

TITOLARE DEL DOCUMENTO:

AREN Green S.r.l.

Società soggetta alla direzione e coordinamento di AREN Electric Power S.p.A.
Sede legale e amministrativa: Via dell'Arrigoni n. 308 | 47522 Cesena (FC) | Ph. +39 0547 415245
Iscritta nel Registro delle Imprese della Romagna – Forlì-Cesena e Rimini | REA 326908 | C.F./P.Iva
04032170401

COMUNI DI MONTEVERDE E LACEDONIA (AV)
LOCALITA' "MASSERIA SAN FELICE"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO EOLICO "SAN FELICE"

REDAZIONE / PROGETTISTA:



Ing. Maurizio Casarella

Via S. Pertini n. 38 - 83059 Vallata (AV)
Ph. +39 3477049759 - Fax +39 082791532
mail: info@casarella.it

Iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Avellino al n. 1586

TIMBRO E FIRMA PROGETTISTA:

Ing. Maurizio Casarella
Ordine degli Ingegneri di Avellino
Matr. 1586

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

CODICE ELABORATO:

SAFDC_GENR00500_00

FORMAT
O:

A4

Nr. EL.:

/

FASE:

**PROGETTO
DEFINITIVO**

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima emissione	02/08/2023	M.Casarella	E.Teodorani	S.Ulivi
01					
02					
03					
04					

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	2
3. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
4. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO	4
5. INQUADRAMENTO NELLA CARTOGRAFIA PAI	5
6. INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO.....	6
7. ALVEO FLUVIALE IN MODELLAMENTO ATTIVO ED AREE GOLENALI E FASCE DI PERTINENZA FLUVIALE	7
8. INTERFERENZE DEL CAVIDOTTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO.....	8
9. ANALISI IDROLOGICA	10
10. COEFFICIENTE DI CRESCITA	10
11. CURVA DI POSSIBILITÀ CLIMATICA.....	11
12. INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE	12
13. VERIFICHE IDRAULICHE.....	16
14. IL MODELLO DI CALCOLO	16
15. DATI DI CALCOLO	19
16. SISTEMA DI RACCOLTA DELLE ACQUE SULLA NUOVA VIABILITA'	20
17. VERIFICA DELLE OPERE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO	21
18. CONCLUSIONI.....	22

1. PREMESSA

La presente relazione idrologica e idraulica è parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione del Parco Eolico ubicato in località San Felice nel comune di Monteverde in Provincia di Avellino.

Rimandando alla successiva fase progettuale la redazione di uno studio idraulico di maggior dettaglio anche in funzione della dislocazione e dell'assetto definitivo delle opere in progetto, nel presente studio saranno effettuate tutte le analisi idrologiche necessarie per la stima delle portate di piena per tempi di ritorno 30, 100, 200 e 500 anni.

Si procederà quindi alla modellazione idraulica in moto permanente monodimensionale di quei tratti di reticolo idraulico interferenti con le in progetto per determinare eventuali criticità idrauliche al passaggio dalla piena stimata.

Successivamente sarà effettuato il dimensionamento degli elementi costituenti il sistema di drenaggio delle viabilità a servizio del parco eolico.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto in progetto, come detto, è ubicato nel territorio del comune di Monteverde a Nord centro abitato lungo il versante in sinistra idrografica del fiume Ofanto, con quote variabili tra i 250 e i 700 m s.l.m..

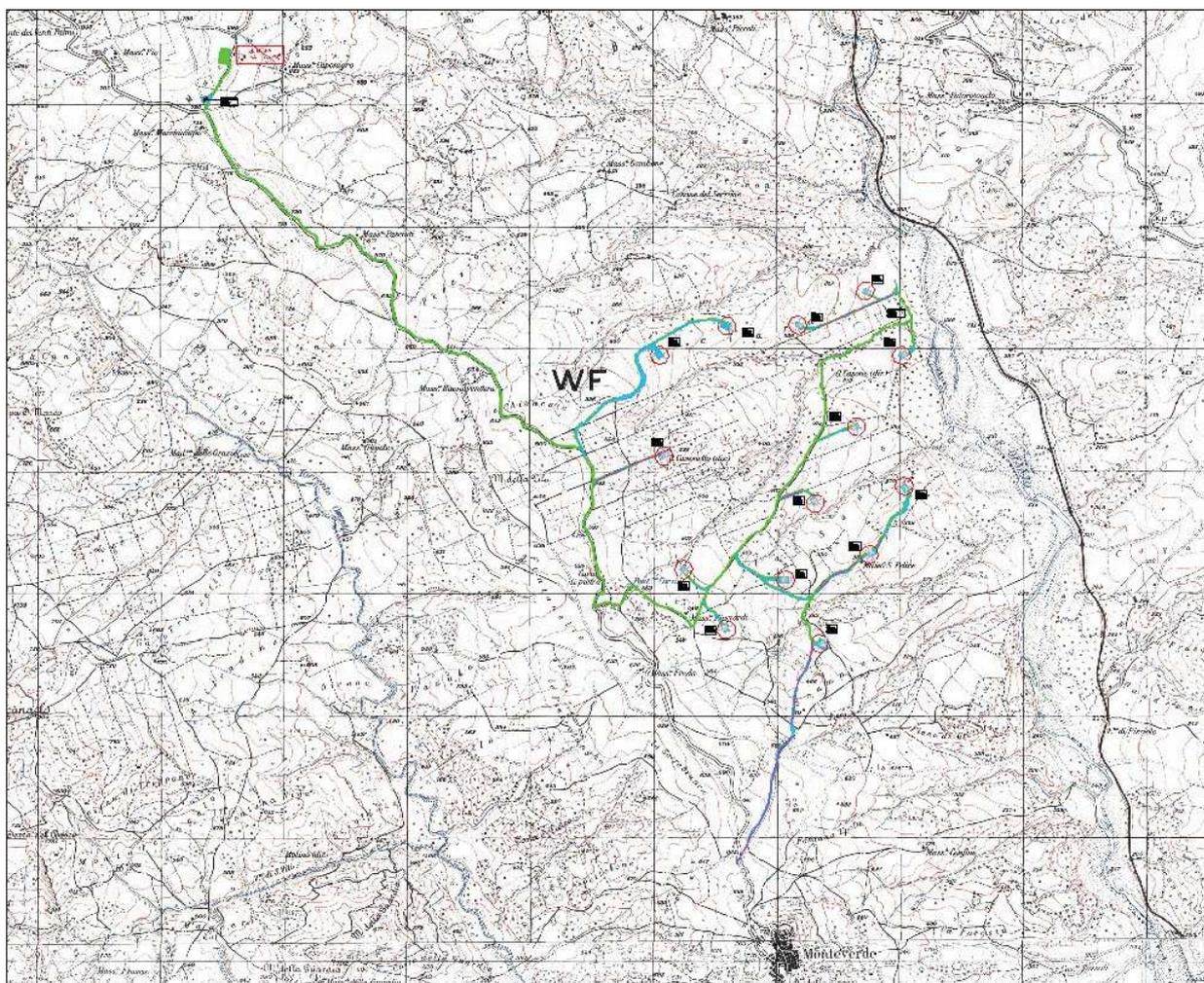


Fig. 1 - Inquadramento impianto su IGM

L'area dell'impianto è localizzata nella parte medio alta del bacino idrografico del fiume Ofanto sul versante in sinistra dello stesso fiume Ofanto ed è interessata da una serie di corsi d'acqua secondari.

Ricade nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in cui a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali ha confluito la ex Autorità di Bacino Interregionale della Puglia.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali strumenti normativi assunti a riferimento sono:

- 1) Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale;
- 2) Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dalla ex Autorità di Bacino Interregionale della Puglia (confluita nell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale) approvato con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Puglia n. 39 del 30/11/2005. Le relative Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PAI, in

relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, disciplinano le aree di cui agli artt. 6, 7, 8, 9 e 10.

In particolare, le aree di cui sopra sono definite:

- Art.6: Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali;
- Art. 7: aree ad alta pericolosità idraulica (AP);
- Art. 8: aree a media pericolosità idraulica (MP);
- Art. 9: aree a bassa pericolosità idraulica (BP);
- Art. 10: fasce di pertinenza fluviale.

4. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

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

Le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) emanate con l'approvazione del Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia (PAI), dettano le regole di uso del suolo nelle aree soggetto a pericolosità idraulica e geomorfologica individuate dal PAI. Le NTA, in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, dettano norme per le aree di cui ai seguenti articoli:

- Art. 6: Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali;
- Art. 7: Aree ad alta pericolosità idraulica;
- Art. 8: Aree a media pericolosità idraulica;
- Art. 9: Aree a bassa pericolosità idraulica;
- Art. 10: Fasce di pertinenza fluviale;

All'art. 36 le NTA definiscono:

Alveo in modellamento attivo: porzioni dell'alveo interessato dal deflusso concentrato delle acque, ancorché non continuativo, legato a fenomeni di piena con frequenza stagionale;

Area ad alta pericolosità idraulica (A.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o pari a 30 anni;

Area a media pericolosità idraulica (M.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni;

Area a bassa pericolosità idraulica (B.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi

di piena con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni;

Area golenale: porzione di territorio contermina all'alveo in modellamento attivo, interessata dal deflusso concentrato delle acque, ancorché non continuativo, per fenomeni di piena di frequenza pluriennale. Il limite è di norma determinabile in quanto coincidente con il piede esterno dell'argine maestro o con il ciglio del versante;

Fascia di pertinenza fluviale: porzione di territorio contermina all'area golenale;

Nella cartografia allegata al PAI sono state individuate le aree a diversa pericolosità idraulica (A.P., M.P., B.P.), mentre le aree definite "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" e "Fasce di pertinenza fluviale" seguono i criteri riportati all'art. 6 e all'art. 10.

L'art. 6 co. 1 stabilisce che Al fine della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, il PAI individua il reticolo idrografico in tutto il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia, nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità.

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

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

5. INQUADRAMENTO NELLA CARTOGRAFIA PAI

Dalla sovrapposizione con la cartografia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) vigente risulta che le opere in progetto non interessano classificate a pericolosità o rischio idraulico.

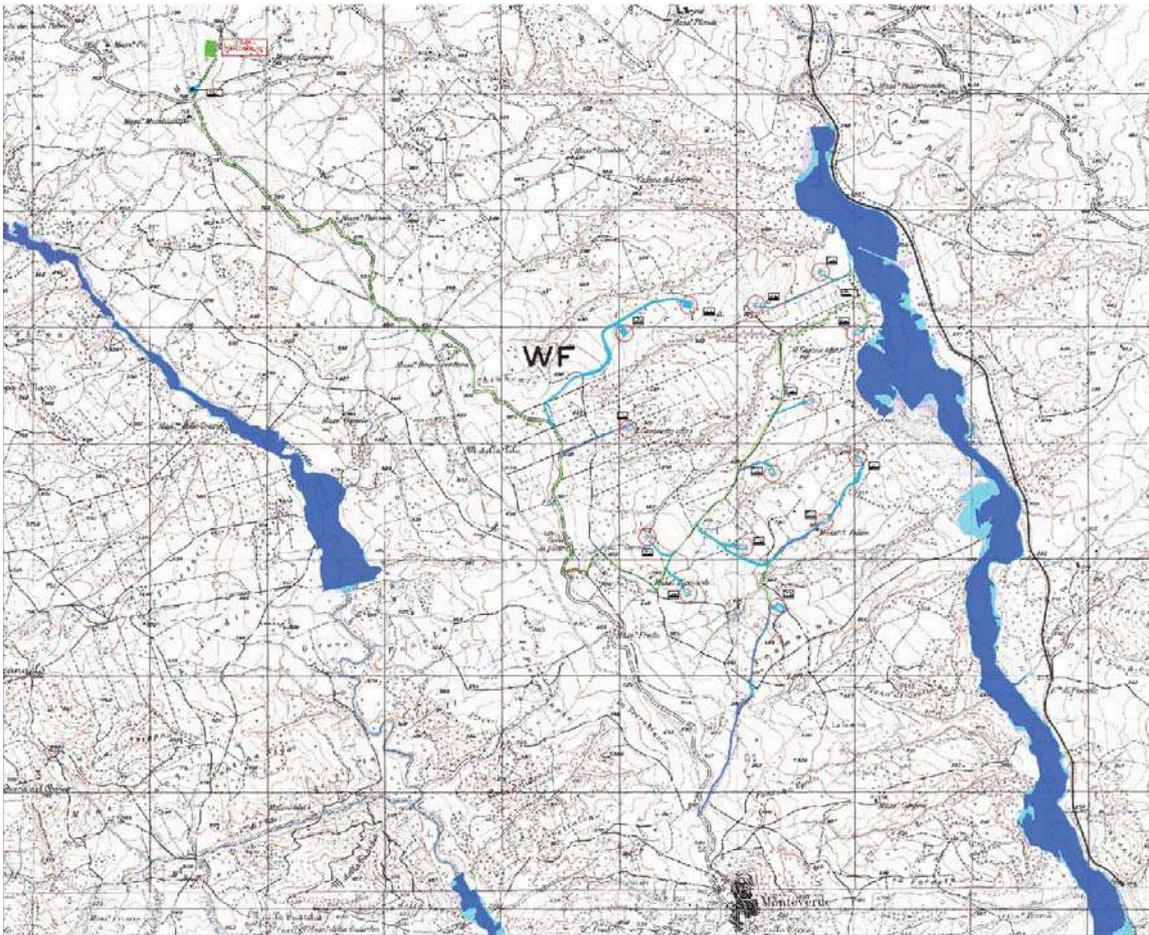


Fig. 2 - Inquadramento nella cartografia PAI

6. INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Per la definizione del reticolo idrografico si è fatto riferimento al reticolo aggiornato dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale relativamente alla Unit of Management Regionale Puglia e interregionale Ofanto - euUoMCode ITR161I020 bacino idrografico Ofanto, già bacino interregionale; bacini idrografici della Puglia, già bacini regionali.

Nella figura successiva è riportata la sovrapposizione del suddetto reticolo idrografico scaricato dal sito internet dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale e la carta IGM 1:25000.

Le informazioni sul reticolo idrografico sono state, inoltre, integrate con la cartografia CTR, le ortofoto e le informazioni ottenute da sopralluoghi e rilievi in sito per individuare l'effettiva entità e ubicazione del reticolo idrografico interessato.

Dalla sovrapposizione delle opere in progetto con le suddette aree si rileva che gli aerogeneratori SF5 e SF6 e le relative piazzole ricadono interamente nell'Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali e nella Fascia di pertinenza fluviale, mentre gli aerogeneratori SF4, Sf7 e SF11 con le relative piazzole interessano marginalmente la Fascia di pertinenza fluviale. Inoltre interferiscono con le Fasce di pertinenza fluviale alcune strade oggetto di sistemazione e nuova realizzazione.

Per gli impluvi interferenti con le suddette opere si è provveduto nei paragrafi successivi ad effettuare le modellazioni idrauliche in moto permanente per le portate di piena stimate con tempo di ritorno 200 anni, al fine di valutare la compatibilità idraulica delle opere.

8. INTERFERENZE DEL CAVIDOTTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

Nell'elaborato allegato *Interferenza con le fasce fluviali* sono riportate anche le interferenze del cavidotto con il reticolo idrografico definito al paragrafo 6. Di seguito si descrivono le interferenze e se ne illustrano le modalità esecutive.

I1	Cavidotto di collegamento all'aerogeneratore SF2	Il cavidotto di collegamento all'aerogeneratore SF2 interseca una linea di impluvio rilevata dalla carta base del PGRA	L'attraversamento dell'impluvio avviene con scavo a cielo aperto e successivo ripristino dello stato dei luoghi.
I2	Cavidotto di collegamento all'aerogeneratore SF2	Il cavidotto di collegamento all'aerogeneratore SF2 interseca una linea di impluvio rilevata dalla carta base del PGRA	L'attraversamento dell'impluvio avviene con scavo a cielo aperto e successivo ripristino dello stato dei luoghi.
I3	Cavidotto di collegamento all'aerogeneratore SF1	Il cavidotto di collegamento all'aerogeneratore SF1 interseca una linea di impluvio rilevata dalla carta base del PGRA	Il cavidotto sarà posato lungo la sede di una nuova strada da realizzazione. L'attraversamento dell'impluvio avviene con scavo a cielo aperto e successivo ripristino con realizzazione del tombino di attraversamento.
I4	Cavidotto di collegamento agli aerogeneratore SF3, SF4 e SF7	Il cavidotto di collegamento agli aerogeneratore SF3, SF4 e SF7 interseca una linea di impluvio rilevata dalla carta base del PGRA	Il cavidotto sarà posato lungo la sede di una nuova strada da realizzazione. L'attraversamento dell'impluvio avviene con scavo a cielo aperto e successivo ripristino

			con realizzazione del tombino di attraversamento.
I5	Cavidotto di collegamento alla Stazione Utente	Il cavidotto di collegamento di collegamento alla Stazione Utente interseca una linea di impluvio rilevata dalla carta base del PGRA	Il cavidotto sarà posato lungo una stradina sterrata esistente. L'attraversamento dell'impluvio avviene con scavo a cielo aperto e successivo ripristino dello stato dei luoghi.
I6	Cavidotto di collegamento agli aerogeneratore SF12, SF13 e SF14	Il cavidotto di collegamento agli aerogeneratore SF12, SF13 e SF14 interseca una linea di impluvio rilevata dalla carta base del PGRA	Il cavidotto sarà posato lungo una stradina sterrata esistente. L'attraversamento dell'impluvio avviene con scavo a cielo aperto e successivo ripristino dello stato dei luoghi.
I7	Cavidotto di collegamento all'aerogeneratore SF14	Il cavidotto di collegamento all'aerogeneratore SF14 interseca una linea di impluvio rilevata dalla carta base del PGRA	Il cavidotto sarà posato lungo una stradina sterrata esistente. L'attraversamento dell'impluvio avviene con scavo a cielo aperto e successivo ripristino dello stato dei luoghi.
I8	Cavidotto di collegamento alla Stazione Utente	Il cavidotto di collegamento di collegamento alla Stazione Utente interseca una linea di impluvio rilevata dalla carta base del PGRA	Il cavidotto è posato lungo una strada esistente. L'attraversamento dell'impluvio avviene al di sotto del ponticello esistente e sarà effettuato mediante TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata)
I9	Cavidotto di collegamento alla Stazione Utente	Il cavidotto di collegamento di collegamento alla Stazione Utente interseca una linea di impluvio rilevata dalla carta base del PGRA	Il cavidotto è posato lungo una strada esistente. L'attraversamento dell'impluvio avviene al di sotto del ponticello esistente e sarà effettuato mediante TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata)

Tab. 1 – Interferenze cavidotto con il reticolo idrografico

9. ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica è finalizzata a valutare, su base probabilistica, le portate al colmo di piena che possono defluire, con preassegnata probabilità di superamento, negli impluvi interferenti con le opere del parco eolico nel comune di Monteverde.

In particolare, sono stati determinati i valori Q_T delle portate al colmo di piena che possono essere superati, mediamente, una sola volta ogni T anni, essendo T il *periodo di ritorno* preso a riferimento.

La piena media annua, nelle sezioni di studio, è stata stimata attraverso l'utilizzo di un modello concettuale (formula razionale), sulla base della seguente equazione

$$Q = \frac{C_* \cdot K_A(t_r) \cdot I(t_r) \cdot A}{3.6} \quad (1)$$

in cui:

Q è la piena media annua espressa in mc/s;

C_* è il coefficiente di piena, così definito:

$$C_* = 0.09 + 0.47 (1 - pp)$$

con pp frazione ad elevata permeabilità del bacino (rapporto tra area ad elevata permeabilità e l'area complessiva del bacino);

K_A Fattore di Riduzione Areale: tiene conto, nel caso di bacini di grande estensione, del fatto che la precipitazione è un valore puntuale e quindi va opportunamente ridotta di un valore che dipende dall'estensione dell'area studiata e dalla durata dell'evento. Nel caso di studio è stato posto pari ad 1 in quanto i bacini oggetto di studio sono di limitata estensione.

t_r , in ore, è il tempo di ritardo del bacino, così definito:

$$t_r = 0.344 A^{0.5}, \text{ con } A \text{ superficie del bacino in km}^2;$$

$I(t_r)$, espressa in mm/h, è la intensità di precipitazione ottenuta come $h(t_r)/t_r$.

Il valore così ottenuto va moltiplicato per il Coefficiente di Crescita K_T (funzione del tempo di ritorno dell'evento espresso in anni)

$$Q_T = Q \cdot K_T \quad (2)$$

10. COEFFICIENTE DI CRESCITA

I valori del coefficiente di crescita K_T sono stati desunti dal rapporto sulla Valutazione delle Piene in Puglia (VAPI) redatto dal CNR-GNDICI [Copertino e Fiorentino, 1994] per il territorio di

competenza del compartimento di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale.

Nell'ambito del suddetto studio, l'analisi di primo e secondo livello, basata sul modello statistico T.C.E.V. (Two Components Extreme Value – Rossi & al., 1984), ha portato alla suddivisione del territorio di competenza del compartimento di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, in due zone omogenee di primo e secondo livello.

La prima include tutti i bacini compresi tra il fiume Ofanto a sud e il torrente Candelaro a nord la seconda include la restante parte del comprensorio.

I bacini oggetto di studio, ricadono nella prima zona omogenea, i cui il coefficiente di crescita può essere valutato con la seguente espressione:

$$K_T = -0.5648 + 0.415 \cdot \ln T \quad (3)$$

i valori del coefficiente di crescita per periodi di ritorno più significativi e calcolati con la suddetta formula sono riportati nella tabella seguente:

	Tempo di Ritorno T (anni)								
	2	5	10	20	30	50	100	200	500
K_T	0.91	1.26	1.53	1.81	1.98	2.19	2.48	2.77	3.15

Tab. 2 – Coefficiente di crescita K_T

11. CURVA DI POSSIBILITÀ CLIMATICA

Nell'ambito del suddetto rapporto VAPI, l'analisi di terzo livello, basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota, ha portato alla individuazione, per il territorio di competenza del compartimento di Bari, di 4 aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è stata proposta una curva di possibilità climatica.

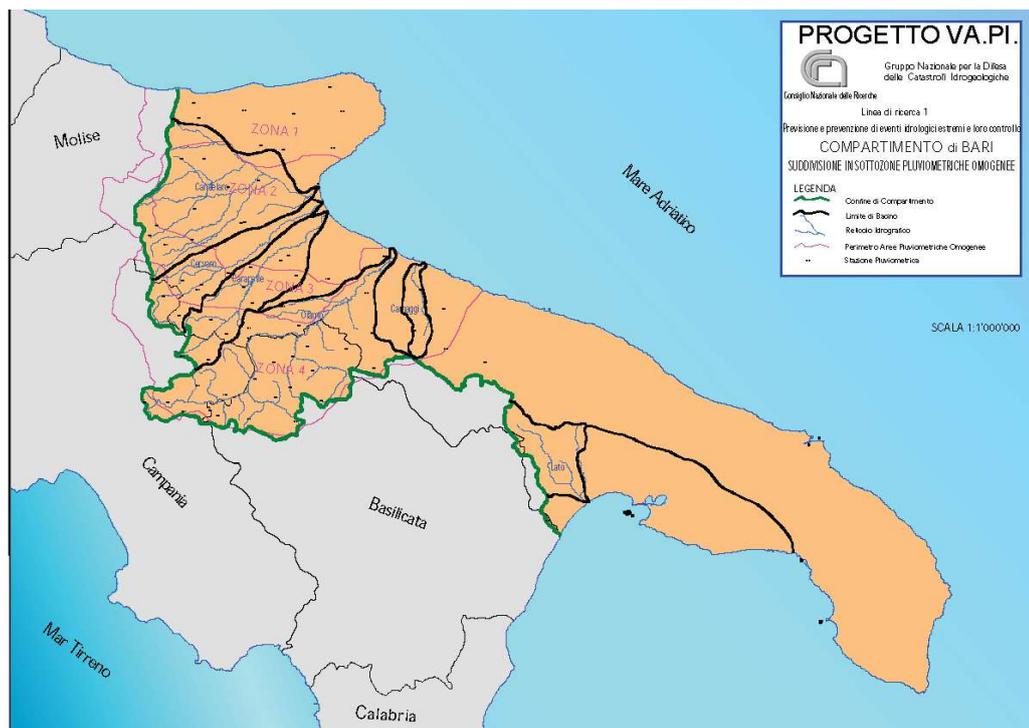


Fig. 4 – Zone pluviometriche omogenee tratte dal VAPI

L'area oggetto di studio, ricade nella zona pluviometrica omogenea n. 4, e la curva di possibilità climatica proposta è la seguente:

$$h_t = 24.70 \times t^{0.256} \quad (4)$$

12. INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE

Dall'analisi delle interferenze degli aerogeneratori e strade in progetto con l'Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali e nella Fascia di pertinenza fluviale sono state individuate le sezioni di calcolo delle portate e i relativi bacini sottesi. In particolare sono state riscontrate le interferenze riassunte nella seguente tabella:

SF4, Sf7 e SF11

Aerogeneratore SF5 con la relativa piazzola	L'aerogeneratore SF5 con la relativa piazzola ricade in parte nella fascia delimitata come "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" ed in parte nella "Fascia di pertinenza fluviale"
Aerogeneratore SF6 con la relativa piazzola	L'aerogeneratore SF6 con la relativa piazzola ricade in parte nella fascia delimitata come "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" ed in parte nella

	“Fascia di pertinenza fluviale”
Gli aerogeneratore SF4, SF7 e SF11 con la relativa piazzola	Gli aerogeneratore SF4, SF7 e SF11 con la relativa piazzola ricadono in minima parte nella “Fascia di pertinenza fluviale”
Strada di accesso all’aerogeneratore SF1 di nuova realizzazione	La strada di accesso all’aerogeneratore SF1 ricade nella fascia delimitata come “Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali” ed in parte nella “Fascia di pertinenza fluviale”, inoltre attraversa anche l’impluvio.
Strada di accesso all’aerogeneratore SF2 oggetto di adeguamento	La strada di accesso all’aerogeneratore SF2 ricade nella fascia delimitata come “Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali” ed in parte nella “Fascia di pertinenza fluviale”, inoltre attraversa anche l’impluvio.
Strada di accesso all’aerogeneratore SF3 di nuova realizzazione	La strada di accesso all’aerogeneratore SF3 ricade nella fascia delimitata come “Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali” ed in parte nella “Fascia di pertinenza fluviale”, inoltre attraversa anche l’impluvio.
Strada di accesso all’aerogeneratore SF4 in parte oggetto di adeguamento ed in parte di nuova realizzazione.	La strada di accesso all’aerogeneratore SF4 ricade in minima parte nella fascia delimitata come “Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali” ed in parte nella “Fascia di pertinenza fluviale”.
Strada di accesso all’aerogeneratore SF5 di nuova realizzazione.	La parte terminale della strada di accesso all’aerogeneratore SF5 ricade nella “Fascia di pertinenza fluviale”.
Strada di accesso all’aerogeneratore SF6 di nuova realizzazione.	La parte terminale della strada di accesso all’aerogeneratore SF6 ricade nella “Fascia di pertinenza fluviale”.
Strada di accesso agli aerogeneratori SF10 e SF11 di nuova realizzazione.	La strada di accesso agli aerogeneratori SF10 e SF11 ricade in minima parte nella fascia delimitata come “Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali” ed in parte nella “Fascia di pertinenza fluviale”.

Tab. 3 – Interferenze con le fasce fluviali

La strada di accesso all'aerogeneratore SF9 ricade in minima parte nelle Fasce di pertinenza fluviale di due impluvi, in corrispondenza dell'inizio degli stessi impluvi, per cui non ritenuto necessario effettuare la modellazione idraulica.

In funzione delle sopracitate interferenze sono stati delimitati n. 5 bacini idrografici come riportati nella seguente figura.

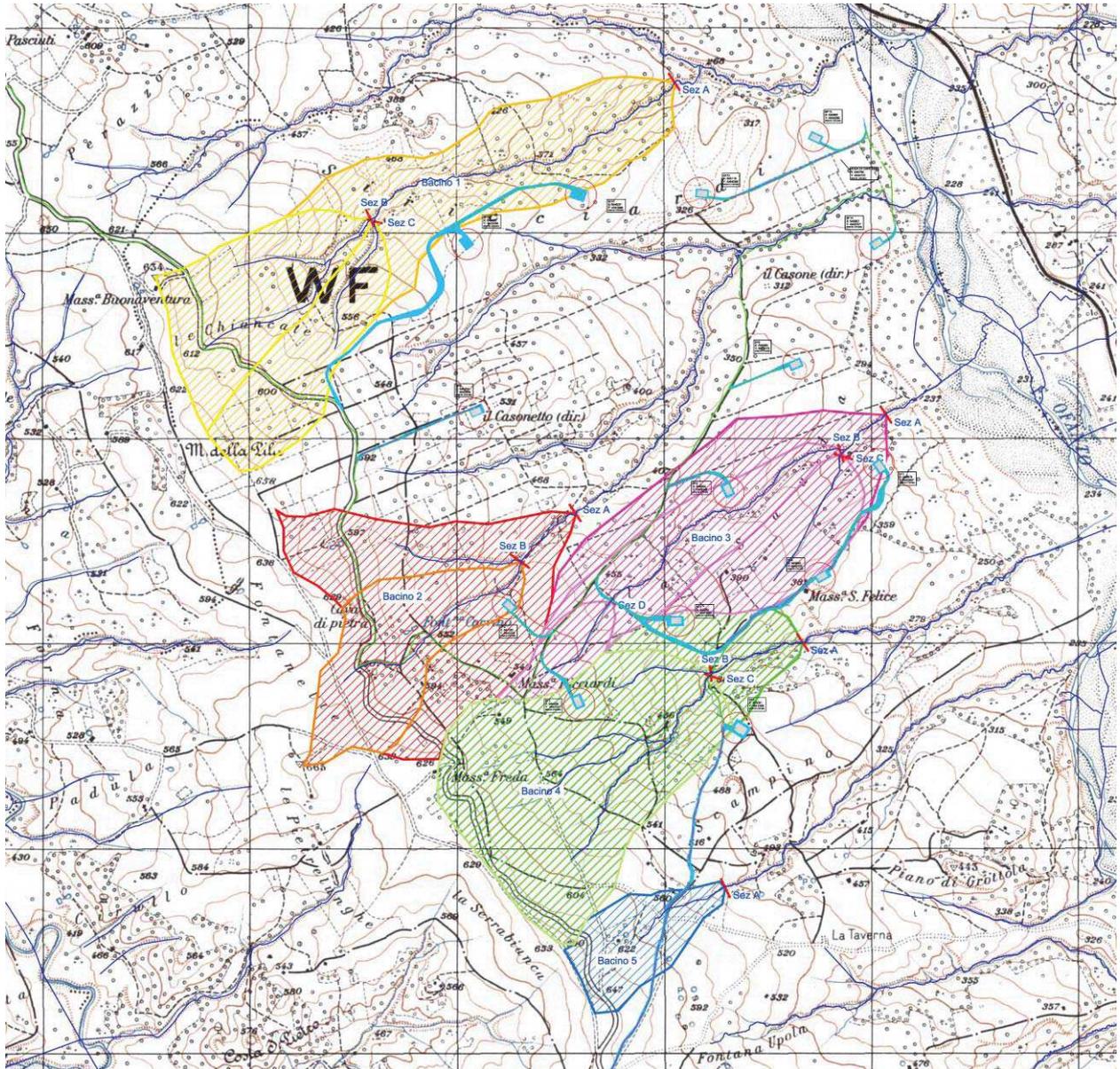


Fig. 5 – Bacini idrografici

Per i 5 bacini sono state stimate la portate di piena per periodi di ritorno 30, 50, 100 e 200 anni indicate nella tabella seguente:

		A	tr	htr	Itr	pp	C*	Q	K(T=30)	Q(T=30)	K(T=50)	Q(T=50)	K(T=100)	Q(T=100)	K(T=200)	Q(T=200)
		<i>Kmq</i>	<i>ore</i>	<i>mm</i>	<i>mm/h</i>			<i>mc/s</i>		<i>mc/s</i>		<i>mc/s</i>		<i>mc/s</i>		<i>mc/s</i>
BACINO 1	SEZ A	1,57	0,43	19,91	46,20	0,70	0,23	4,65	1,98	9,2	2,19	10,2	2,48	11,5	2,77	12,9
	SEZ B	0,51	0,25	17,24	70,19	0,70	0,23	2,30	1,98	4,5	2,19	5,0	2,48	5,7	2,77	6,4
	SEZ C	0,38	0,21	16,61	78,31	0,70	0,23	1,91	1,98	3,8	2,19	4,2	2,48	4,7	2,77	5,3
BACINO 2	SEZ A	1,16	0,37	19,16	51,70	0,70	0,23	3,85	1,98	7,6	2,19	8,4	2,48	9,5	2,77	10,7
	SEZ B	0,51	0,25	17,24	70,19	0,70	0,23	2,30	1,98	4,5	2,19	5,0	2,48	5,7	2,77	6,4
BACINO 3	SEZ A	1,2	0,38	19,24	51,06	0,70	0,23	3,93	1,98	7,8	2,19	8,6	2,48	9,7	2,77	10,9
	SEZ B	0,52	0,25	17,29	69,69	0,70	0,23	2,33	1,98	4,6	2,19	5,1	2,48	5,8	2,77	6,4
	SEZ C	0,31	0,19	16,18	84,47	0,70	0,23	1,68	1,98	3,3	2,19	3,7	2,48	4,2	2,77	4,7
	SEZ D	0,13	0,12	14,48	116,71	0,70	0,23	0,97	1,98	1,9	2,19	2,1	2,48	2,4	2,77	2,7
BACINO 4	SEZ A	1,4	0,41	19,62	48,21	0,70	0,23	4,33	1,98	8,6	2,19	9,5	2,48	10,7	2,77	12,0
	SEZ B	0,26	0,18	15,82	90,18	0,70	0,23	1,50	1,98	3,0	2,19	3,3	2,48	3,7	2,77	4,2
	SEZ C	0,91	0,33	18,57	56,59	0,70	0,23	3,30	1,98	6,5	2,19	7,2	2,48	8,2	2,77	9,2
BACINO 5	SEZ A	0,25	0,17	15,74	91,51	0,70	0,23	1,47	1,98	2,9	2,19	3,2	2,48	3,6	2,77	4,1

Tab. 4 - Stima delle max portata al colmo di piena per assegnati periodi di ritorno.

13. VERIFICHE IDRAULICHE

Nei successivi paragrafi sono riportati i risultati delle modellazioni idrauliche in moto permanente monodimensionale effettuate per i fossi del reticolo idrografico minore, per le portate di piena precedentemente stimate con tempo di ritorno 200 anni.

È stato poi effettuato il dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque di deflusso superficiale della nuova viabilità di progetto.

Per le strade e piazzole provvisorie, non si è proceduto ad effettuare verifiche, in quanto si tratta di opere temporanee di durata molto breve necessarie solo alla realizzazione delle opere definitive ed eseguite per lo più in periodi asciutti. Ad ogni modo per scongiurare ogni pericolo verranno comunque eseguiti a protezione piccoli fossi di guardia.

14. IL MODELLO DI CALCOLO

Le modellazioni idrauliche sono state effettuate utilizzando il codice di calcolo HEC - RAS (River Analysis System) implementato presso l'Hydrologic Engineering Center (HEC) dell'U.S. Army Corps of Engineers, che permette il tracciamento dei profili di corrente in moto permanente gradualmente variato in canali aperti con contorni fissi.

Il calcolo del profilo di corrente in condizioni di moto permanente fra due sezioni successive è effettuato mediante la soluzione dell'equazione dell'energia:

$$Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha \cdot V_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha \cdot V_2^2}{2 \cdot g} + h_e \quad (5)$$

dove

Z è la quota del fondo del canale;

Y il tirante idrico in corrispondenza delle sezioni di studio;

α è un coefficiente che tiene conto della distribuzione non uniforme della velocità dell'acqua;

V è la velocità media della corrente;

g l'accelerazione di gravità;

h_e è la perdita di carico tra le sezioni i e i+1.

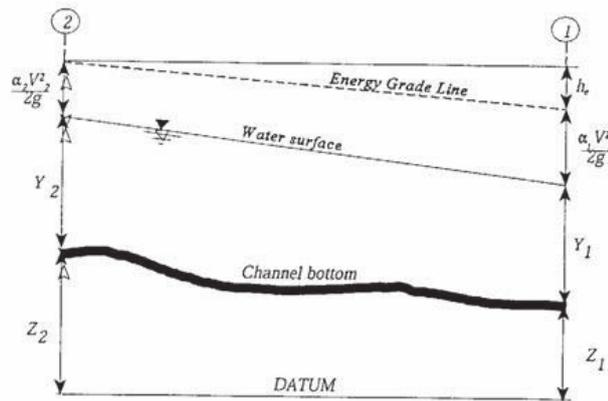


Fig. 6 - Rappresentazione dei termini presenti nell'equazione dell'energia

Tutti i fenomeni che producono una transizione corrente lenta - corrente veloce e viceversa, quali variazioni di pendenza, costrizioni associate alla presenza di un ponte, confluenze, ecc., vengono invece simulati applicando l'equazione dei momenti:

$$\frac{\beta_2 \cdot Q_2^2}{g \cdot A_2} + A_2 \cdot \bar{Y}_2 + \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot S_0 - \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot \bar{S}_f = \frac{\beta_1 \cdot Q_1^2}{g \cdot A_1} + A_1 \cdot \bar{Y}_1 \quad (6)$$

dove:

Q = portata

A = area bagnata

L = distanza fra le sezioni 1 e 2 misurata lungo la direzione X

β = coefficiente di ragguglio che tiene conto delle variazioni nella distribuzione della velocità in canali irregolari (permette di modellare il problema in termini di soli valori medi di V)

S_0 = pendenza del canale

\bar{S}_f = cadente piezometrica

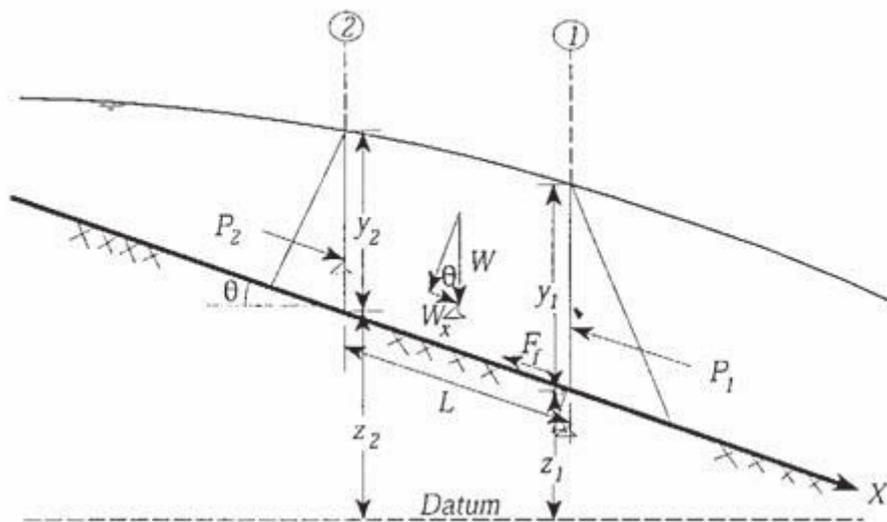


Fig. 7 - Applicazione dell'equazione dei momenti

Il metodo di risoluzione, adottato dal modello HEC-RAS, per l'equazione di continuità dell'energia applicata al moto permanente gradualmente variato, richiede l'assunzione che la perdita di carico in una sezione sia la stessa che si avrebbe in moto uniforme a parità di sezione e velocità dell'acqua.

Nel modello HEC-RAS tali perdite di carico vengono valutate attraverso l'applicazione della formula del moto uniforme di Manning:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S_f^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

dove

V è la velocità media della corrente nella sezione in (m/s)

n è il coefficiente di scabrezza

R il raggio idraulico della sezione bagnata in (m)

S_f la pendenza della linea piezometrica dovuta alle perdite di carico distribuite lungo l'alveo.

L'equazione (7) combinata con la (5) consente la determinazione del profilo idrico della corrente una volta note la geometria e la scabrezza dell'alveo e le condizioni al contorno.

15. DATI DI CALCOLO

Le elaborazioni, come detto, sono state effettuate in corrispondenza della portata stimata con tempo di ritorno $T = 200$ anni.

Relativamente al coefficiente di scabrezza, n di Manning, si è fatto ricorso a tabelle disponibili in letteratura tecnica che riportano il valore di n associato a varie categorie di alveo, in particolare si è fatto riferimento ai dati proposti da CHOW V. T., 1959,

Valori dei coefficienti di scabrezza di Manning, n $s/m^{1/3}$, relativi ad alvei naturali
(*Open-Channel Hydraulics*, CHOW V. T., 1959)

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
A. Natural streams			
1. Main Channels			
a. Clean, straight, full, no rifts, or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
f. Same as "d" but more stones	0.045	0.050	0.060
g. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
h. Veryweedy reaches, deep pools, or floodways with heavystands of timber and brush	0.070	0.100	0.150
2. Flood Flains			
a. Pasture no brush			
1. Short grass	0.025	0.030	0.035
2. High grass	0.030	0.035	0.050
b. Cultivated areas			
1. No crop	0.020	0.030	0.040
2. Mature row crops	0.025	0.035	0.045
3. Mature field crops	0.030	0.040	0.050
c. Brush			
1. Scattered brush, heavy weeds	0.035	0.050	0.070
2. Light brush and trees, in winter	0.035	0.050	0.060
3. Light brush and trees, in summer	0.040	0.060	0.080
4. Medium to dense brush, in winter	0.045	0.070	0.110
5. Medium to dense brush, in summer	0.070	0.100	0.160
d. Trees			
1. Cleared land with tree stumps, no sprouts	0.030	0.040	0.050
2. Same as above, but heavy sprouts	0.050	0.060	0.080
3. Heavystand of timber, few down trees, little undergrowth, flow below branches	0.080	0.100	0.120
4. Same as above, but with flow into branches	0.100	0.120	0.160
5. Dense willows, summer, straight	0.110	0.150	0.110
3. Mountain streams, no vegetation in channel, banks usually steep, with trees and brush on banks submerged			
a. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	0.030	0.040	0.050
b. Bottom: cobbles with large boulders	0.040	0.050	0.070

L'autore propone per alvei di montagna con la presenza sulle sponde di alberi e cespugli e sul fondo ghiaia, ciottoli e massi radi, valori di n compresi tra 0.03 e 0.05. Si è ritenuto di poter assumere il valore 0.03 in quanto sulle sponde degli impluvi oggetto di studio non sono mai presenti alberi e sul fondo è presente solo ghiaia e piccoli ciottoli.

Per le condizioni al contorno si è imposta altezza di moto uniforme nella sezione di monte e di valle.

16. SISTEMA DI RACCOLTA DELLE ACQUE SULLA NUOVA VIABILITA'

Le nuove strade interne al parco eolico non saranno asfaltate pertanto non influenzano in modo apprezzabile la permeabilità dell'area e di conseguenza non si hanno aumenti di apporti idrici nei corsi d'acqua esistenti. Ad ogni modo viene proposto comunque un sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche che possono interferire con la piattaforma stradale. Il sistema di raccolta delle acque meteoriche delle viabilità è costituito da fossi di guardia, cunette in terra e tombini circolari in polietilene.

Si riportano le sezioni tipo delle strade con indicate le opere idrauliche.

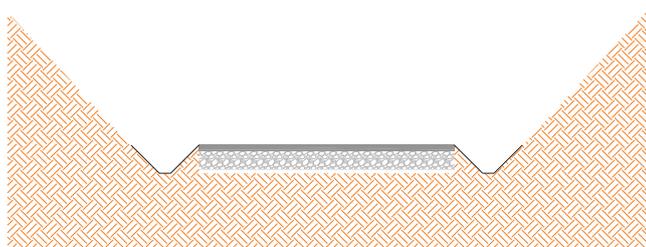


Fig. 8 - Sezione tipo tratto in trinca



Fig. 9 - Sezione tipo tratto in rilevato

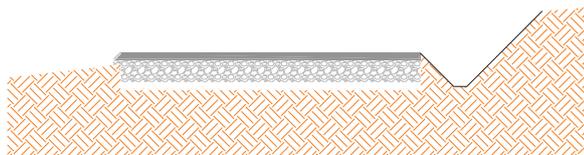


Fig. 10 - Sezione tipo tratto a mezza costa

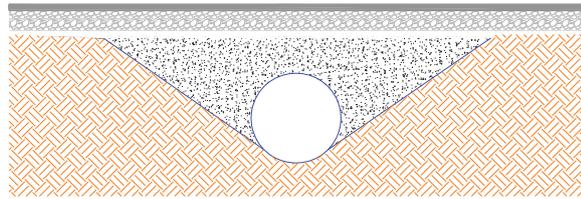
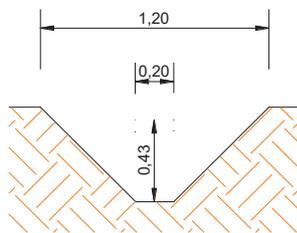


Fig. 11 - Sezione tipo tombino

Per le opere idrauliche sono state adottate le seguenti sezioni:

SEZIONE FOSSO
TIPO 1



SEZIONE FOSSO
TIPO 2

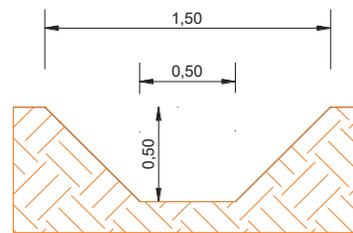
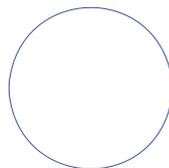


Fig. 12 - Sezioni fossi

SEZIONE TOMBINO
D 1000 mm



SEZIONE TOMBINO
D 1500 mm

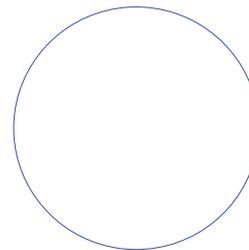


Fig. 13 - Sezioni tombini

17. VERIFICA DELLE OPERE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO

Le verifiche idrauliche dei fossi e dei tombini sono state effettuate in relazione ai valori di portata al colmo di piena ricavati con le metodologie espone in precedenza in corrispondenza di un tempo di ritorno di 30 anni.

Si è provveduto alla verifica idraulica della sezione trapezia dei fossi e della sezione circolare dei tombini secondo la schematizzazione idrodinamica di moto uniforme utilizzando la formulazione di Gauckler-Strickler:

$$Q = K_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot \sigma \quad (8)$$

con:

σ = area della sezione;

K_s = coefficiente di scabrezza;

R = raggio idraulico;

i = pendenza longitudinale del canale.

La formula precedente, nota la geometria della sezione, ci permette di valutare il tirante idrico in condizioni di moto uniforme in corrispondenza di un preassegnato valore della portata.

Il valore del coefficiente di scabrezza utilizzato, è pari a 45 m^{1/3}/s per le sezioni in terra e 65 m^{1/3}/s per le sezioni dei tombini.

18. CONCLUSIONI

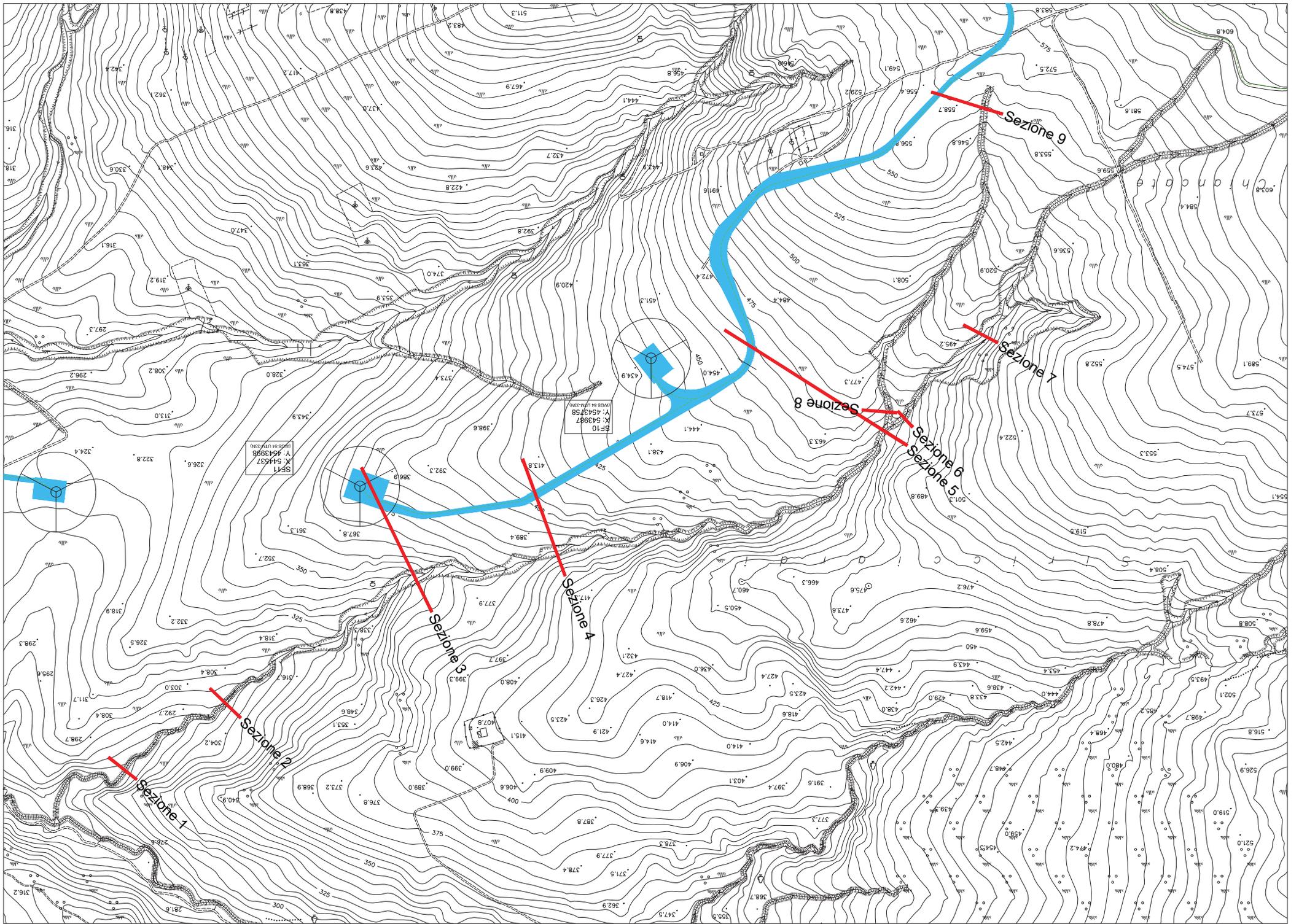
I risultati ottenuti sono riportati nelle tabelle e grafici allegati. Dalla modellazione idraulica in moto permanente si evince che le portate di piena per T=200 anni sono sempre contenute nell'alveo ordinario e pertanto non vanno ad interferire con gli aerogeneratori in progetto. Relativamente alle strade di accesso agli aerogeneratori SF1, SF2 e SF3 in progetto, nel punto in cui intersecano il reticolo idrografico sono stati previsti degli attraversamenti con tombino Φ 1500, che risultano sufficienti a contenere le portate di piena con periodo di ritorno 200 anni con sufficiente franco di sicurezza.

Dalle verifiche in moto uniforme risulta che le cunette e i tombini sono sufficienti a smaltire le portate di piena con periodo di ritorno 30 anni.

RISULTATI DELLE VERIFICHE DEI FOSSI E DEI TOMBINI.

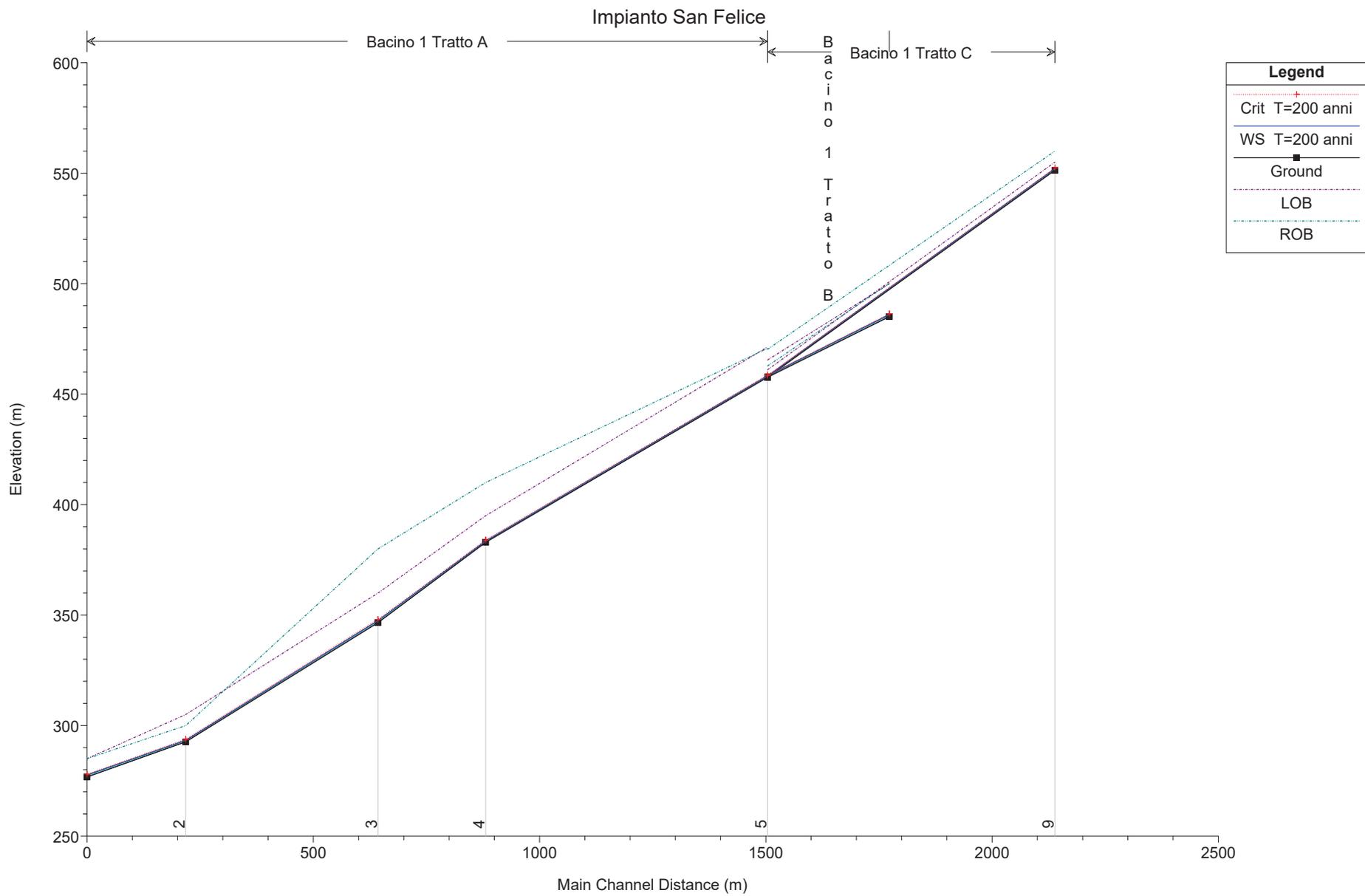
		A	tr	htr	Itr	pp	C*	Q	K(T=30)	Q(T=30)	b	B	h	Diametro	i	K	Hdefl	Velocità
		<i>Kmq</i>	<i>ore</i>	<i>mm</i>	<i>mm/b</i>			<i>mc/s</i>		<i>mc/s</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>%</i>	<i>m1/3/sec</i>	<i>m</i>	<i>m/sec</i>
STRADA DI ACCESSO ALLA TORRE SF1	Tratto A-B	0,01	0,03	10,42	303,04	0,70	0,23	0,19	1,98	0,39	0,20	1,20	0,50		4,10	45,00	0,30	2,50
	Tratto B-C	0,025	0,05	11,72	215,51	0,70	0,23	0,35	1,98	0,68	0,20	1,20	0,50		5,25	45,00	0,37	3,17
	Tratto C-D	0,001	0,01	7,76	713,67	0,70	0,23	0,05	1,98	0,09	0,20	1,20	0,50		3,00	45,00	0,14	1,90
STRADA DI ACCESSO ALLA TORRE SF2	Tratto A-B	0,09	0,10	13,81	133,82	0,70	0,23	0,77	1,98	1,53	0,20	1,20	0,50		13,30	45,00	0,41	5,30
	Tratto B-C	0,12	0,12	14,33	120,24	0,70	0,23	0,93	1,98	1,83	0,20	1,20	0,50		16,20	45,00	0,43	6,03
STRADA DI ACCESSO ALLA TORRE SF3	Tratto A-B	0,007	0,03	9,96	346,04	0,70	0,23	0,16	1,98	0,31	0,20	1,20	0,50		10,40	45,00	0,20	3,20
	Tratto B-C	0,007	0,03	9,96	346,04	0,70	0,23	0,16	1,98	0,31	0,20	1,20	0,50		4,30	45,00	0,25	2,30
	Tratto D-E	0,004	0,02	9,27	426,12	0,70	0,23	0,11	1,98	0,22	0,20	1,20	0,50		2,30	45,00	0,25	1,70
STRADA DI ACCESSO ALLA TORRE SF4	Tratto C-F	0,02	0,05	11,39	234,16	0,70	0,23	0,30	1,98	0,60	0,20	1,20	0,50		14,00	45,00	0,28	4,40
	Tratto G-H	0,04	0,07	12,45	180,94	0,70	0,23	0,46	1,98	0,92	0,20	1,20	0,50		8,50	45,00	0,38	4,00
	TOMBINO	0,06	0,08	13,11	155,61	0,70	0,23	0,60	1,98	1,19				1,00	1,50	65,00	0,48	3,13
	Tratto I-H	0,02	0,05	11,39	234,16	0,70	0,23	0,30	1,98	0,60	0,20	1,20	0,50		7,50	45,00	0,32	3,50

STRADA DI ACCESSO ALLA TORRE SF5	Tratto A-B	0,065	0,09	13,25	151,04	0,70	0,23	0,63	1,98	1,25	0,50	1,50	0,50		1,80	45,00	0,48	2,62
STRADA DI ACCESSO ALLA TORRE SF6	Tratto A-B	0,009	0,03	10,28	315,15	0,70	0,23	0,18	1,98	0,36	0,20	1,20	0,50		14,50	45,00	0,20	3,80
	Tratto C-D	0,01	0,03	10,42	303,04	0,70	0,23	0,19	1,98	0,39	0,20	1,20	0,50		5,10	45,00	0,27	2,65
STRADA DI ACCESSO ALLA TORRI SF10 E SF11	Tratto A-B	0,006	0,03	9,76	366,46	0,70	0,23	0,14	1,98	0,28	0,20	1,20	0,50		12,50	45,00	0,18	3,40
	Tratto C-D	0,075	0,09	13,49	143,21	0,70	0,23	0,69	1,98	1,36	0,20	1,20	0,50		12,80	45,00	0,39	5,10
	Tratto E-F	0,012	0,04	10,67	283,17	0,70	0,23	0,22	1,98	0,43	0,20	1,20	0,50		6,30	45,00	0,27	2,90
	Tratto G-H	0,025	0,05	11,72	215,51	0,70	0,23	0,35	1,98	0,68	0,20	1,20	0,50		9,20	45,00	0,31	3,80
STRADA DI ACCESSO ALLA TORRI SF12 E SF13	Tratto A-B	0,005	0,02	9,54	392,18	0,70	0,23	0,13	1,98	0,25	0,20	1,20	0,50		3,20	45,00	0,26	2,05
	Tratto C-D	0,041	0,07	12,49	179,28	0,70	0,23	0,47	1,98	0,93	0,20	1,20	0,50		12,20	45,00	0,35	4,70
	Tratto E-D	0,009	0,03	10,28	315,15	0,70	0,23	0,18	1,98	0,36	0,20	1,20	0,50		3,30	45,00	0,31	2,27
	TOMBINO	0,055	0,08	12,97	160,72	0,70	0,23	0,57	1,98	1,12				1,00	3,10	65,00	0,35	4,10
	Tratto F-G	0,055	0,08	12,97	160,72	0,70	0,23	0,57	1,98	1,12	0,50	1,50	0,50		3,10	45,00	0,41	2,90



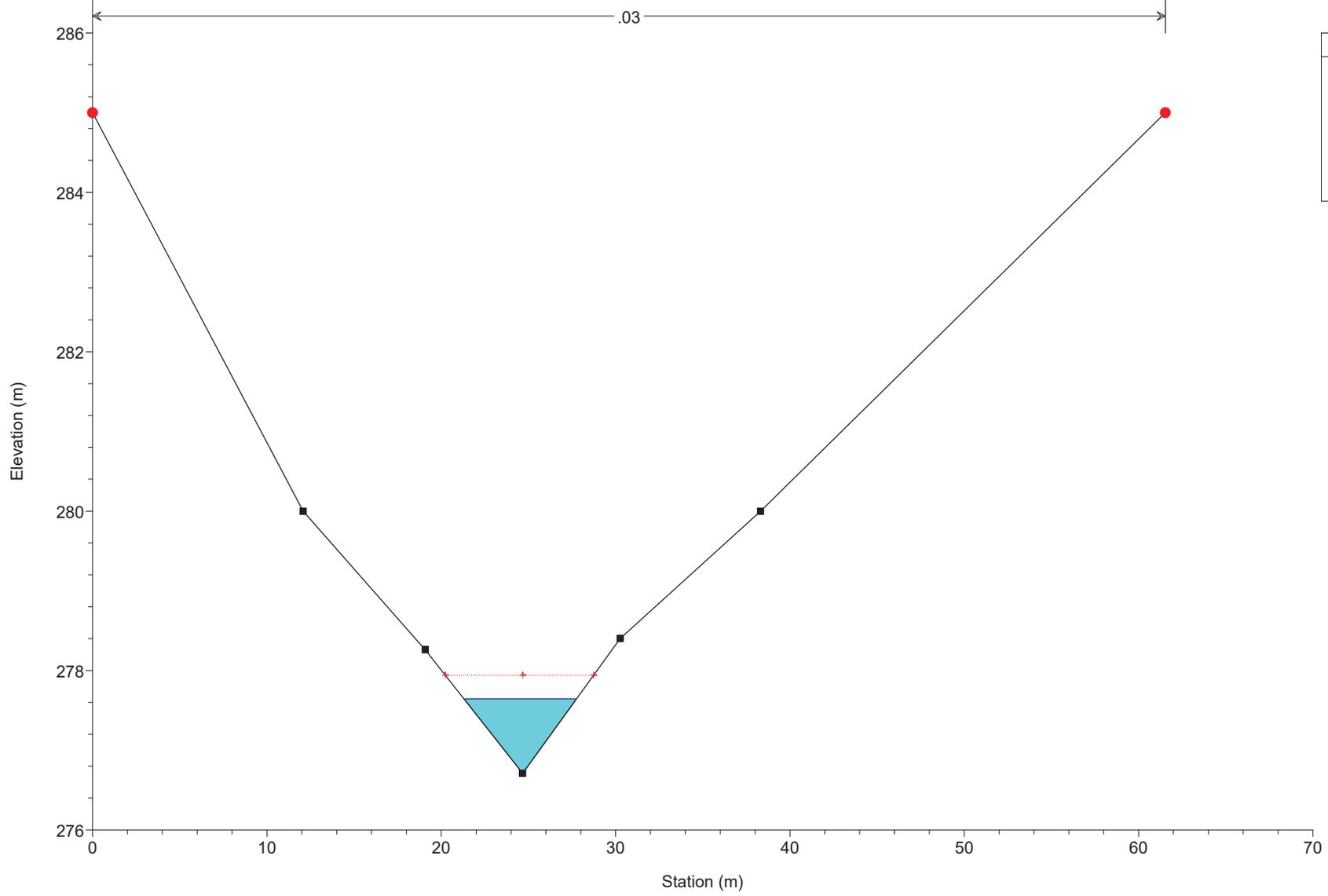
HEC-RAS Plan: Bacino 1 Profile: T=200 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Shear Total (N/m2)
Tratto A	1	T=200 anni	12.90		276.71	285.00	285.00	277.64	277.94	278.58	0.048095	4.28	2.00	211.46
Tratto A	2	T=200 anni	12.90	218.00	292.64	305.00	300.00	293.33	293.85	295.62	0.139248	6.70	3.31	539.52
Tratto A	3	T=200 anni	12.90	425.00	346.57	360.00	380.00	347.50	348.02	349.62	0.116319	6.44	3.01	486.23
Tratto A	4	T=200 anni	12.90	238.00	382.92	395.00	410.00	383.54	384.00	385.95	0.207942	6.88	3.94	620.59
Tratto A	5	T=200 anni	12.90	623.00	457.63	471.35	470.69	458.30	458.69	459.68	0.076094	5.20	2.48	317.63
Tratto C	8	T=200 anni	5.30	0.00	457.63	461.02	470.30	458.19	458.51	459.50	0.134026	5.07	3.06	352.29
Tratto C	9	T=200 anni	5.30	635.00	551.35	555.00	560.00	552.01	552.39	553.69	0.150133	5.75	3.21	437.25
Tratto B	6	T=200 anni	6.40	0.00	457.63	465.46	462.73	458.33	458.68	459.68	0.106158	5.14	2.77	339.32
Tratto B	7	T=200 anni	6.40	269.00	485.09	500.00	500.00	485.96	486.37	487.44	0.100078	5.38	2.60	357.75



Impianto San Felice

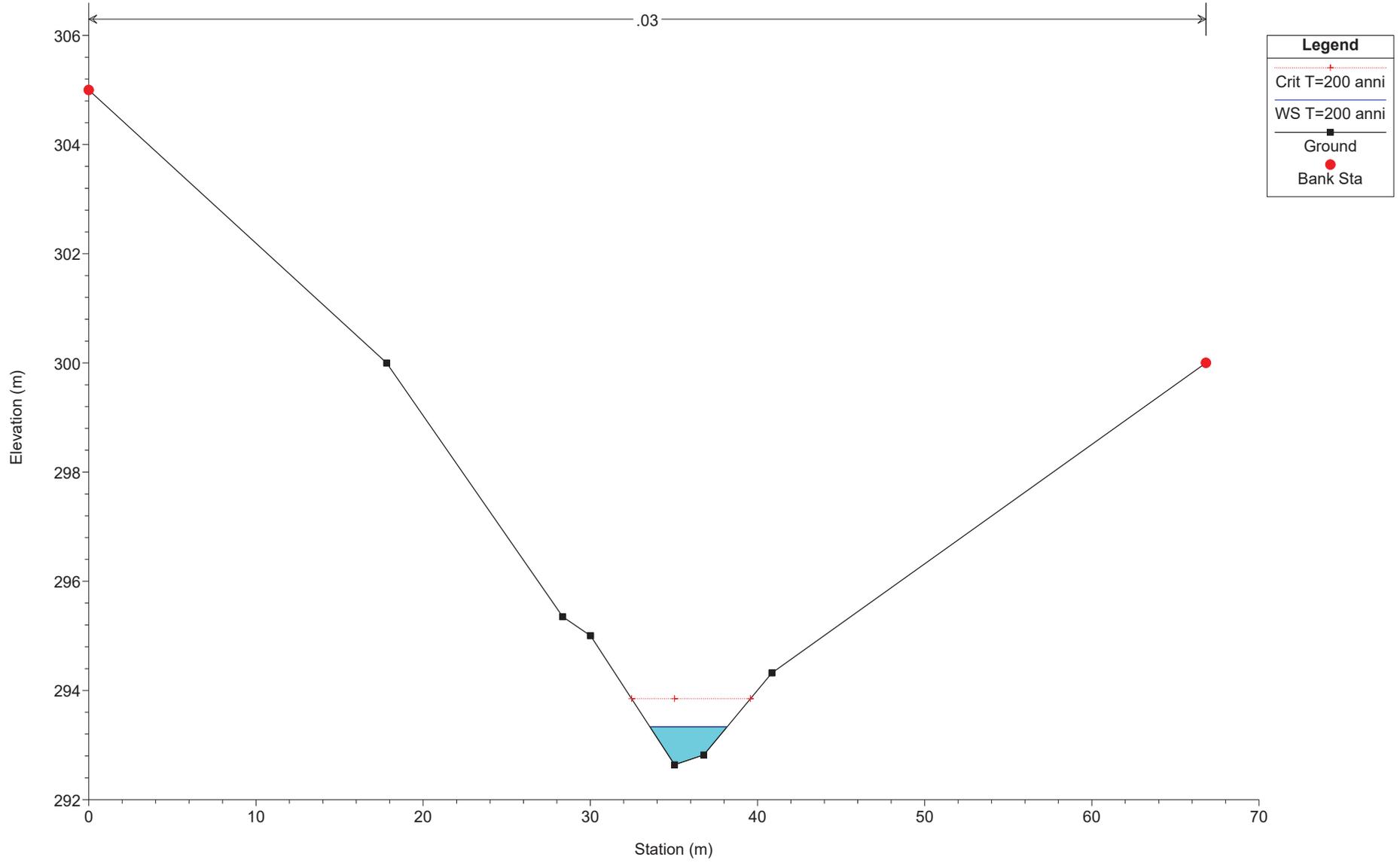
River = Bacino 1 Reach = Tratto A RS = 1



Legend

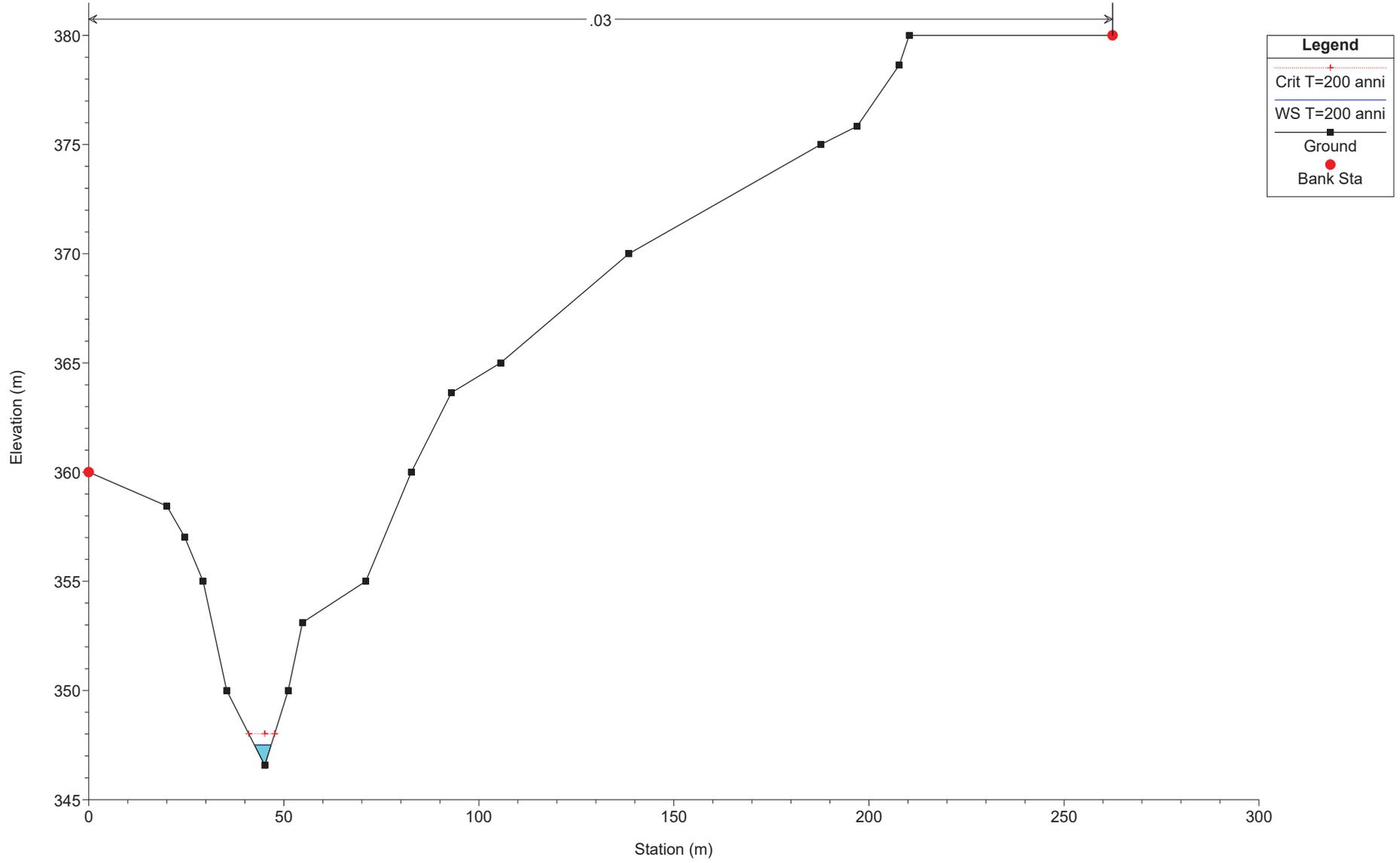
- Crit T=200 anni
- WS T=200 anni
- Ground
- Bank Sta

Impianto San Felice
River = Bacino 1 Reach = Tratto A RS = 2



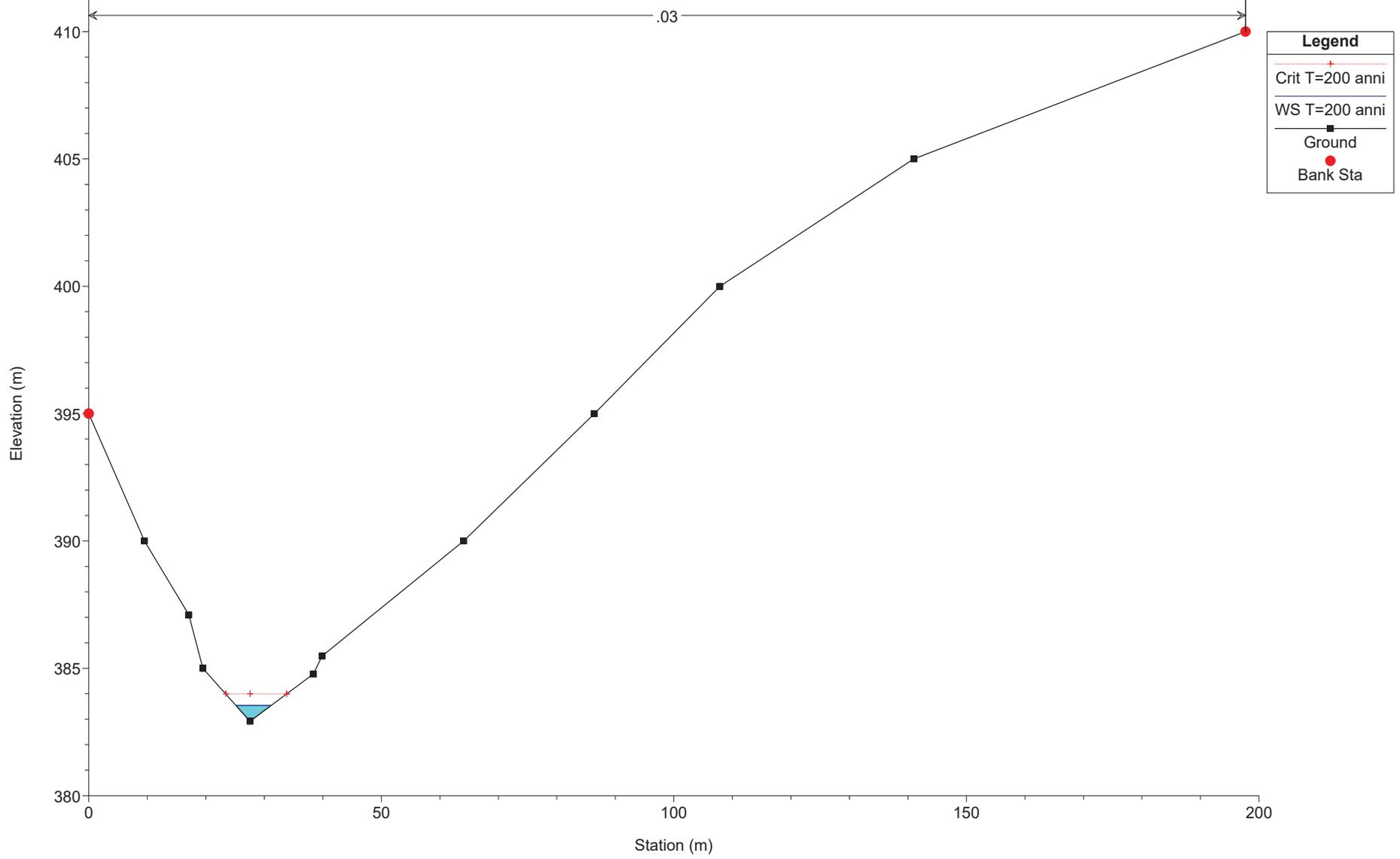
Impianto San Felice

River = Bacino 1 Reach = Tratto A RS = 3



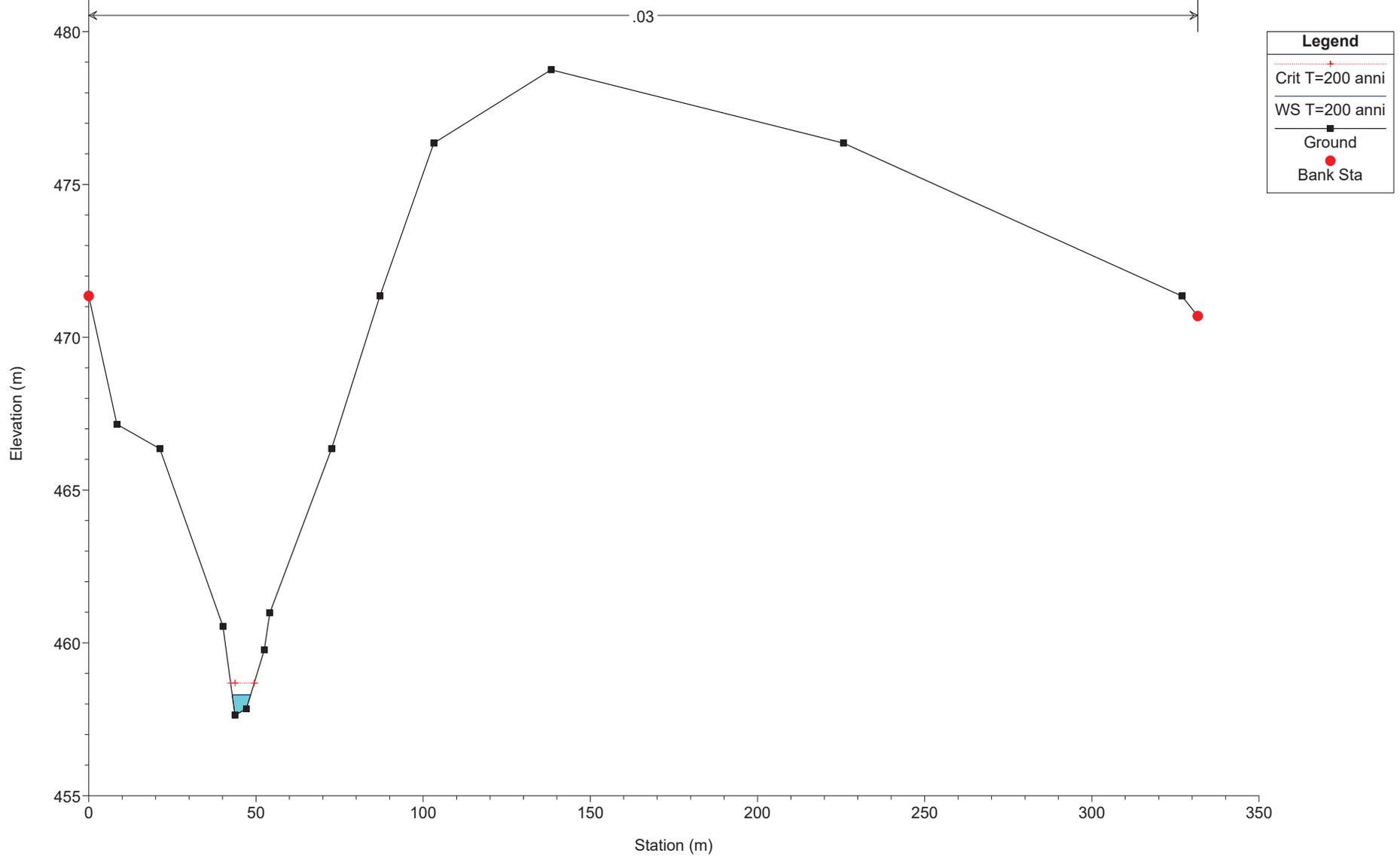
Impianto San Felice

River = Bacino 1 Reach = Tratto A RS = 4



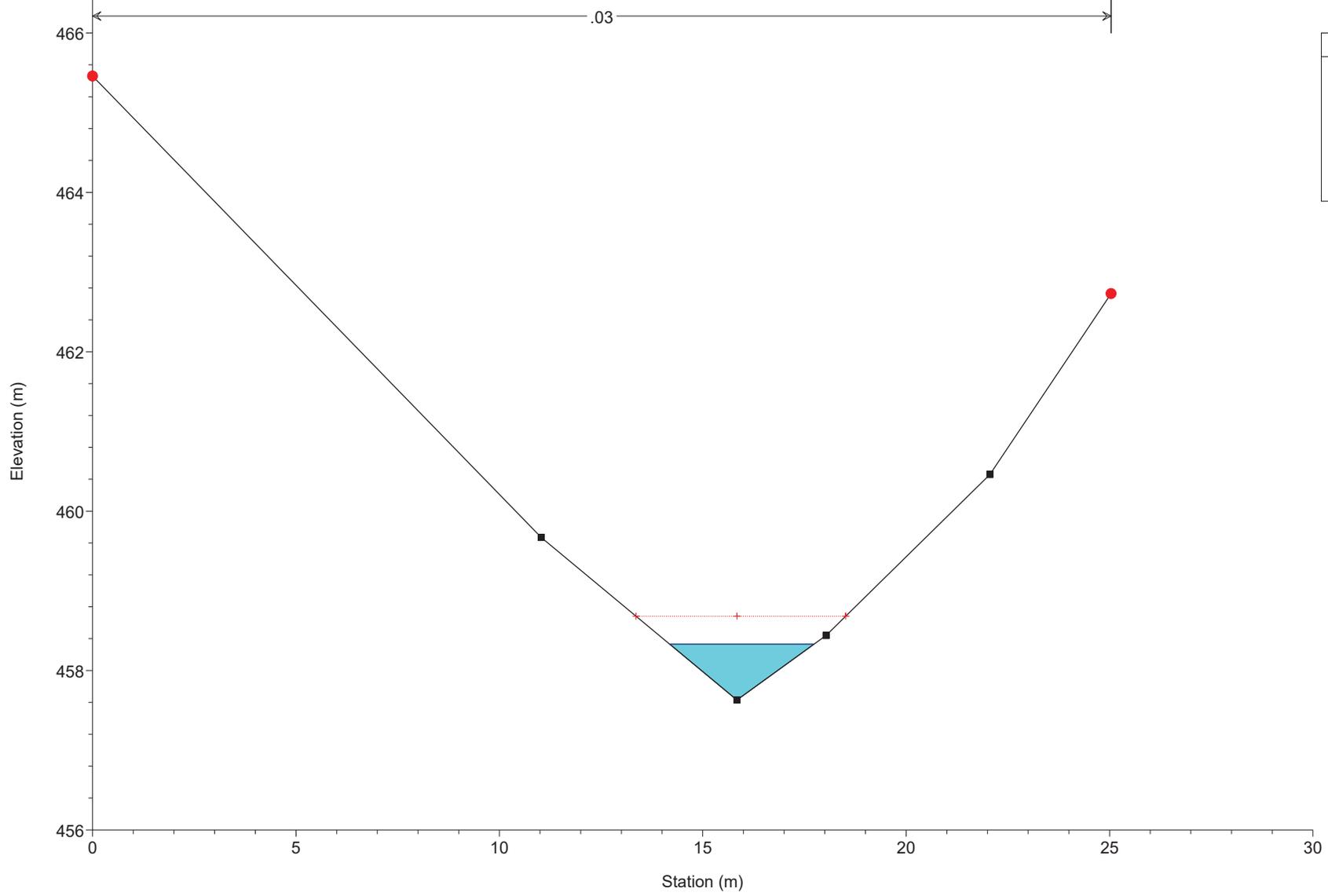
Impianto San Felice

River = Bacino 1 Reach = Tratto A RS = 5



Impianto San Felice

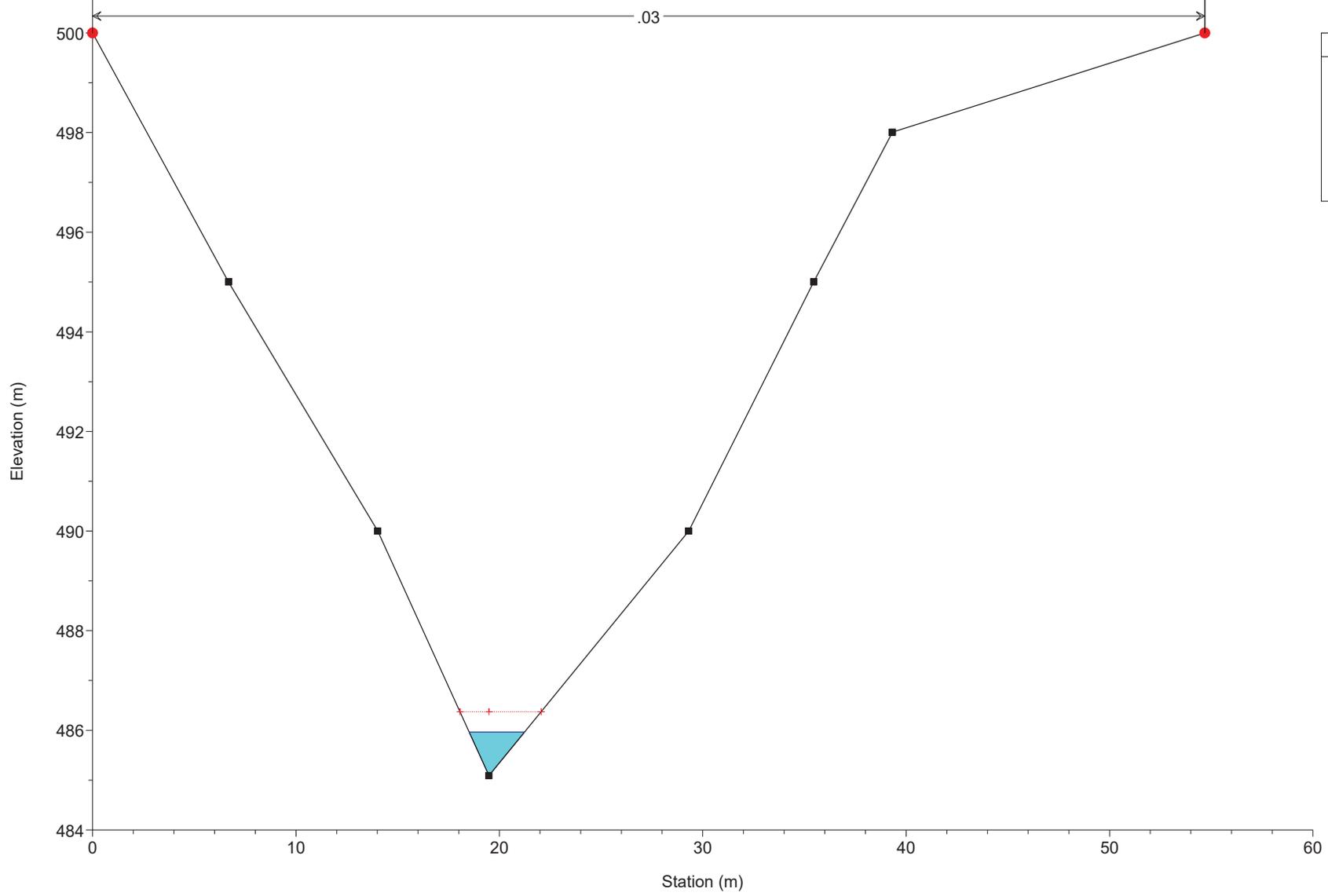
River = Bacino 1 Reach = Tratto B RS = 6



Legend	
Crit T=200 anni	
WS T=200 anni	
Ground	
Bank Sta	

Impianto San Felice

River = Bacino 1 Reach = Tratto B RS = 7

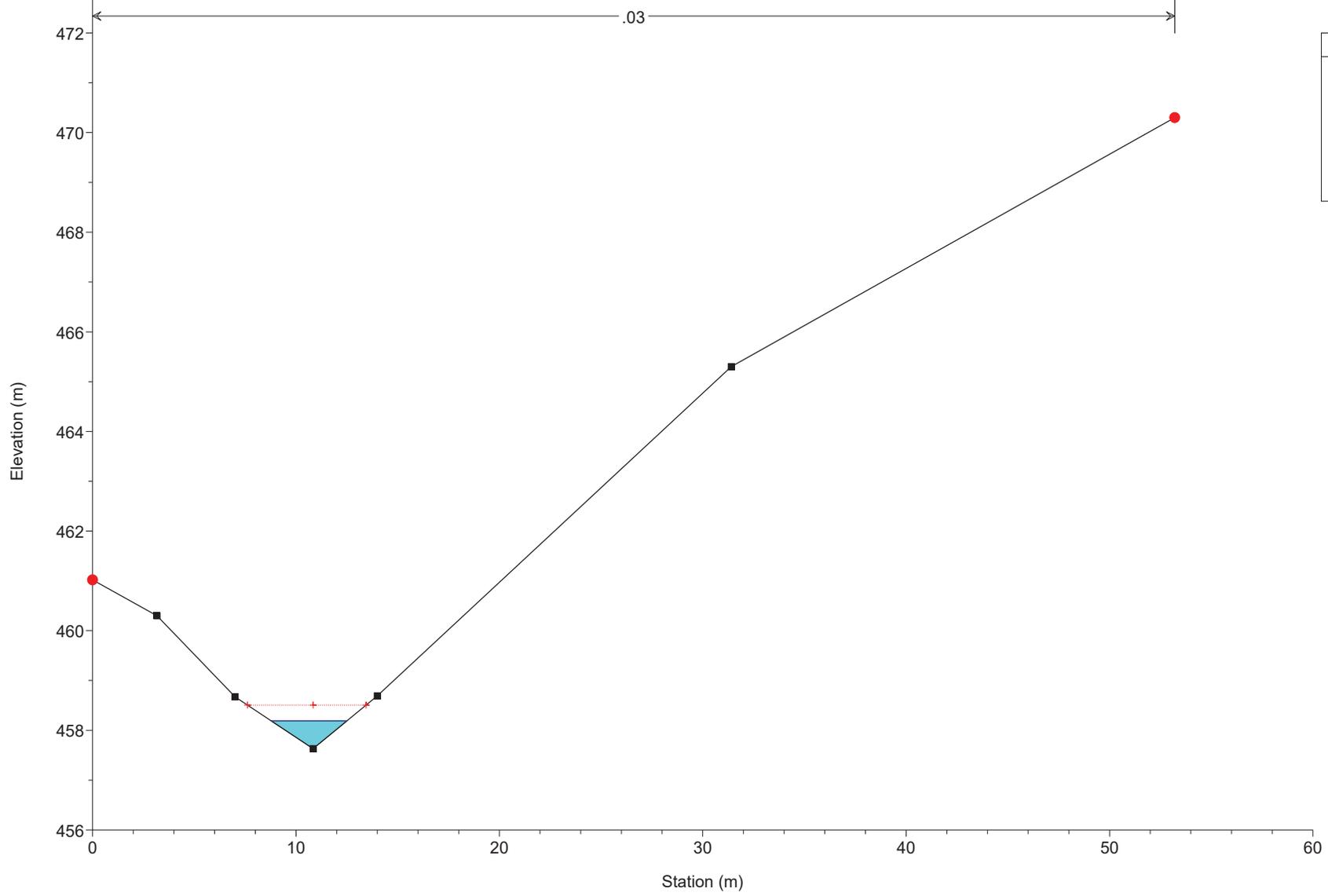


Legend

- Crit T=200 anni
- WS T=200 anni
- Ground
- Bank Sta

Impianto San Felice

River = Bacino 1 Reach = Tratto C RS = 8

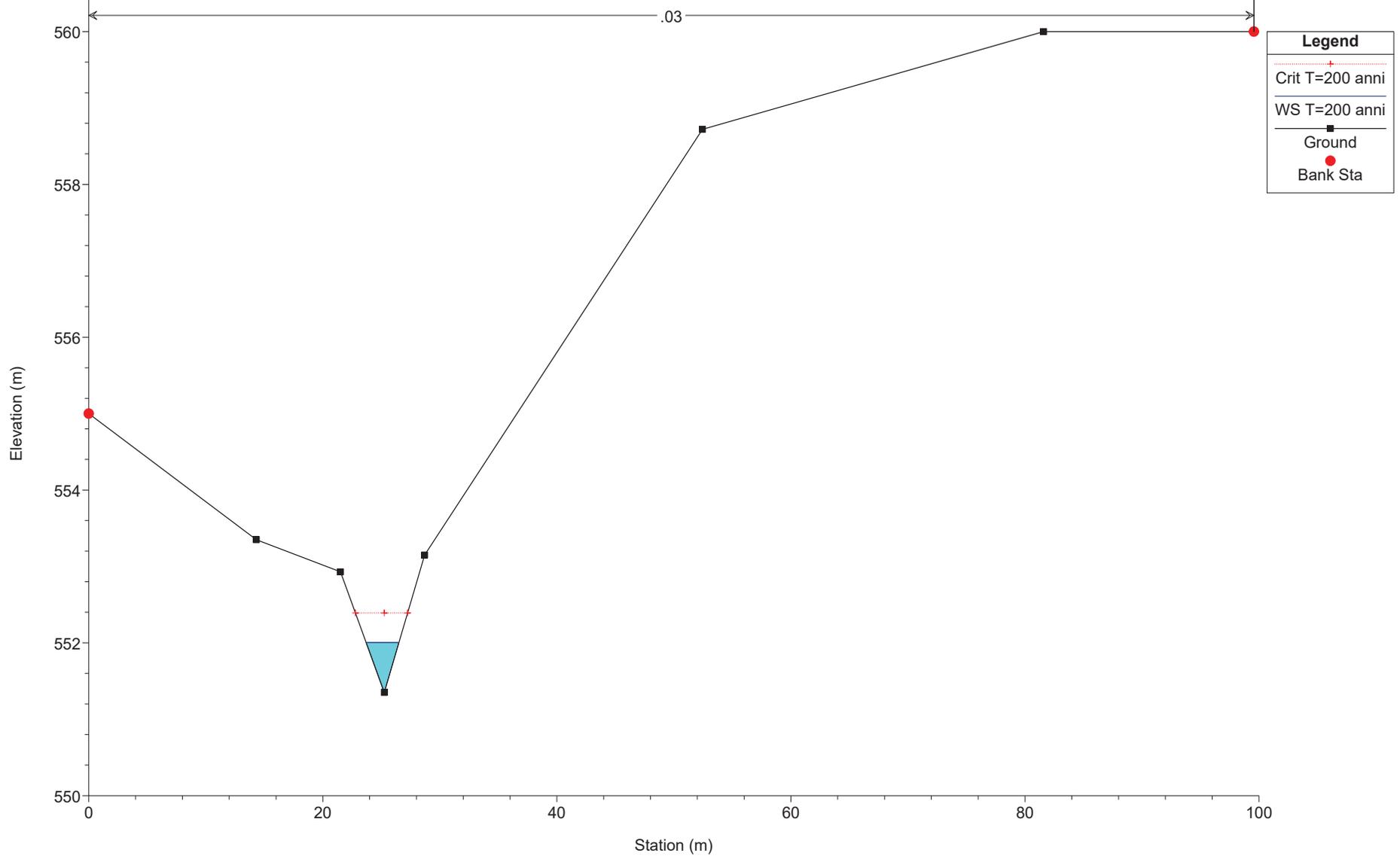


Legend

- Crit T=200 anni
- WS T=200 anni
- Ground
- Bank Sta

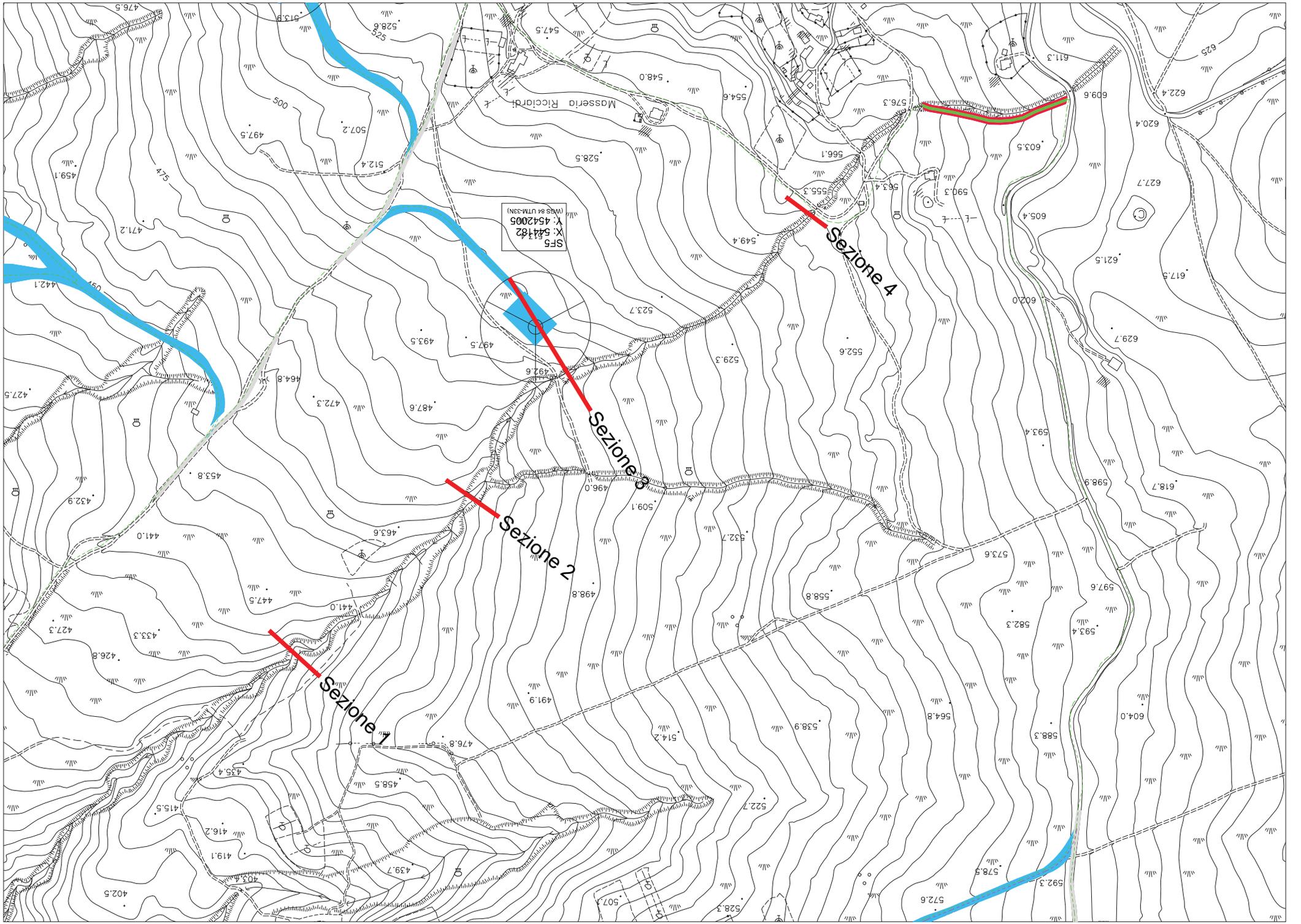
Impianto San Felice

River = Bacino 1 Reach = Tratto C RS = 9



Legend

- Crit T=200 anni
- WS T=200 anni
- Ground
- Bank Sta

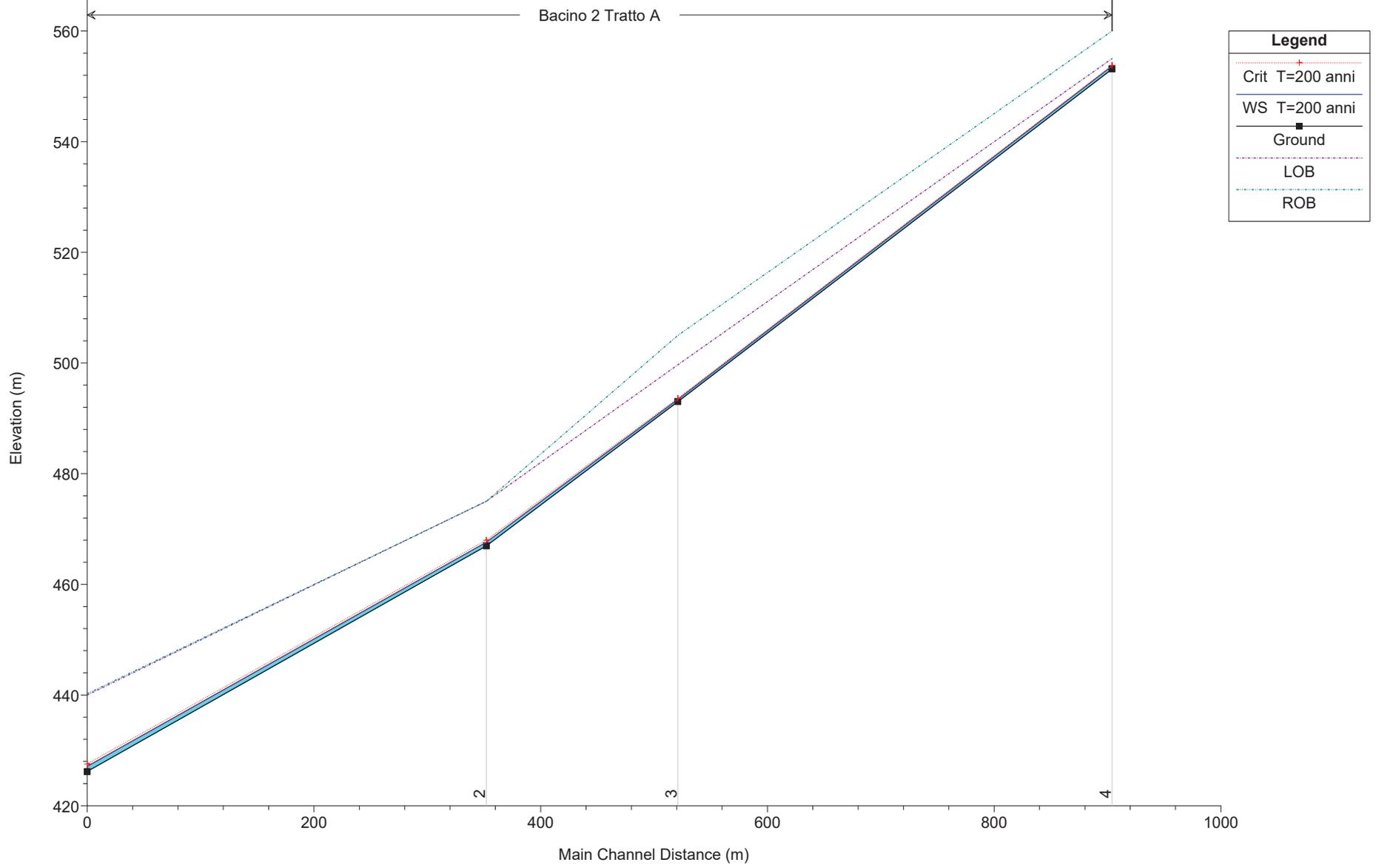


HEC-RAS Plan: Bacino 2 River: Bacino 2 Reach: Tratto A Profile: T=200 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Shear Total (N/m2)
Tratto A	1	T=200 anni	10.70		426.20	440.00	440.25	427.12	427.56	428.78	0.093687	5.71	2.69	384.32
Tratto A	2	T=200 anni	10.70	352.00	466.94	475.00	475.00	467.60	468.00	469.40	0.145292	5.94	3.31	455.79
Tratto A	3	T=200 anni	6.40	169.00	493.01	499.68	505.00	493.42	493.64	494.43	0.151778	4.46	3.16	299.70
Tratto A	4	T=200 anni	6.40	383.00	553.12	555.00	560.00	553.65	553.78	554.19	0.160197	3.25	2.98	188.93

Impianto San Felice

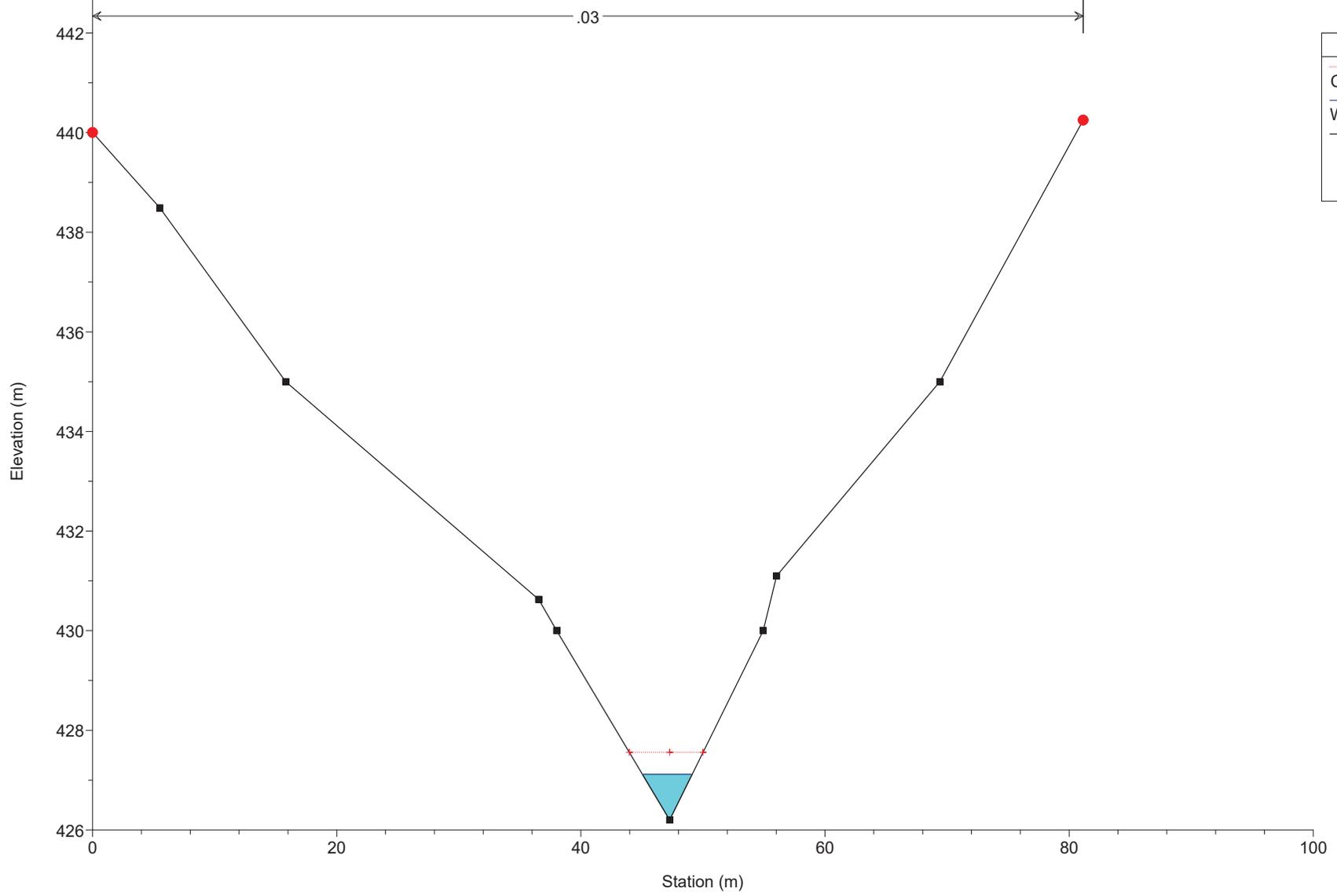
Bacino 2 Tratto A



Legend	
Crit T=200 anni	
WS T=200 anni	
Ground	
LOB	
ROB	

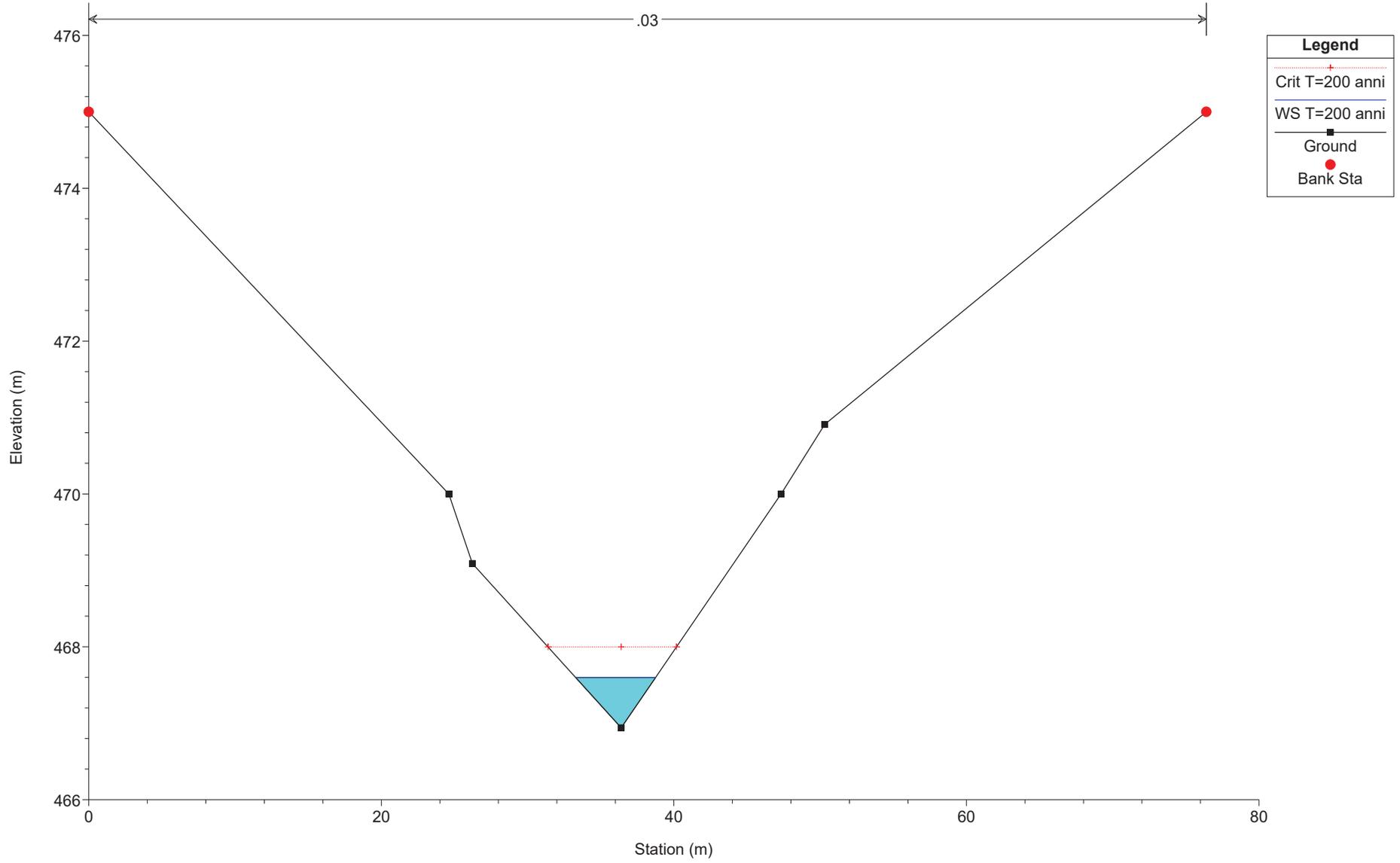
Impianto San Felice

River = Bacino 2 Reach = Tratto A RS = 1



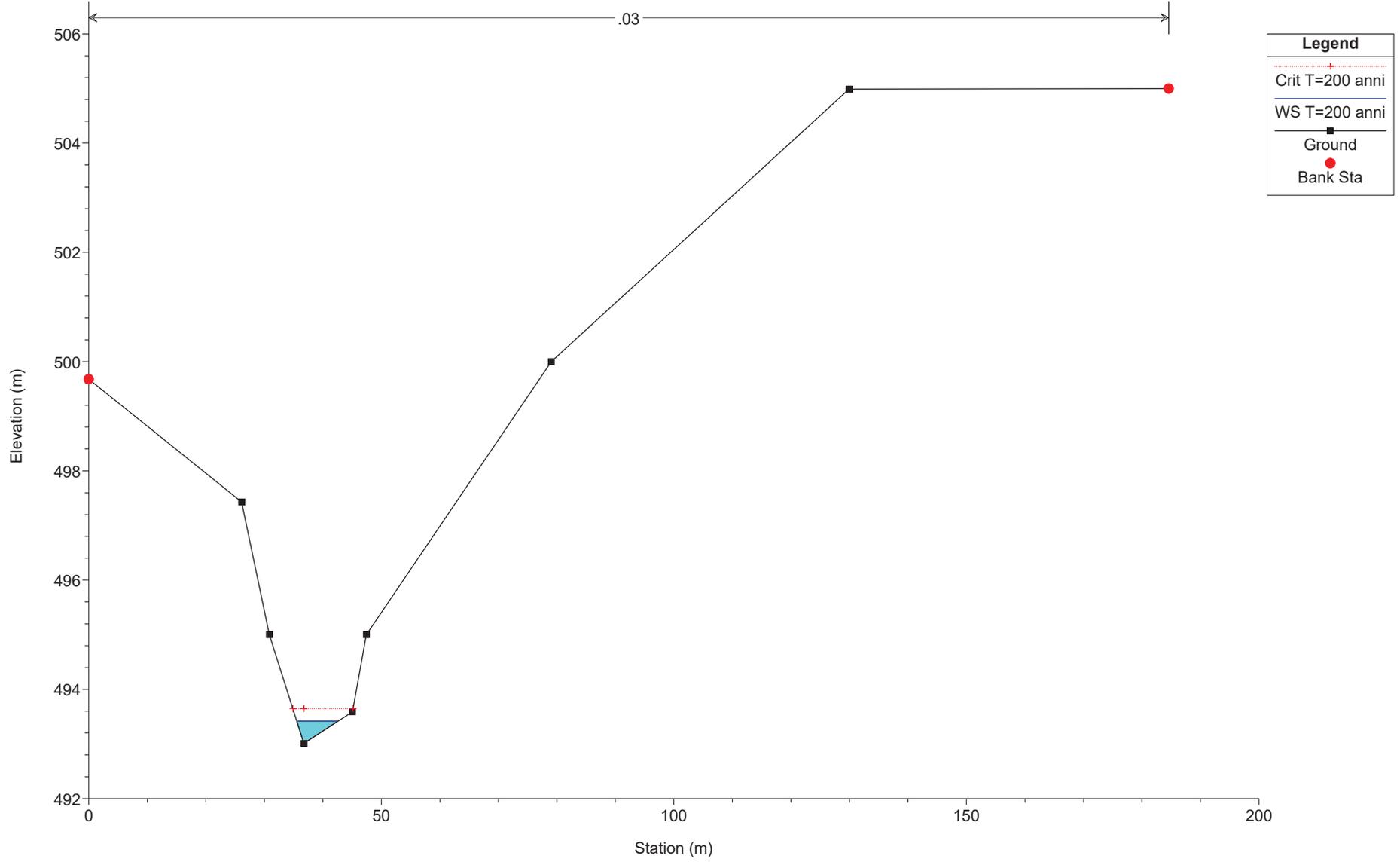
Legend	
	Crit T=200 anni
	WS T=200 anni
	Ground
	Bank Sta

Impianto San Felice
River = Bacino 2 Reach = Tratto A RS = 2



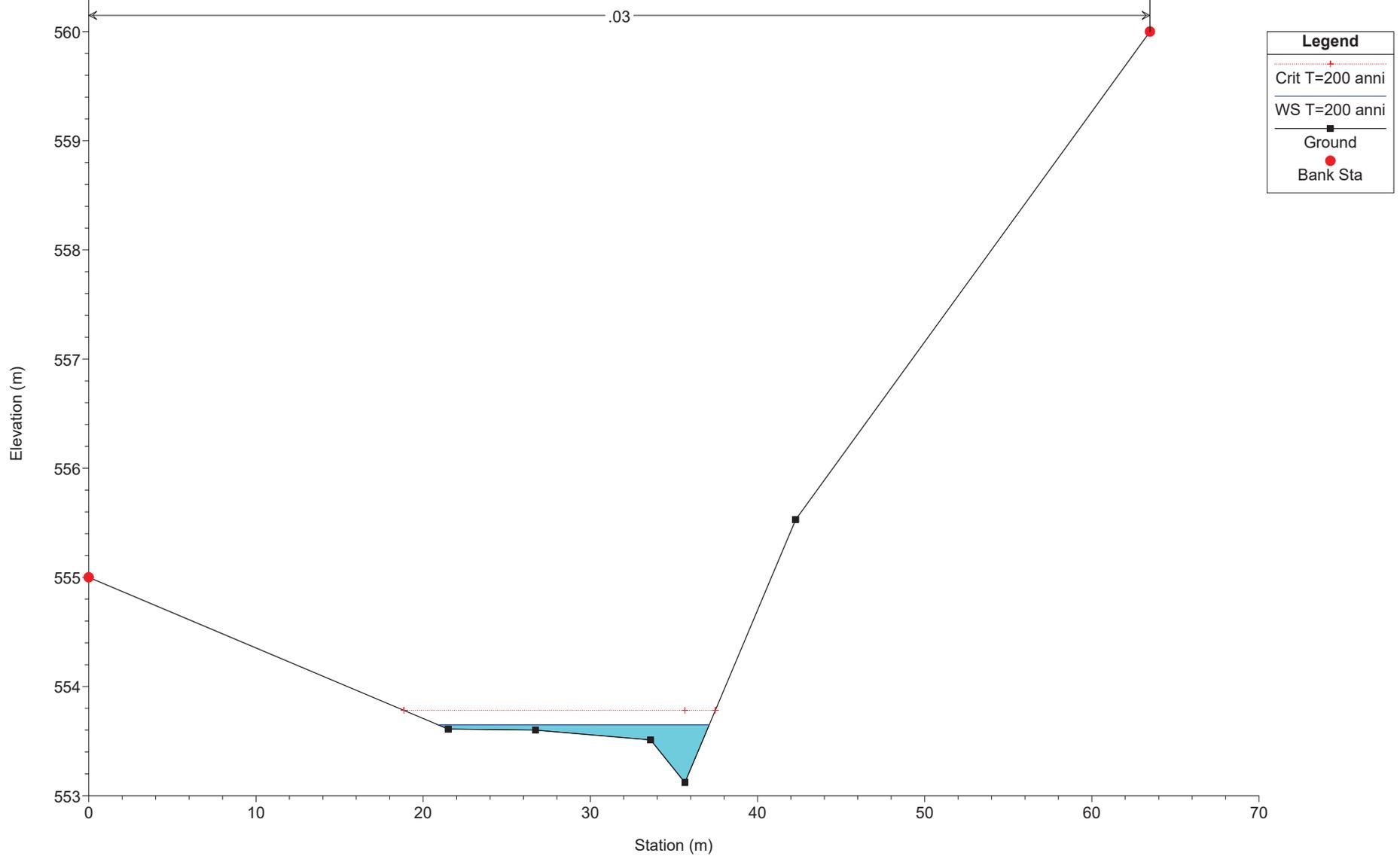
Impianto San Felice

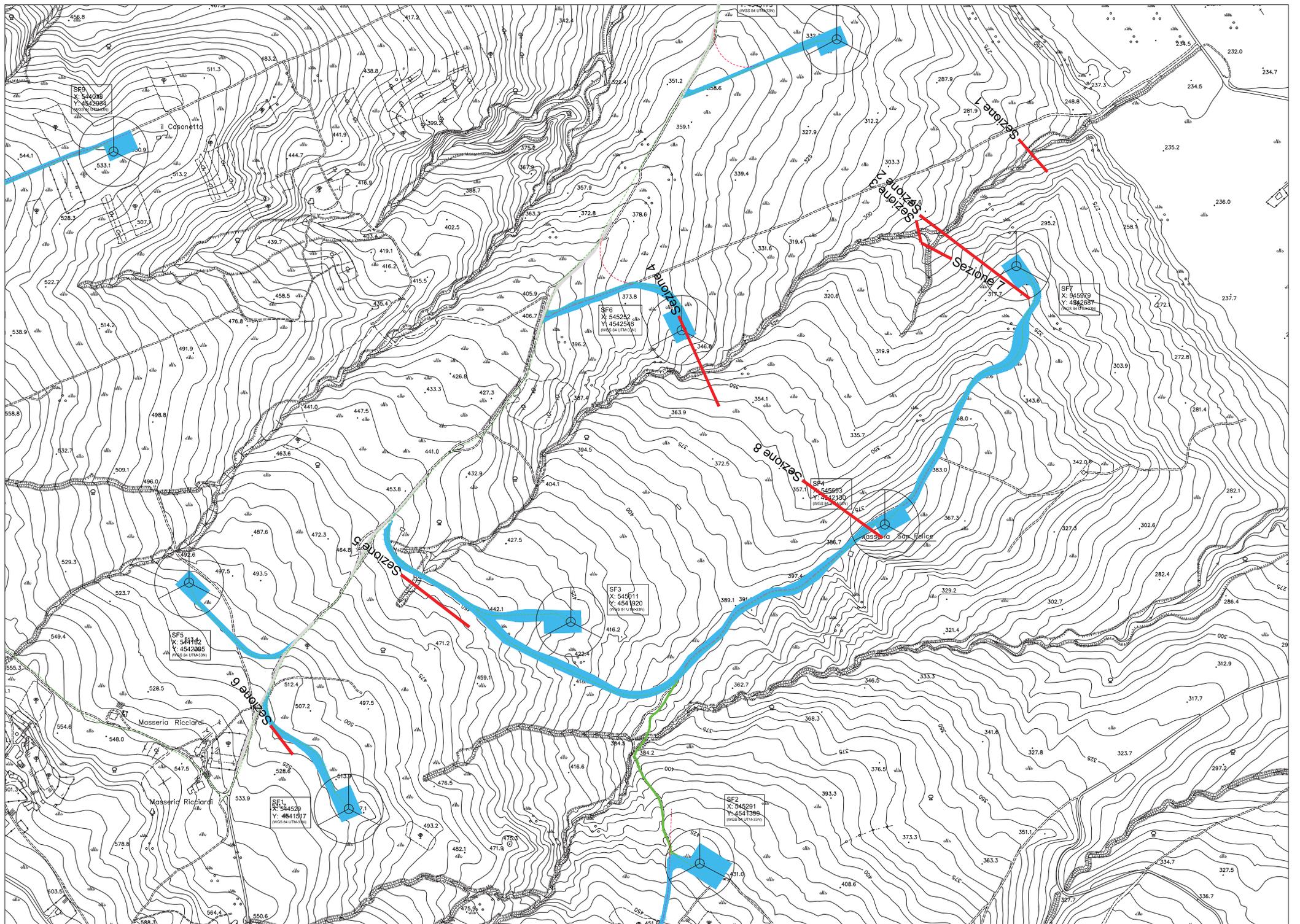
River = Bacino 2 Reach = Tratto A RS = 3



Impianto San Felice

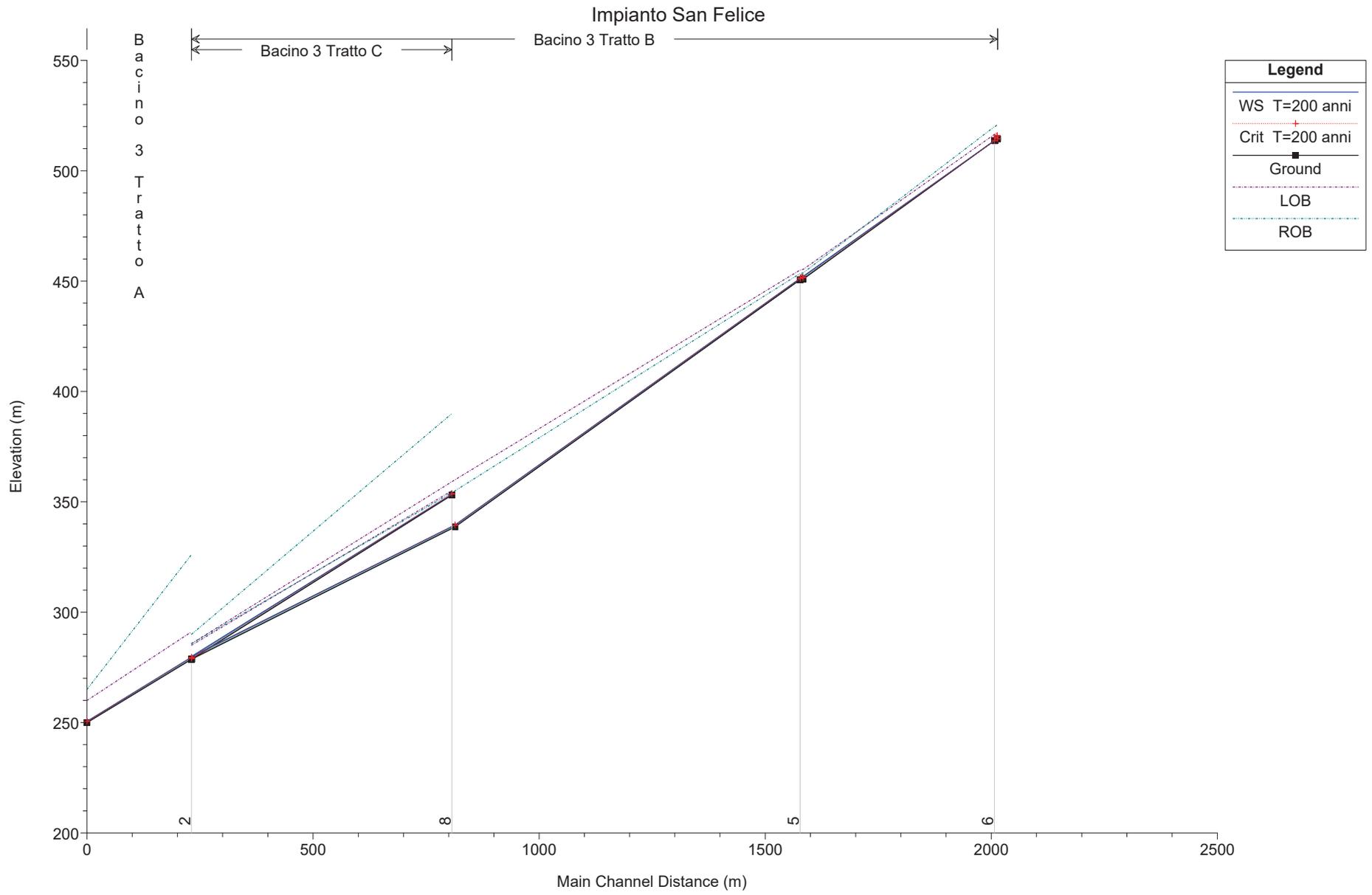
River = Bacino 2 Reach = Tratto A RS = 4





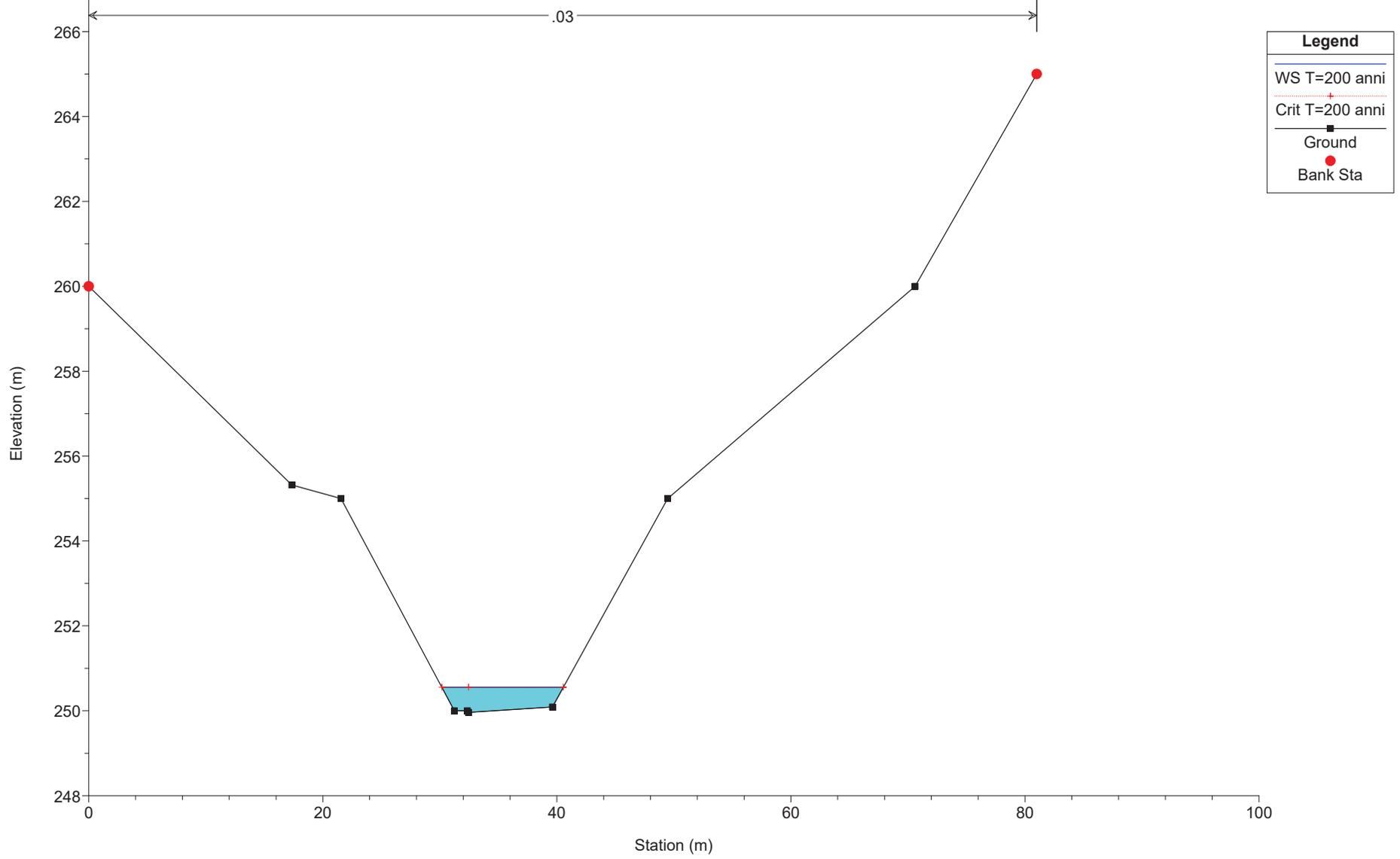
HEC-RAS Plan: Bacino 3 Profile: T=200 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Shear Total (N/m2)
Tratto A	1	T=200 anni	10.90		249.96	260.00	265.00	250.55	250.55	250.80	0.011804	2.19	1.01	54.26
Tratto A	2	T=200 anni	10.90	231.00	278.70	291.13	326.13	279.62	279.62	279.89	0.011189	2.34	1.00	59.26
Tratto C	7	T=200 anni	4.70	0.00	278.70	285.00	290.00	279.91	279.05	279.92	0.000198	0.44	0.14	1.78
Tratto C	8	T=200 anni	4.70	576.00	353.07	355.00	390.00	353.41	353.59	354.15	0.140129	3.81	2.96	232.04
Tratto B	3	T=200 anni	6.40	0.00	278.70	285.76	285.76	279.86	279.44	279.92	0.001786	1.07	0.41	11.58
Tratto B	4	T=200 anni	6.40	583.00	338.62	360.00	355.00	339.53	339.53	339.75	0.012402	2.06	1.01	50.26
Tratto B	5	T=200 anni	2.70	763.00	450.59	455.00	453.44	451.21	451.25	451.43	0.018942	2.05	1.17	55.35
Tratto B	5.1		Culvert											
Tratto B	5.2	T=200 anni	2.70	7.00	450.89	455.30	453.74	452.14	451.55	452.16	0.000446	0.50	0.20	2.63
Tratto B	6	T=200 anni	2.70	423.00	513.63	516.52	520.00	513.65	513.65		12647530.000000			873835300.00
Tratto B	6.1		Culvert											
Tratto B	6.2	T=200 anni		7.00	514.43	517.32	520.80	514.44	514.44					



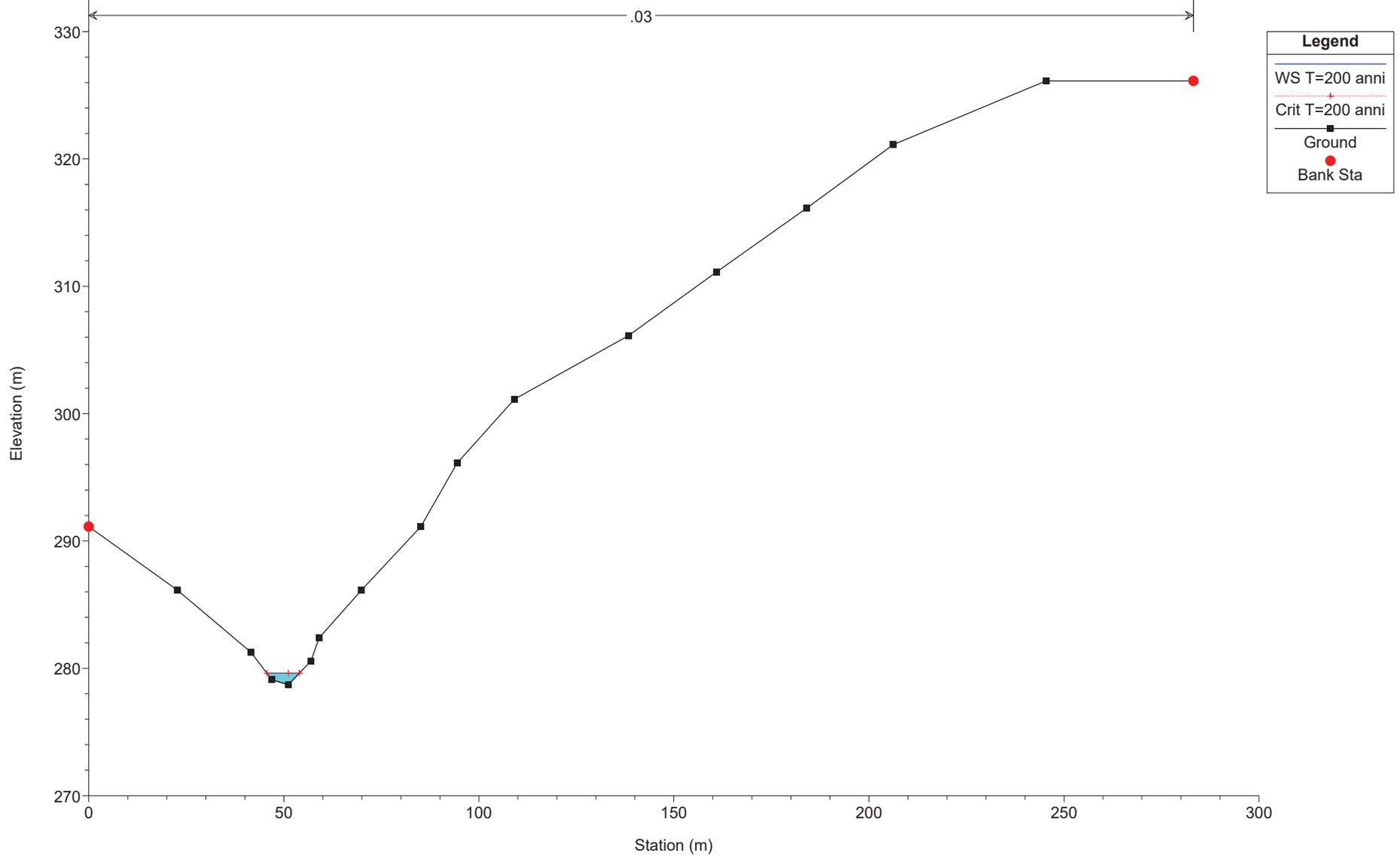
Impianto San Felice

River = Bacino 3 Reach = Tratto A RS = 1



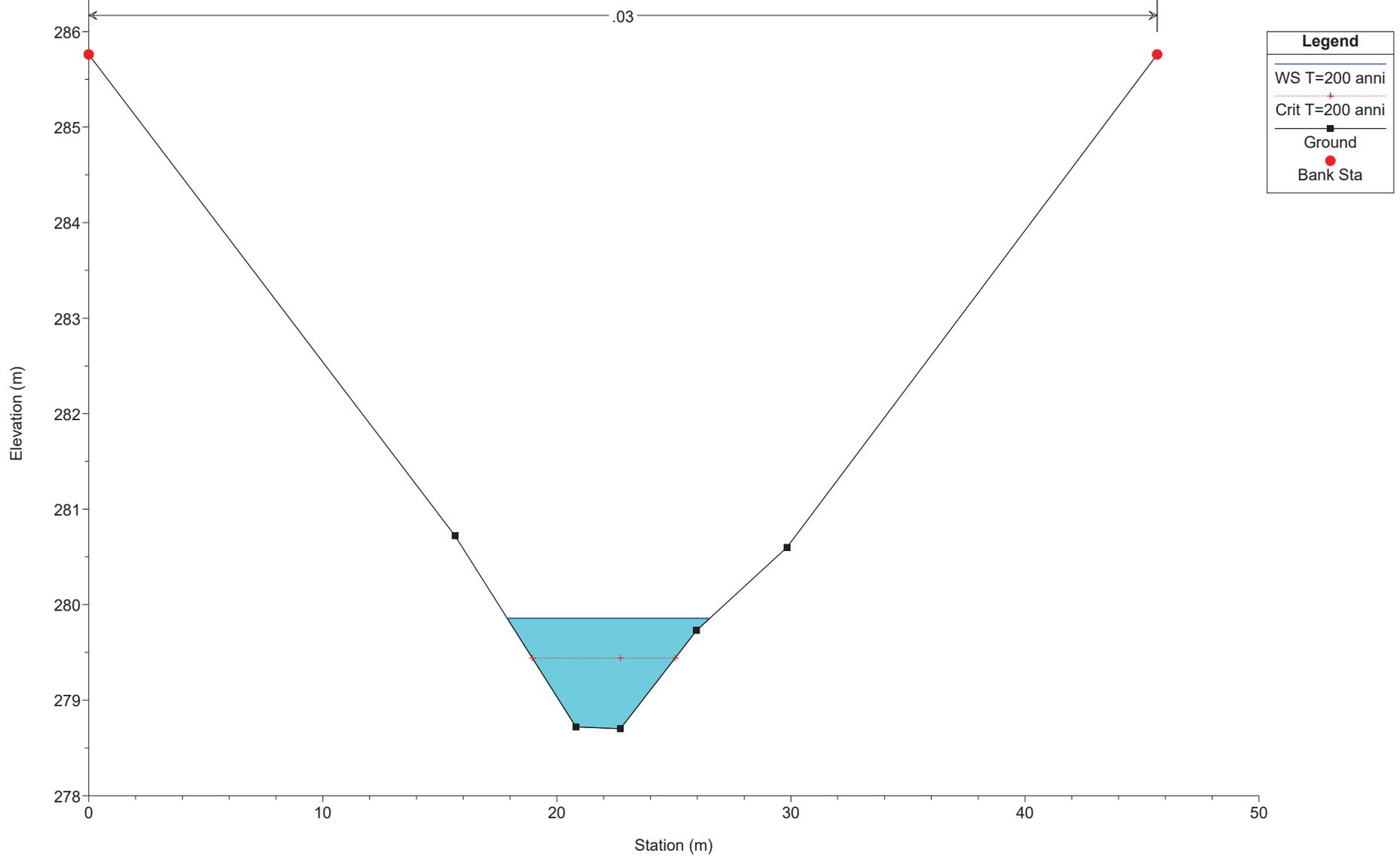
Impianto San Felice

River = Bacino 3 Reach = Tratto A RS = 2



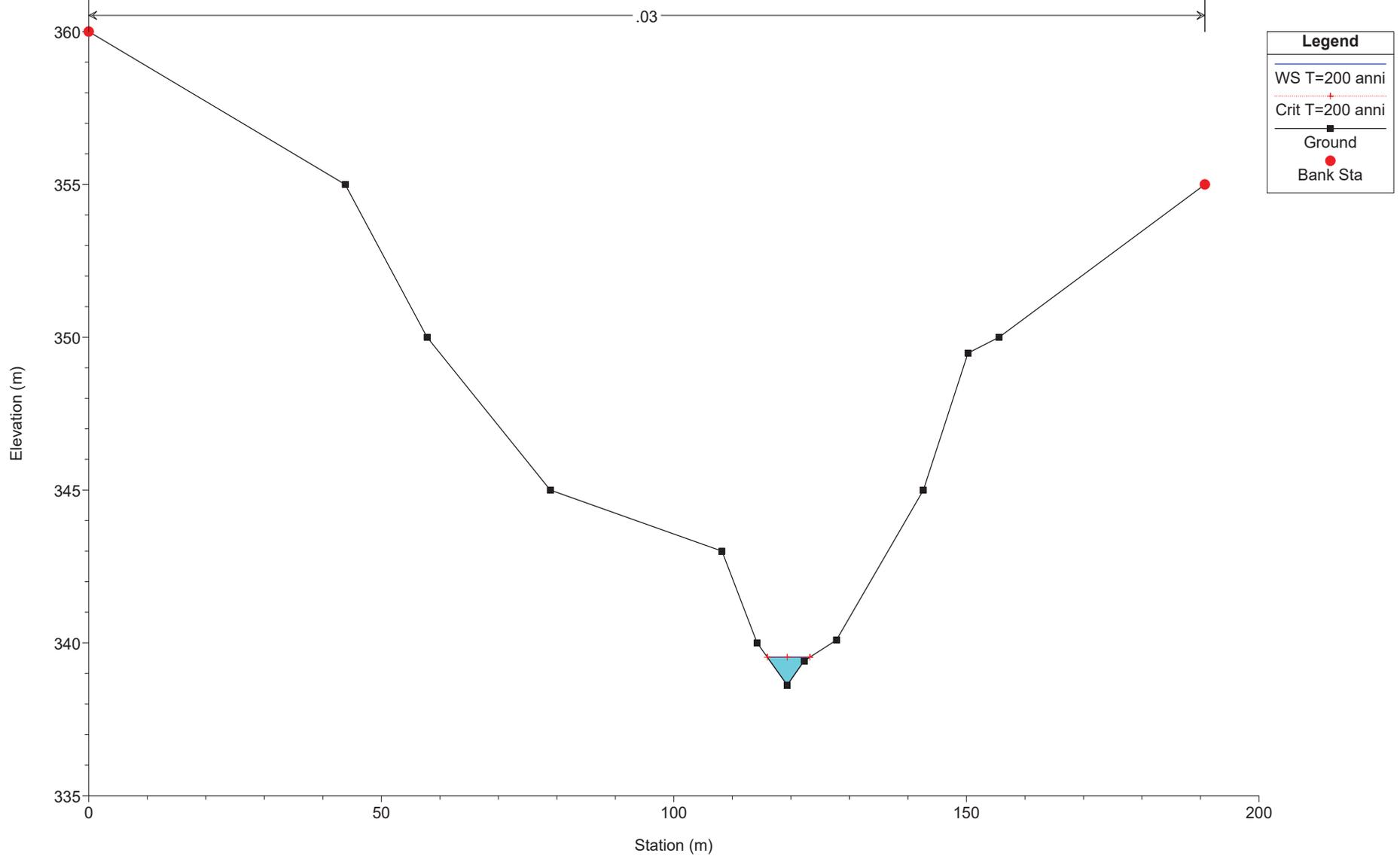
Impianto San Felice

River = Bacino 3 Reach = Tratto B RS = 3



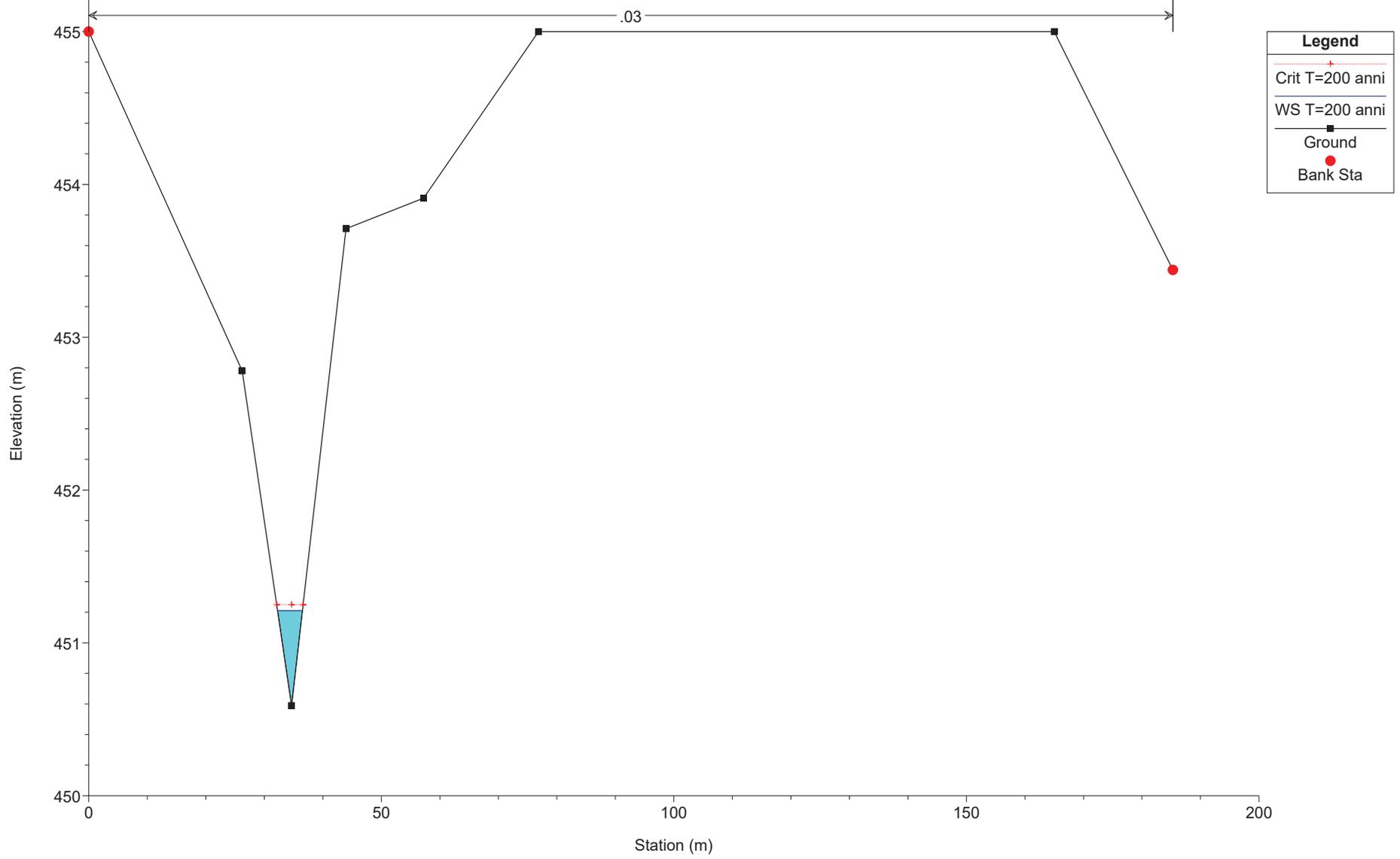
Impianto San Felice

River = Bacino 3 Reach = Tratto B RS = 4



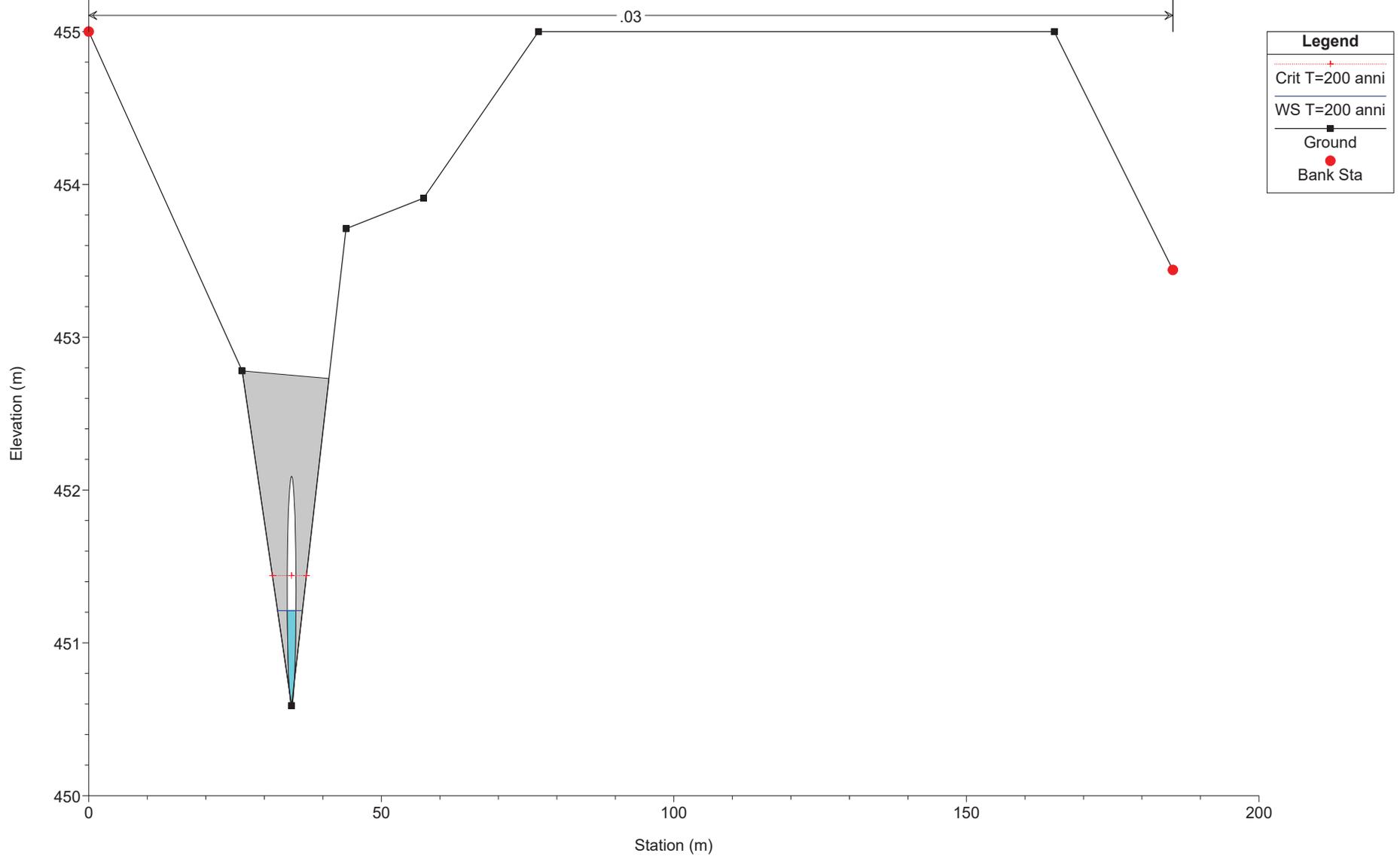
Impianto San Felice

River = Bacino 3 Reach = Tratto B RS = 5



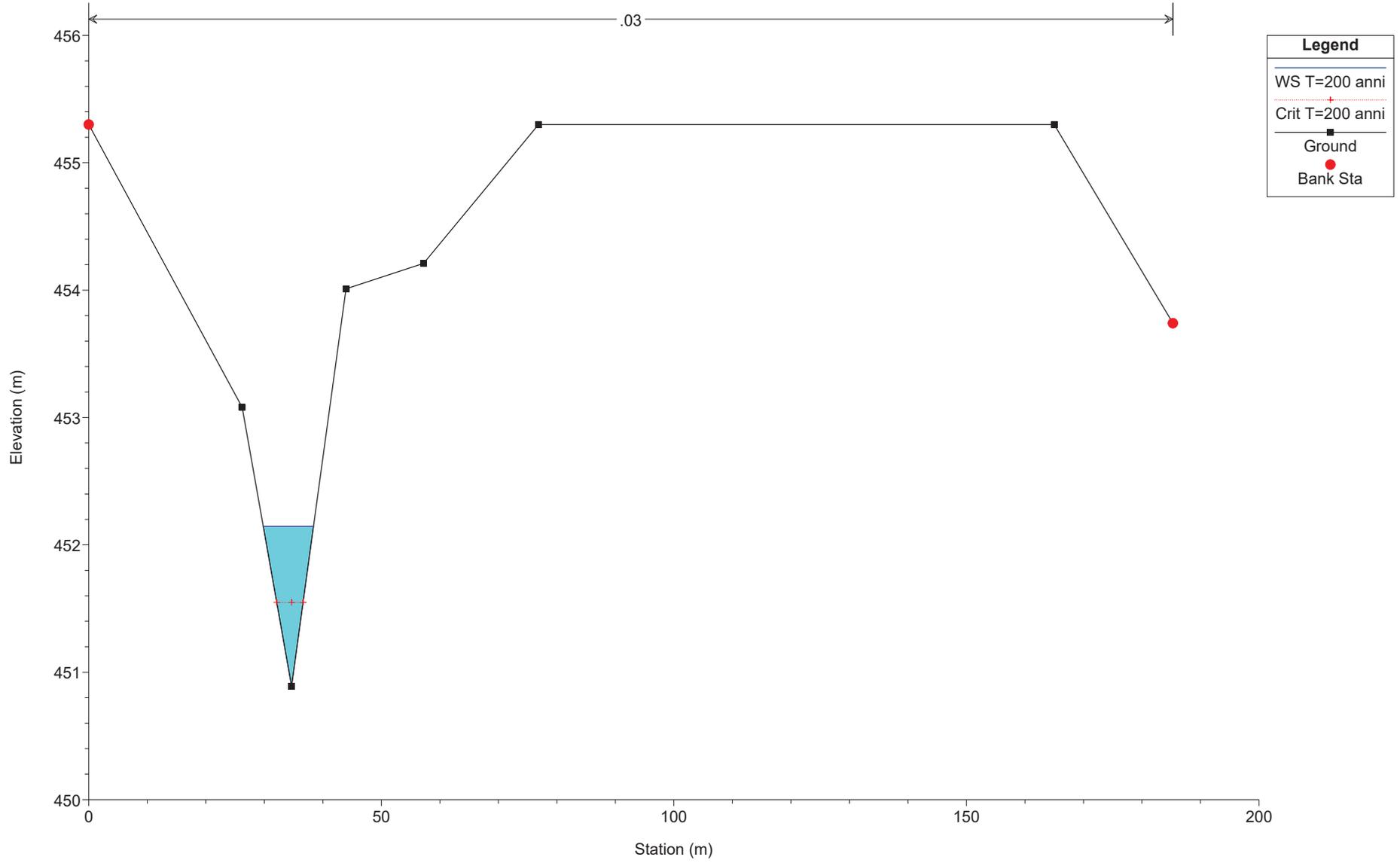
Impianto San Felice

River = Bacino 3 Reach = Tratto B RS = 5.1 Culv



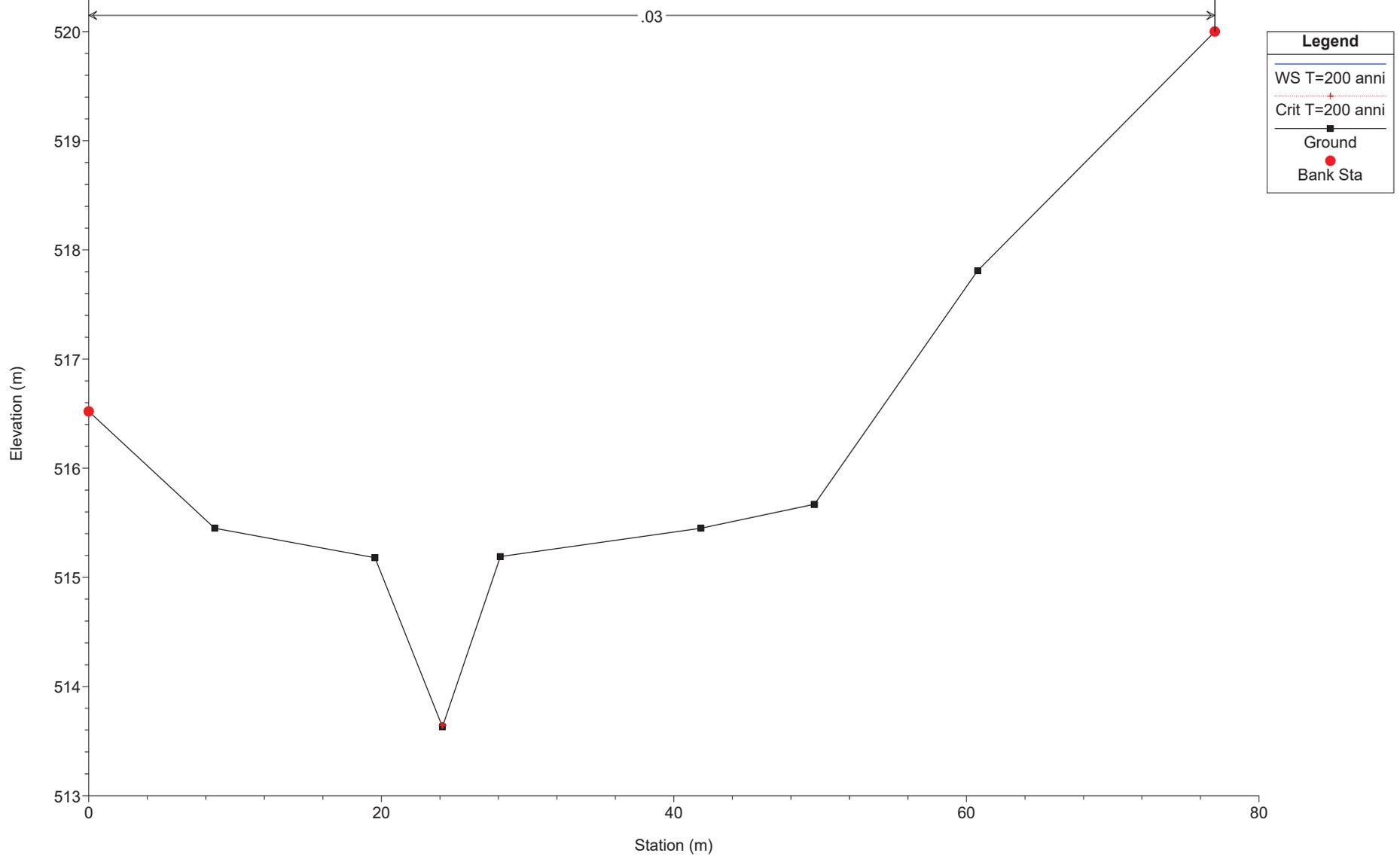
Impianto San Felice

River = Bacino 3 Reach = Tratto B RS = 5.2



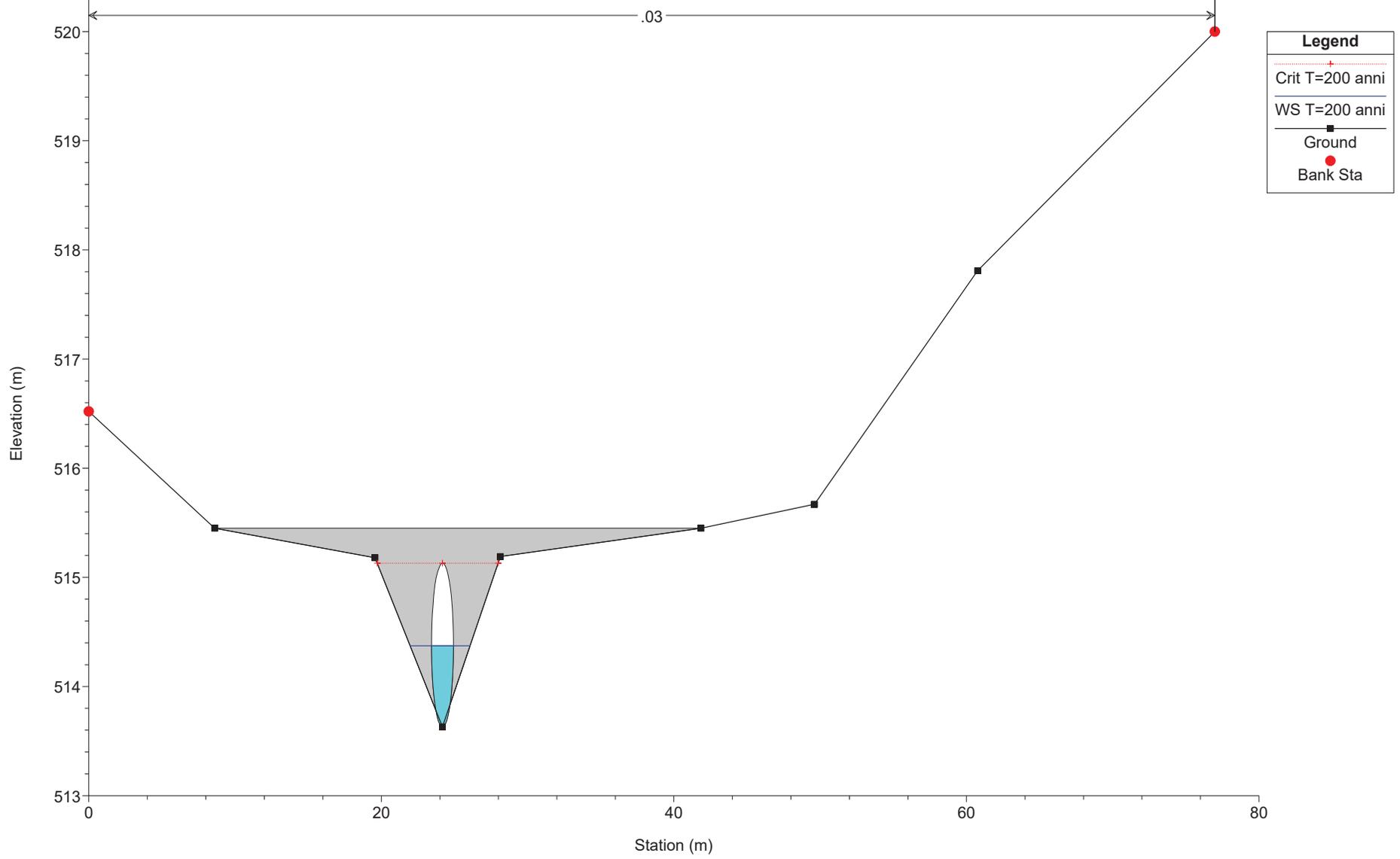
Impianto San Felice

River = Bacino 3 Reach = Tratto B RS = 6



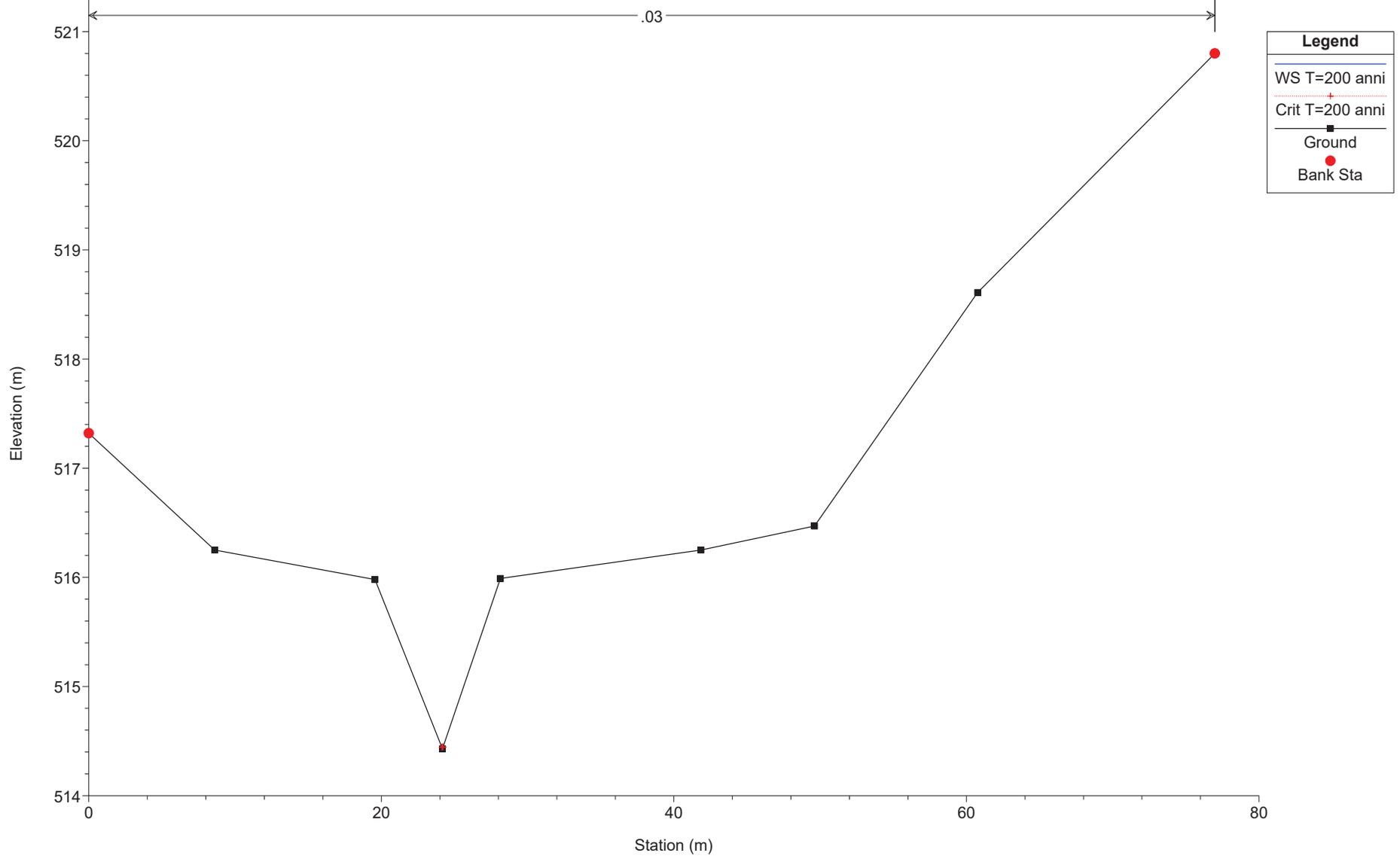
Impianto San Felice

River = Bacino 3 Reach = Tratto B RS = 6.1 Culv

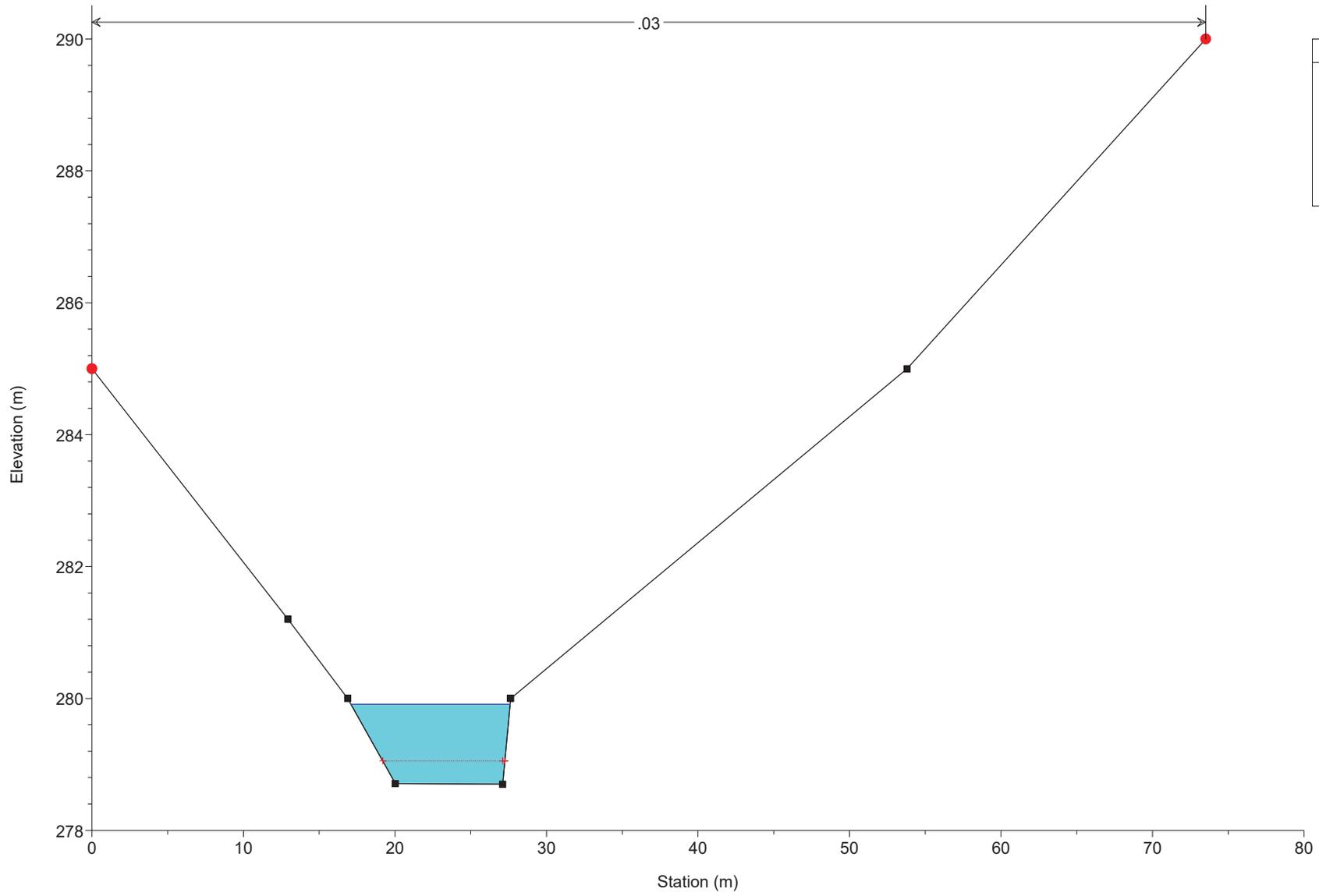


Impianto San Felice

River = Bacino 3 Reach = Tratto B RS = 6.2



Impianto San Felice
River = Bacino 3 Reach = Tratto C RS = 7

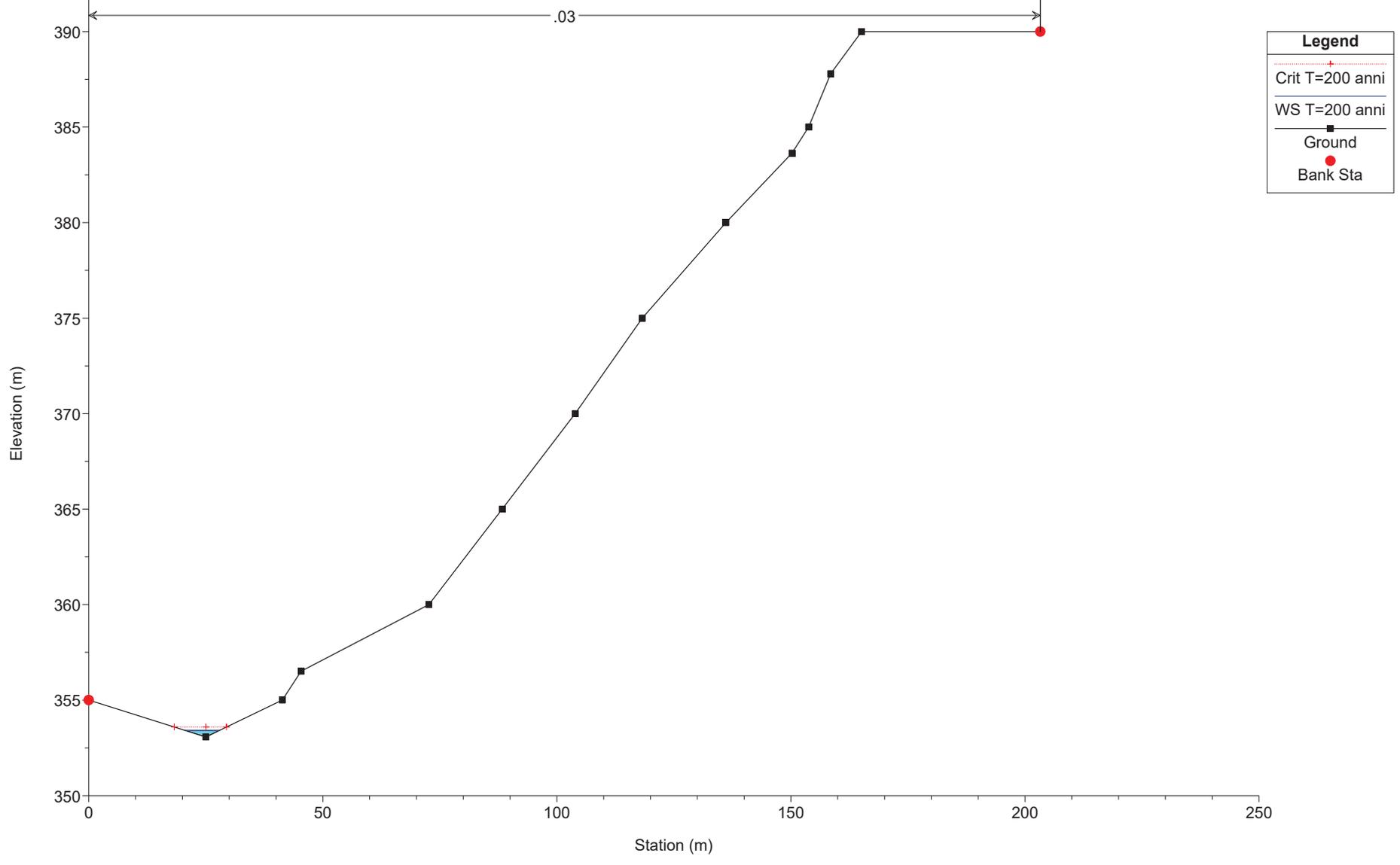


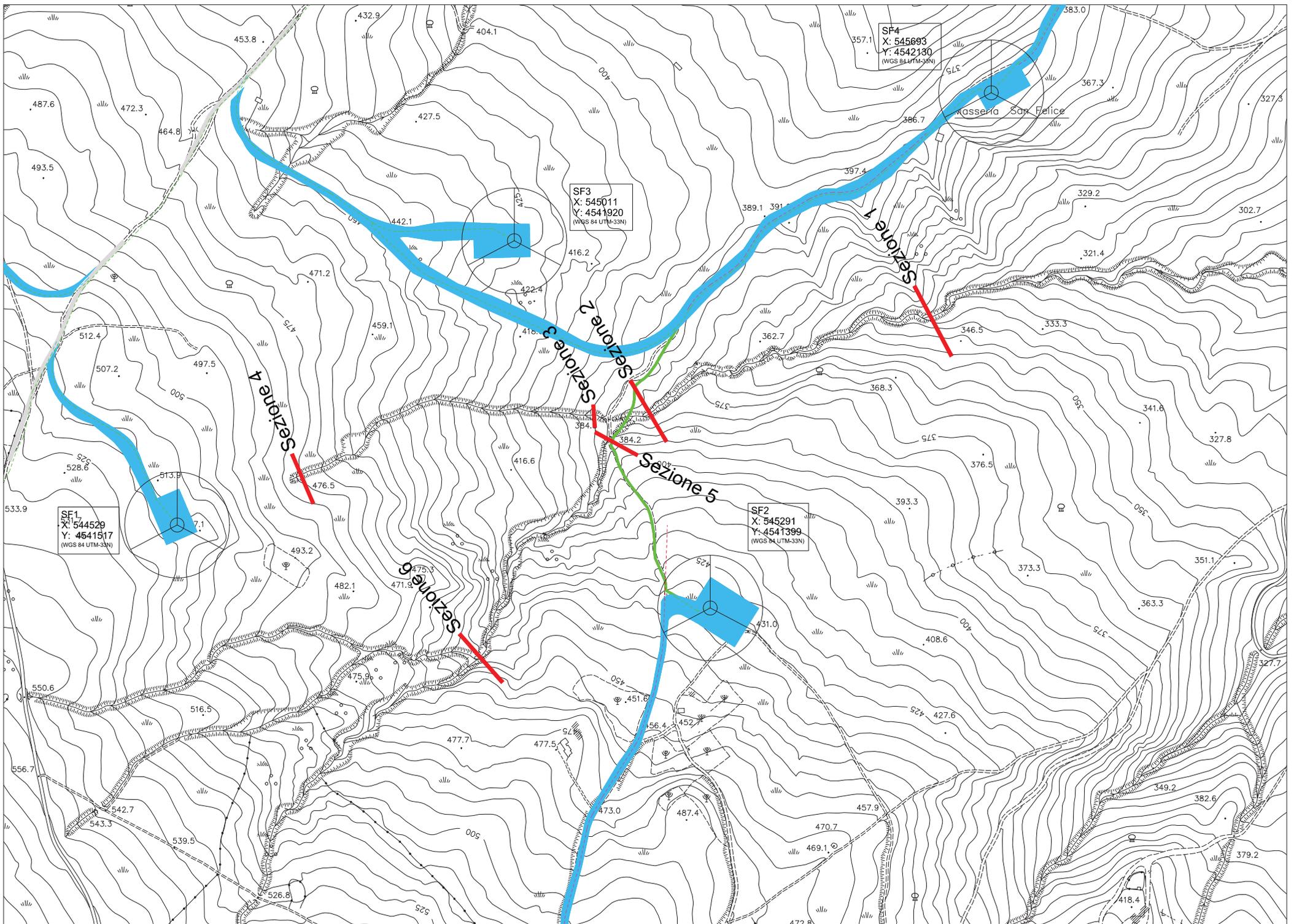
Legend

- WS T=200 anni
- Crit T=200 anni
- Ground
- Bank Sta

Impianto San Felice

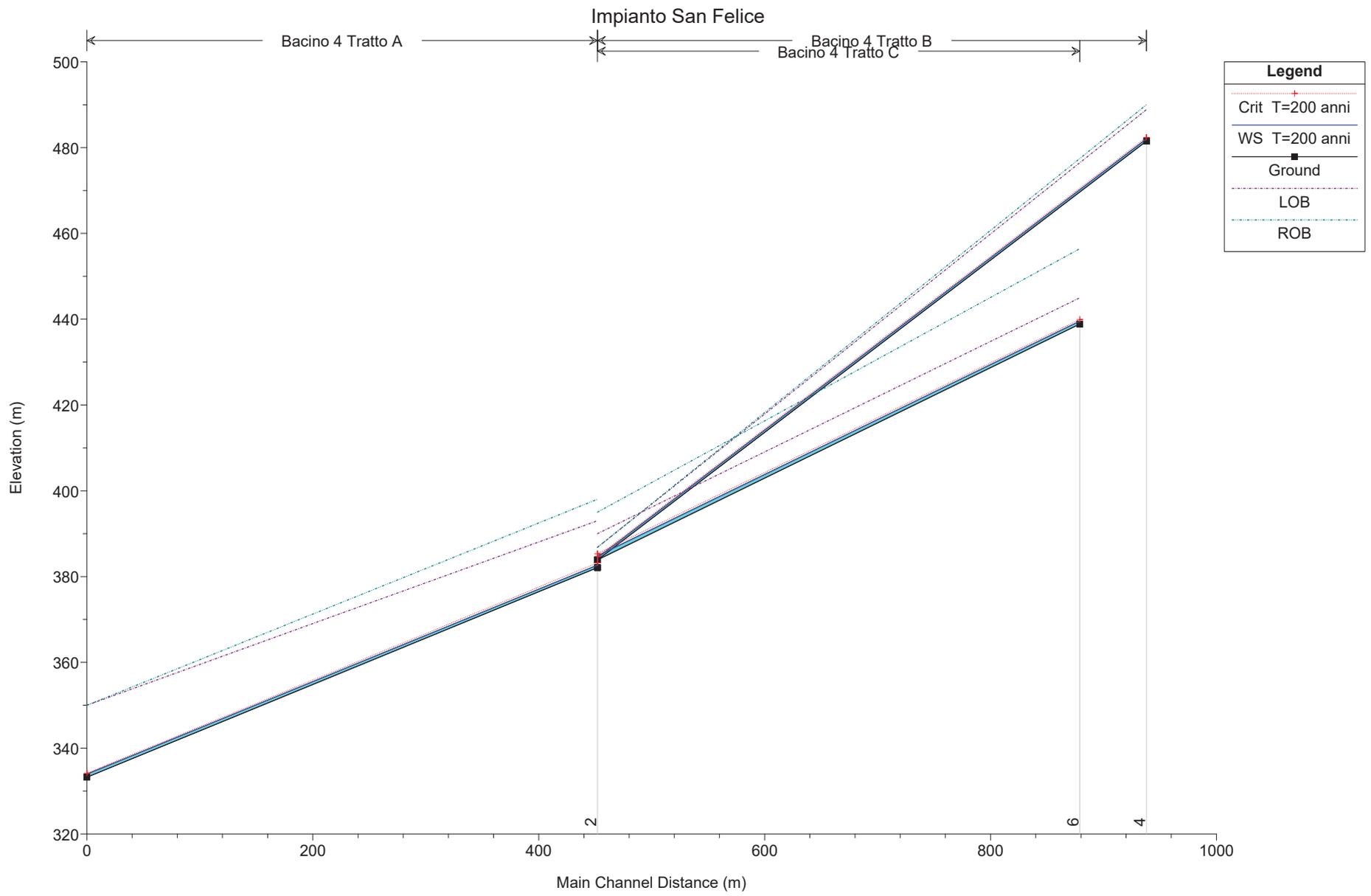
River = Bacino 3 Reach = Tratto C RS = 8





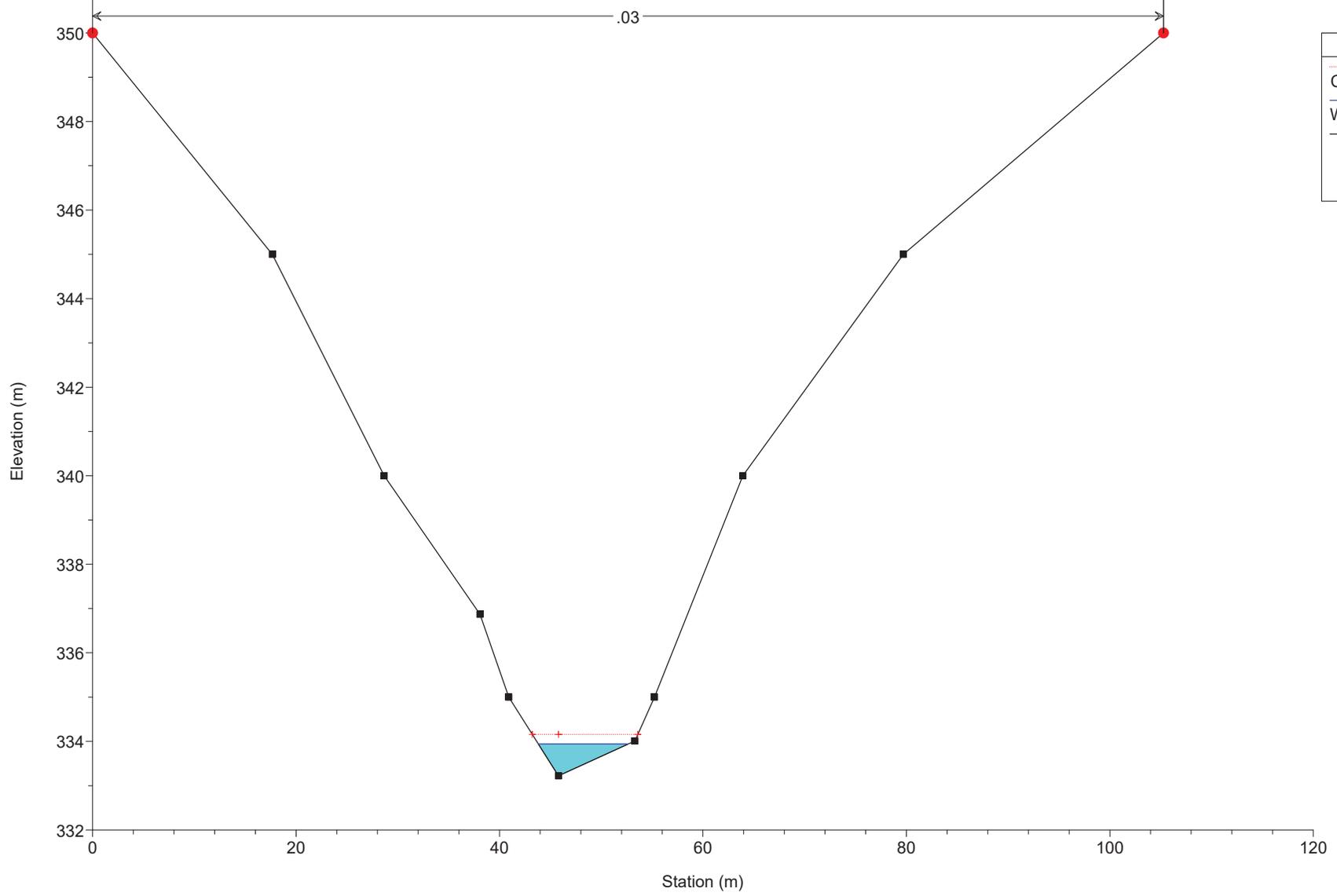
HEC-RAS Plan: Bacino 4 Profile: T=200 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Shear Total (N/m2)
Tratto A	1	T=200 anni	12.00		333.22	350.00	350.00	333.94	334.16	334.66	0.050778	3.76	2.00	176.36
Tratto A	2	T=200 anni	12.00	452.00	382.09	393.03	398.03	382.66	383.19	386.72	0.393961	8.92	5.32	1075.82
Tratto C	5	T=200 anni	9.20	0.00	383.89	390.00	395.00	384.84	385.34	386.92	0.123948	6.39	2.93	487.81
Tratto C	6	T=200 anni	9.20	427.00	438.88	445.00	456.45	439.55	439.93	441.18	0.130095	5.65	3.12	411.26
Tratto B	3	T=200 anni	4.20	0.00	383.89	386.83	386.83	384.38	384.69	385.87	0.185069	5.42	3.51	421.91
Tratto B	4	T=200 anni	4.20	486.00	481.49	488.85	490.00	482.02	482.38	483.77	0.200239	5.86	3.64	483.72



Impianto San Felice

River = Bacino 4 Reach = Tratto A RS = 1

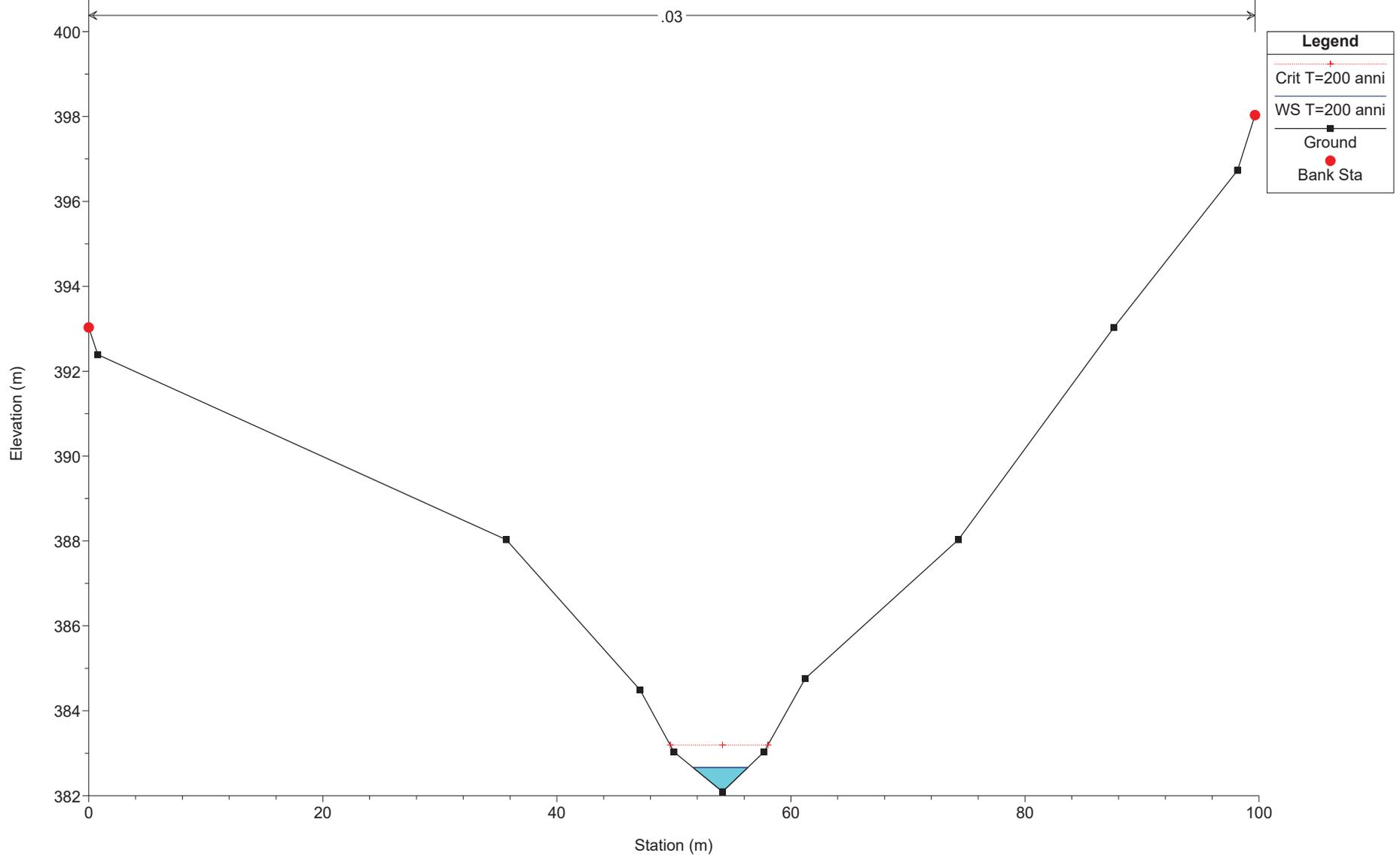


Legend

- Crit T=200 anni
- WS T=200 anni
- Ground
- Bank Sta

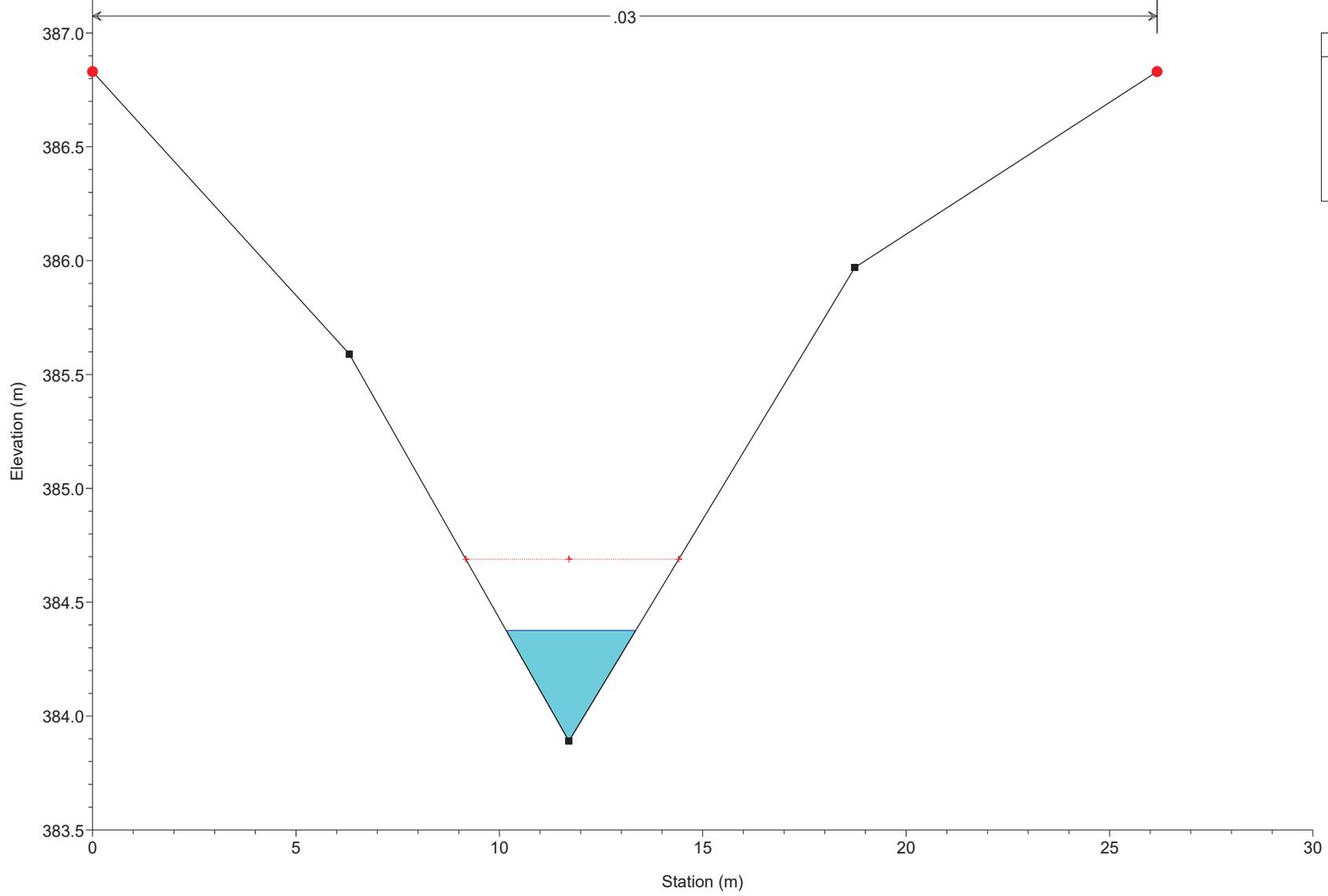
Impianto San Felice

River = Bacino 4 Reach = Tratto A RS = 2



Impianto San Felice

River = Bacino 4 Reach = Tratto B RS = 3

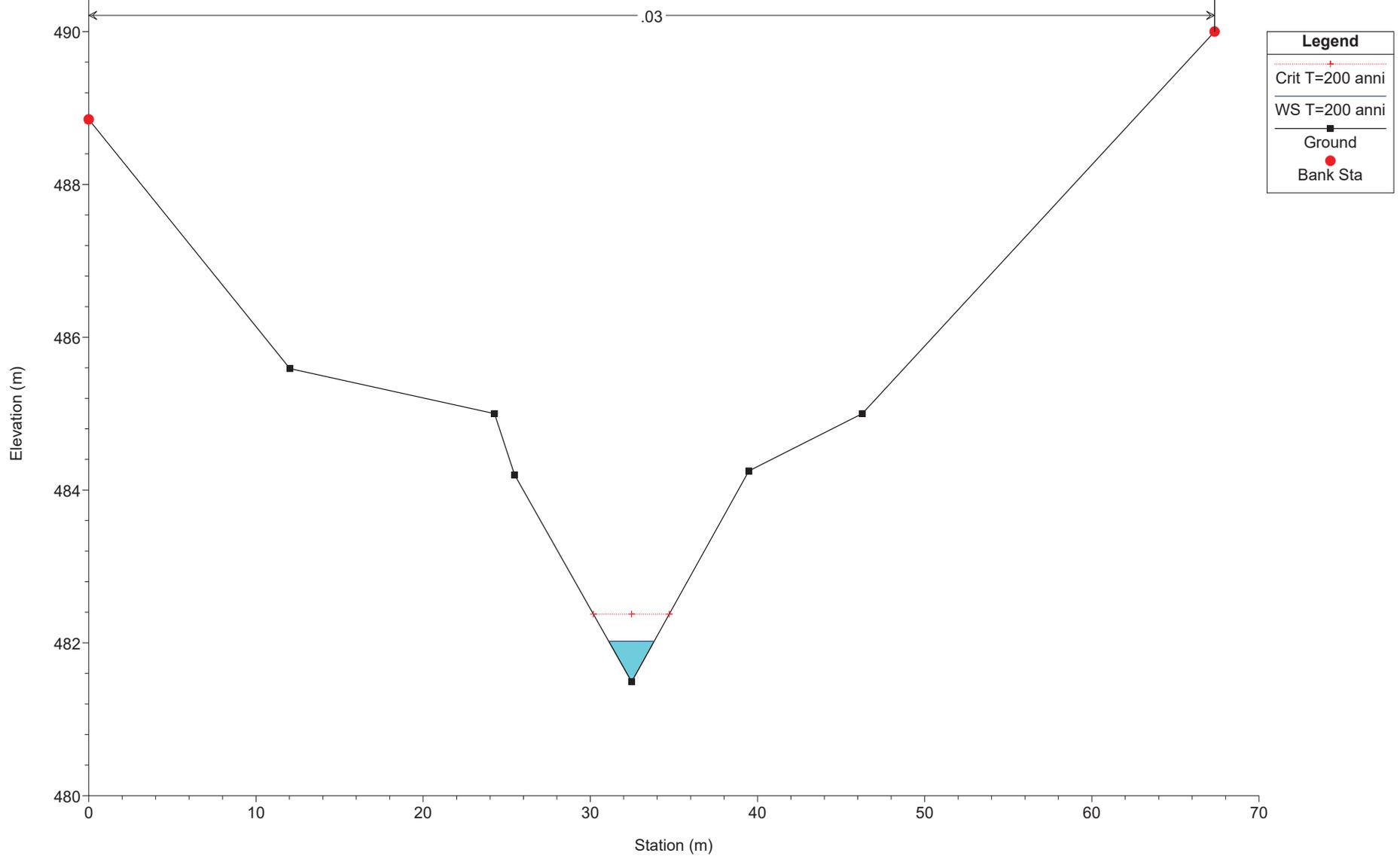


Legend

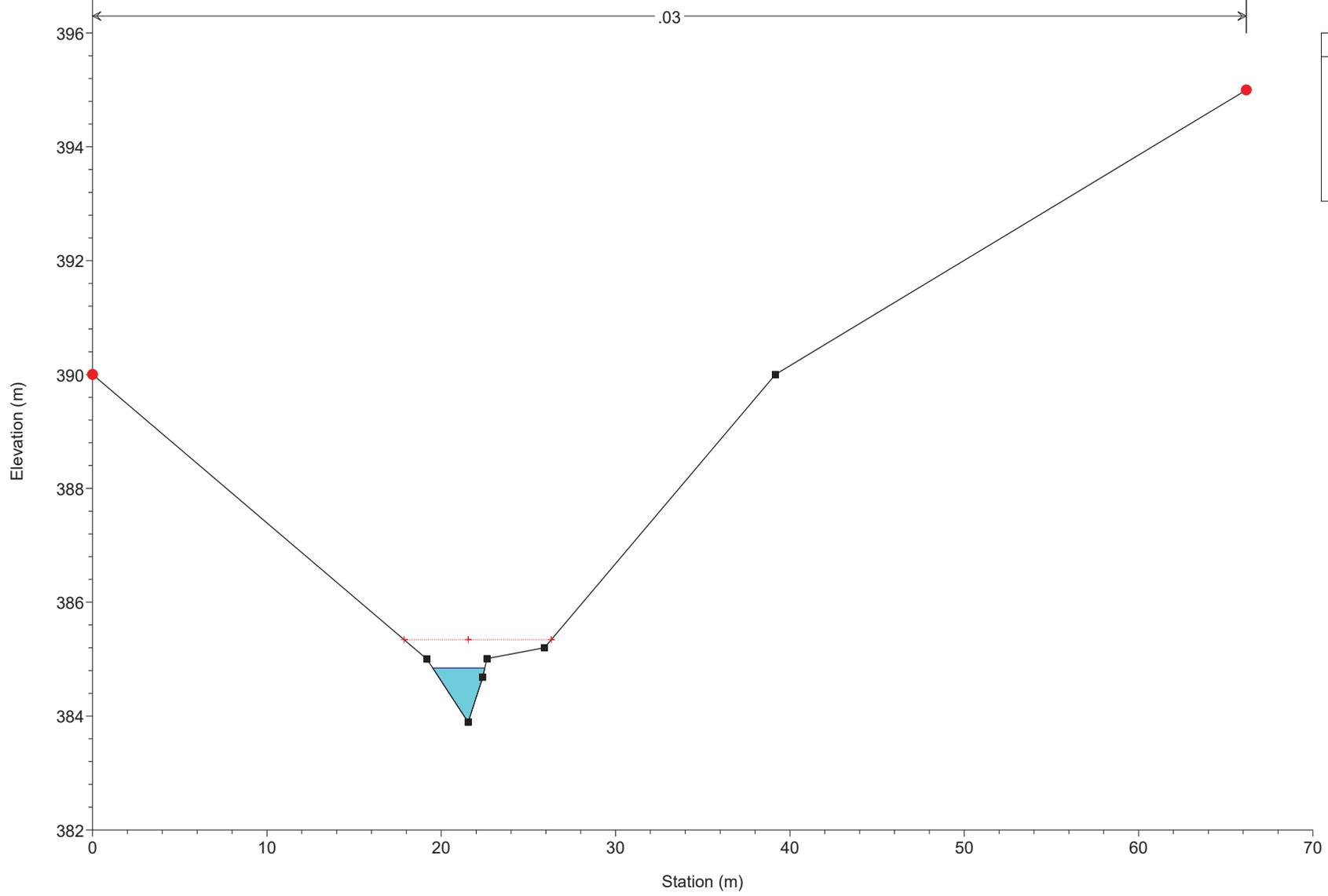
- Crit T=200 anni
- WS T=200 anni
- Ground
- Bank Sta

Impianto San Felice

River = Bacino 4 Reach = Tratto B RS = 4



Impianto San Felice
River = Bacino 4 Reach = Tratto C RS = 5

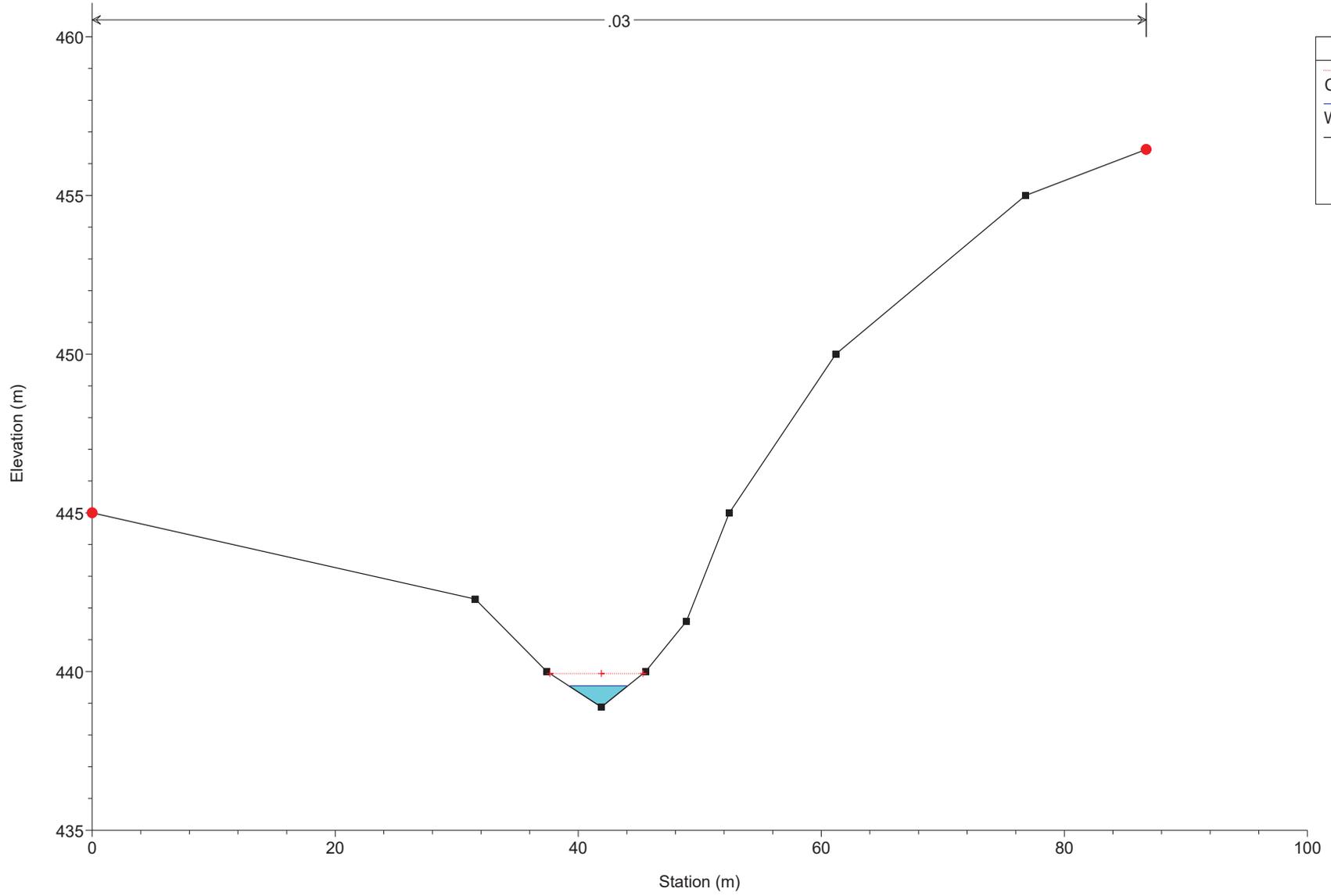


Legend

- Crit T=200 anni
- WS T=200 anni
- Ground
- Bank Sta

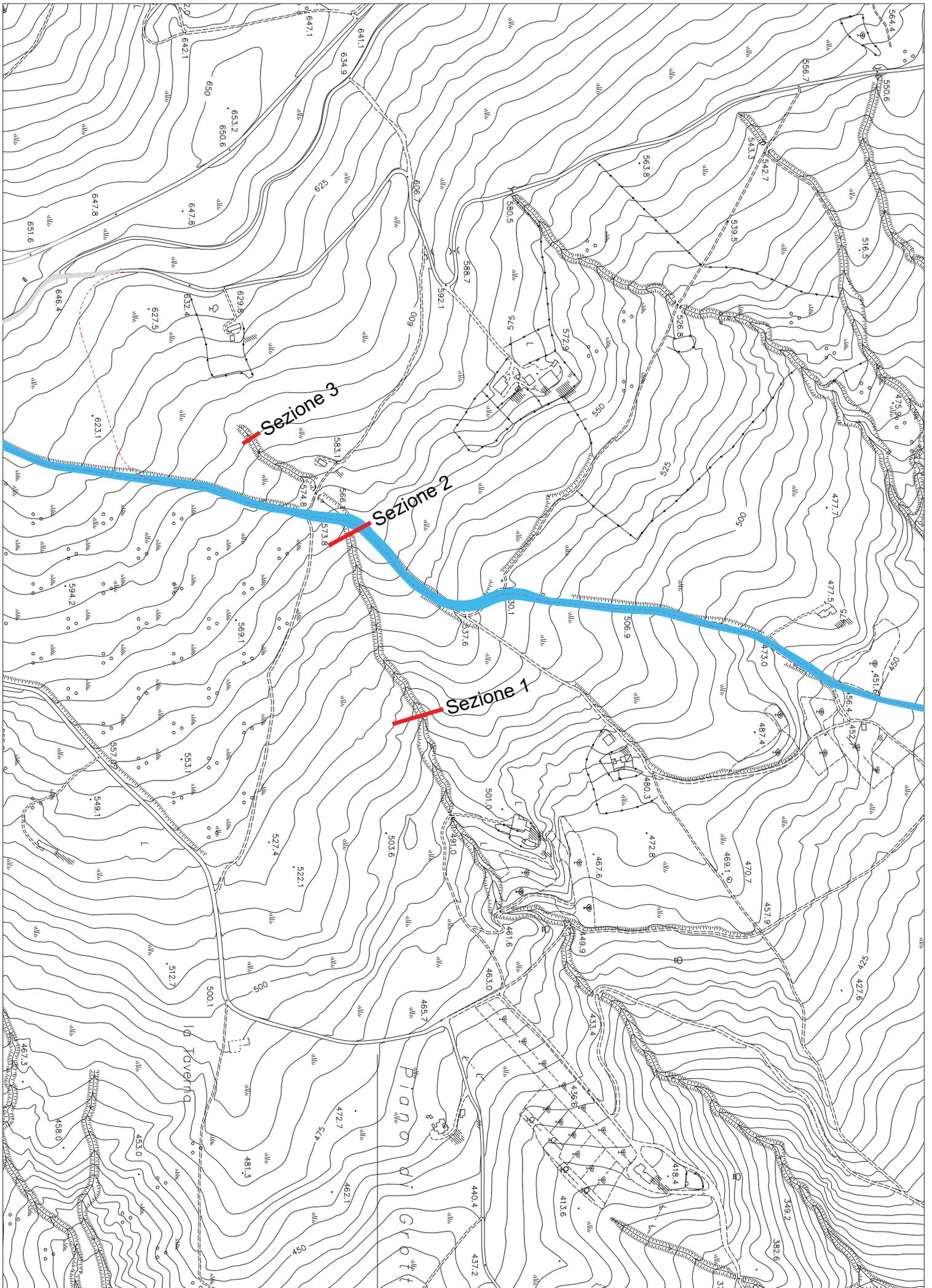
Impianto San Felice

River = Bacino 4 Reach = Tratto C RS = 6



Legend

- Crit T=200 anni
- WS T=200 anni
- Ground
- Bank Sta

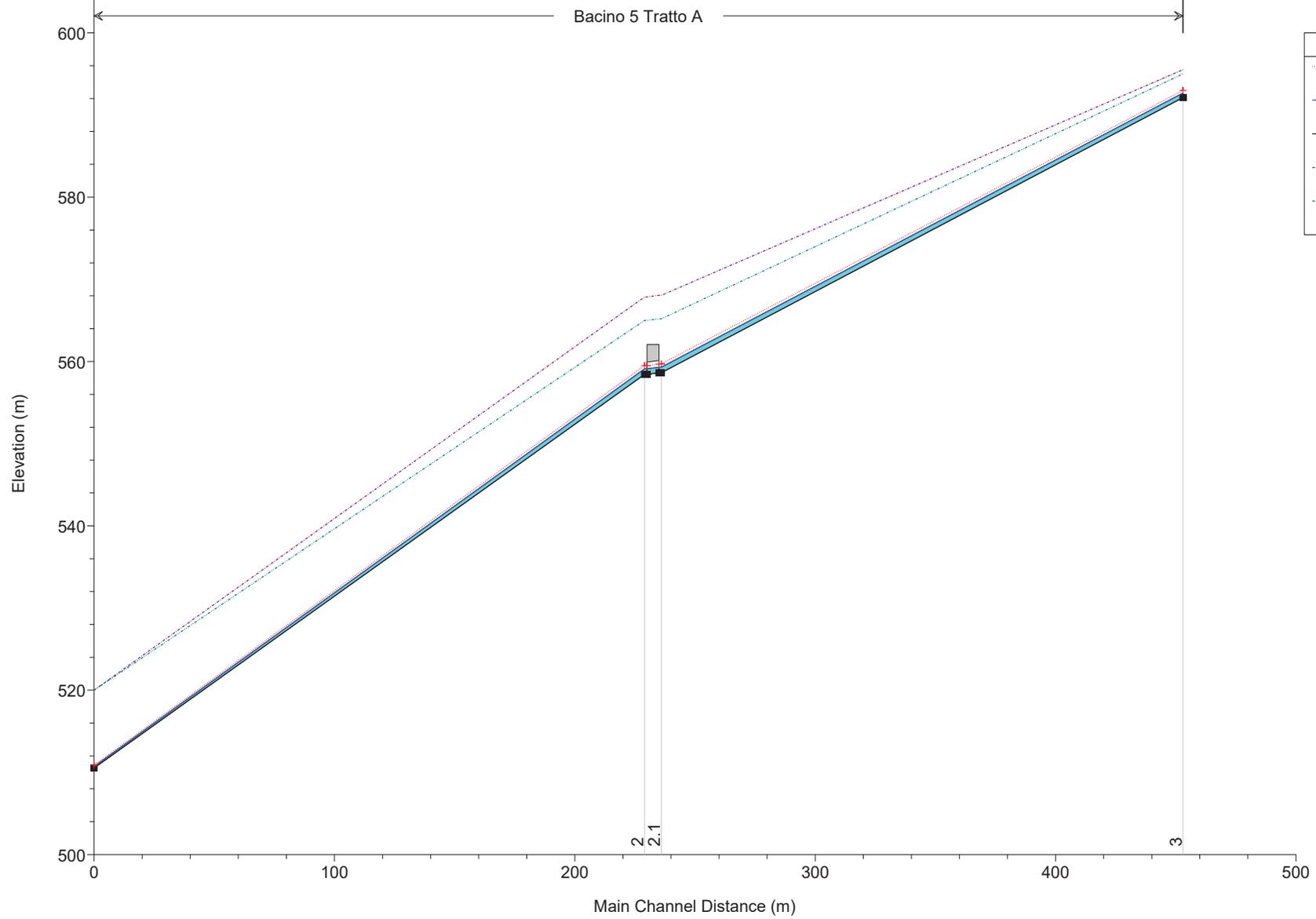


HEC-RAS Plan: Bacino 5 River: Bacino 5 Reach: Tratto A Profile: T=200 anni

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Shear Total (N/m2)
Tratto A	1	T=200 anni	4.10		510.53	520.00	520.00	510.72	510.89	511.72	0.363874	4.43	4.38	369.45
Tratto A	2	T=200 anni	4.10	229.00	558.43	567.86	565.00	559.11	559.52	560.90	0.171653	5.92	3.25	472.56
Tratto A	2.05		Culvert											
Tratto A	2.1	T=200 anni	4.10	7.00	558.63	568.06	565.20	559.31	559.72	561.05	0.164703	5.83	3.19	456.95
Tratto A	3	T=200 anni	4.10	217.00	592.11	595.52	595.00	592.67	592.99	594.00	0.140104	5.09	3.06	358.45

Impianto San Felice

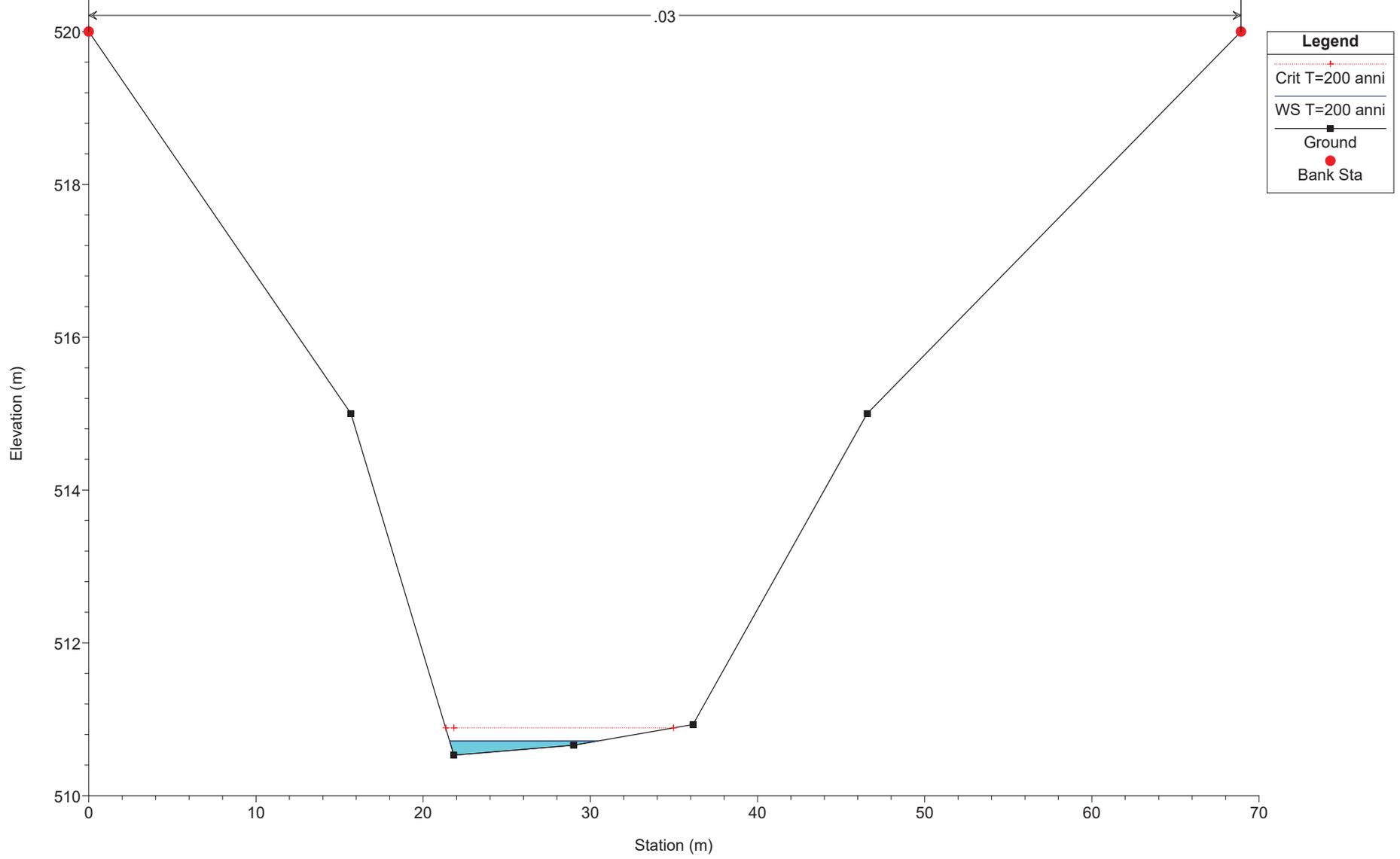
Bacino 5 Tratto A



Legend	
Crit T=200 anni	+
WS T=200 anni	—
Ground	■
LOB	⋯
ROB	⋯

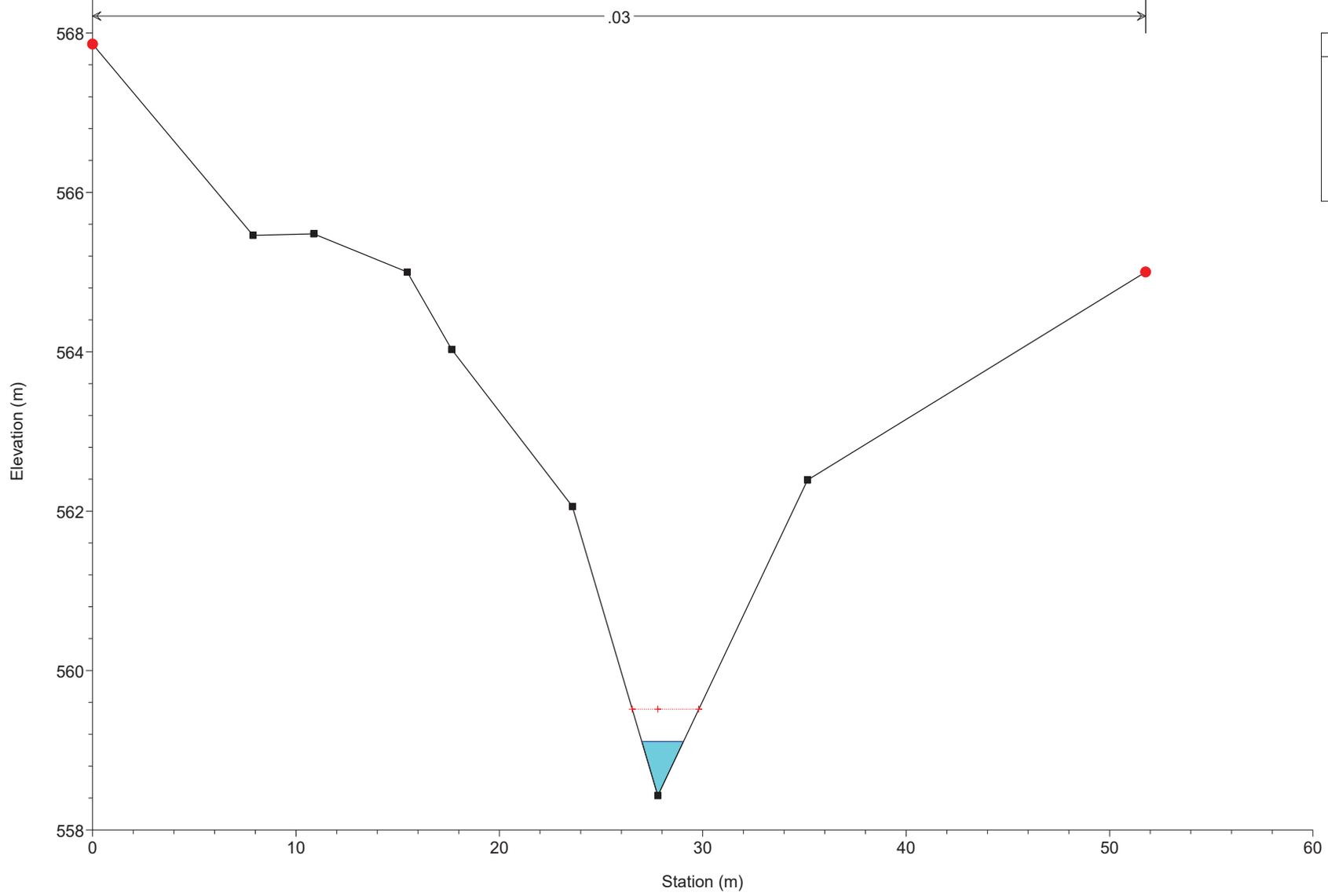
Impianto San Felice

River = Bacino 5 Reach = Tratto A RS = 1



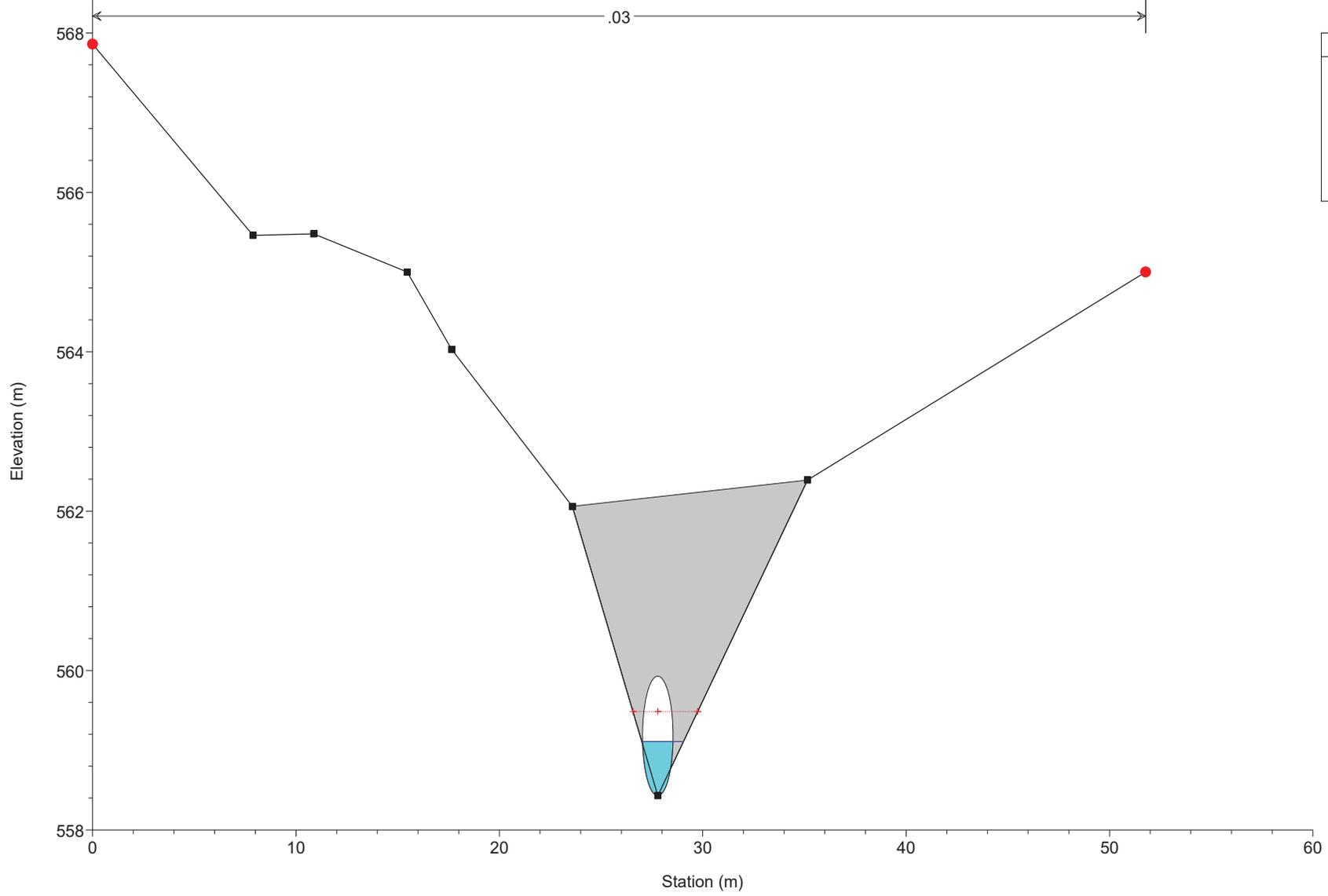
Impianto San Felice

River = Bacino 5 Reach = Tratto A RS = 2



Impianto San Felice

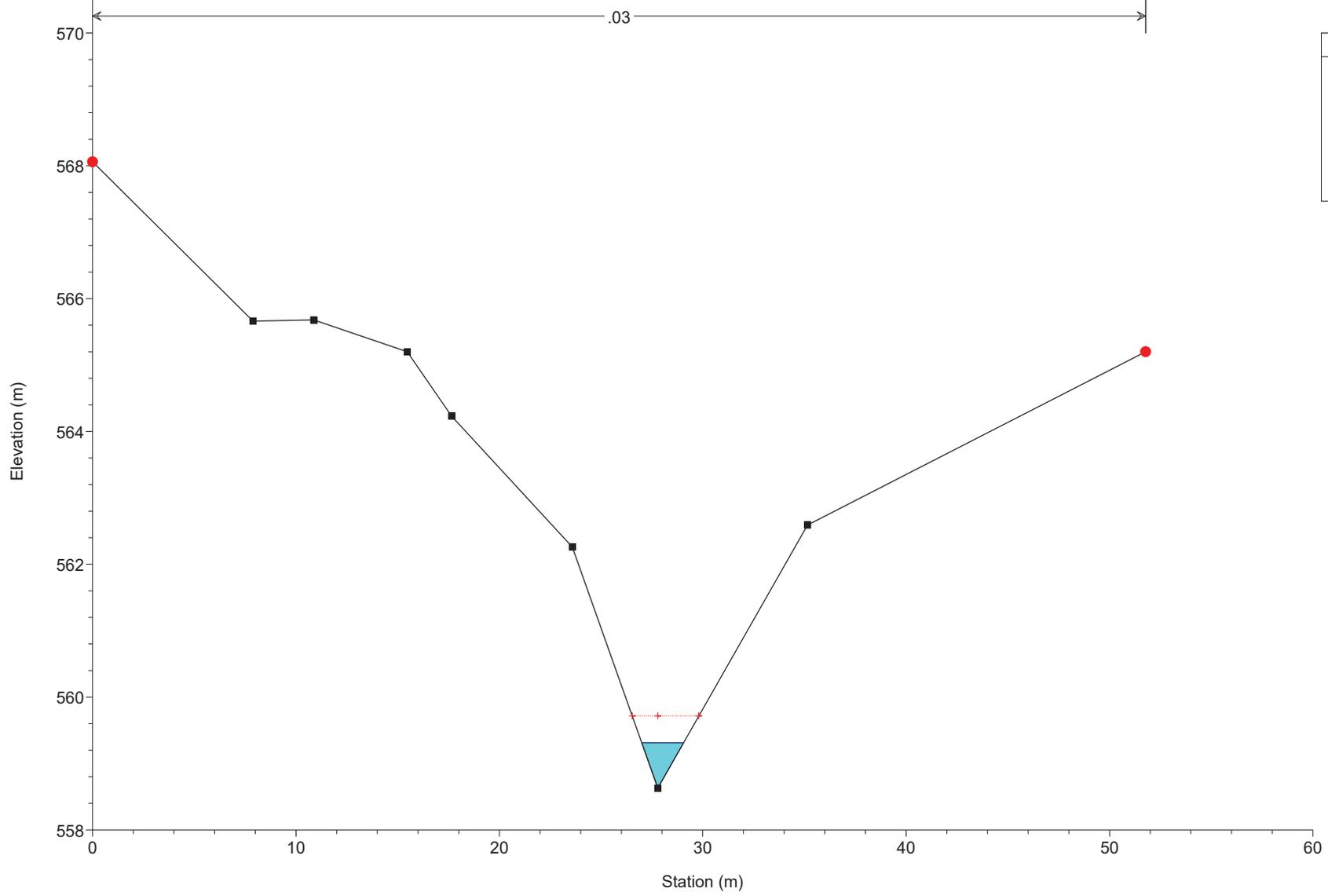
River = Bacino 5 Reach = Tratto A RS = 2.05 Culv



Legend	
	Crit T=200 anni
	WS T=200 anni
	Ground
	Bank Sta

Impianto San Felice

River = Bacino 5 Reach = Tratto A RS = 2.1

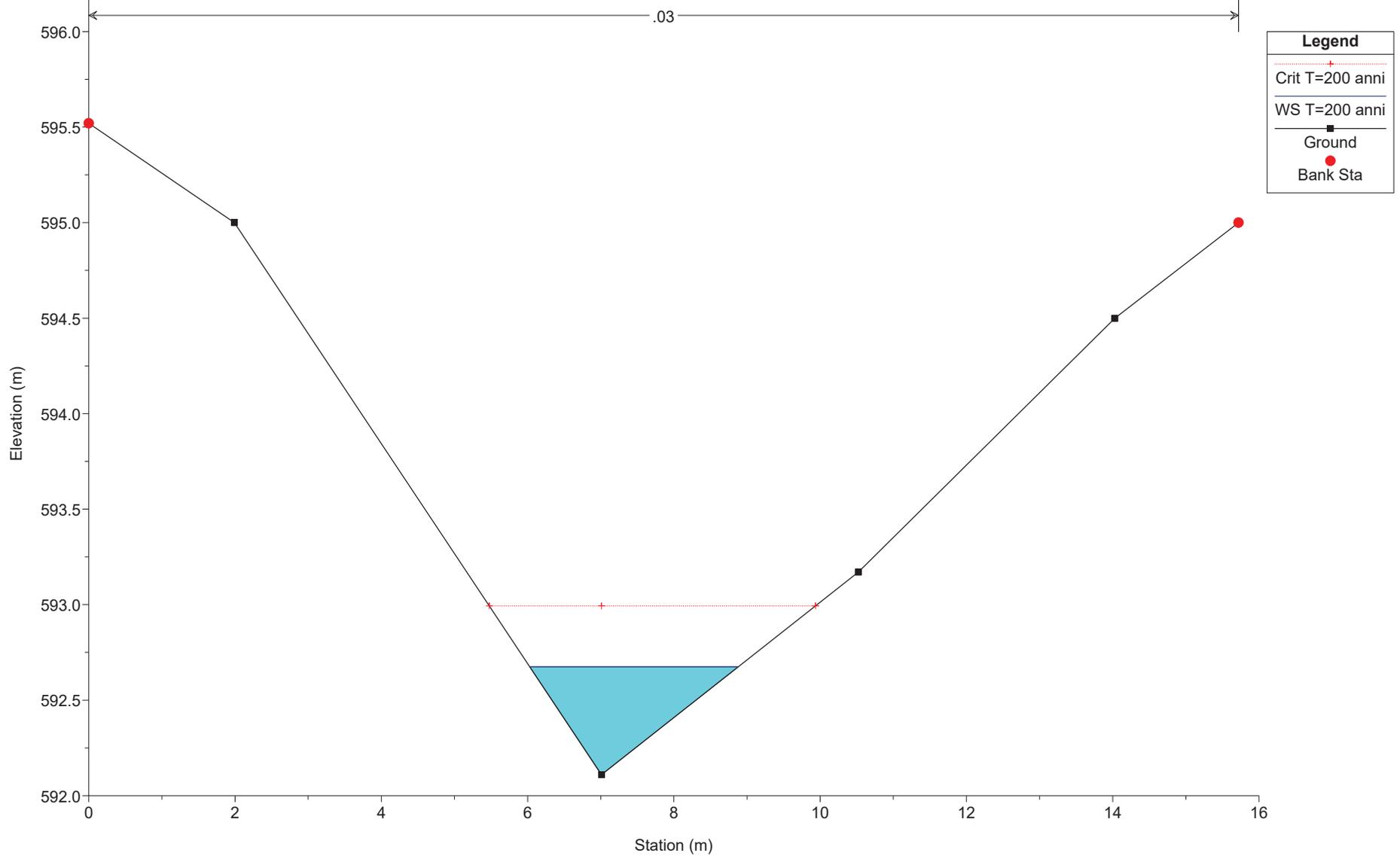


Legend

- Crit T=200 anni
- WS T=200 anni
- Ground
- Bank Sta

Impianto San Felice

River = Bacino 5 Reach = Tratto A RS = 3



Legend

- Crit T=200 anni
- WS T=200 anni
- Ground
- Bank Sta