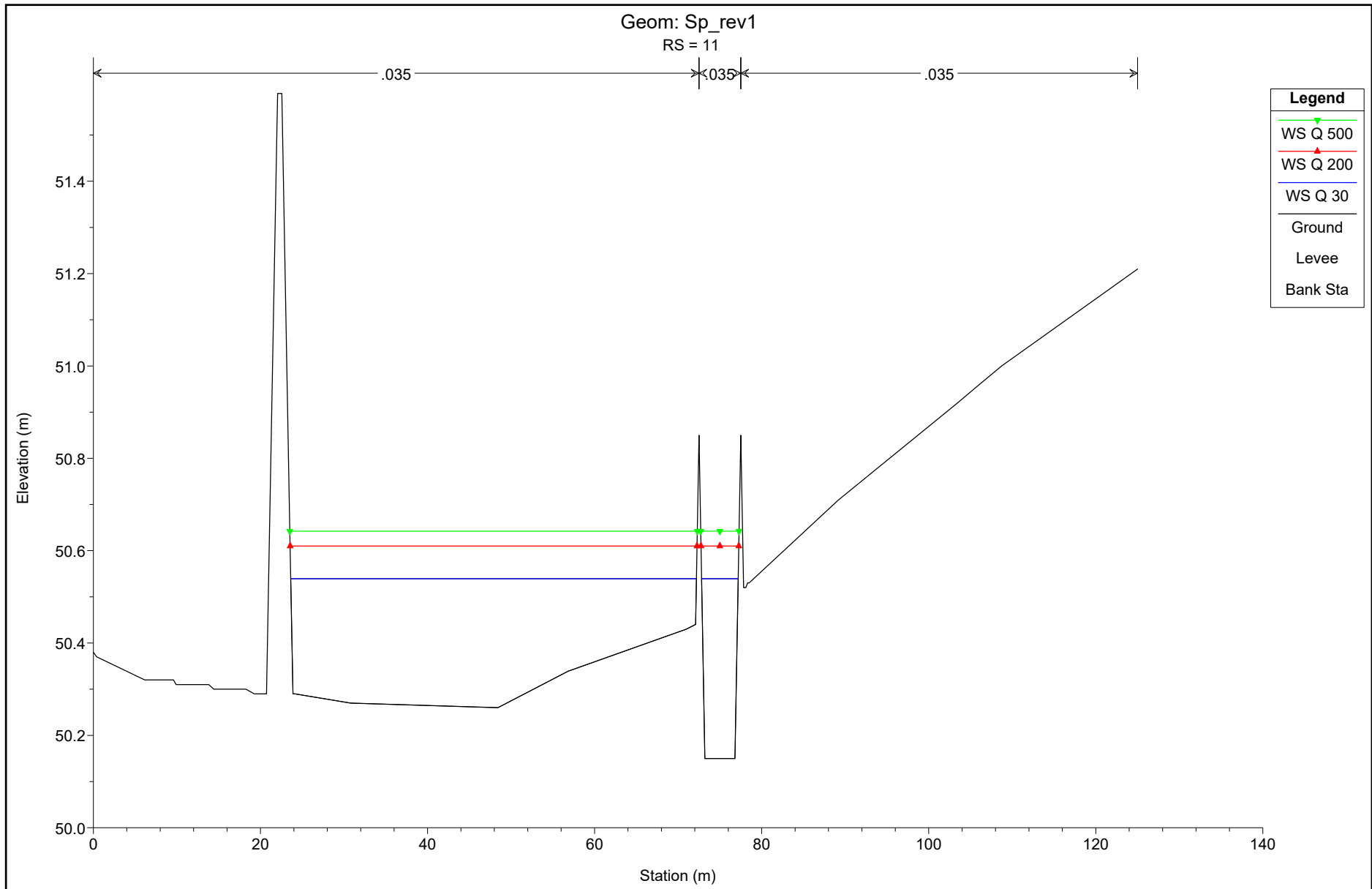


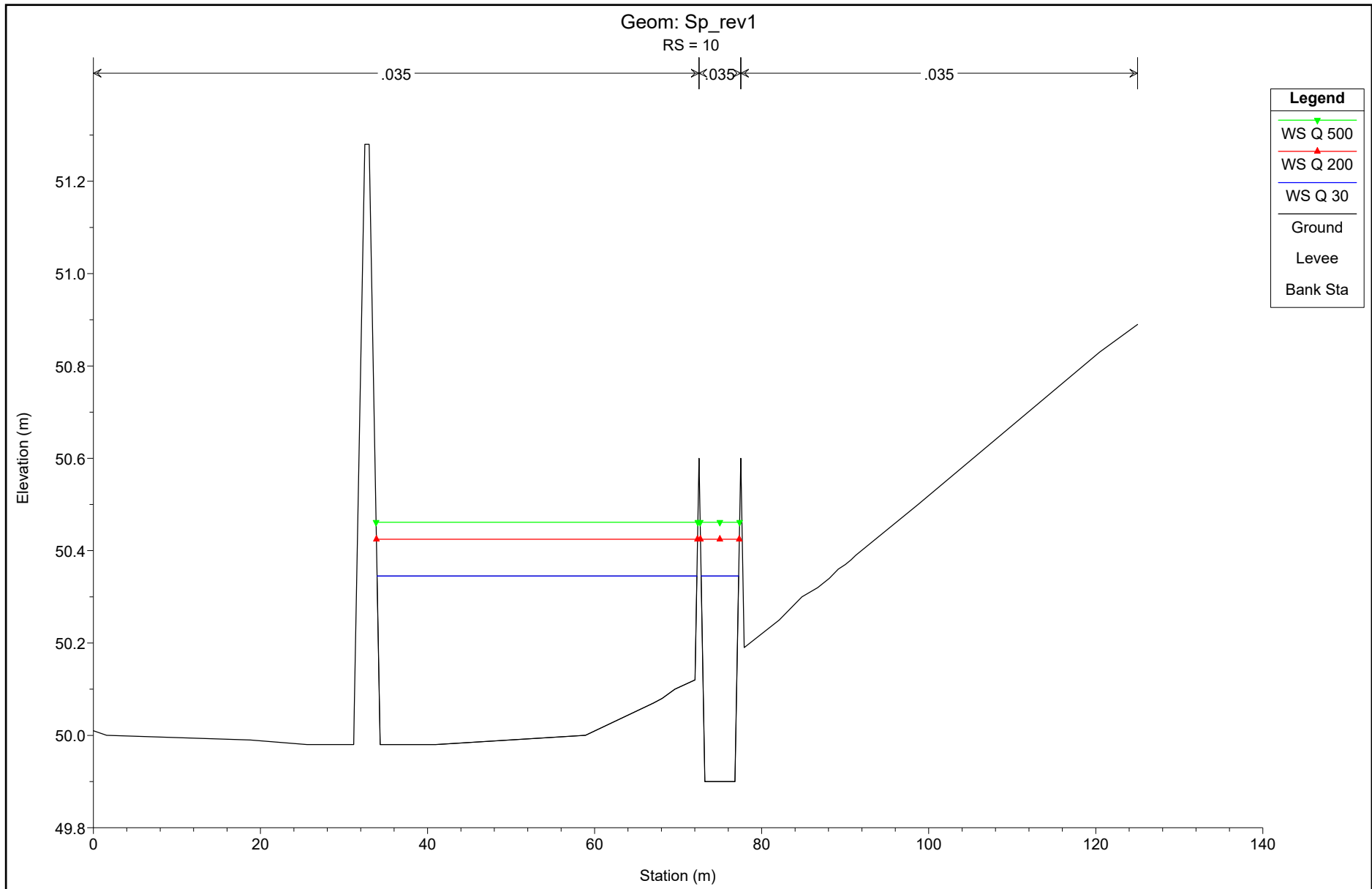




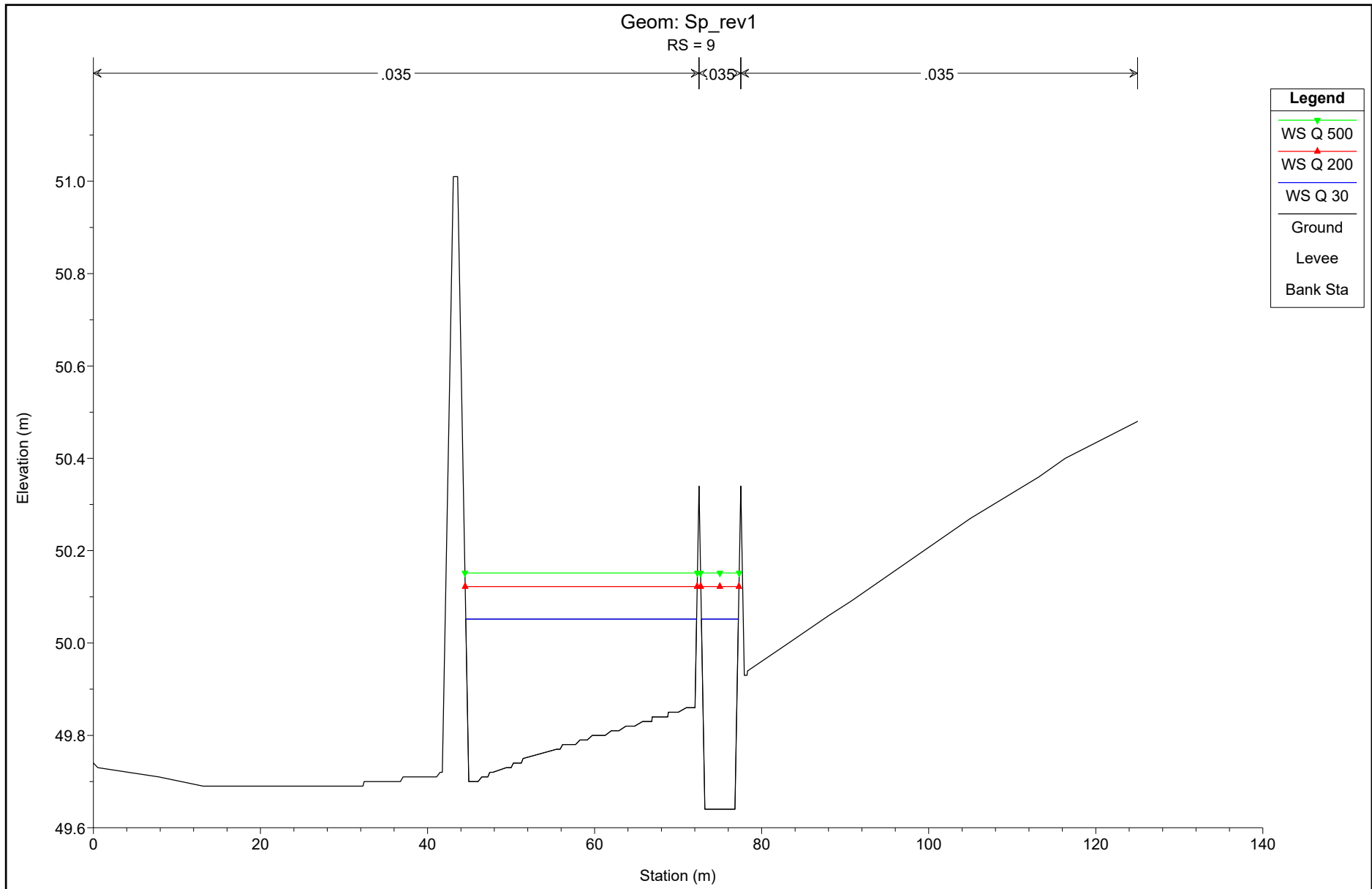






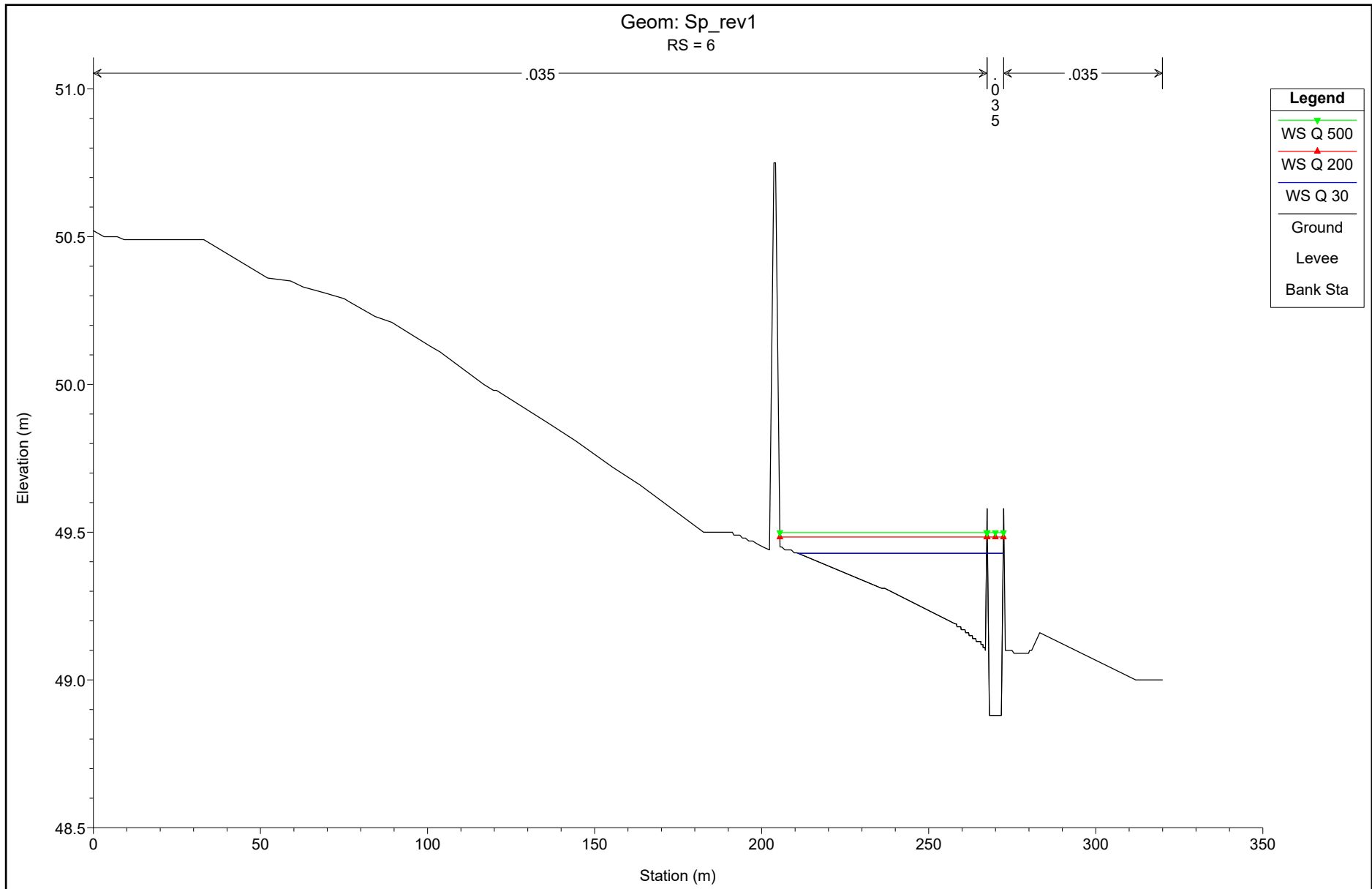


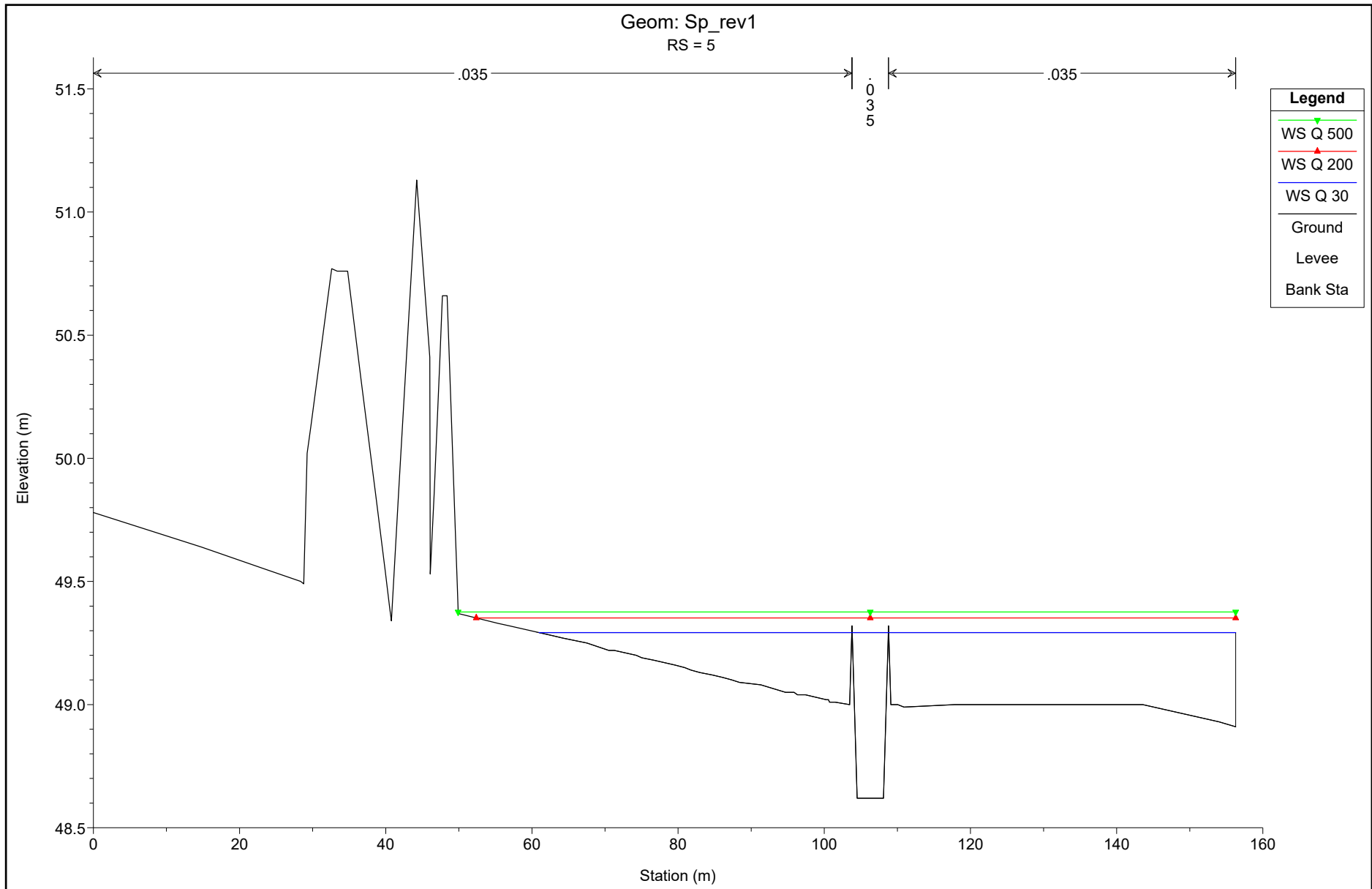


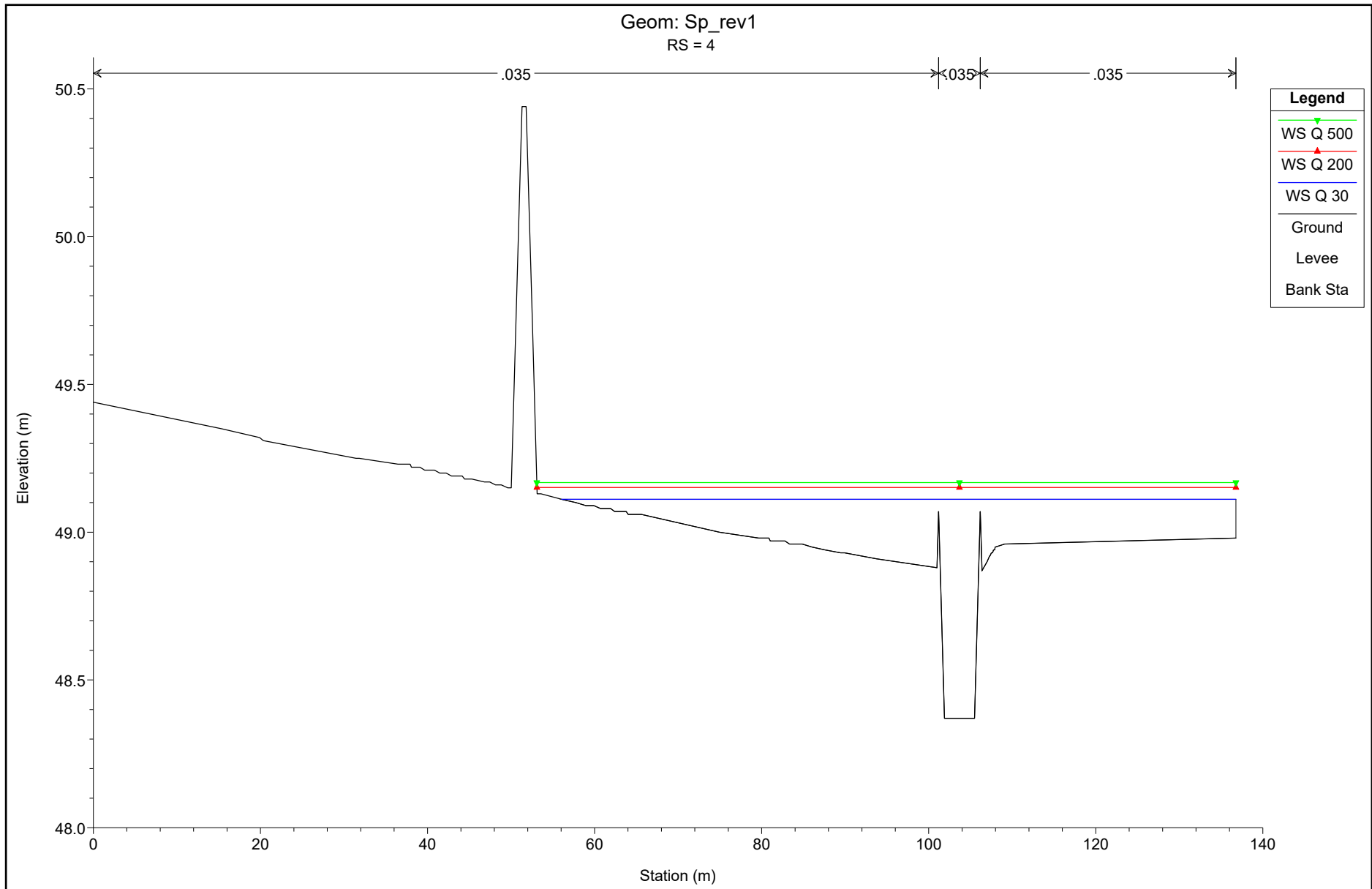


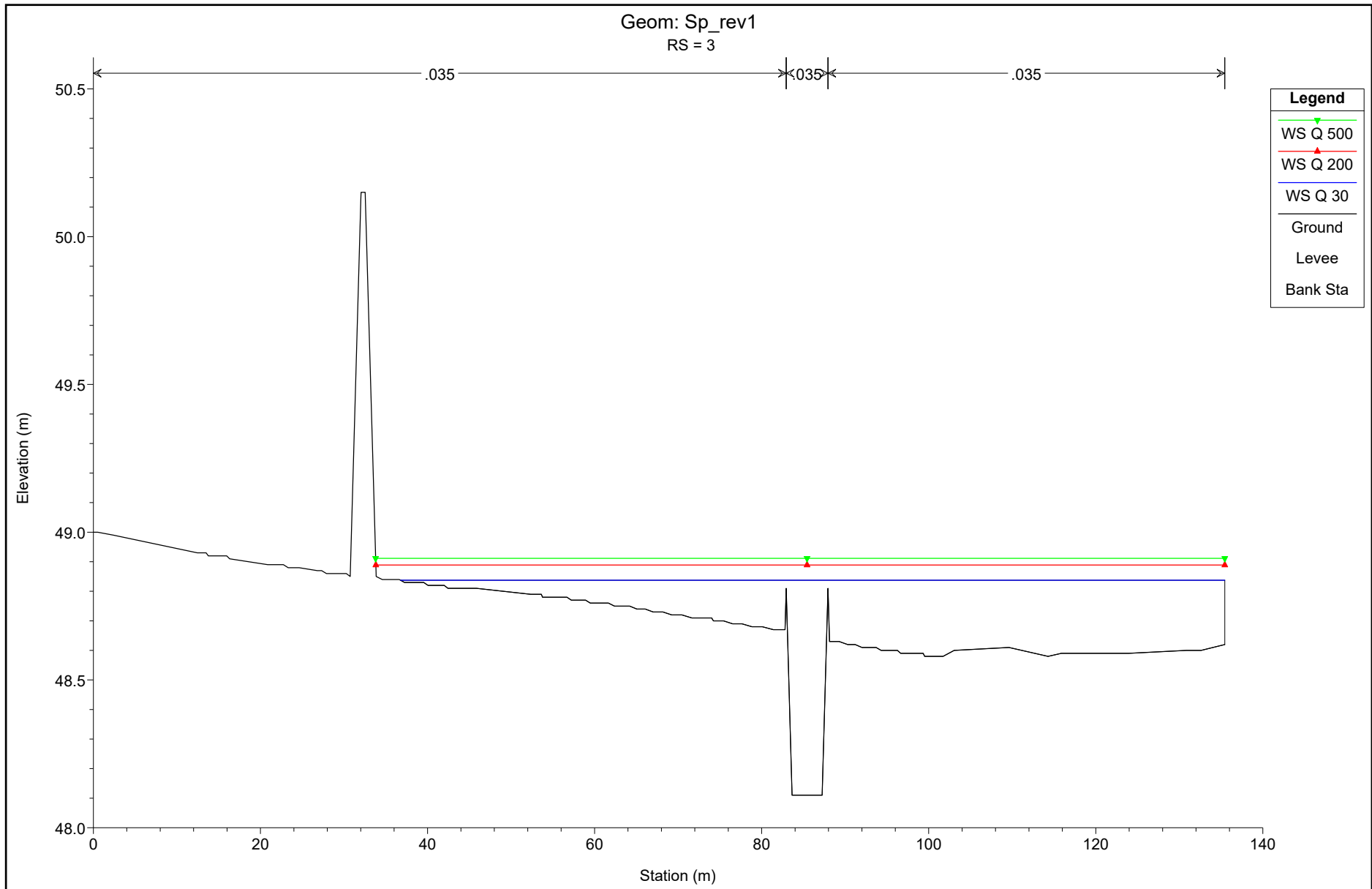


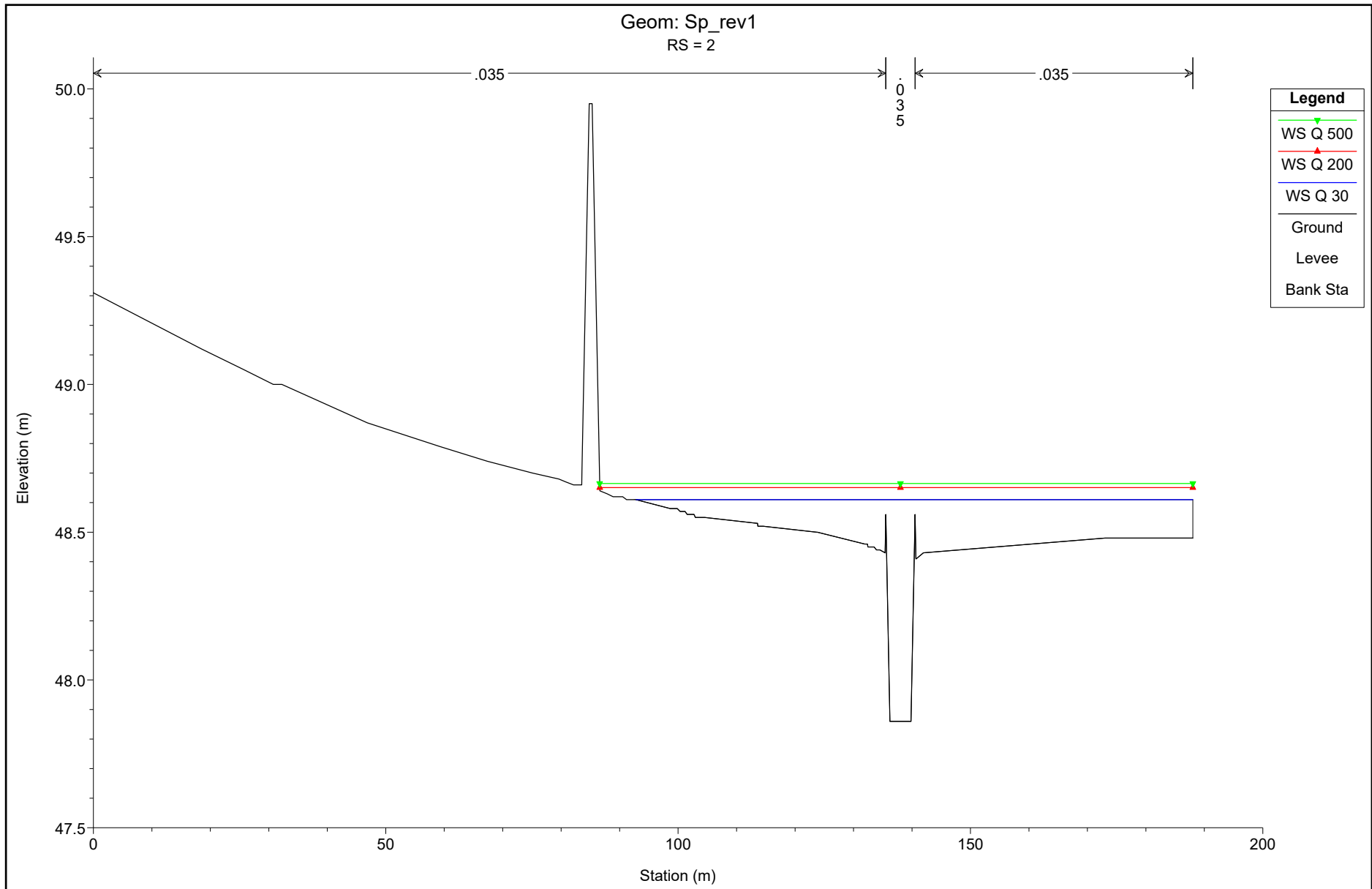




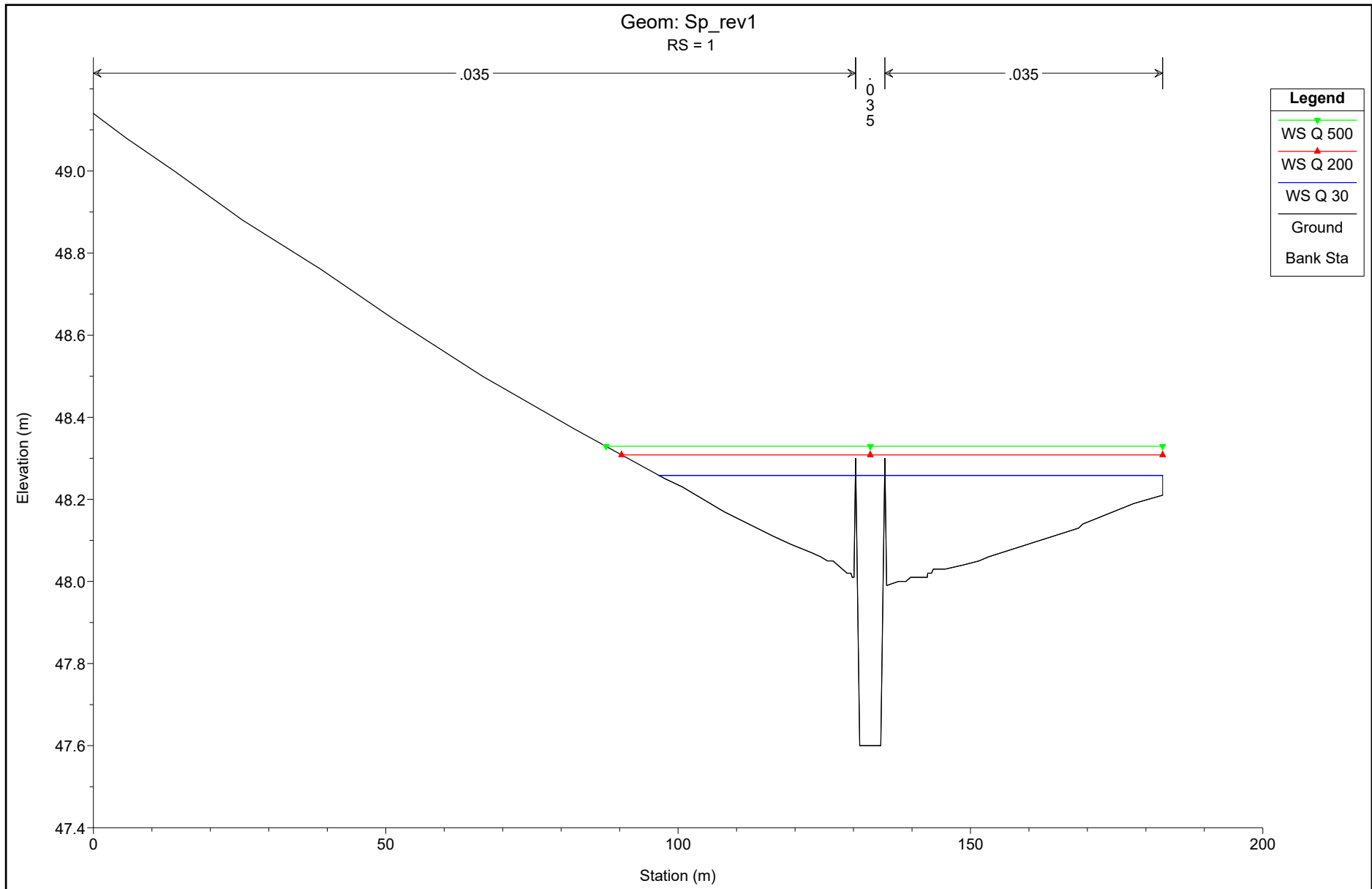












HEC-RAS Plan: Plan 15 River: Asse Reach: Asse

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
Asse	31	Q 30	10.68	54.50	55.48	55.37	55.51	0.001800	1.04	18.23	84.07	0.35
Asse	31	Q 200	15.20	54.50	55.54	55.42	55.57	0.001920	1.12	26.27	147.85	0.37
Asse	31	Q 500	17.40	54.50	55.56	55.44	55.59	0.001947	1.14	29.63	150.27	0.37
Asse	30	Q 30	10.68	54.24	55.40	55.28	55.42	0.001586	0.96	23.09	144.56	0.33
Asse	30	Q 200	15.20	54.24	55.41	55.38	55.46	0.002651	1.26	25.38	150.47	0.43
Asse	30	Q 500	17.40	54.24	55.43	55.40	55.47	0.002899	1.33	27.48	153.21	0.45
Asse	29	Q 30	10.68	53.98	55.02	54.85	55.25	0.008254	2.12	5.03	5.96	0.74
Asse	29	Q 200	15.20	53.98	55.21	55.21	55.30	0.003622	1.59	19.49	127.67	0.50
Asse	29	Q 500	17.40	53.98	55.25	55.25	55.32	0.003249	1.54	24.10	142.01	0.48
Asse	28.400	Q 30	10.68	53.83	55.08	55.00	55.10	0.001415	0.88	24.56	148.42	0.31
Asse	28.400	Q 200	15.20	53.83	55.10	55.05	55.13	0.002251	1.13	27.56	157.27	0.40
Asse	28.400	Q 500	17.40	53.83	55.12	55.07	55.15	0.002316	1.17	30.71	163.98	0.40
Asse	28.35		Culvert									
Asse	28.300	Q 30	10.68	53.81	54.97	54.97	55.04	0.004222	1.39	13.85	110.64	0.53
Asse	28.300	Q 200	15.20	53.81	55.02	55.02	55.09	0.004199	1.46	20.56	136.61	0.53
Asse	28.300	Q 500	17.40	53.81	55.04	55.04	55.11	0.004557	1.54	22.64	144.10	0.56
Asse	28	Q 30	10.68	53.73	54.95	54.62	54.97	0.001833	0.92	22.55	144.79	0.35
Asse	28	Q 200	15.20	53.73	54.90	54.93	55.00	0.006971	1.71	16.44	125.41	0.67
Asse	28	Q 500	17.40	53.73	54.92	54.95	55.02	0.006961	1.75	18.99	135.54	0.67
Asse	27	Q 30	10.68	53.48	54.37	54.37	54.73	0.015721	2.69	3.97	5.38	1.00
Asse	27	Q 200	15.20	53.48	54.52	54.53	54.58	0.010102	1.45	18.61	166.86	0.75
Asse	27	Q 500	17.40	53.48	54.53	54.54	54.59	0.010336	1.50	20.63	174.48	0.76
Asse	26	Q 30	10.68	53.22	54.19	53.97	54.19	0.000169	0.29	73.51	317.12	0.10
Asse	26	Q 200	15.20	53.22	54.19	53.99	54.19	0.000352	0.42	72.69	315.34	0.15
Asse	26	Q 500	17.40	53.22	54.21	54.00	54.21	0.000348	0.42	80.67	329.94	0.15
Asse	25	Q 30	10.68	52.86	53.80	53.74	54.12	0.012642	2.49	4.29	5.49	0.90

HEC-RAS Plan: Plan 15 River: Asse Reach: Asse (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
Asse	25	Q 200	15.20	52.86	54.01	54.01	54.12	0.004851	1.77	14.77	68.26	0.58
Asse	25	Q 500	17.40	52.86	54.04	54.04	54.14	0.004642	1.77	17.13	72.26	0.57
Asse	24	Q 30	10.68	52.71	53.77	53.77	53.86	0.004133	1.56	11.67	65.74	0.53
Asse	24	Q 200	15.20	52.71	53.78	53.82	53.94	0.007510	2.12	12.36	66.95	0.71
Asse	24	Q 500	17.40	52.71	53.80	53.84	53.97	0.007830	2.20	13.88	69.53	0.73
Asse	23	Q 30	10.68	52.45	53.37	53.43	53.56	0.008896	2.12	8.14	60.56	0.76
Asse	23	Q 200	15.20	52.45	53.45	53.48	53.58	0.006564	1.95	14.33	76.22	0.67
Asse	23	Q 500	17.40	52.45	53.48	53.50	53.60	0.006433	1.97	16.39	80.39	0.66
Asse	22	Q 30	10.68	52.20	53.13	53.14	53.22	0.004521	1.56	13.24	86.12	0.55
Asse	22	Q 200	15.20	52.20	53.17	53.19	53.27	0.005659	1.80	16.66	93.18	0.62
Asse	22	Q 500	17.40	52.20	53.19	53.21	53.29	0.005827	1.86	18.62	98.50	0.63
Asse	21	Q 30	10.68	51.94	52.86	52.87	52.95	0.006354	1.57	12.10	87.85	0.64
Asse	21	Q 200	15.20	51.94	52.90	52.92	53.00	0.007784	1.81	15.73	102.71	0.71
Asse	21	Q 500	17.40	51.94	52.92	52.95	53.02	0.007612	1.83	18.10	110.51	0.71
Asse	20	Q 30	10.68	51.80	52.68	52.70	52.77	0.006879	1.65	11.91	89.32	0.66
Asse	20	Q 200	15.20	51.80	52.74	52.74	52.81	0.005824	1.62	18.17	107.32	0.62
Asse	20	Q 500	17.40	51.80	52.75	52.76	52.83	0.006019	1.67	20.03	109.43	0.63
Asse	19	Q 30	10.68	51.67	52.50	52.47	52.54	0.003505	1.27	17.18	107.74	0.48
Asse	19	Q 200	15.20	51.67	52.54	52.50	52.58	0.004104	1.43	21.90	121.47	0.52
Asse	19	Q 500	17.40	51.67	52.56	52.52	52.60	0.004110	1.45	24.53	127.75	0.52
Asse	18.5		Culvert									
Asse	18	Q 30	10.68	51.57	52.31	52.31	52.38	0.005181	1.45	12.99	89.00	0.59
Asse	18	Q 200	15.20	51.57	52.36	52.35	52.43	0.005342	1.56	18.21	106.54	0.60
Asse	18	Q 500	17.40	51.57	52.39	52.37	52.46	0.005204	1.57	20.89	113.99	0.60
Asse	17	Q 30	10.68	51.34	52.29	52.02	52.30	0.000471	0.53	31.79	97.61	0.19
Asse	17	Q 200	15.20	51.34	52.34	52.07	52.35	0.000652	0.65	36.85	104.24	0.22

HEC-RAS Plan: Plan 15 River: Asse Reach: Asse (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
Asse	17	Q 500	17.40	51.34	52.35	52.10	52.36	0.000794	0.72	37.90	105.57	0.24
Asse	16.5		Culvert									
Asse	16	Q 30	10.68	51.30	51.99		52.06	0.005990	1.46	11.72	58.45	0.60
Asse	16	Q 200	15.20	51.30	52.07		52.13	0.005016	1.45	16.69	69.97	0.56
Asse	16	Q 500	17.40	51.30	52.11		52.16	0.004658	1.44	19.12	74.90	0.55
Asse	15	Q 30	10.68	51.18	51.77	51.77	51.87	0.010090	1.74	8.73	34.18	0.77
Asse	15	Q 200	15.20	51.18	51.83	51.82	51.95	0.011404	1.94	10.61	34.40	0.83
Asse	15	Q 500	17.40	51.18	51.85	51.84	51.98	0.011888	2.02	11.43	34.49	0.85
Asse	14	Q 30	10.68	50.92	51.21	51.19	51.27	0.014074	1.35	9.71	52.77	0.84
Asse	14	Q 200	15.20	50.92	51.26	51.23	51.33	0.012844	1.42	12.39	52.98	0.82
Asse	14	Q 500	17.40	50.92	51.28	51.25	51.36	0.012504	1.45	13.57	53.07	0.81
Asse	13	Q 30	10.68	50.64	51.03	50.89	51.05	0.003052	0.63	16.95	66.82	0.40
Asse	13	Q 200	15.20	50.64	51.09	50.94	51.12	0.003113	0.73	20.87	67.06	0.42
Asse	13	Q 500	17.40	50.64	51.12	50.96	51.15	0.003156	0.77	22.55	67.16	0.43
Asse	12	Q 30	10.68	50.35	50.75	50.66	50.77	0.004440	0.92	14.96	65.69	0.49
Asse	12	Q 200	15.20	50.35	50.80	50.70	50.84	0.004392	0.99	18.64	65.92	0.49
Asse	12	Q 500	17.40	50.35	50.83	50.72	50.87	0.004329	1.01	20.34	66.02	0.49
Asse	11	Q 30	10.68	50.15	50.54	50.47	50.58	0.006034	1.06	12.54	52.94	0.57
Asse	11	Q 200	15.20	50.15	50.61	50.51	50.65	0.005203	1.08	16.30	53.23	0.54
Asse	11	Q 500	17.40	50.15	50.64	50.53	50.69	0.004915	1.09	18.01	53.36	0.53
Asse	10	Q 30	10.68	49.90	50.35	50.19	50.37	0.002897	0.79	14.45	42.78	0.40
Asse	10	Q 200	15.20	49.90	50.42	50.24	50.46	0.002935	0.88	17.86	43.10	0.41
Asse	10	Q 500	17.40	49.90	50.46	50.27	50.50	0.002915	0.91	19.45	43.24	0.41
Asse	9	Q 30	10.68	49.64	50.05	50.00	50.13	0.009696	1.39	8.94	32.06	0.73
Asse	9	Q 200	15.20	49.64	50.12	50.06	50.22	0.009446	1.50	11.21	32.34	0.73
Asse	9	Q 500	17.40	49.64	50.15	50.09	50.26	0.009518	1.56	12.17	32.46	0.74

HEC-RAS Plan: Plan 15 River: Asse Reach: Asse (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
Asse	8	Q 30	10.68	49.39	49.83	49.70	49.86	0.003053	0.81	14.66	46.29	0.41
Asse	8	Q 200	15.20	49.39	49.90	49.74	49.94	0.003261	0.91	17.83	46.57	0.43
Asse	8	Q 500	17.40	49.39	49.93	49.76	49.97	0.003322	0.95	19.26	46.69	0.44
Asse	7	Q 30	10.68	49.13	49.71	49.59	49.73	0.002160	0.80	18.15	62.52	0.36
Asse	7	Q 200	15.20	49.13	49.77	49.63	49.80	0.002470	0.90	21.69	62.75	0.38
Asse	7	Q 500	17.40	49.13	49.80	49.64	49.83	0.002516	0.93	23.45	62.86	0.39
Asse	6	Q 30	10.68	48.88	49.43	49.43	49.51	0.011681	1.79	10.20	61.10	0.82
Asse	6	Q 200	15.20	48.88	49.48	49.48	49.56	0.010565	1.80	13.83	66.70	0.79
Asse	6	Q 500	17.40	48.88	49.50	49.50	49.59	0.011228	1.88	14.82	66.76	0.82
Asse	5	Q 30	10.68	48.62	49.29	49.15	49.30	0.001353	0.68	23.75	95.20	0.29
Asse	5	Q 200	15.20	48.62	49.35	49.19	49.37	0.001480	0.75	29.67	103.91	0.30
Asse	5	Q 500	17.40	48.62	49.38	49.20	49.39	0.001532	0.79	32.23	106.39	0.31
Asse	4	Q 30	10.68	48.37	49.11	49.11	49.18	0.006049	1.54	13.18	80.73	0.61
Asse	4	Q 200	15.20	48.37	49.15	49.15	49.22	0.006863	1.71	16.49	83.68	0.66
Asse	4	Q 500	17.40	48.37	49.17	49.17	49.24	0.007170	1.77	17.87	83.70	0.68
Asse	3	Q 30	10.68	48.11	48.84	48.77	48.86	0.002719	1.02	18.16	98.66	0.41
Asse	3	Q 200	15.20	48.11	48.89	48.81	48.92	0.002825	1.09	23.37	101.63	0.42
Asse	3	Q 500	17.40	48.11	48.91	48.83	48.94	0.002827	1.12	25.69	101.65	0.43
Asse	2	Q 30	10.68	47.86	48.61	48.61	48.67	0.005721	1.51	13.93	95.21	0.60
Asse	2	Q 200	15.20	47.86	48.65	48.65	48.72	0.006178	1.63	18.00	101.43	0.63
Asse	2	Q 500	17.40	47.86	48.66	48.66	48.73	0.006590	1.71	19.42	101.44	0.65
Asse	1	Q 30	10.68	47.60	48.26	48.23	48.30	0.005210	1.32	14.79	85.97	0.56
Asse	1	Q 200	15.20	47.60	48.31	48.27	48.35	0.005202	1.38	19.25	92.52	0.56
Asse	1	Q 500	17.40	47.60	48.33	48.28	48.38	0.005203	1.41	21.22	95.21	0.57