

REGIONE BASILICATA



PROVINCIA DI POTENZA



COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA



Denominazione impianto:

**LA GAMBARDA**

Ubicazione:

Comune di Genzano di Lucania (PZ)  
Località "Contrada Gambarda"

Fogli: 18 - 1

Particelle: varie

**PROGETTO DEFINITIVO**

**per la realizzazione di un impianto agrovoltaico da ubicare nel comune di Genzano di Lucania (PZ) in località "Contrada Gambarda", potenza nominale pari a 19,9296 MW, per una potenza di 18 MW in AC con sistema di accumulo da 6 MW, e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nello stesso comune.**

PROPONENTE



**METKA EGN RENEWABLES DEVELOPMENT ITALY S.R.L.**

Piazza Fontana n.6 - 20122 Milano (MI)  
Partita IVA: 11737990967  
Indirizzo PEC: metkaegnrnewables@legalmail.it

ELABORATO

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**

Tav. n°

**A.3**

Scala

| Aggiornamenti | Numero | Data  | Motivo       | Eseguito   | Verificato | Approvato |
|---------------|--------|-------|--------------|--|------------|-----------|
|               |        | Rev 0 | Gennaio 2022 | Istanza per l'avvio del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'Art.23 del D. Lga.152/2006 e ss.mm.ii. |            |           |

PROGETTAZIONE

Dott. Ing. SAVERIO GRAMEGNA  
Via Caduti di Nassiriya n. 179 - 70022 Altamura (BA)  
Ordine degli Ingegneri di Bari n. 8443  
PEC: saverio.gramegna@ingpec.eu  
Cell:3286812690



progettista:  
  
LANDSCAPE ENGINEERING  
ENERGY DEVELOPMENT

IL TECNICO

IL TECNICO  
Dott. Ing. LUCIANA GIOSA  
Vico VII Vittorio Emanuele n.18 – Tito (PZ)  
Ordine degli Ingegneri di Potenza n. 1729  
PEC: luciana.giosa@ingpec.eu  
Cell: 3403432481



Spazio riservato agli Enti

## RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Dott. Ing. Luciana Giosa

### INDICE

|    |                                |    |
|----|--------------------------------|----|
| 1. | Premessa.....                  | 1  |
| 2. | Normativa di riferimento.....  | 4  |
| 3. | Analisi idrologica.....        | 6  |
| 4. | Analisi idraulica.....         | 12 |
| 5. | Considerazioni conclusive..... | 19 |

### ALLEGATI

Schema idraulico  
Livelli idrici nelle sezioni trasversali  
Profili di corrente

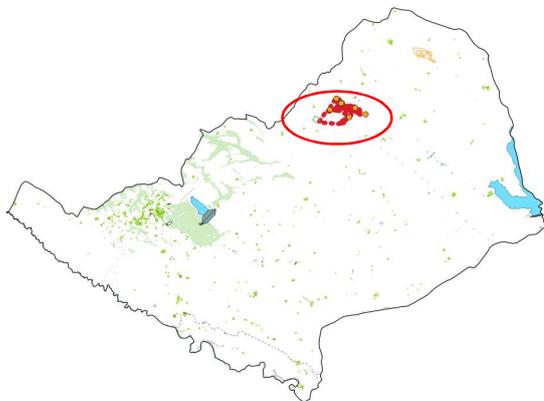
## 1. PREMESSA

Nella presente relazione vengono riportati i risultati dello studio idrologico e idraulico a supporto del Progetto Definitivo per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico da ubicare nel Comune di Genzano di Lucania (PZ) in località “Contrada Gambarda”, di potenza nominale pari a 19,9296 MW, con sistema di accumulo da 6 MW, e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nello stesso Comune.

Il sito ricade all’interno del bacino idrografico del fiume Bradano, nell’ambito di competenza della Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale (Fig. 1) e l’area interessata dalla realizzazione del campo fotovoltaico è attraversata dal tratto di monte di un affluente di destra del Torrente Basentello.



**Fig. 1 - Bacini idrografici della Regione Basilicata - Puglia**



**Fig. 2** – Comune di Genzano di Lucania con localizzazione dell'area di interesse (in rosso)



**Fig. 3** – Localizzazione dell'area di interesse (in rosso)

I corsi d'acqua presenti nell'area in studio sono affluenti in destra del Torrente Basentello e, pertanto, ricadono nel bacino idrografico del Fiume Bradano.

Il Basentello è un corso d'acqua che solca e percorre, in direzione opposta, la depressione valliva nota come bacino fluvio-lacustre di Venosa e del T. Basentello. Tale bacino dalla complessa storia morfotettonica, si sviluppa da NO a SE su una lunghezza di circa 60 Km, ai confini della Puglia con la Basilicata. I limiti morfologici sono ben definiti: il tratto nord-occidentale, attualmente aperto a nord nella valle del F. Ofanto, è limitato dalle pendici orientali del M. Vulture; i bordi sud-occidentali e nord-orientali corrispondono agli

allineamenti collinari di Venosa, Palazzo S. Gervasio ed Irsina da un lato e di Lavello, Spinazzola, Poggiorsini e Gravina in Puglia dall'altro; il tratto sud-orientale è aperto nella valle del F. Bradano.

Il Basentello è un corso d'acqua a carattere torrentizio: nei periodi di piena assume portate rilevanti con intumescenze a rapidissimo decorso che danno luogo a frequenti esondazioni; nei periodi estivi rimane pressoché asciutto con portate molto basse dell'ordine di pochi litri al secondo. Numerosi fossi minori senza denominazione, confluiscono sia in sinistra sia in destra orografica dello Basentello.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

---

In Basilicata la L. R. 30 dicembre 2015 *“Recepimento dei criteri per il corretto inserimento nel paesaggio sul territorio degli impianti da fonti rinnovabili ai sensi del D.M. 10.9.2010”* definisce, tra i siti non idonei all’installazione di tali impianti quelli di seguito elencati:

- art. 1.4 Beni paesaggistici “i fiumi, i torrenti, i corsi d’acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933 n. 1775 e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 500 metri ciascuna”.
- art. 4.1 aree a rischio idrogeologico medio-alto ed aree soggette a rischio idraulico “sono comprese in questa tipologia le aree individuate dai Piani Stralcio delle Autorità di Bacino”.

Il Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale (PIEAR), nella sezione dedicata agli impianti fotovoltaici di grande generazione e cioè superiori a 1000 kwp, definisce tra i siti non idonei

- art. 2.2.3.1 “le aree fluviali, umide, lacuali e dighe artificiali con fascia di rispetto di 150 m dalle sponde (ex D. lgs n. 42/2004) ed in ogni caso compatibile con le previsioni dei Piani Stralcio per l’Assetto Idrogeologico”

Su tutto il territorio nazionale le Autorità di Bacino redigono il Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) che rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d’uso riguardanti la difesa dal rischio idraulico e idrogeologico del territorio di propria competenza.

L’area in cui è previsto l’intervento è di competenza dell’autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale (sede di Basilicata) che, relativamente al rischio idraulico, ha definito le aree di pertinenza fluviale per le piene con periodo di ritorno di 30, 200 e 500 anni come specificato all’art. 7 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI. Inoltre, per ciascuna fascia fluviale, specifica gli interventi in essa realizzabili.

Vale la pena ricordare che all’interno di tali fasce, anche le opere di interesse pubblico quali le infrastrutture a rete necessitano di uno studio idrologico e idraulico finalizzato a verificare che l’intervento non rappresenti un incremento della pericolosità idraulica (art. 10 delle NTA del PAI).

La perimetrazione delle aree a pericolosità e rischio idraulico realizzata in Basilicata riguarda solo i corsi d’acqua principali; pertanto i torrenti, i fossi e gli impluvi minori sono ad oggi esclusi dallo studio idraulico realizzato dall’Autorità di Bacino. Nel caso di interventi da realizzarsi nei pressi di tali corsi d’acqua minori, si può far riferimento all’art 4 quarter, in cui si legge che *“i progetti di opere o interventi che interessano corsi d’acqua e/o aree limitrofe non ancora*

*oggetto di studio da parte dell'AdB dovranno comprendere, obbligatoriamente, uno studio idrologico e idraulico che consideri una portata di piena avente un periodo di ritorno pari a 200 anni. Il livello di approfondimento e dettaglio degli studi dovrà essere adeguato alle condizioni di pericolosità e di rischio idraulico esistenti sull'area e alla tipologia ed importanza delle opere da realizzarsi".*

Alla luce dei richiami normativi sopra elencati, appare evidente che gli interventi proposti, se esclusi dall'elenco contenuto nel con regio decreto 11 dicembre 1933 n. 1775, possano essere realizzati ad una distanza di 150 m dai corsi d'acqua che insistono nell'area di interesse o a distanze minori individuate con apposito studio idrologico e idraulico finalizzato a dimostrare che l'inondazione relativa alla portata di piena duecentennale si estende per distanze minori di 150 m dall'impluvio.

In conclusione, dal momento che sull'area interessata dal progetto di realizzazione del campo fotovoltaico insiste un impluvio non studiato dall'Autorità di Bacino, la presente relazione descrive le valutazioni per:

- ✓ la stima delle portate di piena per i periodi di ritorno T di 30, 200 e 500 anni in accordo con le piene considerate per la redazione del PAI Basilicata;
- ✓ la costruzione dei profili di corrente in moto permanente per le piene sopra descritte lungo l'impluvio considerato;
- ✓ la definizione delle inondazioni critiche e la perimetrazione, vantaggio di sicurezza, dell'inondazione più critica e cioè quella cinquecentennale che individua l'area che dovrà essere esclusa dall'intervento in progetto.

### 3. ANALISI IDROLOGICA

Il campo fotovoltaico in progetto è ubicato a nord-est del territorio comunale di Genzano in un'area attraversata da tre corsi d'acqua del I e del II ordine di Horton affluenti in destra del Torrente Basentello.

Lo studio idrologico ed idraulico è stato effettuato facendo riferimento a tali tre affluenti denominati B5, B4 e B3 e al tratto di circa 1.7 km del Torrente Basentello come specificato nell'allegato "Schema idraulico".

Secondo le prescrizioni del PAI sopra riportate ed analizzata la cartografia a disposizione sul sito ufficiale della Regione Basilicata, si evince che in prossimità del sito di interesse:

- non insistono aree a pericolosità idraulica e a rischio idraulico definite dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (sede Basilicata);
- insiste il vincolo "acque pubbliche".

A partire da quelle che sono le disposizioni delle NTA del PAI Basilicata, è stato redatto uno studio idrologico e idraulico finalizzato a perimetrare l'eventuale porzione di territorio allagata dalle piene dei corsi d'acqua considerati da escludere dall'intervento di progetto.

Per l'analisi idrologica si è considerata l'asta fluviale che attraversa il sito di interesse avente come sezione di chiusura quella in corrispondenza del limite di valle dell'area di interesse come si evince dall'allegata *Carta dei bacini idrografici*.

| <b>Bacino idrografico</b> | <b>Area del bacino</b> | <b>Lunghezza dell'asta principale</b> | <b>Pendenza media dell'asta principale</b> |
|---------------------------|------------------------|---------------------------------------|--|
|                           | Km <sup>2</sup>        | Km                                    | %  |
| Basentello                | 119.2                  | 17.1                                  | 0.2  |
| B 3                       | 1.2                    | 2.2                                   | 3.8  |
| B 4                       | 0.3                    | 1.2                                   | 4.1  |
| B 5                       | 1.0                    | 2.5                                   | 4.5  |
| B 6                       | 0.5                    | 1.9                                   | 4.2  |
| B 7                       | 1.1                    | 1.6                                   | 3.3  |

**Tab. 1** – Caratteri morfometrici dei bacini considerati

Il calcolo delle portate di piena per i bacini da B3 a B7 è stato effettuato utilizzando il modello di trasformazione afflussi-deflussi del metodo del Curve Number (CN), introdotto dal Soil Conservation Service (SCS). Si tratta di una procedura che consente la ricostruzione delle piene in bacini idrografici di superficie non superiore a 20 km<sup>2</sup>. Il metodo si fonda sull'ipotesi che sia valida la seguente relazione:

$$\frac{V}{P_n} = \frac{W}{S}$$

In cui  $V$  è il volume di deflusso,  $P_n$  è la precipitazione netta,  $W$  è il volume immagazzinato dal suolo e  $S$  è il valore massimo del suddetto invaso.

La precipitazione netta si ottiene sottraendo alla precipitazione totale  $P$  le perdite iniziali  $I_a$ , che sono correlate all'invaso massimo del suolo dalla seguente relazione:

$$I_a = 0.2S$$

In definitiva, il volume d'invaso  $V$  può essere ottenuto come:

$$V = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

con  $S$  ricavato come:

$$S = 25.4 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

In cui il parametro  $CN$ , denominato curve number, che assume valori tra 100 e 0, rappresenta l'attitudine del bacino considerato a produrre deflusso e si stima sulla base di valori tabellati. Tale parametro è funzione della natura del suolo, del tipo di copertura vegetale e delle condizioni di umidità del suolo antecedenti la precipitazione.

Per la stima del parametro  $CN$  si distinguono i seguenti quattro gruppi idrologici:

- *Gruppo A.* Bassa capacità di formazione di deflusso. Suoli con elevata infiltrabilità anche in condizioni di completa saturazione. Si tratta di sabbie o ghiaie profonde molto ben drenate. La conducibilità idrica alla saturazione è elevata.
- *Gruppo B.* Suoli con modesta infiltrabilità se saturi. Discretamente drenati e profondi sono caratterizzati da una tessitura medio-grossa e da una conducibilità idrica non molto elevata.
- *Gruppo C.* Suoli con bassa infiltrabilità se saturi. Sono per lo più suoli con uno strato che impedisce il movimento dell'acqua verso il basso oppure suoli con tessitura medio-fine e bassa infiltrabilità. La conducibilità è bassa.
- *Gruppo D.* Suoli a elevata capacità di formazione di deflusso. Appartengono a questo gruppo i suoli ricchi di argilla con capacità rigonfianti, i suoli con uno strato di argilla presso la superficie, i suoli poco profondi su substrati impermeabili. La conducibilità idrica è estremamente bassa.

Il metodo tiene anche conto delle condizioni di umidità del suolo antecedenti la precipitazione.

Per il calcolo della portata al colmo di piena si considera un idrogramma approssimato di forma triangolare che ha una fase crescente di durata  $t_a$  (tempo di accumulo) e una durata pari a  $2.67t_a$  e si utilizza la seguente relazione:

$$Q_p = 0.208 \frac{VA}{t_a}$$

in cui A rappresenta l'area del bacino e  $t_a$  può essere determinato in funzione del tempo di ritardo  $t_L$  e della durata della precipitazione  $t_p$  utilizzando la relazione:

$$t_a = 0.5t_p + t_L$$

Nel presente studio la durata della precipitazione è stata considerata pari al tempo di corrivazione  $t_c$ .

La stima del volume di invaso V è stata eseguita per i tempi di ritorno 30, 200 e 500 anni a partire dalle curve di possibilità pluviometrica usualmente scritte nella forma  $h=at^n$  facendo riferimento alle raccomandazioni contenute nel rapporto VAPI-Basilicata (P. CLAPS, M. FIORENTINO. *Valutazione delle Piene in Italia, Rapporto di sintesi per la regione Basilicata (bacini del versante ionico). GNDCI-CNR. Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente, Università della Basilicata-Potenza, 2005*).

In definitiva, sulla base delle analisi appena descritte sono stati stimati i valori delle portate al colmo di piena per diversi periodi di ritorno specificati nella tabella seguente.

| Area       | CN | $t_c$ | T      | Q           |
|------------|----|-------|--------|-------------|
| ( $km^2$ ) |    | (ore) | (anni) | ( $m^3/s$ ) |
| 1.2        | 86 | 0.4   | 30     | <b>4.4</b>  |
|            |    |       | 200    | <b>10.1</b> |
|            |    |       | 500    | <b>14.0</b> |

**Tab. 2** – Bacino B 3. Portate al colmo di piena calcolate con il metodo SCS curve number

| Area       | CN | $t_c$ | T      | Q           |
|------------|----|-------|--------|-------------|
| ( $km^2$ ) |    | (ore) | (anni) | ( $m^3/s$ ) |
| 0.3        | 86 | 0.2   | 30     | <b>2.6</b>  |
|            |    |       | 200    | <b>6.6</b>  |
|            |    |       | 500    | <b>9.4</b>  |

**Tab. 3** – Bacino B 4. Portate al colmo di piena calcolate con il metodo SCS curve number

| Area       | CN | $t_c$ | T      | Q           |
|------------|----|-------|--------|-------------|
| ( $km^2$ ) |    | (ore) | (anni) | ( $m^3/s$ ) |
| 1.0        | 86 | 0.4   | 30     | <b>4.4</b>  |
|            |    |       | 200    | <b>10.2</b> |
|            |    |       | 500    | <b>14.0</b> |

**Tab. 4** – Bacino B 5. Portate al colmo di piena calcolate con il metodo SCS curve number

| Area       | CN | $t_c$ | T      | Q           |
|------------|----|-------|--------|-------------|
| ( $km^2$ ) |    | (ore) | (anni) | ( $m^3/s$ ) |
| 0.5        | 86 | 0.3   | 30     | <b>3.7</b>  |
|            |    |       | 200    | <b>8.8</b>  |
|            |    |       | 500    | <b>12.3</b> |

**Tab. 5** – Bacino B 6. Portate al colmo di piena calcolate con il metodo SCS curve number

| Area       | CN | $t_c$ | T      | Q           |
|------------|----|-------|--------|-------------|
| ( $km^2$ ) |    | (ore) | (anni) | ( $m^3/s$ ) |
| 1.1        | 86 | 0.3   | 30     | <b>3.5</b>  |
|            |    |       | 200    | <b>8.4</b>  |
|            |    |       | 500    | <b>11.8</b> |

**Tab. 6** – Bacino B 7. Portate al colmo di piena calcolate con il metodo SCS curve number

Per il bacino Basentello, data la sua estensione, si sono utilizzate le raccomandazioni contenute nel VAPI-Basilicata.

I bacini idrografici in studio possono essere considerati come appartenenti alla sottozona omogenea 1, ai fini della stima della piena indice, ed appartenente alla sottozona omogenea A ai fini della stima del fattore di crescita  $k_T$ .

L'equazione che consente di calcolare il fattore di crescita  $K_T$  in funzione del tempo di ritorno T è la seguente:

$$K_T = a + b \ln(T)$$

che, per l'area in esame, diventa:

$$k_T = -0.5836 + 1.022 \ln(T)$$



**Fig. 4** - Secondo livello di regionalizzazione del metodo VAPI Basilicata

Di seguito si riportano i valori del coefficiente probabilistico di crescita  $K_T$  per le piene in Basilicata in funzione del periodo di ritorno  $T$  e per la sottozona omogenea A.

| $T$ (anni) | 2    | 5    | 10   | 20   | 25   | 40   | 50   | 100  | 200  | 500  | 1000 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $K_T$      | 0.81 | 1.44 | 1.96 | 2.55 | 2.76 | 3.21 | 3.43 | 3.12 | 4.83 | 5.76 | 6.47 |

**Tab. 7** – Valori teorici di  $K_T$  per le piene in Basilicata in funzione di  $T$  per la sottozona omogenea A.

Dal momento che i bacini idrografici in esame appartengono all'area omogenea 1, l'equazione della piena indice  $E(Q)$  assume la seguente espressione:

$$E(Q) = 2,13 \times A^{0,766}$$

Come riportato nel rapporto VAPI Basilicata, il valore della portata al colmo di piena  $Q_T$  per fissato tempo di ritorno  $T$  è dato dalla relazione:

$$Q_T = K_T \times E(Q)$$

Di seguito si riportano le portate di piena  $Q_T$  calcolate per differenti periodi di ritorno  $T$ .

| <b>Area</b>             | <b>T</b>      | <b>Q</b>                 |
|-------------------------|---------------|--------------------------|
| <i>(km<sup>2</sup>)</i> | <i>(anni)</i> | <i>(m<sup>3</sup>/s)</i> |
| 119.2                   | 30            | <b>241</b>               |
|                         | 200           | <b>402</b>               |
|                         | 500           | <b>479</b>               |

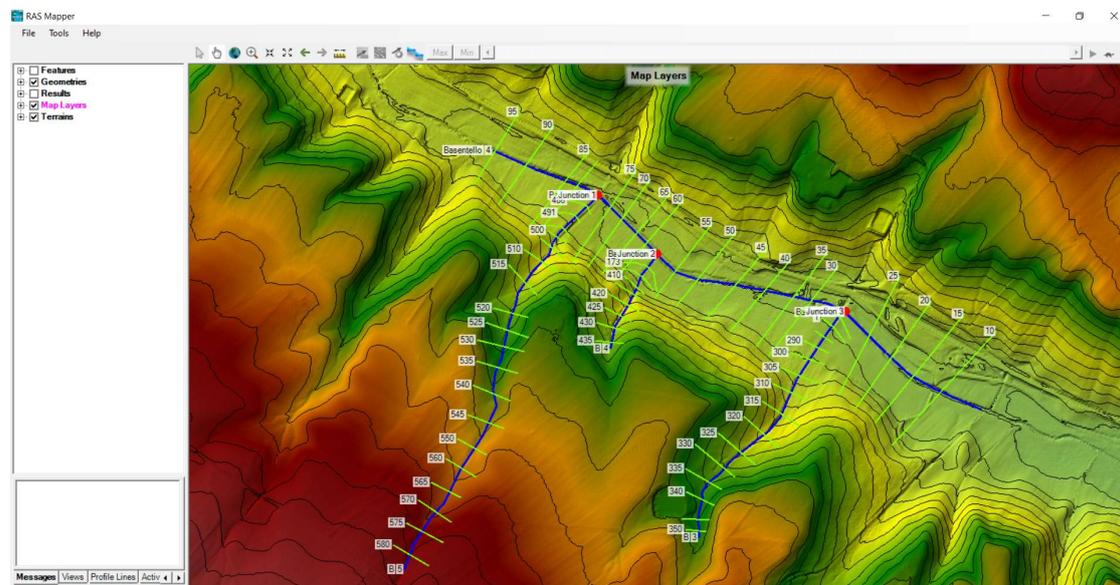
**Tab. 8** – Bacino Basentello. Portate al colmo di piena calcolate con il metodo VAPI-Basilicata

#### 4. ANALISI IDRAULICA

La verifica idraulica è stata realizzata costruendo i profili di corrente in moto permanente lungo il reticolo idrografico in prossimità dell'area di interesse.

Le simulazioni sono state realizzate utilizzando il *software* HEC-RAS (River Analysis System) sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center (HEC) per conto dell'U.S. Army Corps of Engineers e hanno consentito di stimare la potenziale area inondabile per gli eventi di piena di 30, 200 e 500 anni.

La morfologia dell'area di interesse è stata modellizzata facendo riferimento alle informazioni ricavate dal DTM con risoluzione 5 m della Regione Basilicata. Il modello idraulico è stato schematizzato considerando il reticolo idrografico che insiste nell'area di studio come mostra la figura seguente.

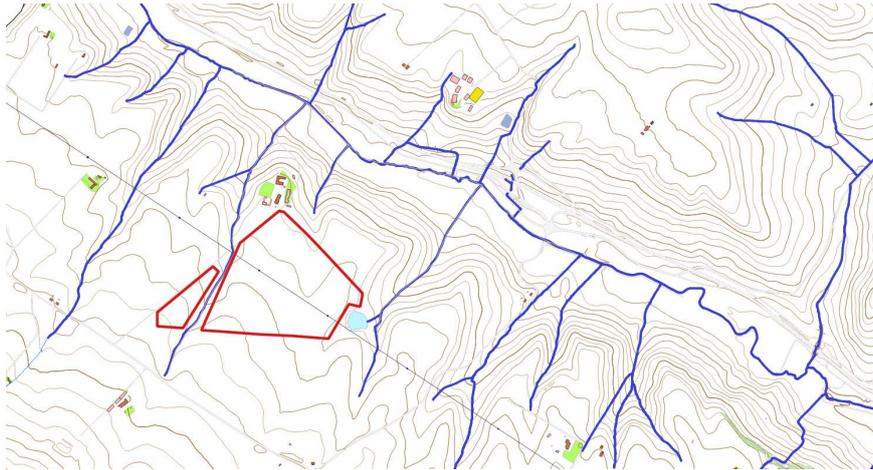


**Fig. 5** – Schematizzazione del reticolo idrografico con il software HEC-RAS

I risultati ottenuti sono sintetizzati negli allegati “Livelli idrici nelle sezioni trasversali” e “Profili di corrente”.

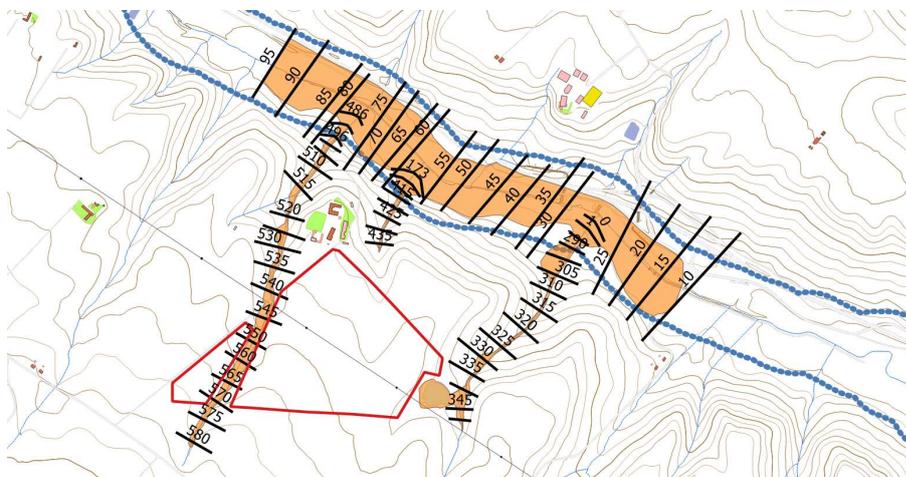
Da tali elaborati si evince che:

- a) L'area in cui si prevede di realizzare l'impianto non interseca il reticolo idrografico esistente.

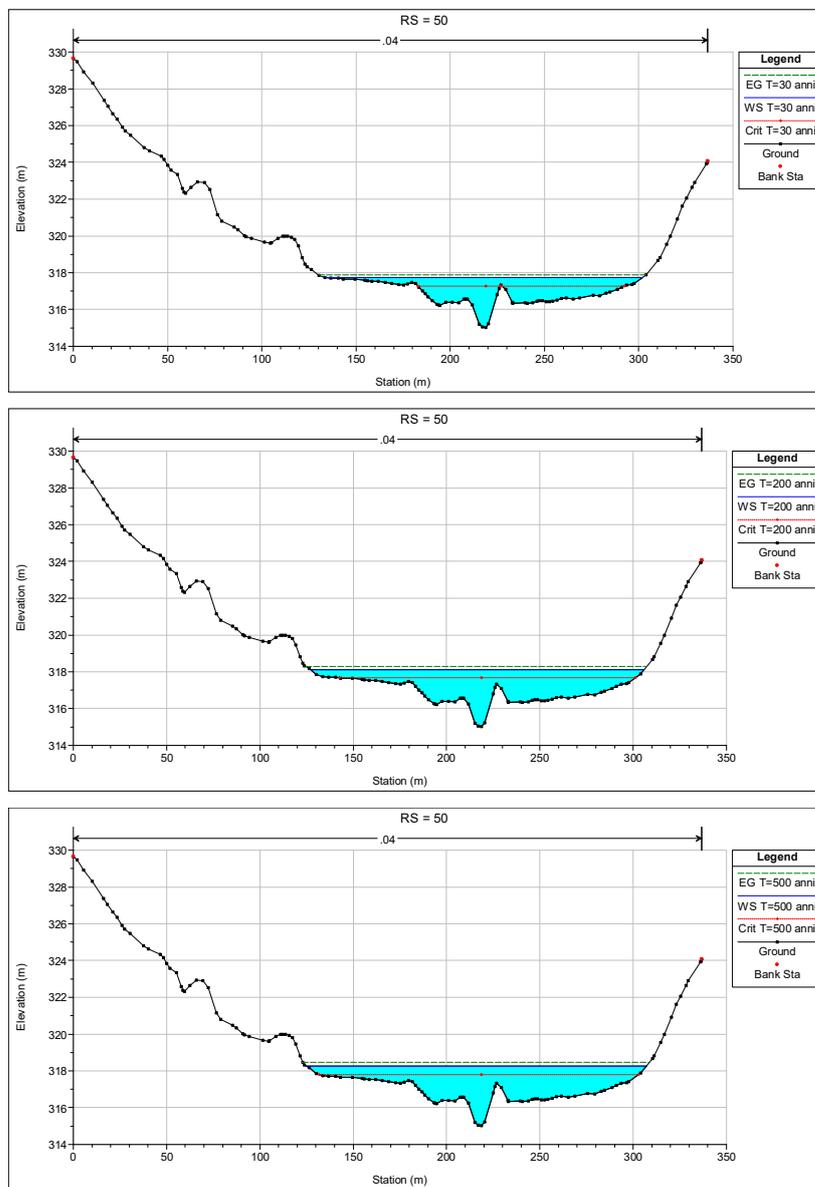


**Fig. 6** – Area destinata all'impianto e reticolo idrografico esistente.

- b) Il Torrente Basentello dista circa 430 m dal perimetro dell'impianto di progetto. Lungo tale tratto del corso d'acqua la massima estensione in superficie delle piene risulta essere pari a 200 m, 217 m e 221 m per i tempi di ritorno rispettivamente di 30, 200 e 500 anni e, pertanto, non interessa l'area dell'impianto. In aggiunta, il perimetro del campo agrolivoltico è anche abbondantemente distante (oltre 300 m) dal poligono che delimita il vincolo "acque pubbliche".

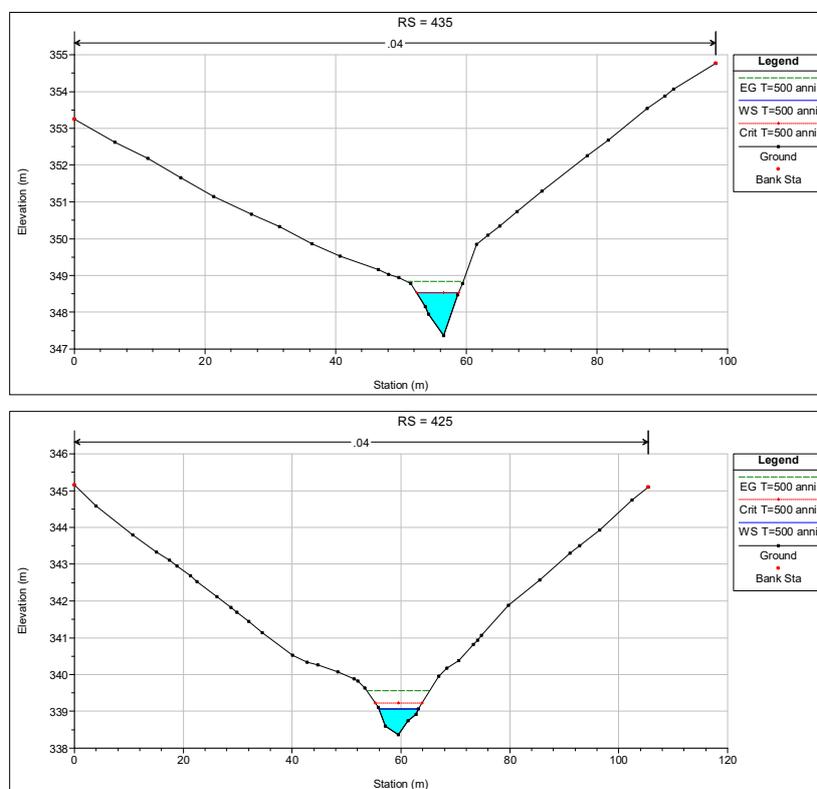


**Fig. 7** – Confronto tra l'area inondabile per  $T = 500$  anni (in rosa), il vincolo "acque pubbliche" (in blu) lungo il Torrente Basentello e l'impianto di progetto.



**Fig. 8** – Livelli idrici per le portate considerate nella sezione 50 del Torrente Basentello.

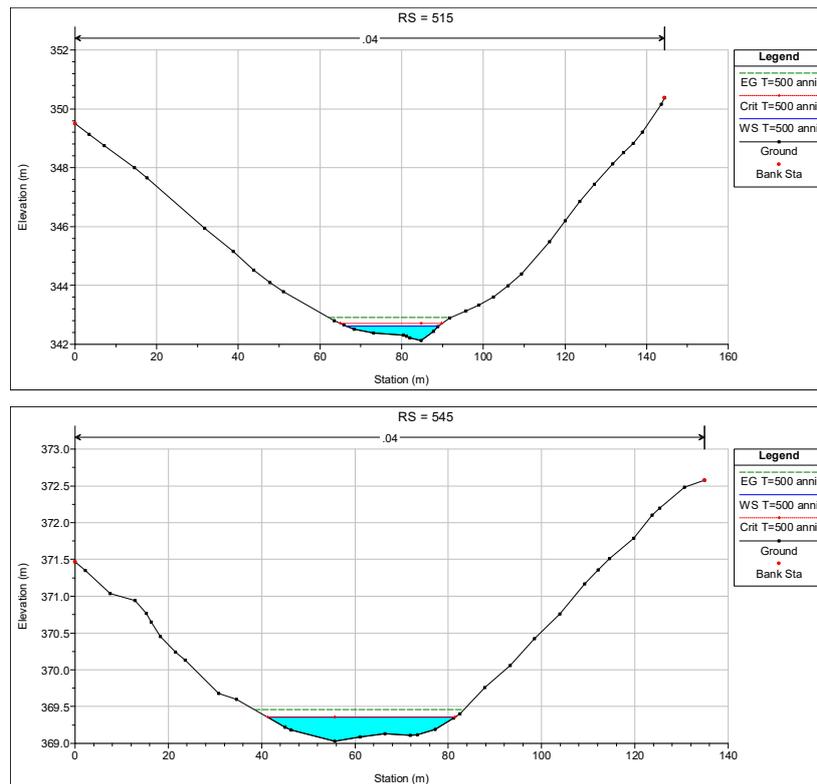
- c) l'asta denominata "B 3" non interseca l'area dell'impianto e le sue aree inondabili sono esterne al perimetro del campo agrovoltaico. Facendo riferimento alla piena più critica, quella cinquecentennale, la massima larghezza in superficie si osserva nel tratto più prossimo alla sua immissione nel Torrente Basentello dove si sovrappone all'area inondabile del corso d'acqua principale.
- d) l'asta denominata "B 4" ha una lunghezza esigua rispetto alle altre aste considerate e scorre a circa 100 m più a valle dell'impianto di progetto. Qui le piene defluiscono in un'area confinata nell'intorno dell'incisione principale e non intersecano il campo fotovoltaico di progetto.



**Fig. 9** – Livelli idrici per la portata cinquecentennale nelle sezioni 435 e 425 dell'asta B 4.

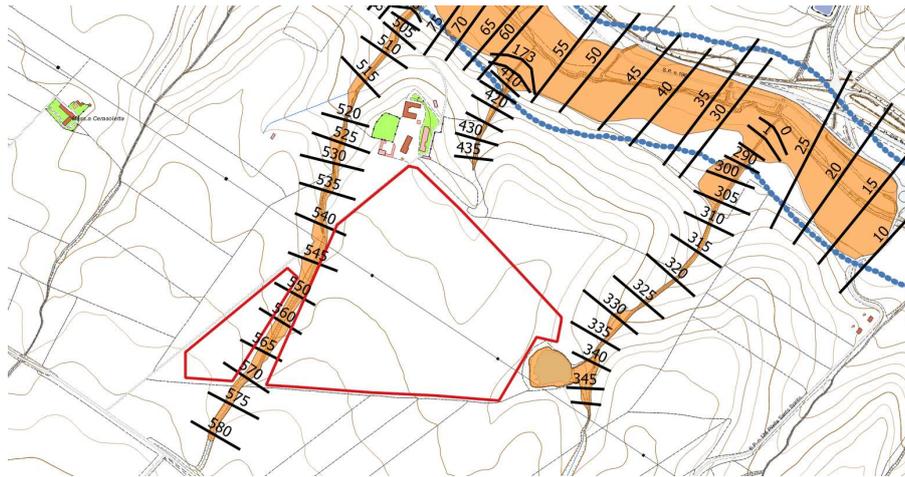
- e) Il campo agrovoltaico di progetto si estende sia a destra che a sinistra dell'asta denominata "B 5", tra le sezioni 540 e 570. Qui la piena con T = 500 anni defluisce

occupando un'estensione inferiore ai 23 m estendendosi prevalentemente in sinistra idraulica. A monte della sezione 530, la massima estensione della piena cinquecentennale non supera i 40 m. Sia in destra che in sinistra idrografica l'area inondabile per le piene considerate non interseca il perimetro del campo fotovoltaico di progetto.



**Fig. 10** – Livelli idrici per la portata cinquecentennale nelle sezioni 515 e 545 dell'asta B 5.

Dal momento che i risultati ottenuti per la portata di piena con  $T = 500$  anni poco si discostano da quelli relativi alla piena con  $T = 200$  anni, l'area inondabile relativa alla piena cinquecentennale può ritenersi coincidente con quella duecentennale. In definitiva l'area destinata al campo agrovoltaiico non interseca nessuna delle aree inondabili stimate.



**Fig. 11** – Area inondabile per  $T=500$  anni

## 5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

---

Lo studio idrologico e idraulico supporta il Progetto Definitivo per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico da ubicare nel Comune di Genzano di Lucania (PZ) in località “Contrada Gambarda”, di potenza nominale pari a 19,9296 MW, con sistema di accumulo da 6 MW, e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nello stesso Comune.

Dal momento che in prossimità dell’area in oggetto scorrono corsi d’acqua per i quali l’Autorità di Bacino competente non ha definito il grado di rischio idraulico, la finalità dello studio è quella di verificare la presenza e l’estensione di potenziali aree inondabili nell’intorno del sito in cui si intende realizzare il campo agrovoltaiico.

L’analisi idrologica è stata realizzata utilizzando il metodo SCS Curve Number e le raccomandazioni contenute nel rapporto VAPI per la Basilicata stimando le portate al colmo di piena per i periodi di ritorno di 30, 200 e 500 anni. Sia per la determinazione del bacino idrografico che per la costruzione del modello idraulico si è fatto riferimento al modello digitale del terreno (DTM) della Regione Basilicata di risoluzione pari a 5 m.

L’analisi idraulica è stata realizzata costruendo i profili di corrente in moto permanente del reticolo idrografico all’interno del sito di interesse utilizzando il software HEC-RAS (River Analysis System) sviluppato dall’Hydrologic Engineering Center (HEC) per conto dell’U.S. Army Corps of Engineers.

Da tali elaborati si evince che:

- ✓ L’area in cui si prevede di realizzare l’impianto non interseca il reticolo idrografico esistente.
- ✓ Il Torrente Basentello dista circa 430 m dal perimetro dell’impianto di progetto. Lungo tale tratto del corso d’acqua la massima estensione in superficie delle piene risulta essere pari a 200 m, 217 m e 221 m per i tempi di ritorno rispettivamente di 30, 200 e 500 anni e, pertanto, non interessa l’area dell’impianto. In aggiunta, il perimetro del campo agrovoltaiico è anche abbondantemente distante (oltre 300 m) dal poligono che delimita il vincolo “acque pubbliche”.
- ✓ l’asta denominata “B 3” non interseca l’area dell’impianto e le sue aree inondabili sono esterne al perimetro del campo agrovoltaiico. Facendo riferimento alla piena più critica, quella cinquecentennale, la massima larghezza in superficie si osserva nel tratto più prossimo alla sua immissione nel Torrente Basentello dove si sovrappone all’area inondabile del corso d’acqua principale.
- ✓ l’asta denominata “B 4” ha una lunghezza esigua rispetto alle altre aste considerate e scorre a circa 100 m più a valle dell’impianto di progetto. Qui le piene defluiscono in un’area confinata nell’intorno dell’incisione principale e non intersecano il campo fotovoltaico di progetto.

- ✓ Il campo agrovoltaico di progetto si estende sia a destra che a sinistra dell'asta denominata "B 5", tra le sezioni 540 e 570. Qui la piena con T = 500 anni defluisce occupando un'estensione inferiore ai 23 m estendendosi prevalentemente in sinistra idraulica. A monte della sezione 530, la massima estensione della piena cinquecentennale non supera i 40 m. Sia in destra che in sinistra idrografica l'area inondabile per le piene considerate non interseca il perimetro del campo fotovoltaico di progetto.
- ✓ In definitiva l'area destinata al campo agrovoltaico non interseca nessuna delle aree inondabili stimate.

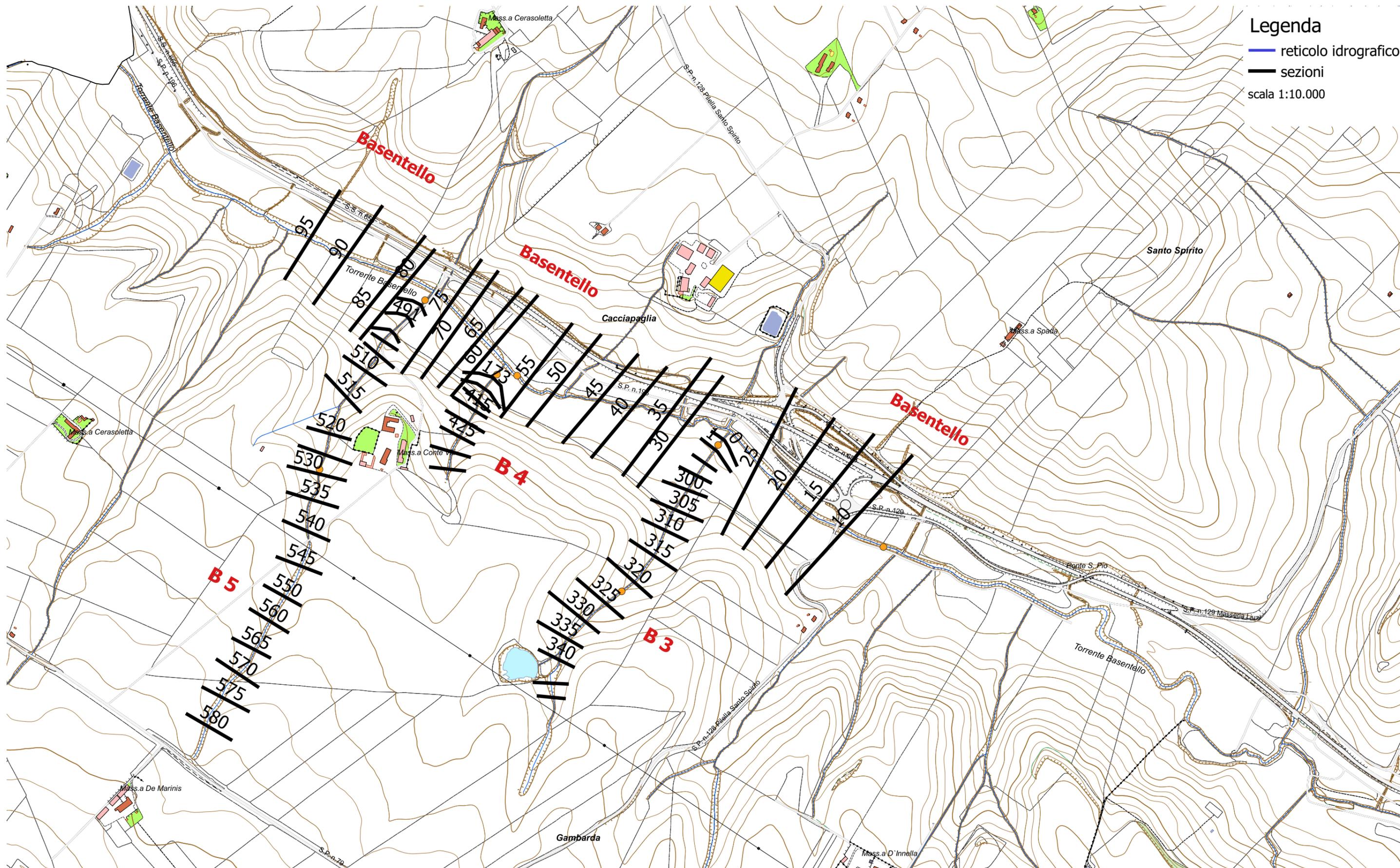
**Tito, gennaio 2022**

*Dr Ing Luciana Giosa*



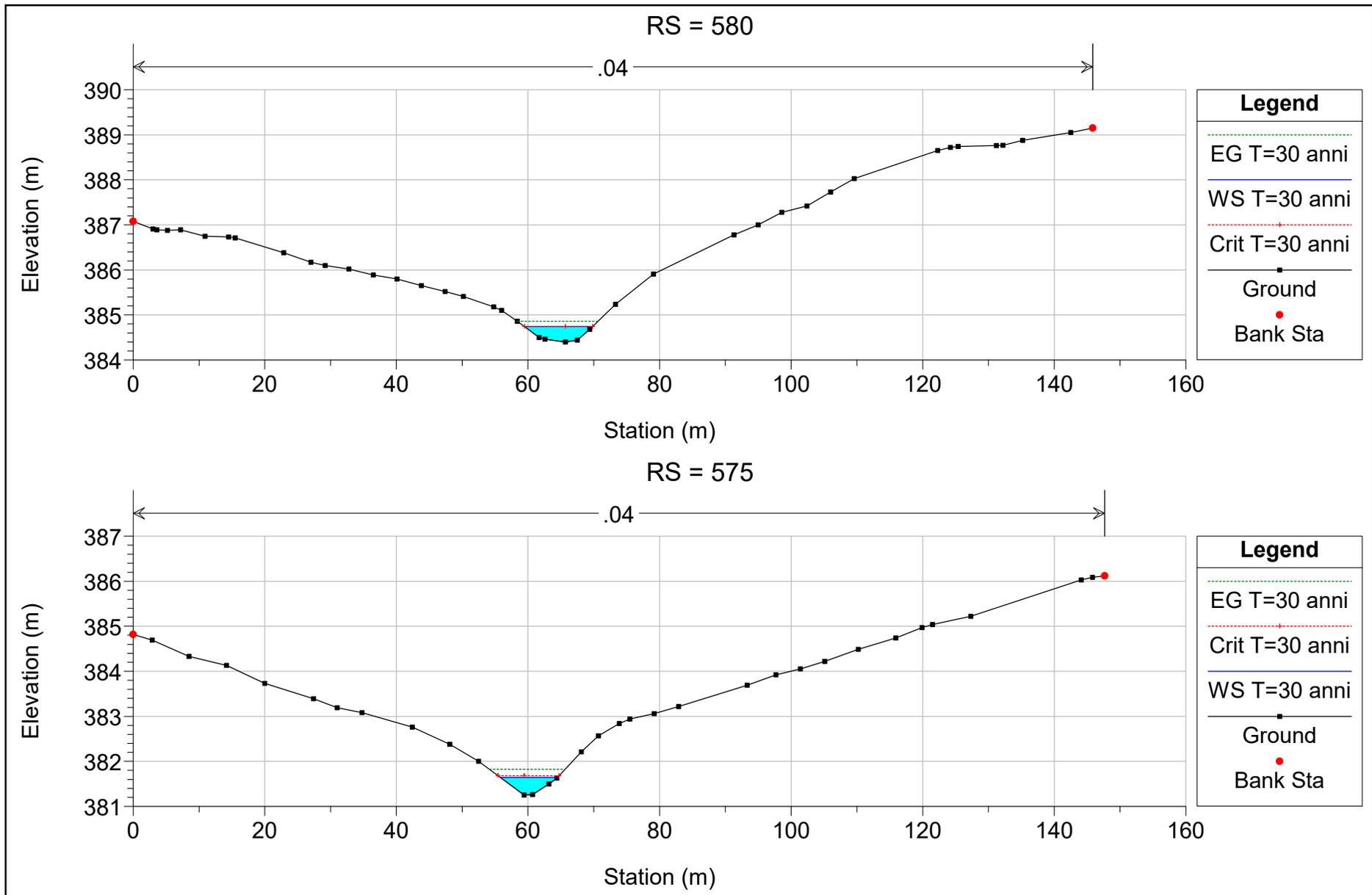
*ALLEGATI*

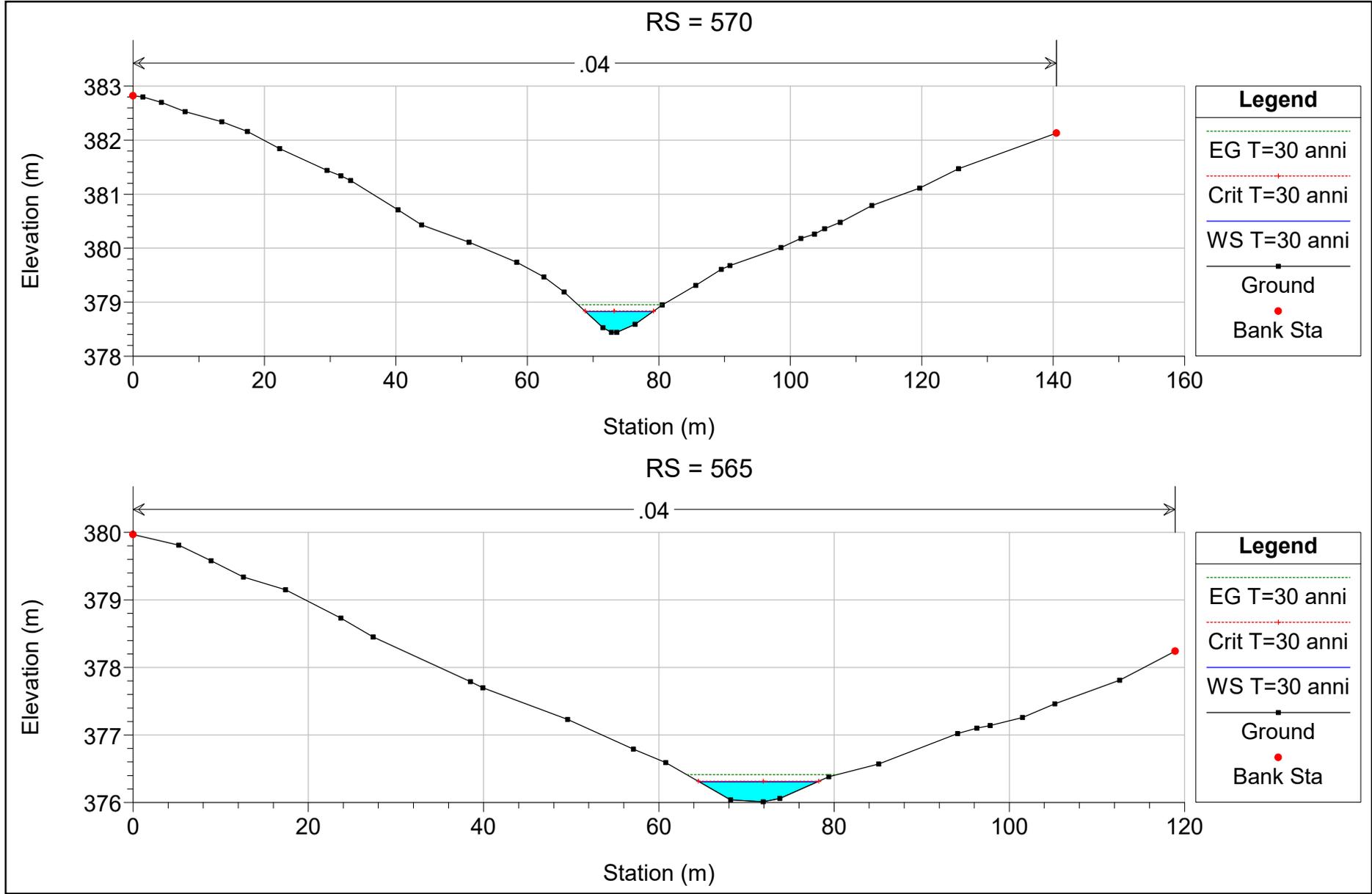
# SCHEMA IDRAULICO

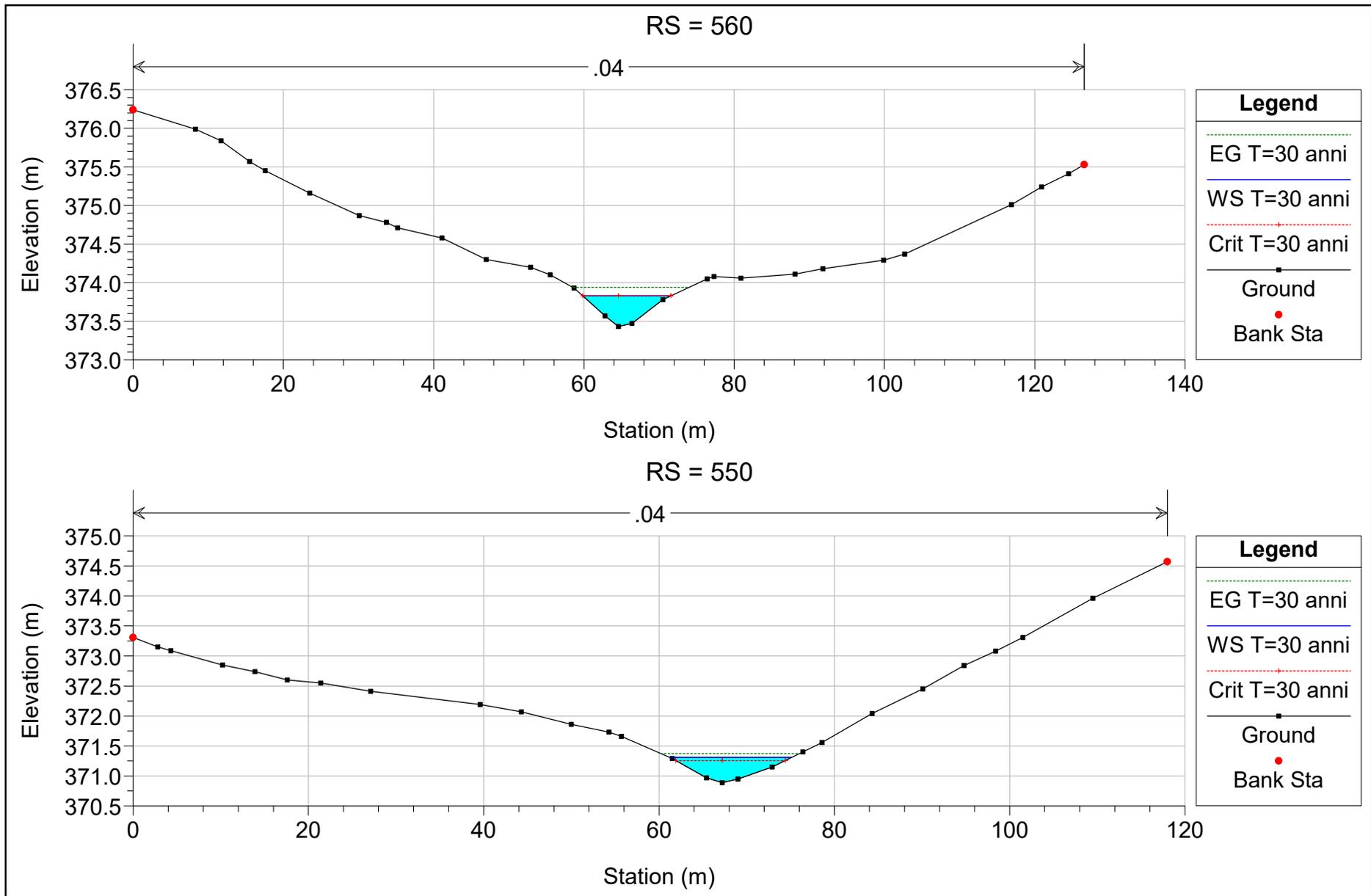


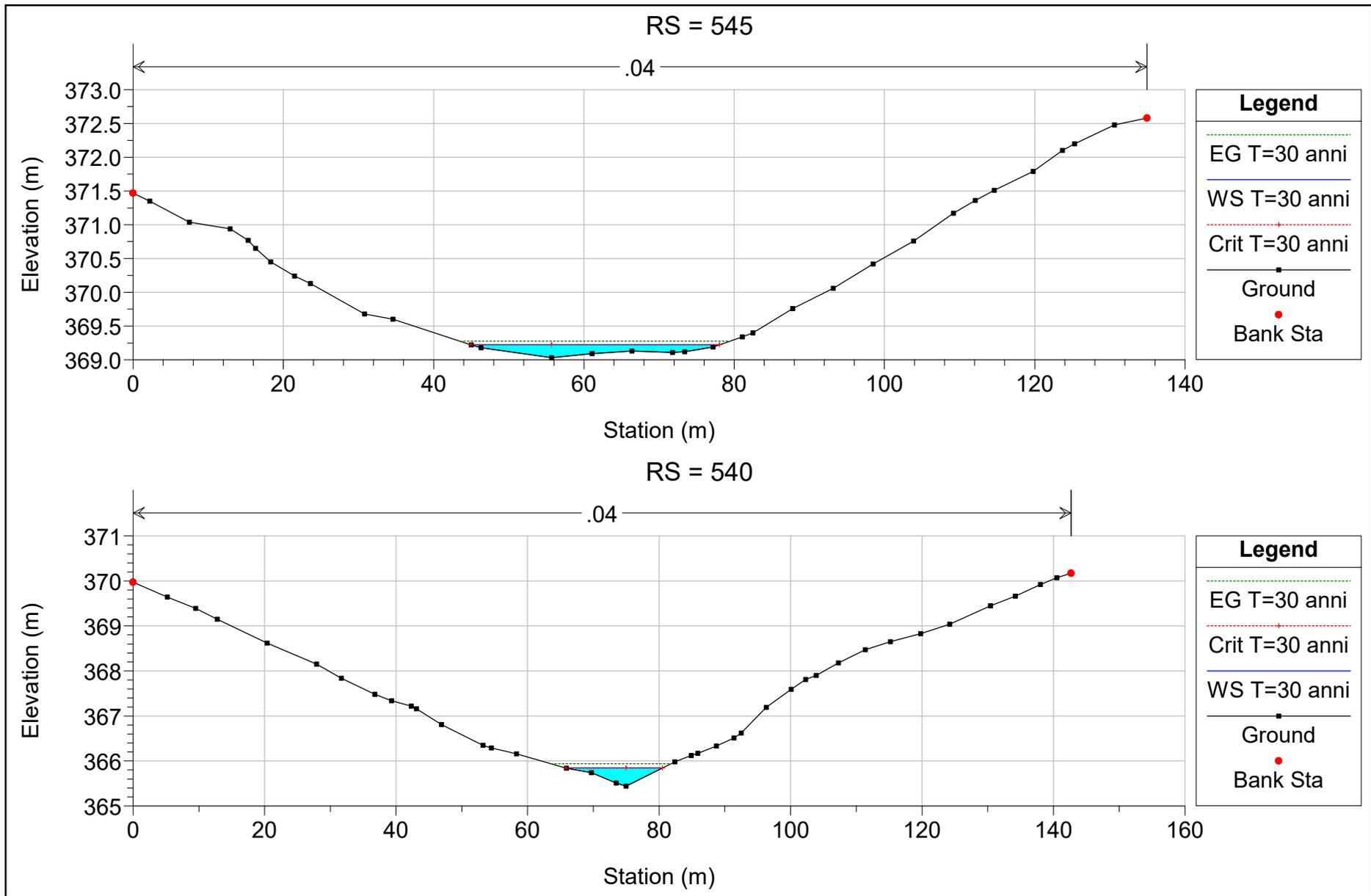
**Legenda**  
— reticolo idrografico  
— sezioni  
scala 1:10.000

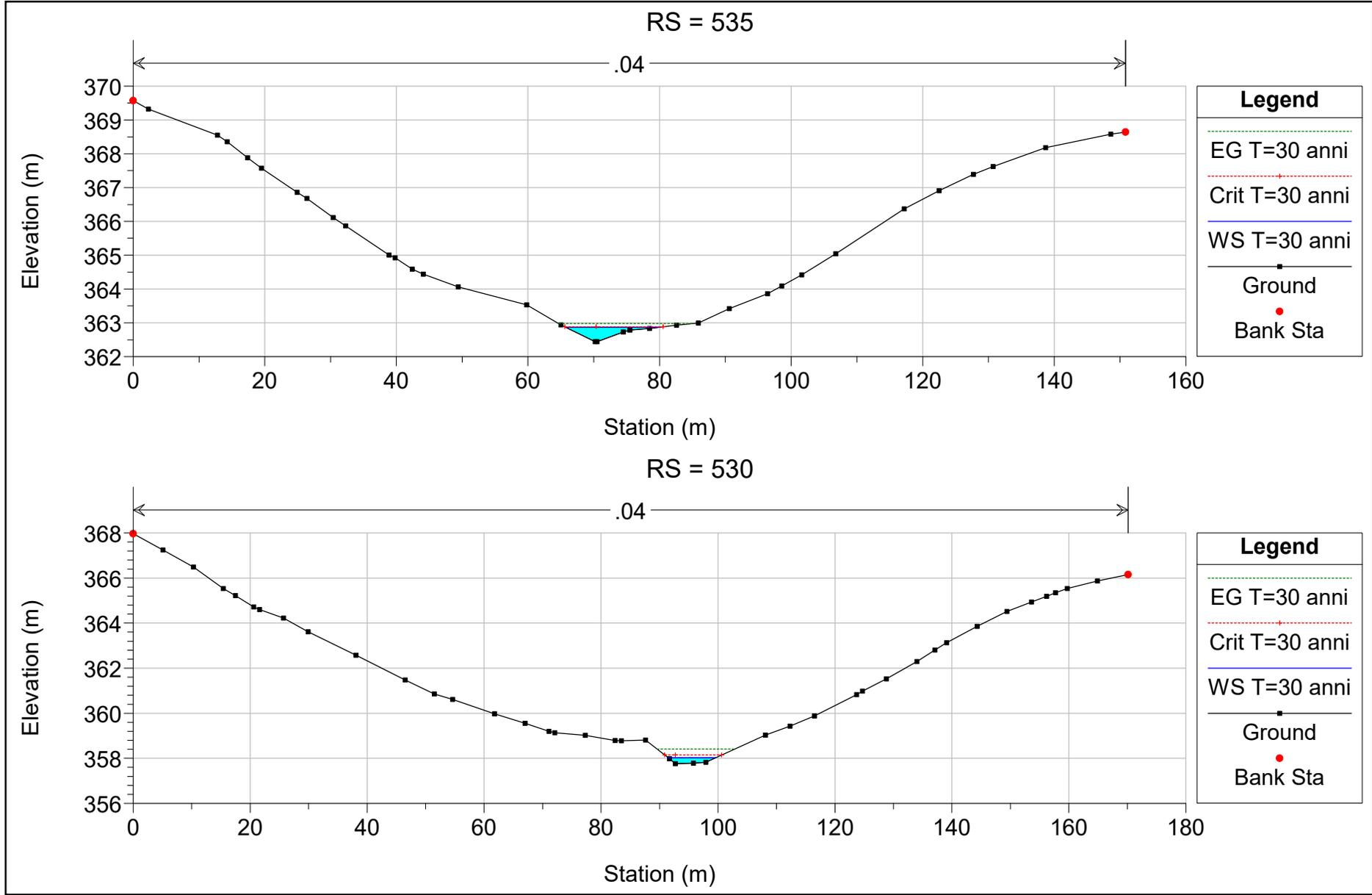
*Livelli idrici*  
*per T=30, 200 e 500 anni*

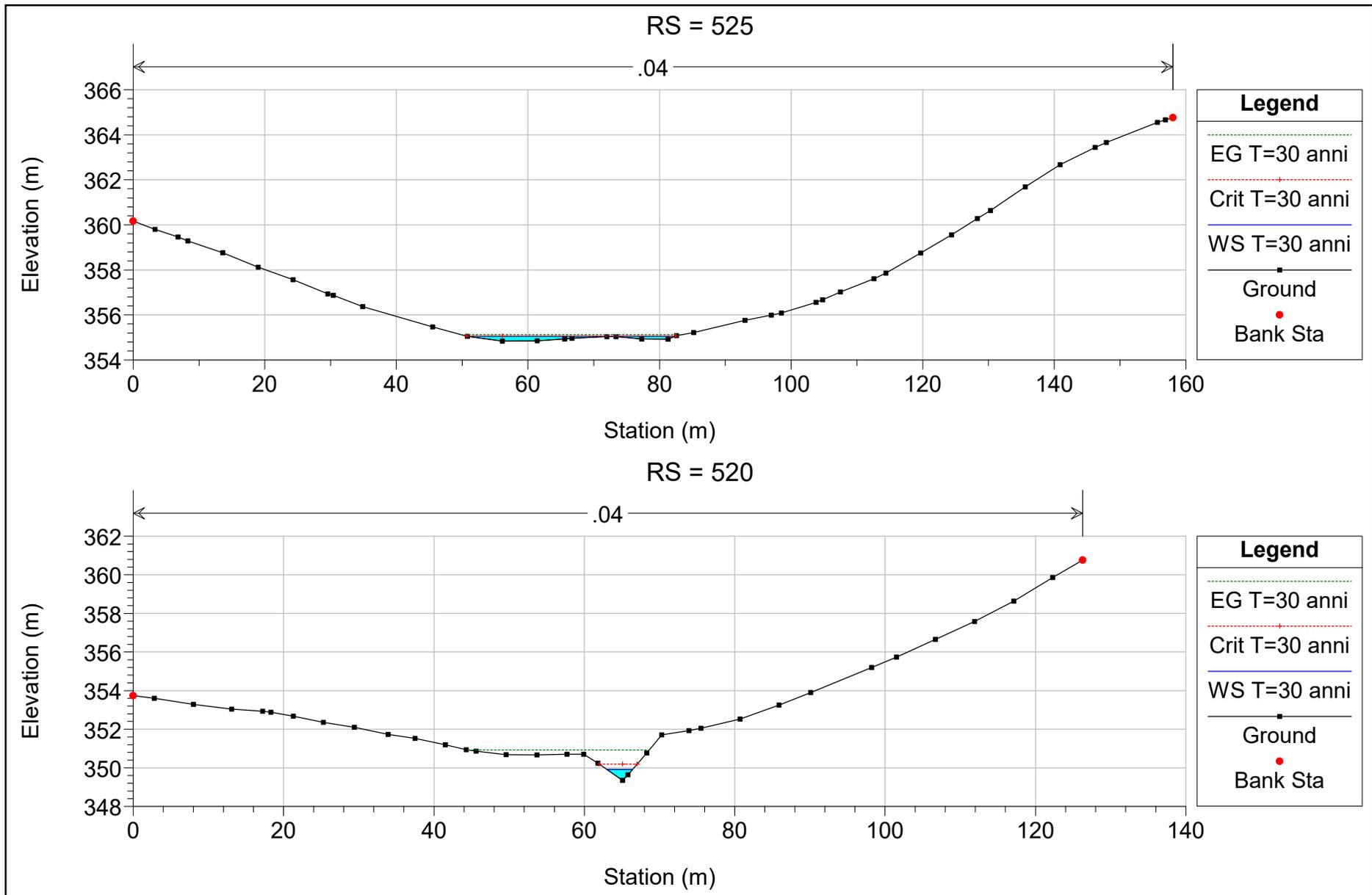


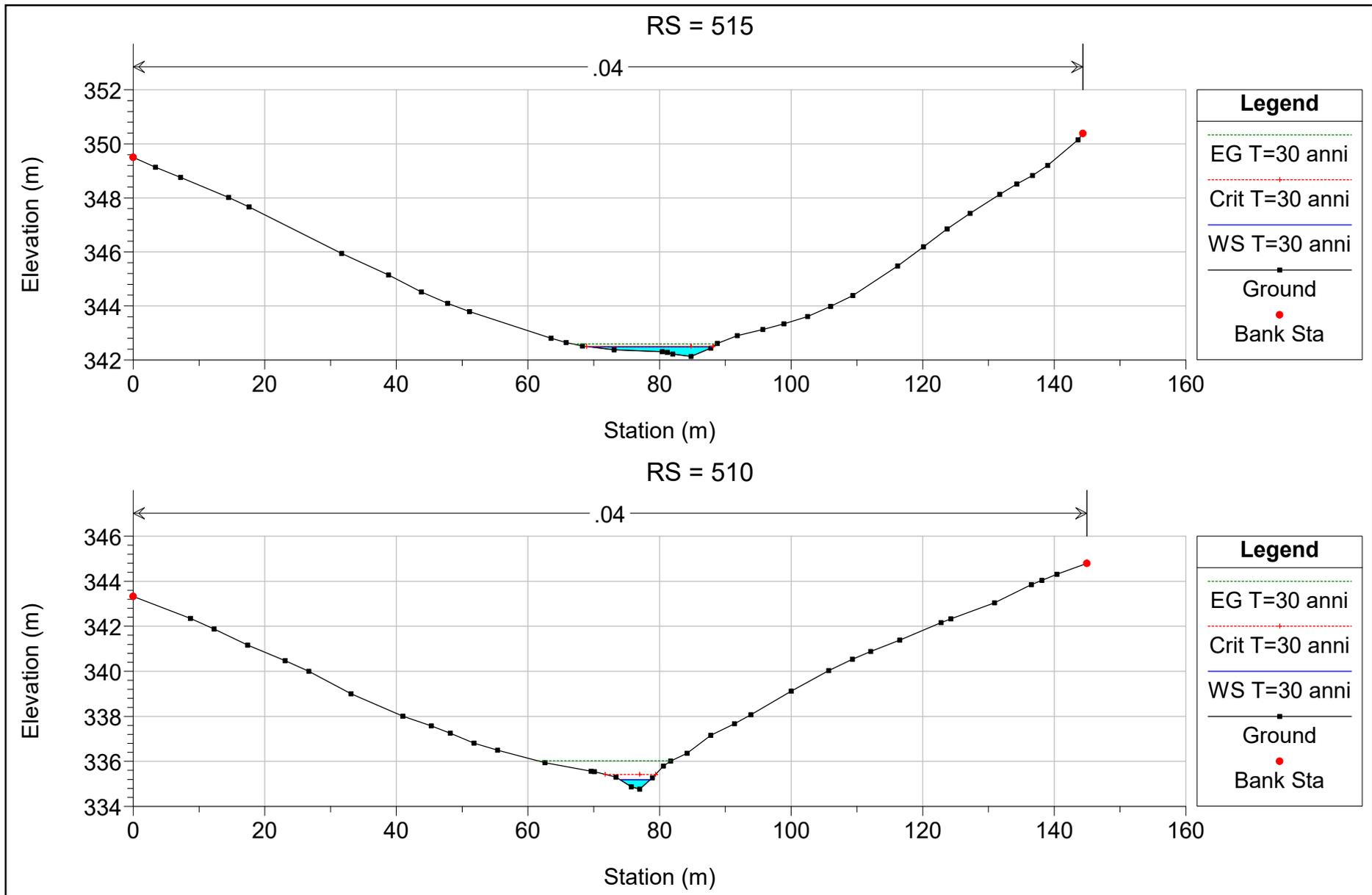


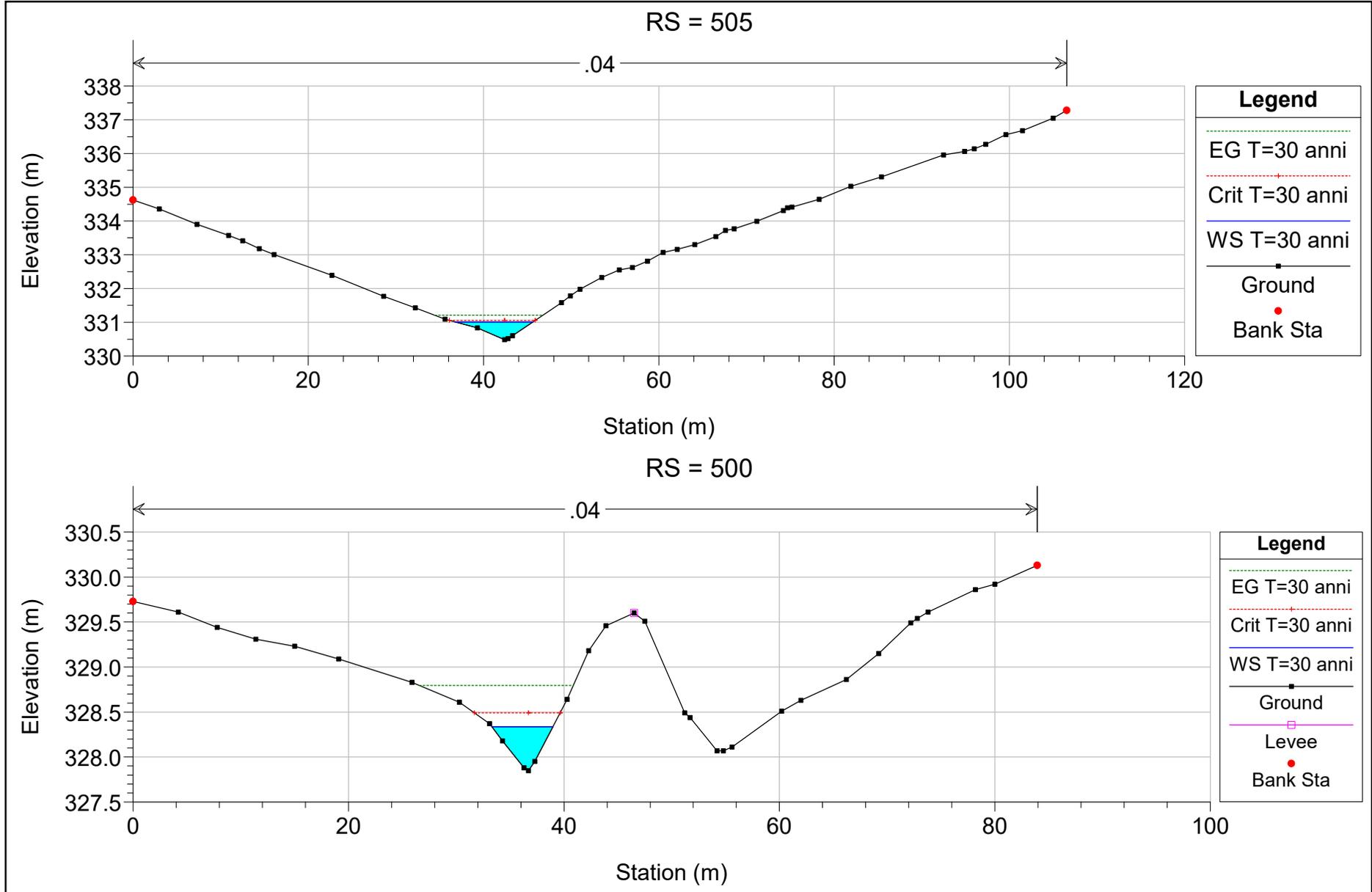


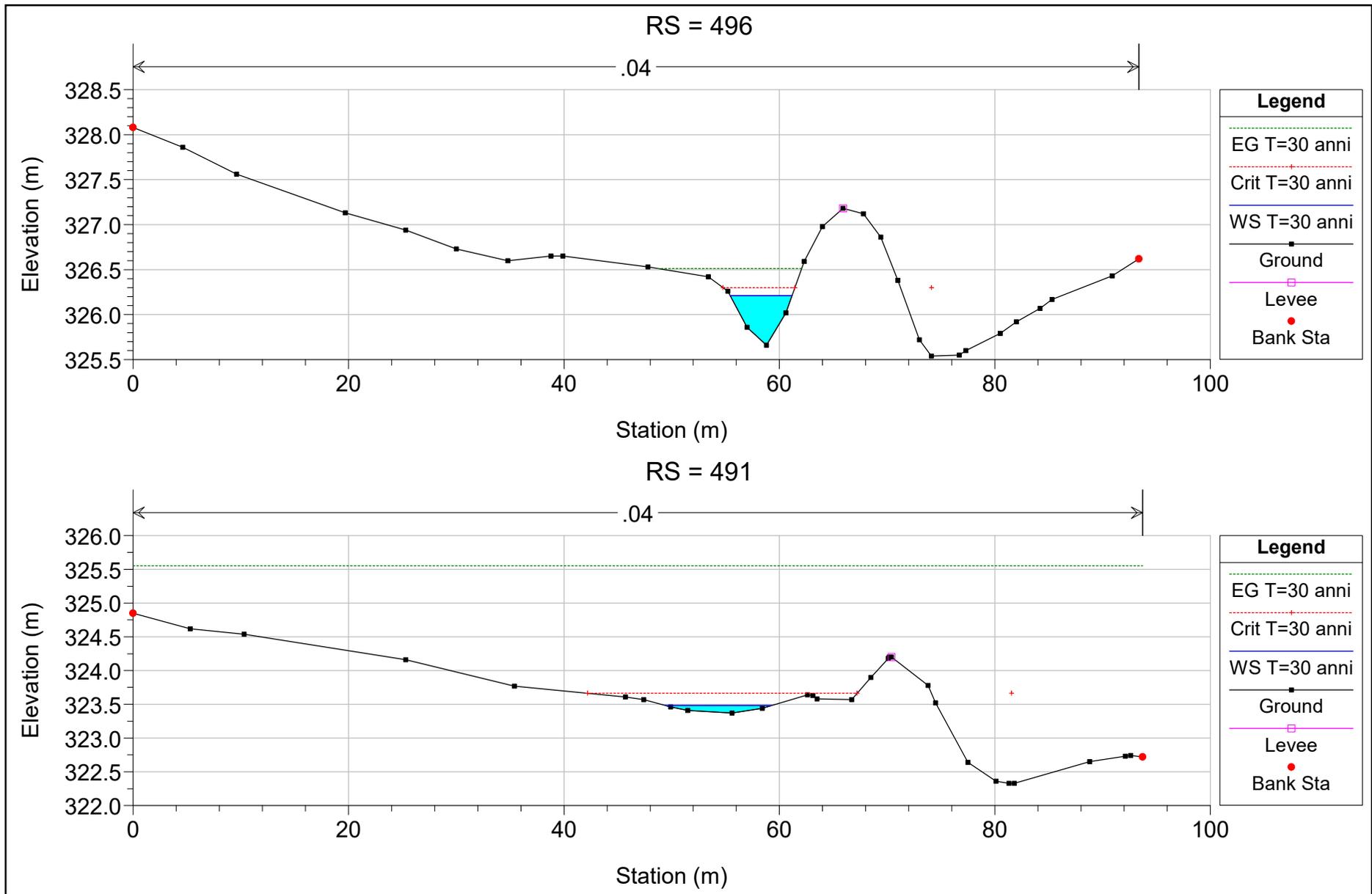


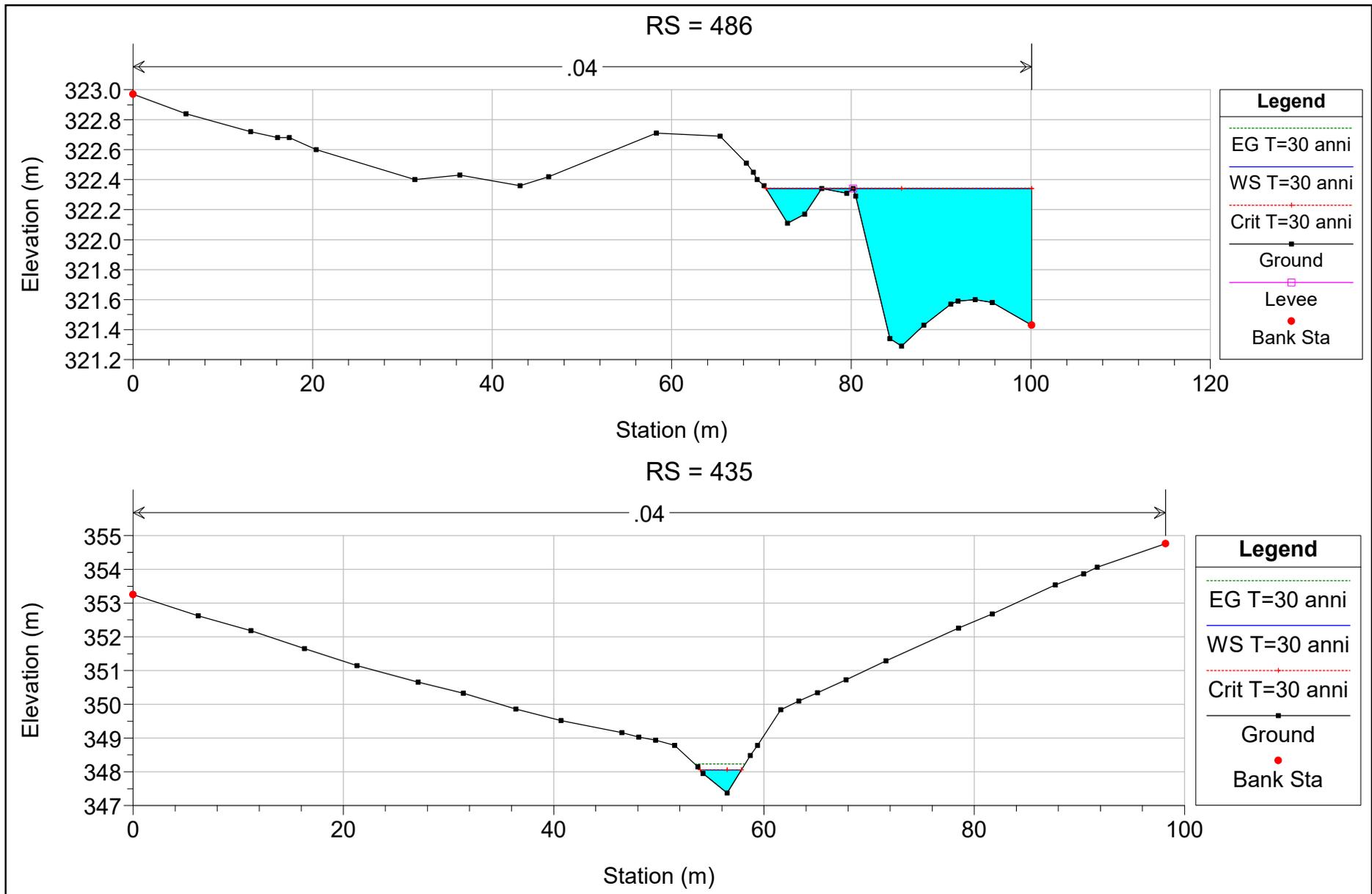


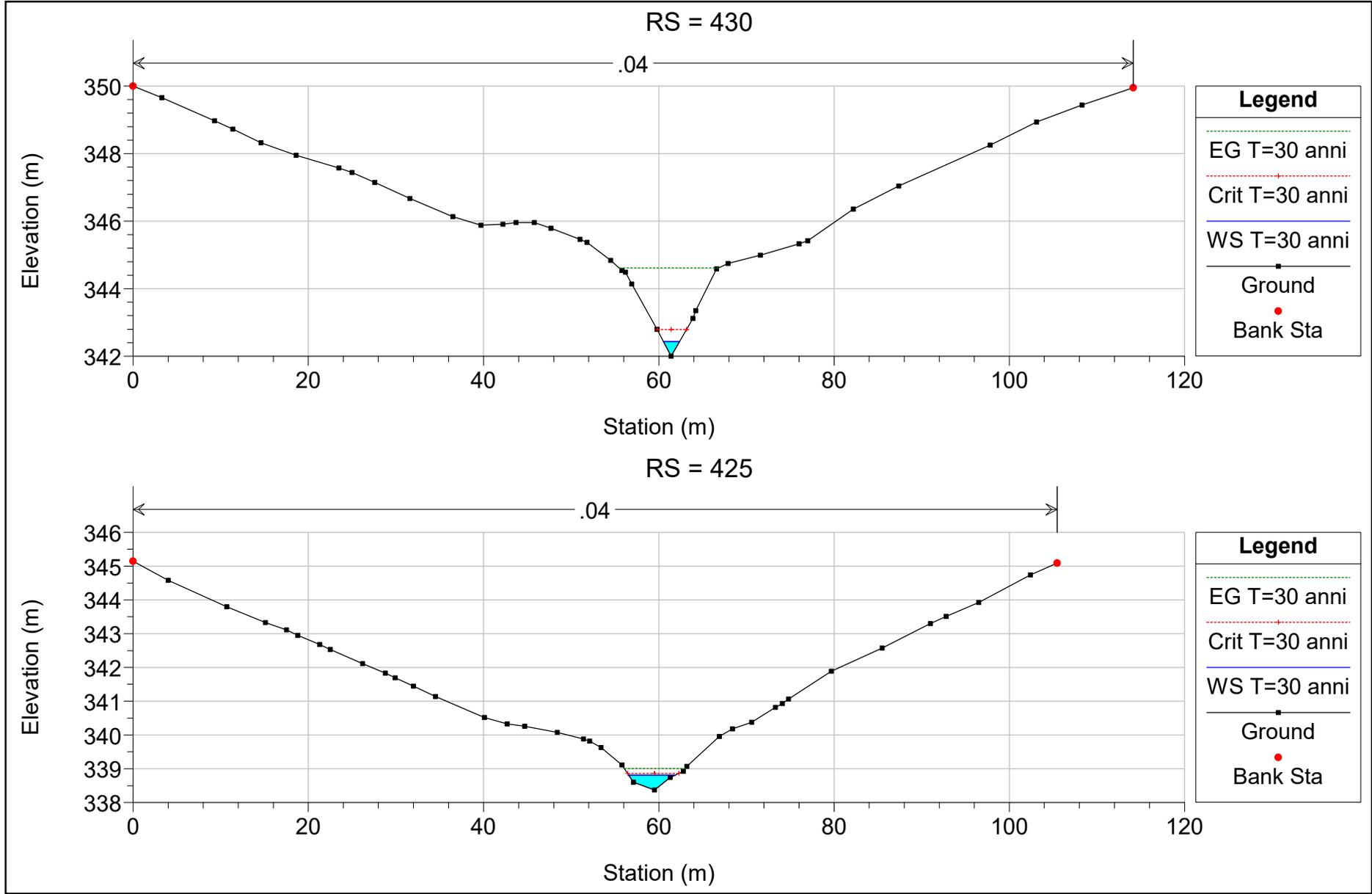


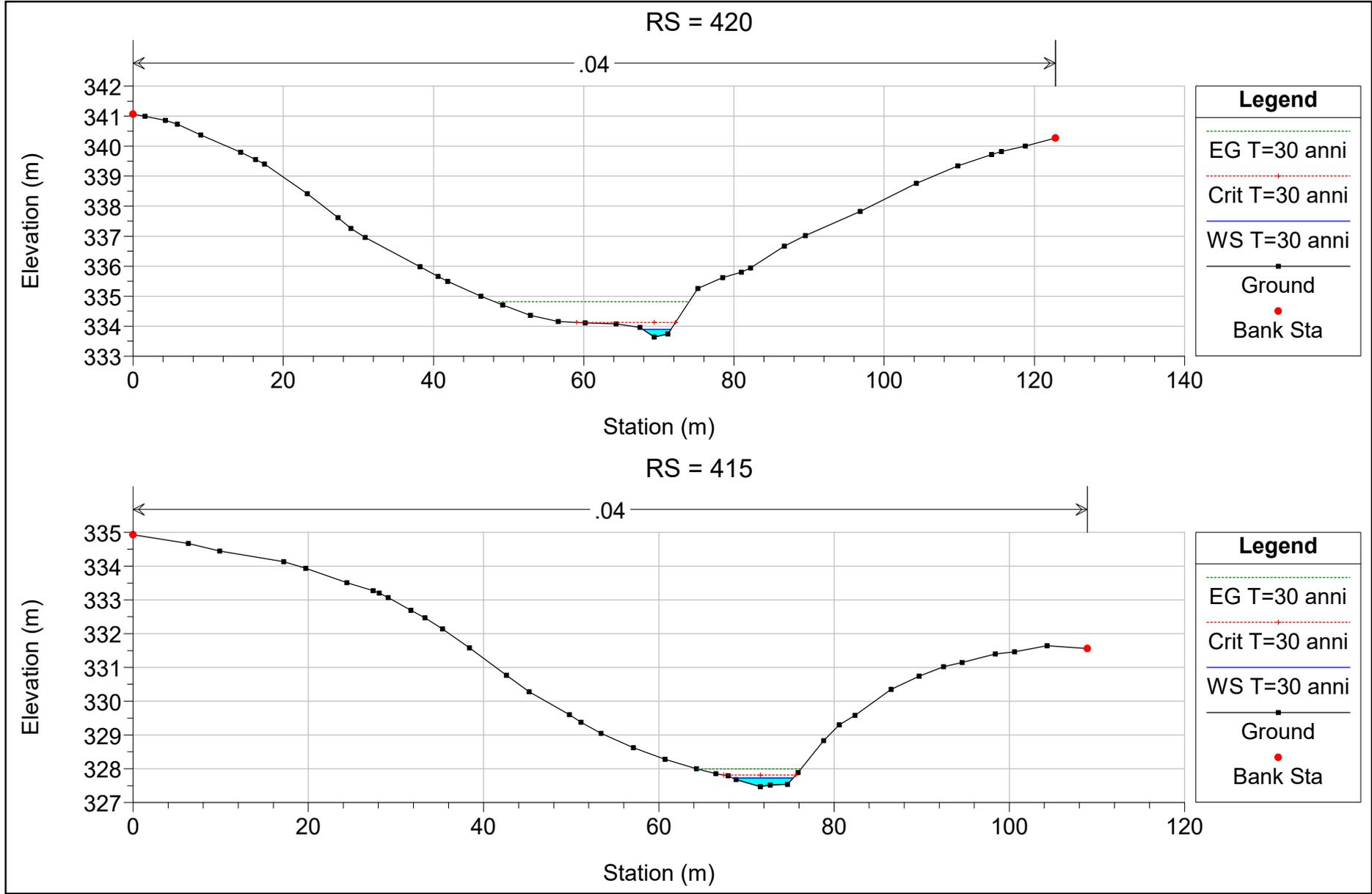


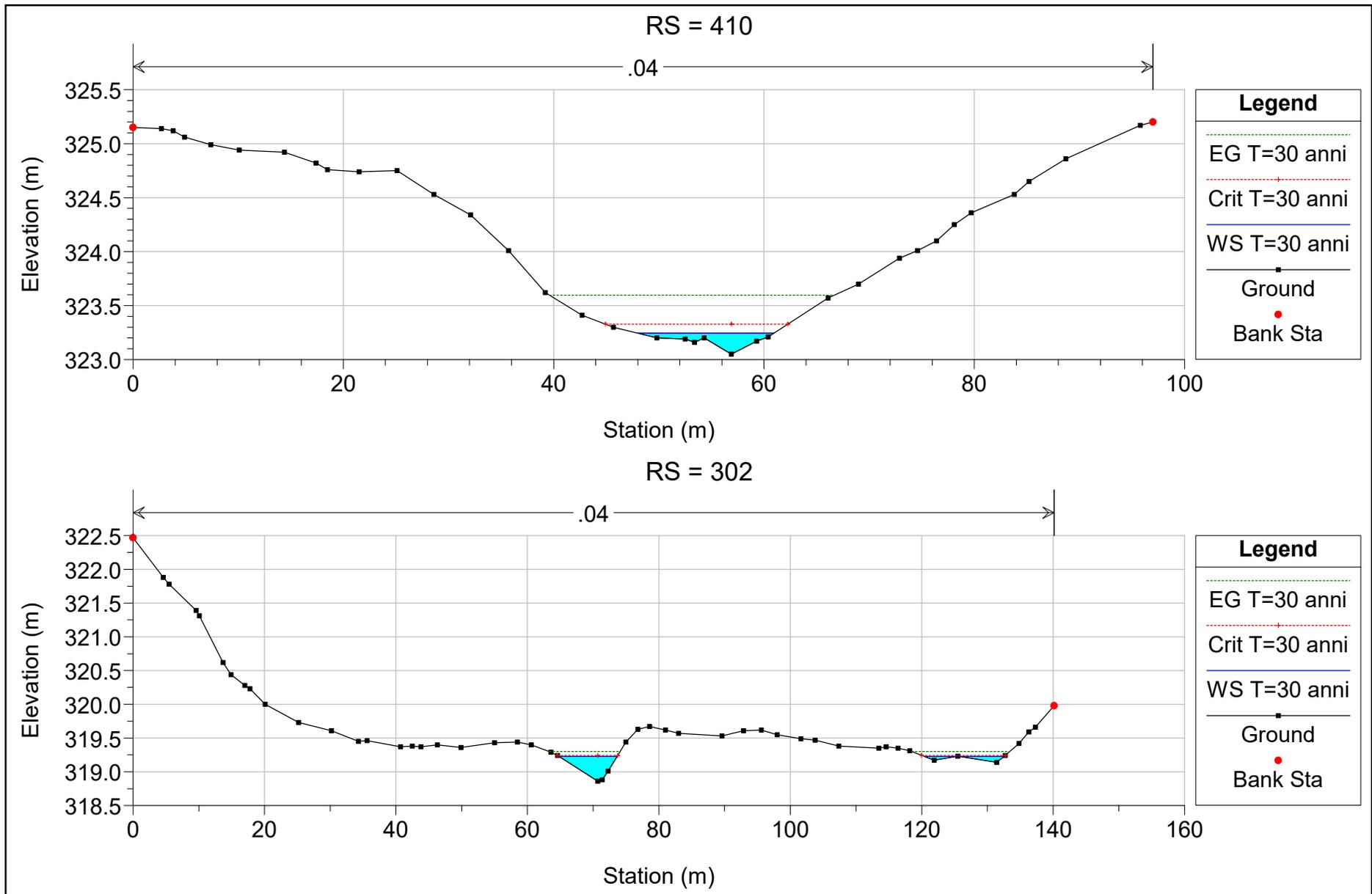


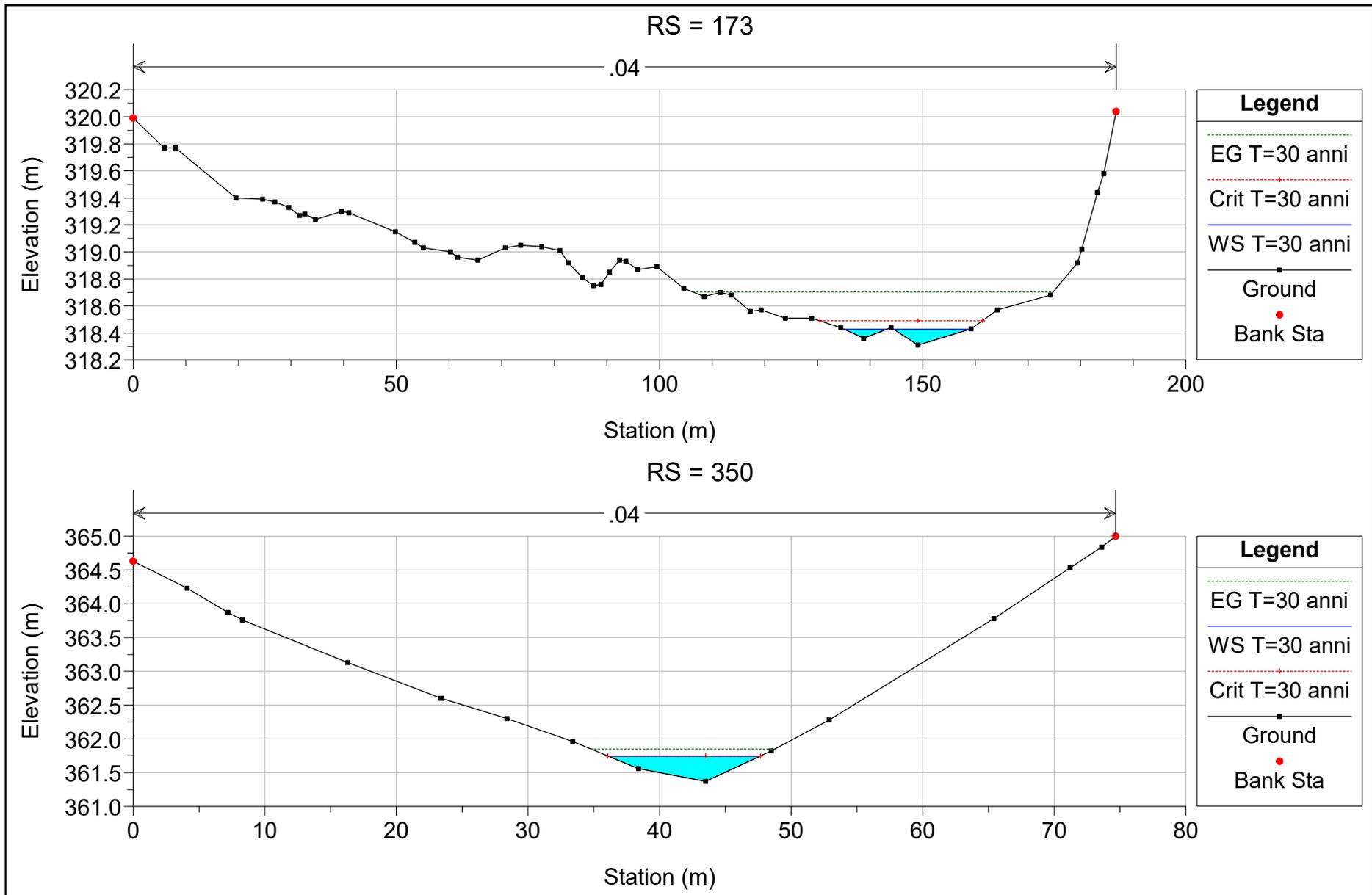


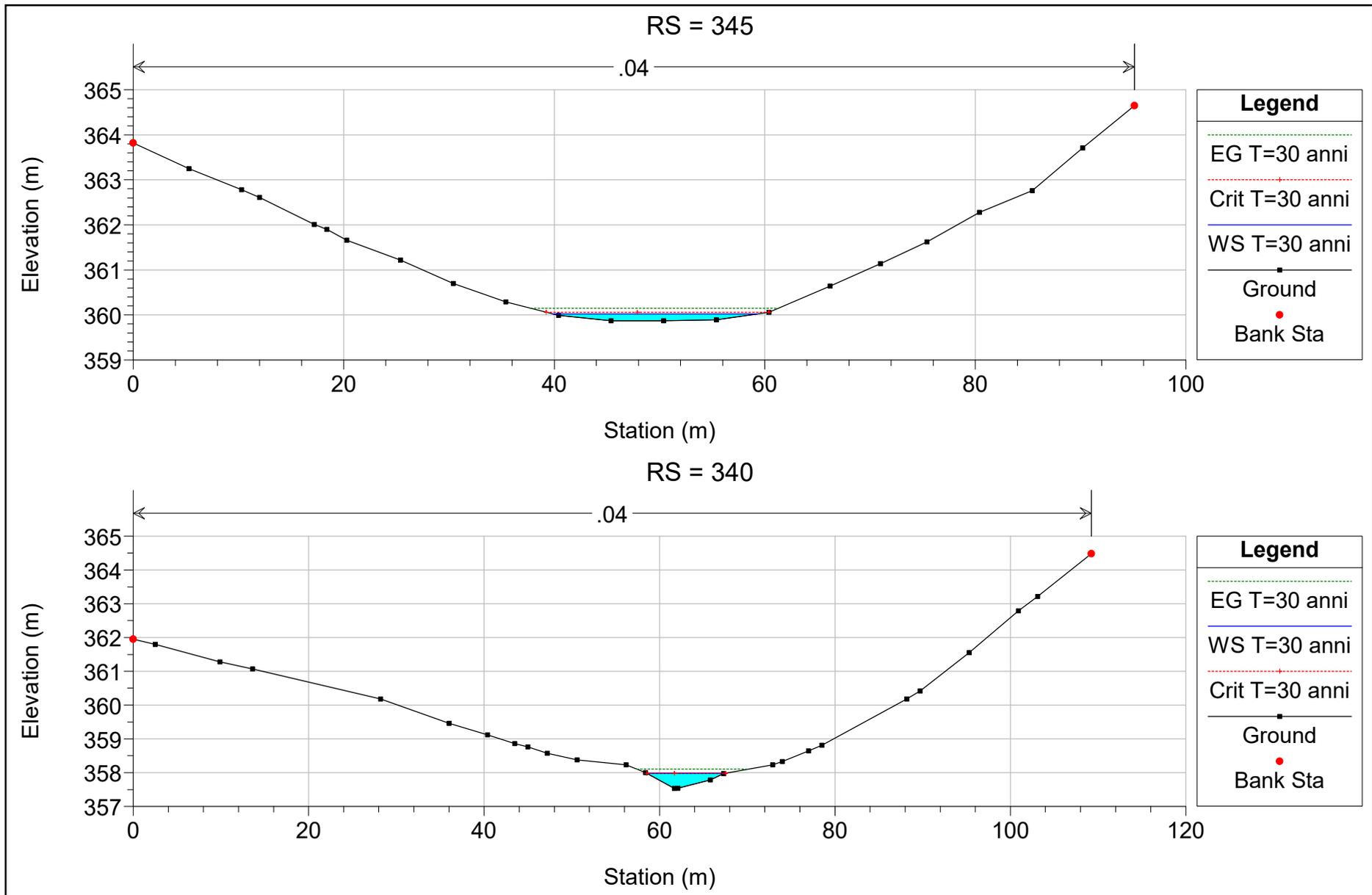


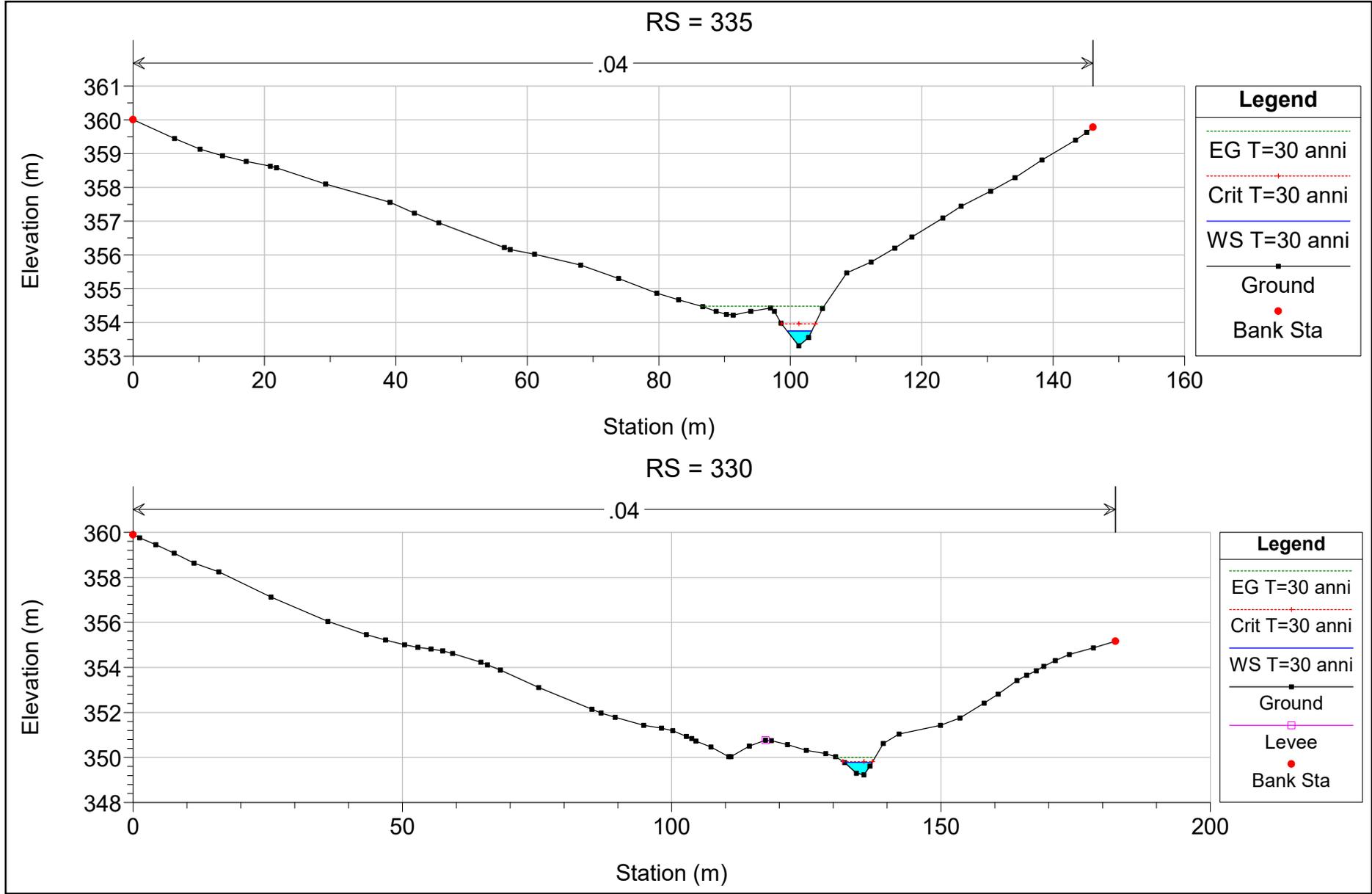


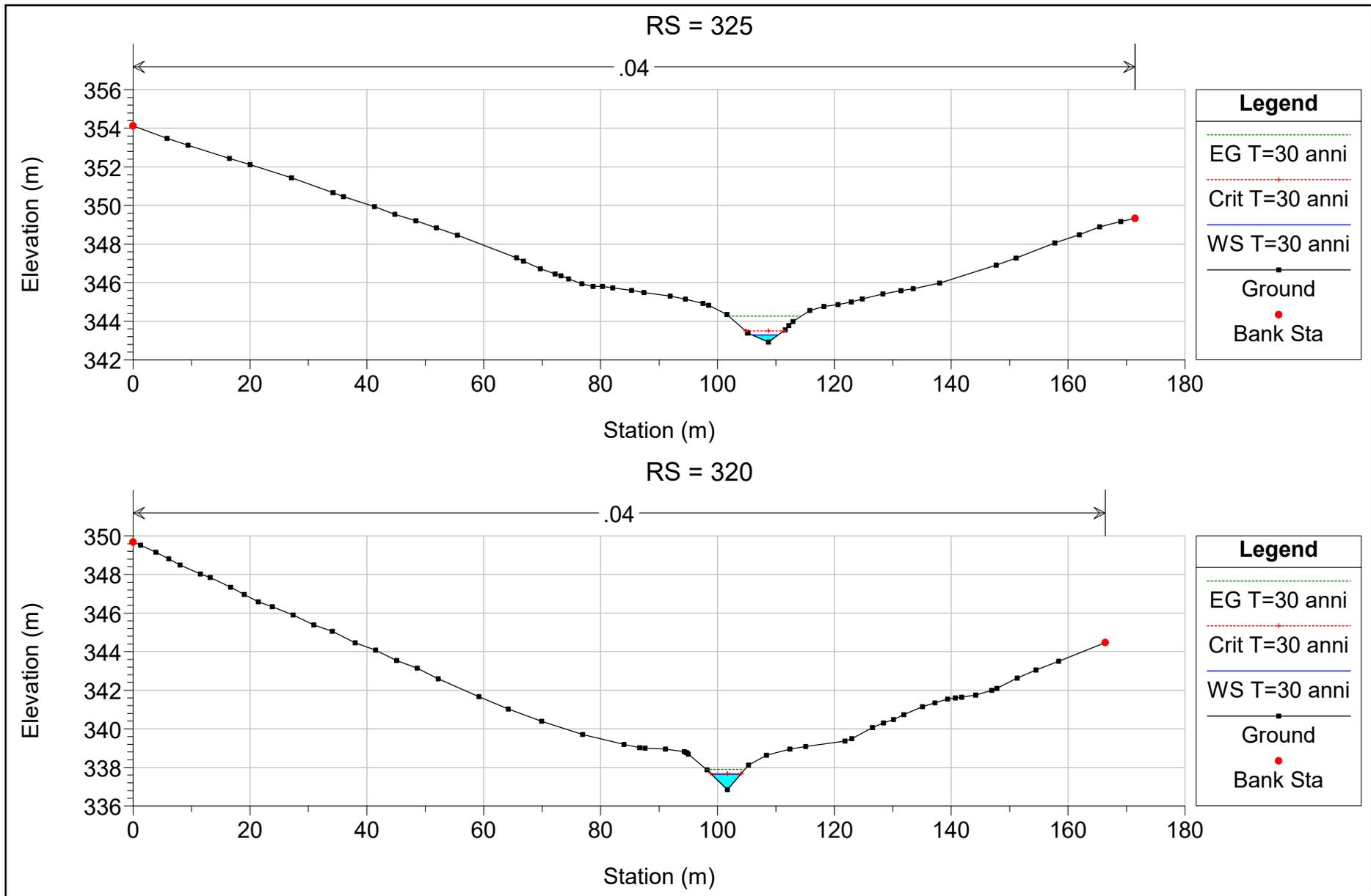


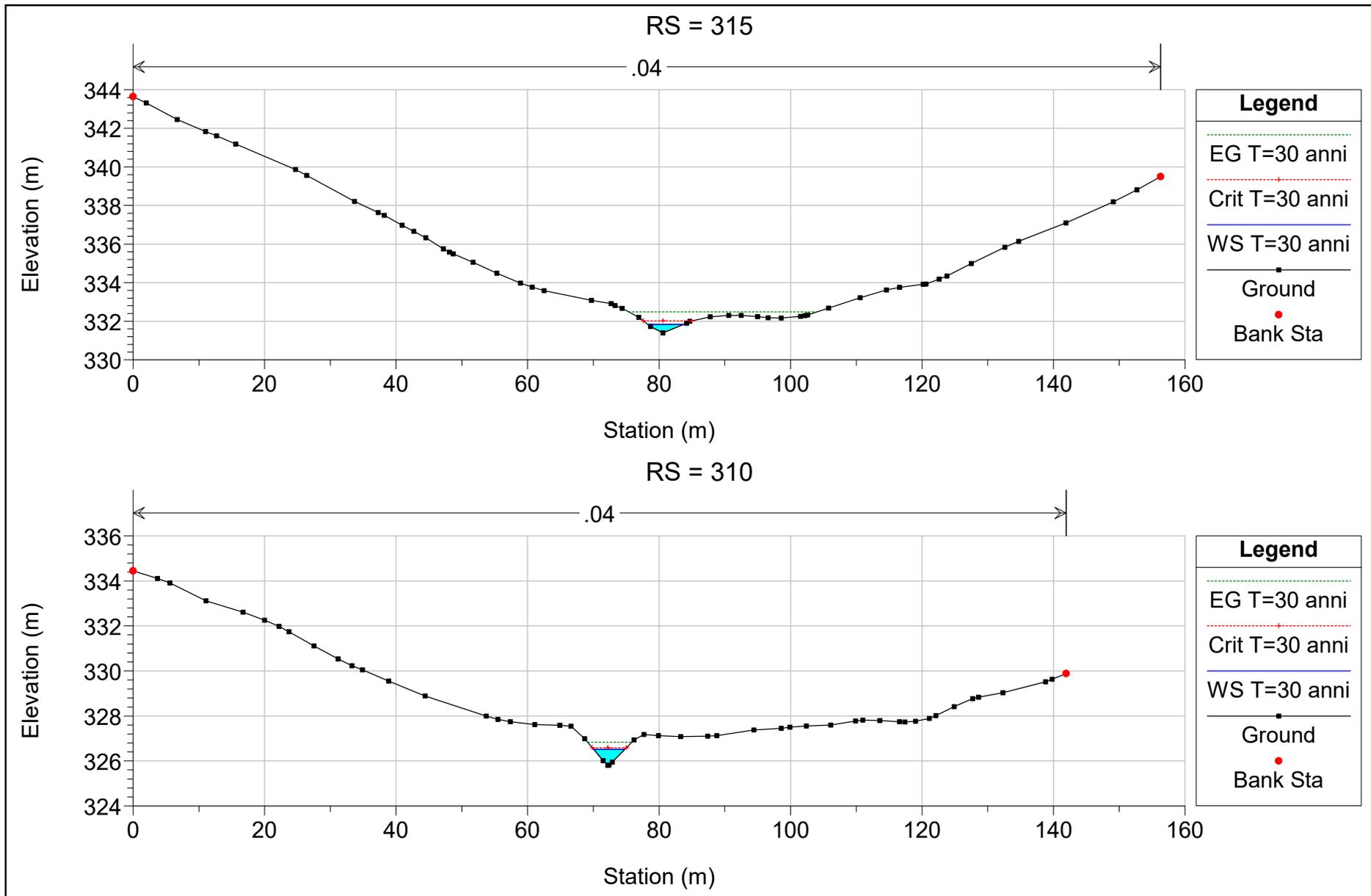


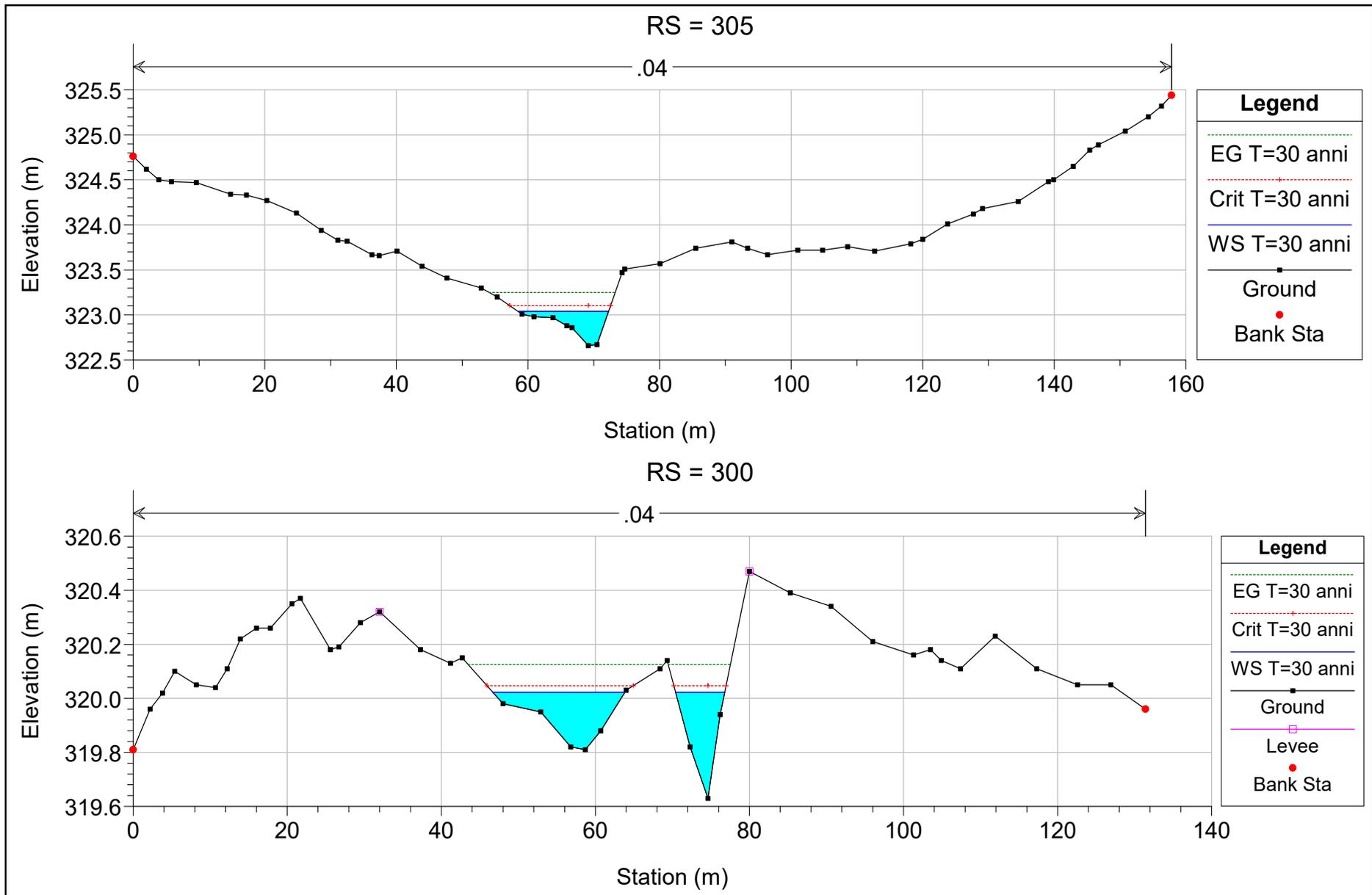


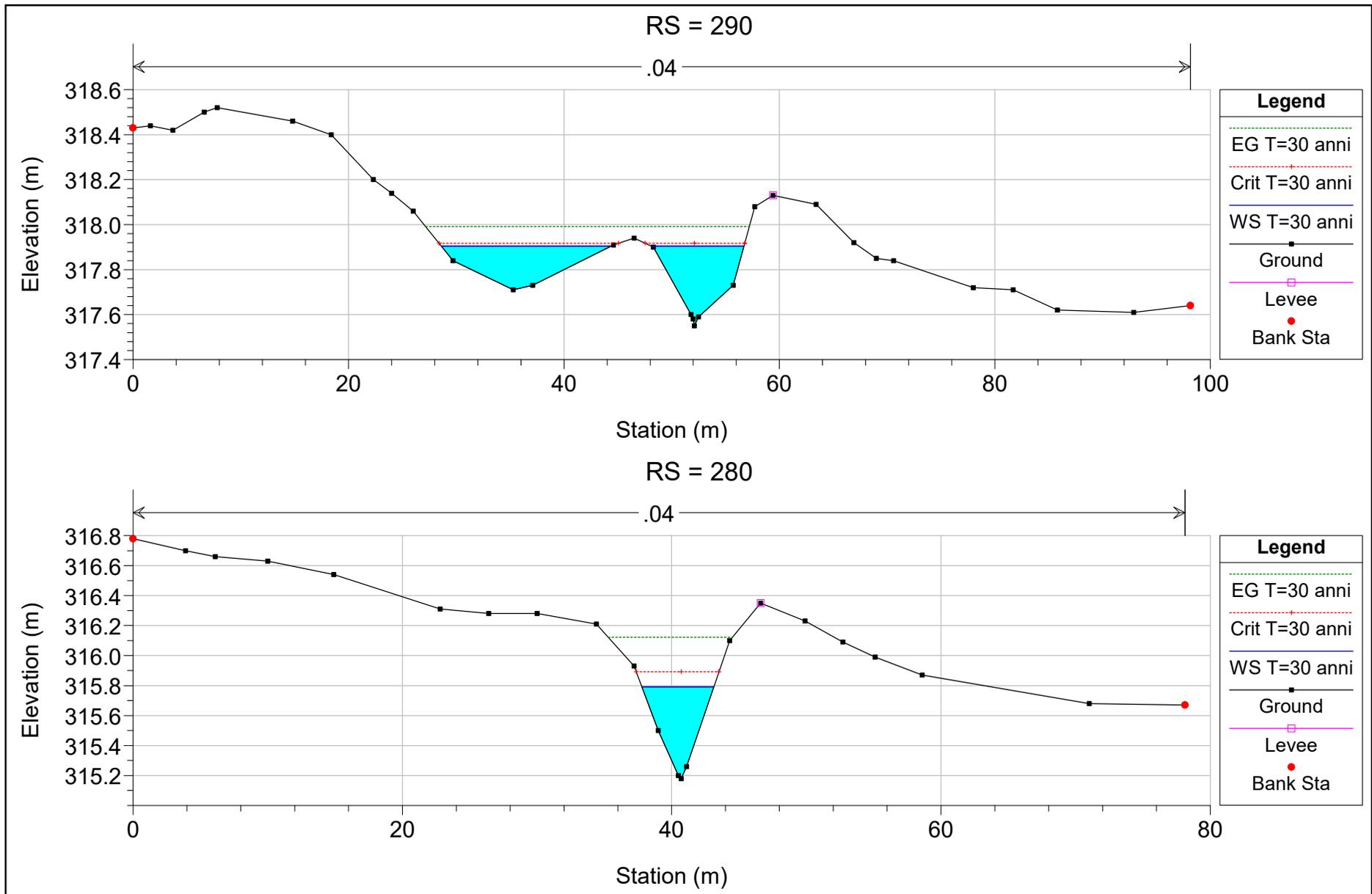


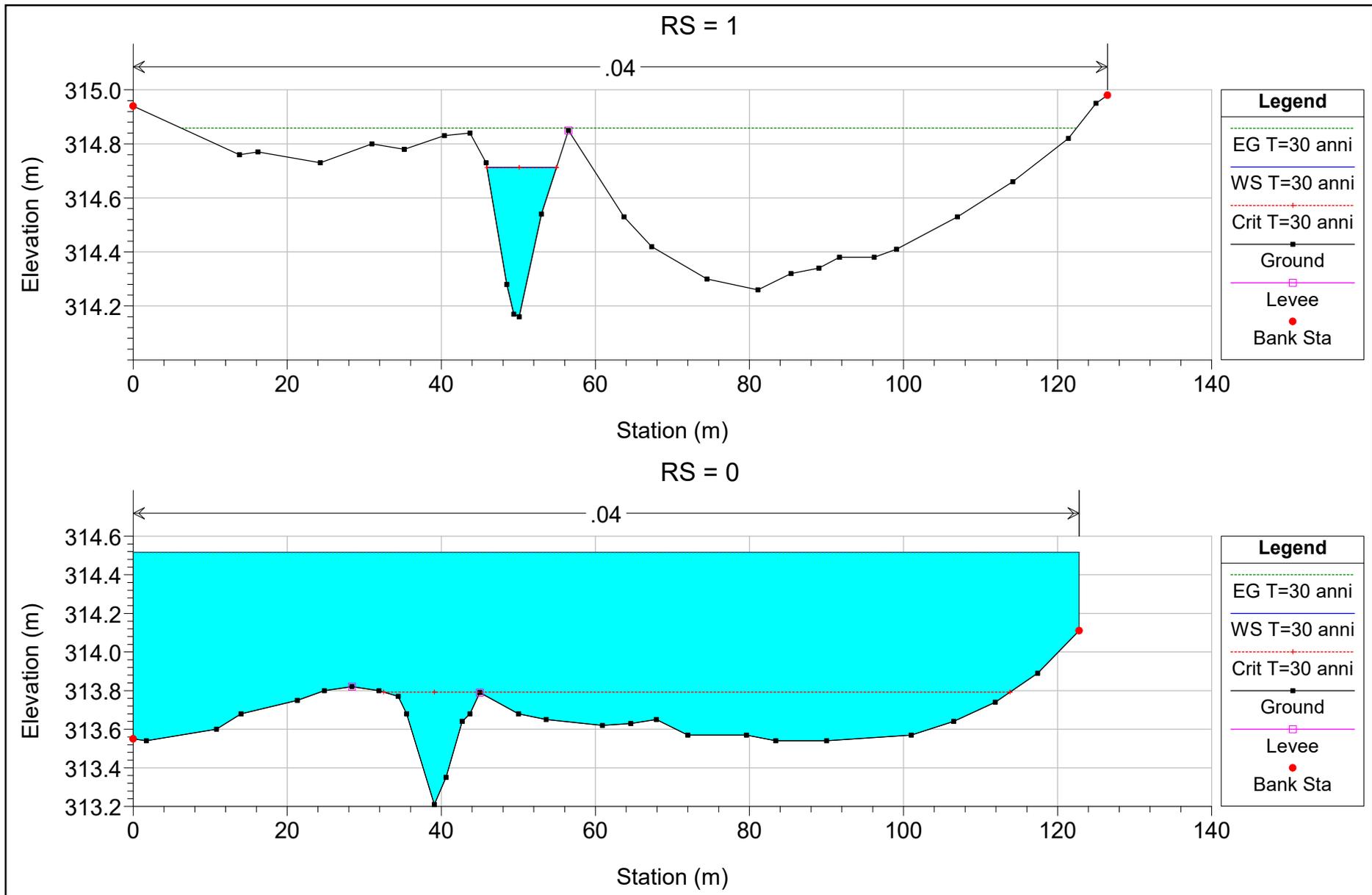


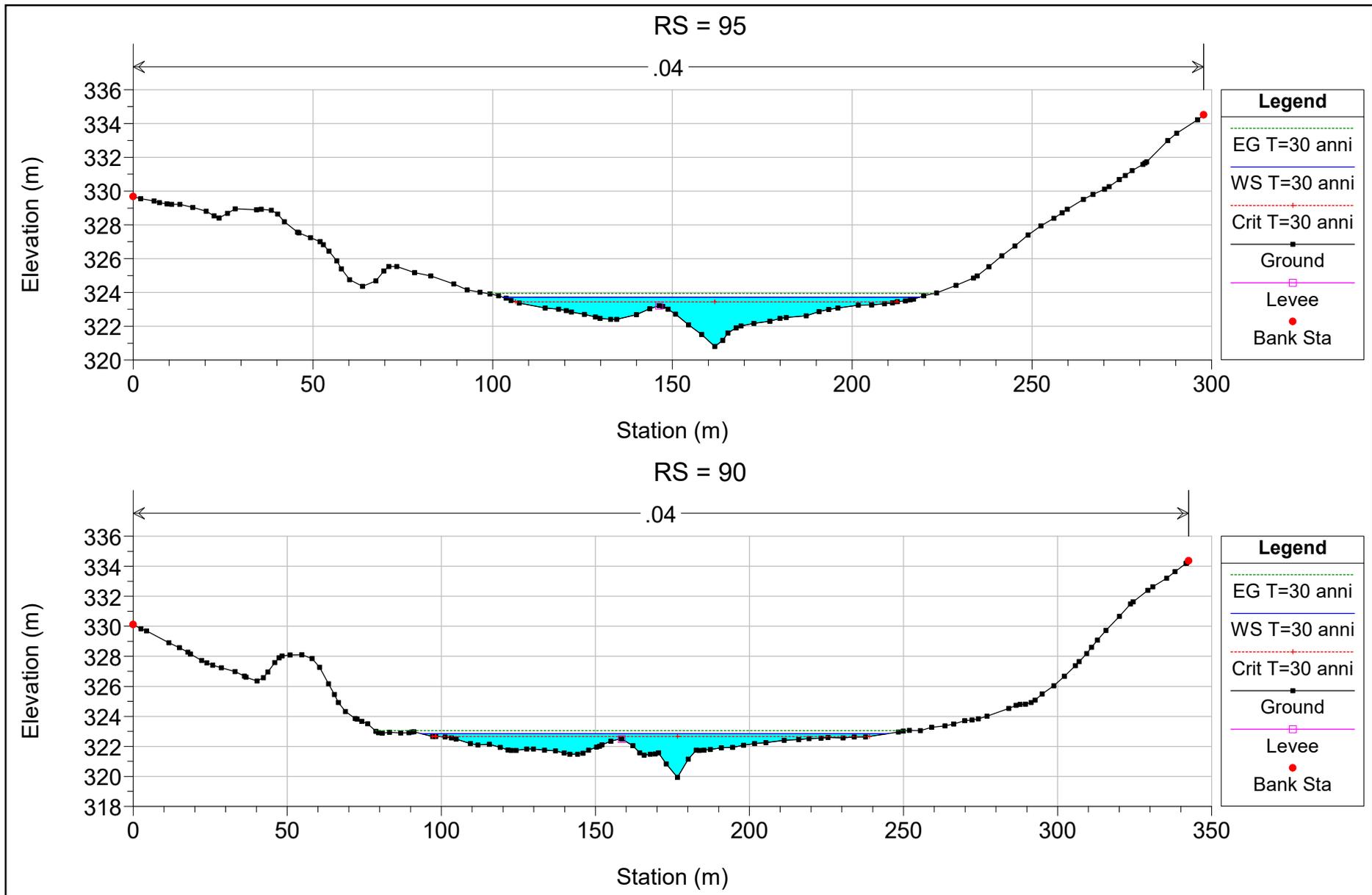


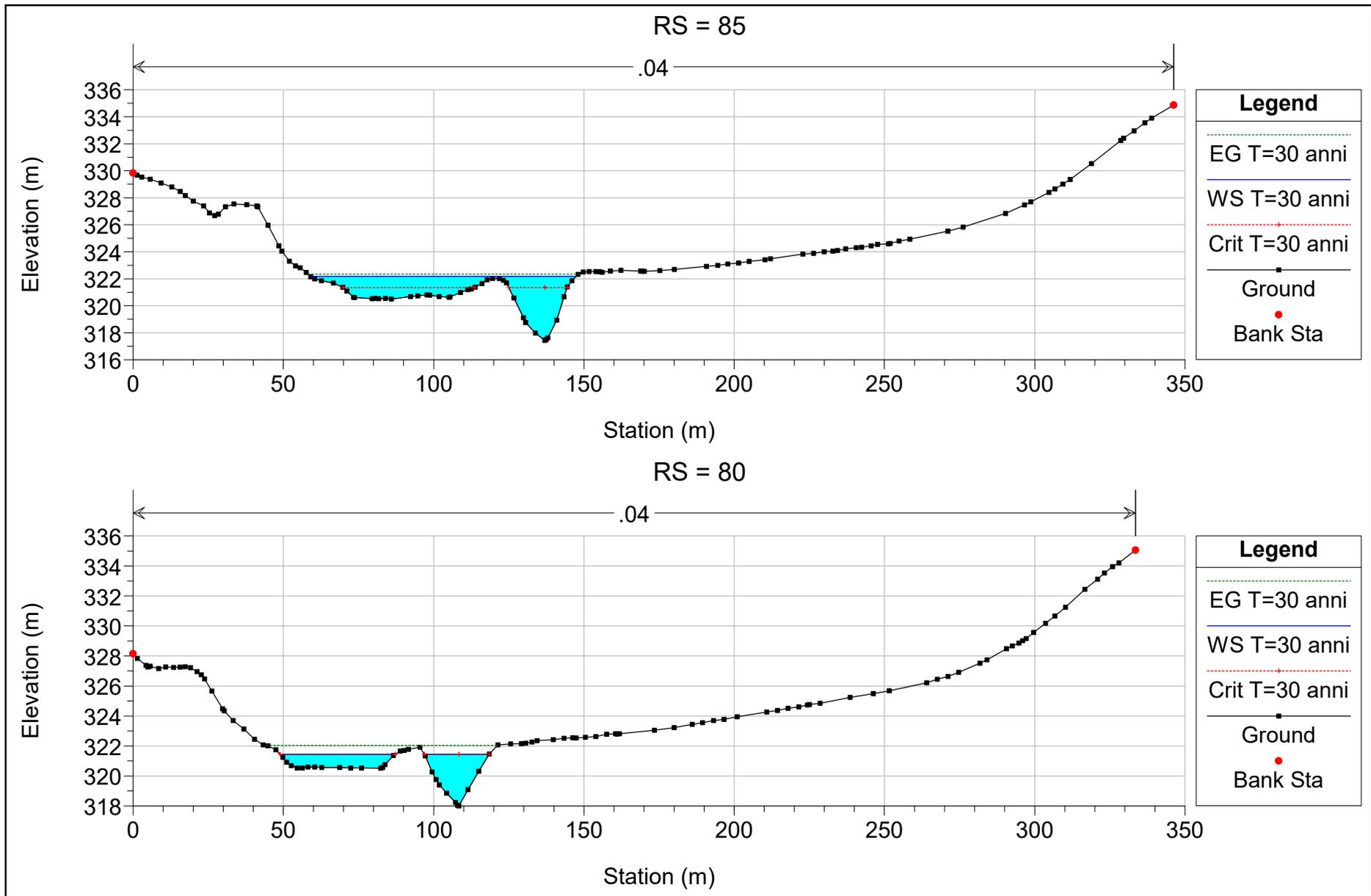


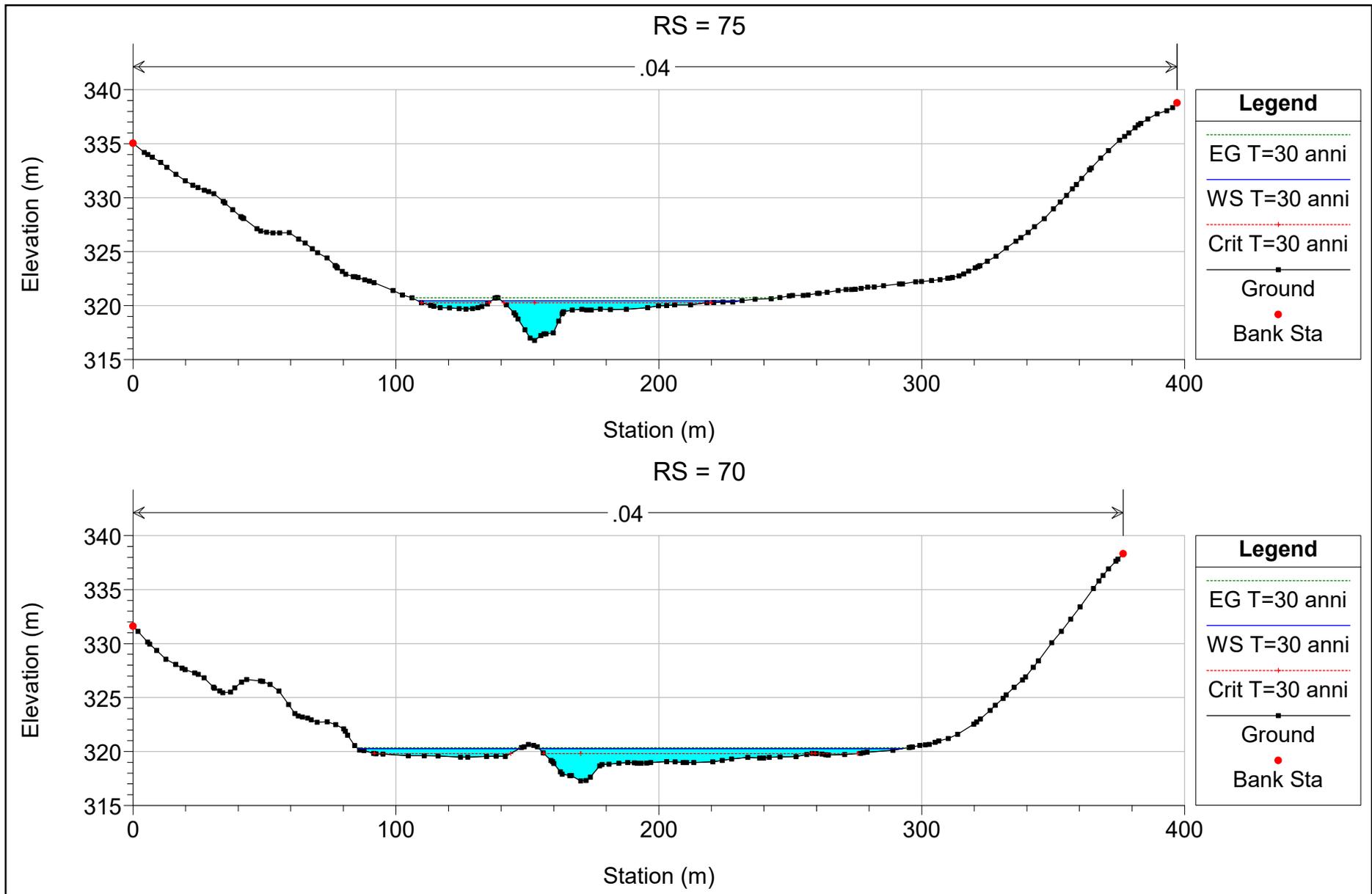


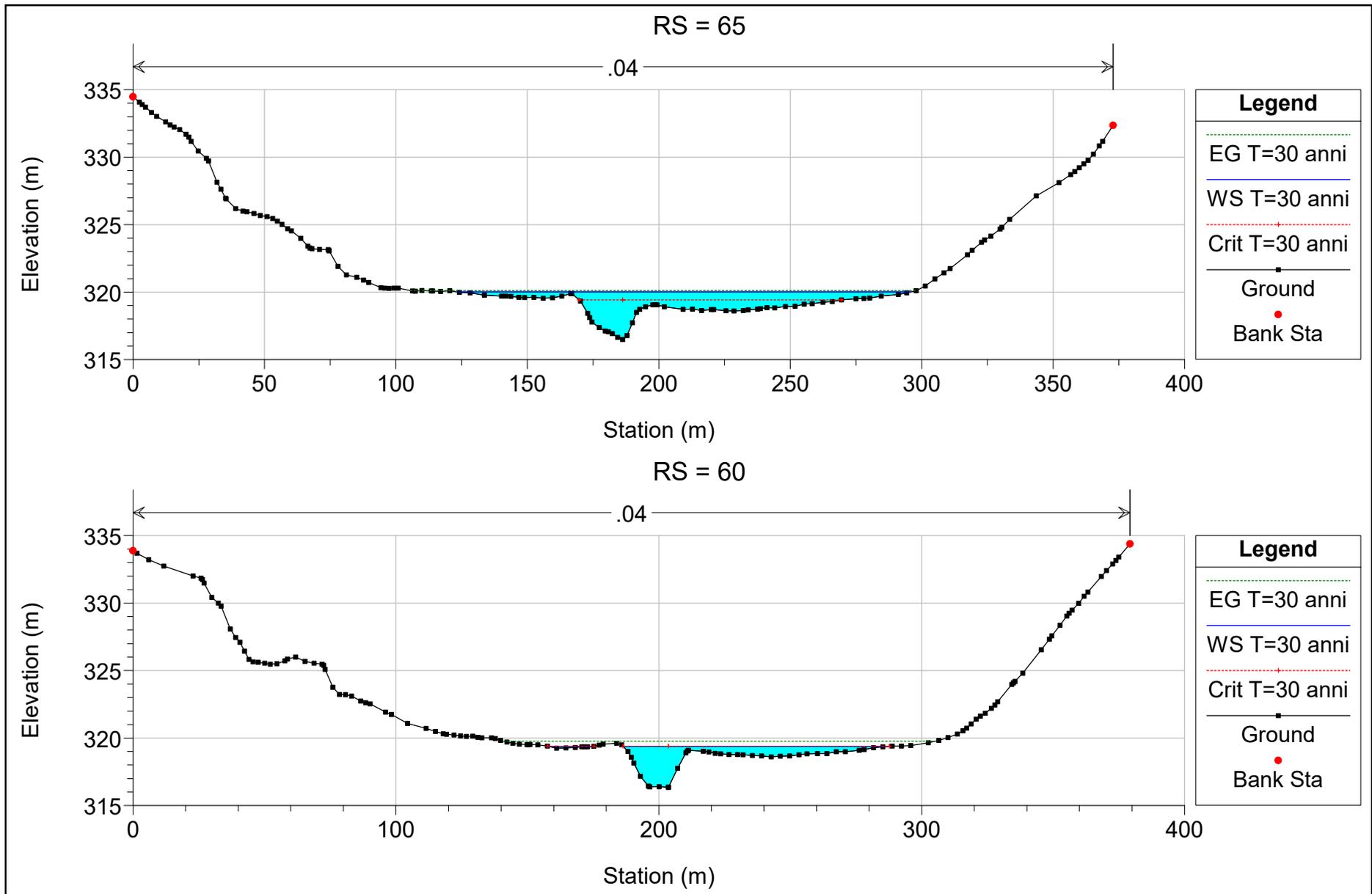


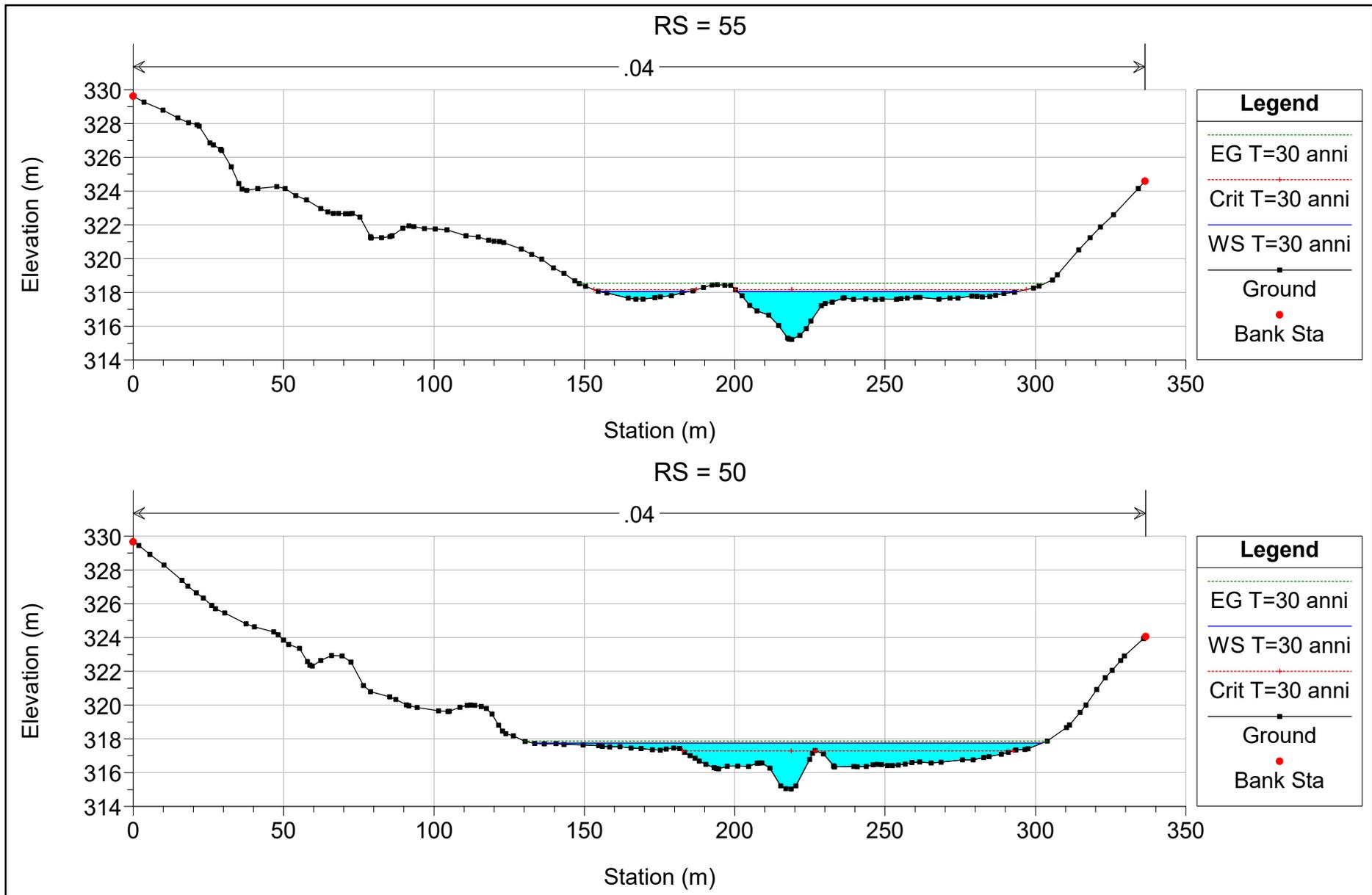


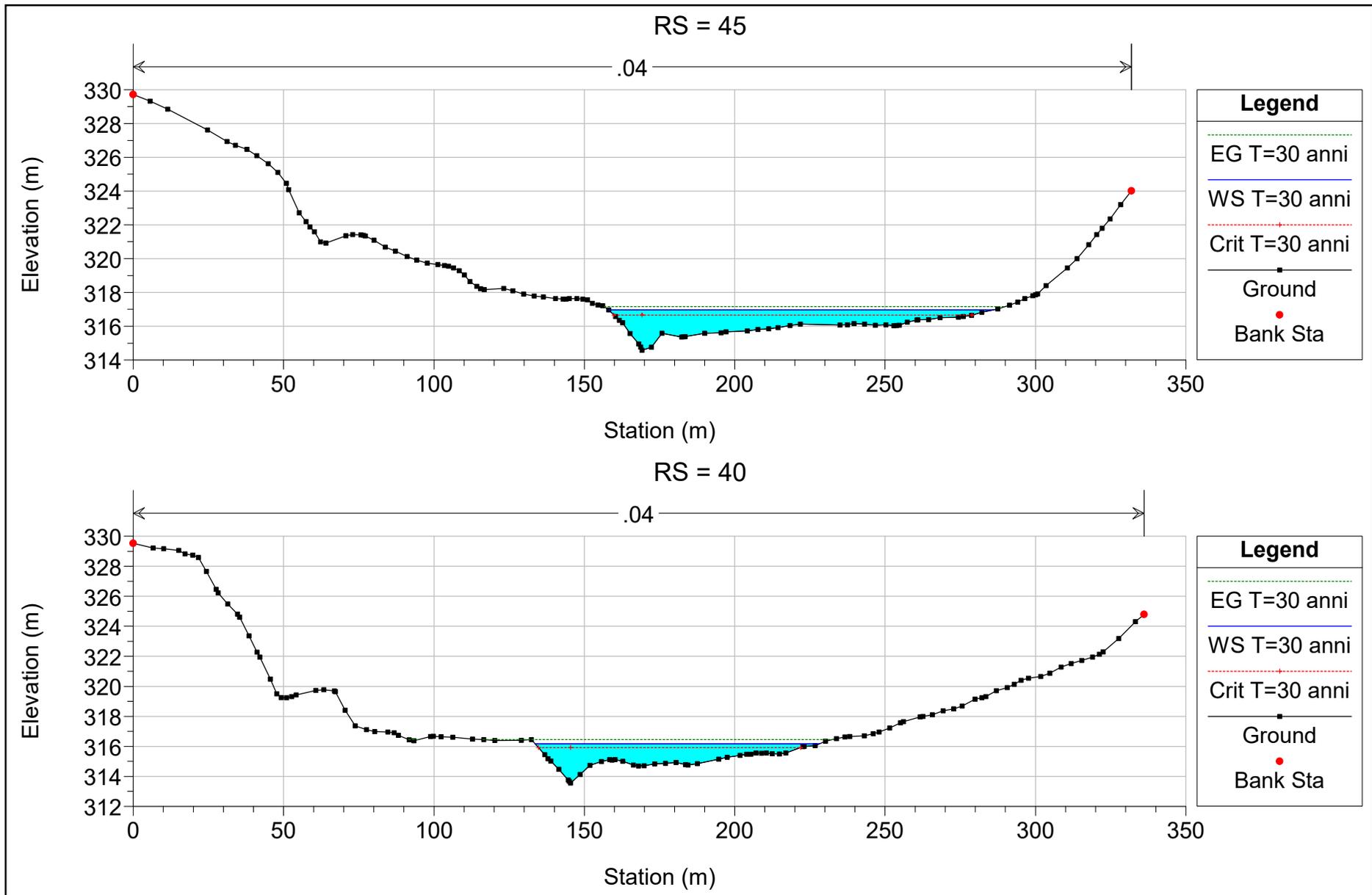


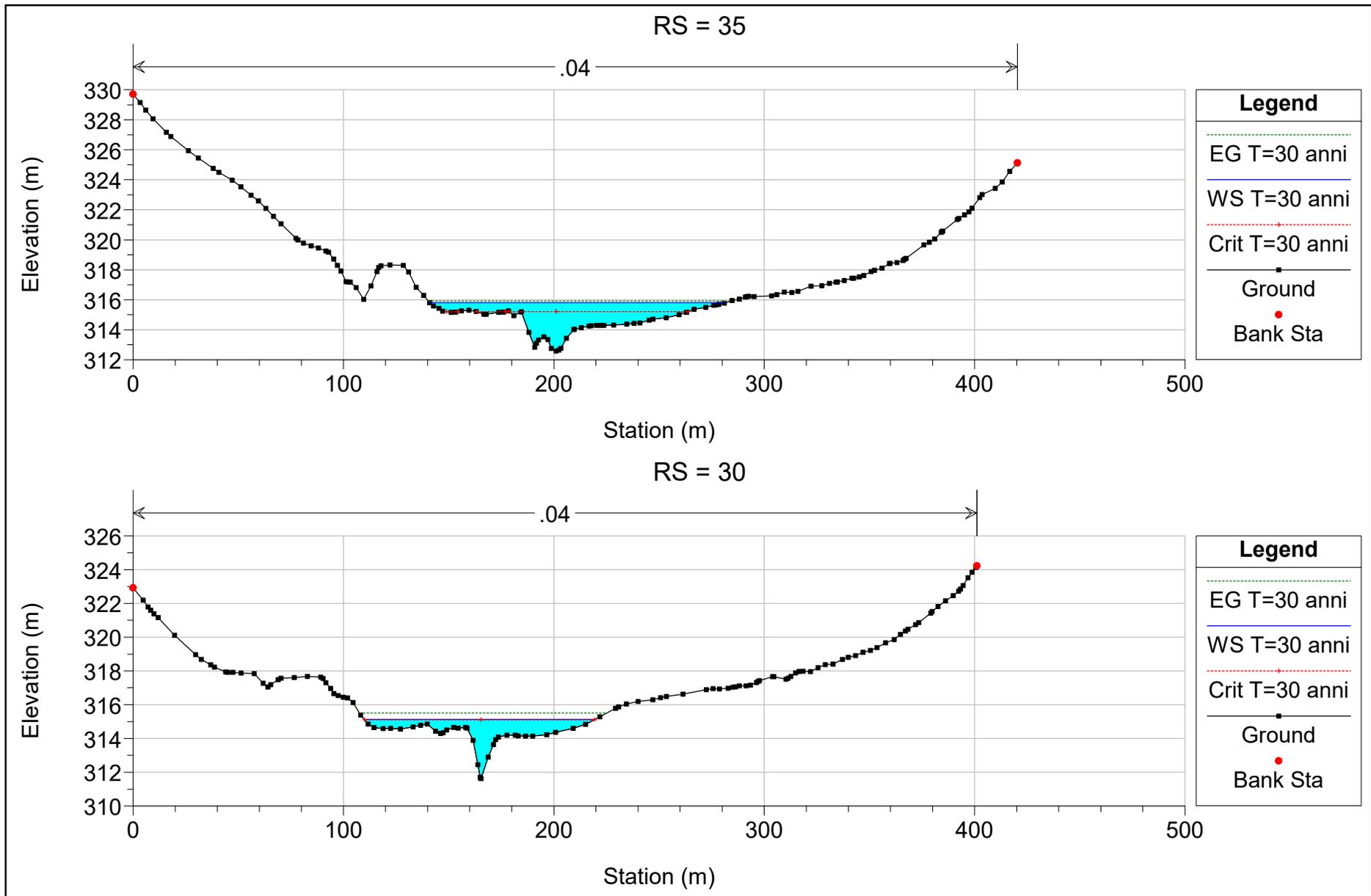


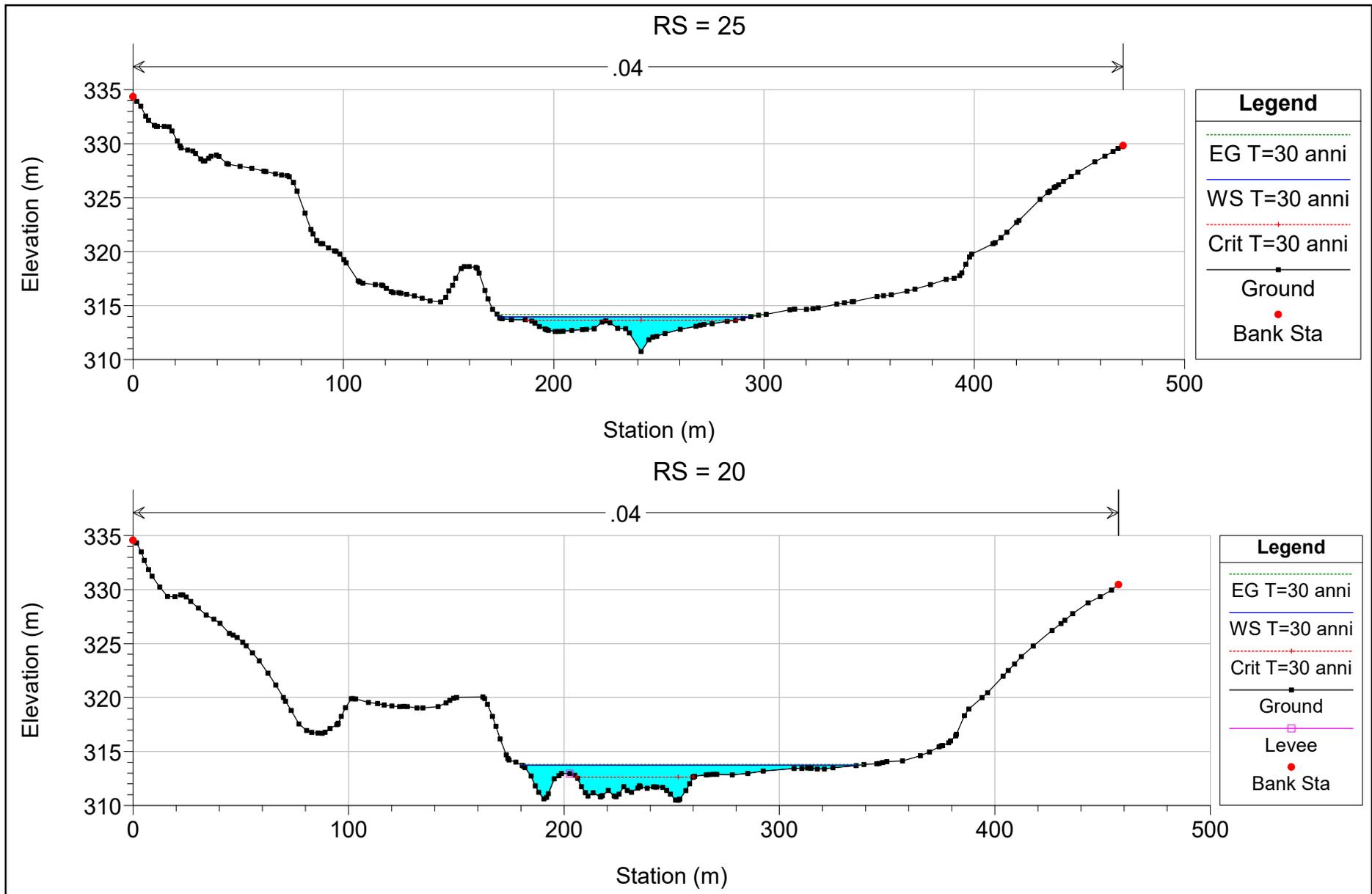


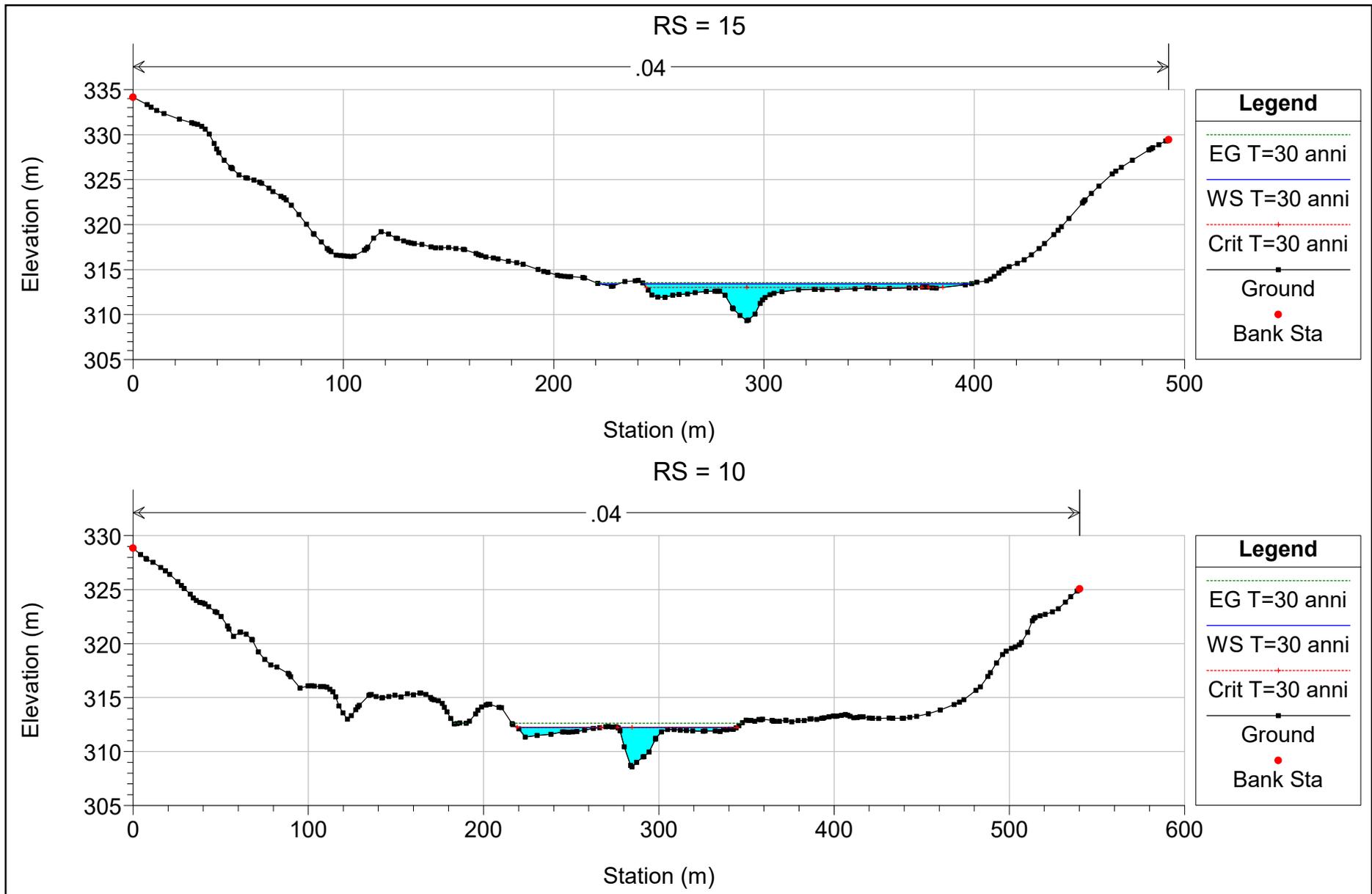


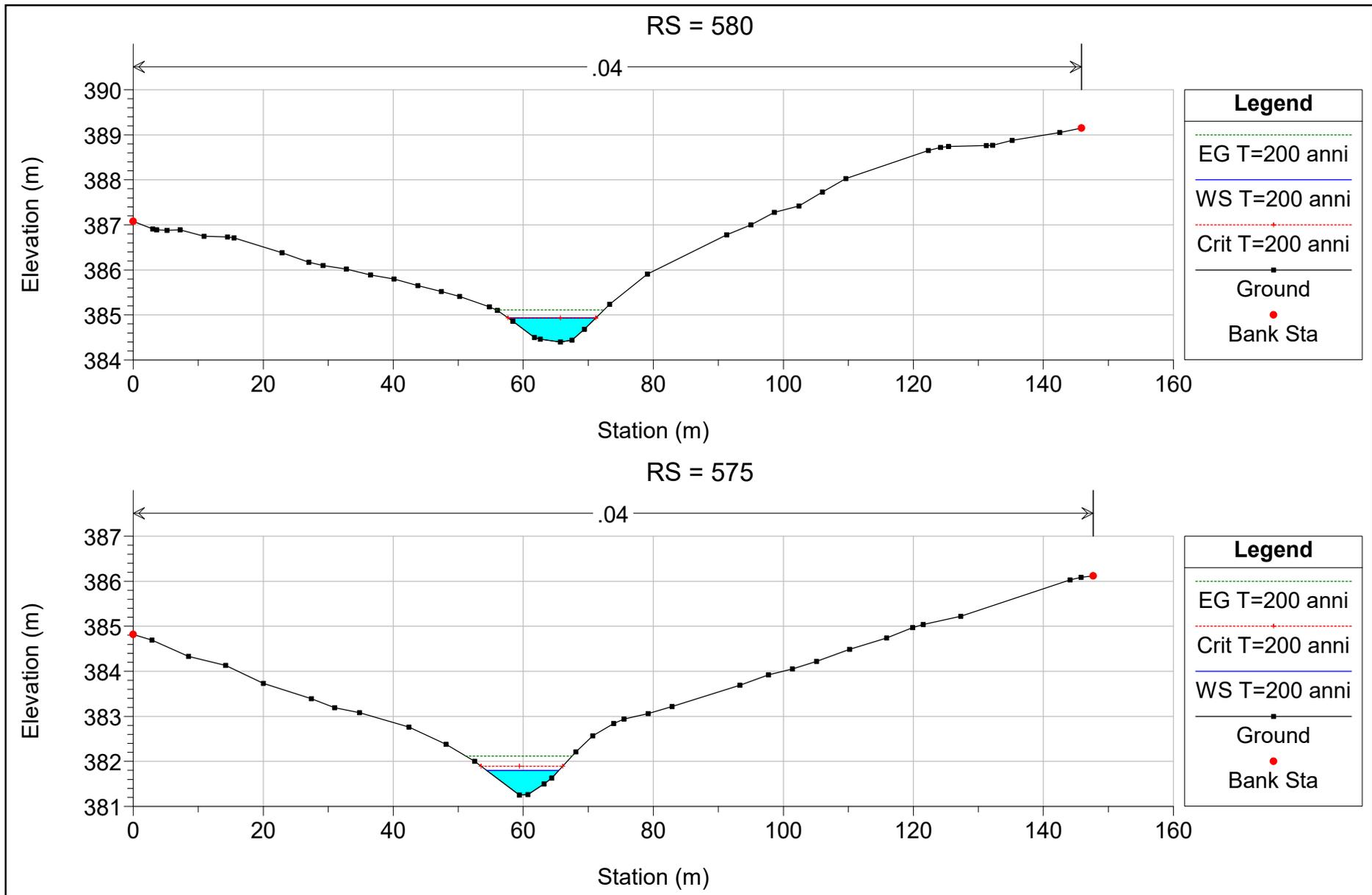


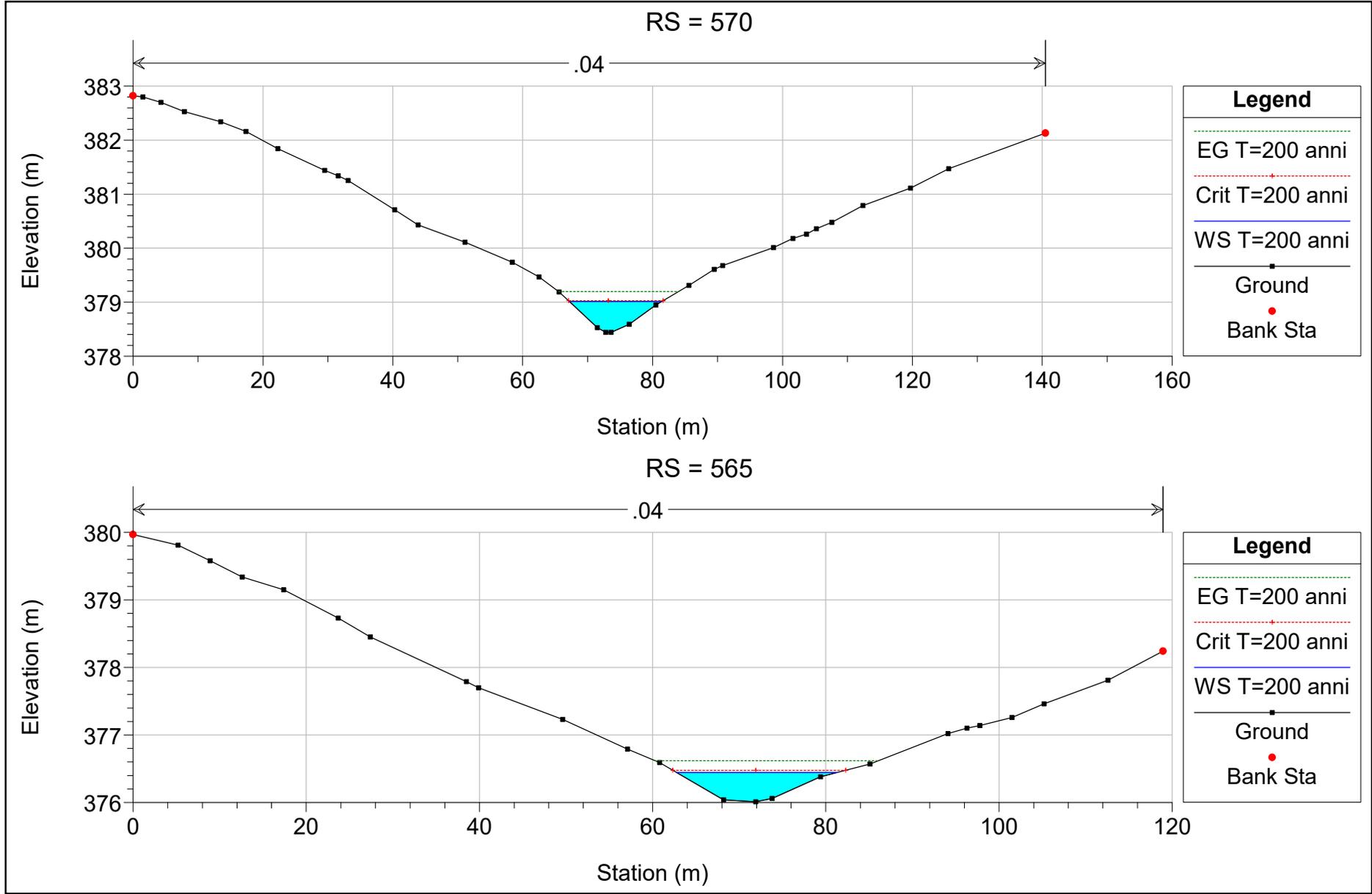


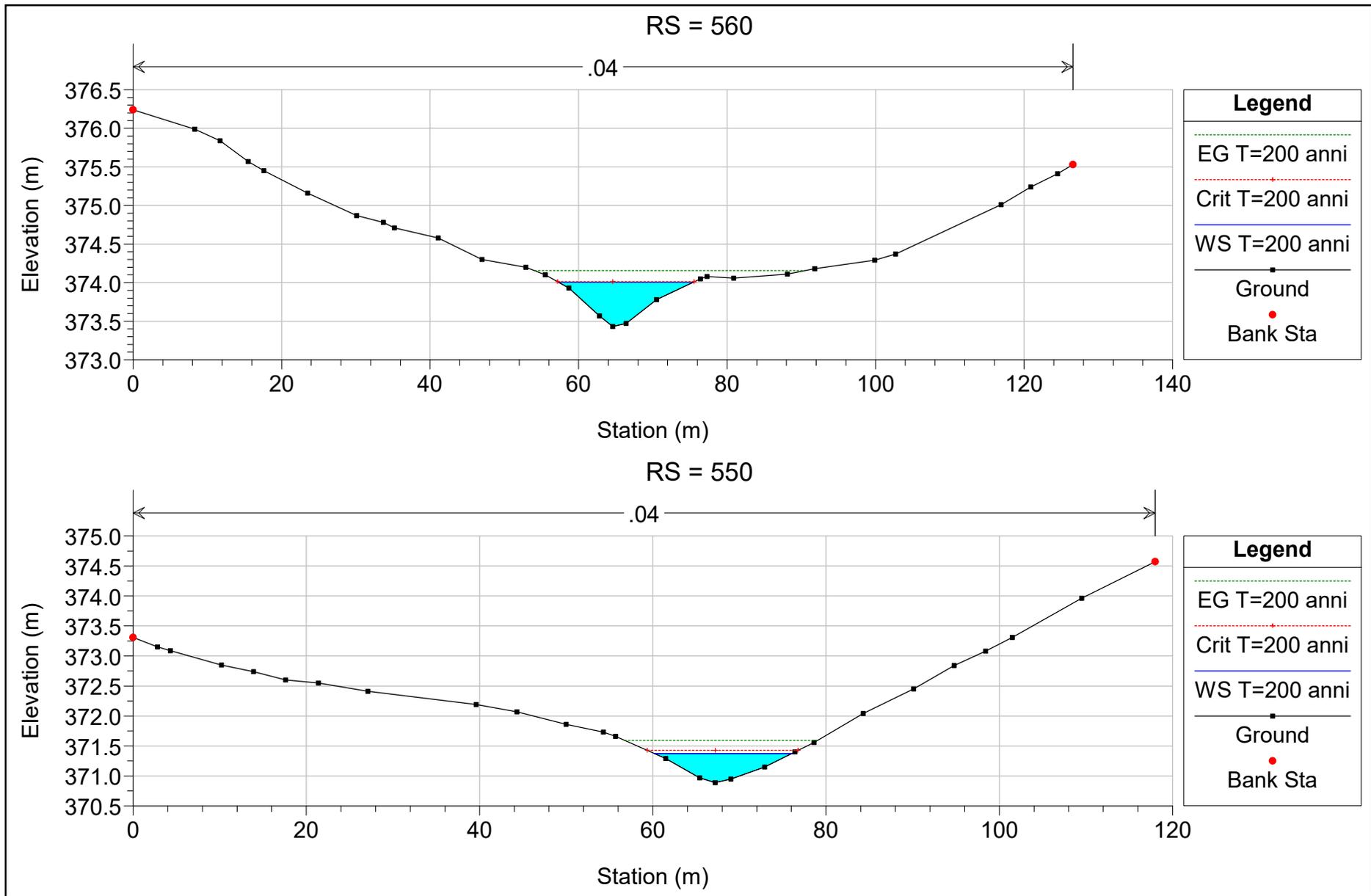


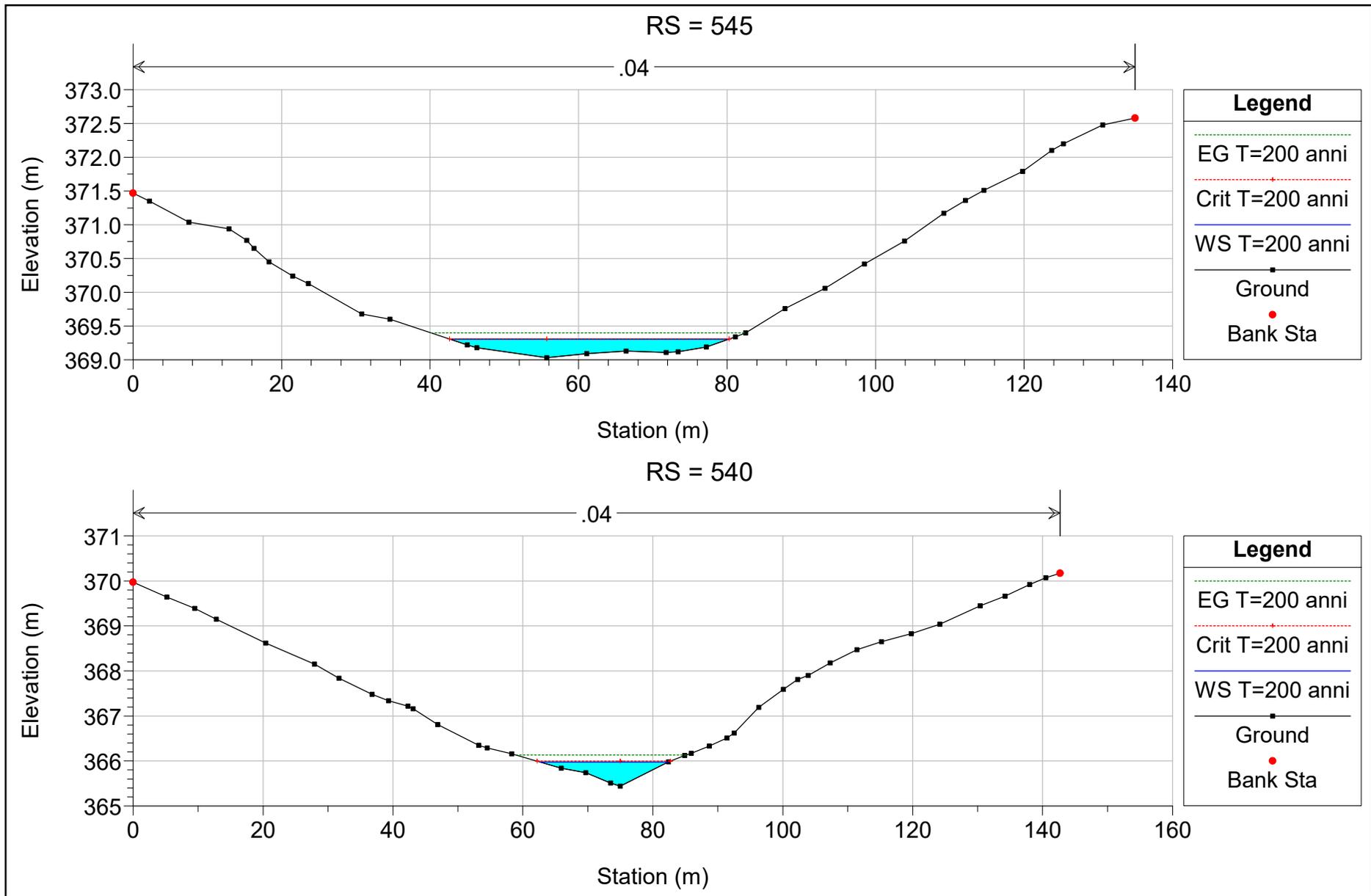


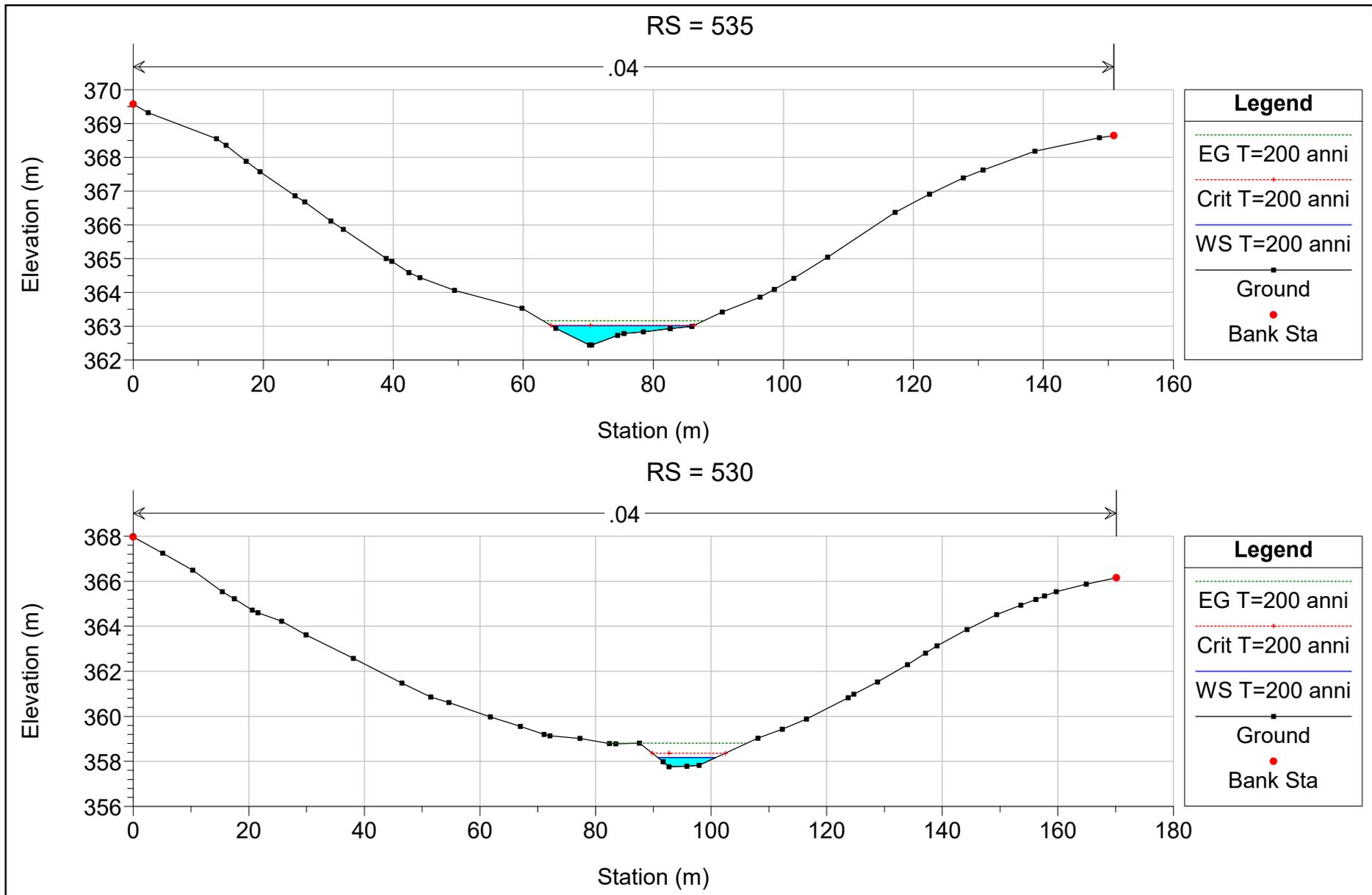


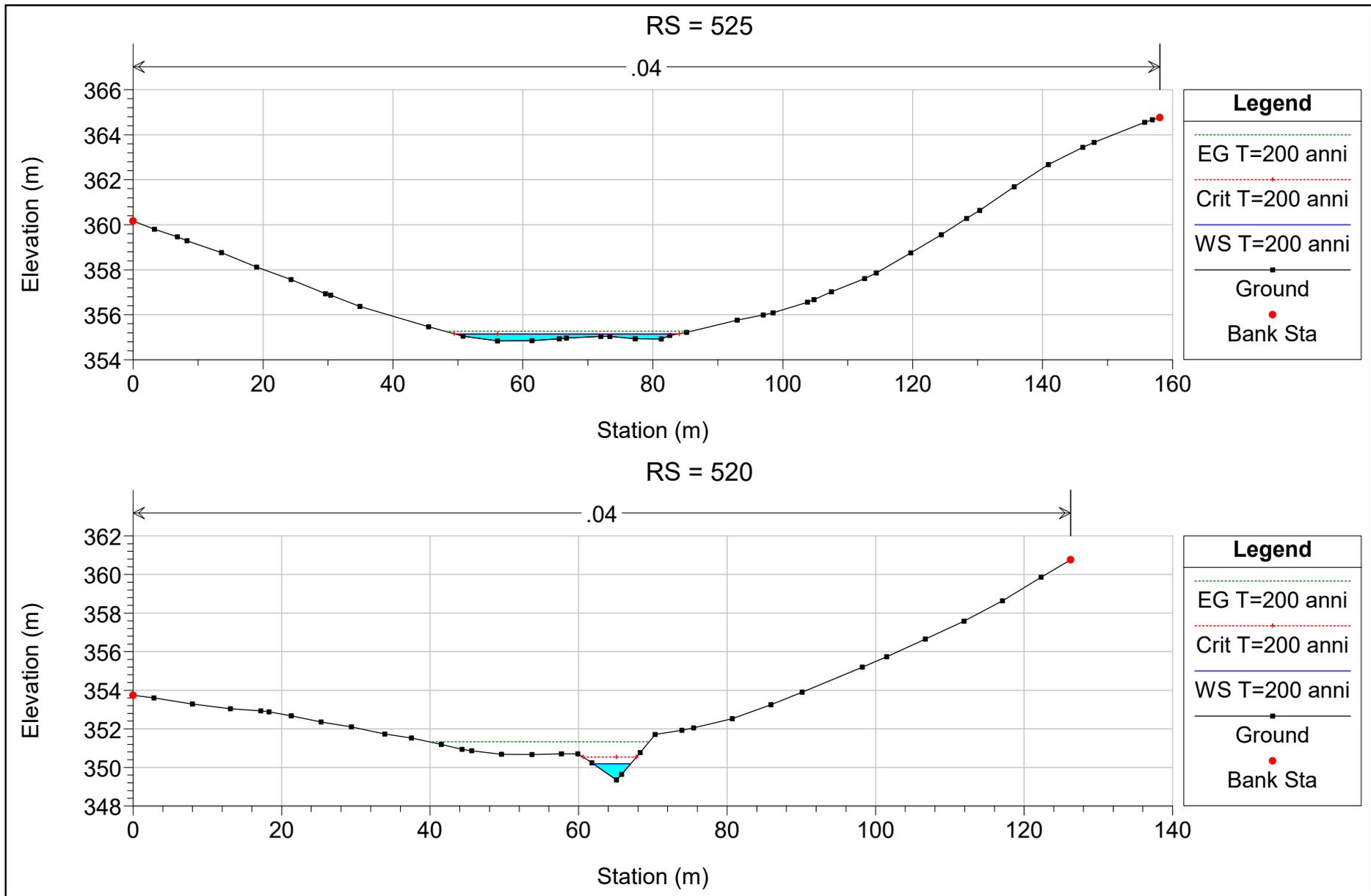


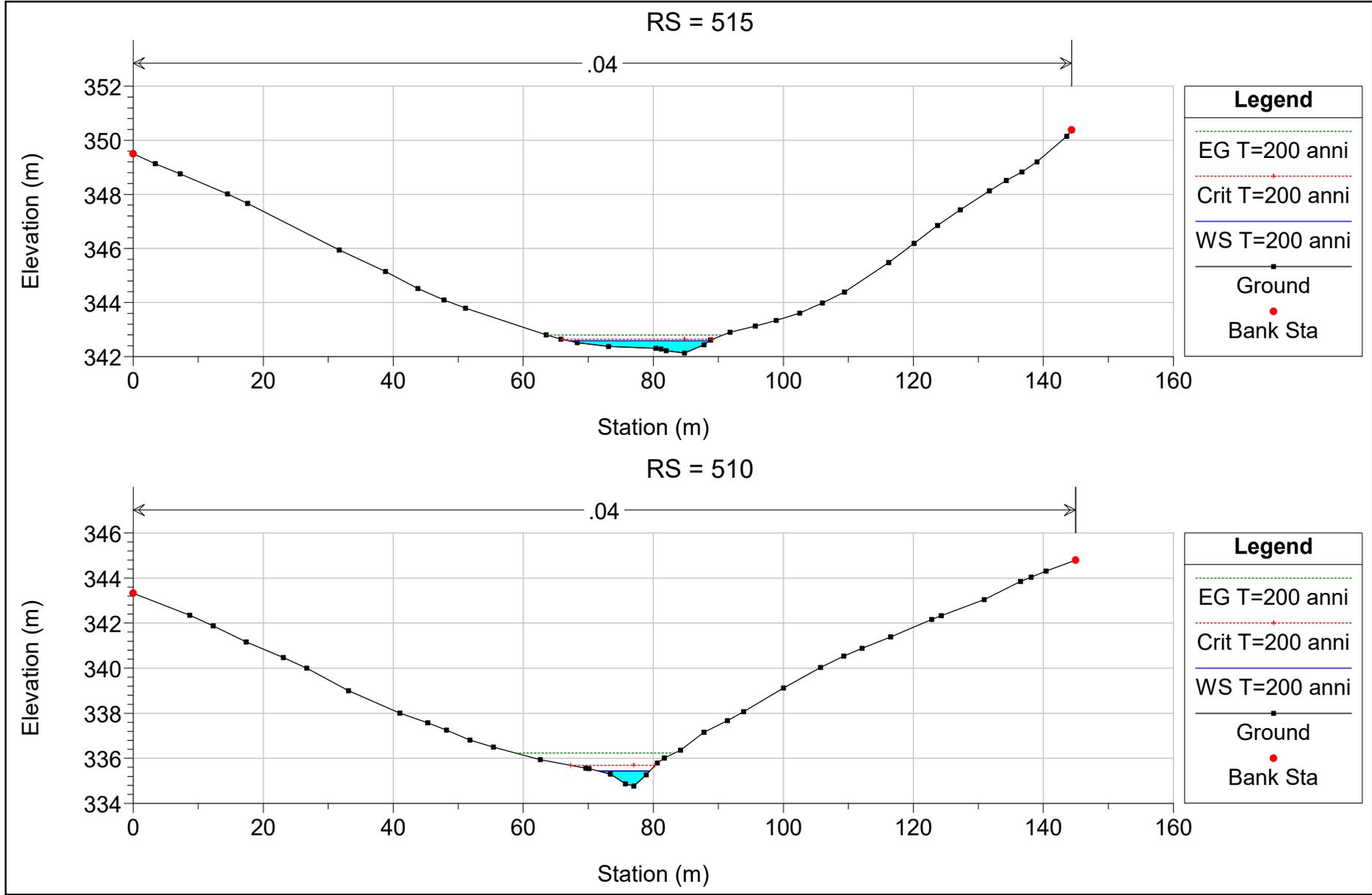


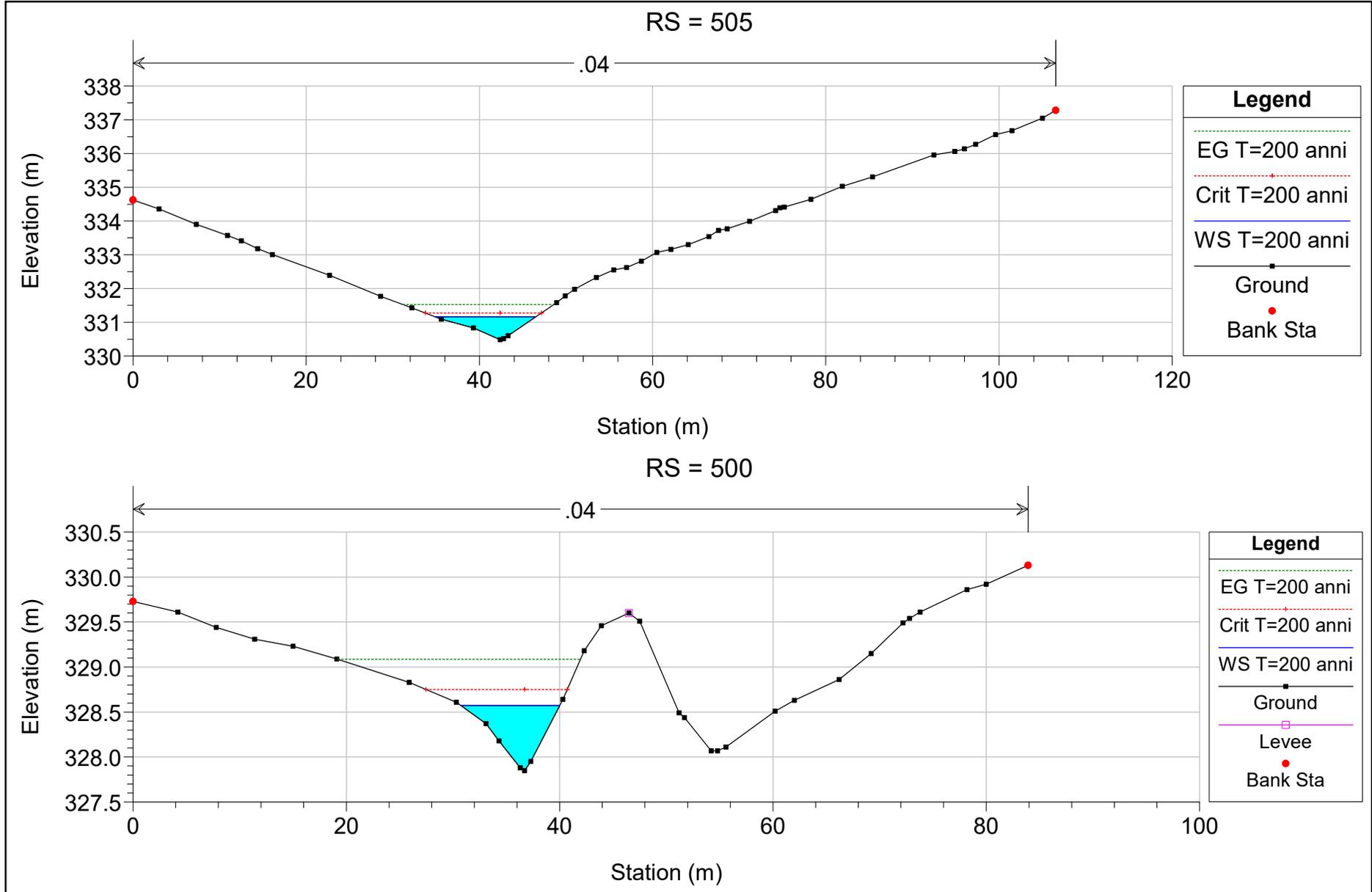


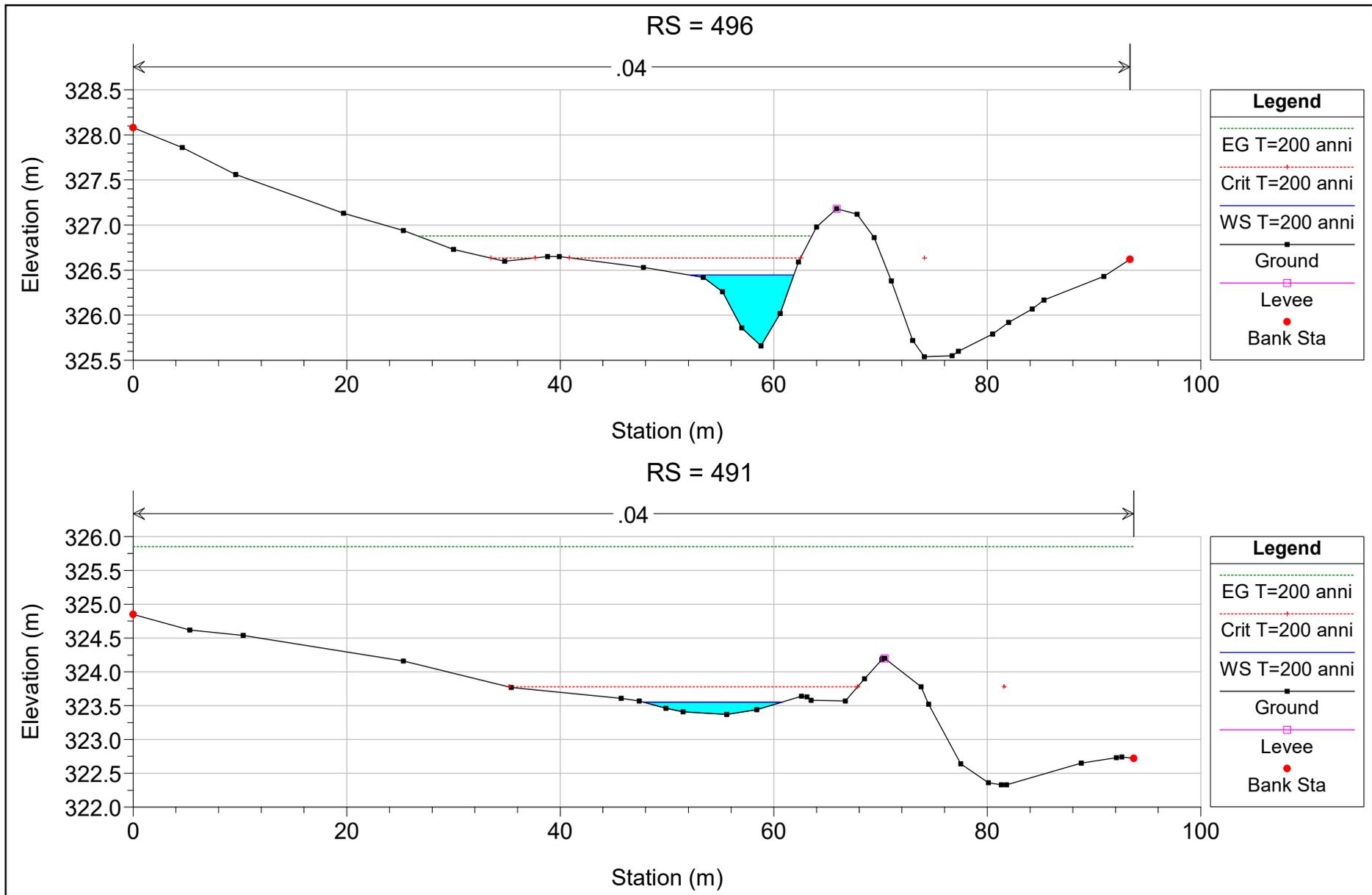


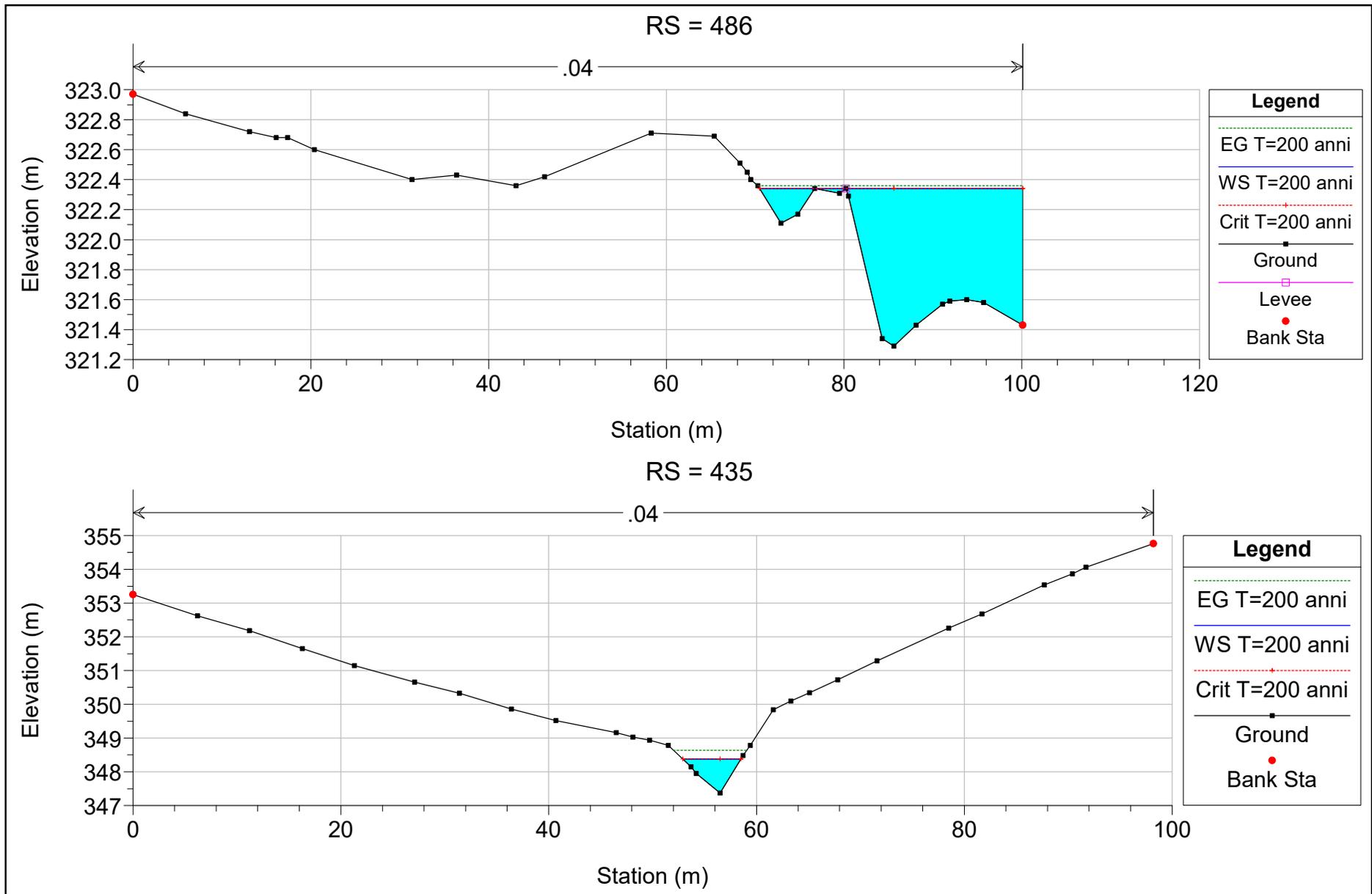


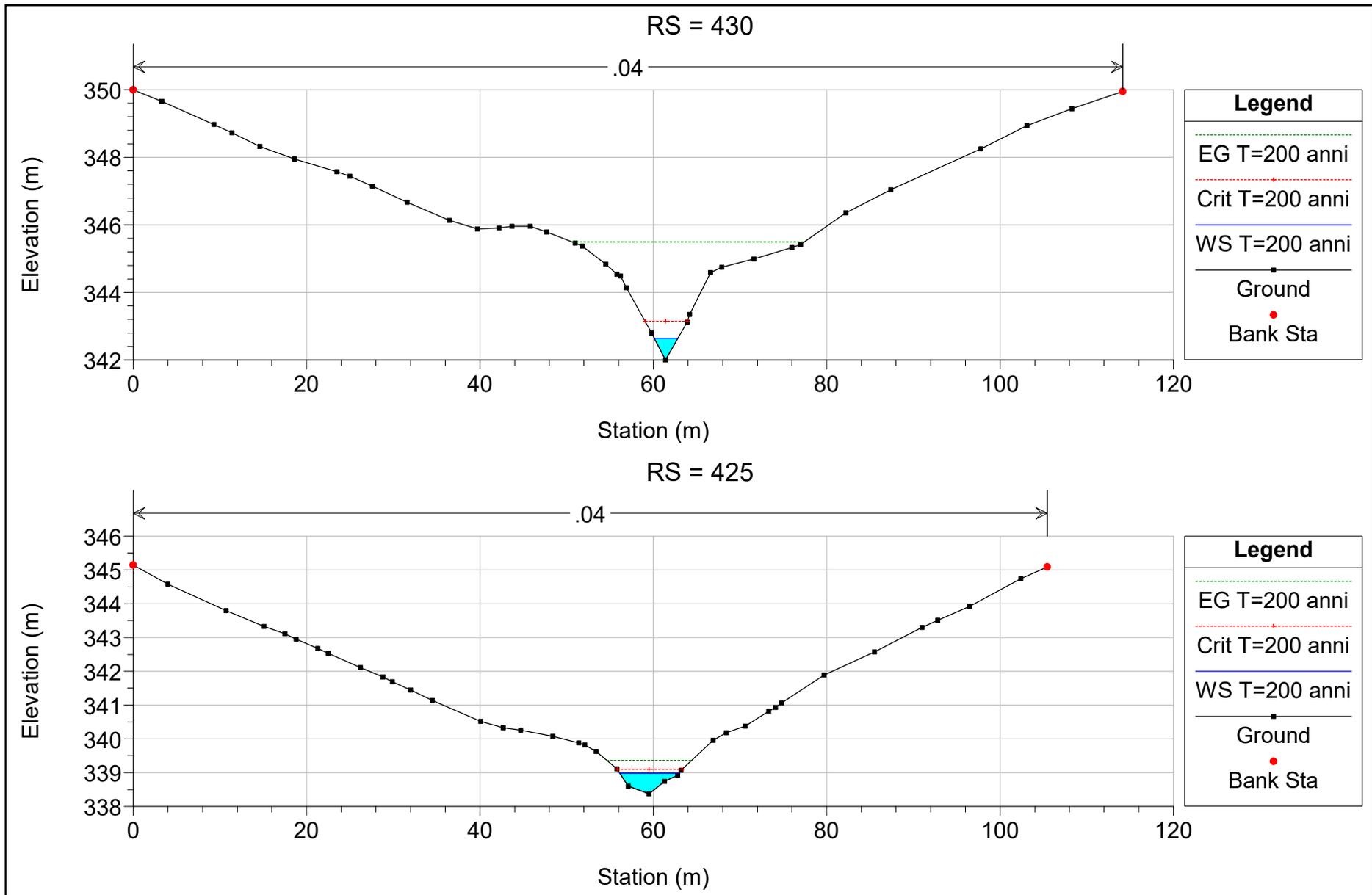


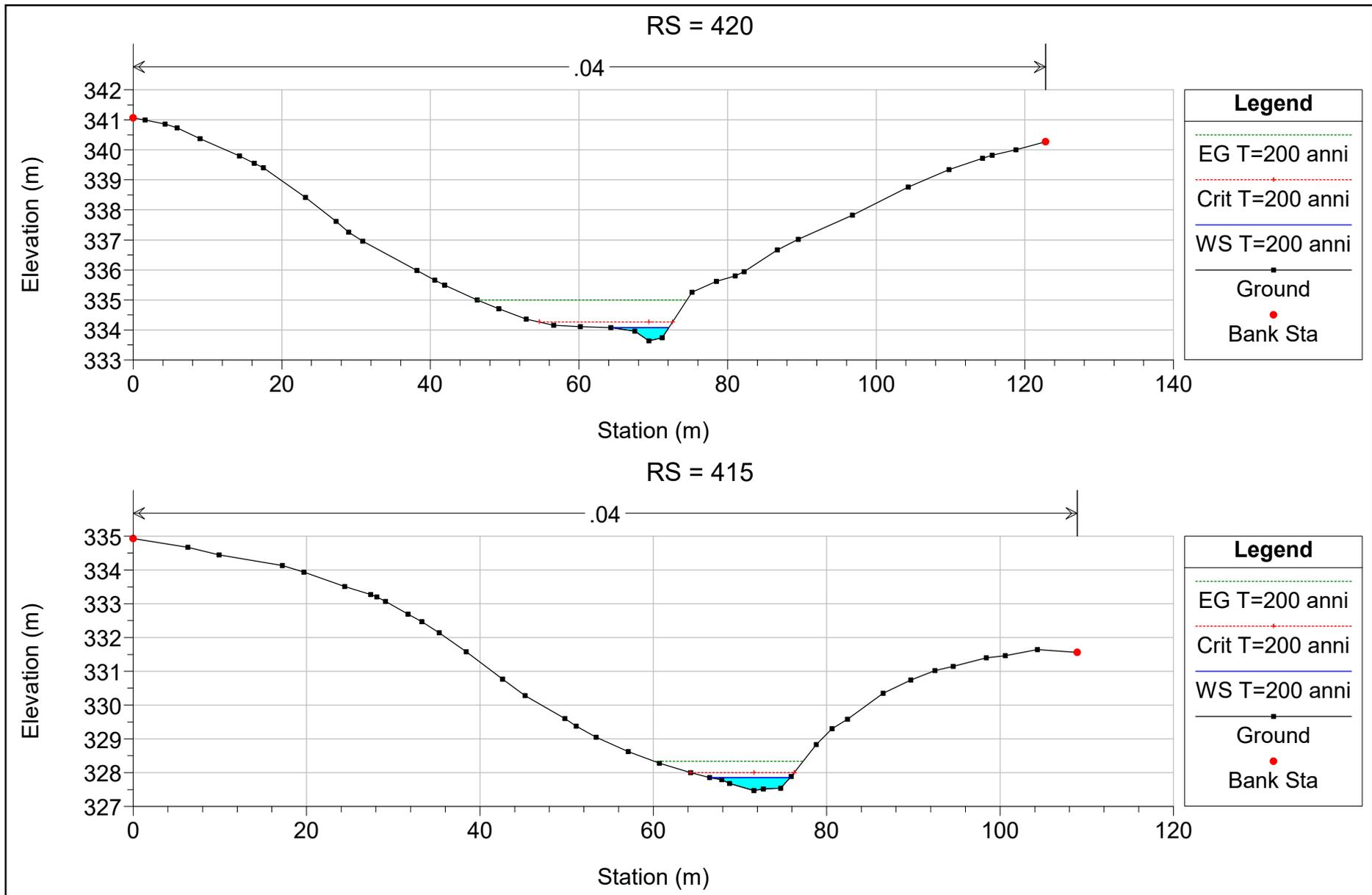


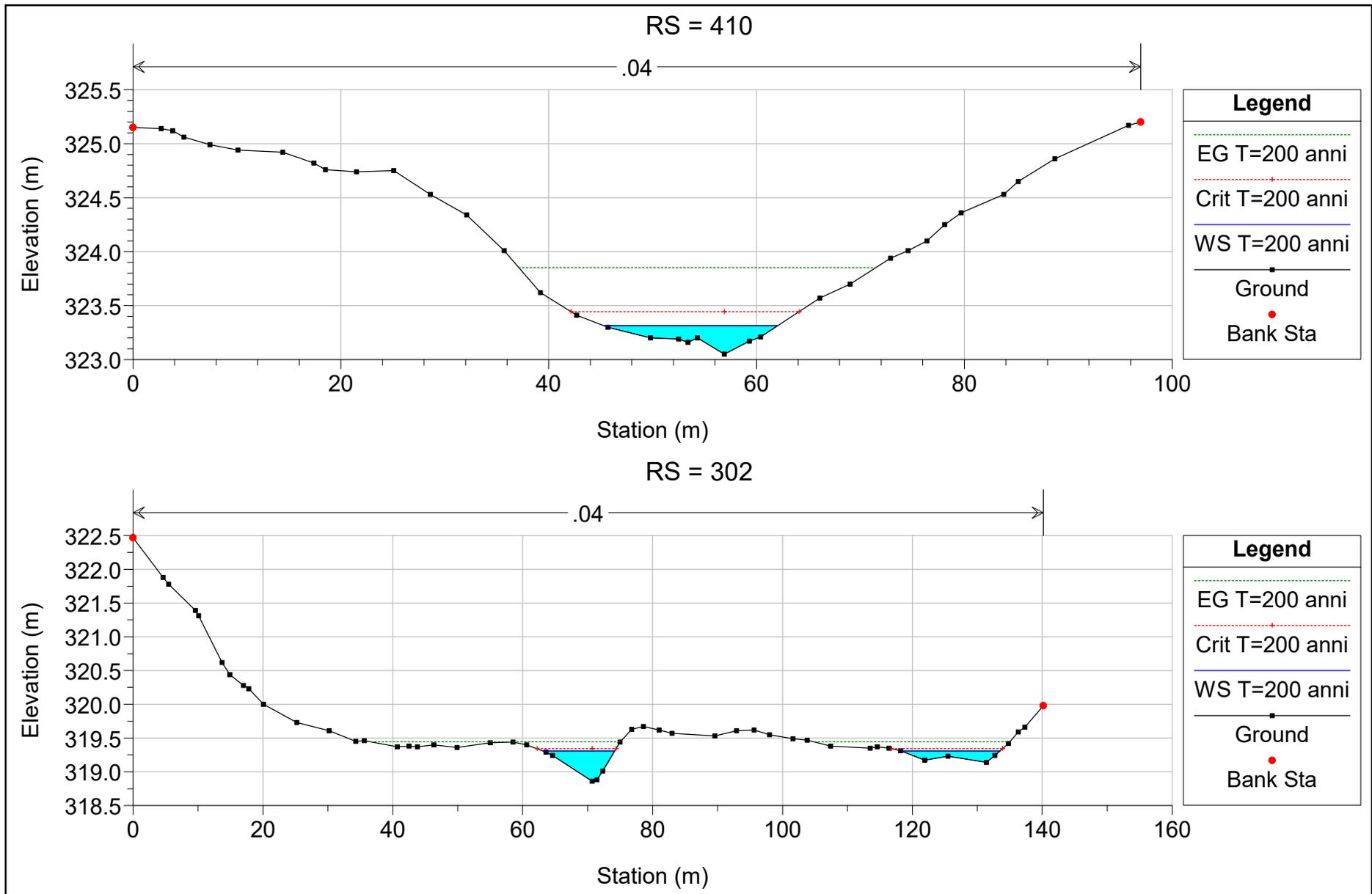


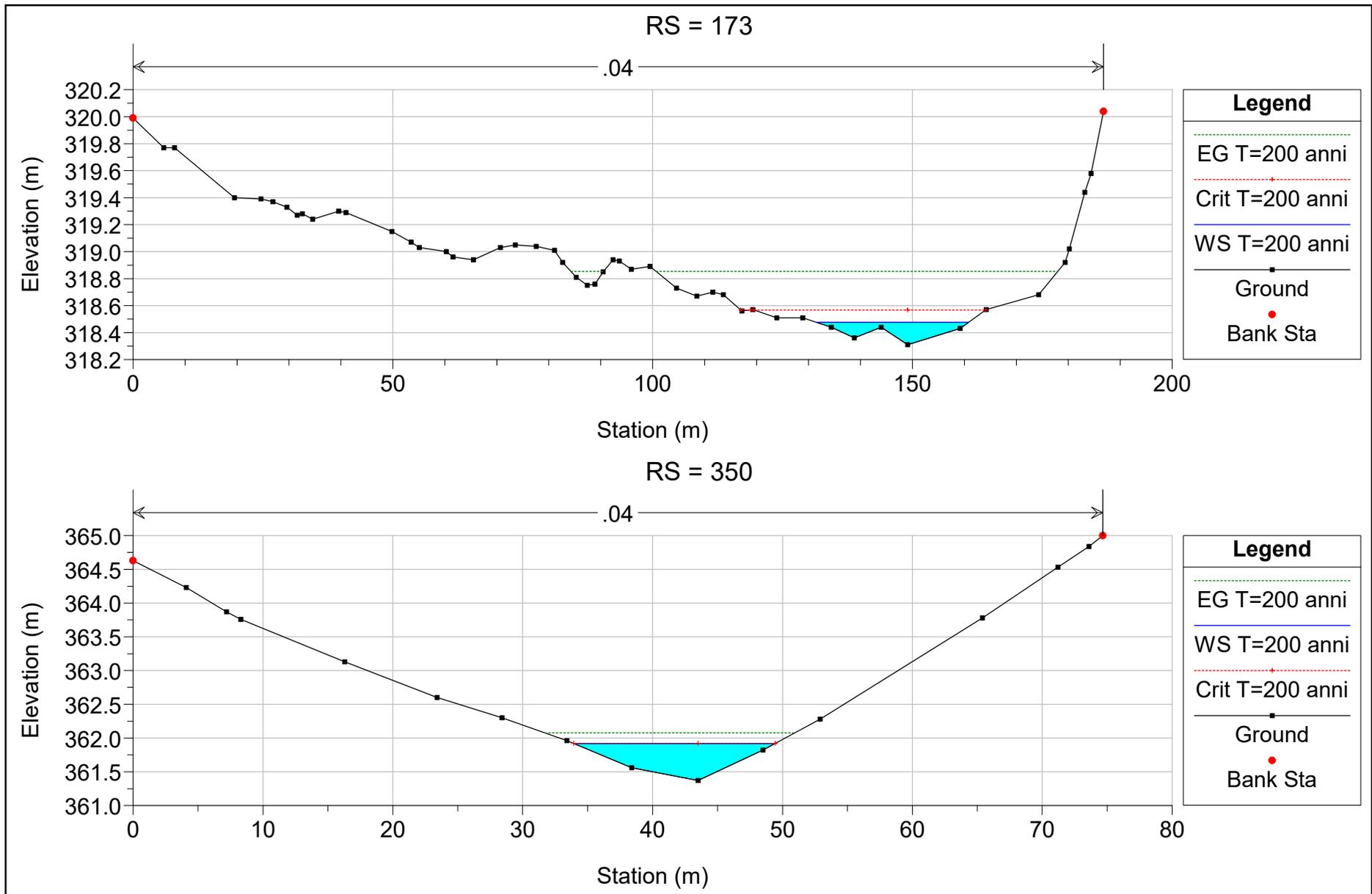


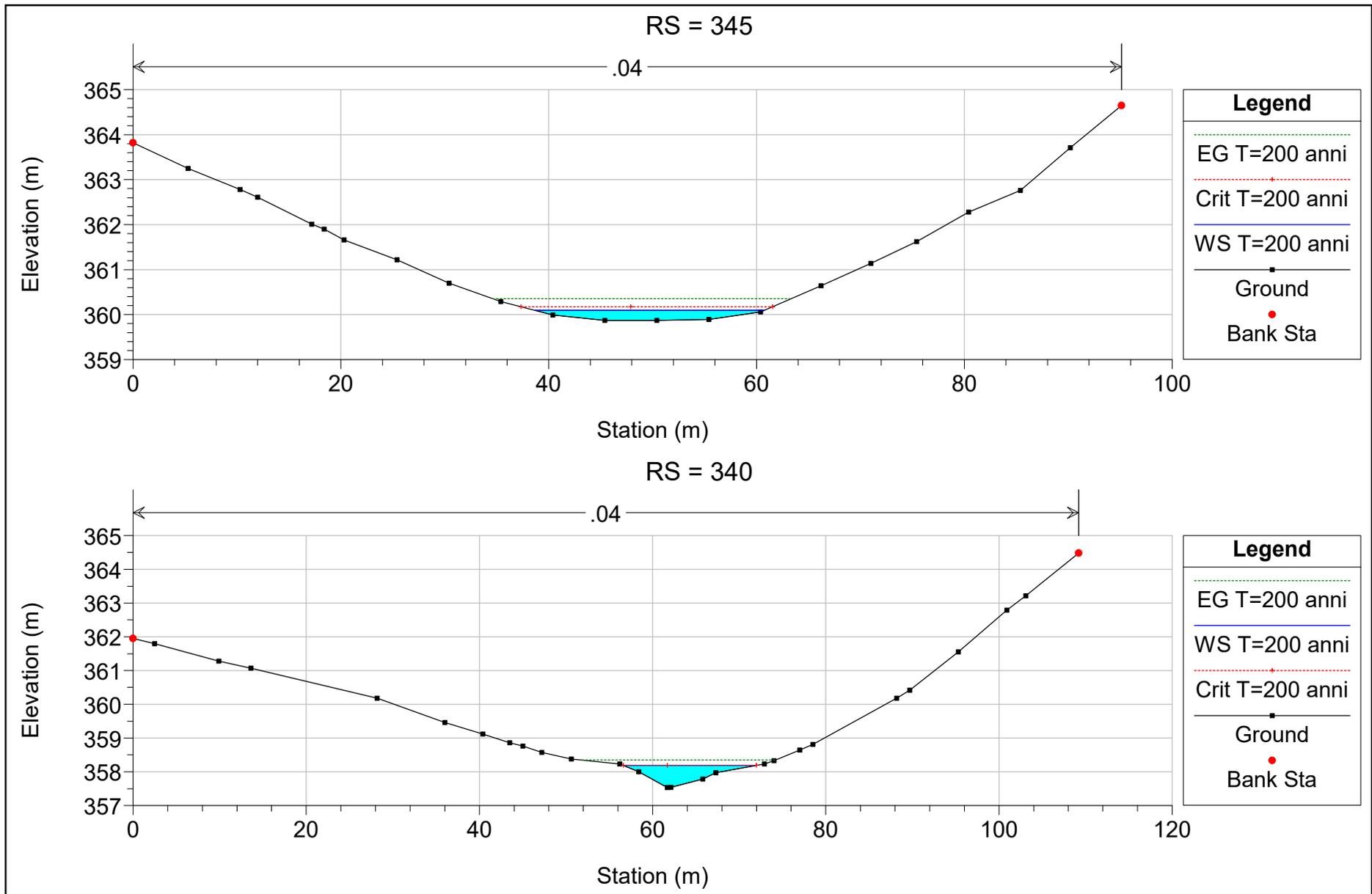


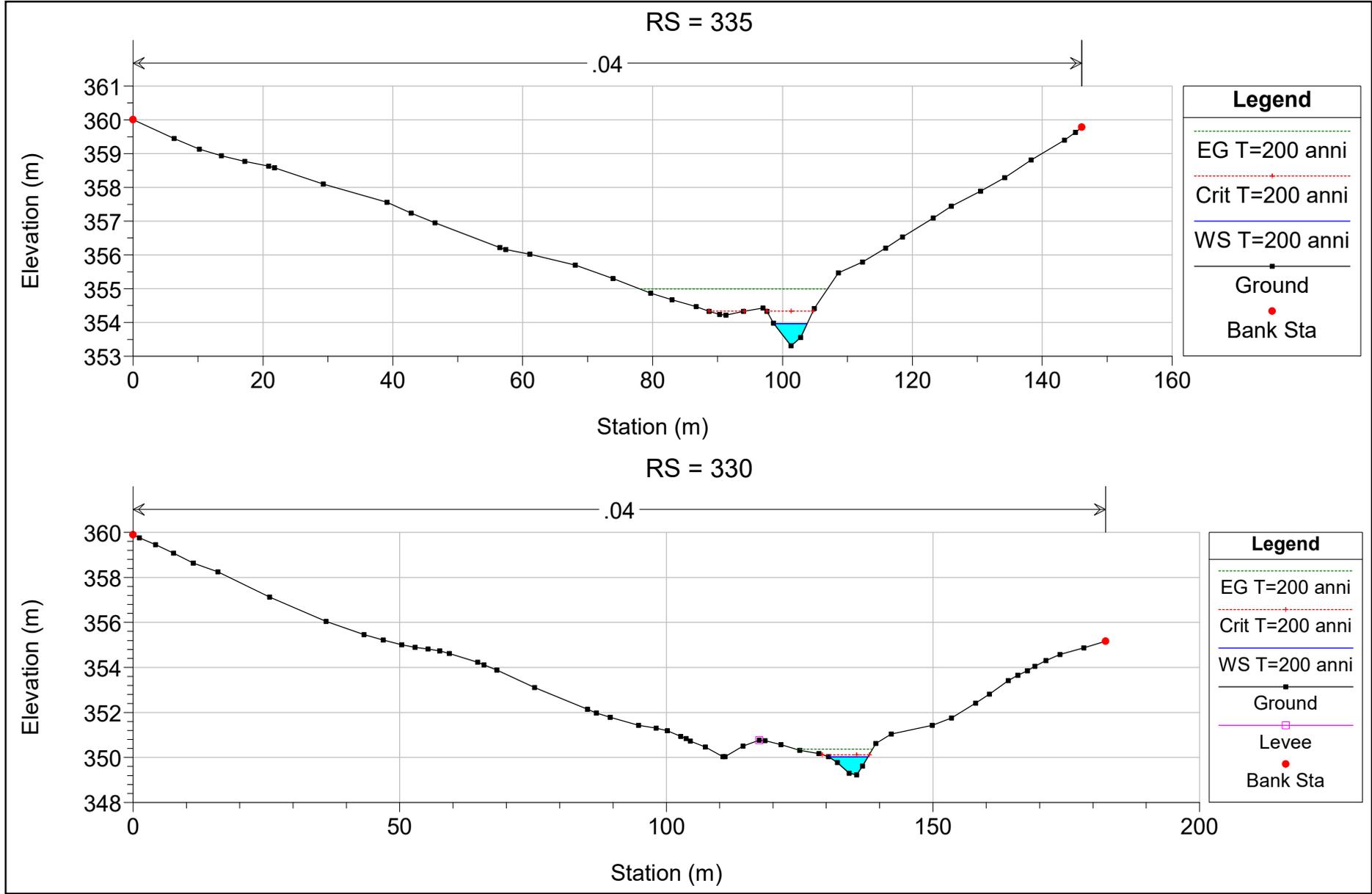


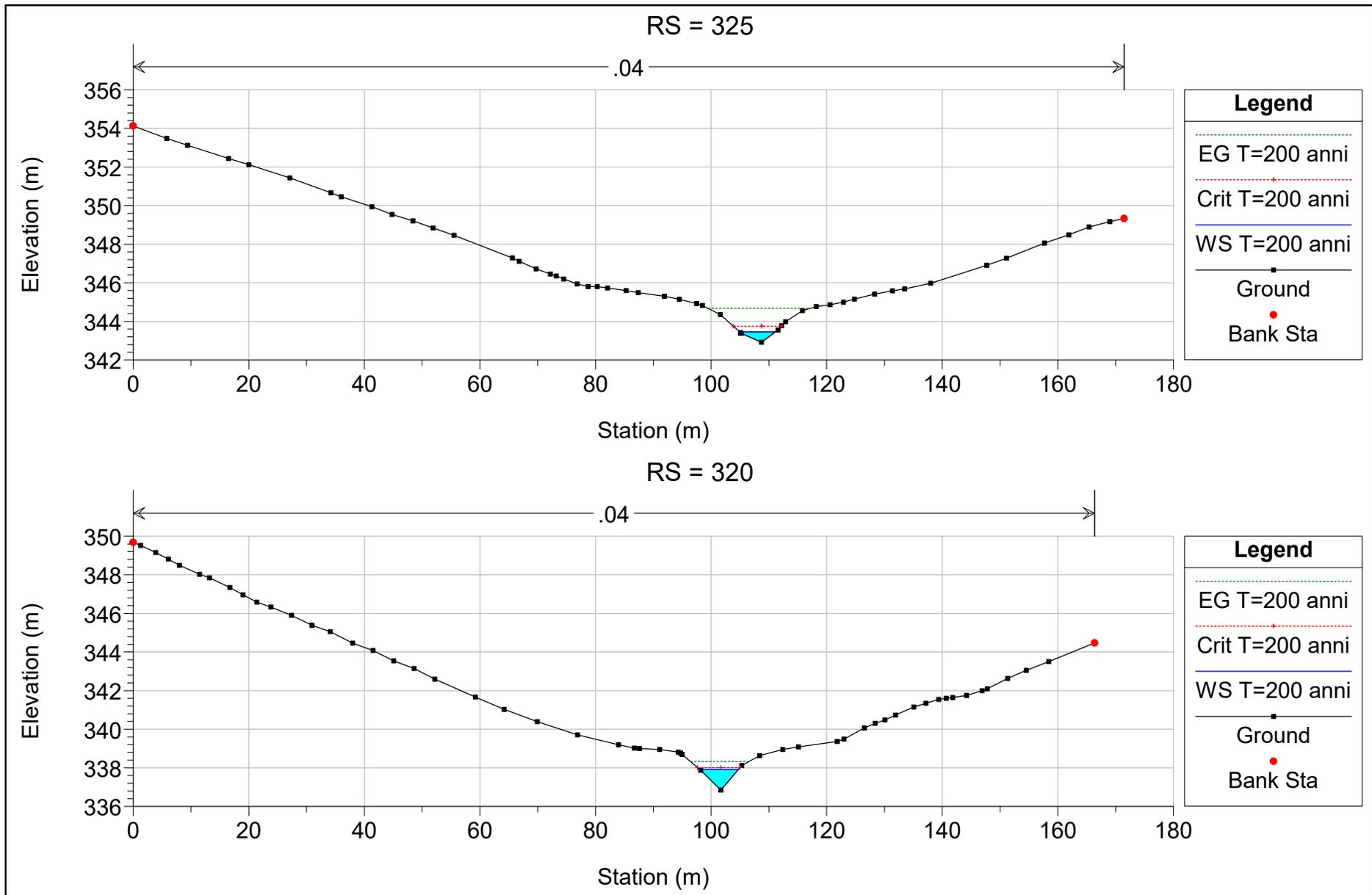


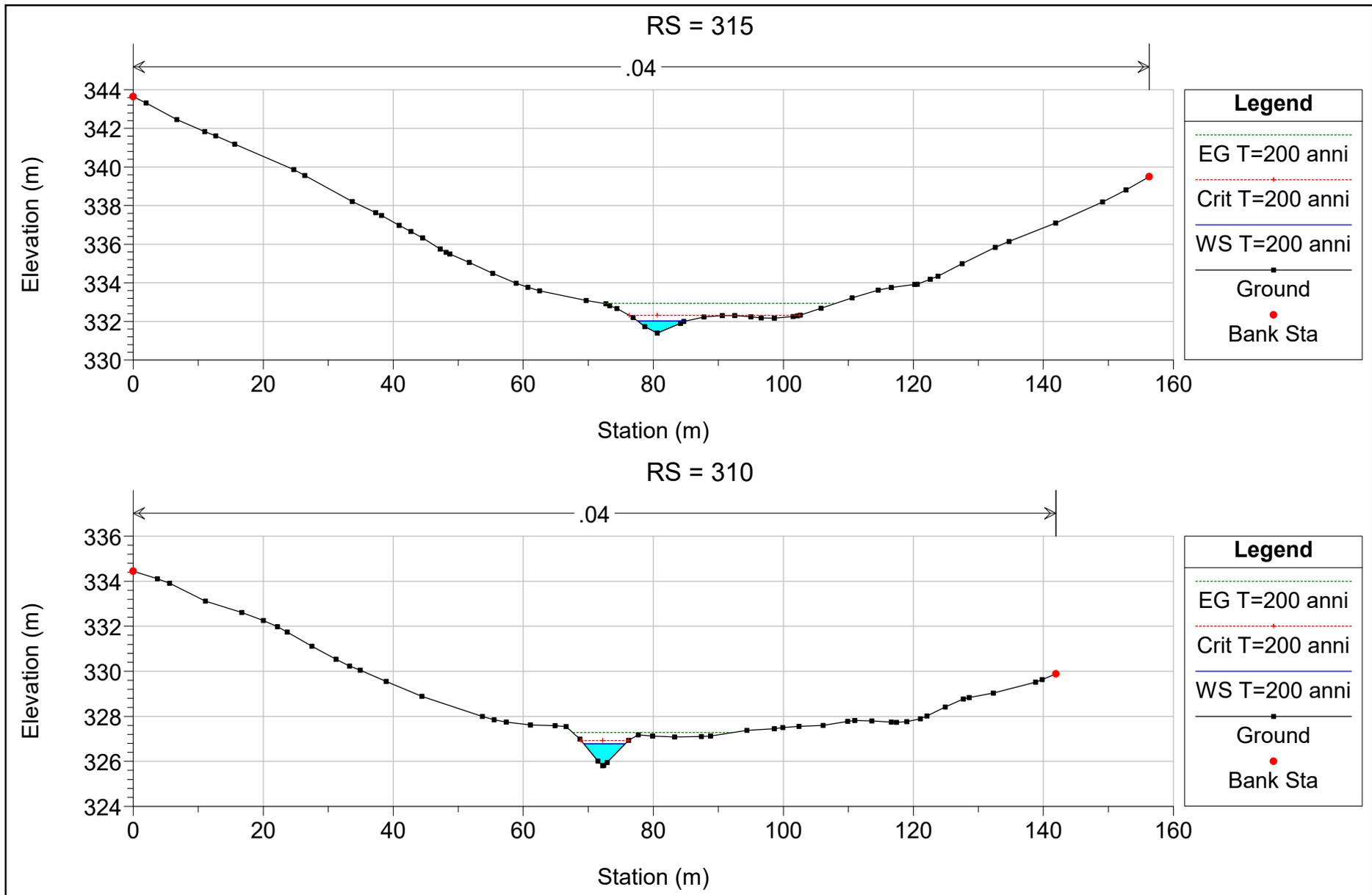


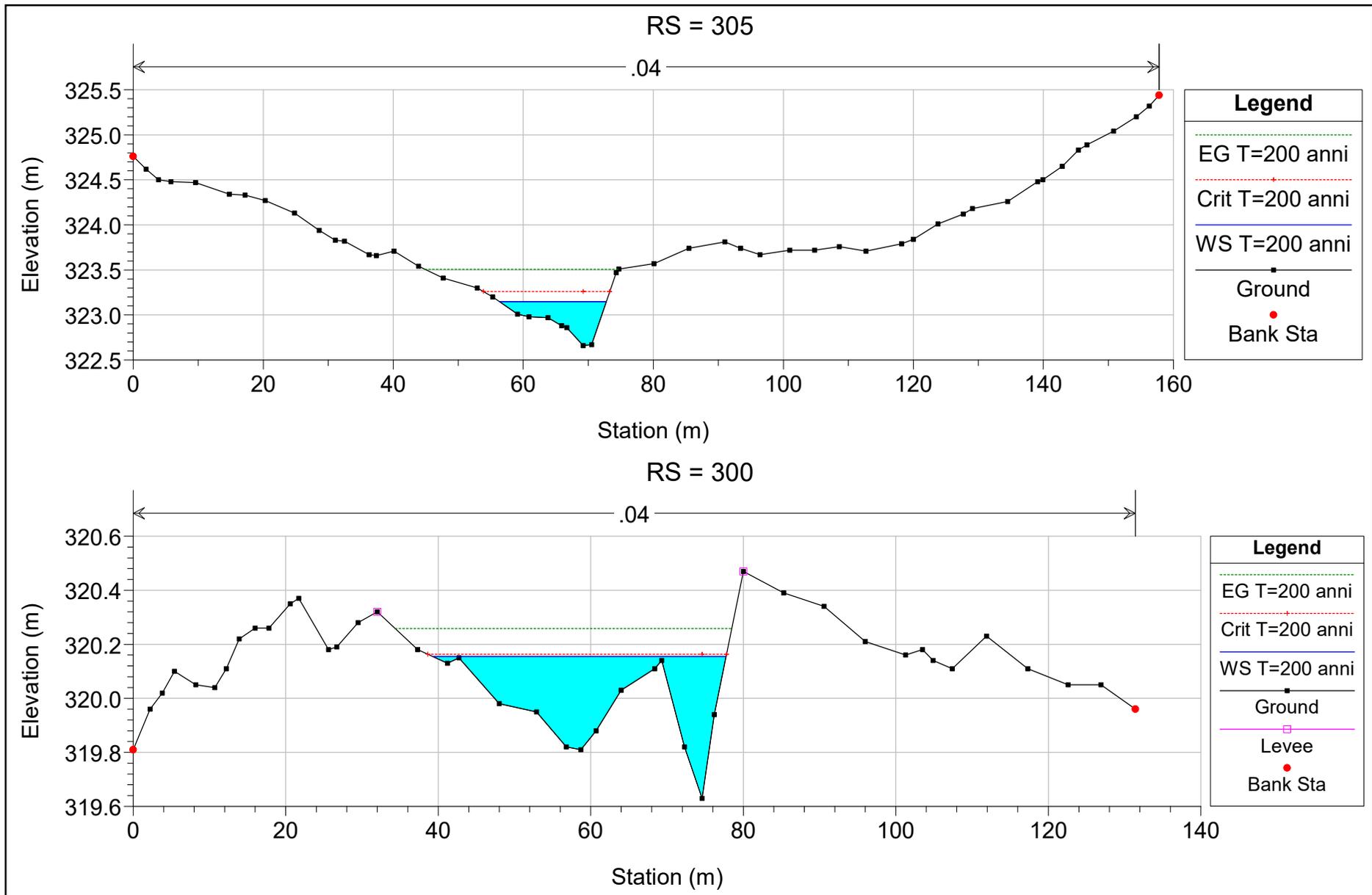


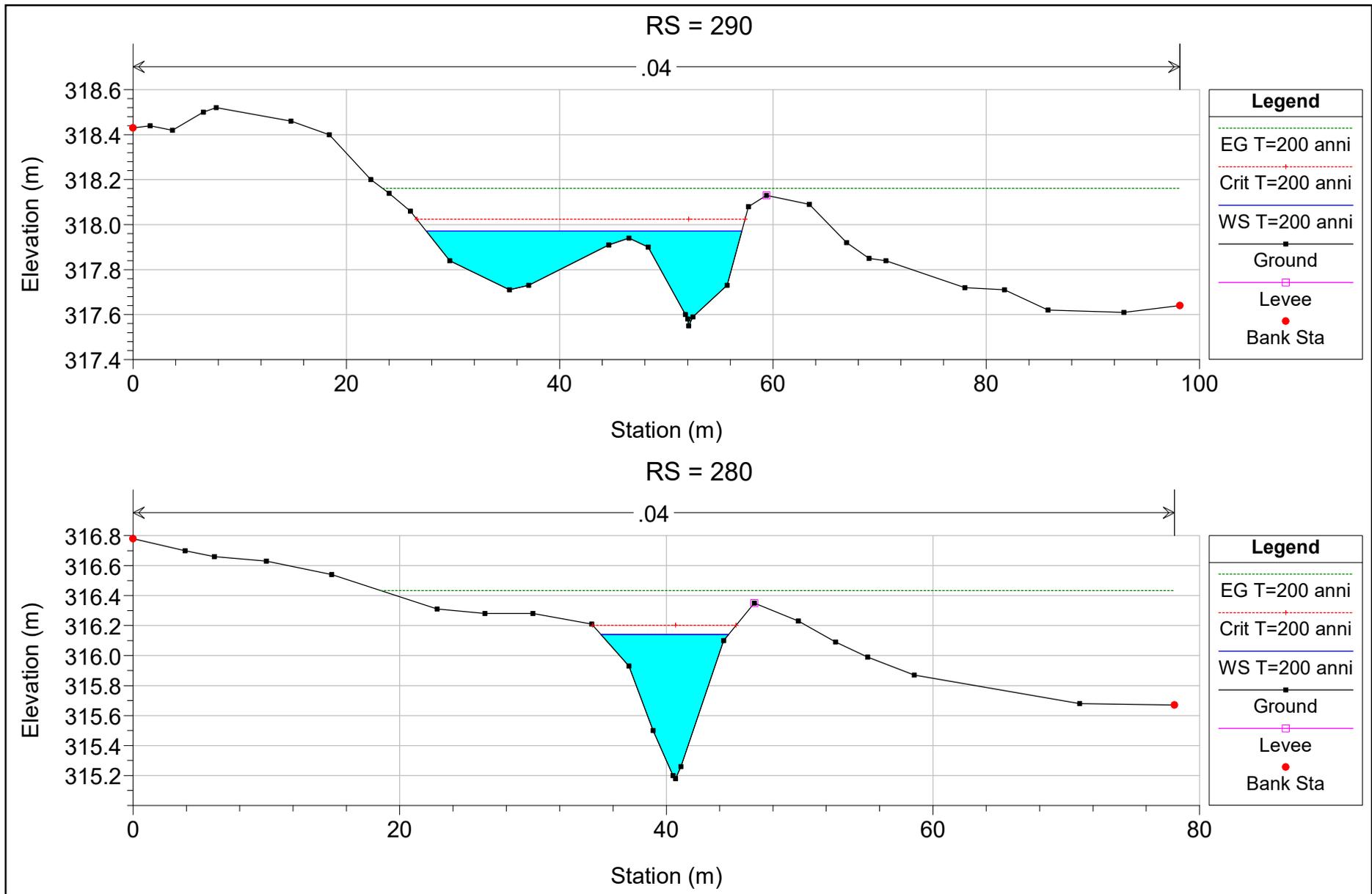


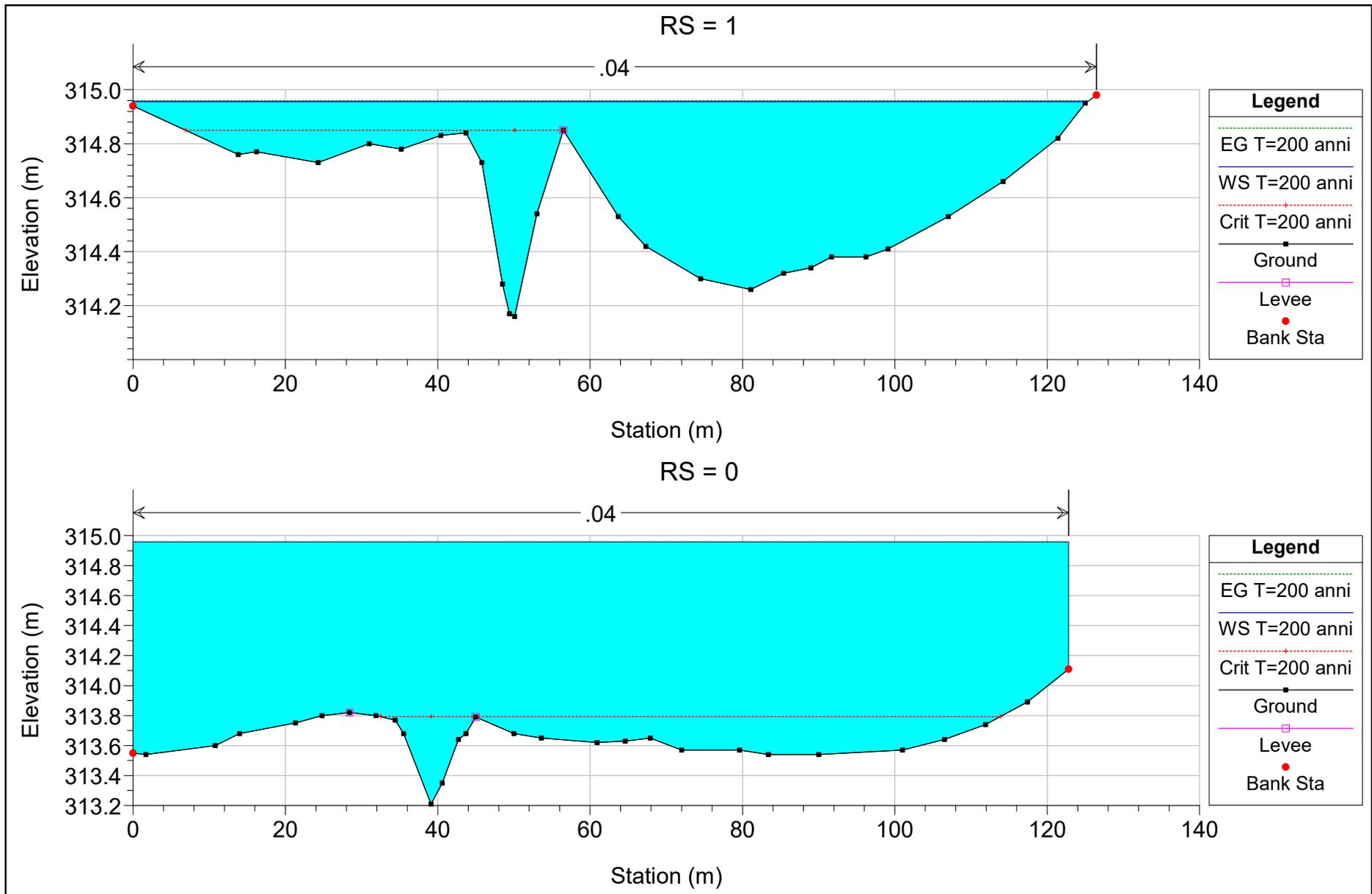


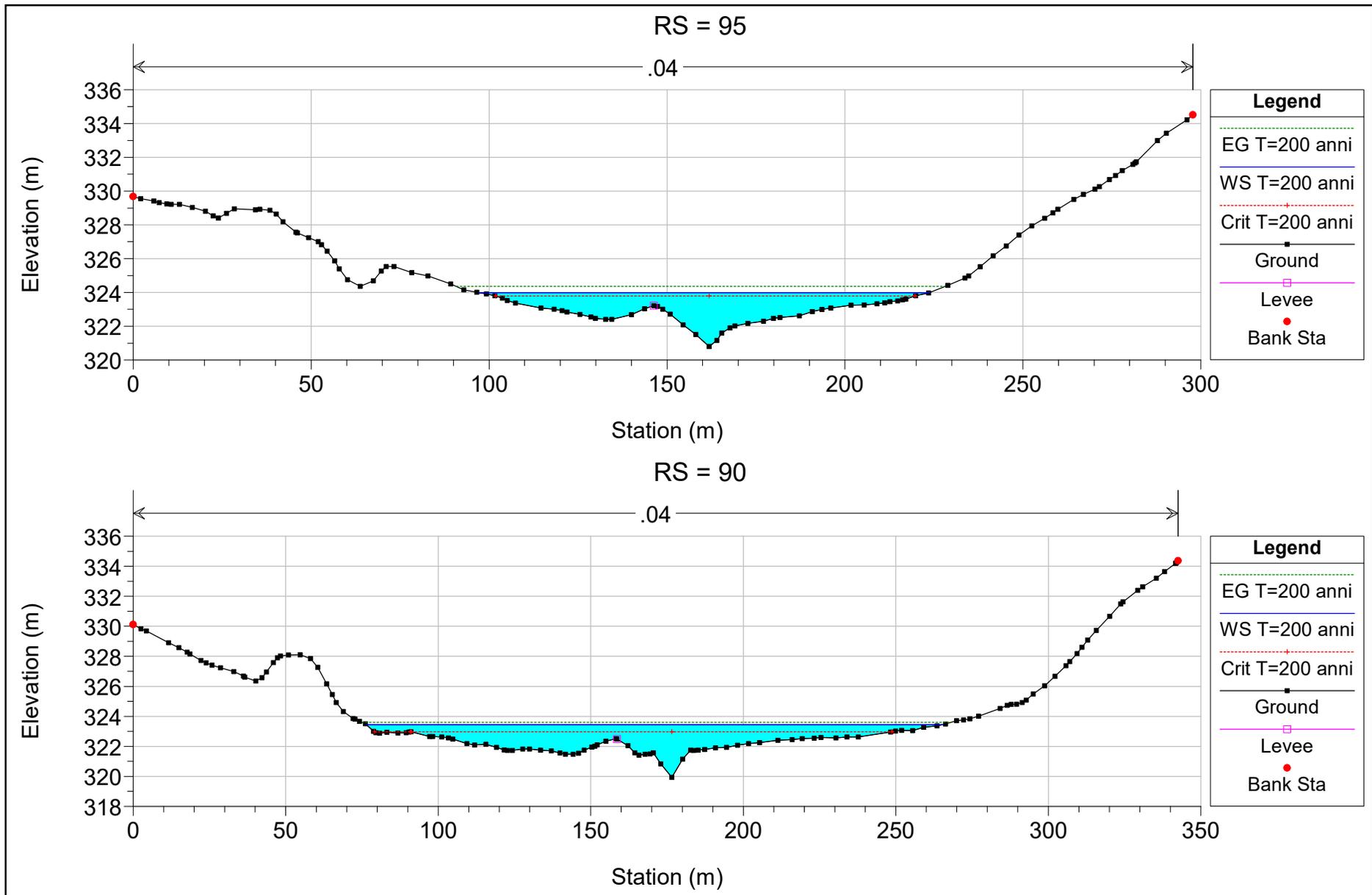


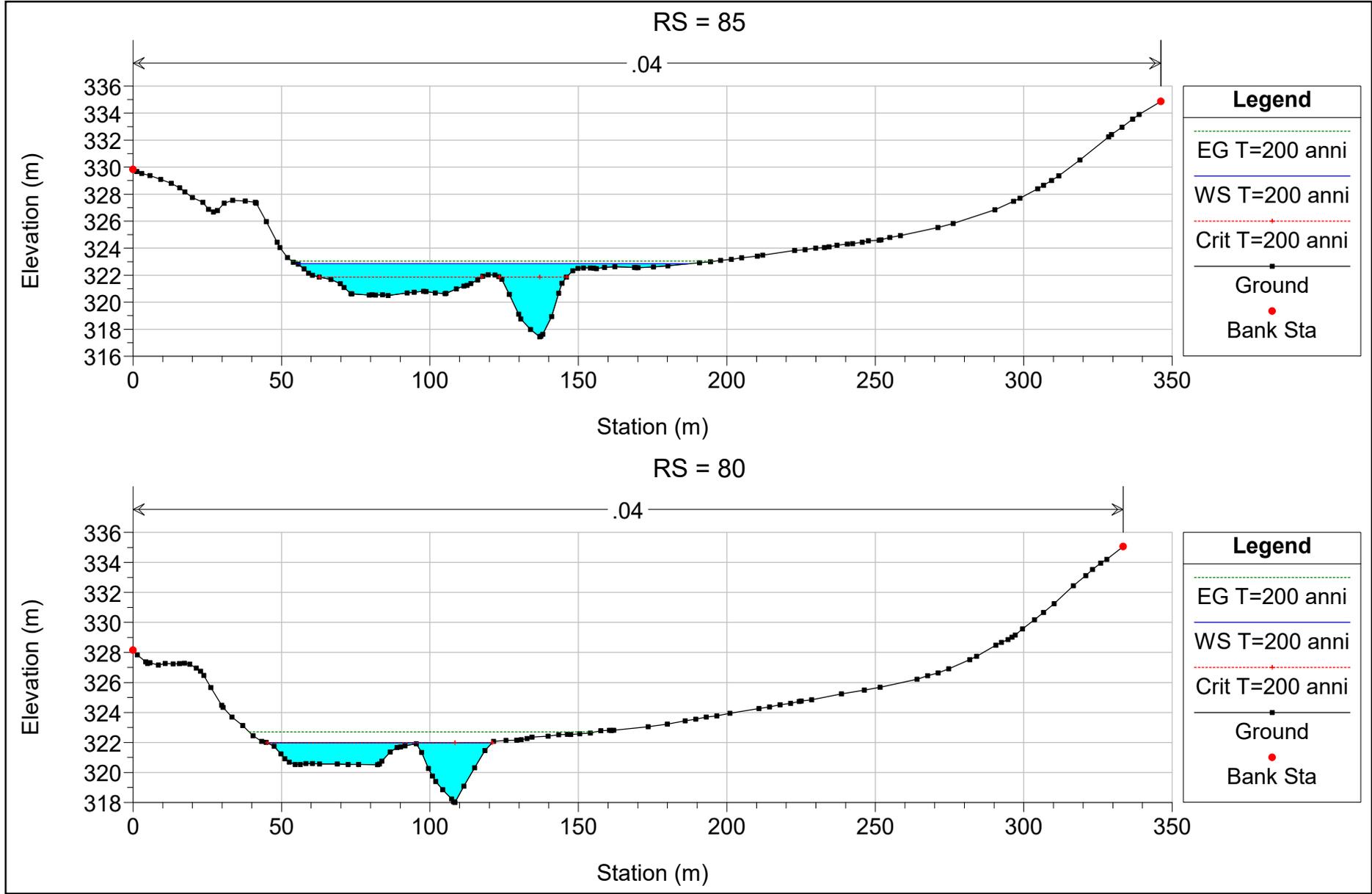


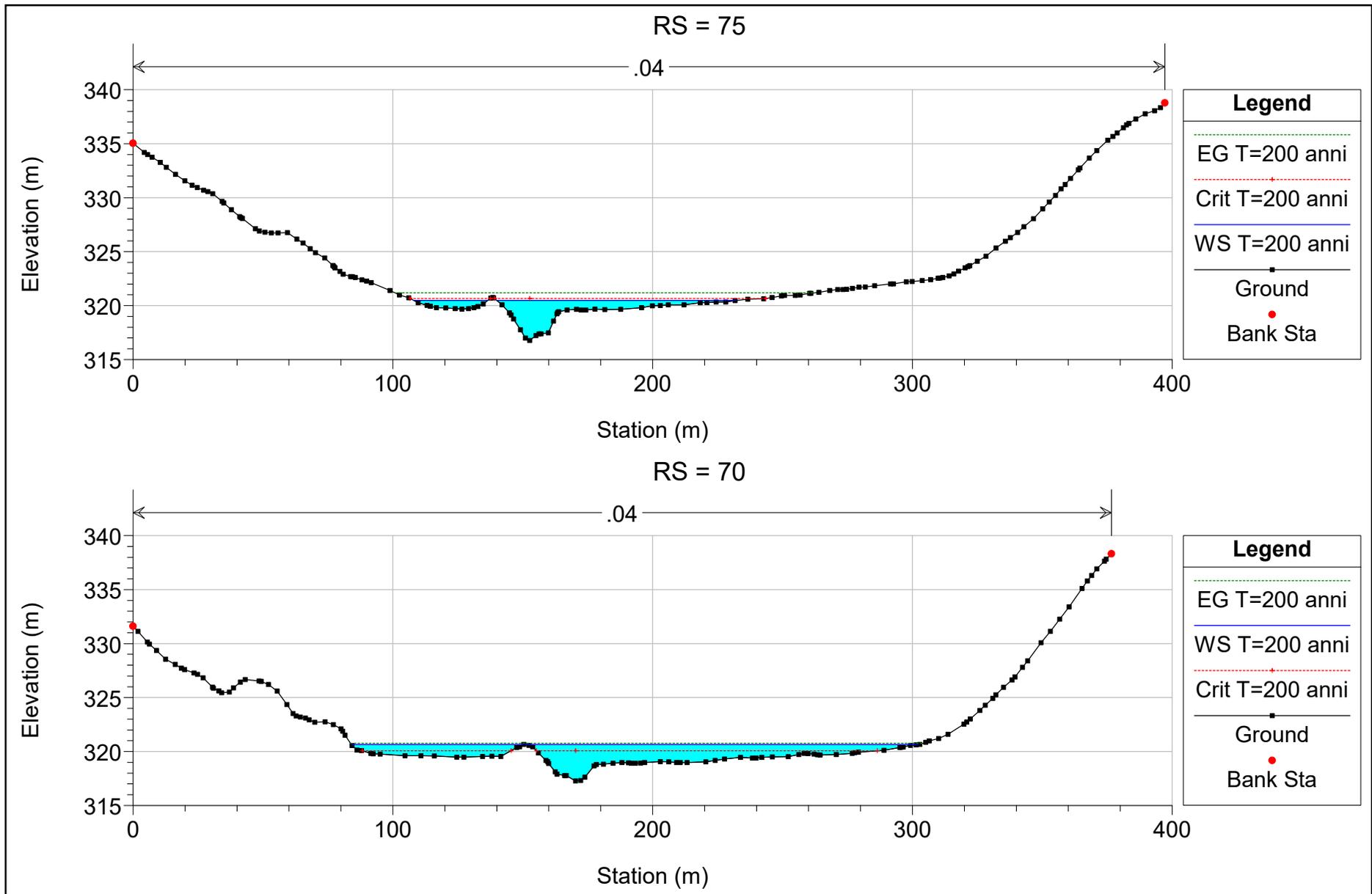


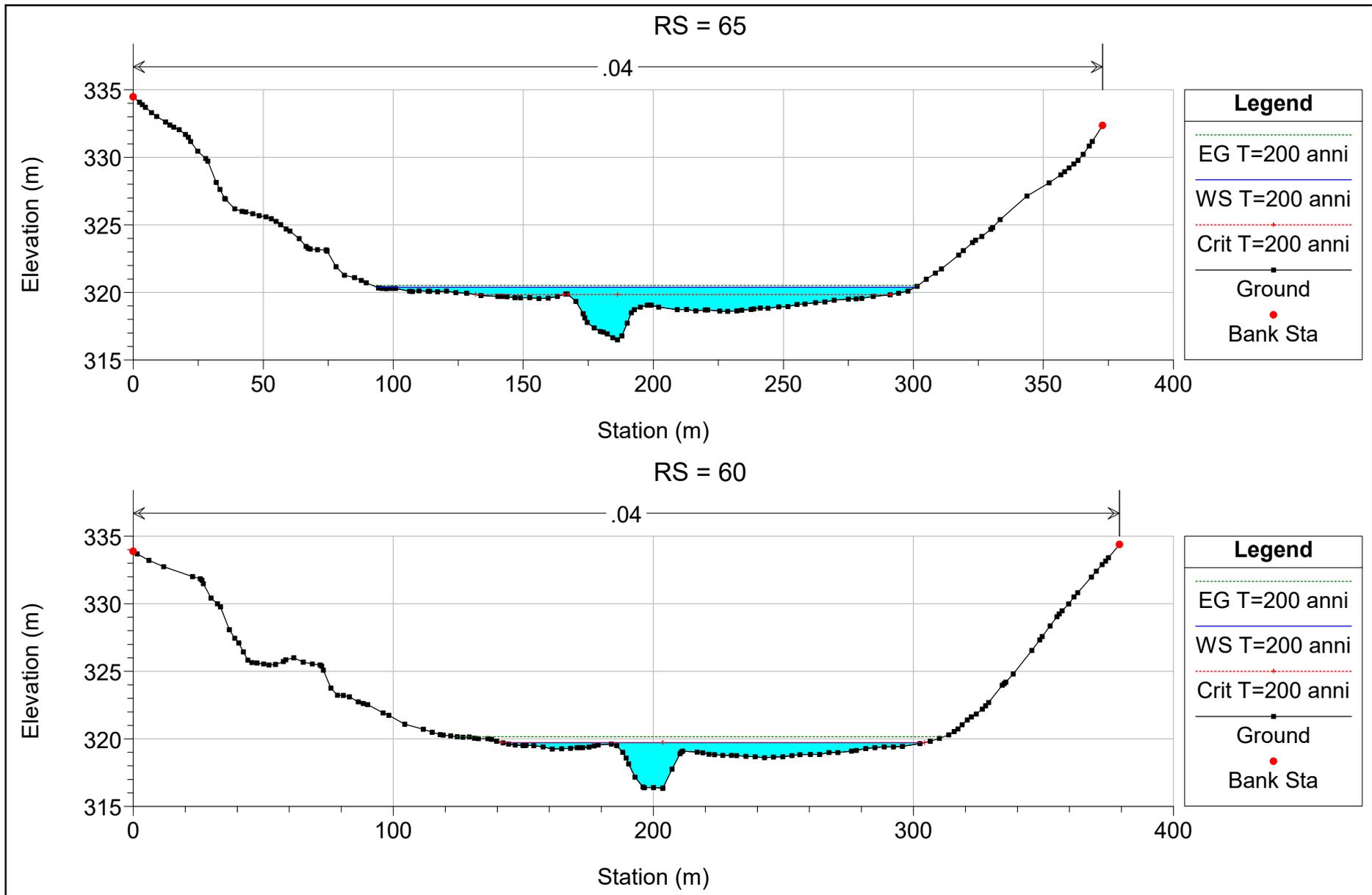


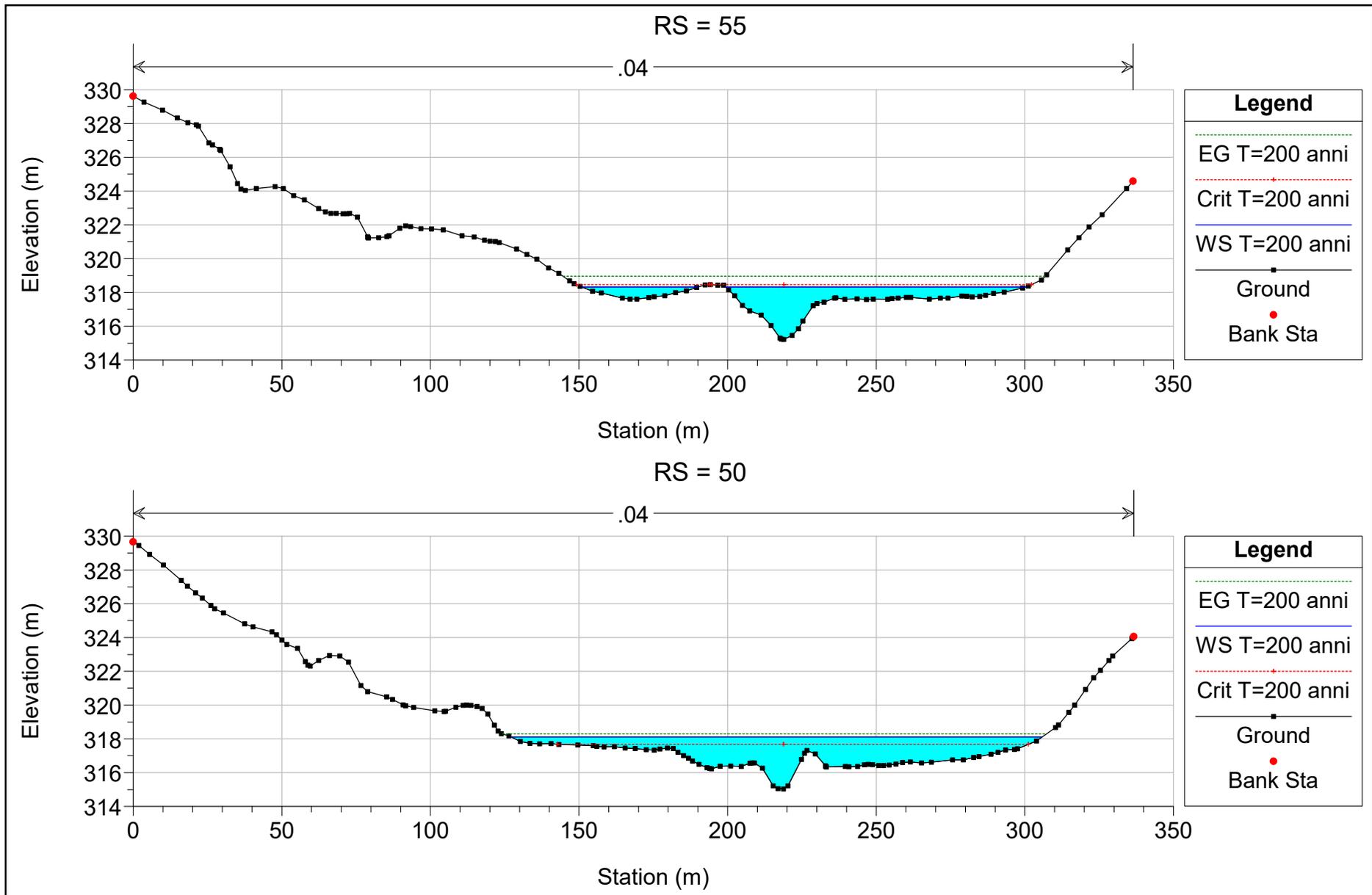


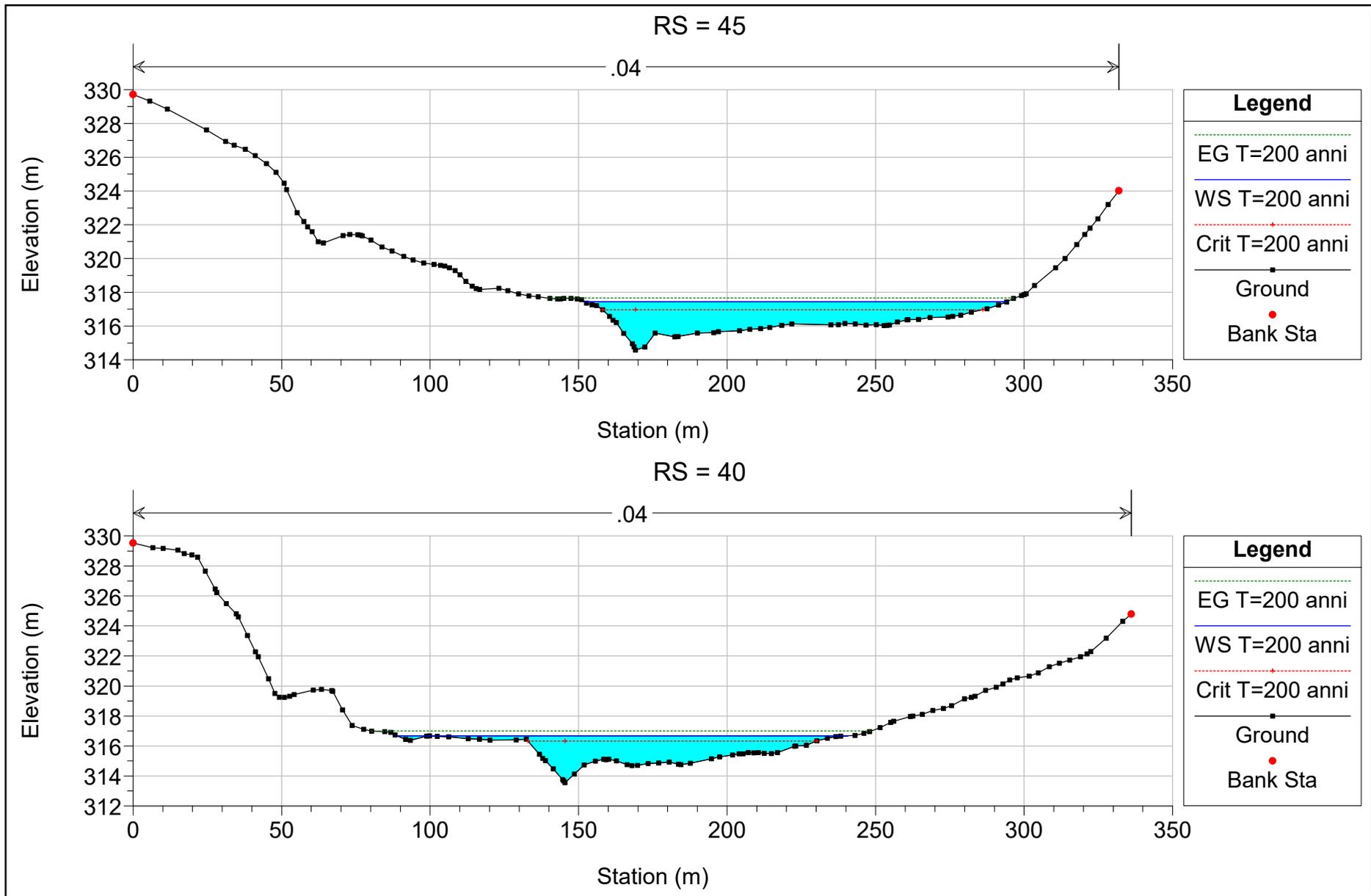


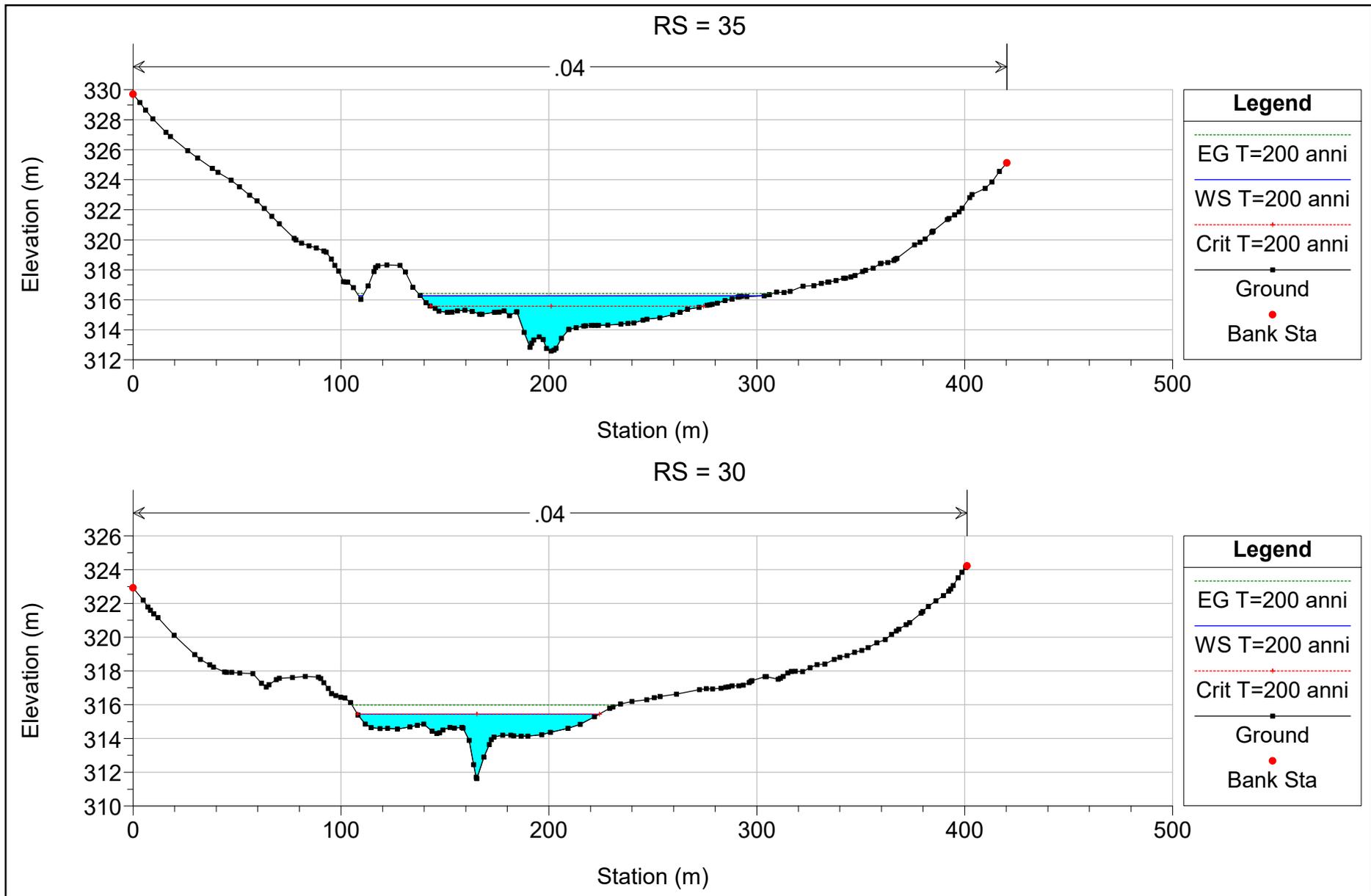


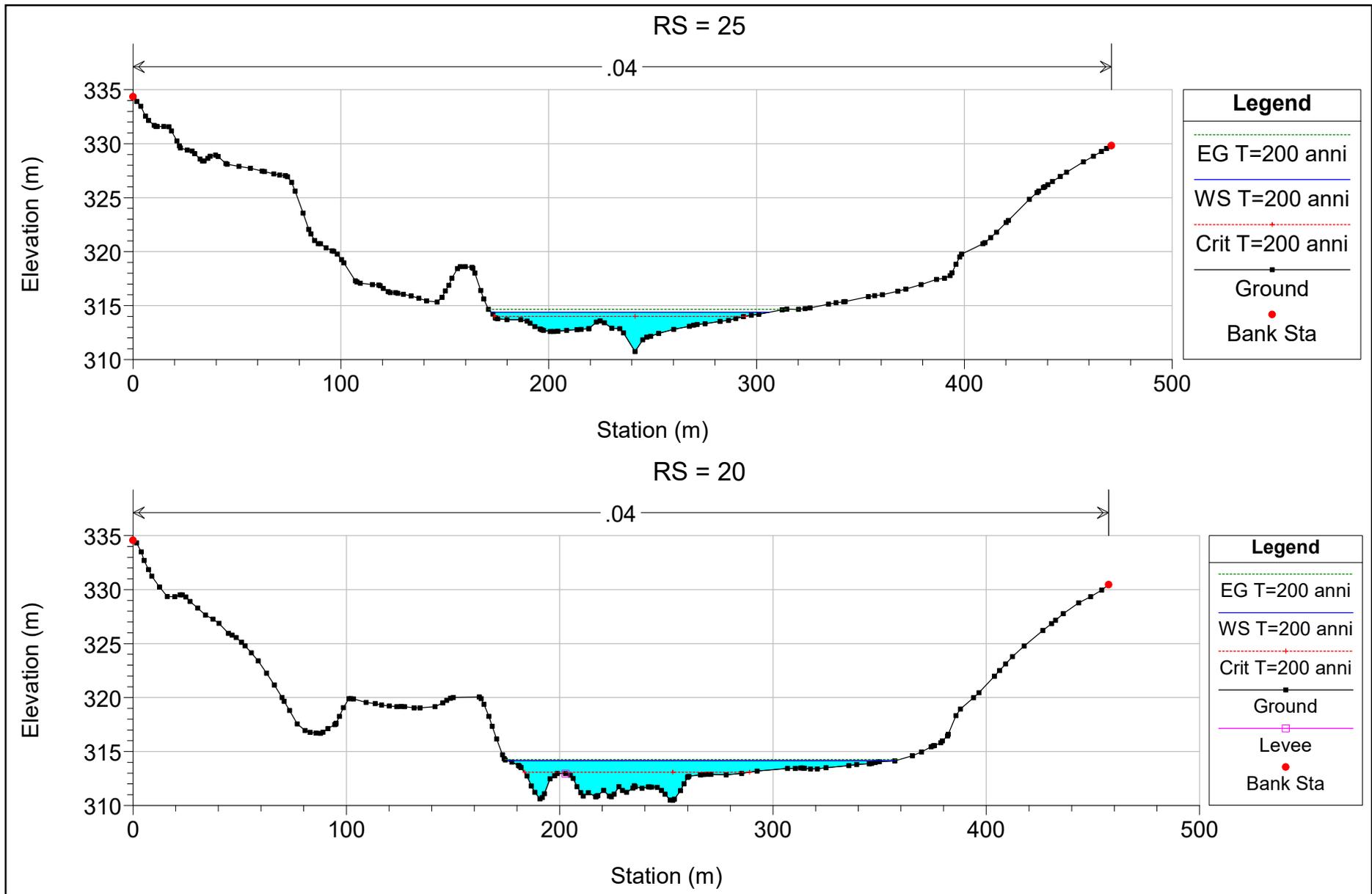


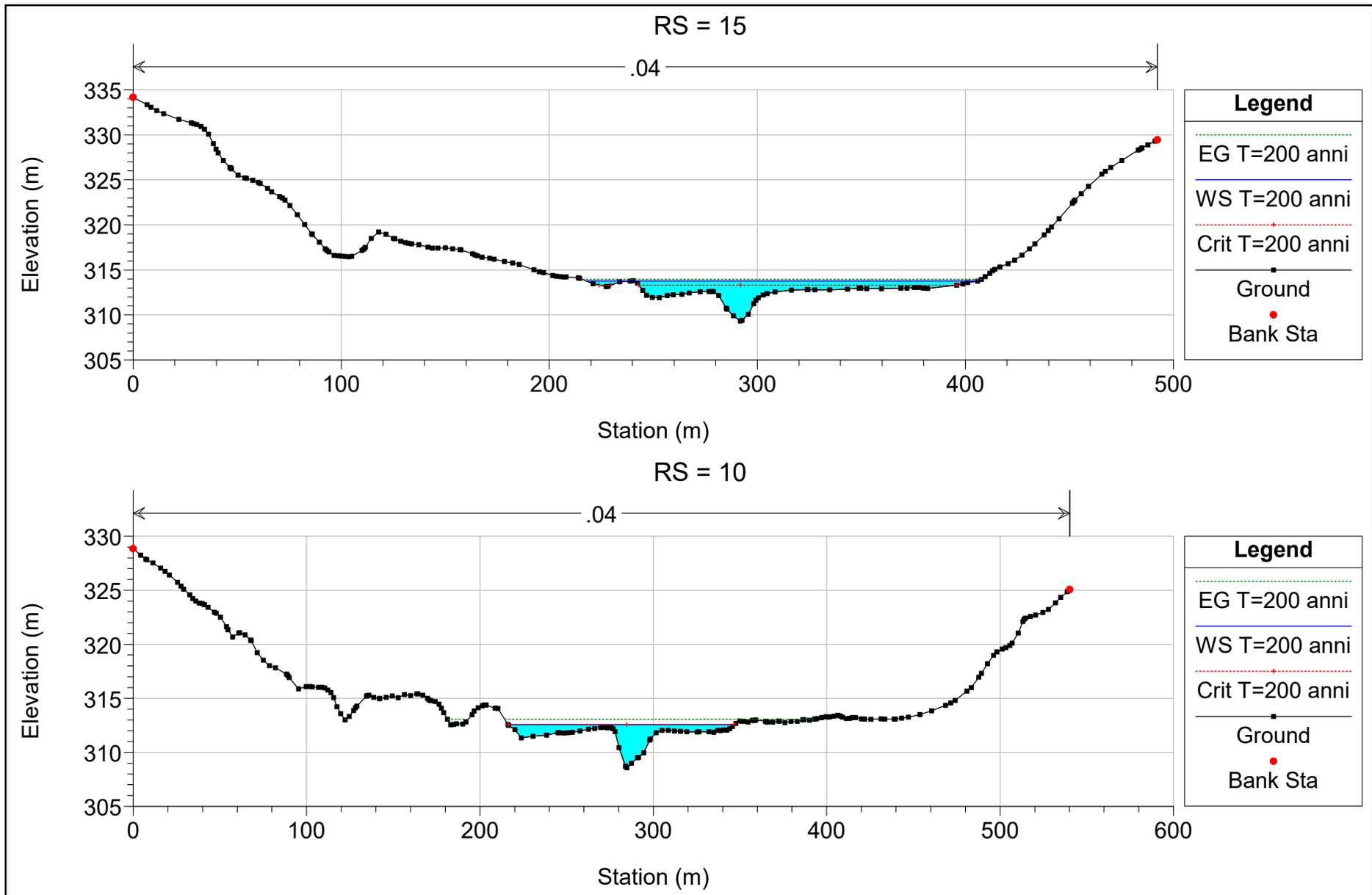


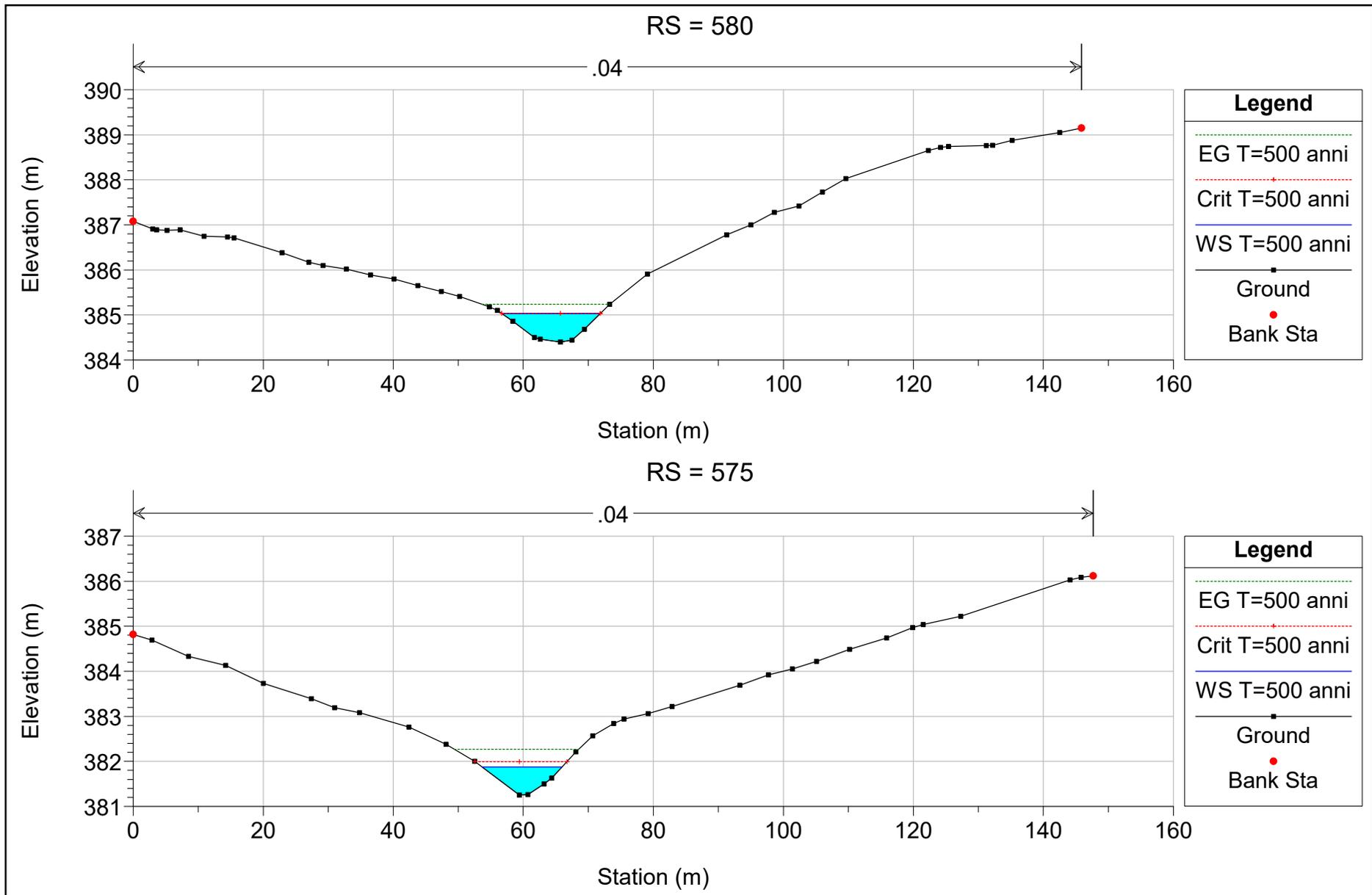


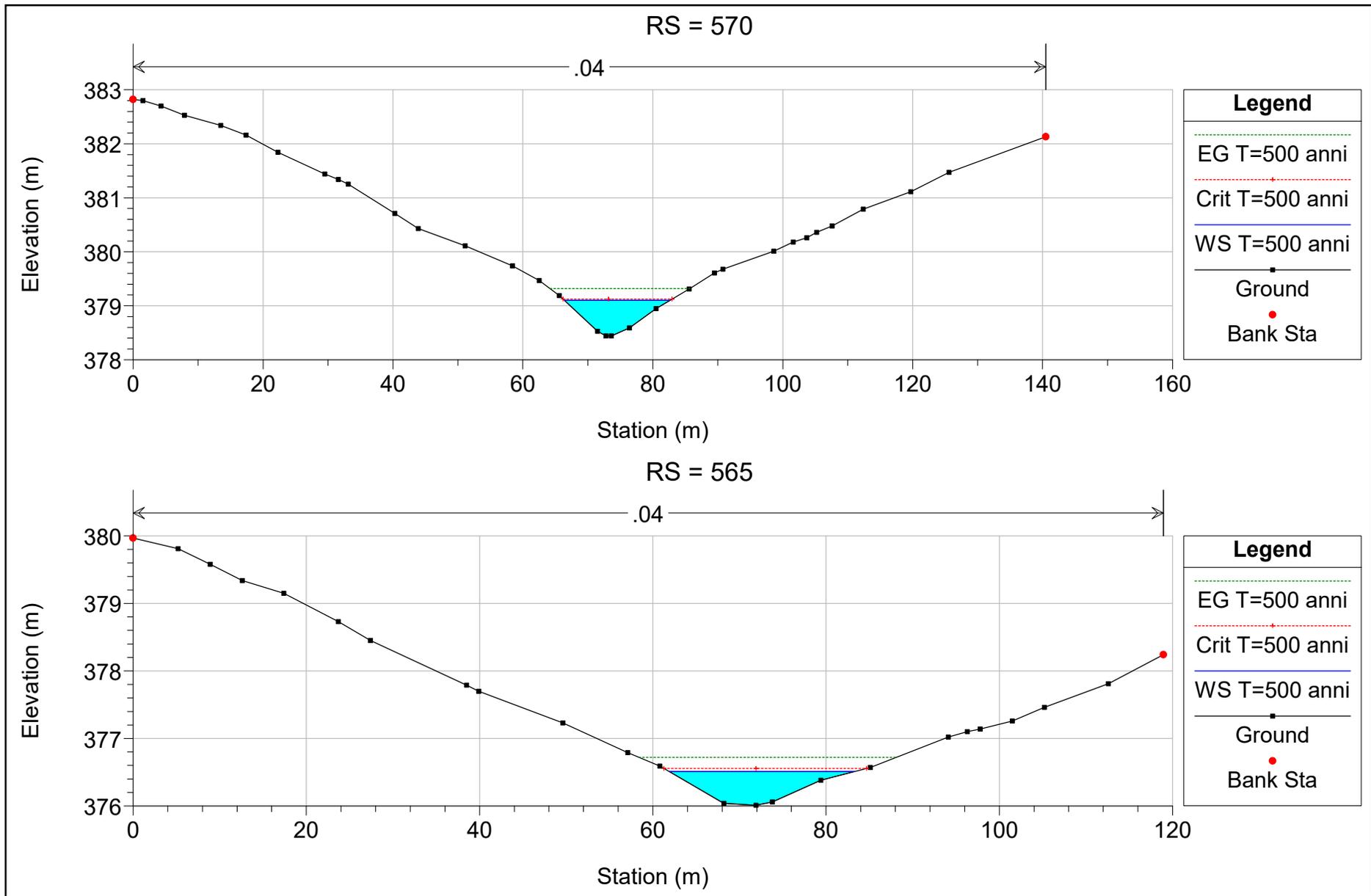


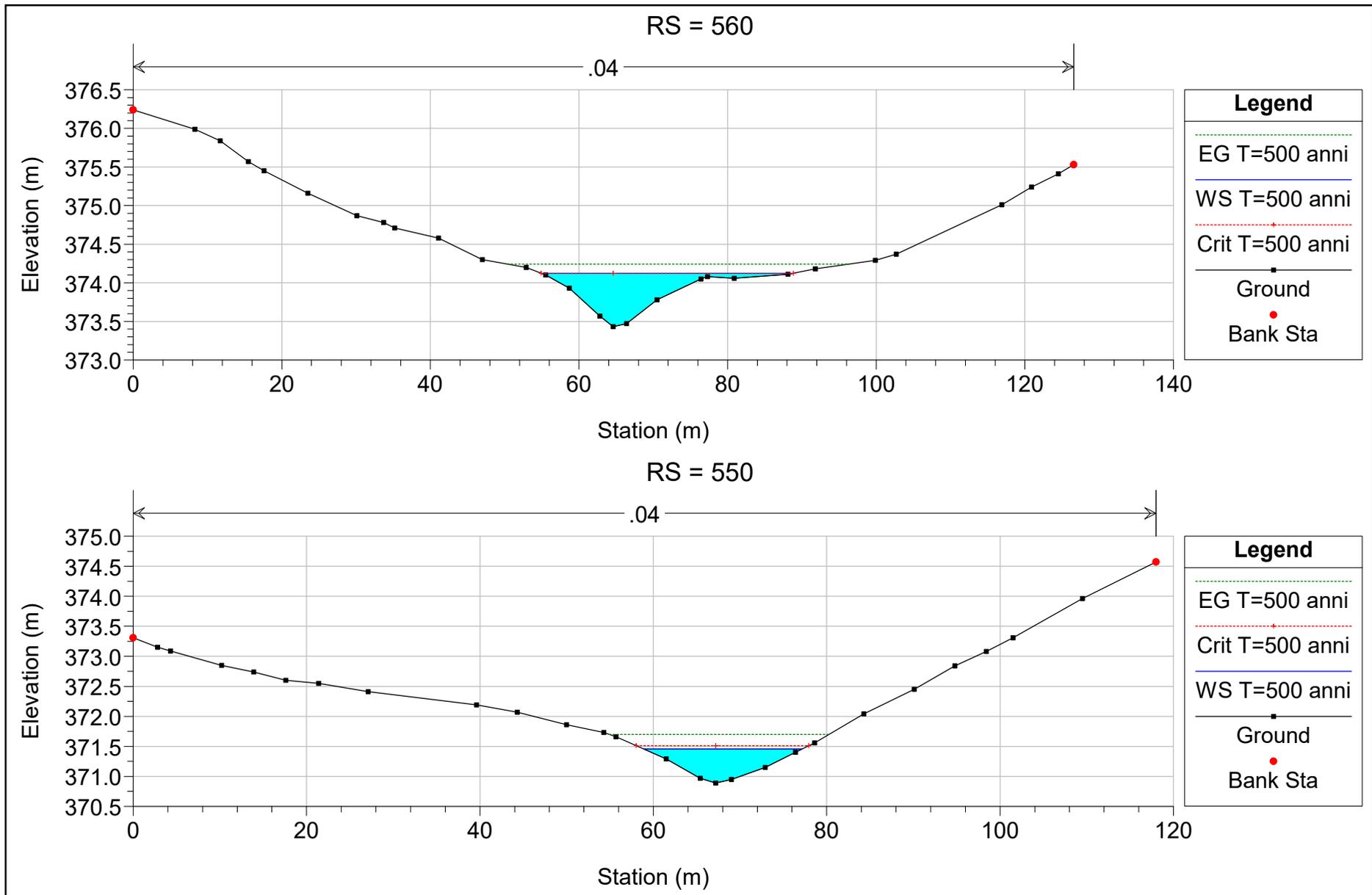


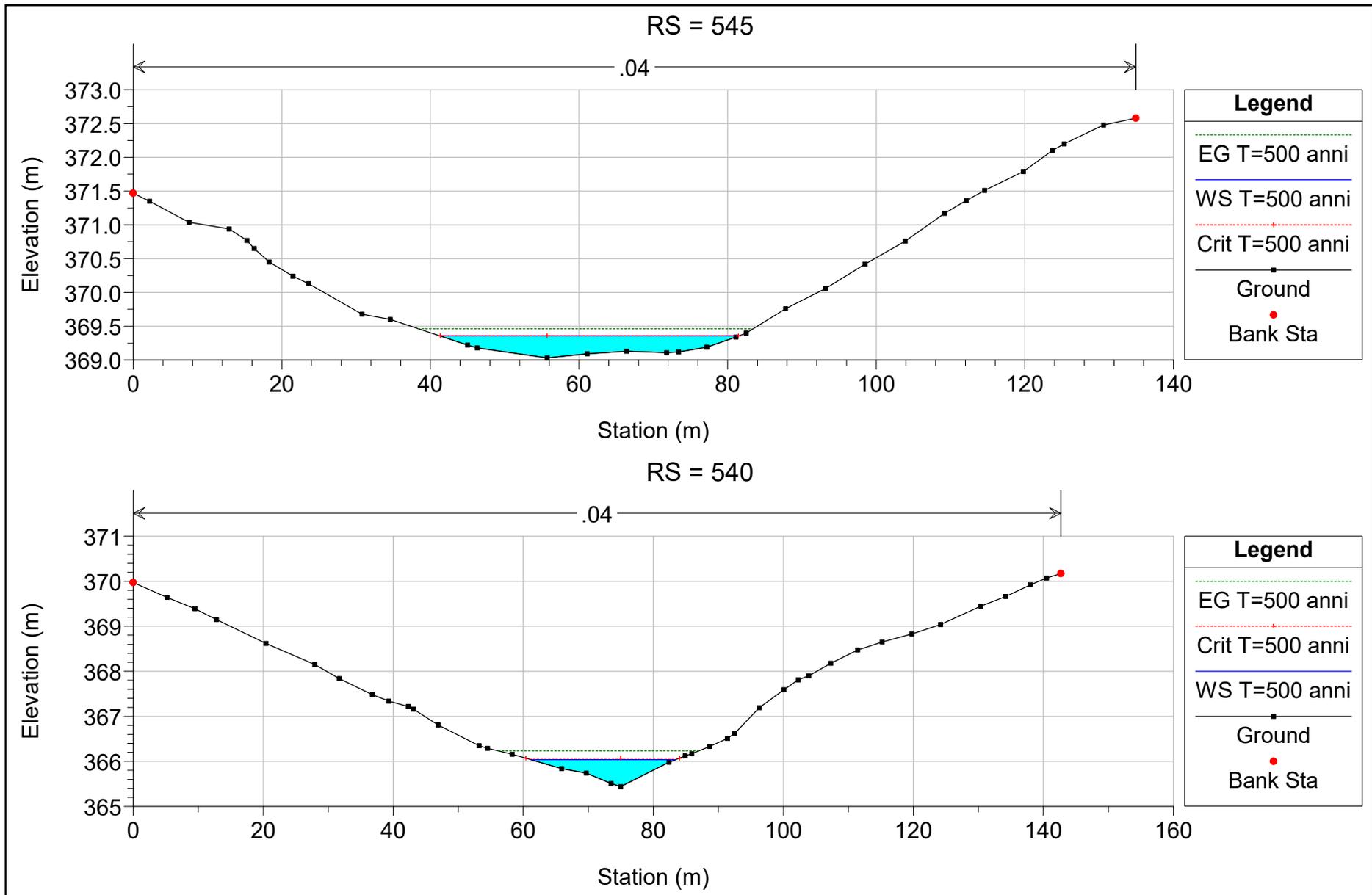


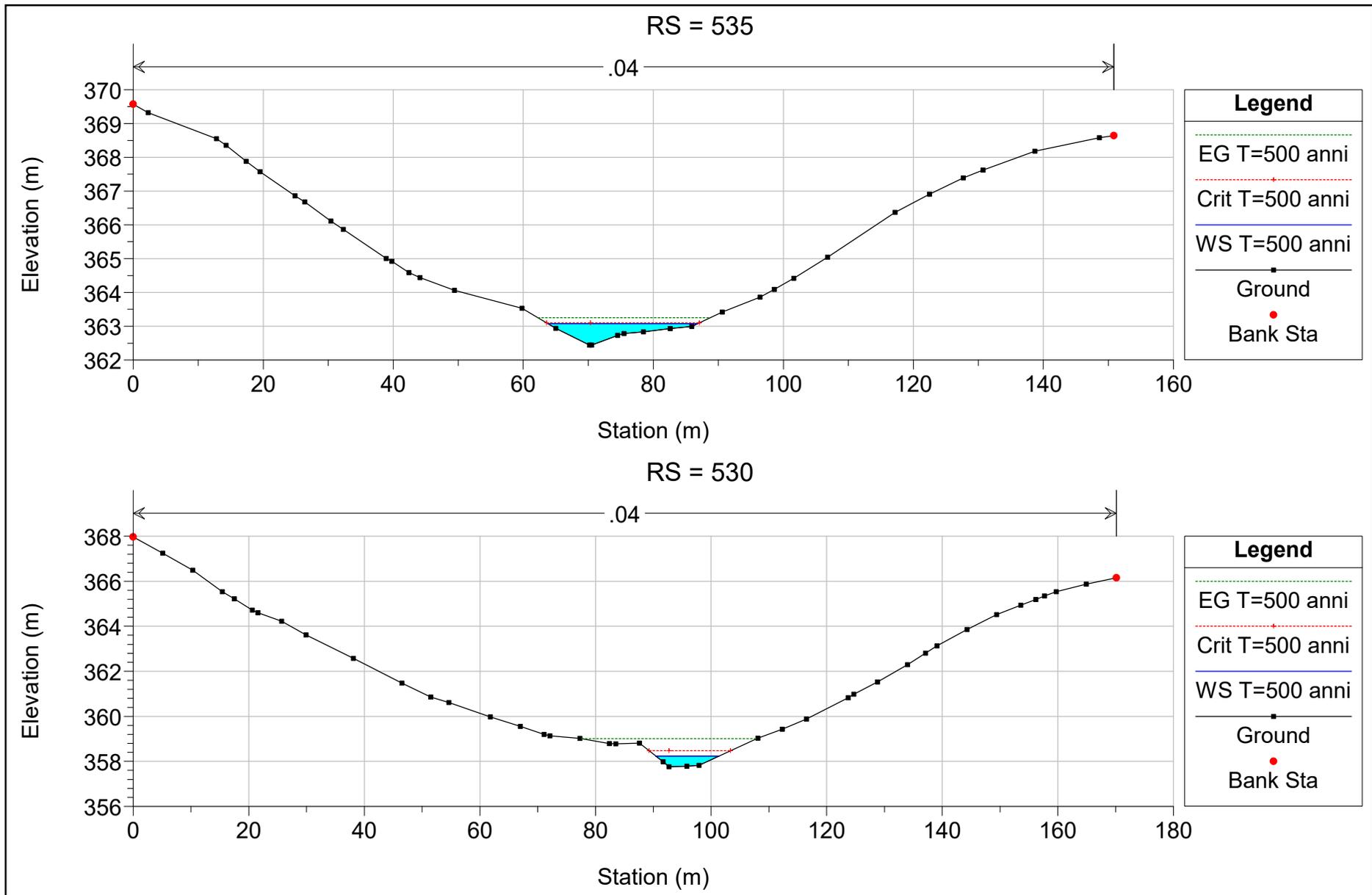


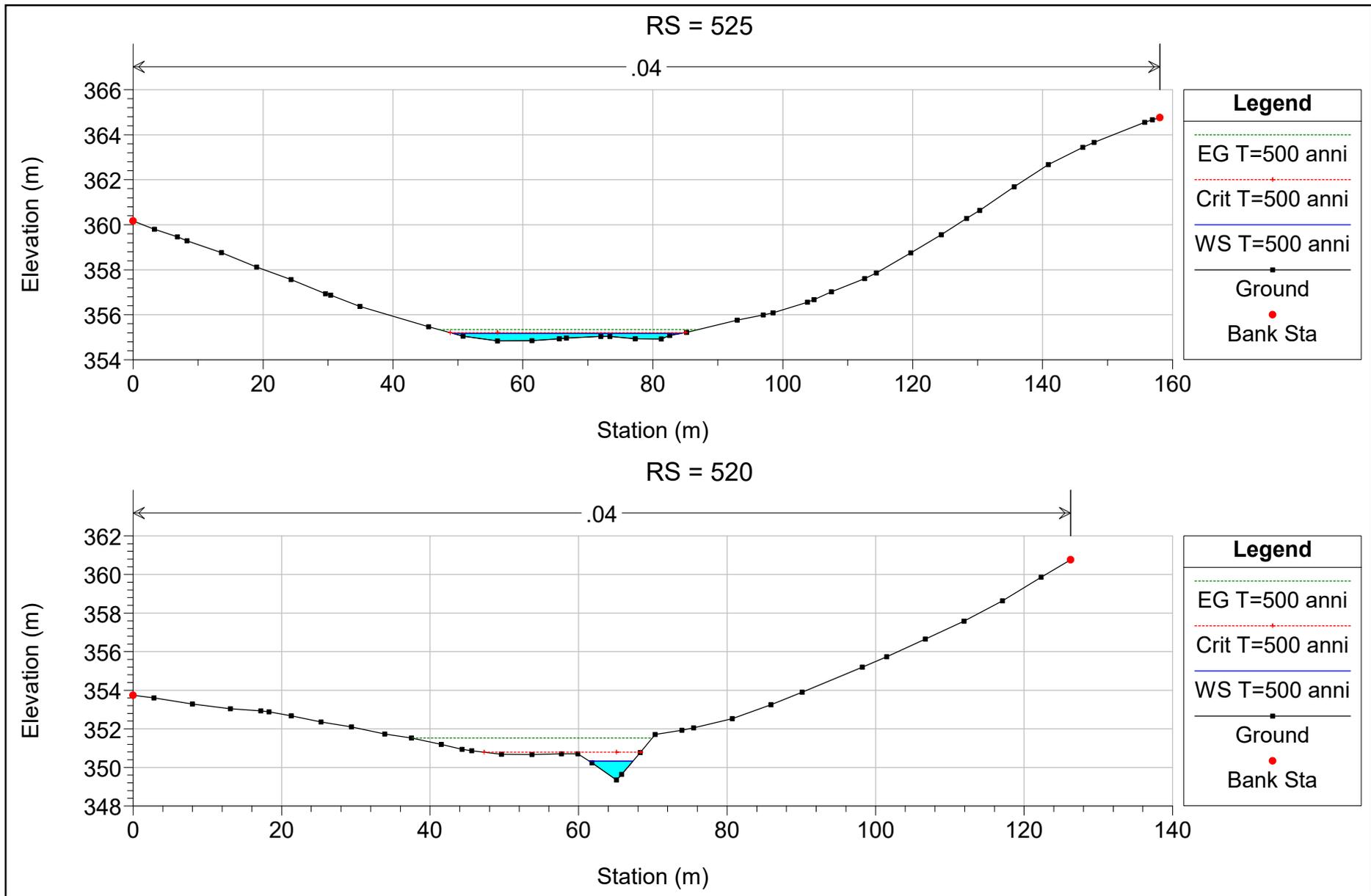


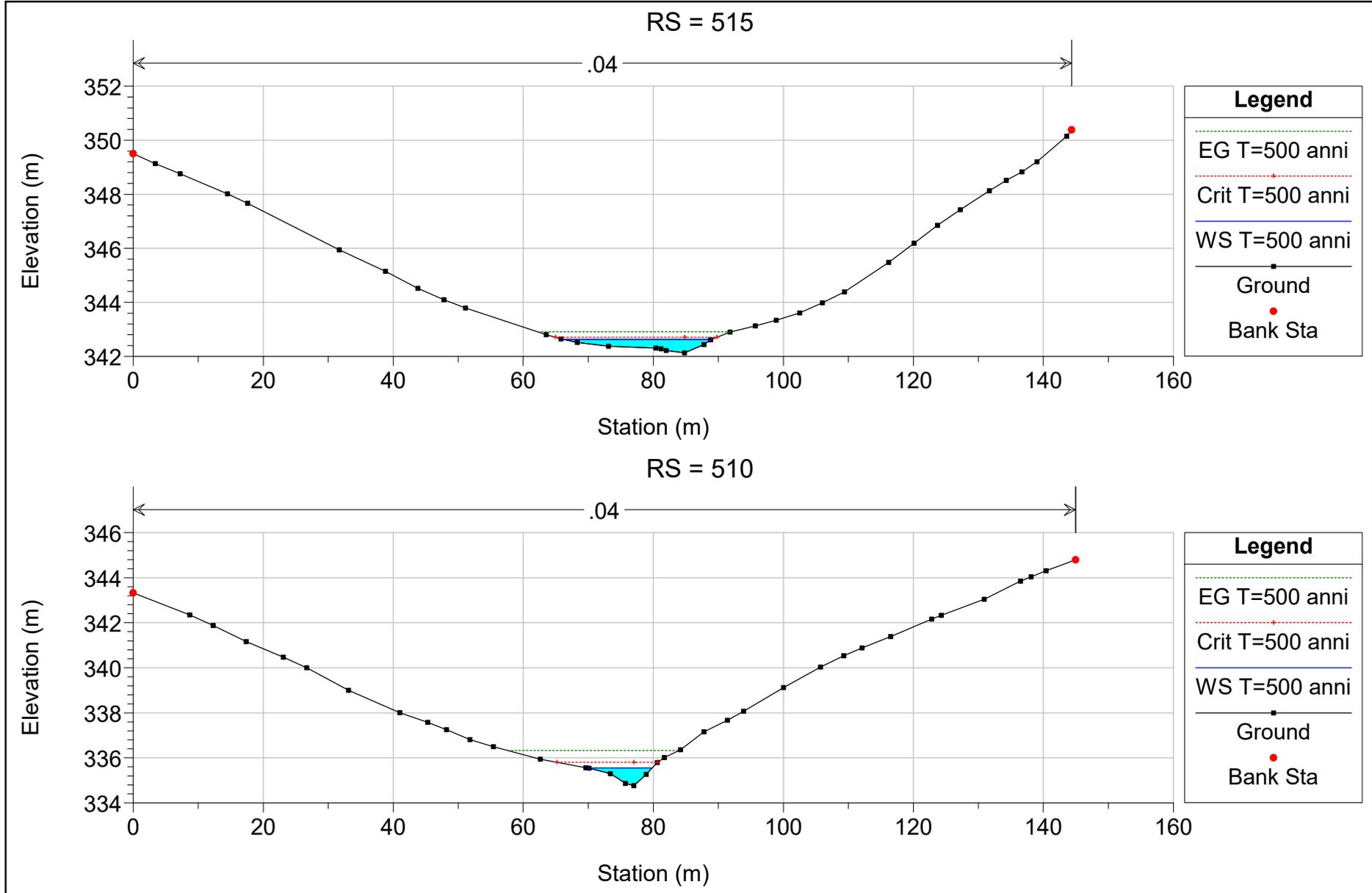


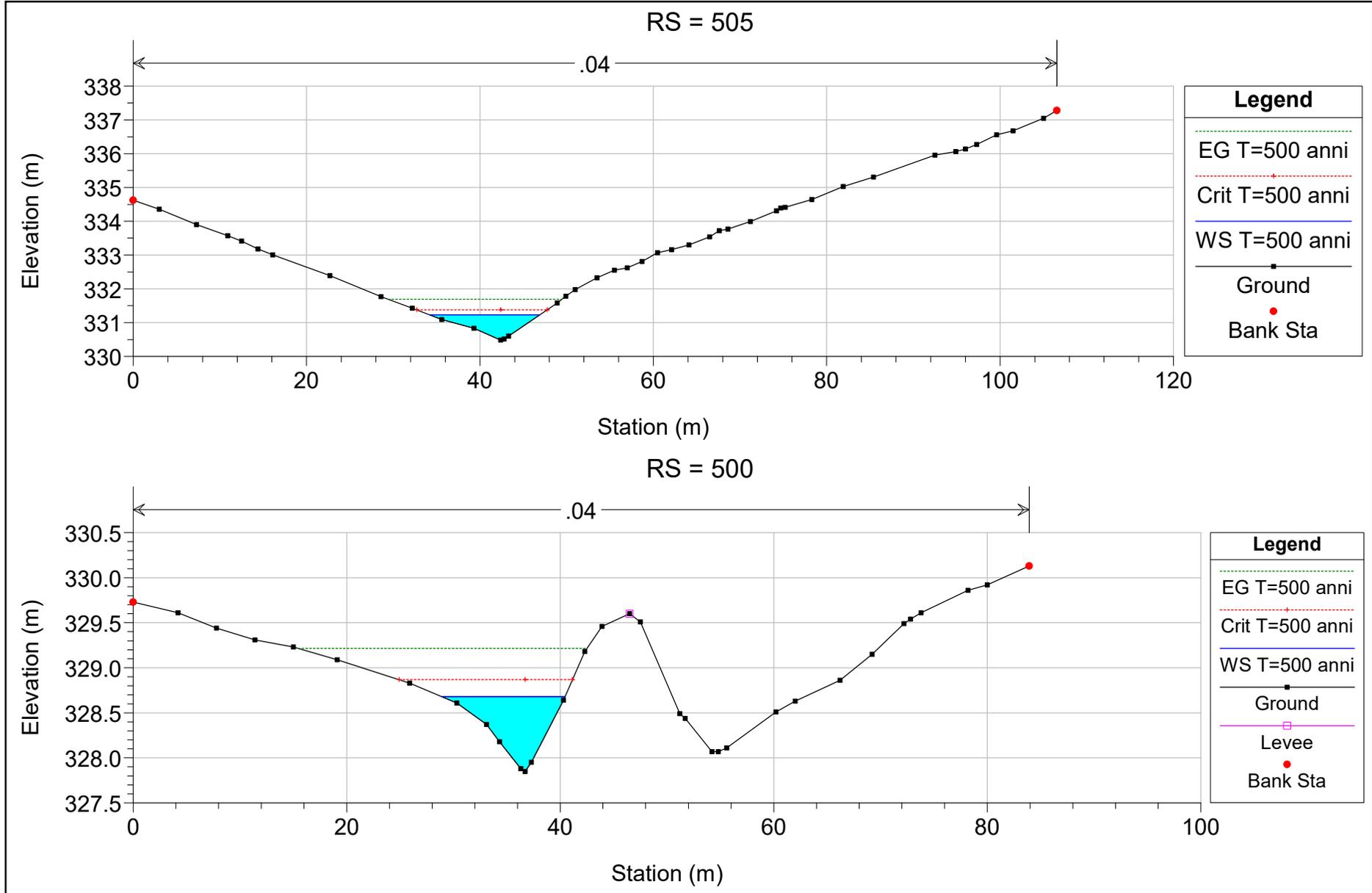


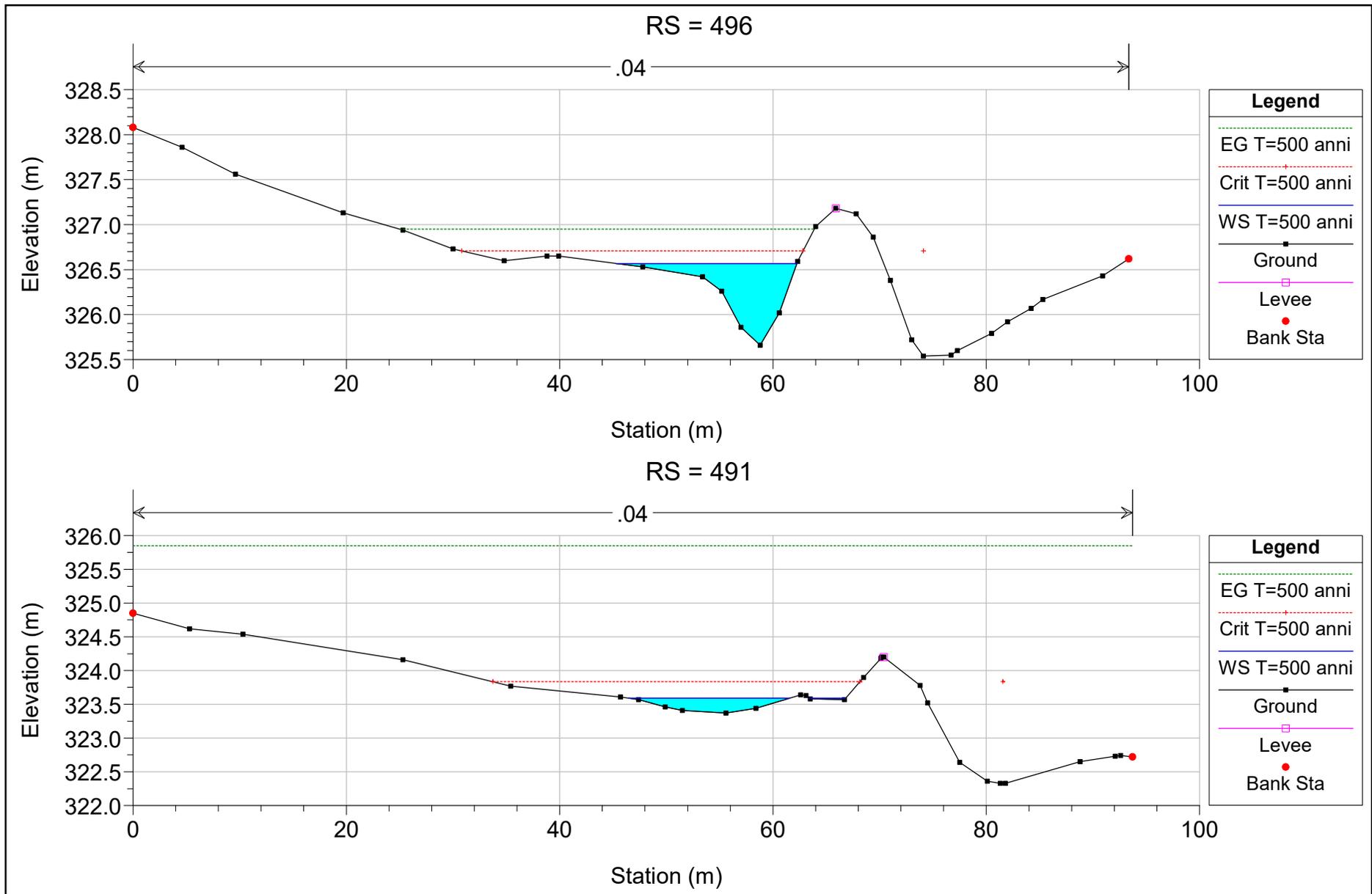


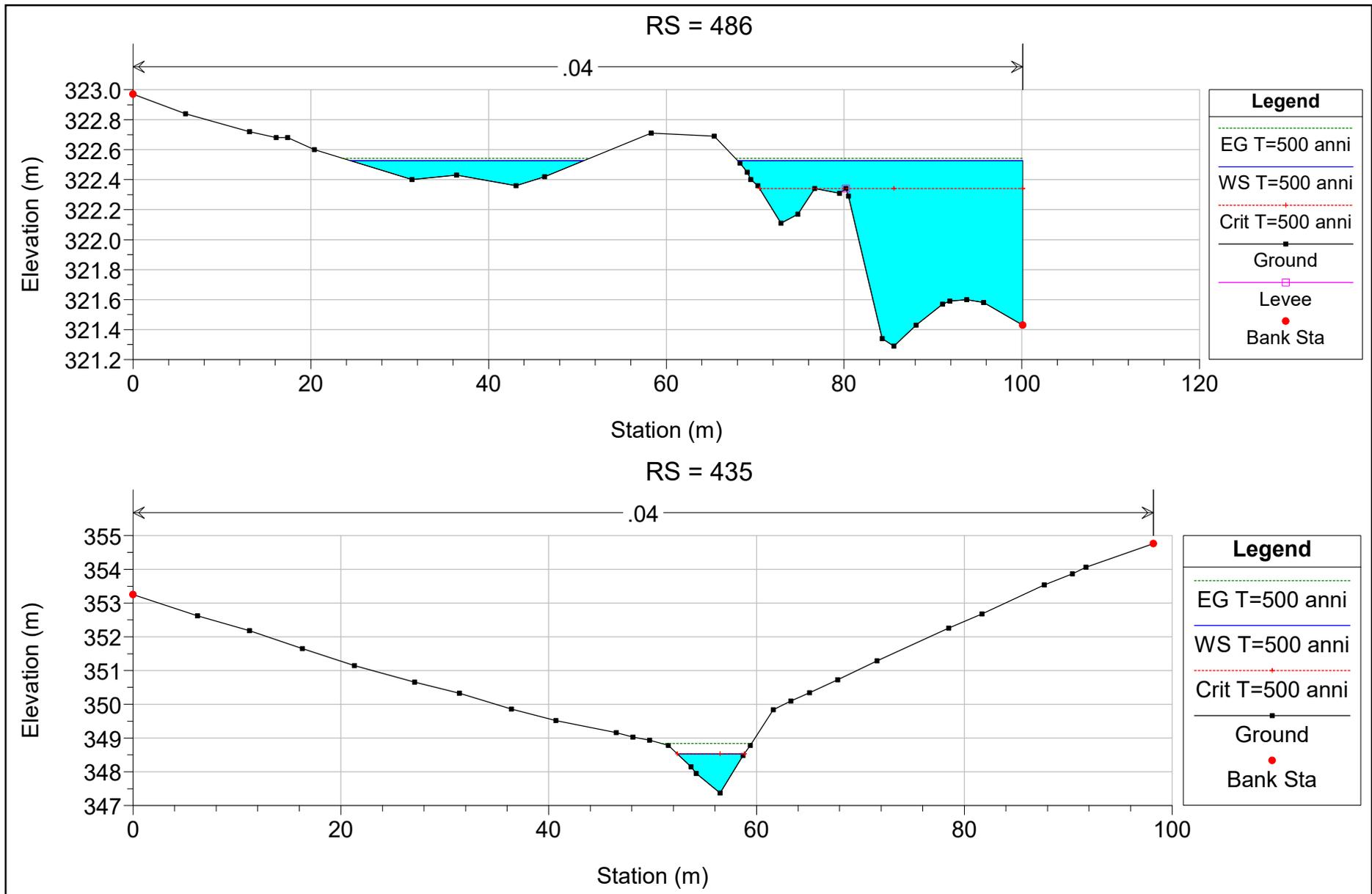


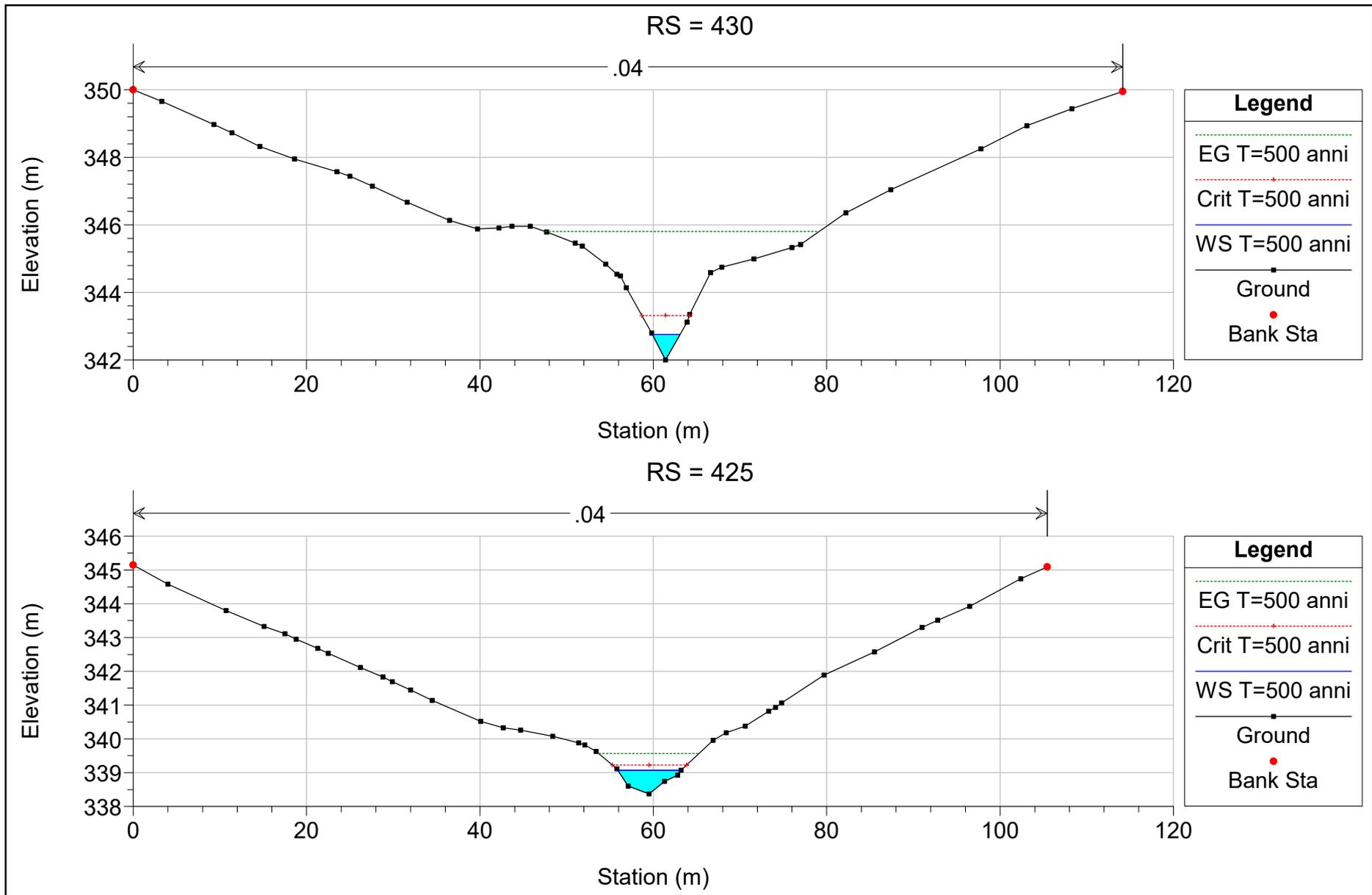


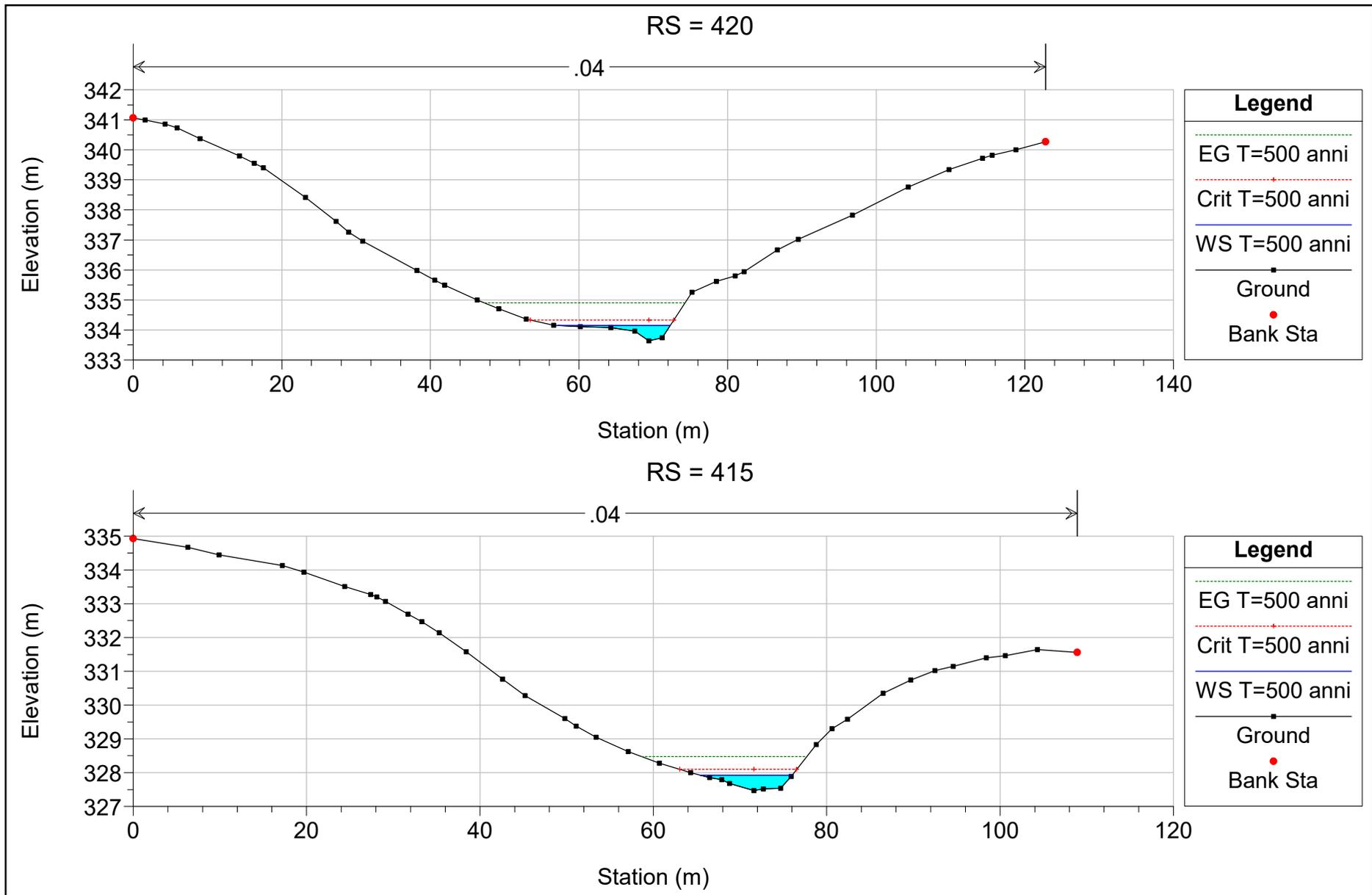


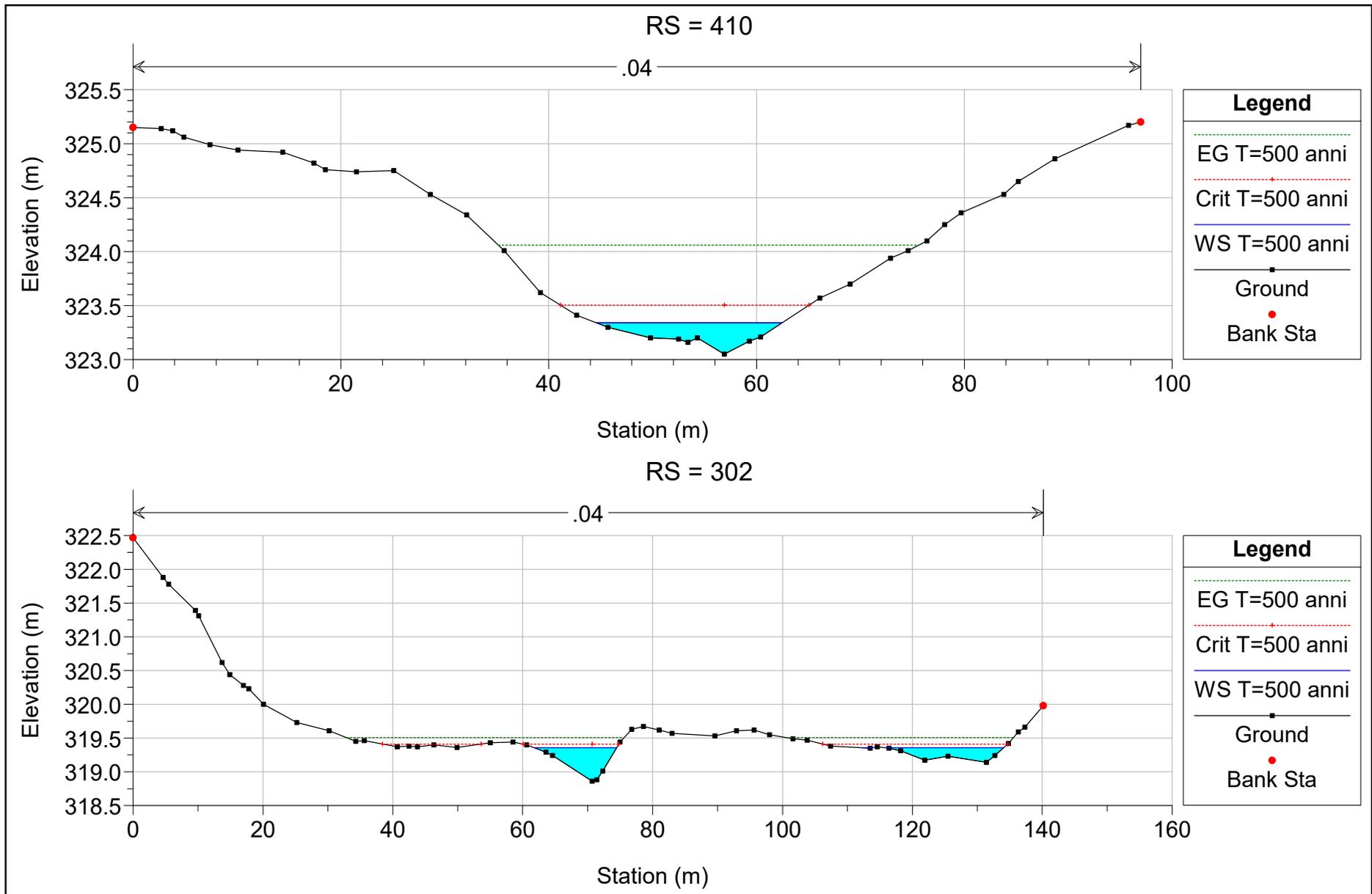


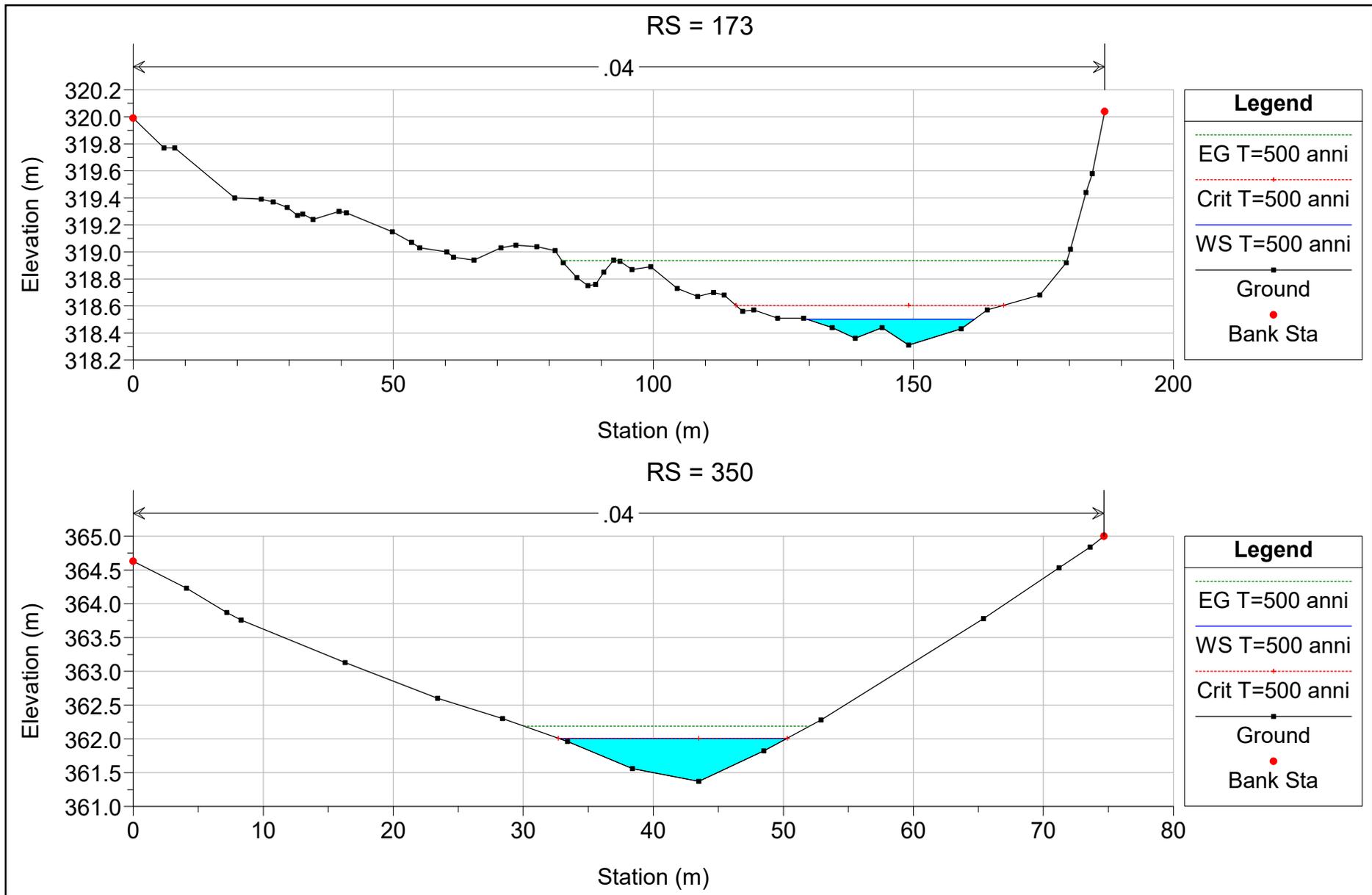


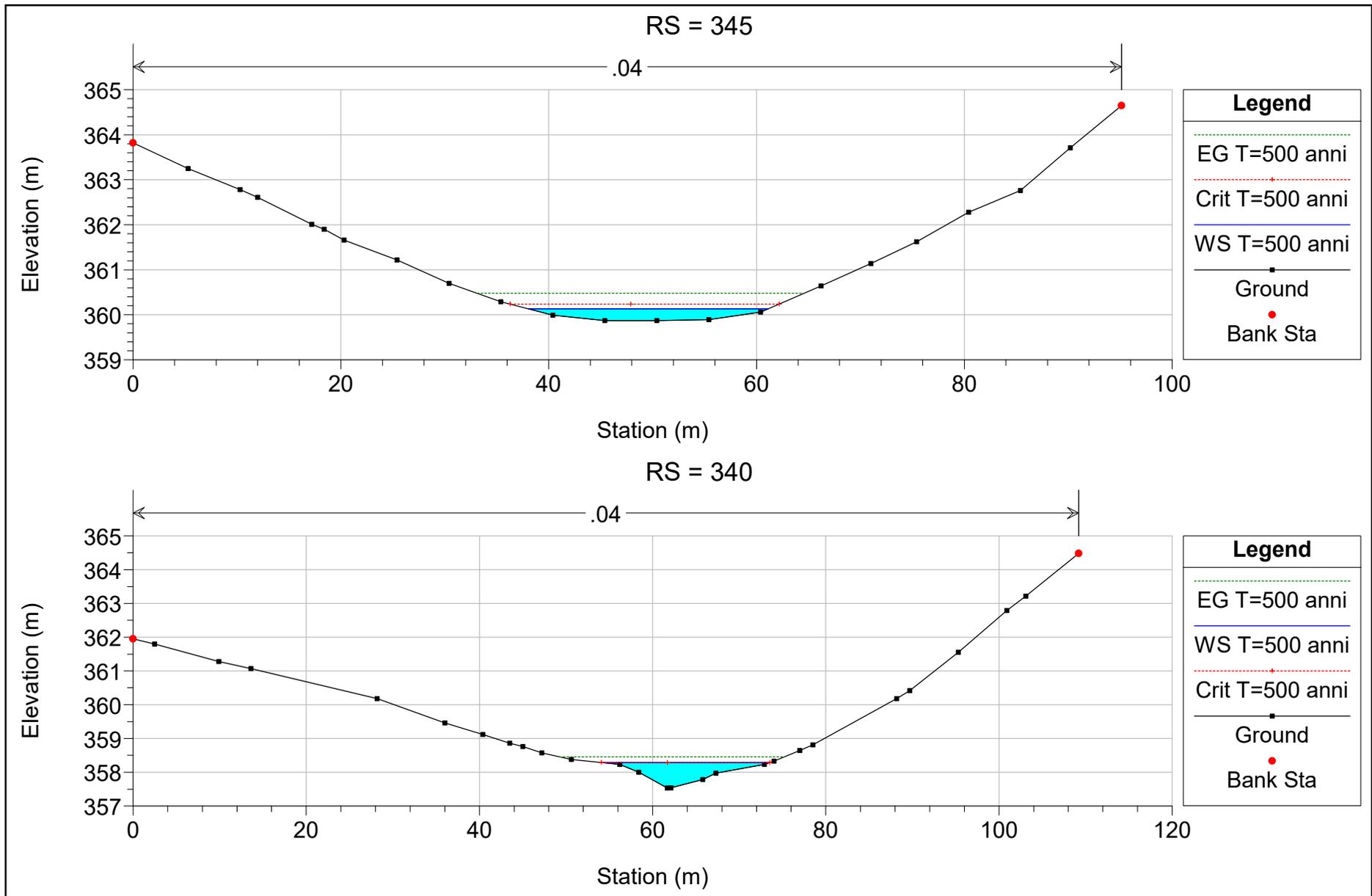


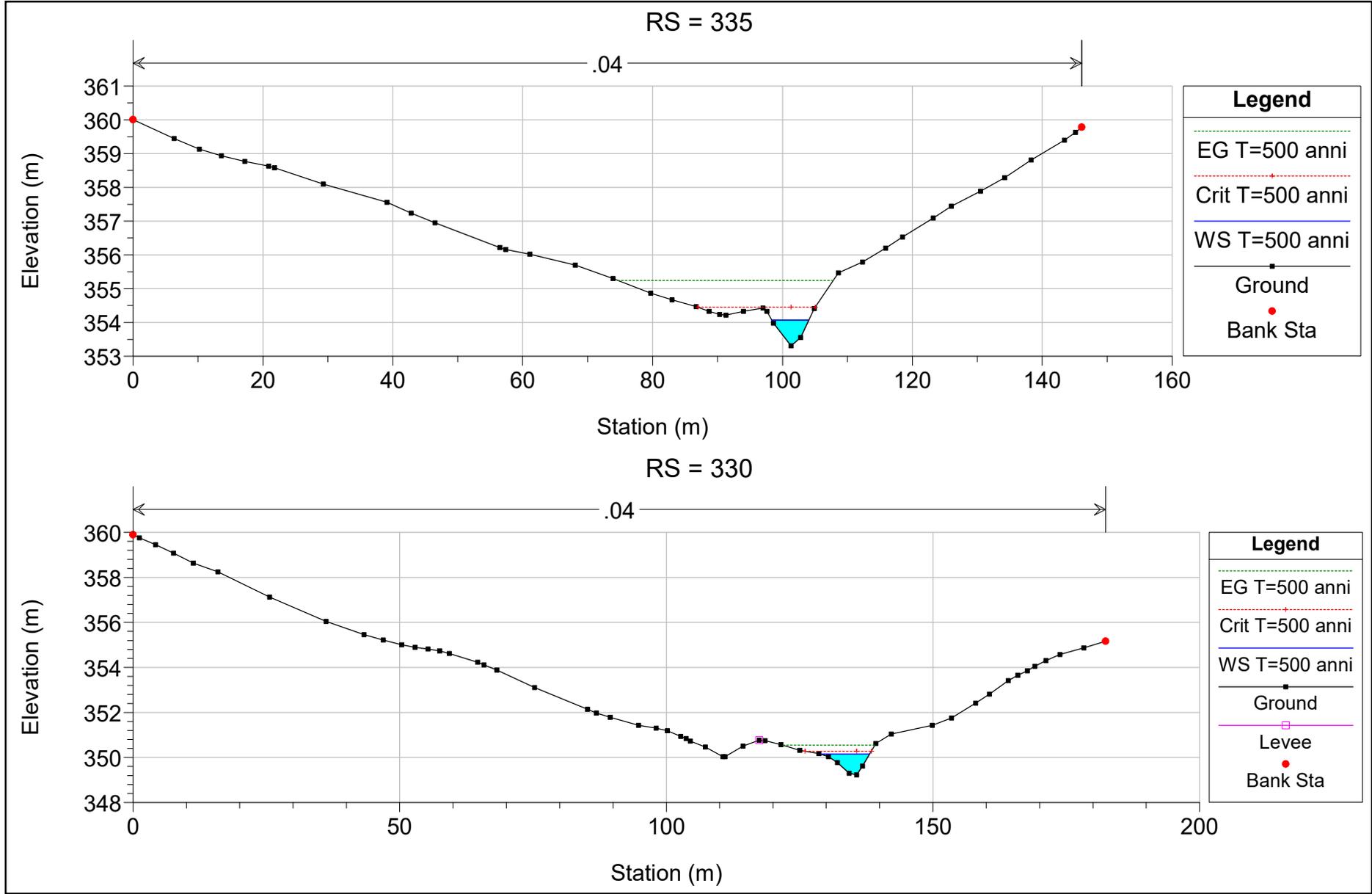


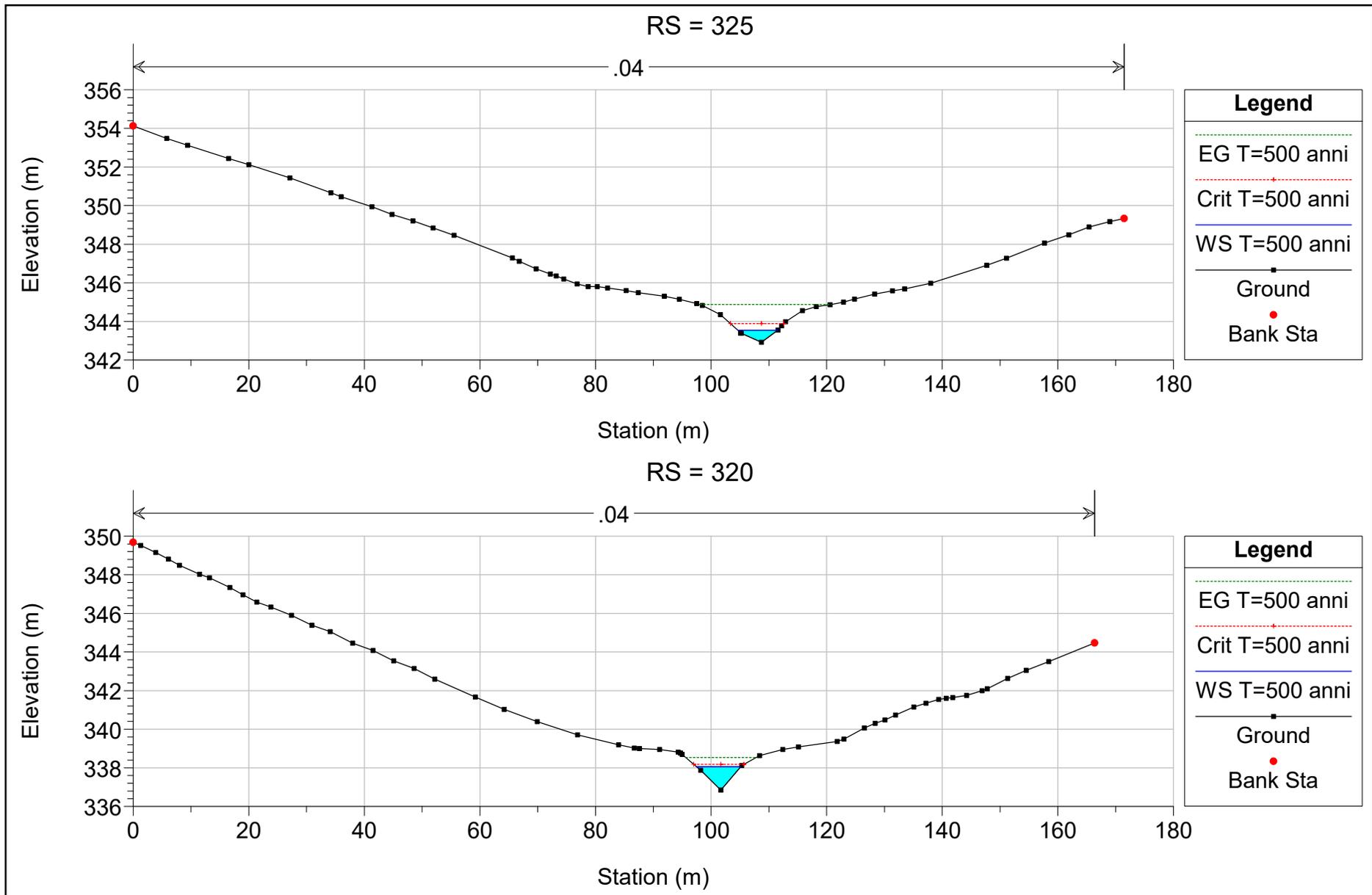


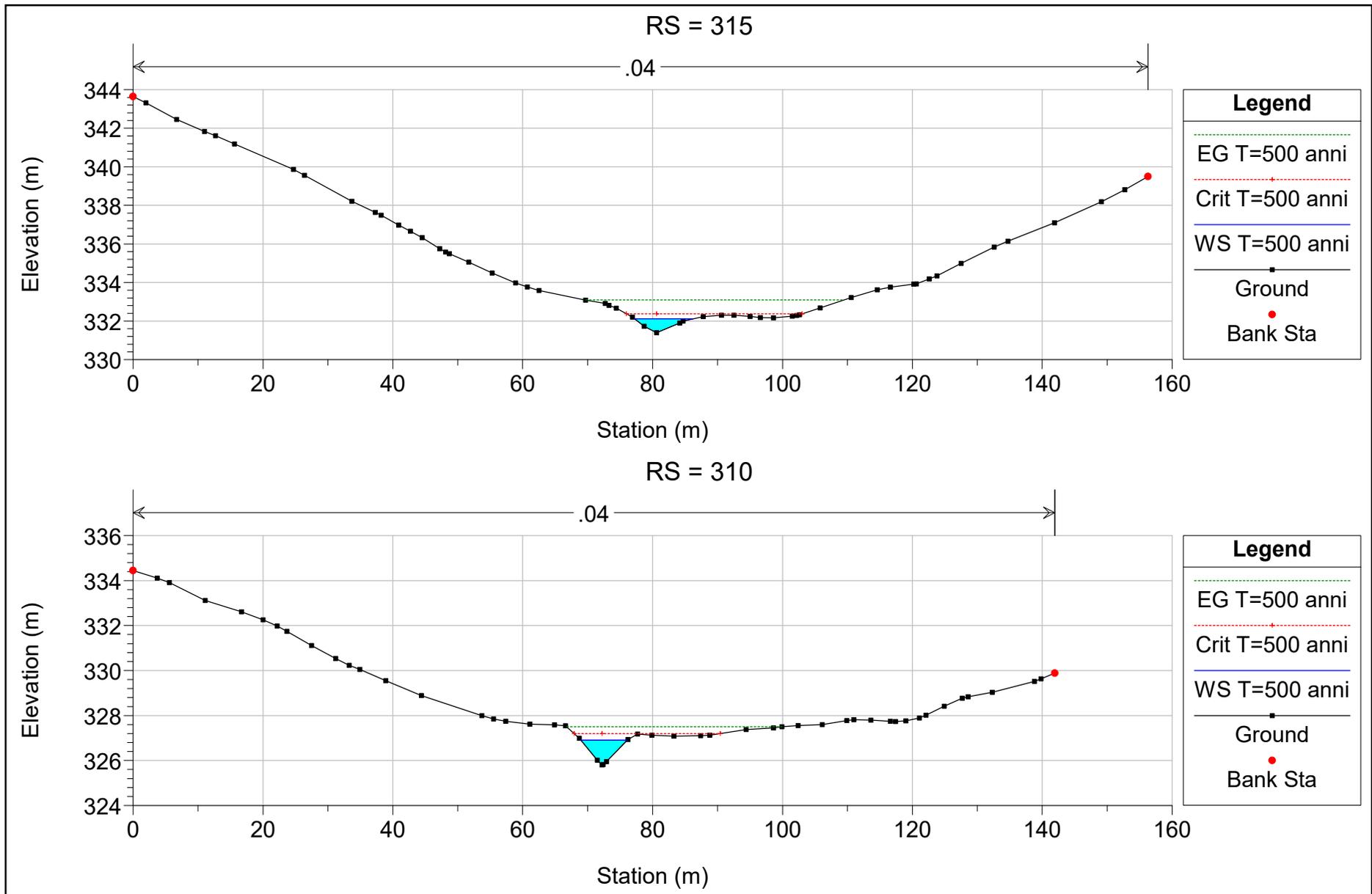


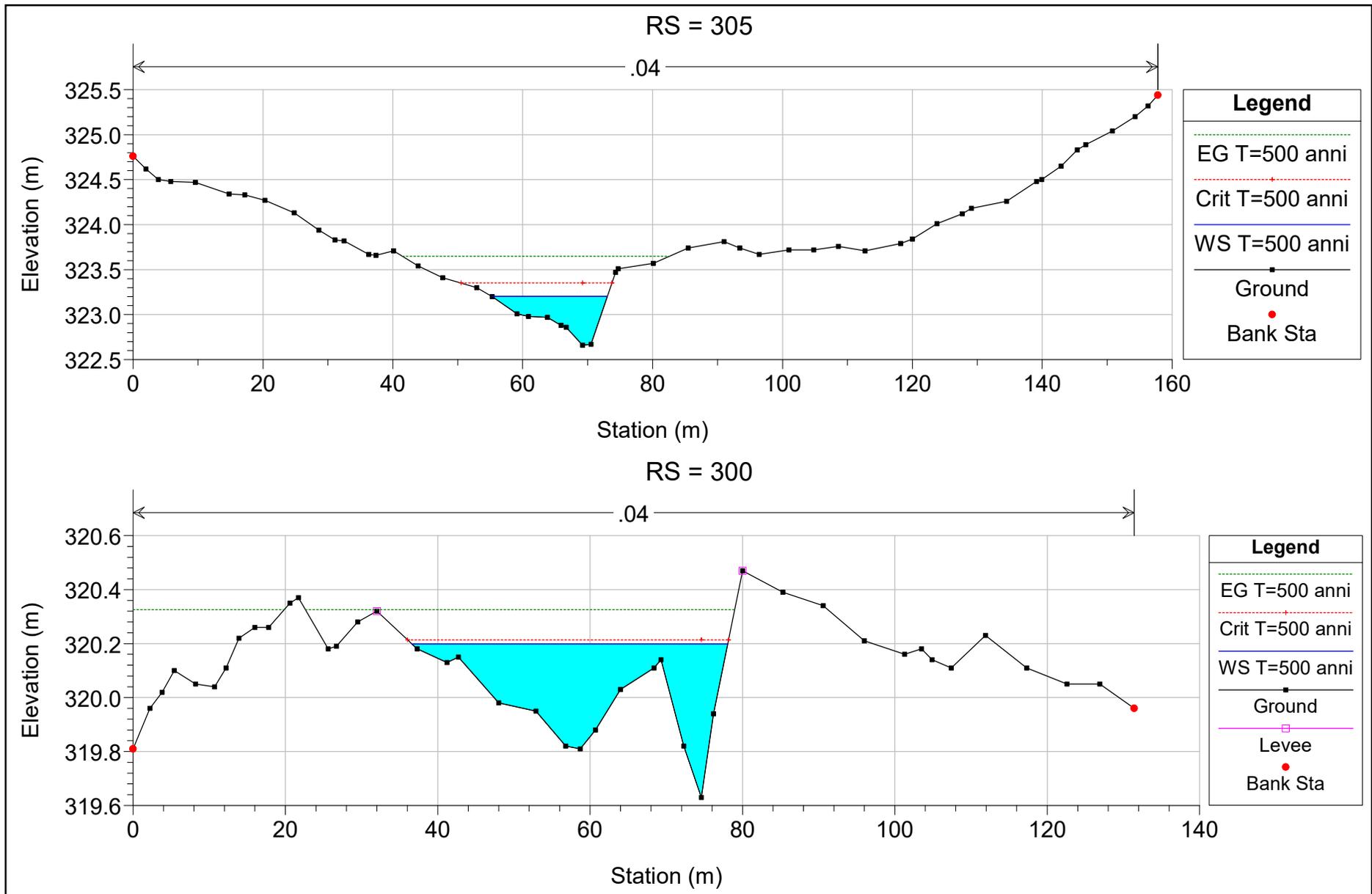


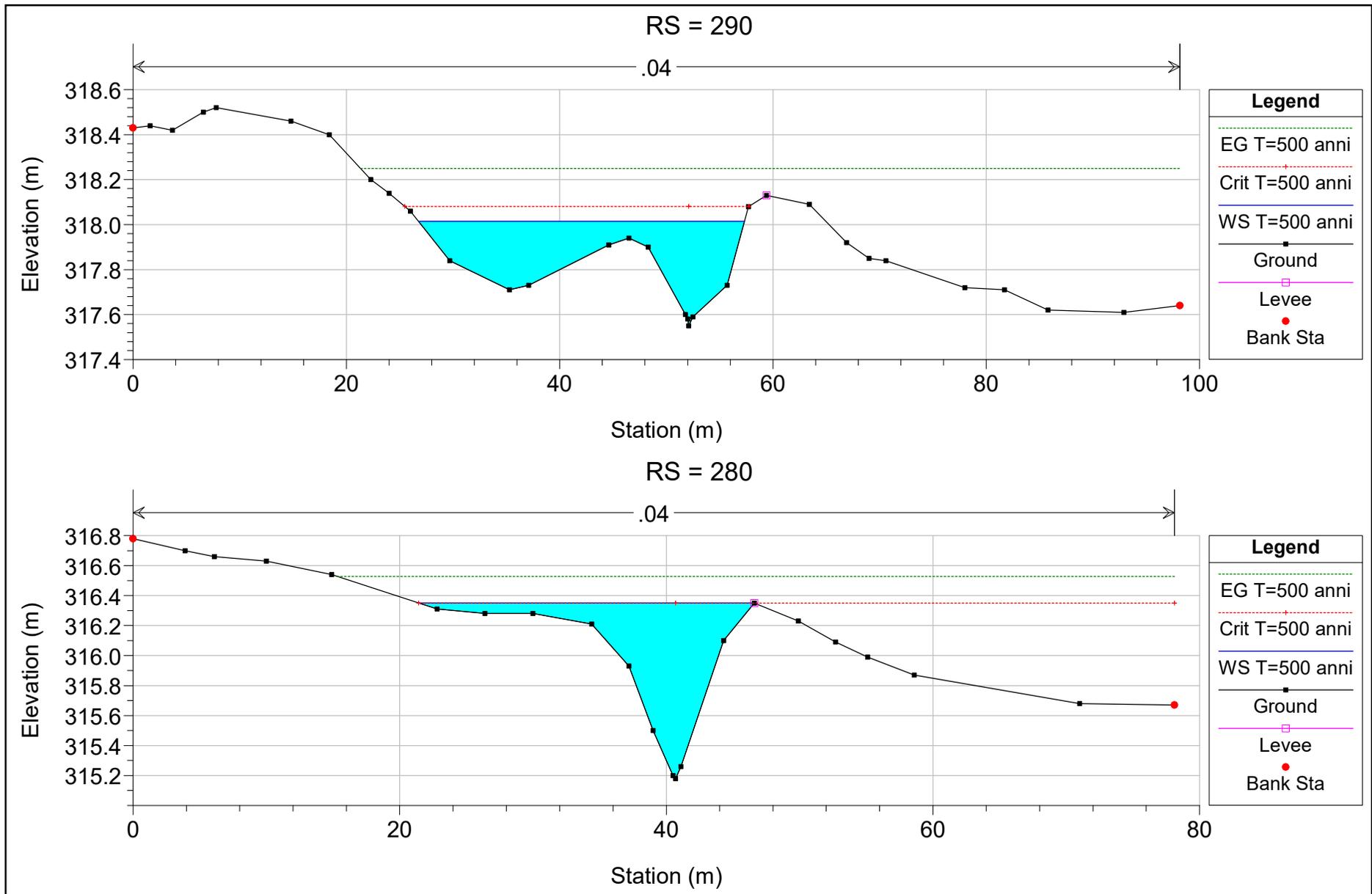


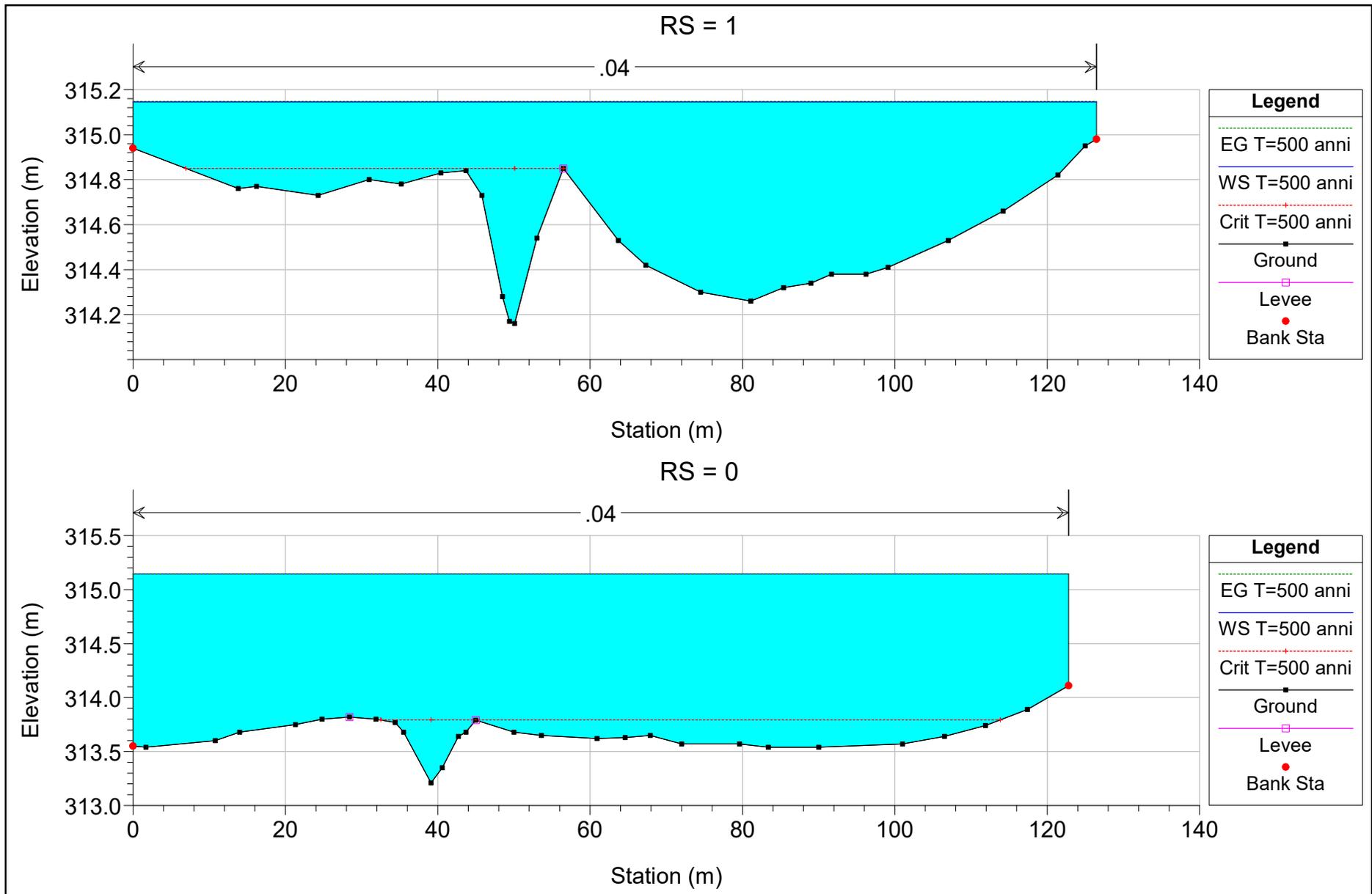


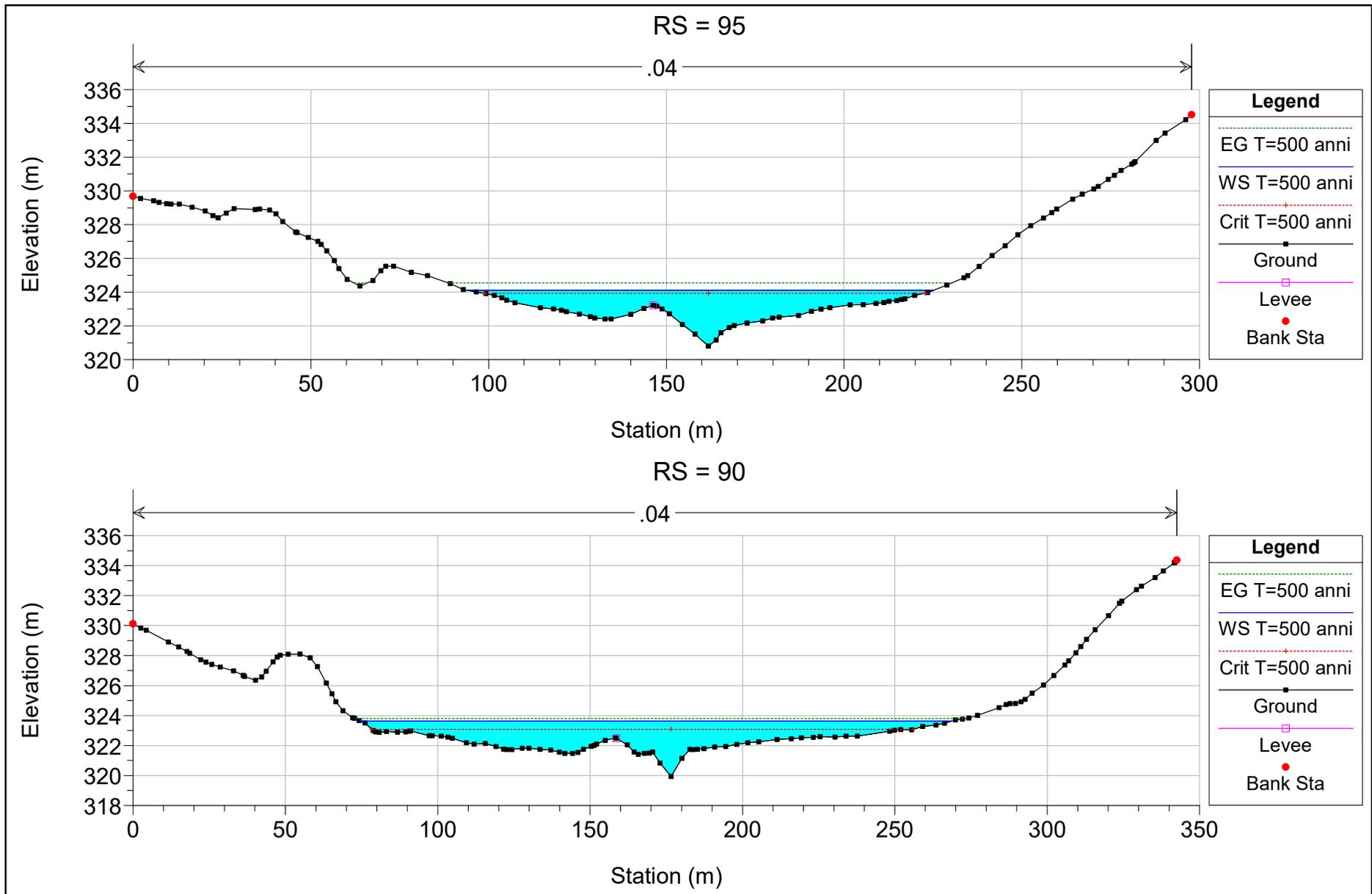


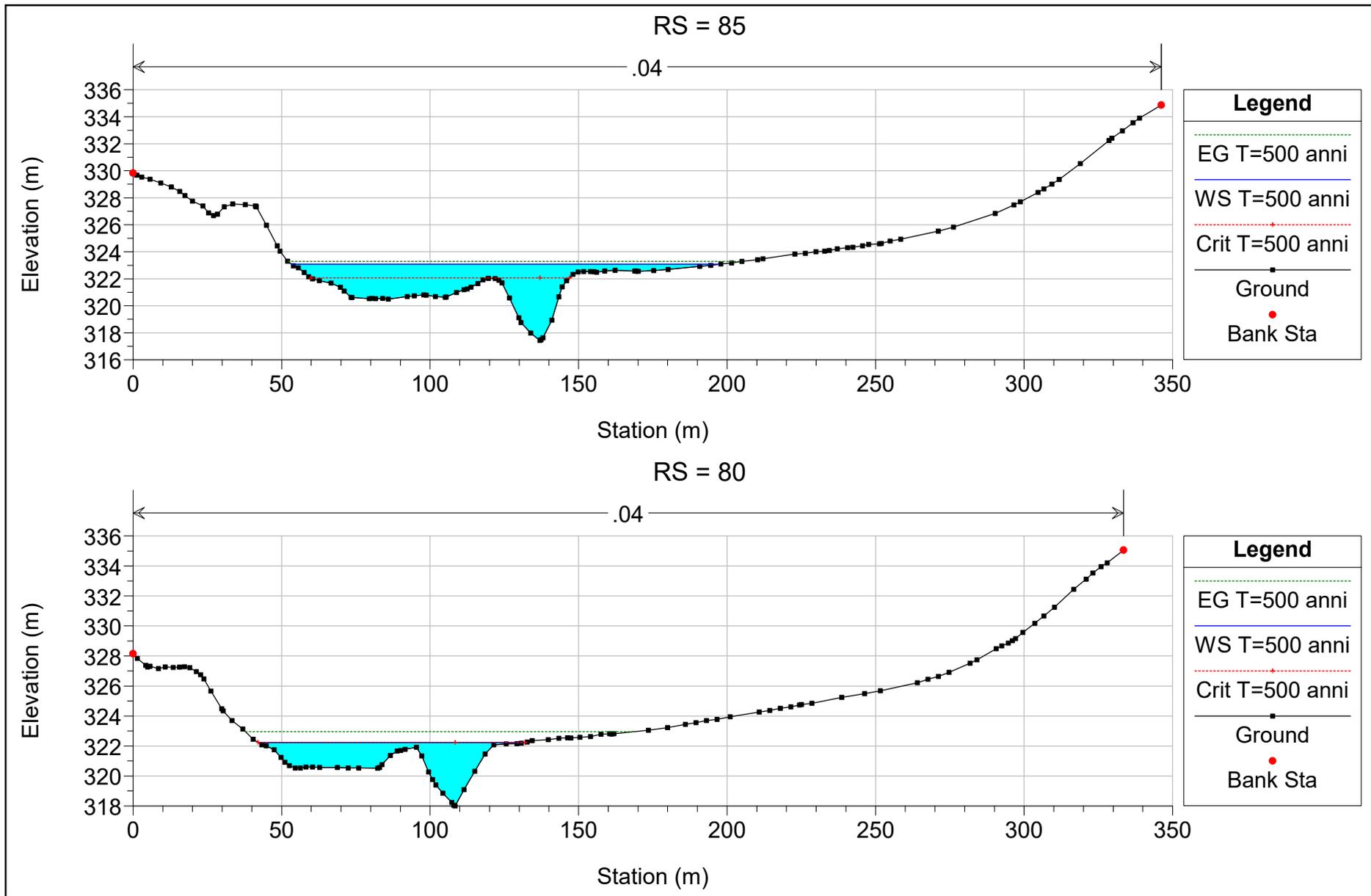


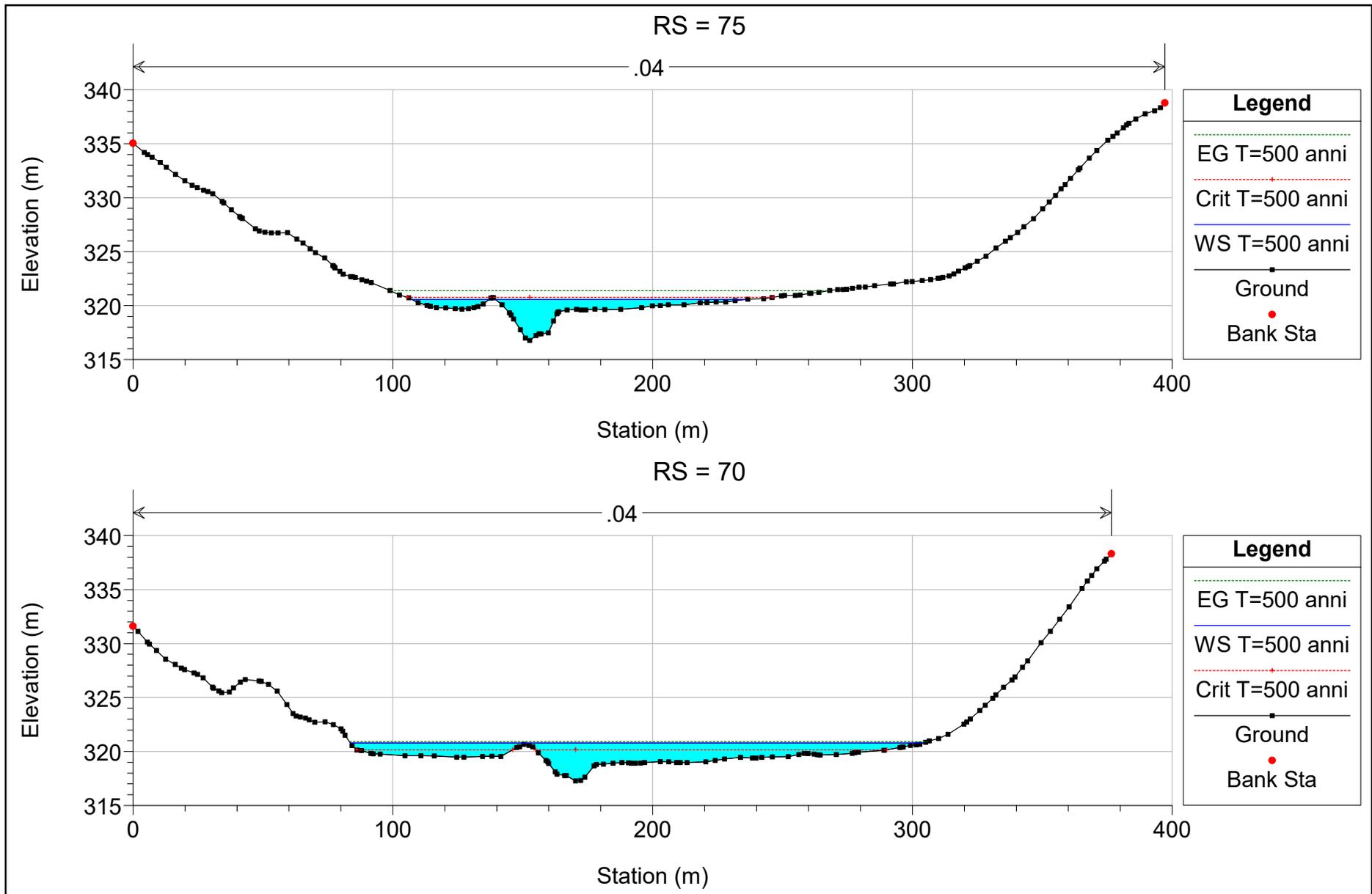


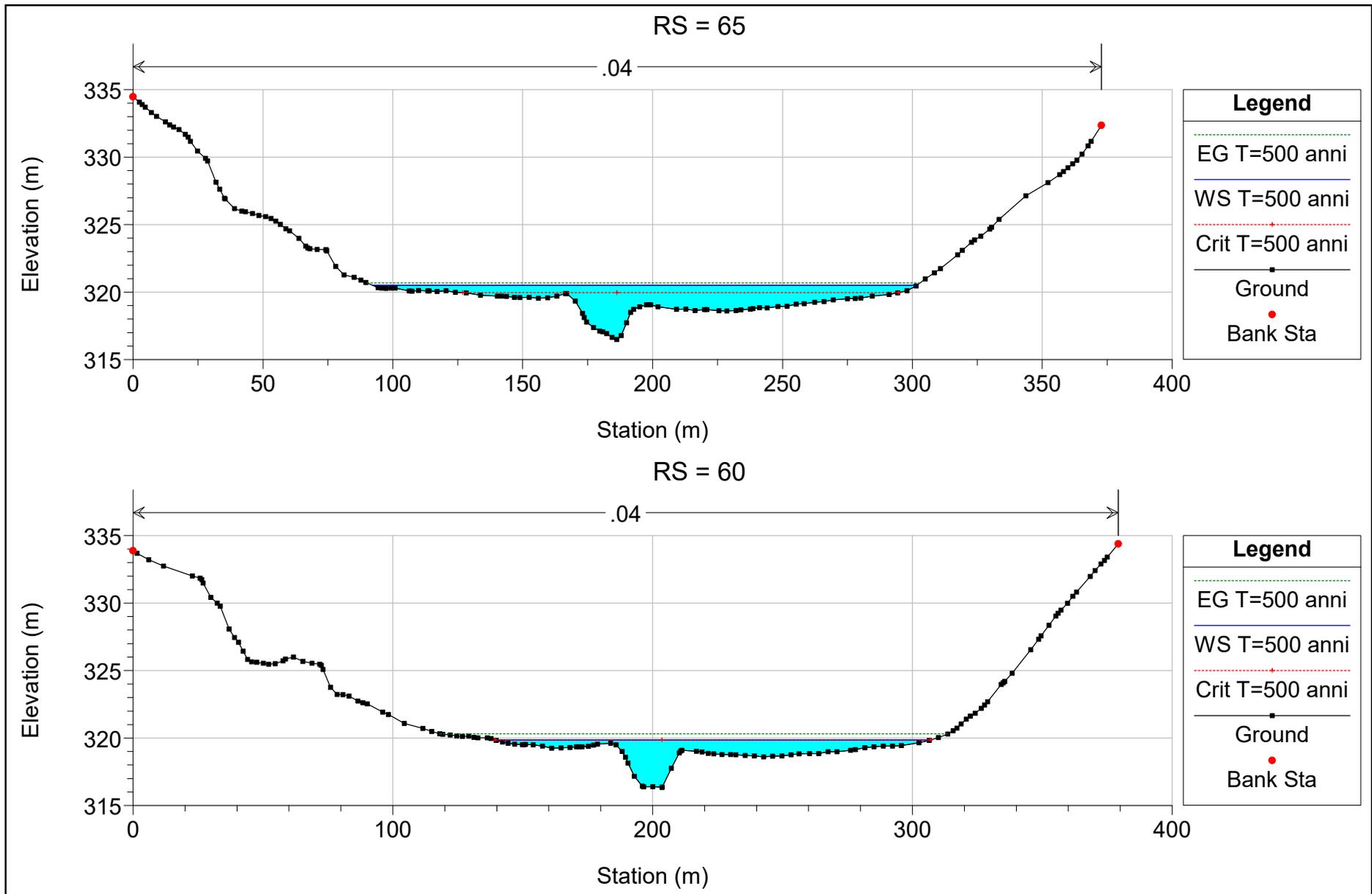


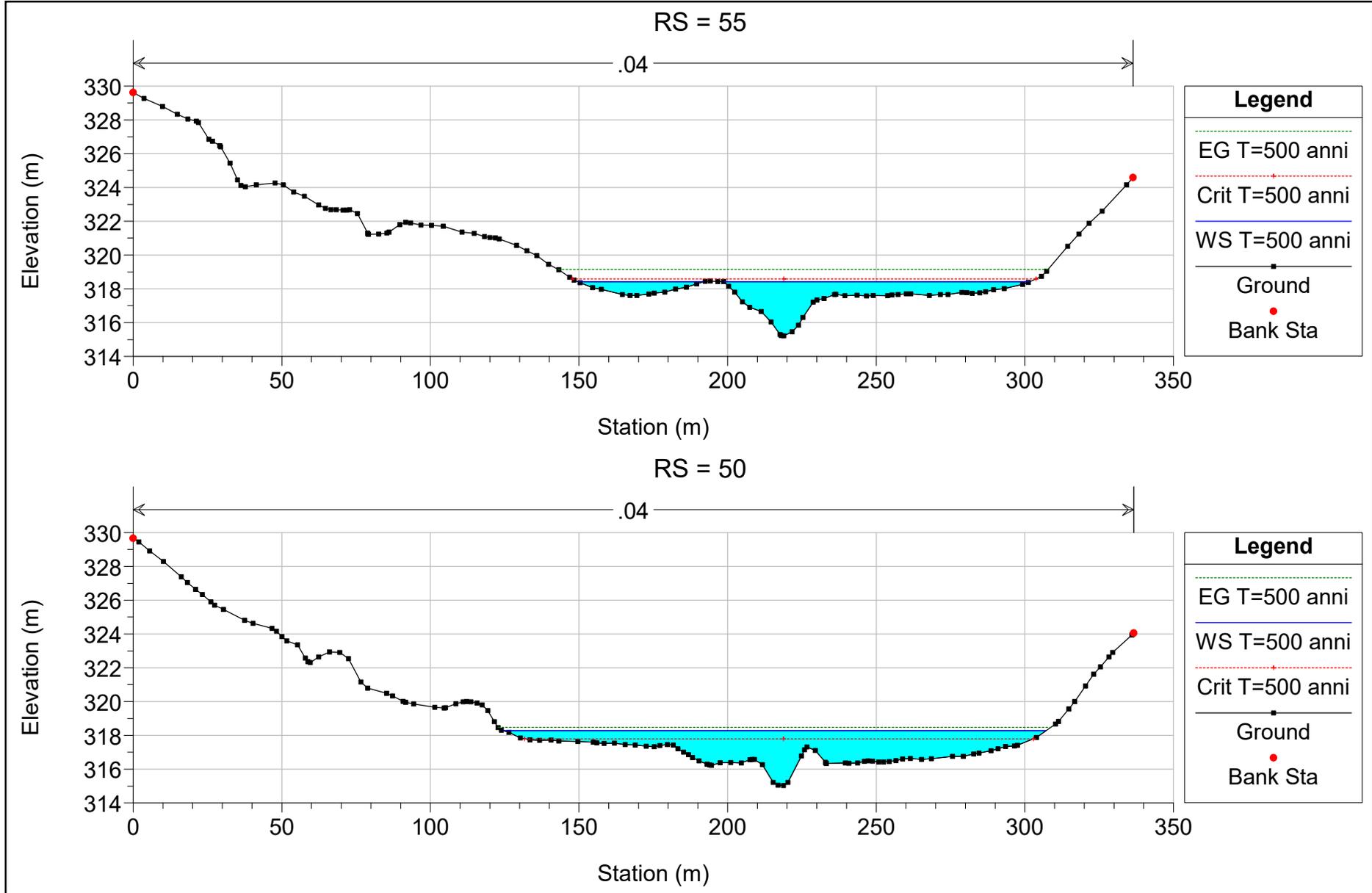


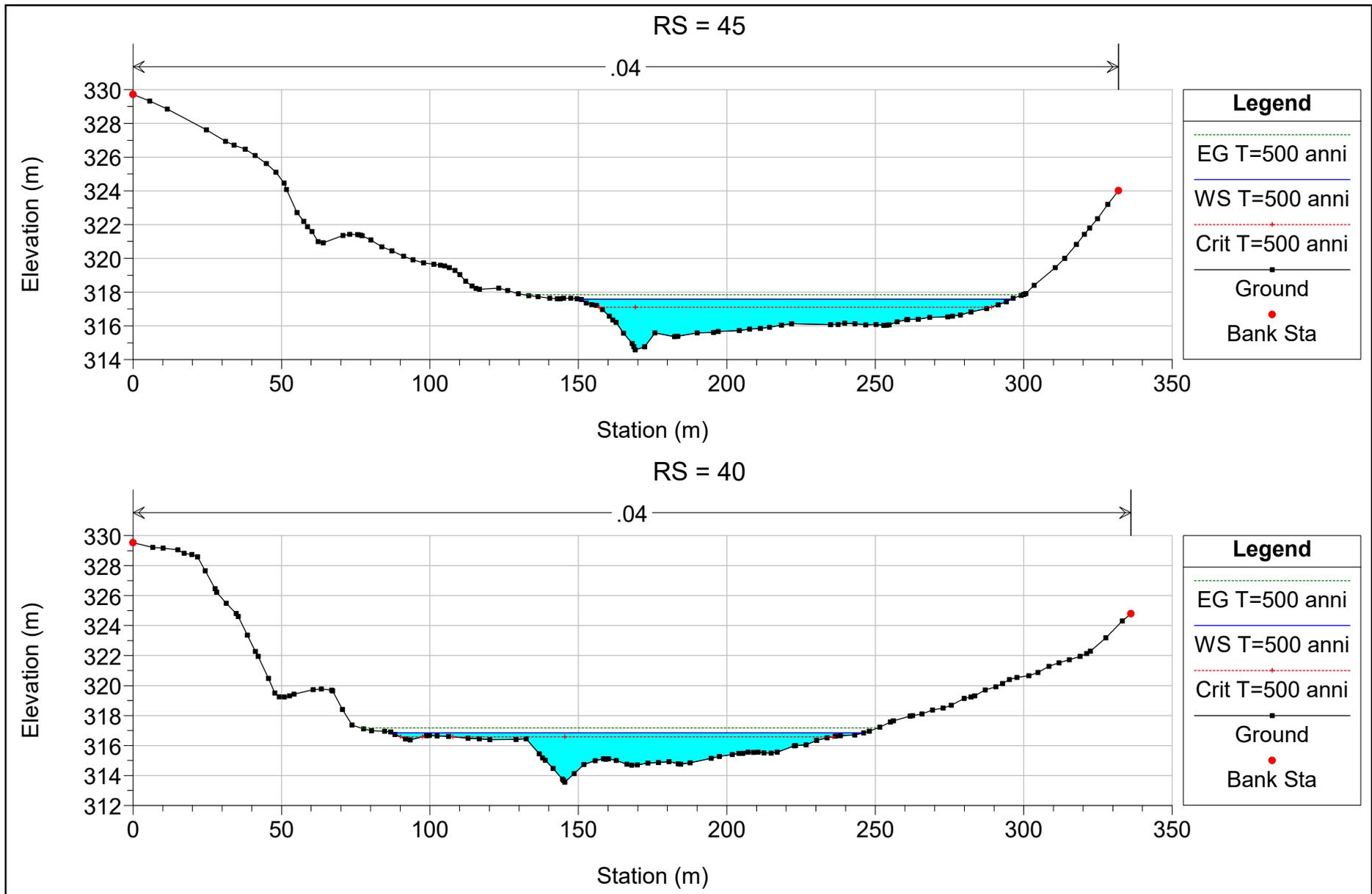


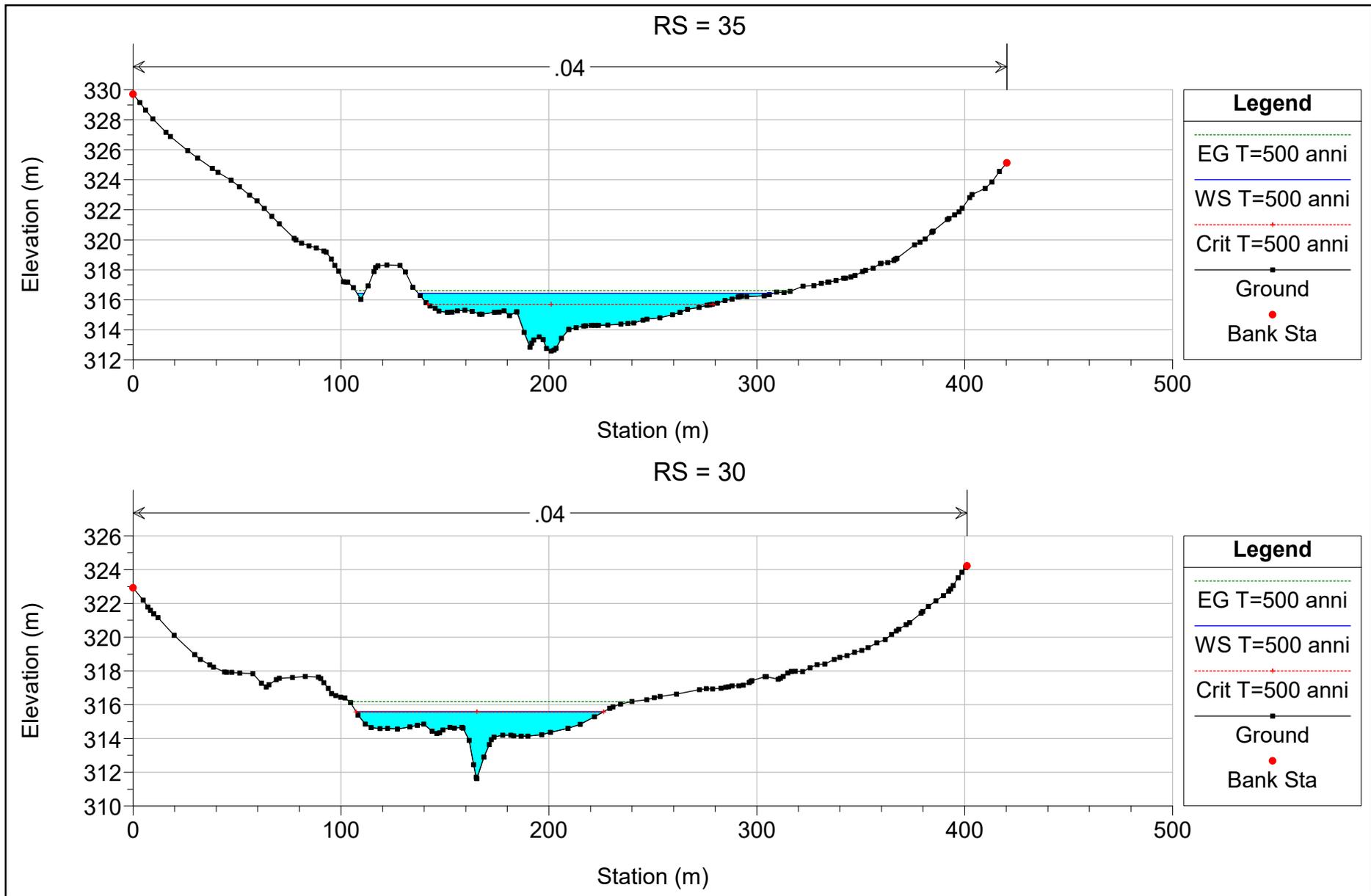


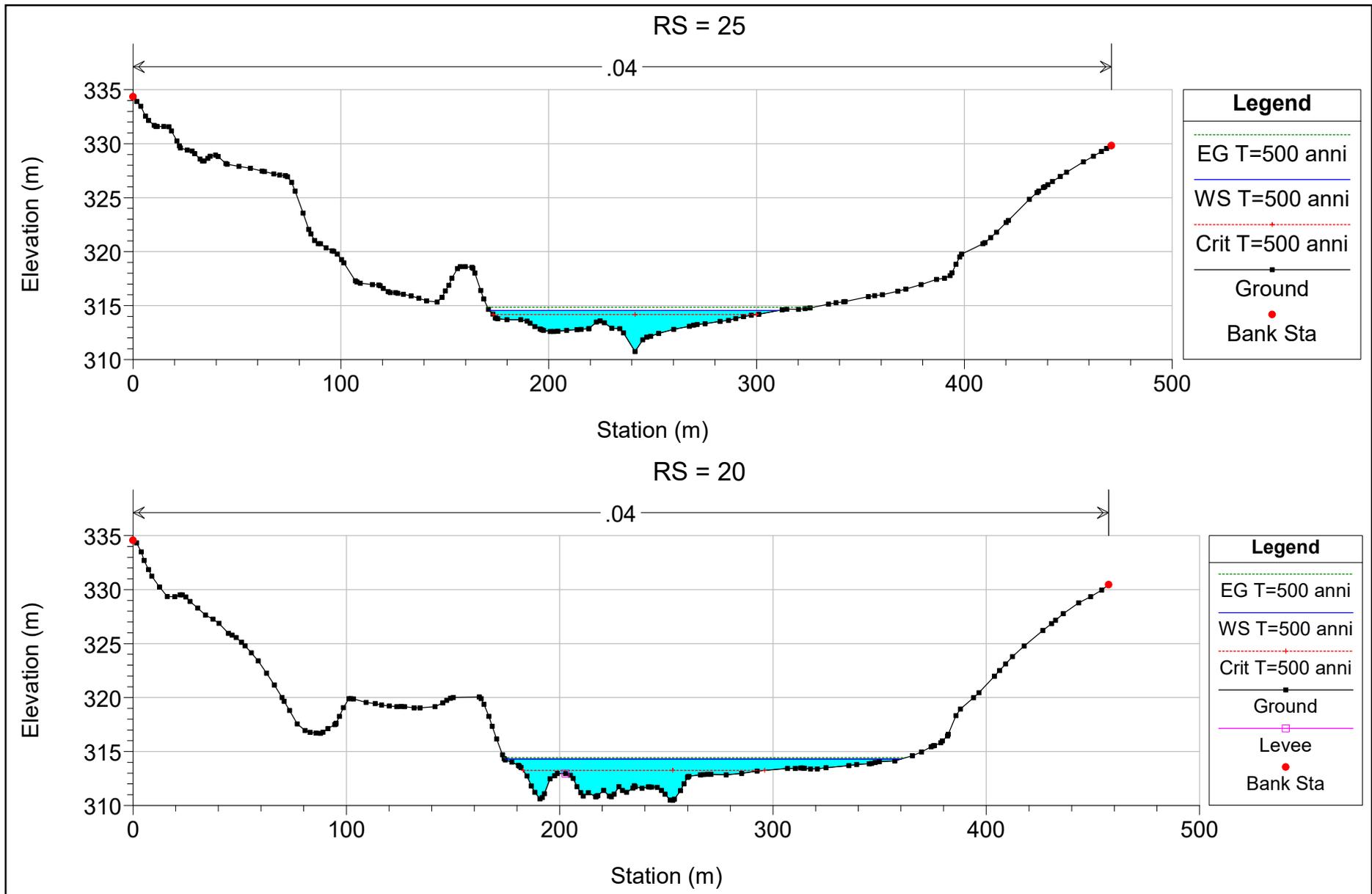


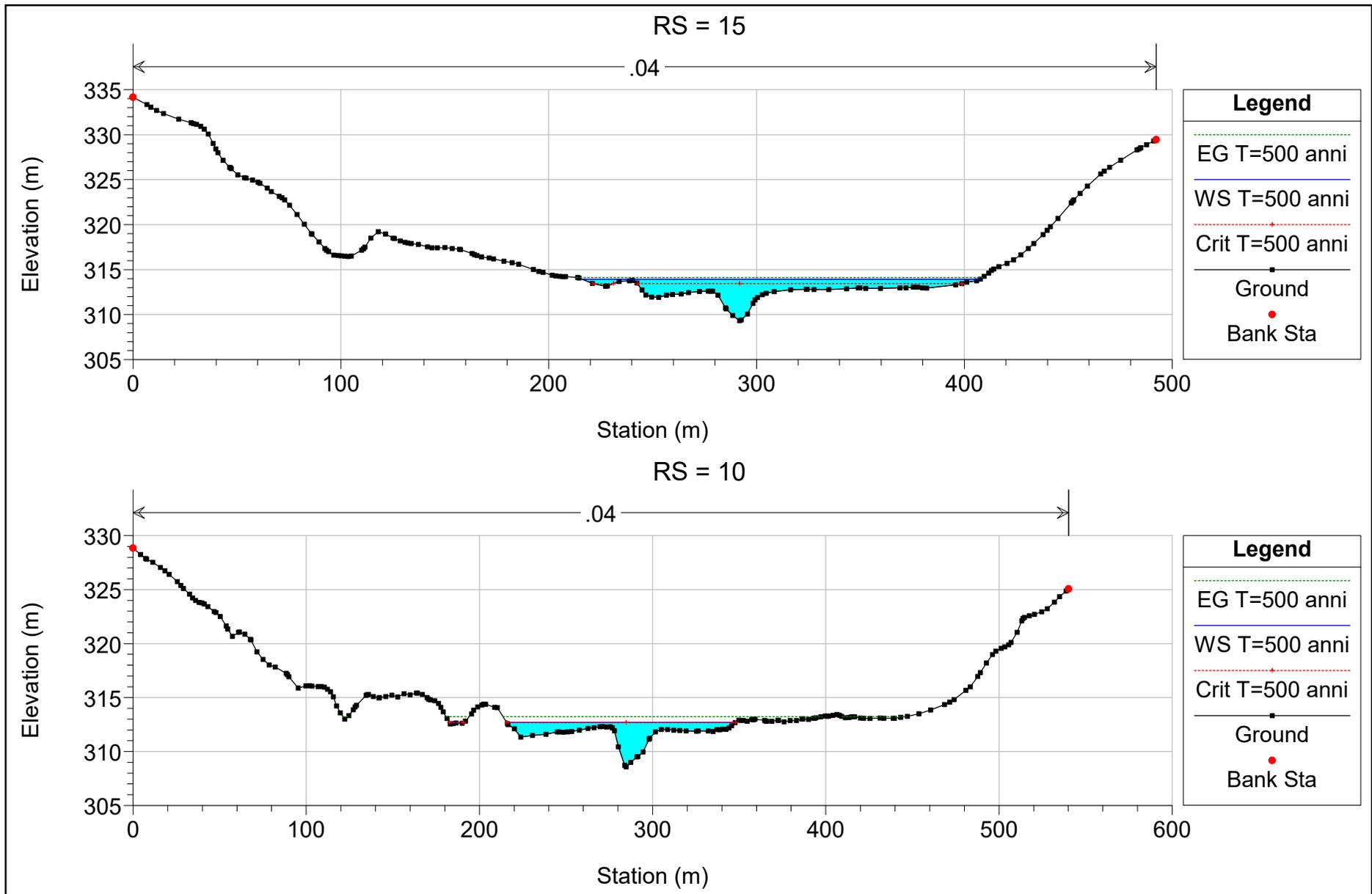












*Profili di corrente  
per  $T=30, 200$  e  $500$  anni*

| <i>Asta</i> | <i>Sezione</i> | <i>Portata</i> | <i>Quota di fondo alveo</i> | <i>Livello idrico</i> | <i>Altezza critica</i> | <i>Energia totale</i> | <i>Velocità in alveo</i> | <i>Area bagnata</i> | <i>Larghezza in superficie</i> | <i>Froude</i> |
|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|
|             |                |                | [m]                         | [m]                   | [m]                    | [m]                   | [m/s]                    | [m <sup>2</sup> ]   | [m]                            | [--]          |
| B5          | 580            | 3.7            | 384.4                       | 384.7                 | 384.7                  | 384.9                 | 1.5                      | 2.4                 | 10.4                           | 1.0           |
| B5          | 575            | 3.7            | 381.3                       | 381.6                 | 381.7                  | 381.8                 | 1.9                      | 2.0                 | 8.7                            | 1.3           |
| B5          | 570            | 3.7            | 378.4                       | 378.8                 | 378.8                  | 379.0                 | 1.6                      | 2.3                 | 10.2                           | 1.1           |
| B5          | 565            | 3.7            | 376.0                       | 376.3                 | 376.3                  | 376.4                 | 1.4                      | 2.6                 | 13.5                           | 1.1           |
| B5          | 560            | 3.7            | 373.4                       | 373.8                 | 373.8                  | 373.9                 | 1.5                      | 2.5                 | 11.7                           | 1.0           |
| B5          | 550            | 3.7            | 370.9                       | 371.3                 | 371.3                  | 371.4                 | 1.1                      | 3.3                 | 13.9                           | 0.8           |
| B5          | 545            | 3.7            | 369.0                       | 369.2                 | 369.2                  | 369.3                 | 1.0                      | 3.6                 | 33.1                           | 1.0           |
| B5          | 540            | 3.7            | 365.4                       | 365.8                 | 365.8                  | 365.9                 | 1.4                      | 2.7                 | 14.7                           | 1.0           |
| B5          | 535            | 3.7            | 362.4                       | 362.9                 | 362.9                  | 363.0                 | 1.5                      | 2.6                 | 14.4                           | 1.1           |
| B5          | 530            | 4.4            | 357.8                       | 358.0                 | 358.2                  | 358.4                 | 2.7                      | 1.6                 | 8.1                            | 2.0           |
| B5          | 525            | 4.4            | 354.8                       | 355.1                 | 355.1                  | 355.1                 | 1.1                      | 3.9                 | 31.8                           | 1.0           |
| B5          | 520            | 4.4            | 349.4                       | 349.9                 | 350.2                  | 350.9                 | 4.4                      | 1.0                 | 3.5                            | 2.6           |
| B5          | 515            | 4.4            | 342.1                       | 342.5                 | 342.5                  | 342.6                 | 1.4                      | 3.1                 | 18.7                           | 1.1           |
| B5          | 510            | 4.4            | 334.8                       | 335.2                 | 335.4                  | 336.0                 | 4.0                      | 1.1                 | 4.6                            | 2.7           |
| B5          | 505            | 4.4            | 330.5                       | 331.0                 | 331.1                  | 331.2                 | 2.0                      | 2.2                 | 8.9                            | 1.3           |
| B5          | 500            | 4.4            | 327.9                       | 328.3                 | 328.5                  | 328.8                 | 3.0                      | 1.5                 | 5.7                            | 1.9           |
| B5          | 496            | 4.4            | 325.5                       | 326.2                 | 326.3                  | 326.5                 | 2.4                      | 1.8                 | 5.7                            | 1.4           |
| B5          | 491            | 4.4            | 322.3                       | 323.5                 | 323.7                  | 325.6                 | 6.4                      | 0.7                 | 9.9                            | 7.7           |
| B5          | 486            | 4.4            | 321.3                       | 322.3                 | 322.3                  | 322.3                 | 0.3                      | 16.3                | 29.6                           | 0.1           |

**Tabella 1.** Asta B 5. Risultati della simulazione idraulica per  $T = 30$  anni

| <b>Asta</b> | <b>Sezione</b> | <b>Portata</b> | <b>Quota di fondo alveo</b> | <b>Livello idrico</b> | <b>Altezza critica</b> | <b>Energia totale</b> | <b>Velocità in alveo</b> | <b>Area bagnata</b> | <b>Larghezza in superficie</b> | <b>Froude</b> |
|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|
|             |                |                | [m]                         | [m]                   | [m]                    | [m]                   | [m/s]                    | [m <sup>2</sup> ]   | [m]                            | [--]          |
| B4          | 435            | 2.6            | 347.4                       | 348.1                 | 348.1                  | 348.2                 | 1.9                      | 1.4                 | 3.9                            | 1.0           |
| B4          | 430            | 2.6            | 342.0                       | 342.4                 | 342.8                  | 344.6                 | 6.5                      | 0.4                 | 1.8                            | 4.5           |
| B4          | 425            | 2.6            | 338.4                       | 338.8                 | 338.9                  | 339.0                 | 2.0                      | 1.3                 | 5.3                            | 1.3           |
| B4          | 420            | 2.6            | 333.6                       | 333.9                 | 334.1                  | 334.8                 | 4.2                      | 0.6                 | 3.8                            | 3.4           |
| B4          | 415            | 2.6            | 327.5                       | 327.7                 | 327.8                  | 328.0                 | 2.3                      | 1.1                 | 6.9                            | 1.8           |
| B4          | 410            | 2.6            | 323.1                       | 323.2                 | 323.3                  | 323.6                 | 2.6                      | 1.0                 | 12.9                           | 3.0           |
| B4          | 302            | 2.6            | 318.9                       | 319.2                 | 319.2                  | 319.3                 | 1.2                      | 2.2                 | 20.5                           | 1.2           |
| B4          | 173            | 2.6            | 318.3                       | 318.4                 | 318.5                  | 318.7                 | 2.3                      | 1.1                 | 22.5                           | 3.3           |

**Tabella 2.** Asta B 4. Risultati della simulazione idraulica per T = 30 anni

| <i>Asta</i> | <i>Sezione</i> | <i>Portata</i> | <i>Quota di fondo alveo</i> | <i>Livello idrico</i> | <i>Altezza critica</i> | <i>Energia totale</i> | <i>Velocità in alveo</i> | <i>Area bagnata</i> | <i>Larghezza in superficie</i> | <i>Froude</i> |
|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|
|             |                |                | [m]                         | [m]                   | [m]                    | [m]                   | [m/s]                    | [m <sup>2</sup> ]   | [m]                            | [--]          |
| B3          | 350            | 3.5            | 361.4                       | 361.8                 | 361.8                  | 361.9                 | 1.4                      | 2.4                 | 11.6                           | 1.0           |
| B3          | 345            | 3.5            | 359.9                       | 360.0                 | 360.1                  | 360.2                 | 1.6                      | 2.2                 | 19.5                           | 1.5           |
| B3          | 340            | 3.5            | 357.5                       | 358.0                 | 358.0                  | 358.1                 | 1.6                      | 2.2                 | 9.0                            | 1.0           |
| B3          | 335            | 3.5            | 353.3                       | 353.8                 | 354.0                  | 354.5                 | 3.8                      | 0.9                 | 3.8                            | 2.5           |
| B3          | 330            | 3.5            | 349.2                       | 349.8                 | 349.8                  | 350.0                 | 2.1                      | 1.7                 | 5.2                            | 1.1           |
| B3          | 325            | 3.5            | 342.9                       | 343.3                 | 343.5                  | 344.3                 | 4.4                      | 0.8                 | 4.4                            | 3.3           |
| B3          | 320            | 4.4            | 336.9                       | 337.7                 | 337.7                  | 337.9                 | 2.2                      | 2.0                 | 5.0                            | 1.1           |
| B3          | 315            | 4.4            | 331.4                       | 331.8                 | 332.0                  | 332.5                 | 3.6                      | 1.2                 | 5.4                            | 2.4           |
| B3          | 310            | 4.4            | 325.8                       | 326.5                 | 326.6                  | 326.8                 | 2.5                      | 1.8                 | 4.7                            | 1.3           |
| B3          | 305            | 4.4            | 322.7                       | 323.0                 | 323.1                  | 323.3                 | 2.0                      | 2.2                 | 13.8                           | 1.6           |
| B3          | 300            | 4.4            | 319.6                       | 320.0                 | 320.1                  | 320.1                 | 1.4                      | 3.1                 | 23.6                           | 1.3           |
| B3          | 290            | 4.4            | 317.6                       | 317.9                 | 317.9                  | 318.0                 | 1.3                      | 3.4                 | 24.4                           | 1.1           |
| B3          | 280            | 4.4            | 315.2                       | 315.8                 | 315.9                  | 316.1                 | 2.6                      | 1.7                 | 5.4                            | 1.4           |
| B3          | 1              | 4.4            | 314.2                       | 314.7                 | 314.7                  | 314.9                 | 1.7                      | 2.6                 | 9.0                            | 1.0           |
| B3          | 0              | 4.4            | 313.2                       | 314.5                 | 313.8                  | 314.5                 | 0.0                      | 106.4               | 122.8                          | 0.01          |

**Tabella 3.** Asta B 3. Risultati della simulazione idraulica per  $T = 30$  anni

| <b>Asta</b> | <b>Sezione</b> | <b>Portata</b> | <b>Quota di fondo alveo</b> | <b>Livello idrico</b> | <b>Altezza critica</b> | <b>Energia totale</b> | <b>Velocità in alveo</b> | <b>Area bagnata</b>    | <b>Larghezza in superficie</b> | <b>Froude</b> |
|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------|
|             |                |                | <b>[m]</b>                  | <b>[m]</b>            | <b>[m]</b>             | <b>[m]</b>            | <b>[m/s]</b>             | <b>[m<sup>2</sup>]</b> | <b>[m]</b>                     | <b>[--]</b>   |
| Basentello  | 95             | 479.0          | 320.8                       | 323.7                 | 323.4                  | 323.9                 | 2.1                      | 117.5                  | 116.1                          | 0.7           |
| Basentello  | 90             | 479.0          | 319.9                       | 322.9                 | 322.7                  | 323.1                 | 2.0                      | 122.4                  | 151.7                          | 0.7           |
| Basentello  | 85             | 479.0          | 317.4                       | 322.2                 | 321.3                  | 322.3                 | 1.8                      | 135.0                  | 88.5                           | 0.5           |
| Basentello  | 80             | 479.0          | 318.0                       | 321.4                 | 321.4                  | 322.0                 | 3.4                      | 70.6                   | 59.9                           | 1.0           |
| Basentello  | 75             | 479.0          | 316.8                       | 320.4                 | 320.3                  | 320.7                 | 2.3                      | 103.1                  | 118.5                          | 0.8           |
| Basentello  | 70             | 479.0          | 317.3                       | 320.3                 | 319.8                  | 320.4                 | 1.3                      | 183.9                  | 199.5                          | 0.4           |
| Basentello  | 65             | 479.0          | 316.5                       | 320.0                 | 319.4                  | 320.1                 | 1.5                      | 166.4                  | 172.4                          | 0.5           |
| Basentello  | 60             | 479.0          | 316.4                       | 319.4                 | 319.4                  | 319.8                 | 2.7                      | 88.9                   | 119.1                          | 1.0           |
| Basentello  | 55             | 479.0          | 315.2                       | 318.1                 | 318.2                  | 318.5                 | 3.1                      | 78.3                   | 122.9                          | 1.2           |
| Basentello  | 50             | 479.0          | 315.0                       | 317.7                 | 317.3                  | 317.9                 | 1.6                      | 149.2                  | 169.0                          | 0.6           |
| Basentello  | 45             | 479.0          | 314.6                       | 317.0                 | 316.7                  | 317.2                 | 1.9                      | 127.4                  | 128.1                          | 0.6           |
| Basentello  | 40             | 479.0          | 313.6                       | 316.2                 | 315.9                  | 316.5                 | 2.4                      | 102.1                  | 94.6                           | 0.7           |
| Basentello  | 35             | 479.0          | 312.6                       | 315.8                 | 315.2                  | 315.9                 | 1.5                      | 161.3                  | 140.8                          | 0.5           |
| Basentello  | 30             | 479.0          | 311.6                       | 315.1                 | 315.1                  | 315.5                 | 2.8                      | 87.8                   | 109.7                          | 1.0           |
| Basentello  | 25             | 479.0          | 310.7                       | 314.0                 | 313.7                  | 314.2                 | 2.1                      | 116.5                  | 119.2                          | 0.7           |
| Basentello  | 20             | 479.0          | 310.5                       | 313.7                 | 312.6                  | 313.8                 | 1.2                      | 205.1                  | 156.4                          | 0.3           |
| Basentello  | 15             | 479.0          | 309.3                       | 313.4                 | 313.0                  | 313.6                 | 1.6                      | 152.3                  | 164.7                          | 0.5           |
| Basentello  | 10             | 479.0          | 308.6                       | 312.2                 | 312.2                  | 312.6                 | 2.8                      | 86.6                   | 116.3                          | 1.0           |

**Tabella 4.** Torrente Basentello. Risultati della simulazione idraulica per T = 30 anni

| <i>Asta</i> | <i>Sezione</i> | <i>Portata</i> | <i>Quota di fondo alveo</i> | <i>Livello idrico</i> | <i>Altezza critica</i> | <i>Energia totale</i> | <i>Velocità in alveo</i> | <i>Area bagnata</i> | <i>Larghezza in superficie</i> | <i>Froude</i> |
|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|
|             |                |                | [m]                         | [m]                   | [m]                    | [m]                   | [m/s]                    | [m <sup>2</sup> ]   | [m]                            | [--]          |
| B5          | 580            | 8.8            | 384.4                       | 384.9                 | 384.9                  | 385.1                 | 1.9                      | 4.7                 | 13.5                           | 1.0           |
| B5          | 575            | 8.8            | 381.3                       | 381.8                 | 381.9                  | 382.1                 | 2.5                      | 3.5                 | 11.1                           | 1.4           |
| B5          | 570            | 8.8            | 378.4                       | 379.0                 | 379.0                  | 379.2                 | 1.9                      | 4.6                 | 14.2                           | 1.1           |
| B5          | 565            | 8.8            | 376.0                       | 376.4                 | 376.5                  | 376.6                 | 1.9                      | 4.7                 | 18.5                           | 1.2           |
| B5          | 560            | 8.8            | 373.4                       | 374.0                 | 374.0                  | 374.2                 | 1.7                      | 5.2                 | 18.2                           | 1.0           |
| B5          | 550            | 8.8            | 370.9                       | 371.4                 | 371.4                  | 371.6                 | 2.1                      | 4.2                 | 15.9                           | 1.3           |
| B5          | 545            | 8.8            | 369.0                       | 369.3                 | 369.3                  | 369.4                 | 1.3                      | 6.6                 | 37.6                           | 1.0           |
| B5          | 540            | 8.8            | 365.4                       | 366.0                 | 366.0                  | 366.1                 | 1.8                      | 5.0                 | 19.6                           | 1.1           |
| B5          | 535            | 8.8            | 362.4                       | 363.0                 | 363.0                  | 363.2                 | 1.7                      | 5.2                 | 21.8                           | 1.1           |
| B5          | 530            | 10.2           | 357.8                       | 358.2                 | 358.4                  | 358.8                 | 3.5                      | 2.9                 | 10.0                           | 2.1           |
| B5          | 525            | 10.2           | 354.8                       | 355.1                 | 355.2                  | 355.3                 | 1.6                      | 6.5                 | 34.0                           | 1.2           |
| B5          | 520            | 10.2           | 349.4                       | 350.2                 | 350.5                  | 351.3                 | 4.7                      | 2.2                 | 5.1                            | 2.3           |
| B5          | 515            | 10.2           | 342.1                       | 342.6                 | 342.6                  | 342.8                 | 2.0                      | 5.0                 | 21.6                           | 1.3           |
| B5          | 510            | 10.2           | 334.8                       | 335.4                 | 335.7                  | 336.2                 | 4.0                      | 2.6                 | 7.9                            | 2.2           |
| B5          | 505            | 10.2           | 330.5                       | 331.2                 | 331.3                  | 331.5                 | 2.7                      | 3.8                 | 11.6                           | 1.5           |
| B5          | 500            | 10.2           | 327.9                       | 328.6                 | 328.8                  | 329.1                 | 3.2                      | 3.2                 | 9.3                            | 1.7           |
| B5          | 496            | 10.2           | 325.5                       | 326.5                 | 326.6                  | 326.9                 | 2.9                      | 3.5                 | 9.8                            | 1.6           |
| B5          | 491            | 10.2           | 322.3                       | 323.6                 | 323.8                  | 325.9                 | 6.7                      | 1.5                 | 13.0                           | 6.3           |
| B5          | 486            | 10.2           | 321.3                       | 322.3                 | 322.3                  | 322.4                 | 0.6                      | 16.3                | 29.6                           | 0.3           |

**Tabella 5.** Asta B 5. Risultati della simulazione idraulica per  $T = 200$  anni

| <b>Asta</b> | <b>Sezione</b> | <b>Portata</b> | <b>Quota di fondo alveo</b> | <b>Livello idrico</b> | <b>Altezza critica</b> | <b>Energia totale</b> | <b>Velocità in alveo</b> | <b>Area bagnata</b>    | <b>Larghezza in superficie</b> | <b>Froude</b> |
|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------|
|             |                |                | <b>[m]</b>                  | <b>[m]</b>            | <b>[m]</b>             | <b>[m]</b>            | <b>[m/s]</b>             | <b>[m<sup>2</sup>]</b> | <b>[m]</b>                     | <b>[--]</b>   |
| B4          | 435            | 6.6            | 347.4                       | 348.4                 | 348.4                  | 348.6                 | 2.3                      | 2.9                    | 5.6                            | 1.0           |
| B4          | 430            | 6.6            | 342.0                       | 342.7                 | 343.2                  | 345.5                 | 7.5                      | 0.9                    | 2.7                            | 4.2           |
| B4          | 425            | 6.6            | 338.4                       | 339.0                 | 339.1                  | 339.4                 | 2.7                      | 2.4                    | 6.9                            | 1.5           |
| B4          | 420            | 6.6            | 333.6                       | 334.1                 | 334.3                  | 335.0                 | 4.3                      | 1.6                    | 7.7                            | 3.0           |
| B4          | 415            | 6.6            | 327.5                       | 327.9                 | 328.0                  | 328.3                 | 3.1                      | 2.1                    | 9.3                            | 2.1           |
| B4          | 410            | 6.6            | 323.1                       | 323.3                 | 323.4                  | 323.9                 | 3.3                      | 2.0                    | 16.7                           | 3.0           |
| B4          | 302            | 6.6            | 318.9                       | 319.3                 | 319.3                  | 319.4                 | 1.6                      | 4.0                    | 26.2                           | 1.3           |
| B4          | 173            | 6.6            | 318.3                       | 318.5                 | 318.6                  | 318.9                 | 2.7                      | 2.4                    | 29.4                           | 3.0           |

**Tabella 6.** Asta B 4. Risultati della simulazione idraulica per  $T = 200$  anni

| <b>Asta</b> | <b>Sezione</b> | <b>Portata</b> | <b>Quota di fondo alveo</b> | <b>Livello idrico</b> | <b>Altezza critica</b> | <b>Energia totale</b> | <b>Velocità in alveo</b> | <b>Area bagnata</b>    | <b>Larghezza in superficie</b> | <b>Froude</b> |
|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------|
|             |                |                | <b>[m]</b>                  | <b>[m]</b>            | <b>[m]</b>             | <b>[m]</b>            | <b>[m/s]</b>             | <b>[m<sup>2</sup>]</b> | <b>[m]</b>                     | <b>[--]</b>   |
| B3          | 350            | 8.4            | 361.4                       | 361.9                 | 361.9                  | 362.1                 | 1.8                      | 4.8                    | 15.5                           | 1.0           |
| B3          | 345            | 8.4            | 359.9                       | 360.1                 | 360.2                  | 360.4                 | 2.3                      | 3.7                    | 22.1                           | 1.8           |
| B3          | 340            | 8.4            | 357.5                       | 358.2                 | 358.2                  | 358.4                 | 1.8                      | 4.7                    | 15.4                           | 1.0           |
| B3          | 335            | 8.4            | 353.3                       | 354.0                 | 354.3                  | 355.0                 | 4.5                      | 1.9                    | 5.2                            | 2.4           |
| B3          | 330            | 8.4            | 349.2                       | 350.0                 | 350.1                  | 350.4                 | 2.6                      | 3.2                    | 7.4                            | 1.3           |
| B3          | 325            | 8.4            | 342.9                       | 343.5                 | 343.8                  | 344.7                 | 4.9                      | 1.7                    | 6.1                            | 3.0           |
| B3          | 320            | 10.1           | 336.9                       | 337.9                 | 338.0                  | 338.3                 | 2.8                      | 3.6                    | 6.8                            | 1.2           |
| B3          | 315            | 10.1           | 331.4                       | 332.0                 | 332.3                  | 332.9                 | 4.2                      | 2.4                    | 7.3                            | 2.4           |
| B3          | 310            | 10.1           | 325.8                       | 326.8                 | 326.9                  | 327.3                 | 3.1                      | 3.2                    | 6.3                            | 1.4           |
| B3          | 305            | 10.1           | 322.7                       | 323.2                 | 323.3                  | 323.5                 | 2.7                      | 3.8                    | 16.4                           | 1.8           |
| B3          | 300            | 10.1           | 319.6                       | 320.2                 | 320.2                  | 320.3                 | 1.4                      | 7.1                    | 38.5                           | 1.1           |
| B3          | 290            | 10.1           | 317.6                       | 318.0                 | 318.0                  | 318.2                 | 1.9                      | 5.2                    | 29.6                           | 1.5           |
| B3          | 280            | 10.1           | 315.2                       | 316.1                 | 316.2                  | 316.4                 | 2.4                      | 4.2                    | 9.6                            | 1.2           |
| B3          | 1              | 10.1           | 314.2                       | 315.0                 | 314.9                  | 315.0                 | 0.2                      | 43.9                   | 125.3                          | 0.1           |
| B3          | 0              | 10.1           | 313.2                       | 315.0                 | 313.8                  | 315.0                 | 0.1                      | 160.5                  | 122.8                          | 0.02          |

**Tabella 7.** Asta B 3. Risultati della simulazione idraulica per  $T = 200$  anni

| <b>Asta</b> | <b>Sezione</b> | <b>Portata</b> | <b>Quota di fondo alveo</b> | <b>Livello idrico</b> | <b>Altezza critica</b> | <b>Energia totale</b> | <b>Velocità in alveo</b> | <b>Area bagnata</b> | <b>Larghezza in superficie</b> | <b>Froude</b> |
|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|
|             |                |                | [m]                         | [m]                   | [m]                    | [m]                   | [m/s]                    | [m <sup>2</sup> ]   | [m]                            | [--]          |
| Basentello  | 95             | 401.0          | 320.8                       | 324.0                 | 323.8                  | 324.4                 | 2.7                      | 149.4               | 126.6                          | 0.8           |
| Basentello  | 90             | 401.0          | 319.9                       | 323.4                 | 323.0                  | 323.6                 | 1.8                      | 225.7               | 188.7                          | 0.5           |
| Basentello  | 85             | 401.0          | 317.4                       | 322.9                 | 321.9                  | 323.0                 | 2.0                      | 204.4               | 131.8                          | 0.5           |
| Basentello  | 80             | 401.0          | 318.0                       | 322.0                 | 322.0                  | 322.7                 | 3.7                      | 107.2               | 75.8                           | 1.0           |
| Basentello  | 75             | 401.0          | 316.8                       | 320.5                 | 320.7                  | 321.2                 | 3.7                      | 108.2               | 120.6                          | 1.3           |
| Basentello  | 70             | 401.0          | 317.3                       | 320.6                 | 320.1                  | 320.8                 | 1.5                      | 262.2               | 217.3                          | 0.4           |
| Basentello  | 65             | 401.0          | 316.5                       | 320.4                 | 319.8                  | 320.5                 | 1.7                      | 237.6               | 206.8                          | 0.5           |
| Basentello  | 60             | 401.0          | 316.4                       | 319.7                 | 319.7                  | 320.2                 | 2.9                      | 137.5               | 162.6                          | 1.0           |
| Basentello  | 55             | 401.0          | 315.2                       | 318.3                 | 318.5                  | 319.0                 | 3.5                      | 113.3               | 139.9                          | 1.3           |
| Basentello  | 50             | 401.0          | 315.0                       | 318.1                 | 317.7                  | 318.3                 | 1.9                      | 213.4               | 178.6                          | 0.6           |
| Basentello  | 45             | 401.0          | 314.6                       | 317.4                 | 317.0                  | 317.7                 | 2.1                      | 190.7               | 142.3                          | 0.6           |
| Basentello  | 40             | 401.0          | 313.6                       | 316.7                 | 316.3                  | 317.0                 | 2.5                      | 161.1               | 151.8                          | 0.8           |
| Basentello  | 35             | 401.0          | 312.6                       | 316.3                 | 315.6                  | 316.4                 | 1.8                      | 228.8               | 166.9                          | 0.5           |
| Basentello  | 30             | 401.0          | 311.6                       | 315.4                 | 315.4                  | 316.0                 | 3.3                      | 123.0               | 116.3                          | 1.0           |
| Basentello  | 25             | 401.0          | 310.7                       | 314.4                 | 314.0                  | 314.7                 | 2.3                      | 172.3               | 134.0                          | 0.7           |
| Basentello  | 20             | 401.0          | 310.5                       | 314.2                 | 313.1                  | 314.3                 | 1.5                      | 275.7               | 182.0                          | 0.4           |
| Basentello  | 15             | 401.0          | 309.3                       | 313.8                 | 313.3                  | 314.0                 | 1.9                      | 216.2               | 187.6                          | 0.6           |
| Basentello  | 10             | 401.0          | 308.6                       | 312.6                 | 312.6                  | 313.1                 | 3.2                      | 127.5               | 130.5                          | 1.0           |

**Tabella 8.** Torrente Basentello. *Risultati della simulazione idraulica per T = 200 anni*

| <i>Asta</i> | <i>Sezione</i> | <i>Portata</i> | <i>Quota di fondo alveo</i> | <i>Livello idrico</i> | <i>Altezza critica</i> | <i>Energia totale</i> | <i>Velocità in alveo</i> | <i>Area bagnata</i> | <i>Larghezza in superficie</i> | <i>Froude</i> |
|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|
|             |                |                | [m]                         | [m]                   | [m]                    | [m]                   | [m/s]                    | [m <sup>2</sup> ]   | [m]                            | [--]          |
| B5          | 580            | 12.3           | 384.4                       | 385.0                 | 385.0                  | 385.2                 | 2.0                      | 6.1                 | 15.2                           | 1.0           |
| B5          | 575            | 12.3           | 381.3                       | 381.9                 | 382.0                  | 382.3                 | 2.8                      | 4.4                 | 12.3                           | 1.5           |
| B5          | 570            | 12.3           | 378.4                       | 379.1                 | 379.1                  | 379.3                 | 2.1                      | 6.0                 | 16.3                           | 1.1           |
| B5          | 565            | 12.3           | 376.0                       | 376.5                 | 376.6                  | 376.7                 | 2.0                      | 6.0                 | 21.4                           | 1.2           |
| B5          | 560            | 12.3           | 373.4                       | 374.1                 | 374.1                  | 374.2                 | 1.5                      | 8.1                 | 34.0                           | 1.0           |
| B5          | 550            | 12.3           | 370.9                       | 371.5                 | 371.5                  | 371.7                 | 2.2                      | 5.6                 | 18.3                           | 1.3           |
| B5          | 545            | 12.3           | 369.0                       | 369.4                 | 369.4                  | 369.5                 | 1.5                      | 8.5                 | 40.2                           | 1.0           |
| B5          | 540            | 12.3           | 365.4                       | 366.0                 | 366.1                  | 366.2                 | 2.0                      | 6.3                 | 22.3                           | 1.2           |
| B5          | 535            | 12.3           | 362.4                       | 363.1                 | 363.1                  | 363.3                 | 1.9                      | 6.6                 | 23.0                           | 1.1           |
| B5          | 530            | 14.0           | 357.8                       | 358.2                 | 358.5                  | 359.0                 | 3.9                      | 3.6                 | 11.0                           | 2.2           |
| B5          | 525            | 14.0           | 354.8                       | 355.2                 | 355.2                  | 355.3                 | 1.8                      | 7.8                 | 35.3                           | 1.2           |
| B5          | 520            | 14.0           | 349.4                       | 350.3                 | 350.8                  | 351.5                 | 4.8                      | 2.9                 | 5.9                            | 2.2           |
| B5          | 515            | 14.0           | 342.1                       | 342.6                 | 342.7                  | 342.9                 | 2.3                      | 6.0                 | 22.8                           | 1.5           |
| B5          | 510            | 14.0           | 334.8                       | 335.6                 | 335.8                  | 336.3                 | 3.9                      | 3.6                 | 9.9                            | 2.1           |
| B5          | 505            | 14.0           | 330.5                       | 331.2                 | 331.4                  | 331.7                 | 3.0                      | 4.6                 | 12.7                           | 1.6           |
| B5          | 500            | 14.0           | 327.9                       | 328.7                 | 328.9                  | 329.2                 | 3.2                      | 4.3                 | 11.6                           | 1.7           |
| B5          | 496            | 14.0           | 325.5                       | 326.6                 | 326.7                  | 327.0                 | 2.7                      | 5.1                 | 17.0                           | 1.6           |
| B5          | 491            | 14.0           | 322.3                       | 323.6                 | 323.8                  | 325.9                 | 6.7                      | 2.1                 | 18.5                           | 6.3           |
| B5          | 486            | 14.0           | 321.3                       | 322.5                 | 322.3                  | 322.5                 | 0.6                      | 24.6                | 58.2                           | 0.3           |

**Tabella 9.** Asta B 5. Risultati della simulazione idraulica per  $T = 500$  anni

| <b>Asta</b> | <b>Sezione</b> | <b>Portata</b> | <b>Quota di fondo alveo</b> | <b>Livello idrico</b> | <b>Altezza critica</b> | <b>Energia totale</b> | <b>Velocità in alveo</b> | <b>Area bagnata</b> | <b>Larghezza in superficie</b> | <b>Froude</b> |
|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|
|             |                |                | [m]                         | [m]                   | [m]                    | [m]                   | [m/s]                    | [m <sup>2</sup> ]   | [m]                            | [--]          |
| B4          | 435            | 9.4            | 347.4                       | 348.5                 | 348.5                  | 348.8                 | 2.4                      | 3.9                 | 6.5                            | 1.0           |
| B4          | 430            | 9.4            | 342.0                       | 342.8                 | 343.3                  | 345.8                 | 7.7                      | 1.2                 | 3.2                            | 4.0           |
| B4          | 425            | 9.4            | 338.4                       | 339.1                 | 339.2                  | 339.6                 | 3.1                      | 3.0                 | 7.3                            | 1.6           |
| B4          | 420            | 9.4            | 333.6                       | 334.2                 | 334.3                  | 334.9                 | 3.8                      | 2.5                 | 15.2                           | 3.1           |
| B4          | 415            | 9.4            | 327.5                       | 327.9                 | 328.1                  | 328.5                 | 3.3                      | 2.9                 | 10.6                           | 2.0           |
| B4          | 410            | 9.4            | 323.1                       | 323.3                 | 323.5                  | 324.1                 | 3.8                      | 2.5                 | 17.9                           | 3.2           |
| B4          | 302            | 9.4            | 318.9                       | 319.4                 | 319.4                  | 319.5                 | 1.7                      | 5.5                 | 32.7                           | 1.3           |
| B4          | 173            | 9.4            | 318.3                       | 318.5                 | 318.6                  | 318.9                 | 2.9                      | 3.2                 | 32.3                           | 3.0           |

**Tabella 10.** Asta B 4. Risultati della simulazione idraulica per  $T = 500$  anni

| <i>Asta</i> | <i>Sezione</i> | <i>Portata</i> | <i>Quota di fondo alveo</i> | <i>Livello idrico</i> | <i>Altezza critica</i> | <i>Energia totale</i> | <i>Velocità in alveo</i> | <i>Area bagnata</i> | <i>Larghezza in superficie</i> | <i>Froude</i> |
|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|
|             |                |                | [m]                         | [m]                   | [m]                    | [m]                   | [m/s]                    | [m <sup>2</sup> ]   | [m]                            | [--]          |
| B3          | 350            | 11.8           | 361.4                       | 362.0                 | 362.0                  | 362.2                 | 1.9                      | 6.3                 | 17.6                           | 1.0           |
| B3          | 345            | 11.8           | 359.9                       | 360.1                 | 360.2                  | 360.5                 | 2.6                      | 4.5                 | 23.1                           | 1.9           |
| B3          | 340            | 11.8           | 357.5                       | 358.3                 | 358.3                  | 358.5                 | 1.8                      | 6.5                 | 19.4                           | 1.0           |
| B3          | 335            | 11.8           | 353.3                       | 354.1                 | 354.5                  | 355.3                 | 4.8                      | 2.5                 | 5.7                            | 2.3           |
| B3          | 330            | 11.8           | 349.2                       | 350.2                 | 350.3                  | 350.5                 | 2.8                      | 4.2                 | 9.2                            | 1.3           |
| B3          | 325            | 11.8           | 342.9                       | 343.6                 | 343.9                  | 344.9                 | 5.1                      | 2.3                 | 6.9                            | 2.8           |
| B3          | 320            | 14.0           | 336.9                       | 338.1                 | 338.2                  | 338.5                 | 3.1                      | 4.6                 | 7.7                            | 1.3           |
| B3          | 315            | 14.0           | 331.4                       | 332.1                 | 332.4                  | 333.1                 | 4.4                      | 3.2                 | 9.0                            | 2.4           |
| B3          | 310            | 14.0           | 325.8                       | 326.9                 | 327.2                  | 327.5                 | 3.4                      | 4.1                 | 7.1                            | 1.5           |
| B3          | 305            | 14.0           | 322.7                       | 323.2                 | 323.4                  | 323.7                 | 3.0                      | 4.7                 | 17.8                           | 1.8           |
| B3          | 300            | 14.0           | 319.6                       | 320.2                 | 320.2                  | 320.3                 | 1.6                      | 8.9                 | 41.5                           | 1.1           |
| B3          | 290            | 14.0           | 317.6                       | 318.0                 | 318.1                  | 318.3                 | 2.2                      | 6.5                 | 30.6                           | 1.5           |
| B3          | 280            | 14.0           | 315.2                       | 316.4                 | 316.4                  | 316.5                 | 1.9                      | 7.5                 | 25.2                           | 1.1           |
| B3          | 1              | 14.0           | 314.2                       | 315.2                 | 314.9                  | 315.2                 | 0.2                      | 67.8                | 126.5                          | 0.1           |
| B3          | 0              | 14.0           | 313.2                       | 315.2                 | 313.8                  | 315.2                 | 0.1                      | 183.6               | 122.8                          | 0.02          |

**Tabella 11.** Asta B 3. Risultati della simulazione idraulica per  $T = 500$  anni

| <b>Asta</b> | <b>Sezione</b> | <b>Portata</b> | <b>Quota di fondo alveo</b> | <b>Livello idrico</b> | <b>Altezza critica</b> | <b>Energia totale</b> | <b>Velocità in alveo</b> | <b>Area bagnata</b>    | <b>Larghezza in superficie</b> | <b>Froude</b> |
|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------|
|             |                |                | <b>[m]</b>                  | <b>[m]</b>            | <b>[m]</b>             | <b>[m]</b>            | <b>[m/s]</b>             | <b>[m<sup>2</sup>]</b> | <b>[m]</b>                     | <b>[--]</b>   |
| Basentello  | 95             | 479.0          | 320.8                       | 324.1                 | 323.9                  | 324.5                 | 2.9                      | 165.6                  | 131.3                          | 0.8           |
| Basentello  | 90             | 479.0          | 319.9                       | 323.6                 | 323.1                  | 323.8                 | 1.8                      | 264.4                  | 194.3                          | 0.5           |
| Basentello  | 85             | 479.0          | 317.4                       | 323.1                 | 322.1                  | 323.3                 | 2.0                      | 237.1                  | 144.0                          | 0.5           |
| Basentello  | 80             | 479.0          | 318.0                       | 322.2                 | 322.2                  | 323.0                 | 3.8                      | 127.8                  | 89.9                           | 1.0           |
| Basentello  | 75             | 479.0          | 316.8                       | 320.6                 | 320.8                  | 321.4                 | 4.0                      | 119.9                  | 125.9                          | 1.3           |
| Basentello  | 70             | 479.0          | 317.3                       | 320.8                 | 320.2                  | 320.9                 | 1.6                      | 292.7                  | 220.6                          | 0.5           |
| Basentello  | 65             | 479.0          | 316.5                       | 320.5                 | 320.0                  | 320.7                 | 1.8                      | 265.4                  | 209.6                          | 0.5           |
| Basentello  | 60             | 479.0          | 316.4                       | 319.9                 | 319.9                  | 320.3                 | 3.0                      | 158.3                  | 167.6                          | 1.0           |
| Basentello  | 55             | 479.0          | 315.2                       | 318.4                 | 318.6                  | 319.1                 | 3.8                      | 126.6                  | 144.8                          | 1.3           |
| Basentello  | 50             | 479.0          | 315.0                       | 318.3                 | 317.8                  | 318.5                 | 2.0                      | 242.7                  | 182.6                          | 0.6           |
| Basentello  | 45             | 479.0          | 314.6                       | 317.6                 | 317.1                  | 317.8                 | 2.3                      | 211.1                  | 145.5                          | 0.6           |
| Basentello  | 40             | 479.0          | 313.6                       | 316.8                 | 316.6                  | 317.2                 | 2.6                      | 186.1                  | 158.5                          | 0.8           |
| Basentello  | 35             | 479.0          | 312.6                       | 316.4                 | 315.7                  | 316.6                 | 1.8                      | 259.7                  | 174.1                          | 0.5           |
| Basentello  | 30             | 479.0          | 311.6                       | 315.6                 | 315.6                  | 316.2                 | 3.4                      | 139.5                  | 119.1                          | 1.0           |
| Basentello  | 25             | 479.0          | 310.7                       | 314.6                 | 314.2                  | 314.9                 | 2.5                      | 194.0                  | 139.1                          | 0.7           |
| Basentello  | 20             | 479.0          | 310.5                       | 314.3                 | 313.3                  | 314.4                 | 1.6                      | 304.7                  | 186.1                          | 0.4           |
| Basentello  | 15             | 479.0          | 309.3                       | 313.9                 | 313.5                  | 314.1                 | 2.0                      | 244.5                  | 191.7                          | 0.6           |
| Basentello  | 10             | 479.0          | 308.6                       | 312.7                 | 312.7                  | 313.2                 | 3.3                      | 146.3                  | 140.1                          | 1.0           |

**Tabella 12.** Torrente Basentello. Risultati della simulazione idraulica per T = 200 anni

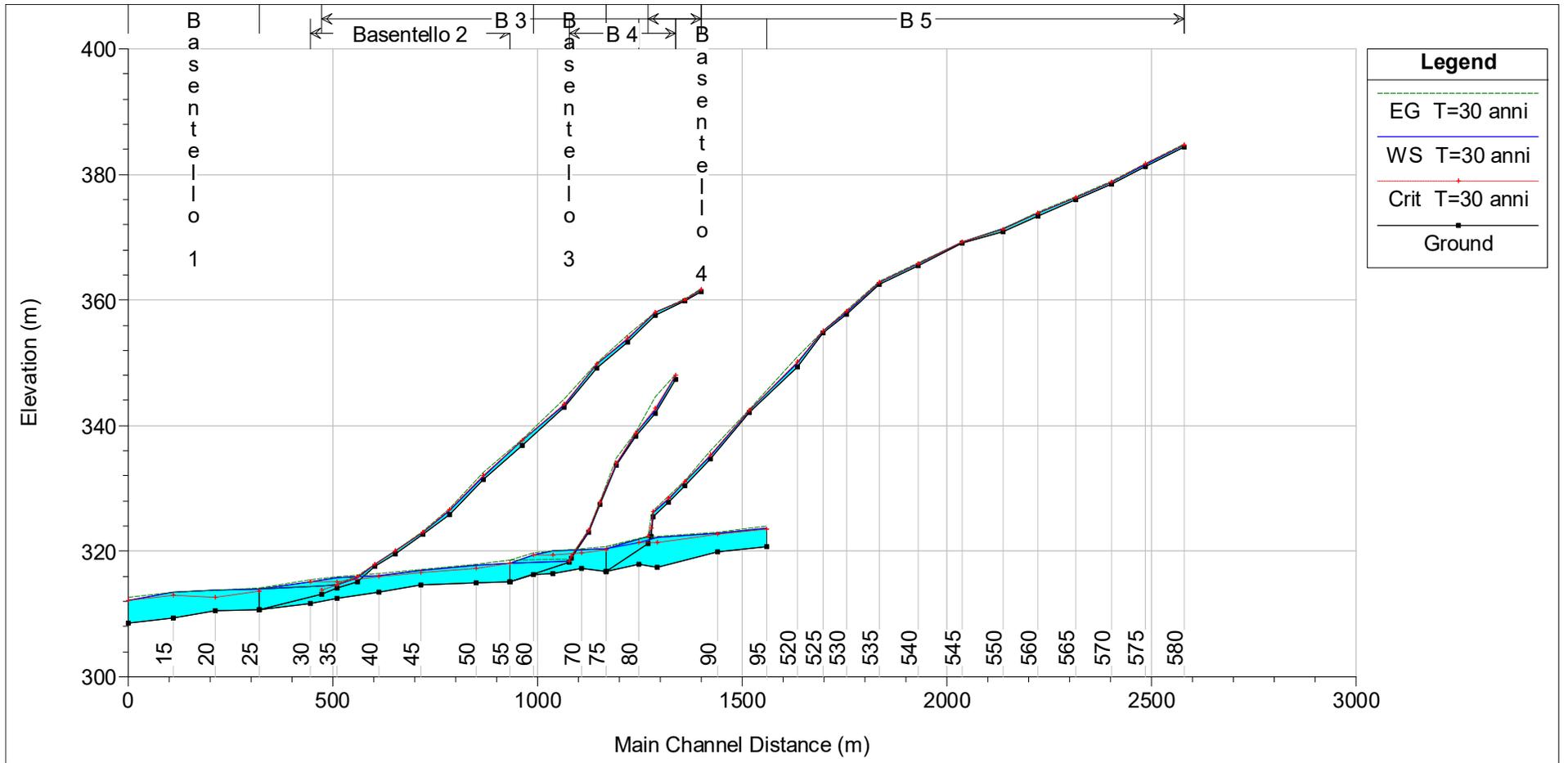


Figura 1. Profili di corrente in moto permanente per la portata con tempo di ritorno  $T = 30$  anni.

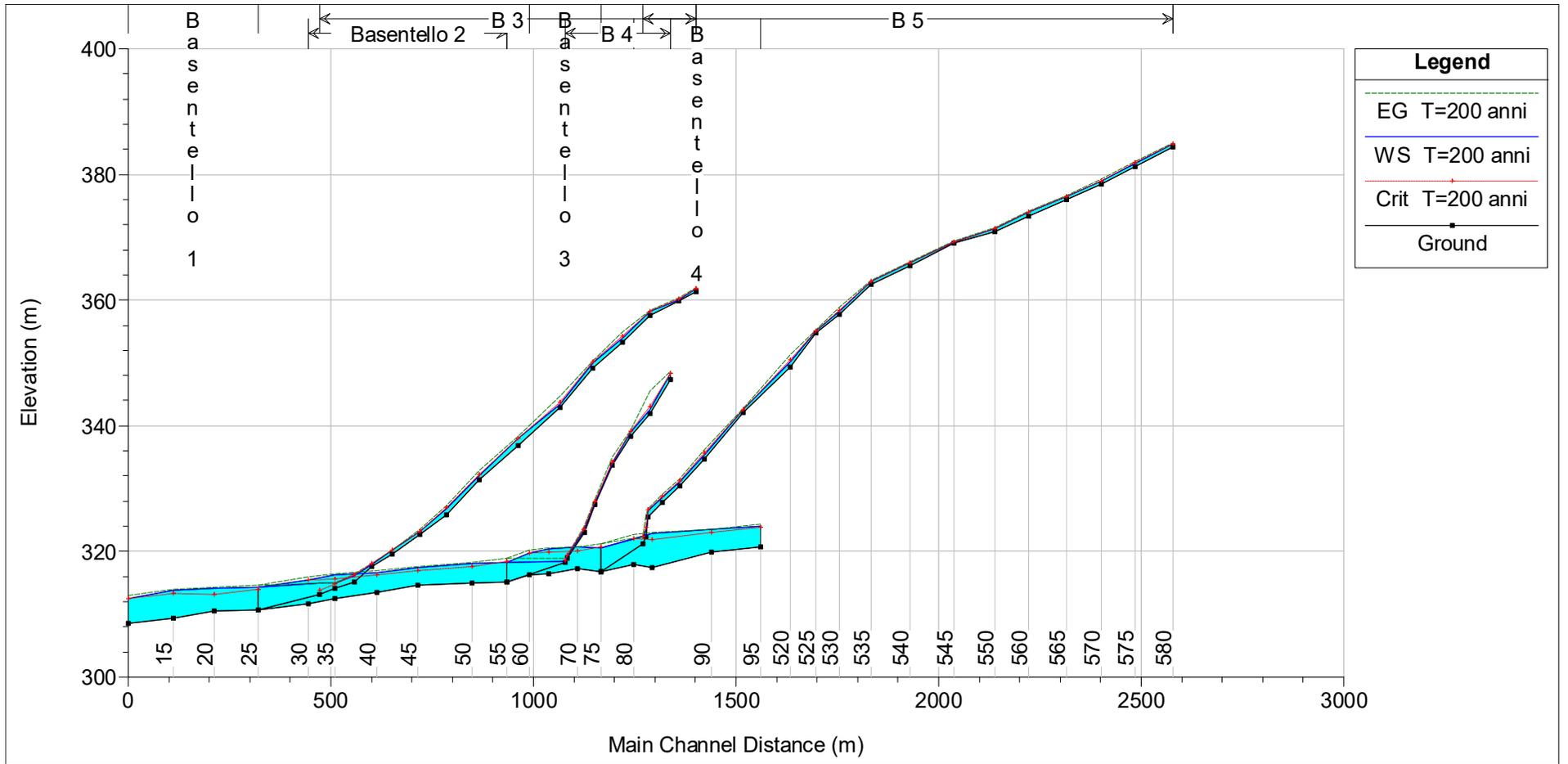


Figura 2. Profili di corrente in moto permanente per la portata con tempo di ritorno  $T = 200$  anni.

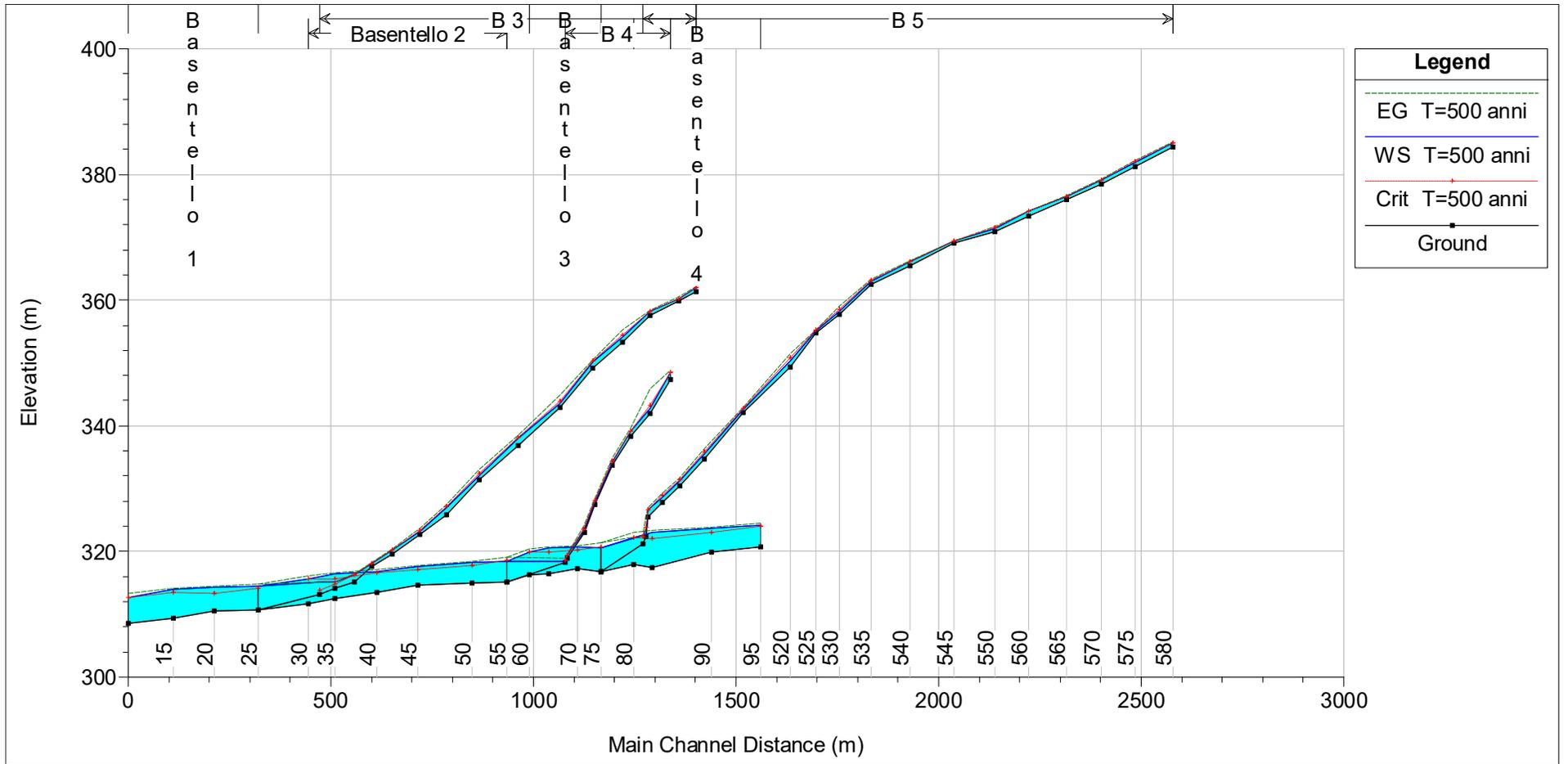


Figura 3. Profili di corrente in moto permanente per la portata con tempo di ritorno  $T = 500$  anni.