



AUTORITA' DI BACINO

COMUNE DI STIO

Parco del Cilento
e Vallo di Diano

COMUNE DI STIO

Provincia di Salerno

MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

ALLA FRAZIONE GORGA

ELABORATI PROGETTO ESECUTIVO

Data: novembre 2013		Elabor.	Verif.	Approv.
Riferimenti:	Distinta materiale n°			
Progettisti: Maria Rosaria Reielli Ingegnere	Giuseppe Santangelo Ingegnere			
Geologo Luigi Lillo				
Committente: Amministrazione Comunale di Stio	Scala:	Foglio di		
Tavola: RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA	Disegno n :			1.2

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

E DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI REGIMENTAZIONE

1 - Premessa

La presente relazione idrologica ed idraulica si riferisce al progetto di “*Mitigazione del rischio idrogeologico alla frazione Gorga*”, ricadente nel Comune di Stio (SA), ed ha per oggetto la verifica:

- della compatibilità del percorso, con l’assetto idrografico dell’intero bacino imbrifero interessato;
- delle scelte progettuali fatte in merito alle tipologie ed ai dimensionamenti delle opere idrauliche, al tratto di impluvio in cui è prevista la canalizzazione delle acque meteoriche.

L’intervento previsto mira alla messa in sicurezza dell’abitato di Gorga e quindi degli edifici e delle relative infrastrutture presenti mediante l’eliminazione e/o la mitigazione del rischio intervenendo sulle aree dissestate con opere di difesa idrogeologica, idrauliche e con opere di ripristino e miglioramento delle reti scolanti. Il presente stralcio funzionale, nei limiti delle risorse disponibili, è volto alla realizzazione di un canale di gronda a monte dell’abitato di Gorga.

Le acque vengono intercettate in località Trone dove:

Sulla destra, lungo il bordo della strada tramite la realizzazione di una cunetta in cemento armato, l’eliminazione due tombini che convogliano le acque nell’abitato, con recapito finale attraverso un tombino esistente (opportunamente adeguato e sostituito) nel torrente Sichetta, allontanando in questo modo le acque dall’abitato.

2 – Compatibilità idraulica

La compatibilità del percorso con l’assetto idrografico dell’intero bacino imbrifero interessato è verificata in quanto tale infrastruttura:

- non aumenta il livello di rischio e garantisce un miglior deflusso delle acque meteoriche;
- non pregiudica la stabilità degli impluvi interessati;
- non trasforma l’assetto vegetazionale preesistente;

3 - Studio idrologico. Stima della portata di piena

La formazione di una piena è legata a moltissimi fattori tra cui: le caratteristiche del bacino idrografico, la sua struttura topografica e geologica, lo stato della copertura delle superfici scolanti, il clima della zona.

I calcoli idraulici relativi alla stima della massima portata di piena vengono di seguito eseguiti seguendo un approccio di tipo probabilistico.

Di seguito vengono utilizzati i risultati del “**Progetto VAPI**” sulla valutazione delle piene in Italia, del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, che predispone una metodologia uniforme sull’intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali; in particolare viene utilizzato il **rapporto VAPI sulla valutazione delle piene in Campania**, coordinato dai **proff. ingg. Fabio Rossi e Paolo Villani**, dell’Università degli Studi di Salerno.

La metodologia adottata nel progetto VAPI utilizza un approccio di tipo statistico per la valutazione dei massimi annuali della portata di piena, il che significa che al singolo valore della portata di piena è associata la probabilità che si possa verificare un evento di piena maggiore. Le incertezze legate al verificarsi di eventi estremi e alla variabilità del valore indice della piena da sito a sito, vengono controllati adottando una metodologia di analisi regionale che utilizza i modelli concettuali di formazione dei deflussi di piena a partire dalle precipitazioni intense sul bacino.

Il rapporto VAPI sulla valutazione delle piene in Campania, utilizza un modello probabilistico a doppia componente, noto come TCEV (Two Component Extreme Value), il quale interpreta gli eventi massimi annuali utilizzando due tipi di popolazioni distinte di dati: gli eventi massimi ordinari e i massimi straordinari, i primi più frequenti ma meno intensi, i secondi rari ma spesso catastrofici.

Uno dei principali risultati contenuti nel Rapporto mostra come, sia per i massimi annuali delle portate al colmo che per i massimi annuali delle portate medie, per durate comprese tra 0.5 ore e 5 giorni i parametri di forma e di scala sono unici per l’intera regione Campania, per cui questa può considerarsi omogenea a tale livello. Questa conclusione produce che il coefficiente

probabilistico di crescita K_T , segue una legge di variazione con il rischio unica per l'intera regione Campania.

Lo studio inoltre conduce all'identificazione, per quanto riguarda le piogge, di 6 aree pluviometriche omogenee in ognuna delle quali viene identificata un'unica legge di probabilità pluviometrica (variazione del massimo annuale dell'intensità di pioggia con la durata e con la quota); per quanto riguarda la stima della piena media annua sono stati utilizzati i principali fattori climatici, geomorfologici, idrologici e di uso del suolo del bacino, effettuando un'analisi di correlazione di tipo empirico, sono stati poi presi in considerazione due modelli concettuali: il primo basato sulla formulazione razionale ed un altro che fa riferimento ad un modello geomorfoclimatico che identifica la risposta del bacino mediante due parametri concettuali, il coefficiente di afflusso (che individua gli afflussi efficaci alla piena sul totale delle precipitazioni) ed il tempo di ritardo del bacino.

Per questi due parametri il Rapporto propone una stima regionale evidenziando come il territorio della regione Campania, relativamente sui massimi annuali delle portate di piena, possa essere suddiviso in tre complessi omogenei:

- *aree permeabili con copertura boschiva* (non contribuiscono alla piena);
- *aree permeabili senza copertura boschiva* (con basso contributo alla piena);
- *aree impermeabili* (con elevato contributo alla piena e deflusso più rapido).

Per quanto riguarda l'affidabilità di tali stime il Rapporto effettua vari controlli sempre di tipo statistico, evidenziando che: *"il Rapporto permette di ottenere stime delle portate di piena di assegnata frequenza sufficientemente attendibili per scopi di progettazione e pianificazione del territorio"*.

3.1 - Applicazione

Operativamente la stima della piena di progetto è ottenuta attraverso la seguente relazione:

$$Q_T = K_T \times \mu(Q);$$

avendo indicato con:

- K_T coefficiente probabilistico di crescita funzione del periodo di ritorno T;
- $\mu(Q)$ media della distribuzione della Q, funzione delle caratteristiche del bacino.

La metodologia utilizzata, come già più volte detto, è di tipo probabilistico per cui il valore ottenuto non può essere considerato il massimo assoluto della variabile Q_T , bensì un valore al quale è associata una certa probabilità di superamento in un anno, probabilità che viene espressa attraverso il **periodo di ritorno T** , che rappresenta il numero medio di anni tra due superamenti successivi.

In quest'ottica, dopo avere individuato una sottozona omogenea, è essenziale:

- a) Specificare la dipendenza tra il coefficiente di crescita K_T con il periodo di ritorno $T=200$ anni;
- b) Stimare il valor medio $\mu(Q)$ della distribuzione della Q .

a) Valutazione di K_T

Sotto l'ipotesi che la Campania sia un'unica sottozona omogenea, è possibile utilizzare una espressione semplificata, che dati i parametri assunti in Campania dalla distribuzione TCEV è possibile esplicitare nella forma:

$$K_T = -a + b \ln T;$$

in cui i parametri a e b per le portate possono essere assunti:

$$a = -0.0567; b = 0.680$$

b) Stima di $\mu(Q)$

Non essendo disponibili serie di dati di misura nella sezione terminale del bacino in studio, bisogna ricorrere a modelli per la stima indiretta della piena media annua. Esistono varie metodologie di calcolo:

- regressione empirica;
- formulazione razionale;
- modello geomorfoclimatico.

-Regressione empirica:

$$\mu(Q) = a \times S_{rid}^b;$$

S_{rid} = superficie del bacino idrografico ridotta delle sue parti permeabili ricoperte da bosco;

$$a = 3.2160; \quad b = 0.7154; \quad \text{parametri del modello}$$

-Formula razionale:

$$\mu (Q) = C_p \times K_A(t_r) \times u[l(t_r)] \times S/3.6;$$

$$C_p = C_{p1} + C_{p2}; \quad \text{coefficiente di piena}$$

$$C_{p1} = C^{\circ}_1 \times (S_1/S); \quad C_{p2} = C^{\circ}_2 \times (S_2/S);$$

$$t_r = C_{p1}/C_p \times (1.25\sqrt{S_1/3.6} c_1) + C_{p2}/C_p \times (1.25\sqrt{S_2/3.6} c_2); \quad \text{tempo di ritardo.}$$

Per la Campania si assume che la variazione della media del massimo annuale dell'intensità di pioggia su una fissata durata d, con la durata stessa, abbia una espressione del tipo:

$$\mu [l(d)] = \mu (I_o)/(1+d/d_c)^{\beta}; \quad \text{legge di probabilità pluviometrica}$$

Moltiplicando la $\mu [l(d)]$ per un coefficiente di riduzione K_A pari a:

$$K_A(d) = 1-[1-\exp(-\phi_1 S)] \times \exp(\phi_2 d^{\phi_3}); \quad \text{fattore di riduzione areale}$$

si ottiene la *pioggia media areale*, cioè l'intensità di pioggia media sull'intero bacino.

Preliminarmente si è proceduto alla delimitazione delle superfici topografiche interessate al convoglio delle acque di pioggia che, scorrendo in superficie o negli strati più superficiali del terreno, defluiscono verso gli impluvi che interessano il percorso, come riportati in cartografia.

Si è in tal modo rilevato che l'area interessata intercetta due piccoli bacini imbriferi:

- il bacino dell'impluvio, in corrispondenza dell'attraversamento alla sezione **S1**, per una superficie di 0.155 Km² sottesa dal canale di gronda;
- il bacino dell'impluvio, in corrispondenza dell'attraversamento alla sezione **S2**, per una superficie di 0.149 Km² sottesa dal vallone Sichetta a cui si va ad aggiungere la portata del canale;

- S3 , per una superficie di 0.077 Km² sottesa da un piccolo affluente del vallone Sichetta a cui si va ad aggiungere la portata del vallone dopo il l'attraversamento;

Le 6 aree pluviometriche omogenee della Campania hanno i seguenti valori:

Area omogenea	n.st.	Pioggia media $\mu(I_0)$ mm/ora	Durata di rif. pioggia	
			d_c ore	β
A₁	14	77,08	0,3661	0,7995
A ₂	12	83,75	0,3312	0,7031
A ₃	5	116,70	0,0976	0,7360
A ₄	3	78,61	0,3846	0,8100
A ₅	6	231,80	0,0508	0,8351
A ₆	4	87,87	0,2205	0,7265

I bacini interessati dall'intervento in oggetto ricadono nell'area omogenea **A1** e quindi per i calcoli della portata di piena sono stati assunti i relativi parametri.

Nelle tabelle seguenti sono riassunti i parametri geomorfologici caratteristici del bacino in studio ed i risultati dell'analisi con i metodi esposti.

1) **FOSSO DI GUARDIA**

SUPERFICIE DEL BACINO 1		
Sup.tot. bacino	Sup. bassa permeabilità	Sup. alta permeabilità
A	A1 (%)	A2 (%)
	15	85
Kmq	kmq	kmq
0.1550	0.1318	0.0233

Per **T = 200** anni

$$K_T = -0.0567 + 0.680 \ln T = 3.55$$

MODELLO GEOMORFOCLIMATICO				
Coefficiente di piena	Coefficiente piena corretto	Tempo di ritardo	Pioggia media areale	Legge di probabilità pluviometrica
C	q	tr	Ka	$u[I(tr)]=u(I_0)$
		ore (h)		mm/h
0.441	0.65	0.449	1.00	39.128

$\mu(Q) = CqK_A(t_r)\mu [I(tr)]A/3.6$ mc/sec	$r(D)$ Fattore di riduzione	$m(Q_D)$	$Q_T = K_T \cdot \mu(Q)$ mc/sec
0.483	1.00	0.483	1.71

2) VALLONE "SICHETTA"

SUPERFICIE DEL BACINO 2		
Sup. tot. bacino	Sup. bassa permeabilità	Sup. alta permeabilità
A	A1 (%)	A2 (%)
	15	85
<i>Kmq</i>	<i>kmq</i>	<i>kmq</i>
0.1490	0.1267	0.0224

Per T = 200 anni

$$K_T = -0.0567 + 0.680 \ln T = 3.55$$

MODELLO GEOMORFOCLIMATICO				
Coefficiente di piena	Coefficiente piena corretto	Tempo di ritardo	Pioggia media areale	Legge di probabilità pluviometrica
C	q	tr ore (h)	Ka	$u[I(tr)] = u(I_0)$ mm/h
0.441	0.65	0.440	1.00	39.488

$\mu(Q) = CqK_A(t_r)\mu [I(tr)]A/3.6$ mc/sec	$r(D)$ Fattore di riduzione	$m(Q_D)$	$Q_T = K_T \cdot \mu(Q)$ mc/sec
0.468	1.00	0.468	1.66

3) AFFLUENTE

SUPERFICIE DEL BACINO 2		
Sup. tot. bacino	Sup. bassa permeabilità	Sup. alta permeabilità
A	A1 (%)	A2 (%)
	15	85
<i>Kmq</i>	<i>kmq</i>	<i>kmq</i>
0.077	0.0655	0.0116

Per T = 200 anni

$$K_T = -0.0567 + 0.680 \ln T = 3.55$$

MODELLO GEOMORFOCLIMATICO				
Coefficiente di piena	Coefficiente piena corretto	Tempo di ritardo	Pioggia media areale	Legge di probabilità pluviometrica
C	q	tr ore (h)	Ka	$u[I(tr)] = u(I_0)$ mm/h
0.441	0.65	0.316	1.00	45.475

$\mu (Q) = CqK_A(t_r)\mu [I(tr)]A/3.6$ mc/sec	$r(D)$ Fattore di riduzione	$m(Q_D)$	$Q_T = K_T \cdot \mu (Q)$ mc/sec
0.279	1.00	0.279	0.99

4 – Verifica del canale di gronda

Lungo la strada è stato previsto un canale rettangolare in cemento armato di dimensioni interne 0.50 m x 1.00 m

Per verificare la sezione si è adottata la formula di Gauckler- Strickler

$$V = K R^{2/3} i^{1/2}$$

dove:

R = raggio idraulico della sezione

i = pendenza di fondo

Per la determinazione del coefficiente di scabrezza K, si è utilizzato il valore cautelativo di 55 relativo a canali in cemento armato dopo un lungo esercizio.

K= coefficiente di scabrezza K = 55

i = pendenza di fondo. i = 0.015

si ottiene che la portata di piena per un periodo di ritorno di 200 anni è pari a

$$Q_1 = 1.71 \text{ mc/s}$$

risulta verificata con:

altezza h= 0.53 m

velocità V= 6.51 m/s

grado di riempimento 53 %

5 – Verifica sezione rettangolare del pozzetto attraversamento strada

In corrispondenza delle sez. **S2** , dove il canale in cls intercetta il vallone "Sichetta" è previsto un tombino per l'attraversamento stradale in cemento di sezione interna 250 cm x 250 cm.

Al fine di determinare le caratteristiche idrauliche di ciascun tronco, si è fatto riferimento alla formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = K \sigma R^{2/3} i^{1/2}$$

dove:

Q= portata in m^3/s

K= coefficiente di scabrezza

σ = sezione idraulica in m^2

R = raggio idraulico

i = pendenza di fondo.

Per la determinazione del coefficiente di scabrezza K, si è utilizzato il valore cautelativo di 55 relativo a canali in cemento armato.

K= coefficiente di scabrezza K = 55

i = pendenza di fondo. i = 0.02

Si ottiene che la portata di piena per un periodo di ritorno di 200 anni è pari a

$$Q_2 = 1.71 + 1.66 = 3.37 \text{ mc/s}$$

risulta verificata con:

altezza h= 0.39 m

velocità V= 3.46 m/s

grado di riempimento 16 %

6 – Verifica sezione recettore finale

Nella sezione di chiusura S2 corrispondente in HEC-RAS alla SEZ 5 attraverso il tombino rettangolare ci immettiamo nel vallone Sichetta di sezione trapezoidale (b=3.00m, B=4.13m h=3.20m) in terra battuta mista a ghiaia con fitta vegetazione

Successivamente, a circa 50 ml più a valle (HEC-RAS SEZ G2), si innesta un piccolo affluente con una portata aggiuntiva di 0.99 mc/s

Il vallone sichetta viene verificato a valle per ulteriori sezioni per una lunghezza di circa 130 ml (vedi calcolo HEC-RAS allegato).

PROFILI DI CORRENTE E VERIFICHE HEC-RAS

1. PREMESSA

Nel presente elaborato vengono riportati e descritti i calcoli di verifica degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico alla frazione Gorga di Stio (SA).

Come meglio descritto nella relazione generale in questa fase si ritiene prioritariamente intervenire con opere finalizzate a migliorare l'assetto idraulico ed idrologico in particolare a monte dell'abitato è previsto un canale di raccolta acqua in modo da evitare che le acque provenienti da monte raggiungano l'abitato come tutt'ora avviene.

Il fosso di guardia citato convoglierà le acque nella porzione di testata del vallone "Sichetta", intercettandolo in un tombino esistente.

Per far fronte all'agravio di portata il tombino attuale (tubo in calcestruzzo vibrato, diametro ϕ 1000) sarà sostituito con uno scatolare in cls armato gettato in opera, a sezione quadrata di dimensioni 2,50 m x 2,50 m. quindi generose rispetto alla situazione in essere.

Inoltre l'immissione della portata concentrata addotta dal fosso di guardia avviene in un pozzetto facente parte della predetta struttura in c.a. che si sviluppa per una lunghezza di circa 6 metri.

Questo accorgimento ha la funzione di svolgere anche il compito di frenare e laminare il flusso idrico in arrivo, prevenendo fenomeni di erosione nell'alveo naturale recettore.

Seguendo norme di cautelative di buona progettazione, si realizzerà comunque immediatamente a valle dello scatolare una massicciata in massi ciclopici con funzione di soglia di fondo per ostacolare il fenomeno erosivo e di scalzamento al piede.

I calcoli hanno lo scopo di verificare il dimensionamento e l'efficacia degli interventi proposti sulle attuali caratteristiche idrogeologiche e geomorfologiche delle aree e dei valloni considerati; quindi verificare stabilità nelle condizioni attuali e di progetto, anche in riferimento al grado di rischio del sito.

Le caratteristiche litologiche, granulometriche e geotecniche sono stati acquisite da un accurato rilievo geologico stratigrafico e strutturale effettuato lungo l'asta del torrente, mentre le caratteristiche topografiche sono acquisite da misure dirette strumentali del tratto da sistemare; le caratteristiche idrologiche ed i parametri idraulici sono quelli calcolati nella relazione idrologica.

Sono state condotte le seguenti verifiche:

- a) Verifica sezioni del vallone recettore allo stato attuale
- b) Verifica sezioni del vallone nelle condizioni di progetto, ossia dopo l'immissione nello stesso del fosso di guardia di progetto

Per le verifiche di cui ai punti precedenti è stato utilizzato il codice di calcolo Hec-Ras il quale, nota portata massima di piena (Portata di progetto), le caratteristiche geometriche, pendenza, scabrezza e resistenza al trascinamento dei litotipi costituenti l'alveo e le sponde, permette di calcolare la scala di deflusso, la capacità di smaltimento della portata di piena e l'altezza dell'acqua dal fondo alveo.

In particolare, le verifiche idrauliche per le gabbionate hanno lo scopo di accertare che le opere di protezione spondale in questione possano resistere con profitto alle tensioni di trascinamento della corrente.

2. VERIFICHE IDRAULICHE

Il modello matematico utilizzato per la valutazione delle caratteristiche della corrente idrica, quando è possibile l'ipotesi di moto permanente, è quello implementato nel codice di calcolo HEC-RAS

(River Analysis System) sviluppato dall'United States Army Corps of Engineering (USACE), Hydrological Engineering Center (HEC).

Il modello descrive il moto monodimensionale, stazionario, gradualmente variato in modo che in ogni sezione la distribuzione delle pressioni possa essere considerata di tipo idrostatico, a fondo fisso e con pendenze di fondo piccole (non superiori a 1/10).

L'adozione di tale modello è giustificata dalla possibilità di poter trascurare almeno in via di prima approssimazione la variabilità di alcune grandezze fisiche sia nella direzione trasversale alla direzione principale di deflusso che in quella verticale.

E' da osservare tuttavia che nonostante le necessarie semplificazioni effettuate il modello utilizzato risulta ancora abbastanza generale e comunque tale da portare in conto seppure mediante coefficienti globali alcune diversità che possono verificarsi nell'ambito di ciascuna sezione trasversale di calcolo tra le caratteristiche idrodinamiche della corrente.

3. EQUAZIONI DI BASE E SCHEMA RISOLUTIVO

Sotto le predette ipotesi, le principali caratteristiche della corrente (livello idrico e velocità media) sono calcolate a partire da una sezione alla successiva, posta a monte o a valle a seconda che il regime sia rispettivamente subcritico o supercritico, risolvendo, con una procedura iterativa nota come standard step, l'equazione che esprime il bilancio di energia della corrente tra le medesime sezioni, nota anche come equazione di Bernoulli:

$$h_m + z_m + \frac{\alpha_m V_m^2}{2g} = h_v + z_v + \frac{\alpha_v V_v^2}{2g} + \Delta H$$

dove, avendo indicato con il pedice m le grandezze che si riferiscono alla sezione di monte e con il pedice v quelle della sezione di valle:

$h_{m,v}$ = altezze idriche

$z_{m,v}$ = quota di fondo;

$V_{m,v}$ = velocità medie;

$\alpha_{m,v}$ = coefficienti di ragguglio di Coriolis;

ΔH = perdita di carico fra due sezioni

Inoltre, in corrispondenza di particolari situazioni localizzate per le quali il moto non può, a rigore, essere considerato gradualmente variato, come avviene in corrispondenza di ponti, tombini, stramazzi, risalti idraulici ecc., vengono utilizzate le equazioni di bilancio della quantità di moto o relazioni di tipo empirico.

Lo schema numerico adottato dal codice a riguardo, è stato ampiamente dibattuto in ambito scientifico ed è a tutt'oggi considerato l'approccio di massima affidabilità.

L'equazione di Bernoulli esprime il ben noto principio per cui la variazione tra due sezioni dell'energia della corrente è pari alle perdite continue derivanti dagli attriti interni dovuti all'esistenza di strati a diversa velocità nell'interno della massa fluida e da perdite di energia localizzate, in genere dovute alla presenza di strutture in alveo che inizialmente producono un restringimento della corrente e un successivo allargamento con formazione di vortici che, come è noto, sono fenomeni dissipativi.

4. CONDIZIONI AL CONTORNO UTILIZZATE IN MOTO PERMANENTE

Il modello permette la determinazione del profilo liquido secondo tre schemi di calcolo e precisamente:

- Corrente lenta (subcritical flow)
- Corrente veloce (supercritical flow)
- Corrente mista (mixed flow)

Il primo schema, che è applicabile quando la corrente è ovunque lenta e presenta quindi in tutte le sezioni di calcolo un'altezza liquida maggiore dell'altezza critica, richiede che la condizione al contorno sia posta in corrispondenza della sezione estrema di valle del tratto considerato.

Il secondo schema, che è applicabile quando la corrente è ovunque veloce e presenta quindi in tutte le sezioni di calcolo un'altezza liquida minore dell'altezza critica, richiede che la condizione al contorno sia posta in corrispondenza della sezione estrema di monte del tratto considerato.

Il terzo schema, deve essere utilizzando quando nel tratto in esame si possono verificare transizioni da un tipo di corrente all'altro, dando luogo ad una successione di tronchi con differenti caratteristiche di moto, che nel caso di transizione da corrente veloce a lenta porteranno alla formazione di risalti idraulici. Tale schema richiede che siano definite due diverse condizioni al contorno in corrispondenza delle due sezioni estreme (di monte e di valle) del tratto considerato.

Nel caso di simulazioni in moto permanente è sufficiente fornire il valore della portata in ingresso nella stazione di monte, eventuali cambiamenti della stessa dovuti a immissioni localizzate o distribuite, e le condizioni al contorno per le sezioni di chiusura del tronco in esame.

Quindi, assegnato il valore di portata di moto permanente, mentre nel caso di corrente lenta occorre specificare una condizione al contorno di valle, e viceversa, per correnti veloci, è richiesta la definizione di una condizione al contorno di monte, per un regime transcritico, invece, come nel caso in esame, si è resa necessaria la specifica di entrambe le condizioni, ovvero a monte e a valle. HEC-RAS ammette la definizione delle condizioni al contorno attraverso la specifica di un valore di altezza assegnato, oppure imponendo il passaggio del profilo per l'altezza critica, oppure per l'altezza di moto uniforme.

Nel caso in esame, per la definizione univoca del modello idraulico, sono state assegnate le seguenti condizioni al contorno:

- a) Condizioni di monte: Passaggio del profili per l'altezza critica;
- b) Condizioni di valle: Passaggio del profili per l'altezza critica.

In questo modo il programma è in grado di risolvere il profilo da monte verso valle se la corrente risulta veloce e da valle verso monte se la corrente risulta lenta.

5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI CON IL MODELLO HEC-RAS

HEC-RAS, le cui modalità di utilizzo sono state precedentemente illustrate, consente di effettuare delle simulazioni monodimensionali. Nel caso della simulazione di cui è oggetto la trattazione, sono state svolte simulazioni a moto permanente.

Tirante idraulico in corrispondenza degli attraversamenti stradali esistenti Il modello matematico utilizzato per la valutazione delle caratteristiche della corrente idrica ha consentito di effettuare le verifiche idrauliche degli attraversamenti presenti nell'area in esame che hanno interessato i vari tratti torrentizi.

Il Software consente la modellizzazione idraulica di ponti di qualunque geometria, forma e dimensione, mediante l'utilizzo di quattro sezioni trasversali necessarie per la valutazione delle perdite energetiche dovute alla struttura stessa. In particolare il programma richiede l'inserimento di 4 sezioni supplementari:

- Sezione sufficientemente a valle degli attraversamenti (esaurita espansione corrente)
- Sezione a breve distanza a monte degli attraversamenti
- Sezione a breve distanza a valle degli attraversamenti.
- Sezione sufficientemente a monte degli attraversamenti (esaurita espansione corrente)

Contrazioni ed espansioni di flusso dovute al passaggio fra due distinte sezioni sono una delle principali cause che producono perdite di carico nel tratto compreso fra le stesse. Tali perdite sono quantificabili come prodotto della differenza assoluta fra le altezze cinetiche delle due sezioni in esame ed un coefficiente di espansione/contrazione. Nel caso di passaggi di sezioni non proprio gradualmente, poichè in presenza di alvei montani, i coefficienti usati sono dell'ordine di 0.1 e 0.3 rispettivamente.

Il modello permette la determinazione del profilo liquido secondo tre schemi di calcolo e precisamente:

- Corrente lenta (subcritical flow)
- Corrente veloce (supercritical flow)
- Corrente mista (mixed flow)

Il primo schema, che è applicabile quando la corrente è ovunque lenta e presenta quindi in tutte le sezioni di calcolo un'altezza liquida maggiore dell'altezza critica, richiede che la condizione al contorno sia posta in corrispondenza della sezione estrema di valle del tratto considerato.

Il secondo schema, che è applicabile quando la corrente è ovunque veloce e presenta quindi in tutte le sezioni di calcolo un'altezza liquida minore dell'altezza critica, richiede che la condizione al contorno sia posta in corrispondenza della sezione estrema di monte del tratto considerato.

Il terzo schema, deve essere utilizzato quando nel tratto in esame si possono verificare transizioni da un tipo di corrente all'altro, dando luogo ad una successione di tronchi con differenti caratteristiche di moto, che nel caso di transizione da corrente veloce a lenta porteranno alla formazione di risalti idraulici. Tale schema richiede che siano definite due diverse condizioni al contorno in corrispondenza delle due sezioni estreme (di monte e di valle) del tratto considerato.

Nel caso di simulazioni in moto permanente è sufficiente fornire il valore della portata in ingresso nella stazione di monte, eventuali cambiamenti della stessa dovuti a immissioni localizzate o distribuite, e le condizioni al contorno per le sezioni di chiusura del tronco in esame.

Quindi, assegnato il valore di portata di moto permanente, mentre nel caso di corrente lenta occorre specificare una condizione al contorno di valle, e viceversa, per correnti veloci, è richiesta la definizione di una condizione al contorno di monte, per un regime transcritico, invece, come nel caso in esame, si è resa necessaria la specifica di entrambe le condizioni, ovvero a monte e a valle. HEC-RAS ammette la definizione delle condizioni al contorno attraverso la specifica di un valore di altezza assegnato, oppure imponendo il passaggio del profilo per l'altezza critica, oppure per l'altezza di moto uniforme.

Nel caso in esame, per la definizione univoca del modello idraulico, sono state assegnate le seguenti condizioni al contorno:

- a) Condizioni di monte: Passaggio del profilo per l'altezza critica;
- b) Condizioni di valle: Passaggio del profilo per l'altezza critica.

In questo modo il programma è in grado di risolvere il profilo da monte verso valle se la corrente risulta veloce e da valle verso monte se la corrente risulta lenta.

Le simulazioni sono state condotte per tempo di ritorno pari a $T = 200$ essendo questa una condizione particolarmente gravosa ma cautelativa ed a vantaggio di sicurezza per il calcolo di grado di riempimento, franco di sicurezza e profili di corrente.

Il programma, al termine della simulazione, fornisce come risultato il valore delle diverse grandezze idrauliche (altezza d'acqua, altezza della linea dell'energia, velocità media, ecc..) in ogni sezione. I risultati possono essere visualizzati sotto forma di profilo longitudinale o in forma tabellare.

Questo tipo di simulazione ha avuto lo scopo di effettuare un'indagine circa l'area oggetto di studio, individuando preventivamente le aree in cui potrebbero sorgere condizioni di criticità.

Qui di seguito si riportano le figure corrispondenti al profilo liquido risultante per le simulazioni relative alle varie aste dei due bacini in esame.

Le portate di calcolo, per la verifica e lo studio dell'alveo in oggetto, sono state inserite nelle sezioni più a monte dei tratti in cui lo stesso è suddiviso e sono state calcolate con il metodo *Vapi* di cui si fa ampia menzione nell'elaborato: "Relazione idrologica" TAV 1.2 allegato al progetto.

Si riporta per brevità un resoconto tabulare delle computazioni effettuate:

<u>Ante - Intervento</u>	<i>Portata Q [m³/sec]</i>
	T = 200 anni
Vallone	1.66
Affluente	0.99
Vallone "Sichetta"	2.65

<u>Post - Intervento</u>	<i>Portata Q [m³/sec]</i>
	T = 200 anni
Canale in cls - Fosso di guardia	1.71
Vallone - Tratto ante immissione	1.66
Vallone - Tratto post immissione	3.37
Affluente	0.99
Vallone "Sichetta"	4.36

In particolare, tali risultati evidenziano come con le opere previste in progetto la Q_{200} anni transita con tiranti massimi tali da garantire un franco di sicurezza di oltre un metro e mezzo (distanza tra il pelo libero della corrente e l'intradosso dello scatolare).

In conclusione, la presenza in alveo dell'immissione della portata aggiuntiva addotta dal fosso di guardia in oggetto non influenza né ostacola il libero deflusso delle acque durante la piena duecentennale.

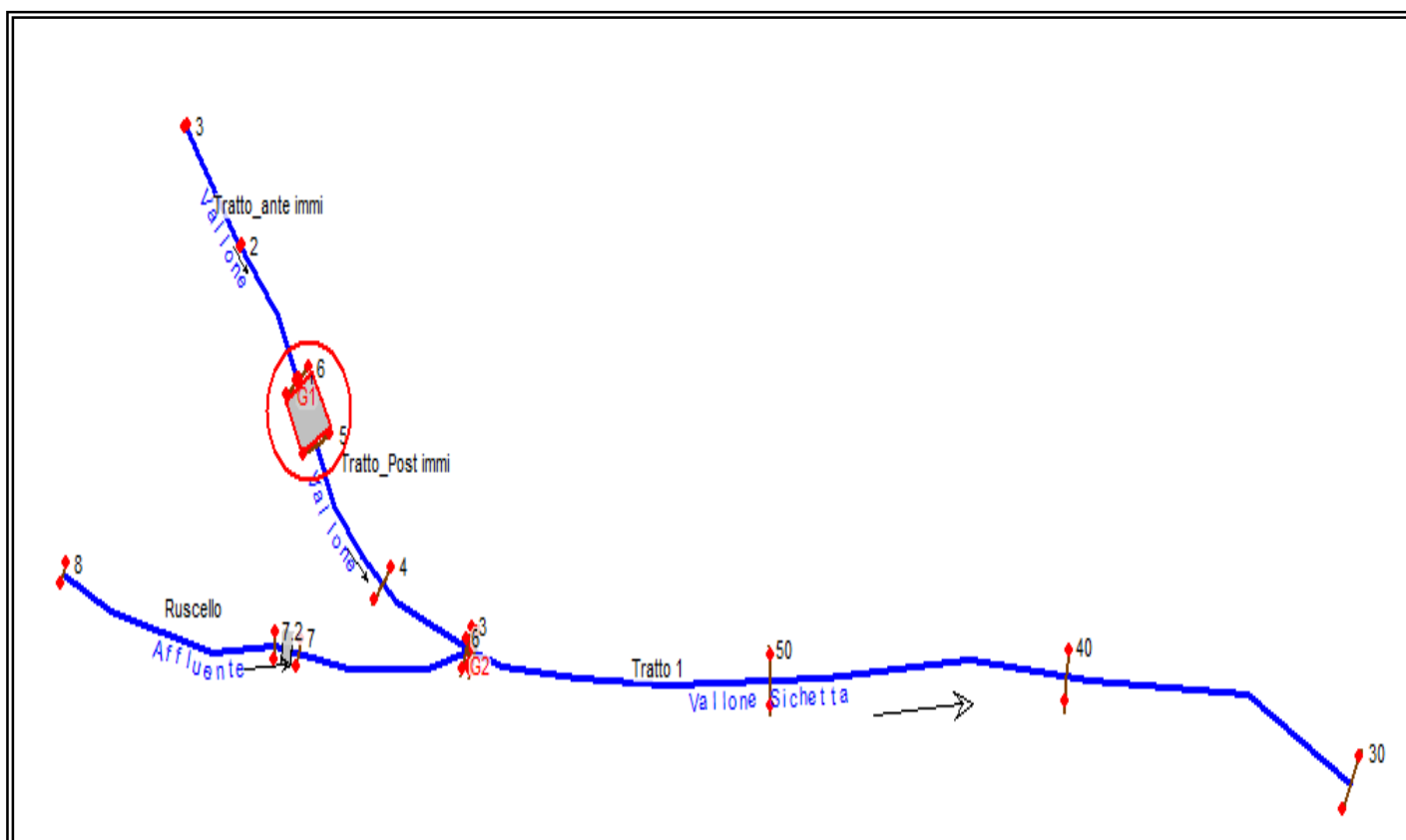


Fig. 1 - Schema Ante-Intervento

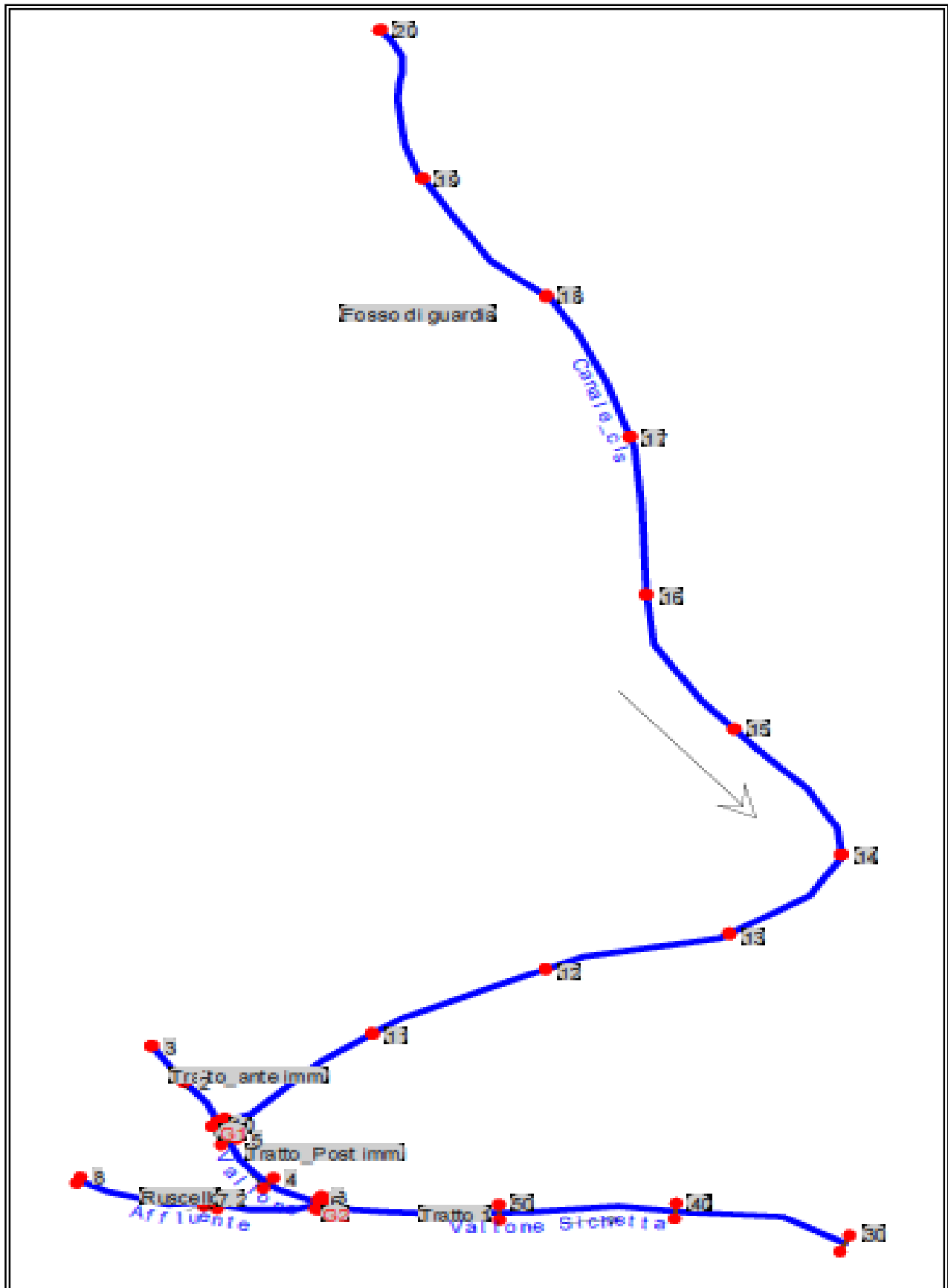


Fig. 2 - Schema Pos-Intervento

Segue in calce l'output dei calcoli eseguiti ante e post intervento

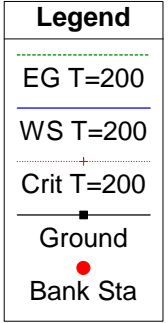
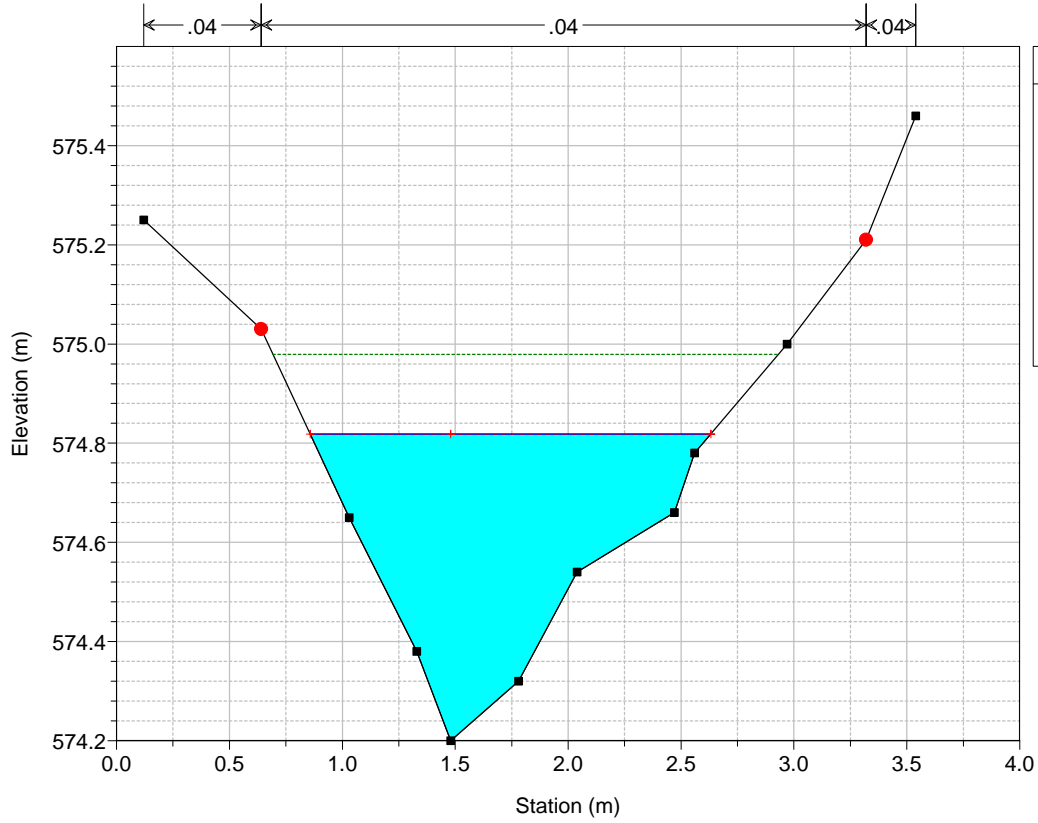
INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. VERIFICHE IDRAULICHE	1
3. EQUAZIONI DI BASE E SCHEMA RISOLUTIVO	2
4. CONDIZIONI AL CONTORNO UTILIZZATE IN MOTO PERMANENTE.....	2
5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI CON IL MODELLO HEC-RAS	3

VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

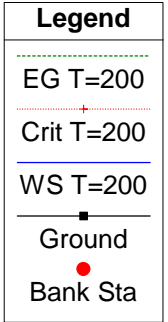
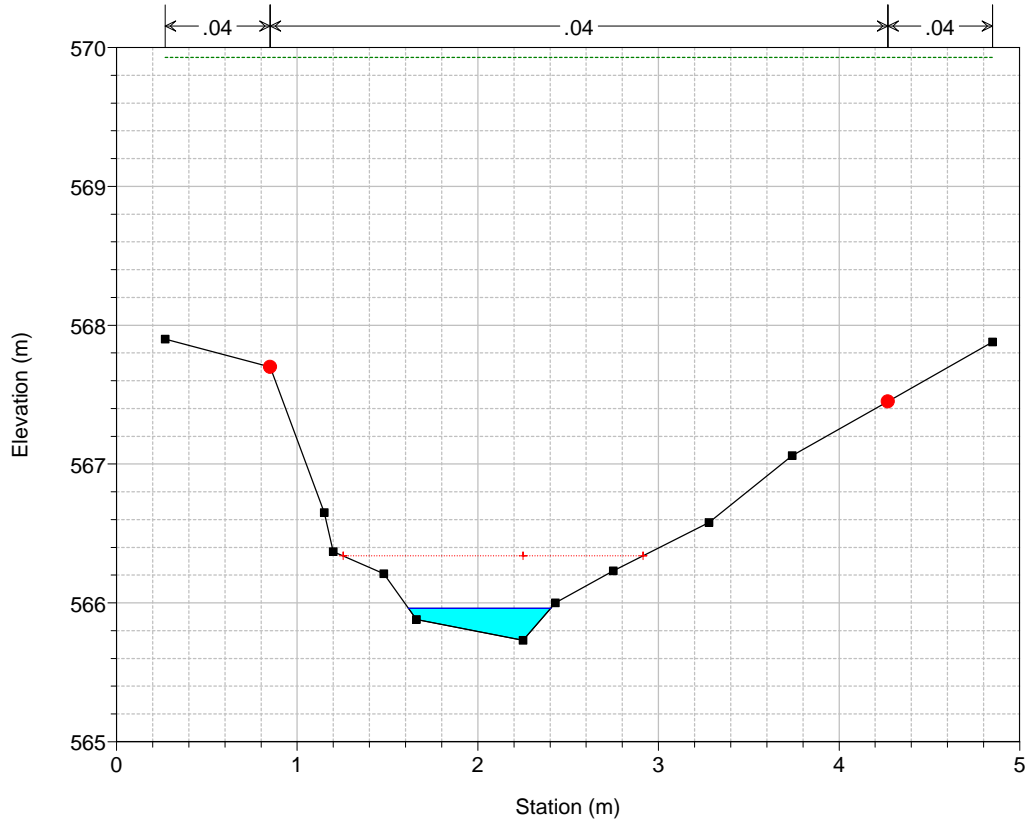
River = Affluente Reach = Ruscello RS = 8 Sez. 8_a



VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

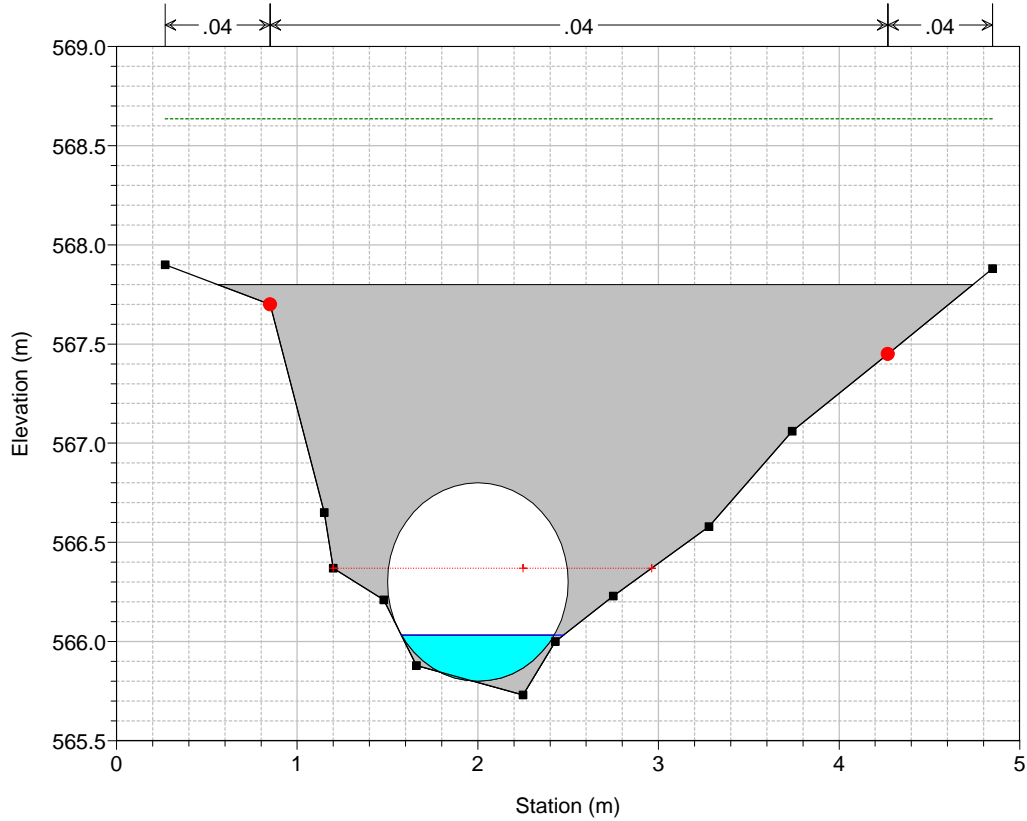
River = Affluente Reach = Ruscello RS = 7.2 Sez. 7.2_a



VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

River = Affluente Reach = Ruscello RS = 7.1 Culv Tombino esistente

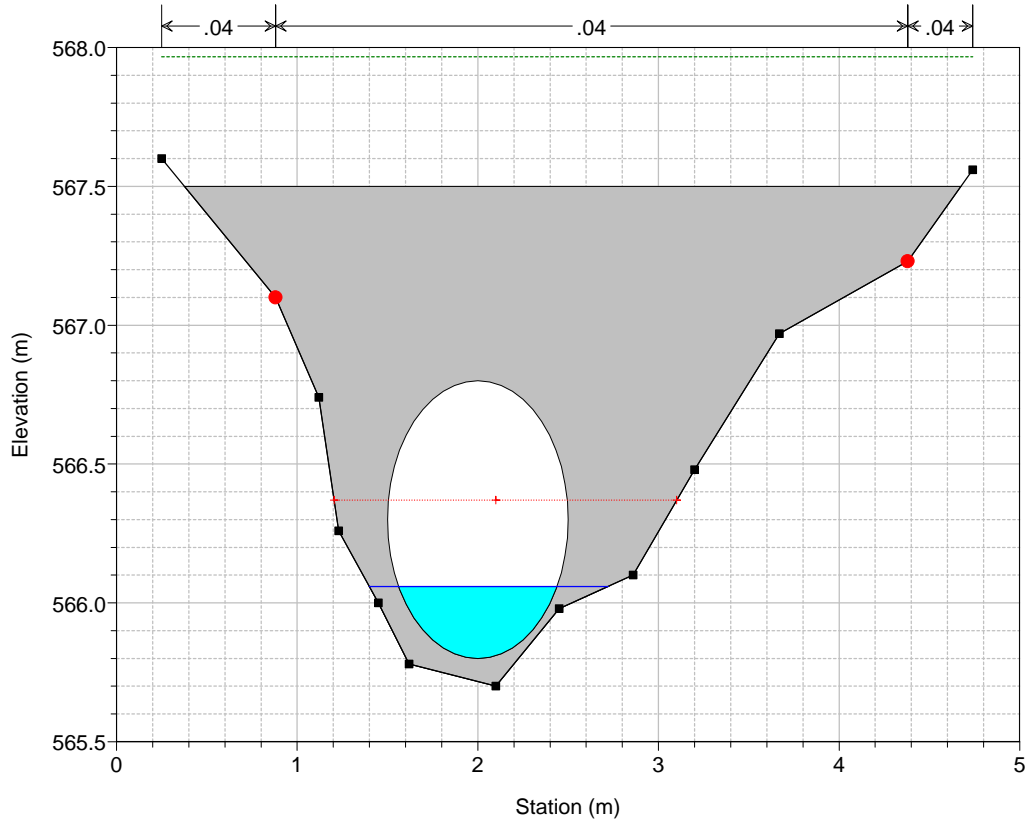


Legend	
EG T=200	—
Crit T=200	—+
WS T=200	—
Ground	■
Bank Sta	●

VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

River = Affluente Reach = Ruscello RS = 7.1 Culv Tombino esistente

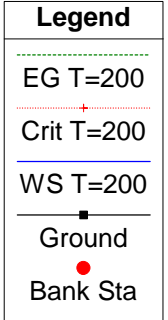
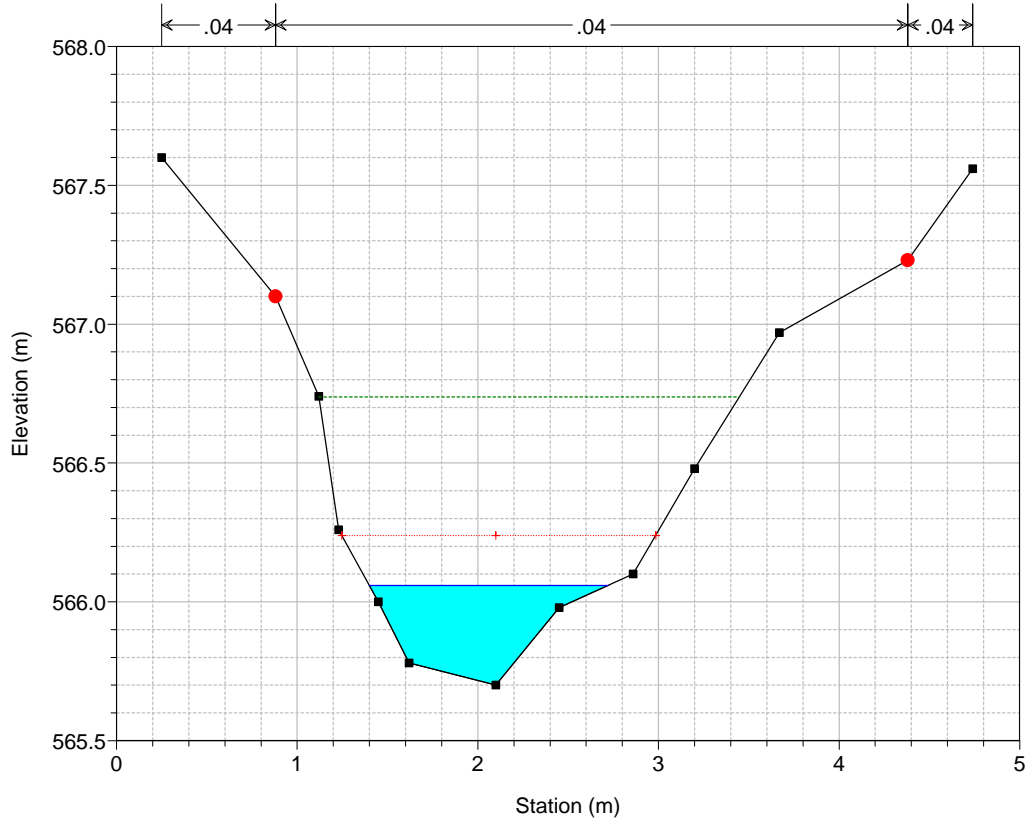


Legend	
EG T=200	—
Crit T=200	—+
WS T=200	—
Ground	■
Bank Sta	●

VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

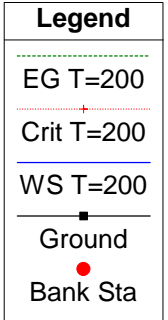
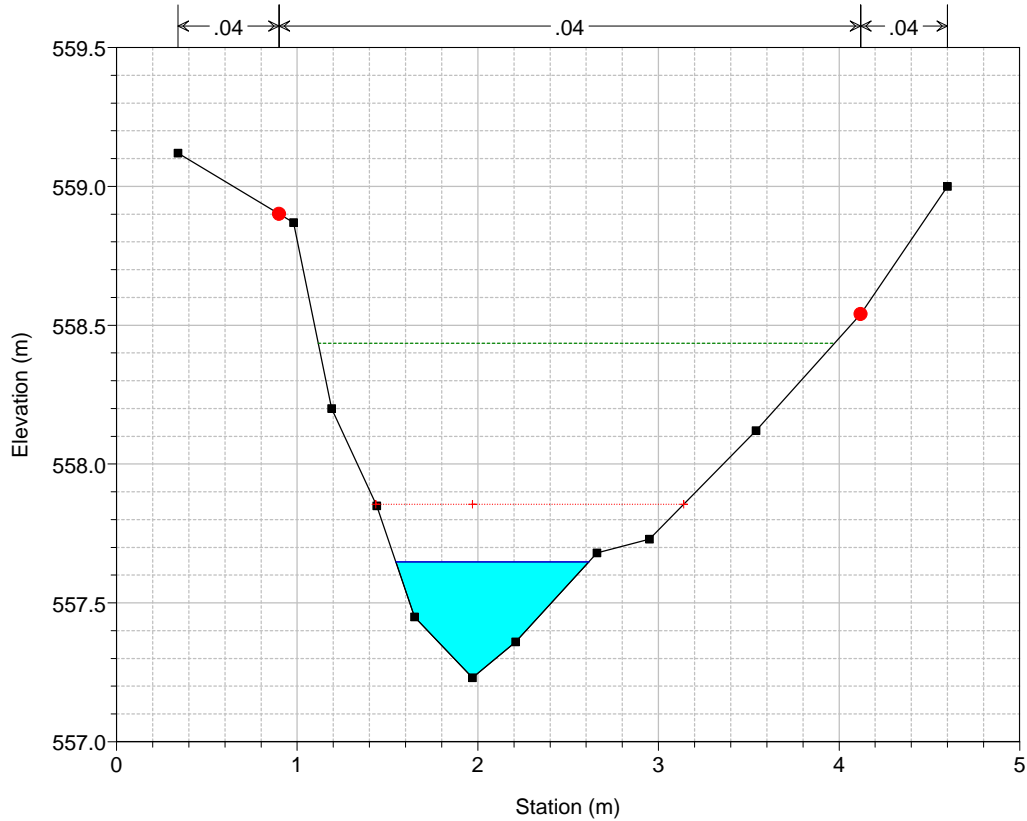
River = Affluente Reach = Ruscello RS = 7 Sez. 7_a



VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

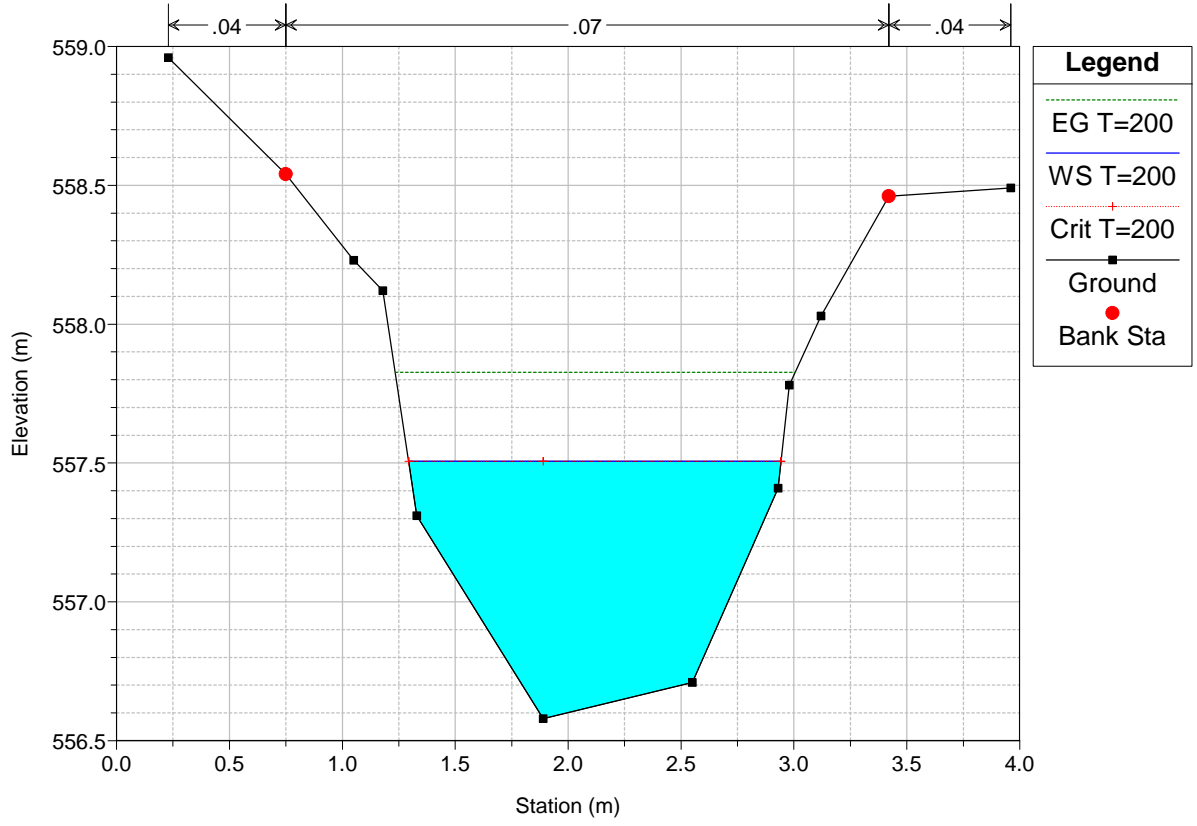
River = Affluente Reach = Ruscello RS = 6 Sez. 6_a



VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

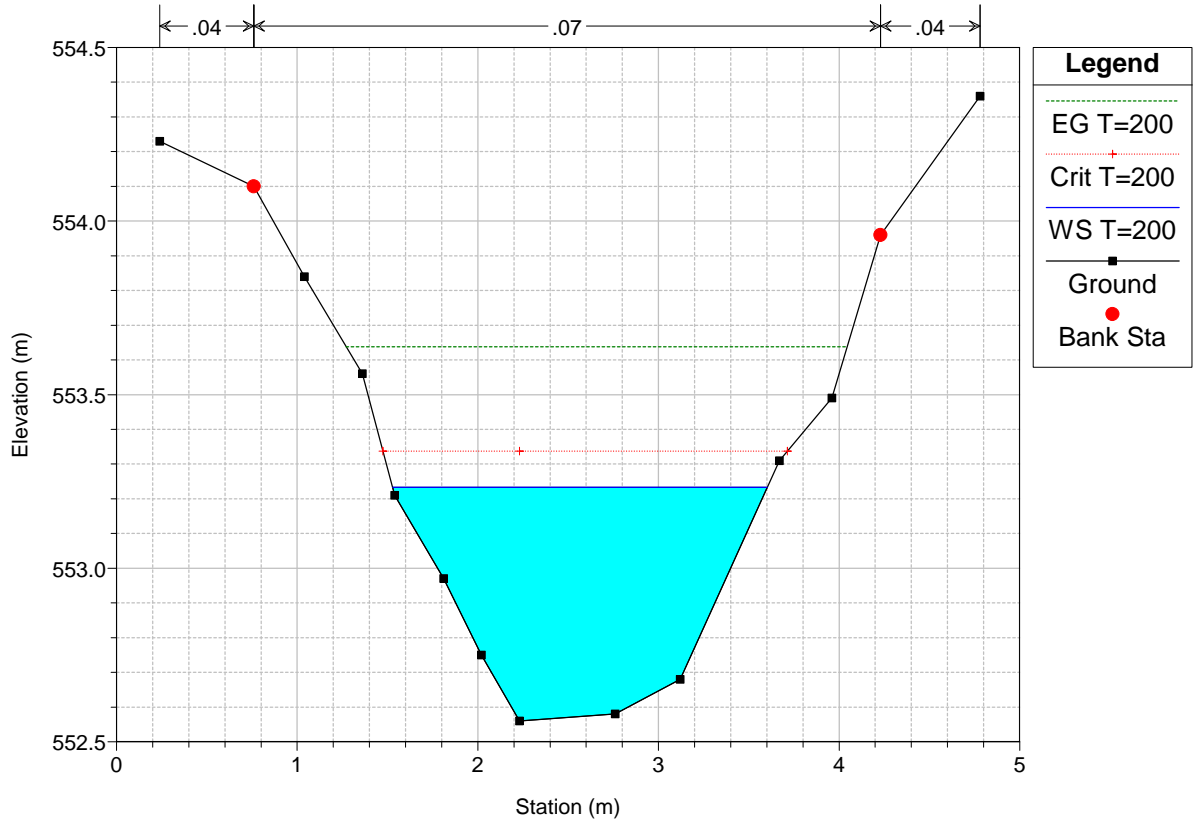
River = Vallone Sichetta Reach = Tratto 1 RS = 60 Sez. 60



VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

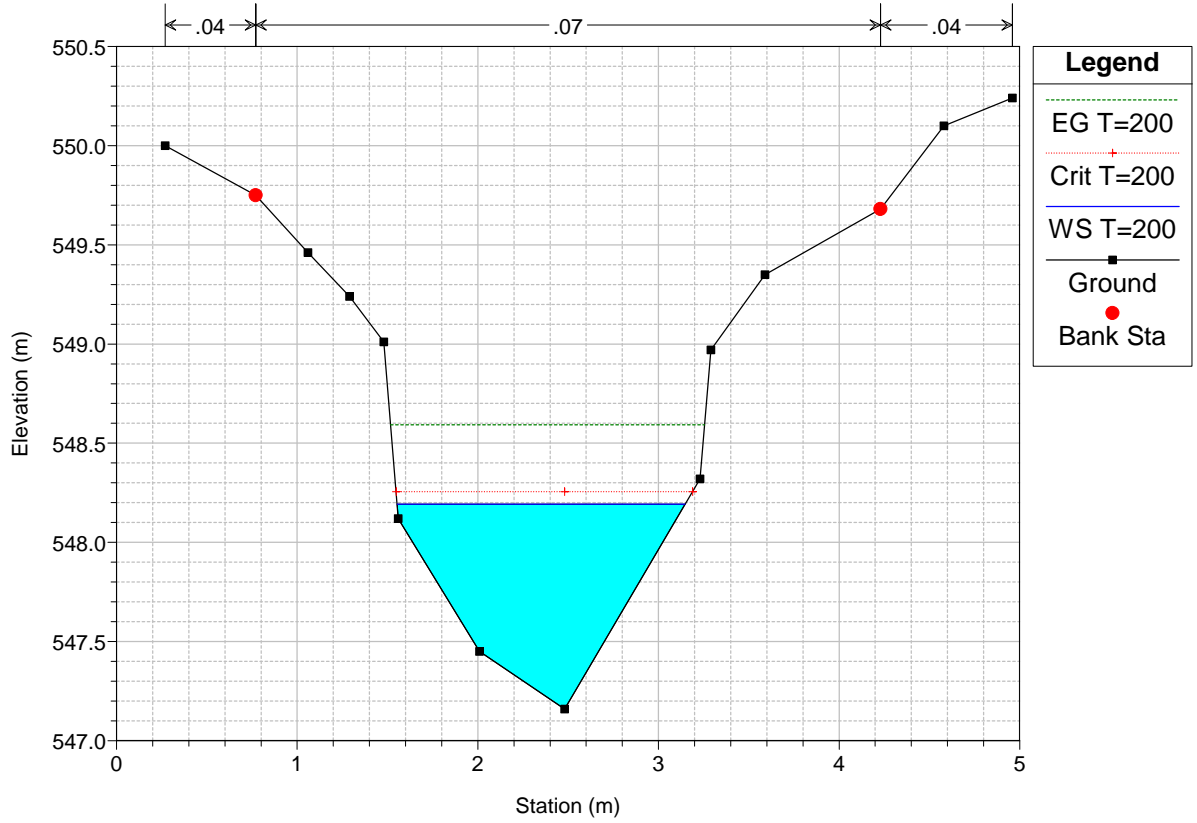
River = Vallone Sichetta Reach = Tratto 1 RS = 50 Sez. 50



VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

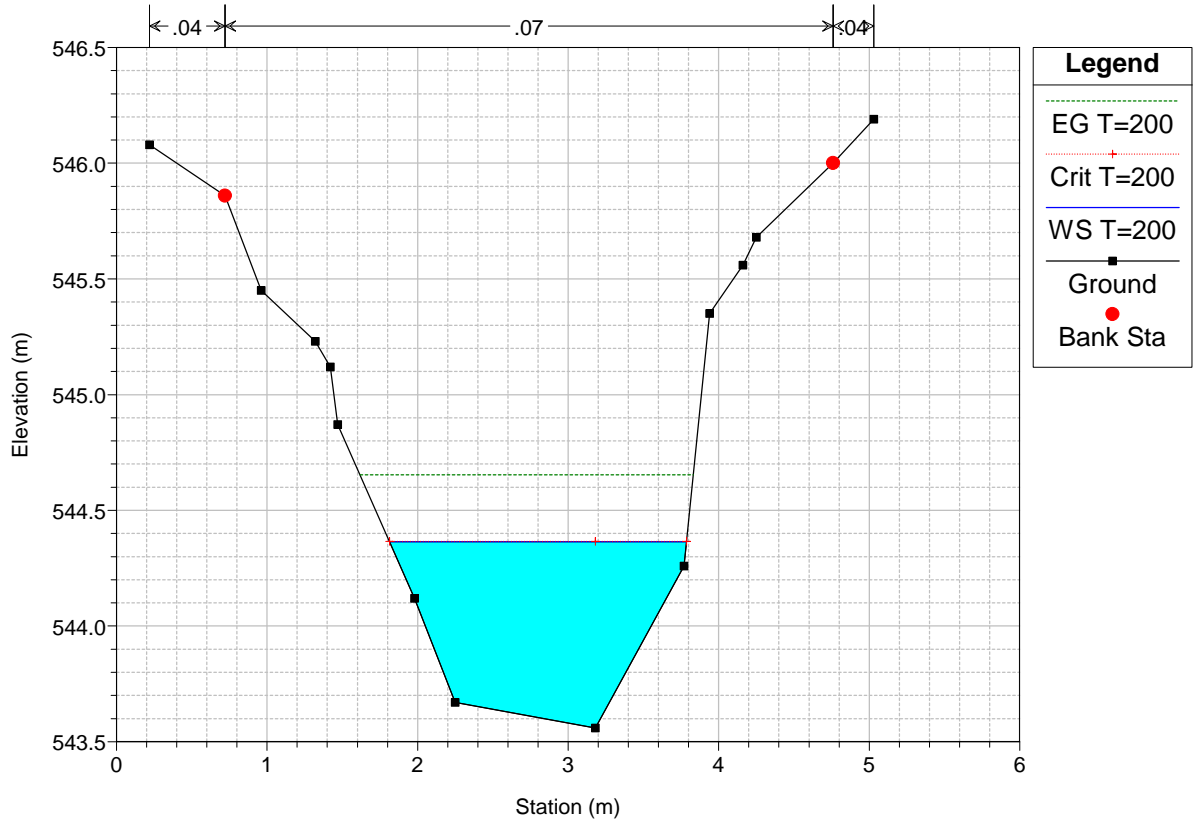
River = Vallone Sichetta Reach = Tratto 1 RS = 40 Sez. 40



VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

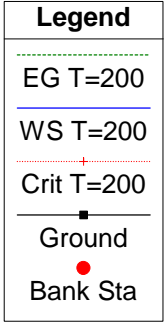
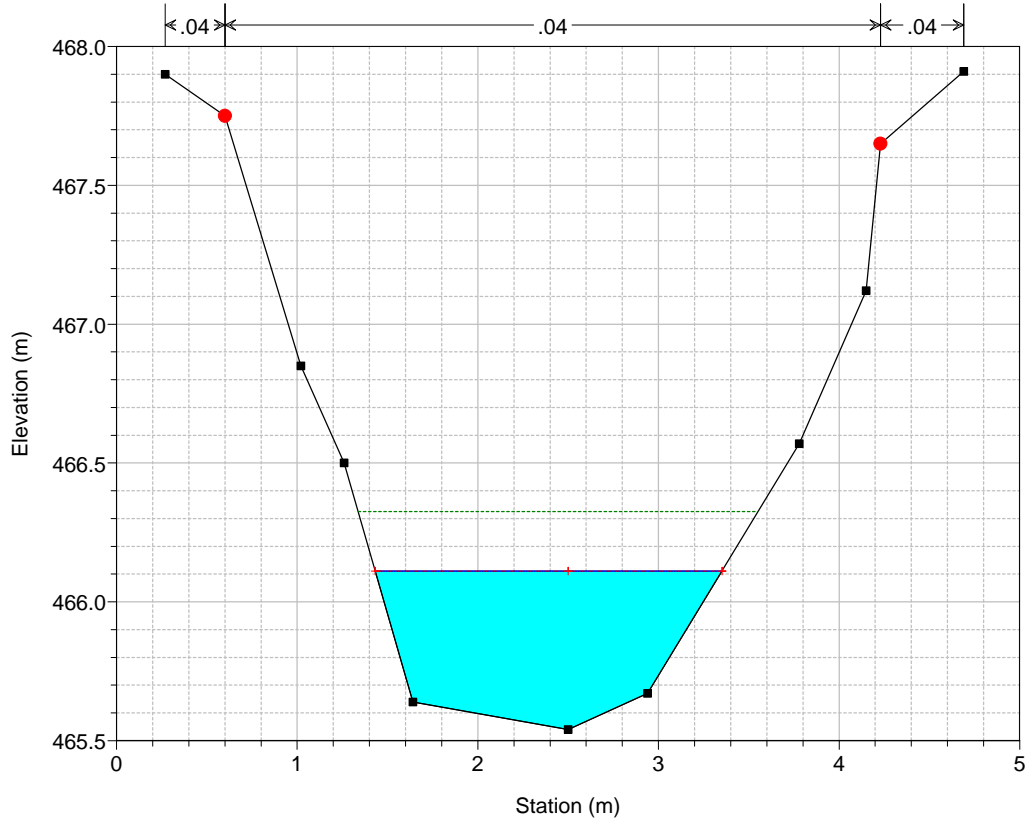
River = Vallone Sichetta Reach = Tratto 1 RS = 30 Sez. 30



VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

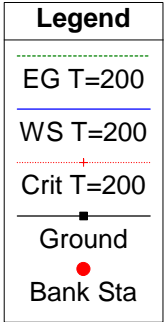
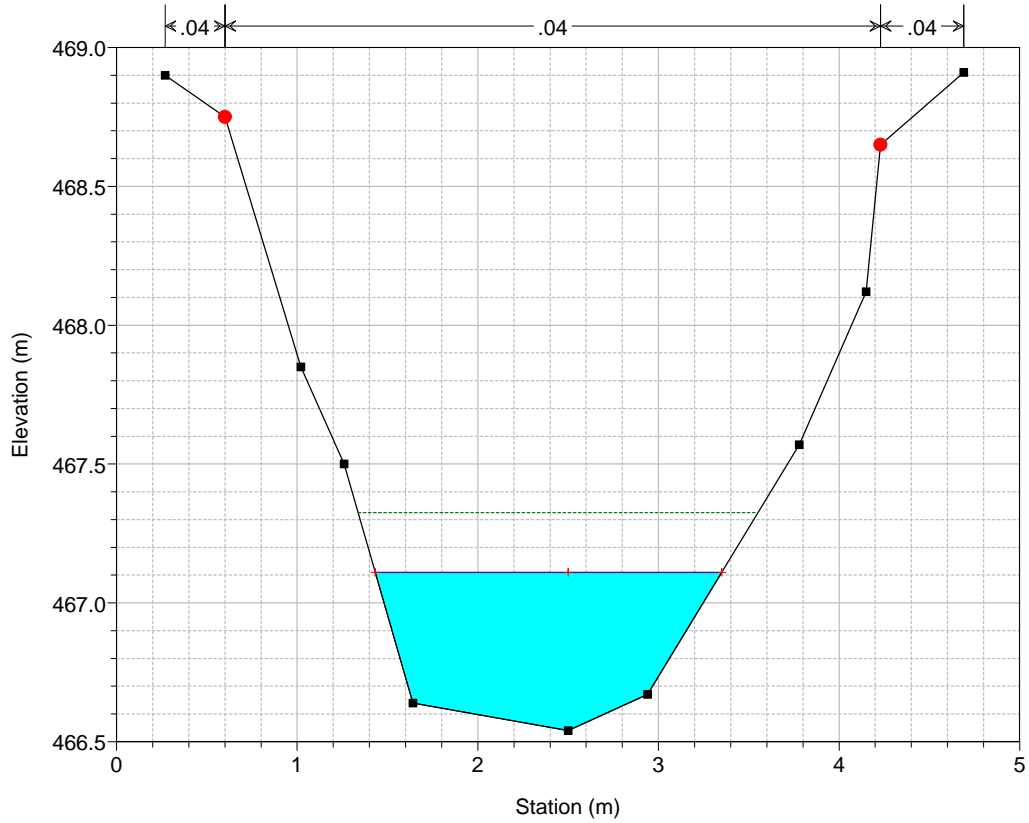
River = Vallone Reach = Tratto RS = 9 Sez. 9_v



VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

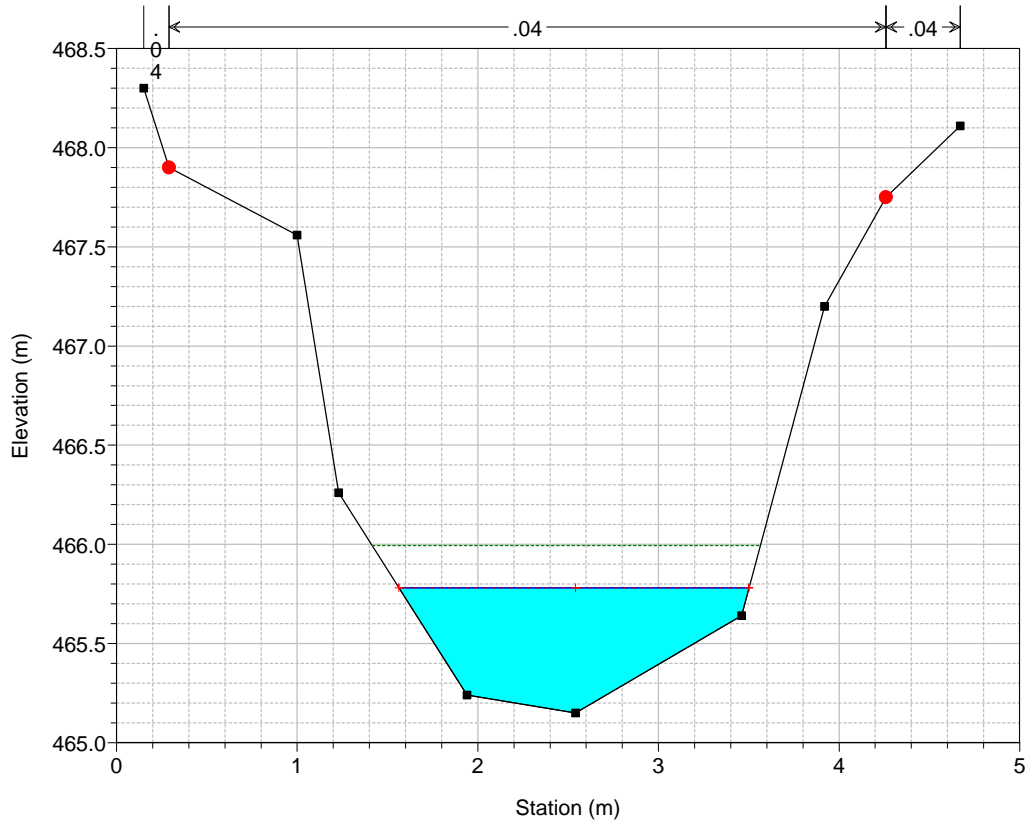
River = Vallone Reach = Tratto RS = 8 Sez. 8_v



VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

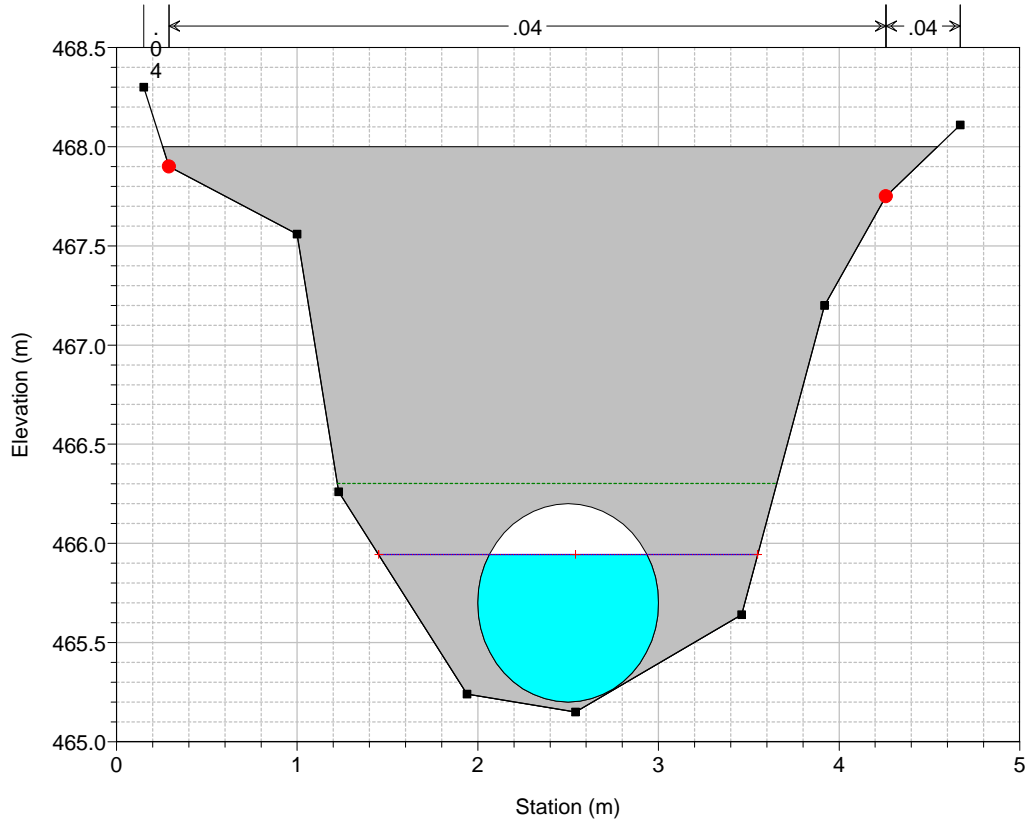
River = Vallone Reach = Tratto RS = 6 Sez. 6_v



VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

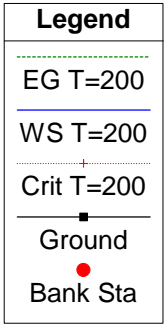
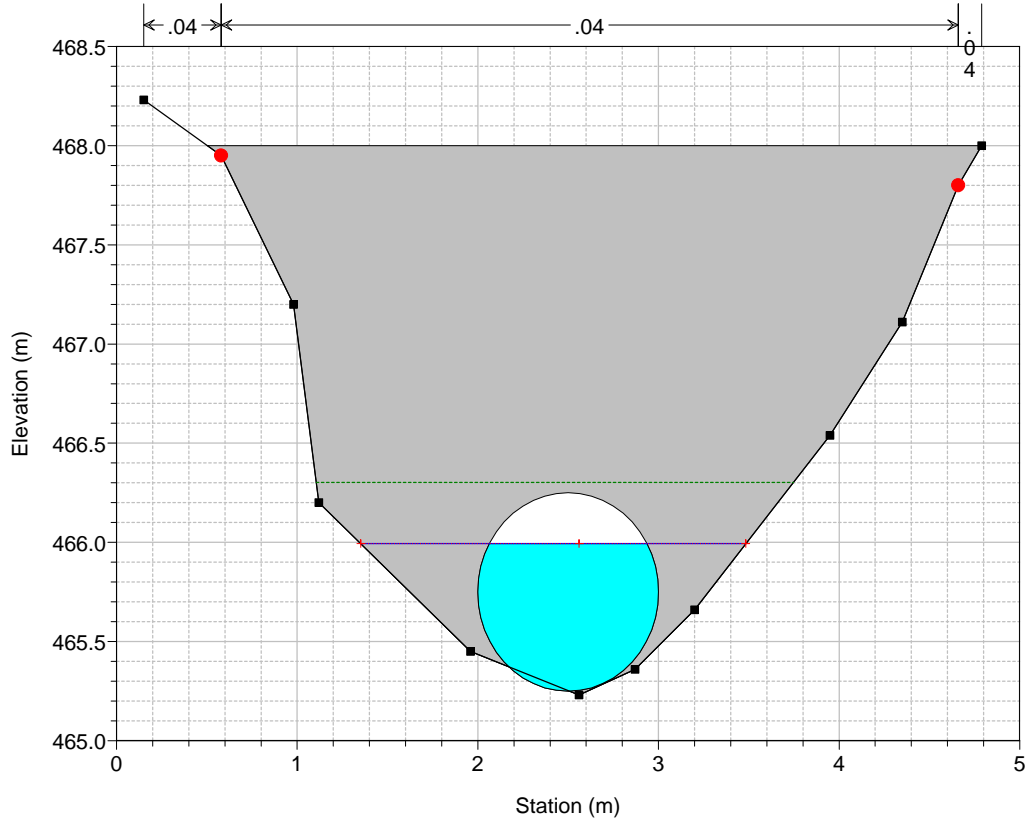
River = Vallone Reach = Tratto RS = 5.3 Culv Scatolare



VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

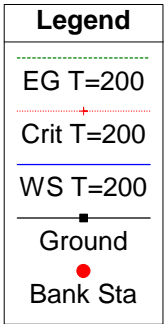
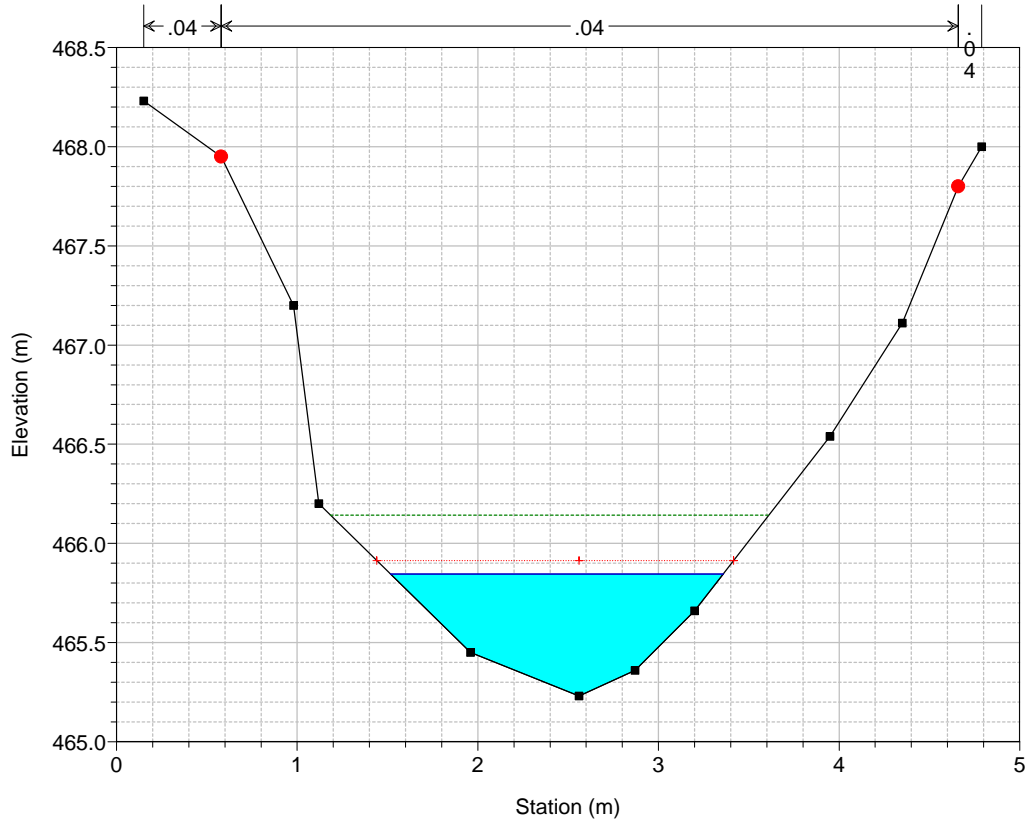
River = Vallone Reach = Tratto RS = 5.3 Culv Scatolare



VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

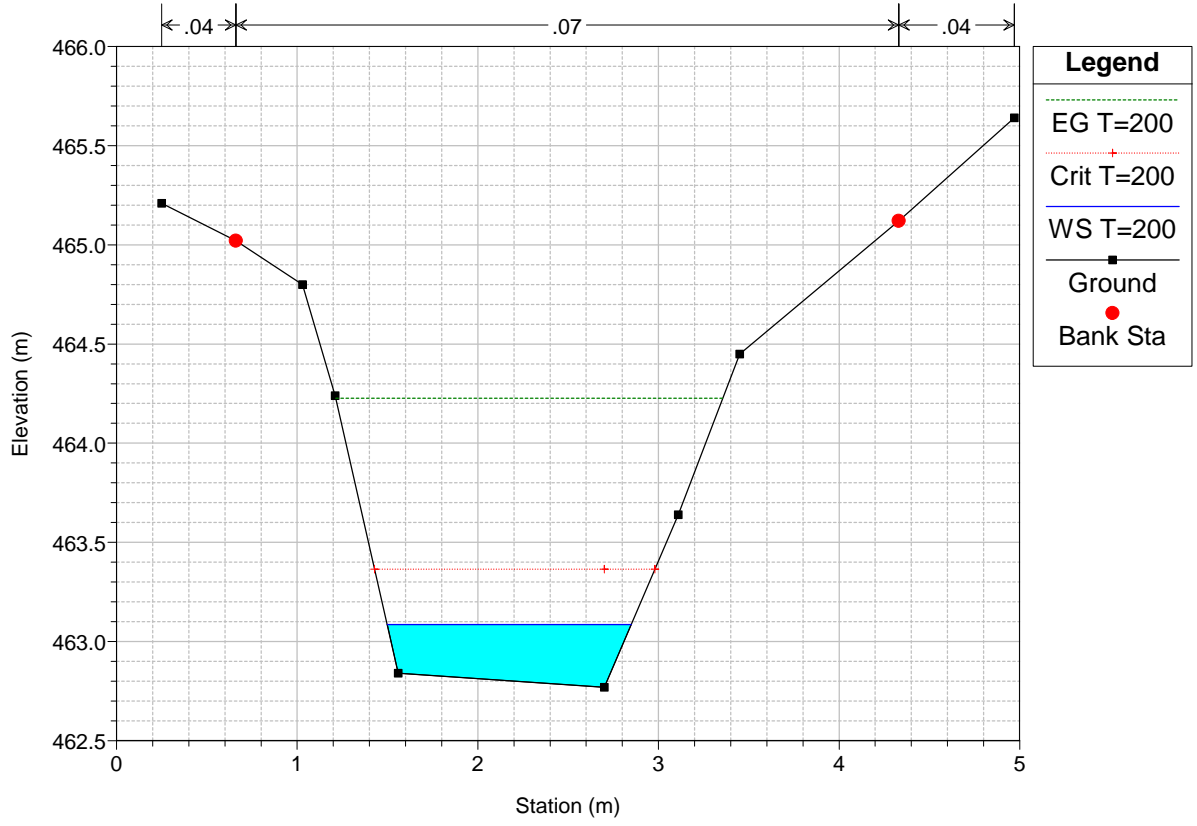
River = Vallone Reach = Tratto RS = 5 Sez. 5_v



VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

River = Vallone Reach = Tratto RS = 3 Sez. 3_v



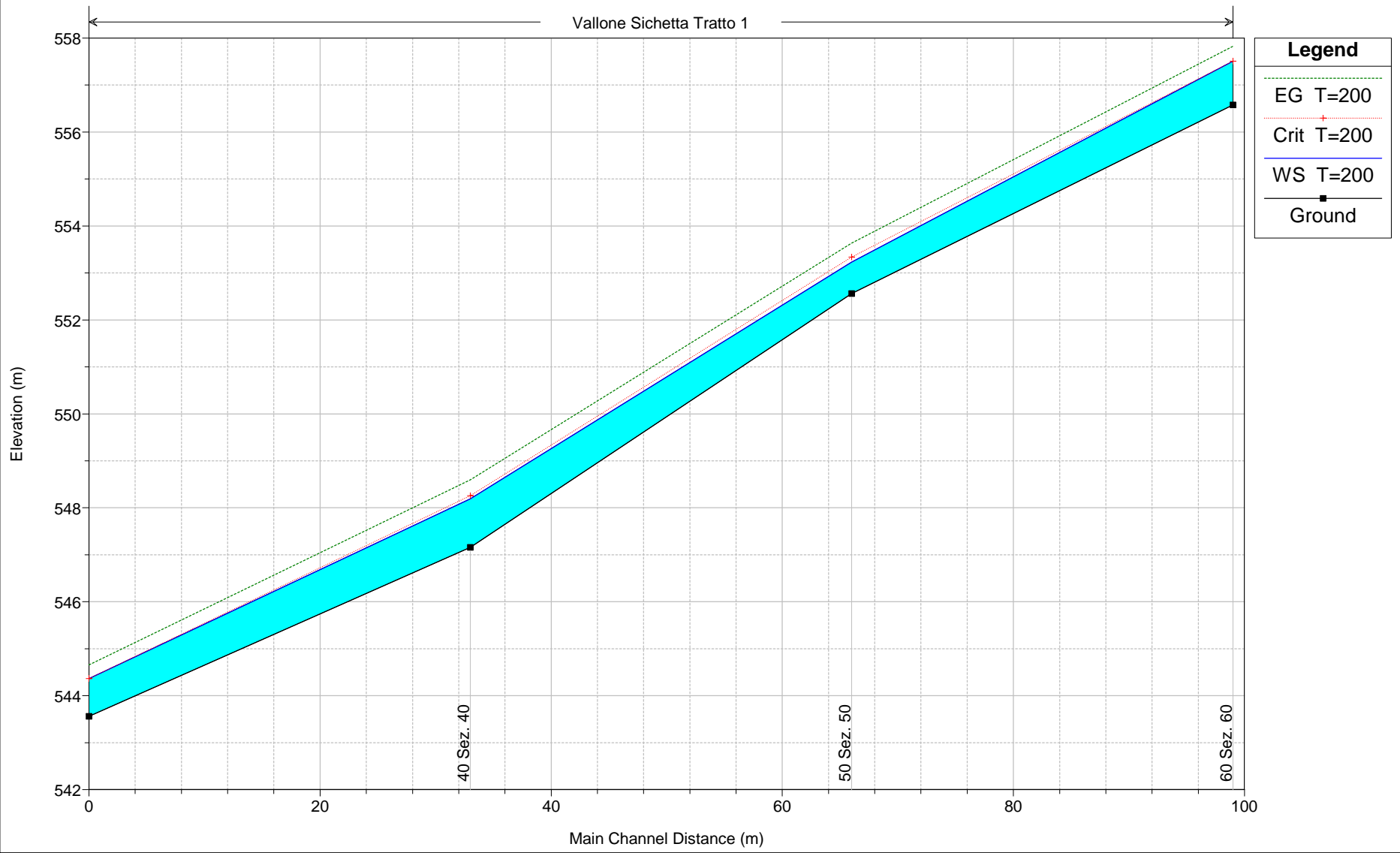
HEC-RAS Plan: 1 Profile: T=200

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Vallone Sichetta	Tratto 1	60	T=200	2.65	556.58	557.51	557.51	557.83	0.106972	2.51	1.06	1.65	1.00
Vallone Sichetta	Tratto 1	50	T=200	2.65	552.56	553.23	553.34	553.64	0.152362	2.82	0.94	2.07	1.34
Vallone Sichetta	Tratto 1	40	T=200	2.65	547.16	548.19	548.26	548.59	0.153375	2.81	0.94	1.59	1.16
Vallone Sichetta	Tratto 1	30	T=200	2.65	543.56	544.36	544.37	544.65	0.094113	2.38	1.11	1.97	1.01
Vallone	Tratto	9	T=200	1.66	465.54	466.11	466.11	466.32	0.029265	2.05	0.81	1.92	1.01
Vallone	Tratto	8	T=200	1.66	466.54	467.11	467.11	467.32	0.029377	2.05	0.81	1.92	1.01
Vallone	Tratto	6	T=200	1.66	465.15	465.78	465.78	465.99	0.029178	2.04	0.81	1.94	1.01
Vallone	Tratto	5.3											
Vallone	Tratto	5	T=200	1.66	465.23	465.85	465.91	466.14	0.045521	2.41	0.69	1.84	1.26
Vallone	Tratto	3	T=200	1.66	462.77	463.09	463.37	464.23	0.931418	4.73	0.35	1.35	2.96
Affluente	Ruscello	8	T=200	0.99	574.20	574.82	574.82	574.98	0.031788	1.77	0.56	1.78	1.01
Affluente	Ruscello	7.2	T=200	0.99	565.73	565.96	566.34	569.93	2.241720	8.82	0.11	0.79	7.47
Affluente	Ruscello	7.1											
Affluente	Ruscello	7	T=200	0.99	565.70	566.06	566.24	566.74	0.222220	3.65	0.27	1.32	2.57
Affluente	Ruscello	6	T=200	0.99	557.23	557.65	557.86	558.43	0.238973	3.93	0.25	1.07	2.58

VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

Geom: Ante_Intervento

Vallone Sichetta Tratto 1

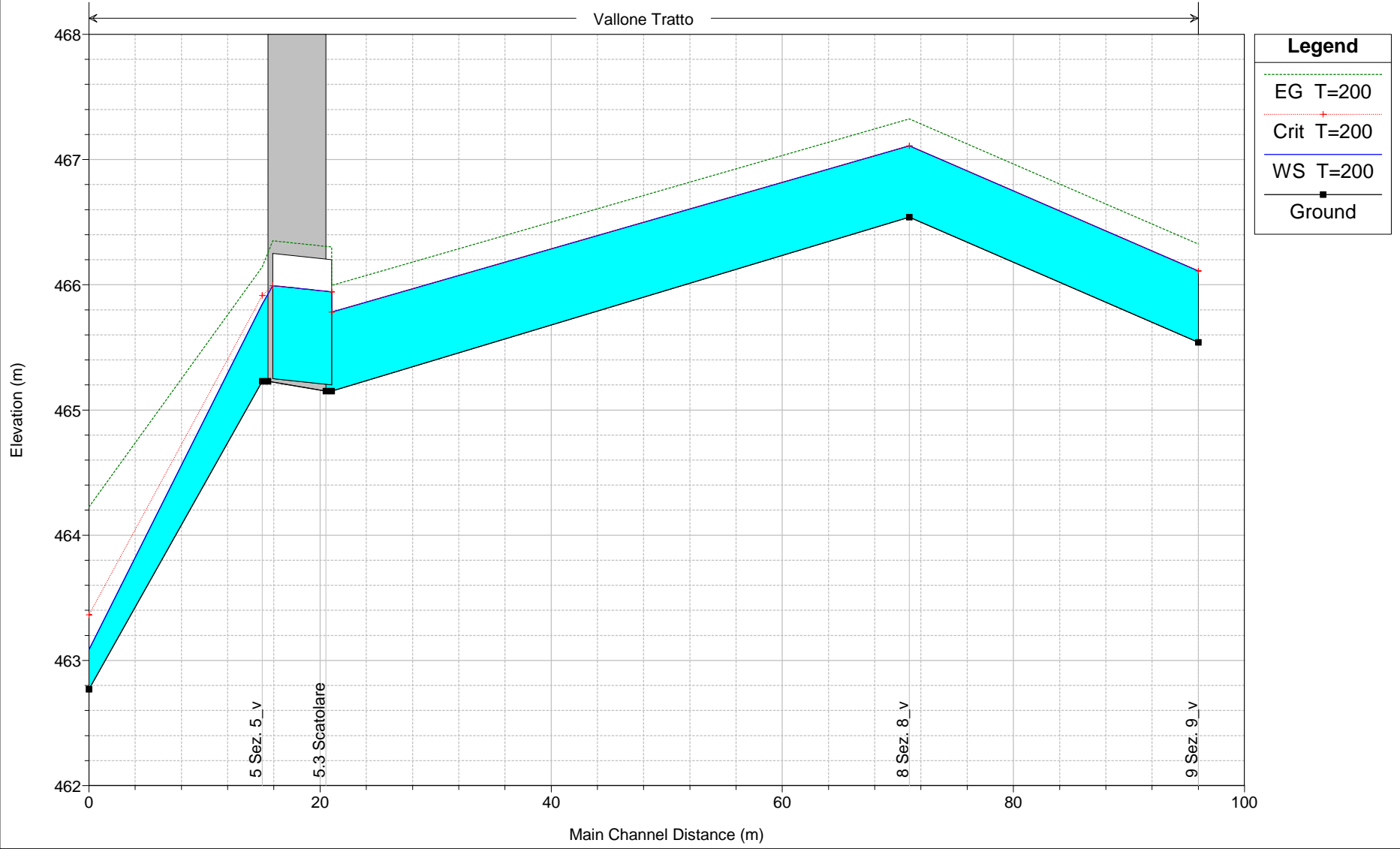


Legend

- EG T=200
- Crit T=200
- WS T=200
- Ground

VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

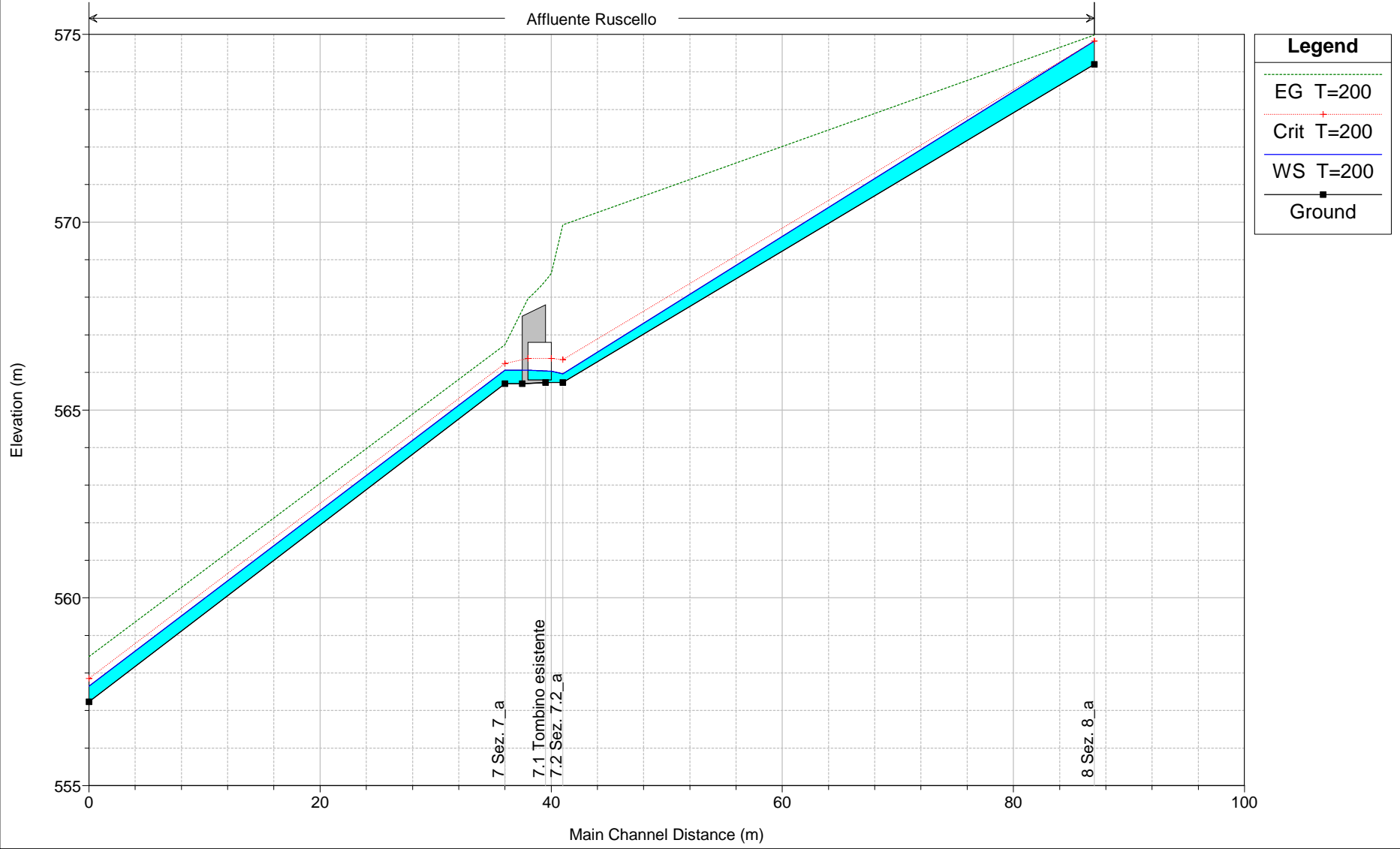
Geom: Ante_Intervento



Legend	
---	EG T=200
-.-.-	Crit T=200
---	WS T=200
■	Ground

VERIFICA VALLONI Plan: Plan 03

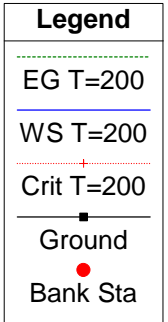
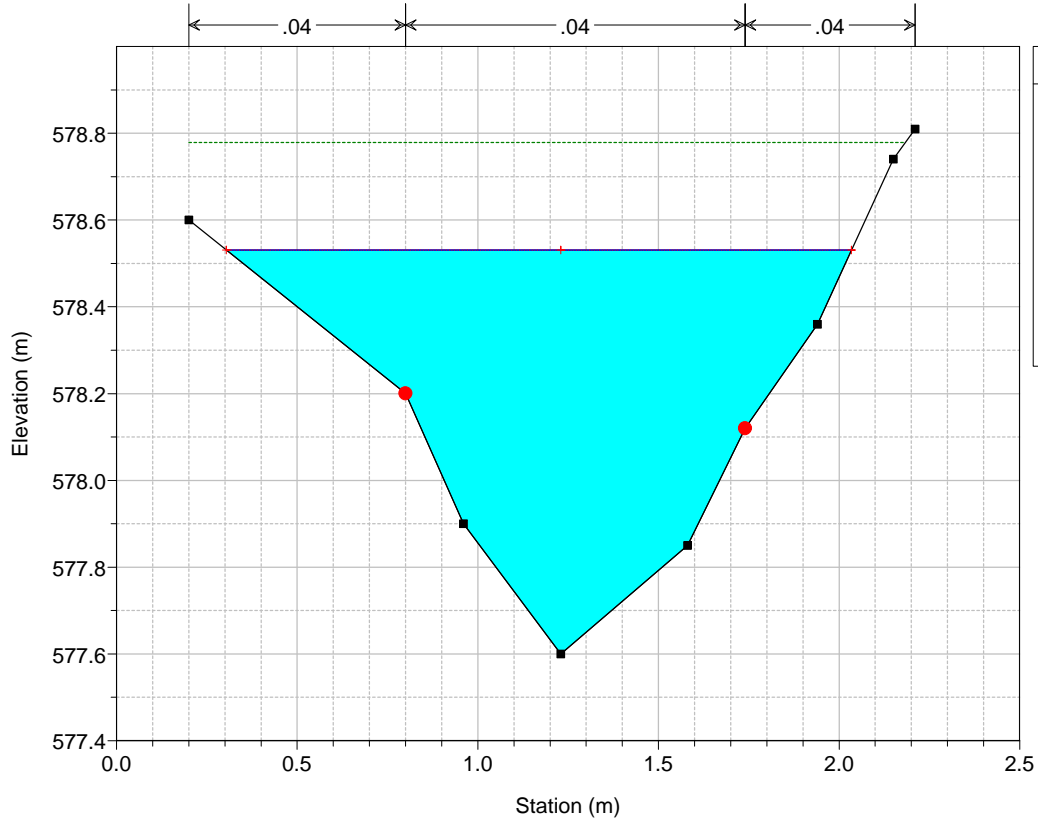
Geom: Ante_Intervento



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

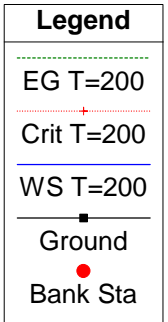
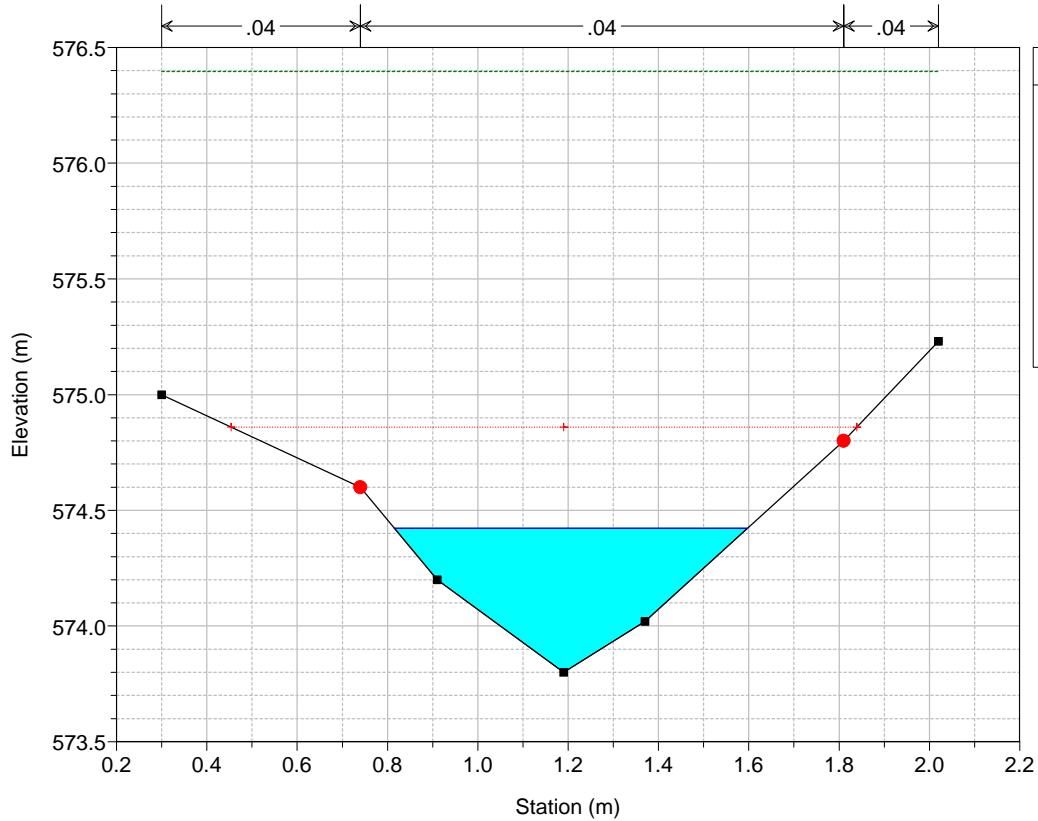
River = Vallone Reach = Tratto_ante immi RS = 3 Sez. 3_v



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

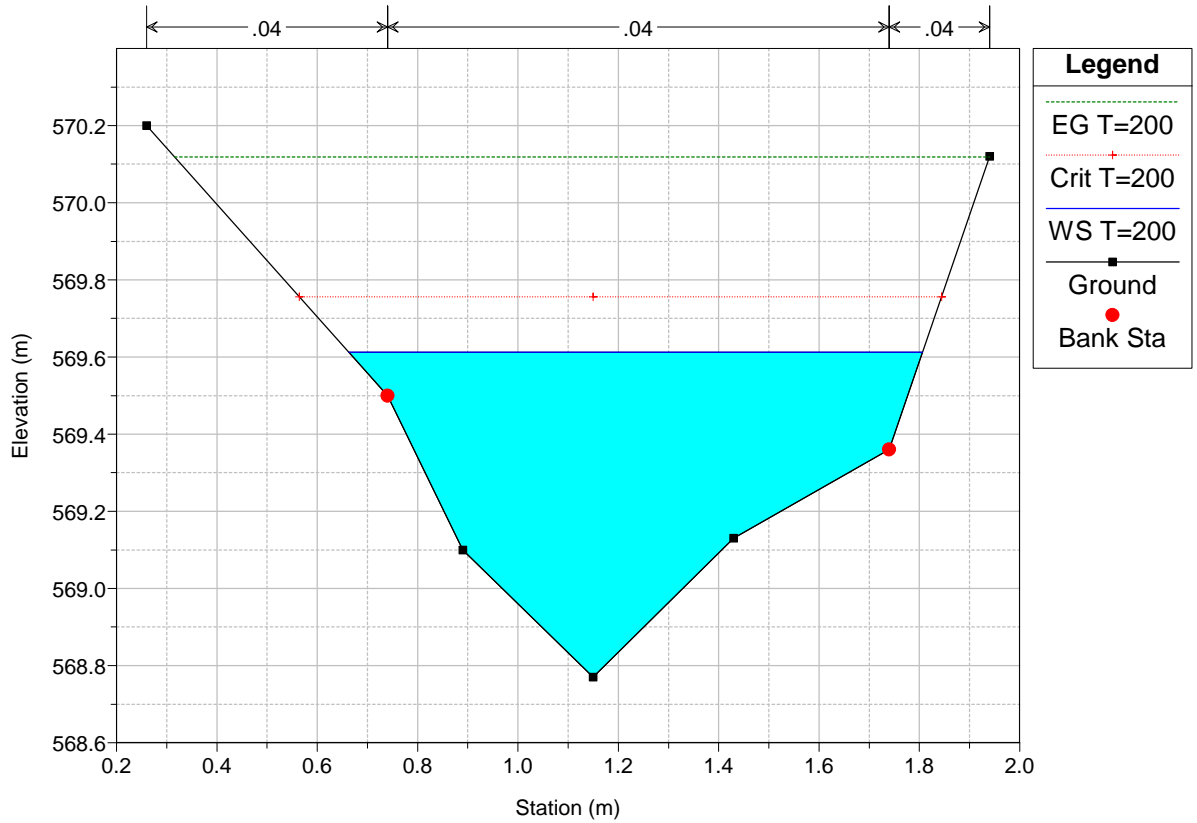
River = Vallone Reach = Tratto_ante immi RS = 2 Sez. 2_v



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

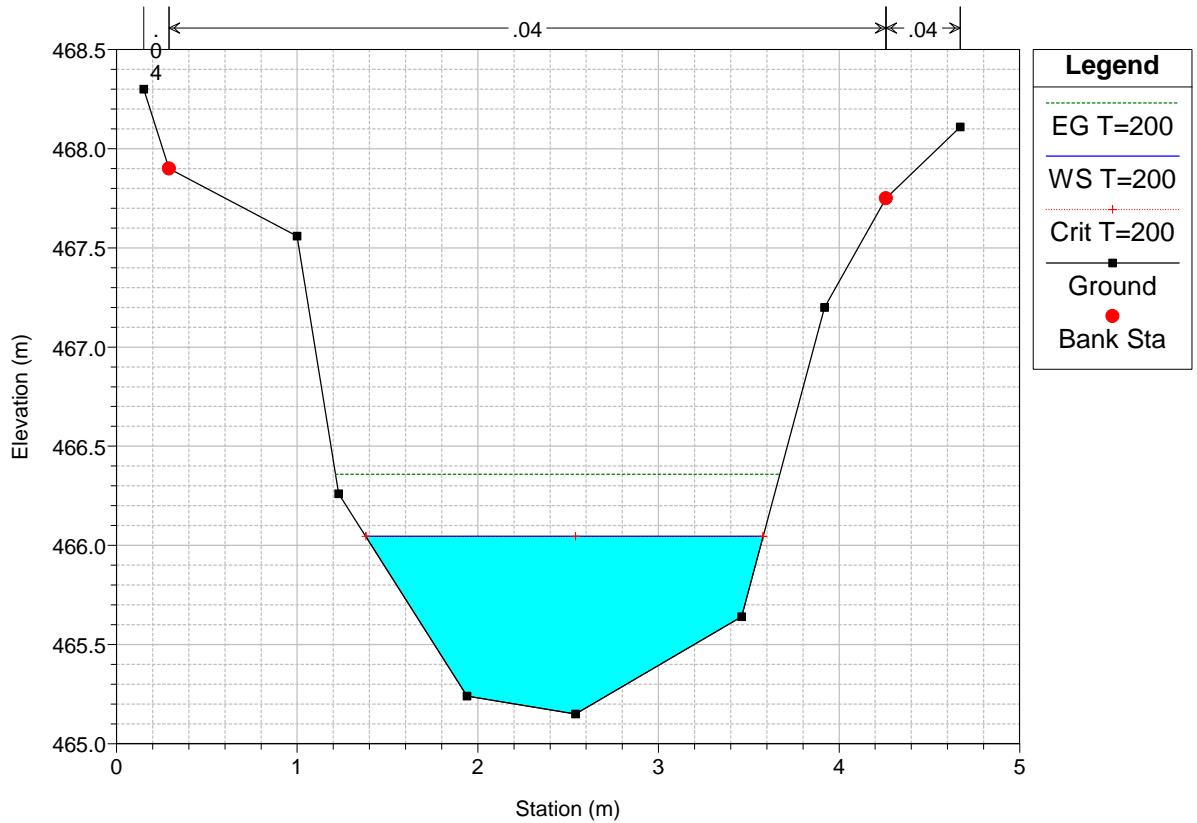
River = Vallone Reach = Tratto_ante immi RS = 1 Sez. 1_v



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

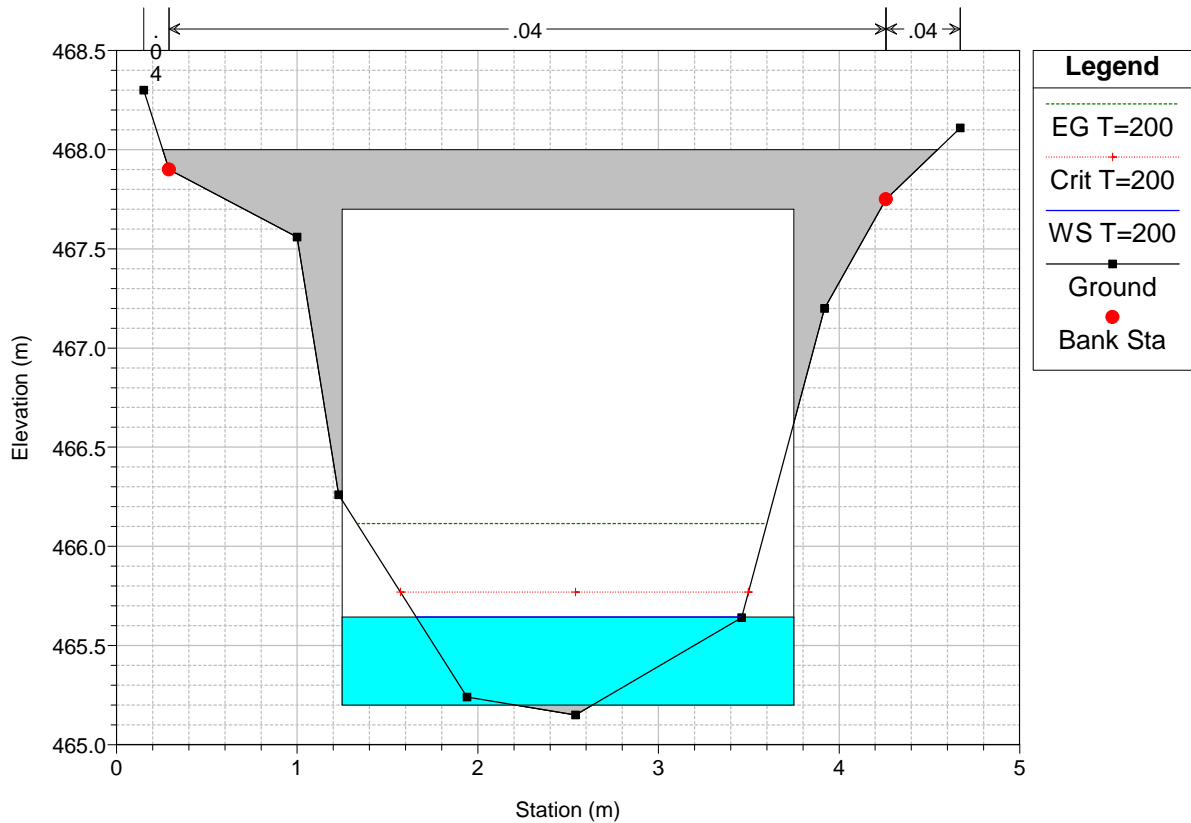
River = Vallone Reach = Tratto_Post immi RS = 6 Sez. 6_v



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

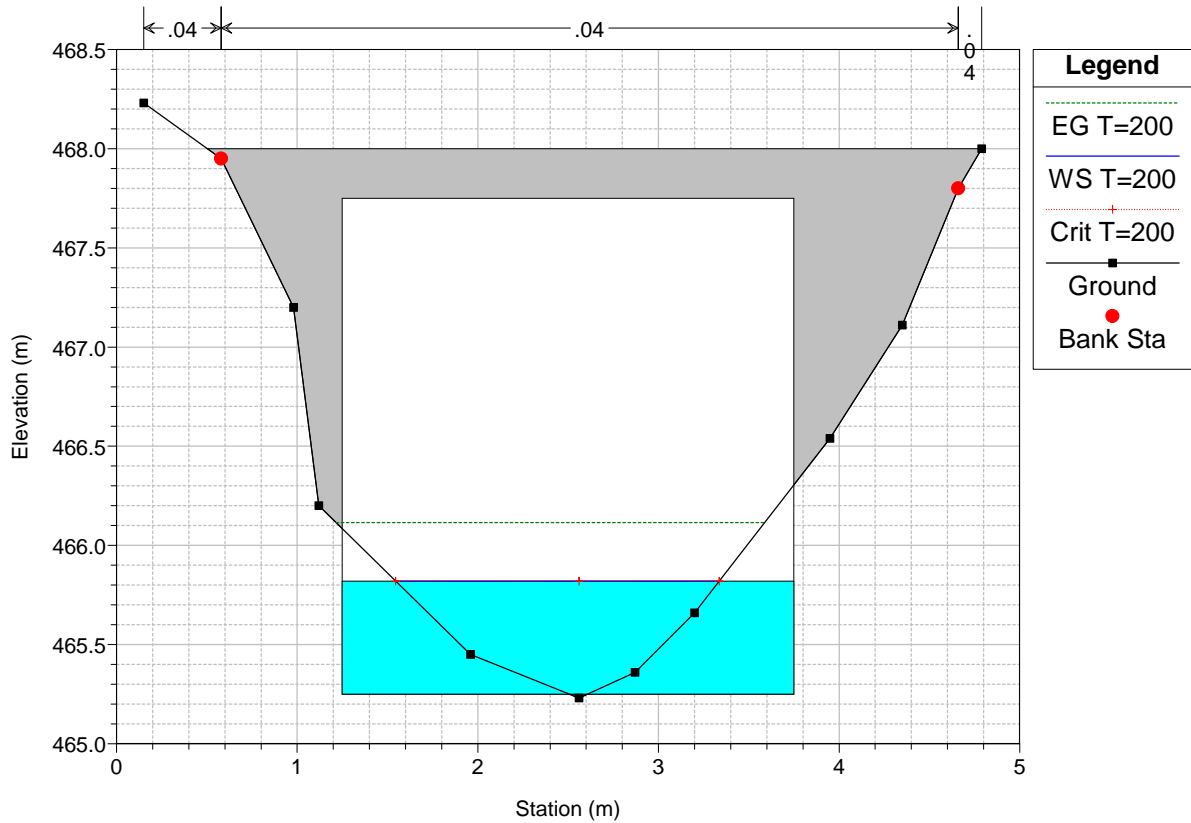
River = Vallone Reach = Tratto_Post immi RS = 5.3 Culv Scatolare



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

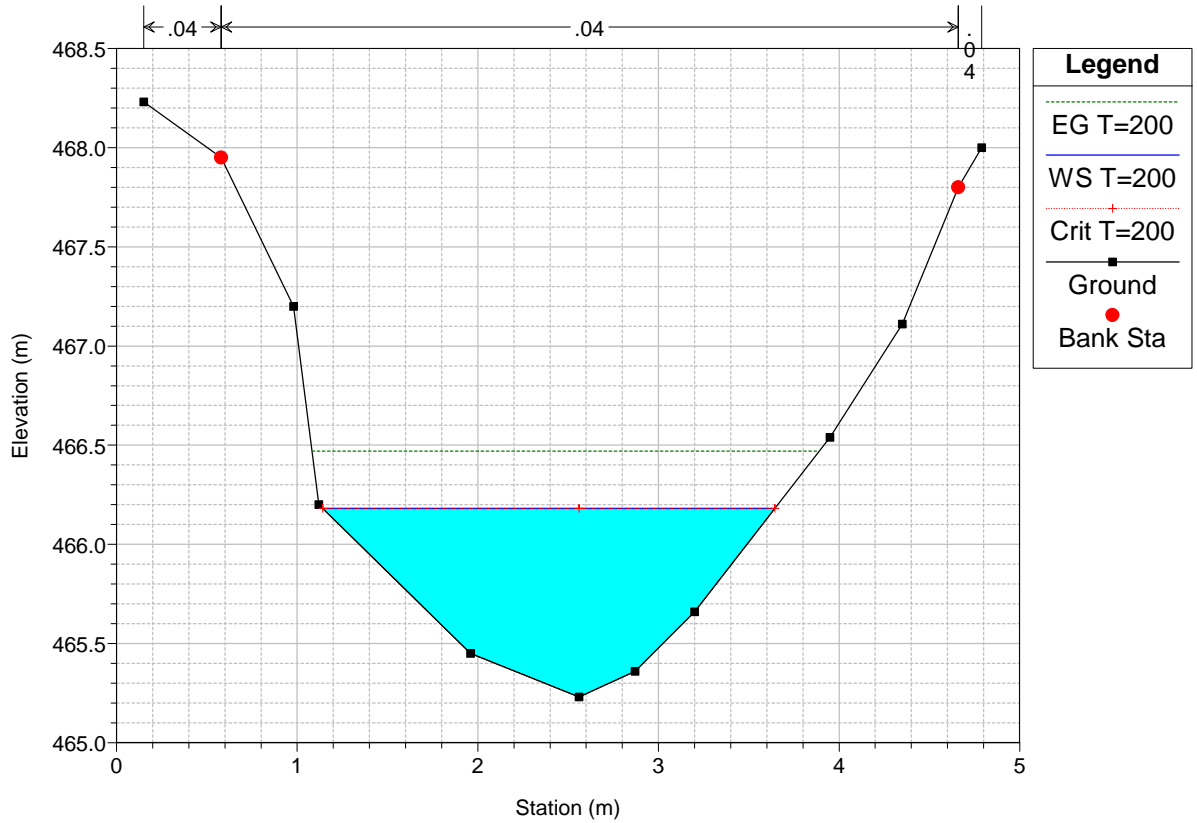
River = Vallone Reach = Tratto_Post immi RS = 5.3 Culv Scatolare



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

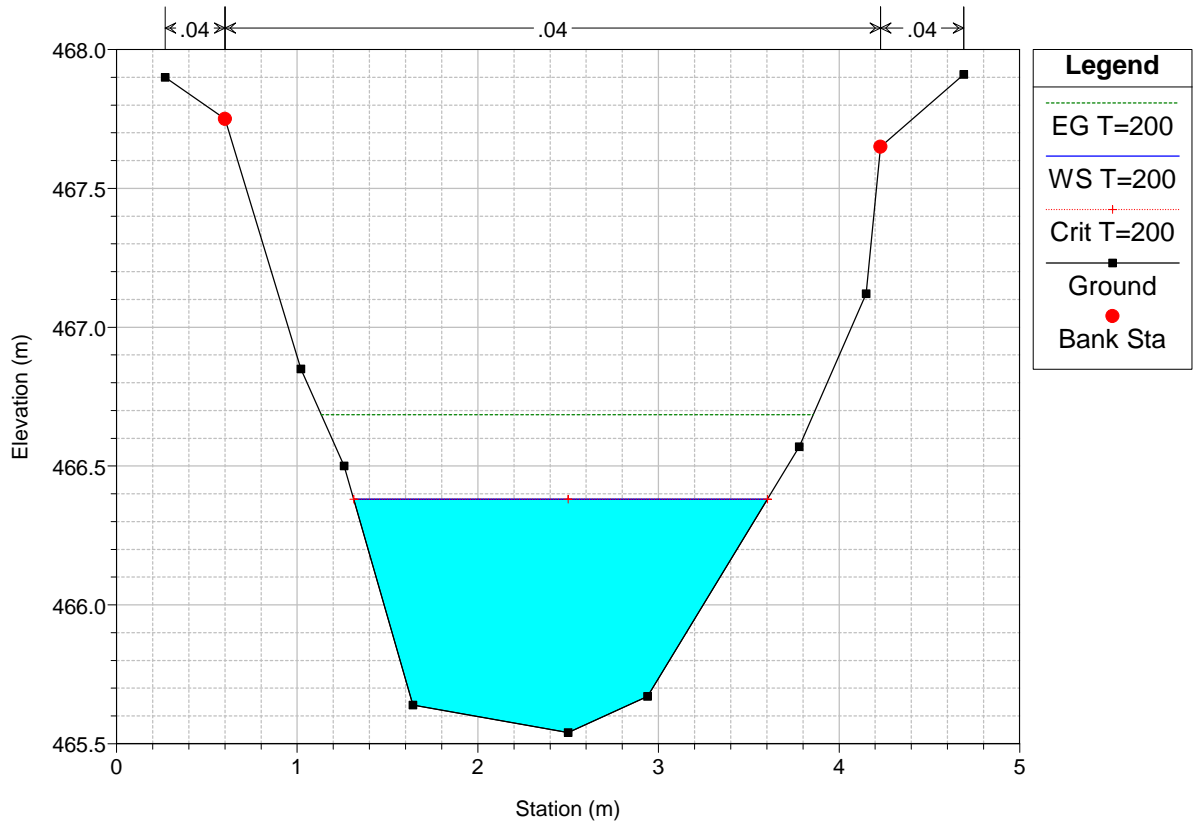
River = Vallone Reach = Tratto_Post immi RS = 5 Sez. 5_v



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

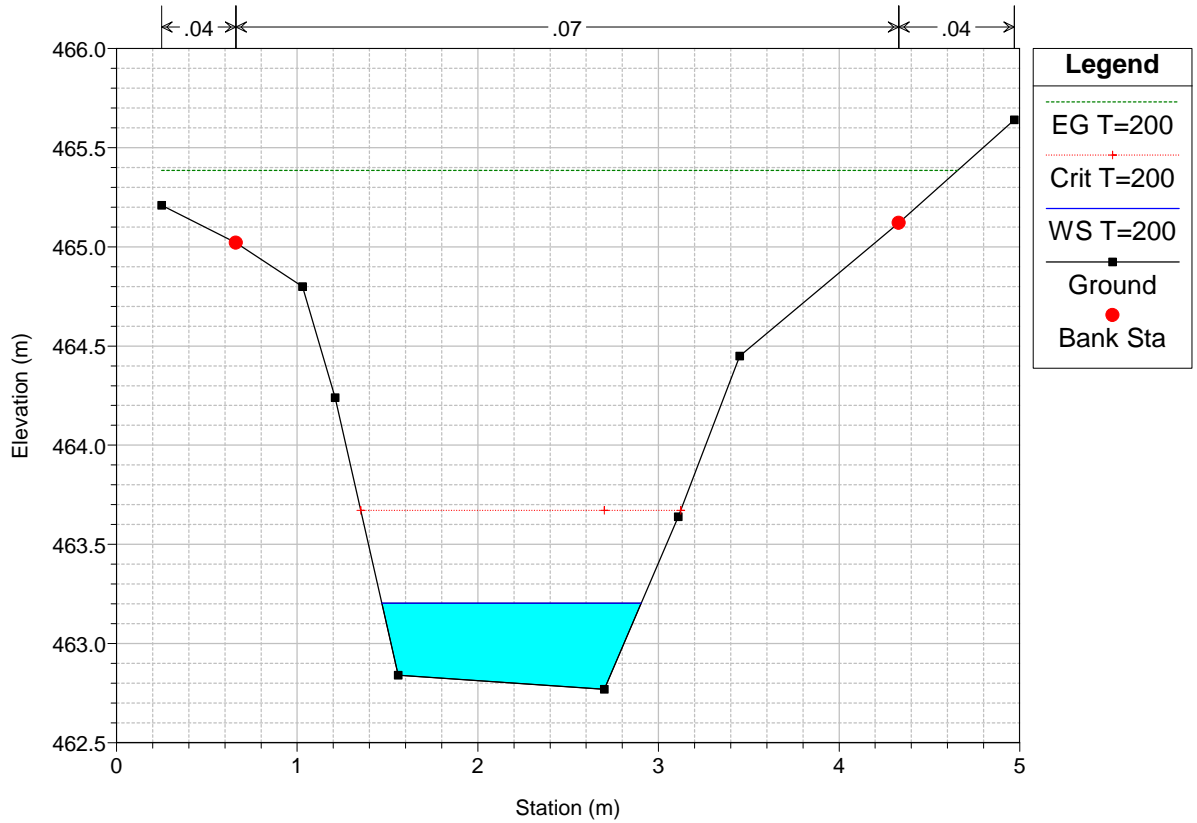
River = Vallone Reach = Tratto_Post immi RS = 4 Sez. 4_v



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

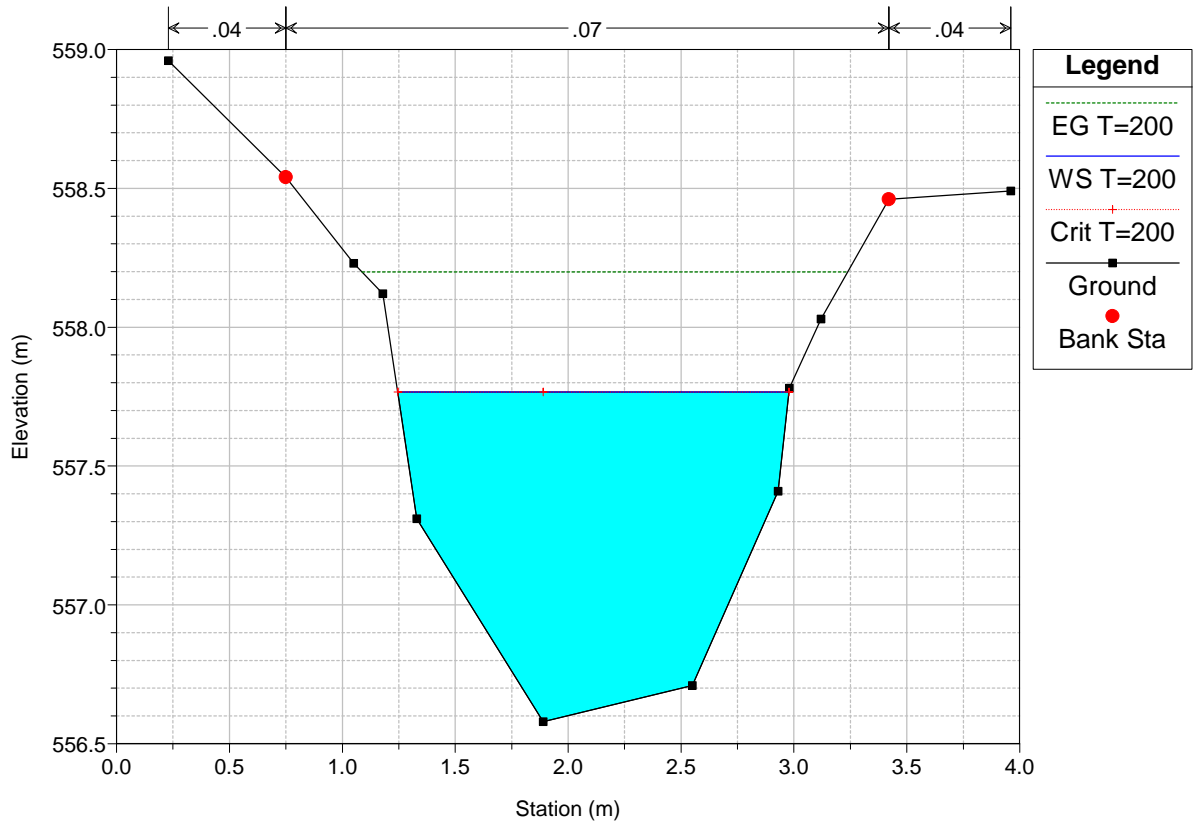
River = Vallone Reach = Tratto_Post immi RS = 3 Sez. 3_v



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

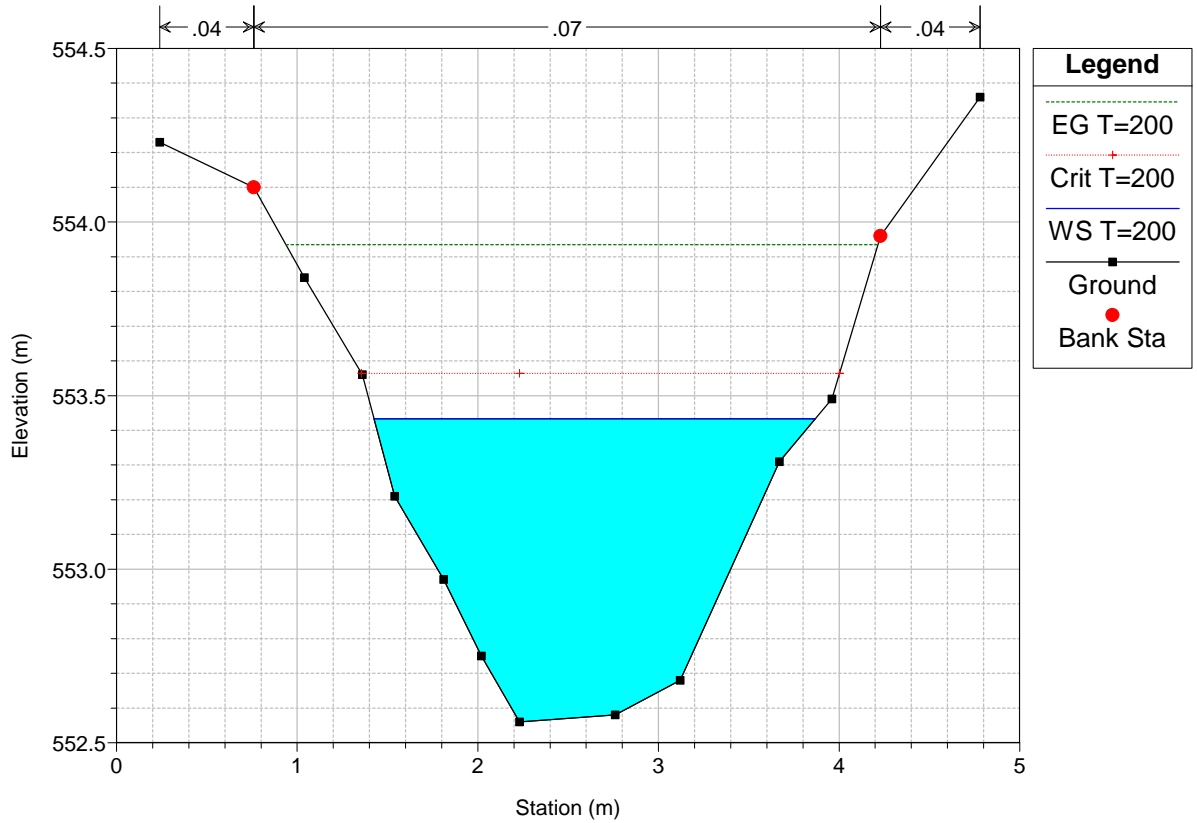
River = Vallone Sichetta Reach = Tratto 1 RS = 60 Sez. 60



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

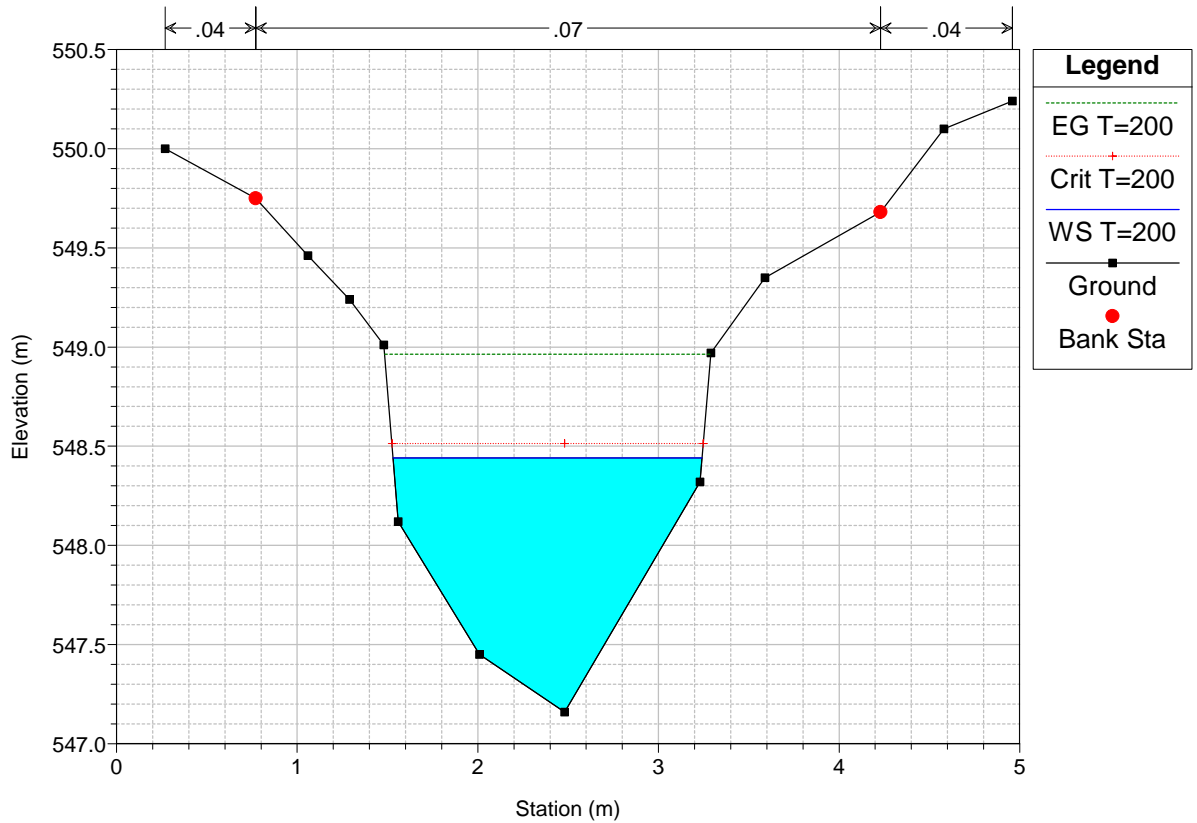
River = Vallone Sichetta Reach = Tratto 1 RS = 50 Sez. 50



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

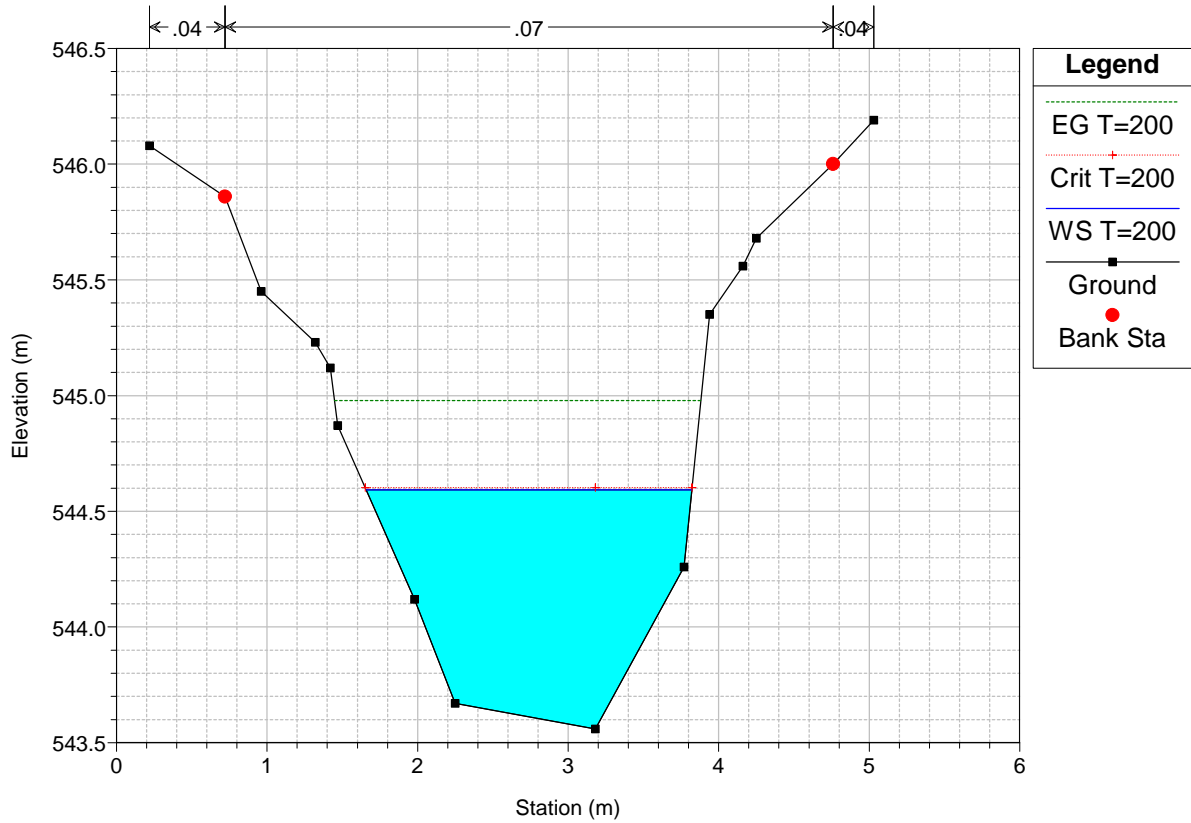
River = Vallone Sichetta Reach = Tratto 1 RS = 40 Sez. 40



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

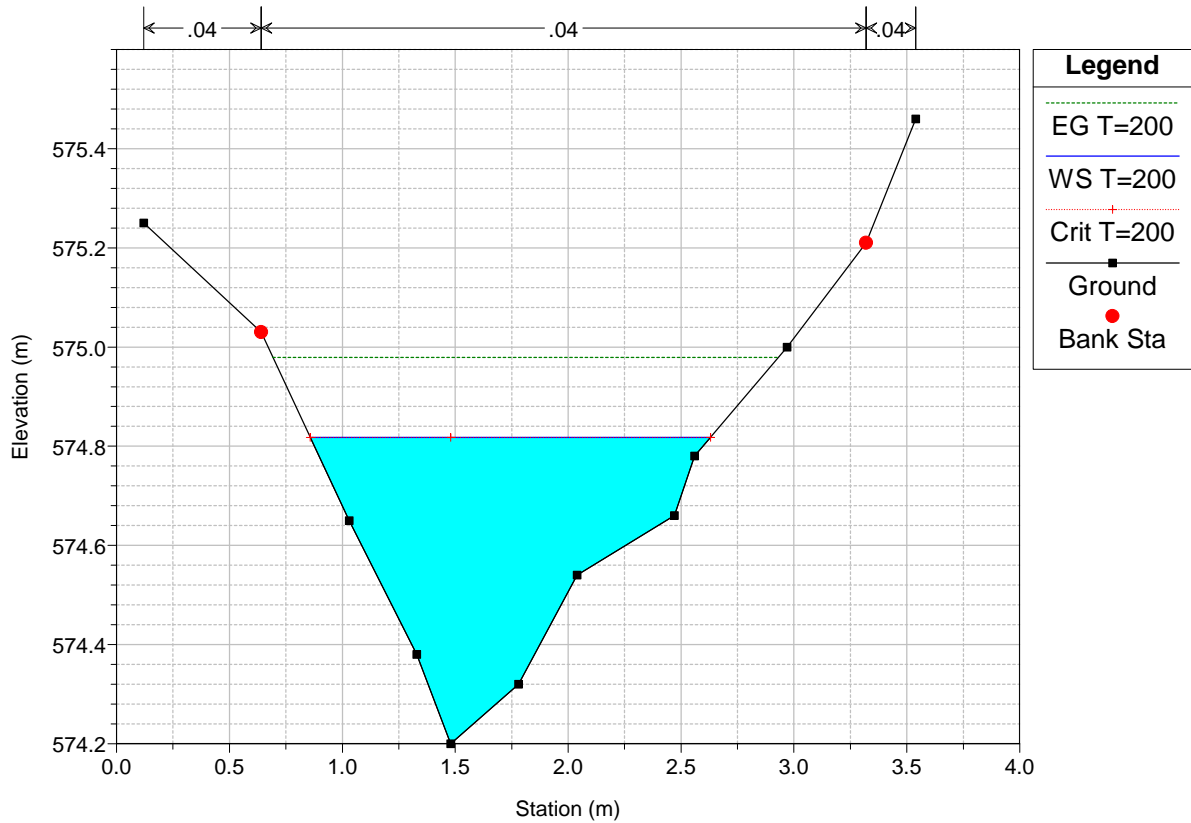
River = Vallone Sichetta Reach = Tratto 1 RS = 30 Sez. 30



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

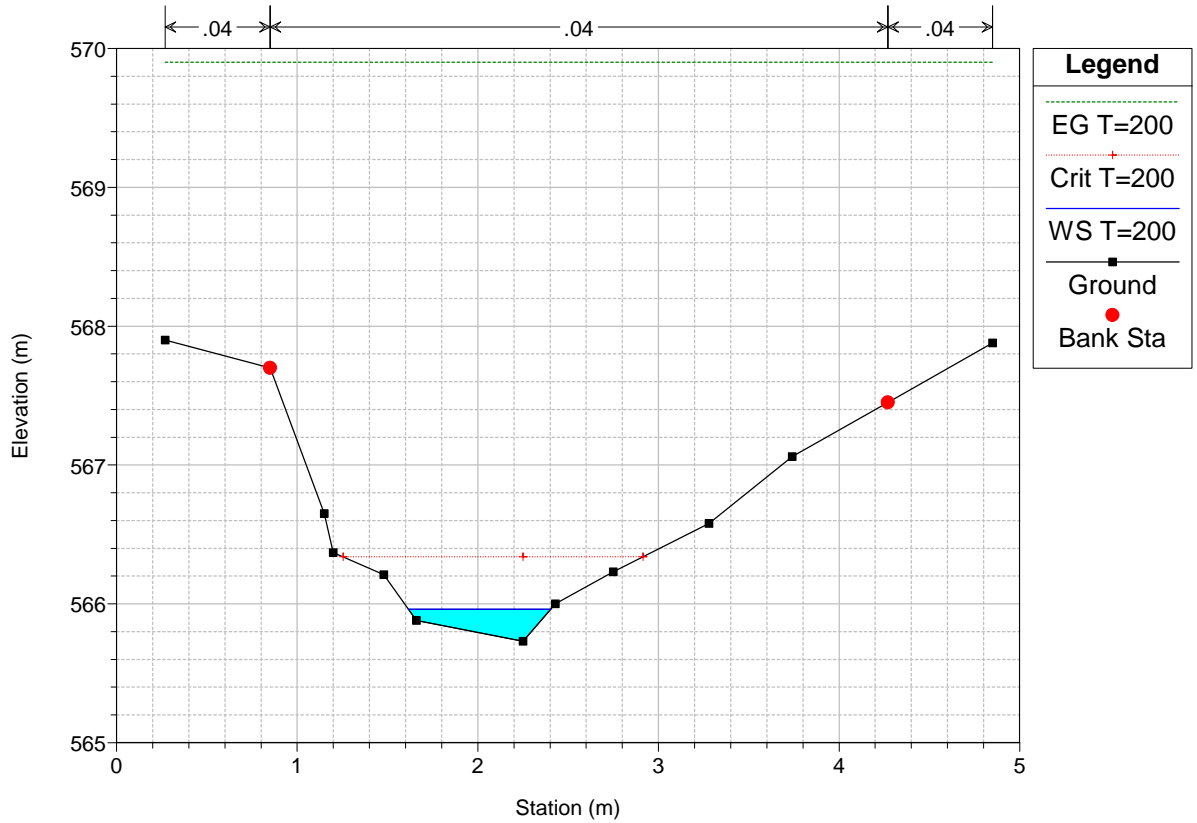
River = Affluente Reach = Ruscello RS = 8 Sez. 8_a



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

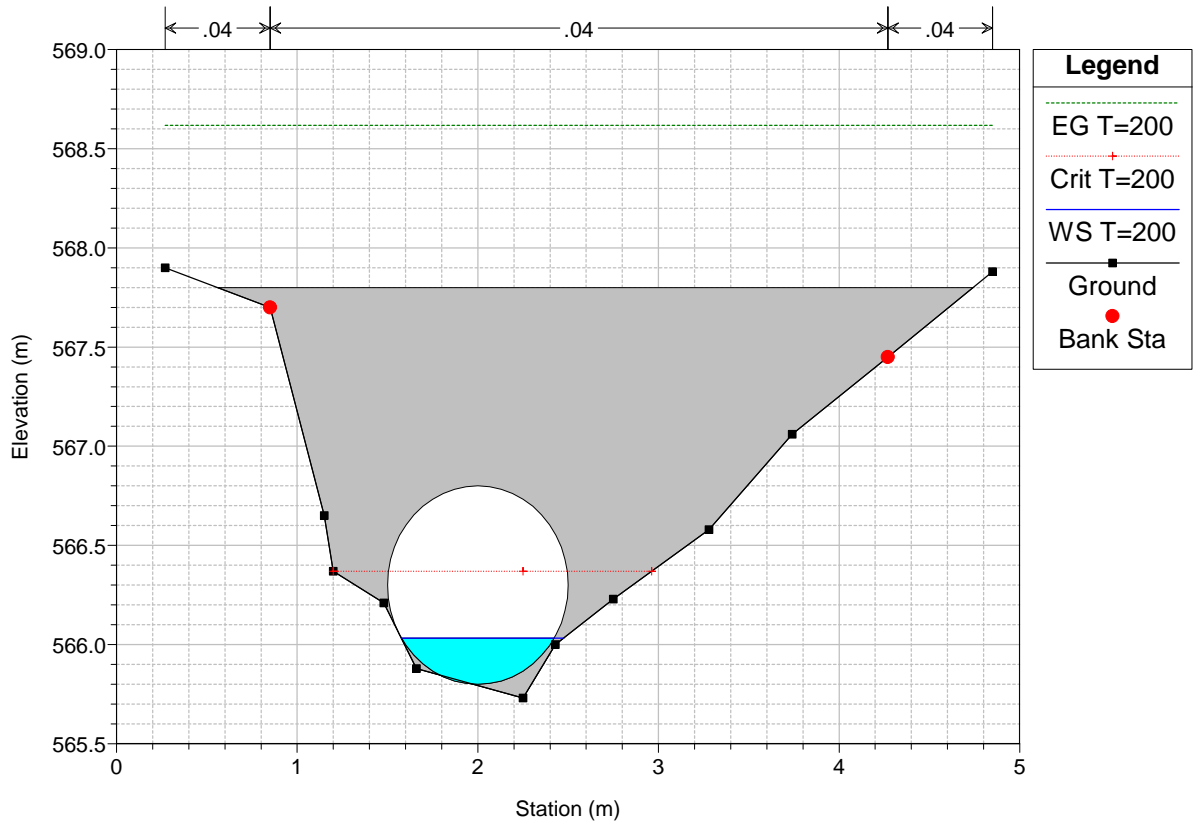
River = Affluente Reach = Ruscello RS = 7.2 Sez. 7.2_a



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

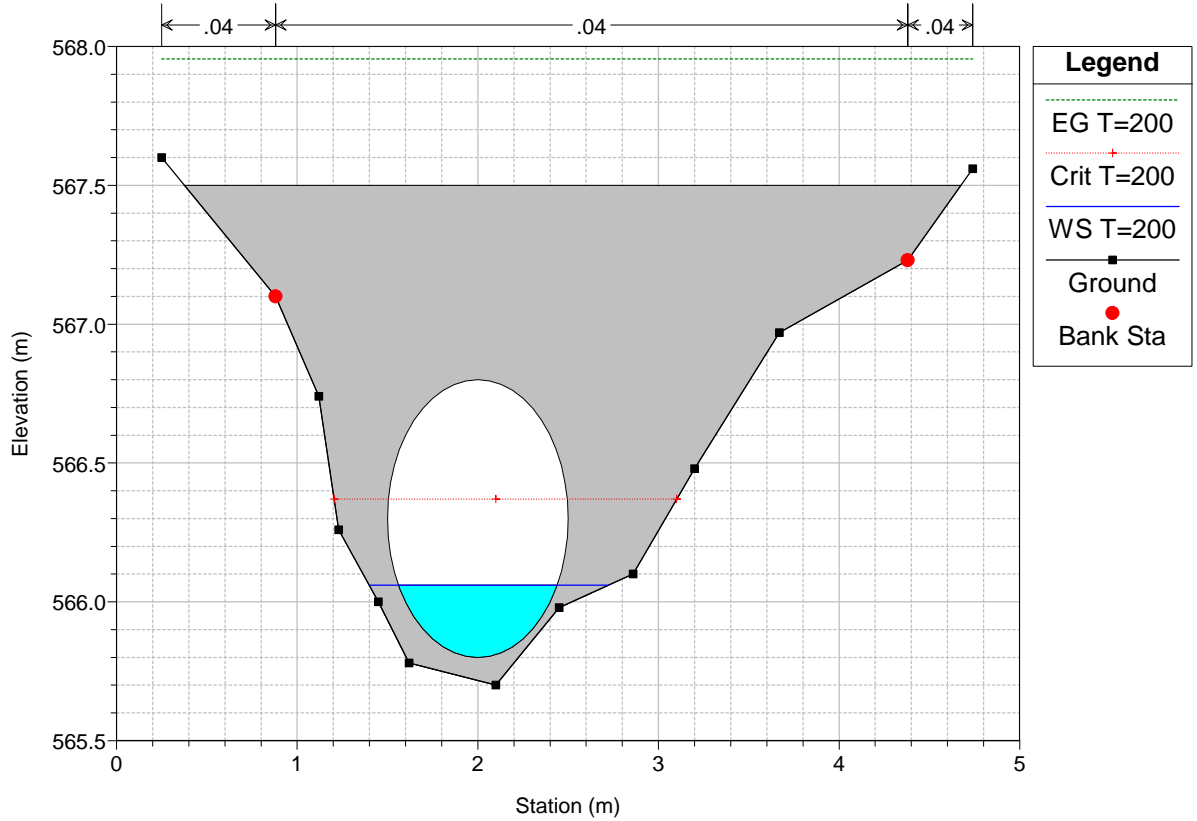
River = Affluente Reach = Ruscello RS = 7.1 Culv Tombino esistente



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

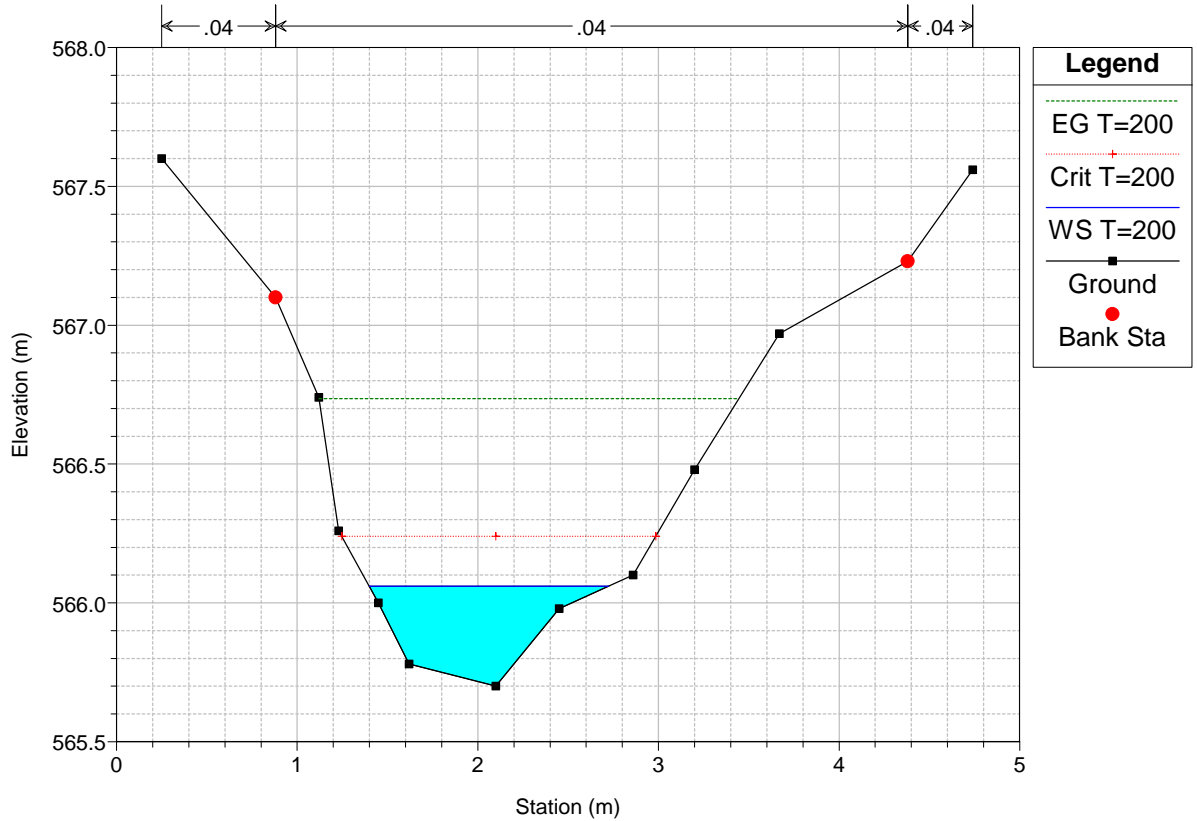
River = Affluente Reach = Ruscello RS = 7.1 Culv Tombino esistente



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

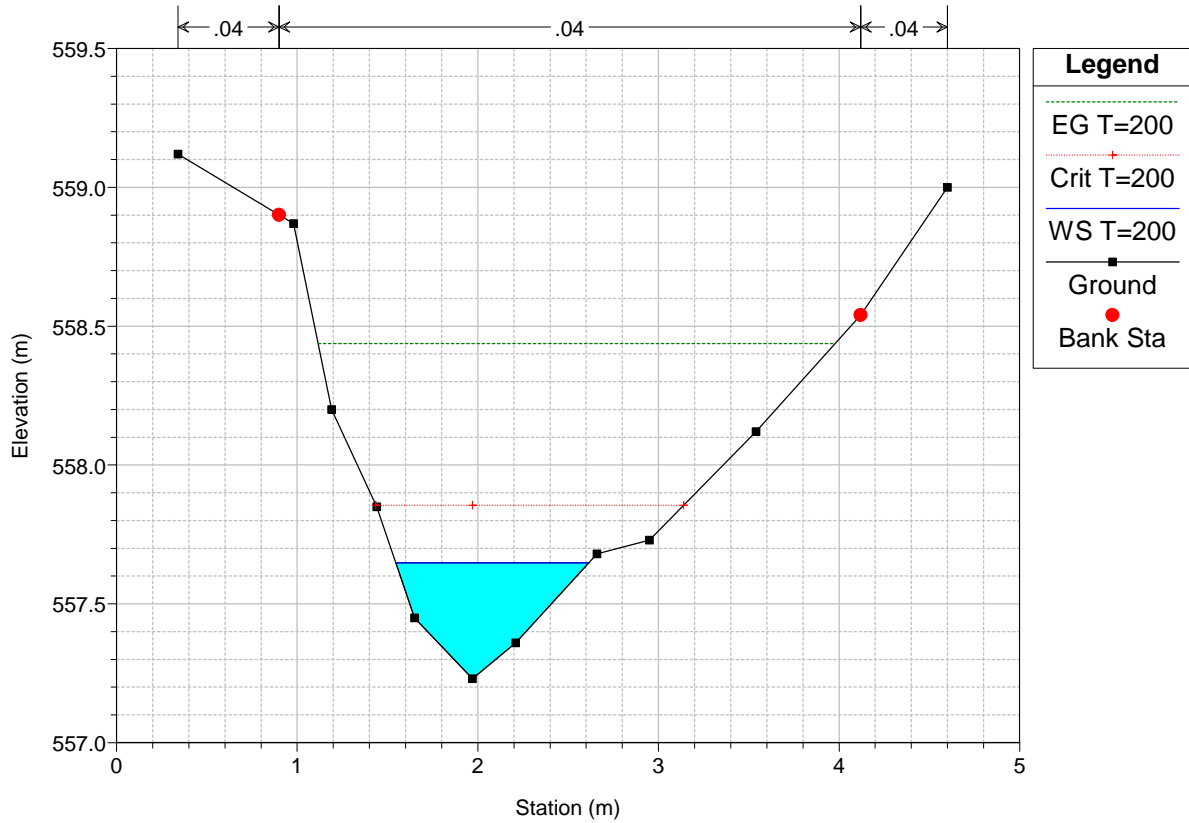
River = Affluente Reach = Ruscello RS = 7 Sez. 7_a



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

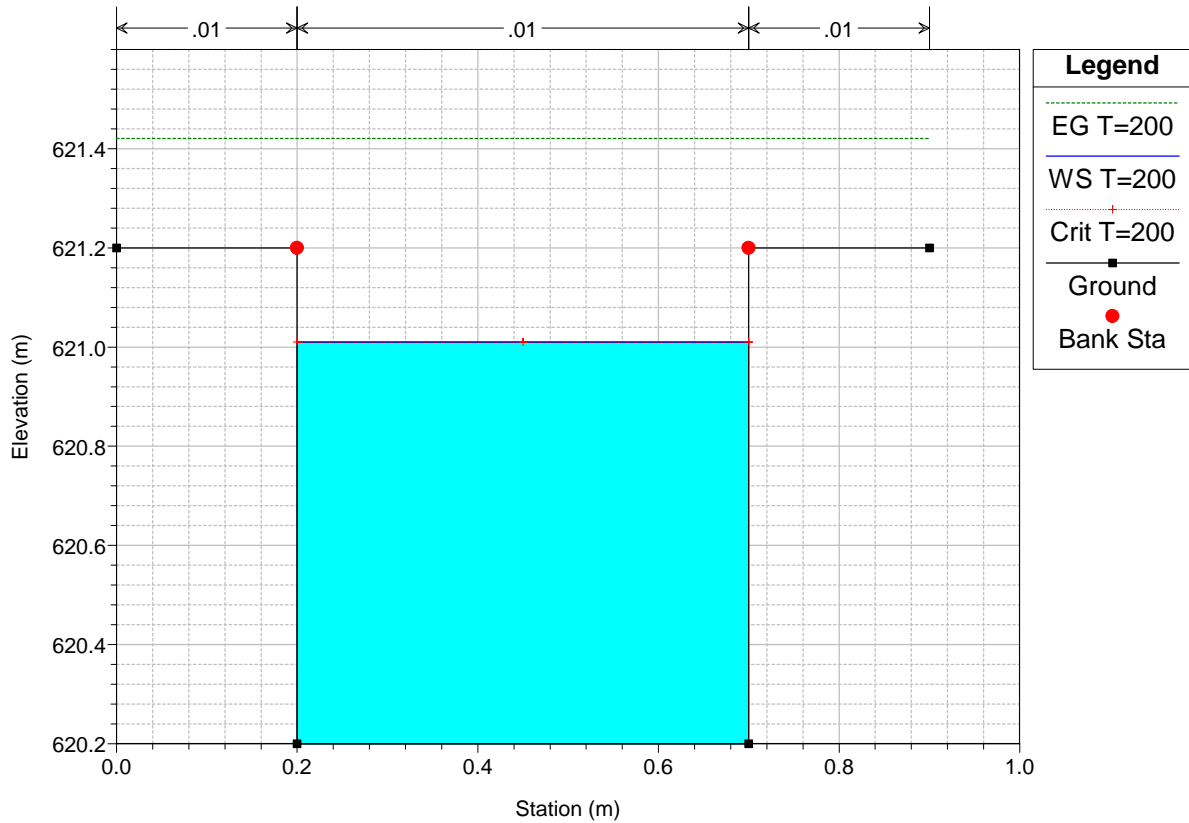
River = Affluente Reach = Ruscello RS = 6 Sez. 6_a



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

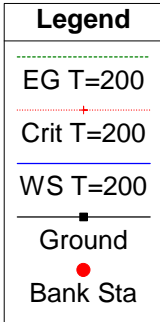
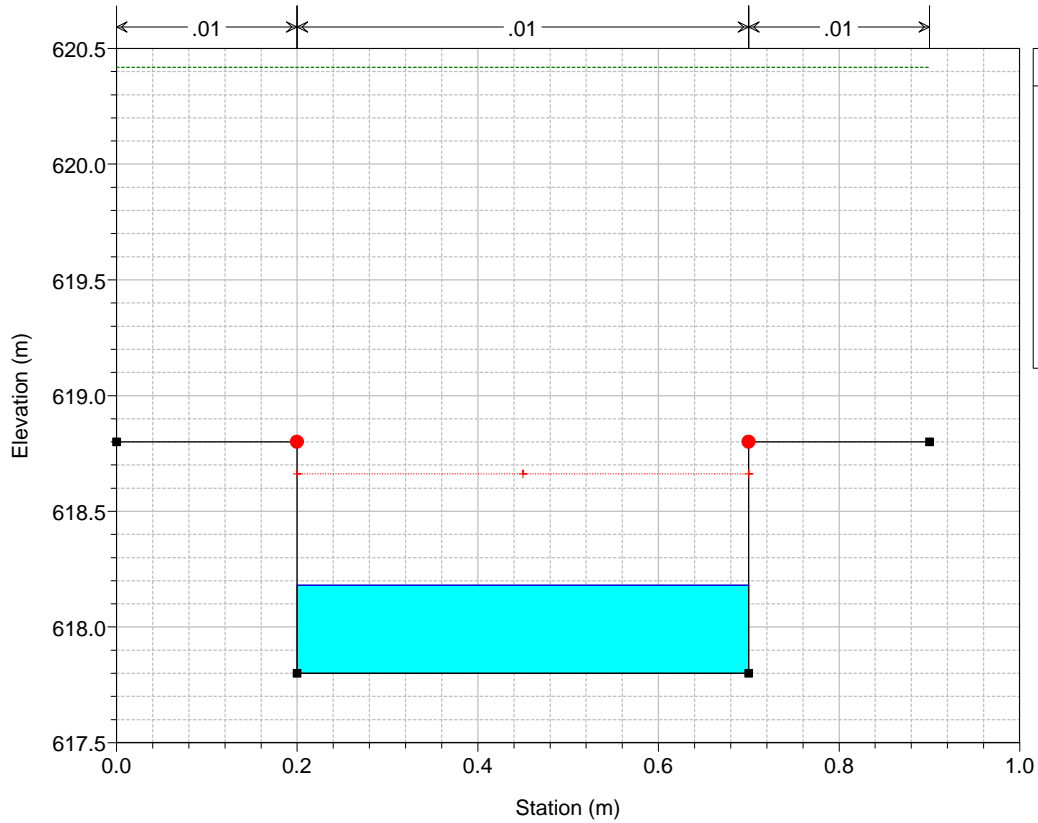
River = Canale_cls Reach = Fosso di guardia RS = 20 Sez. 20



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

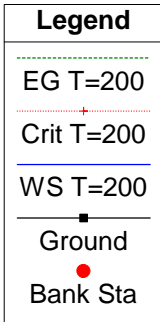
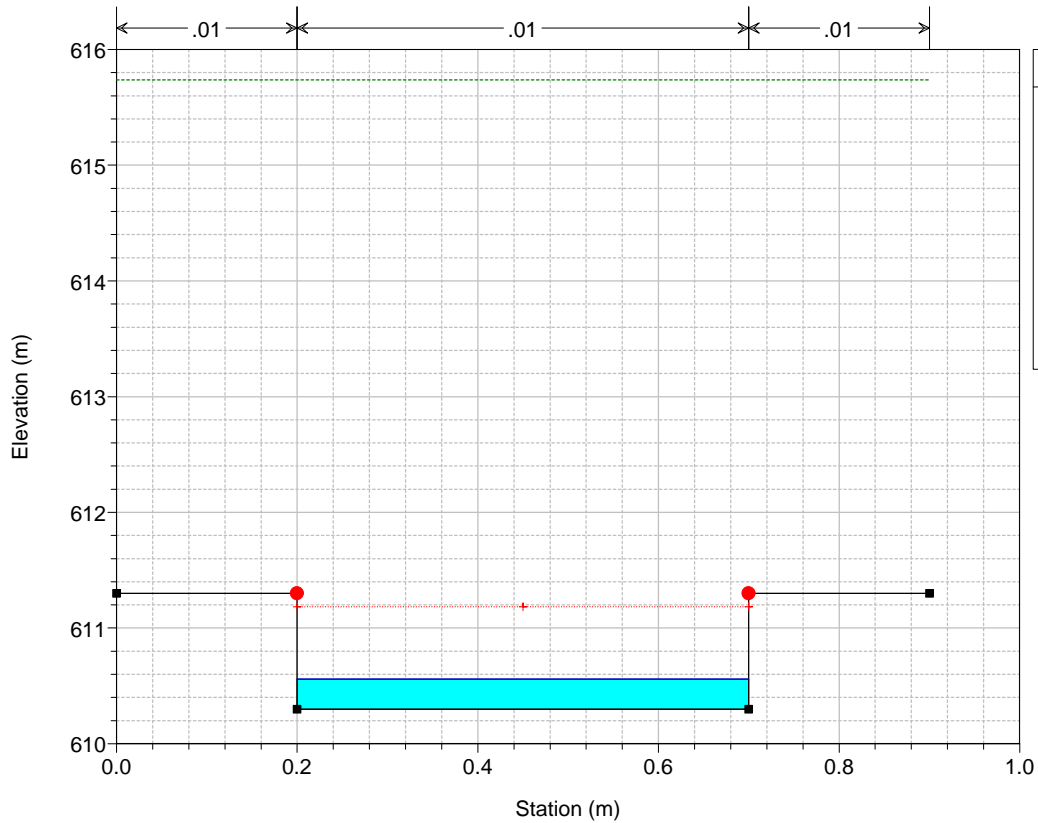
River = Canale_cls Reach = Fosso di guardia RS = 19 Sez. 19



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

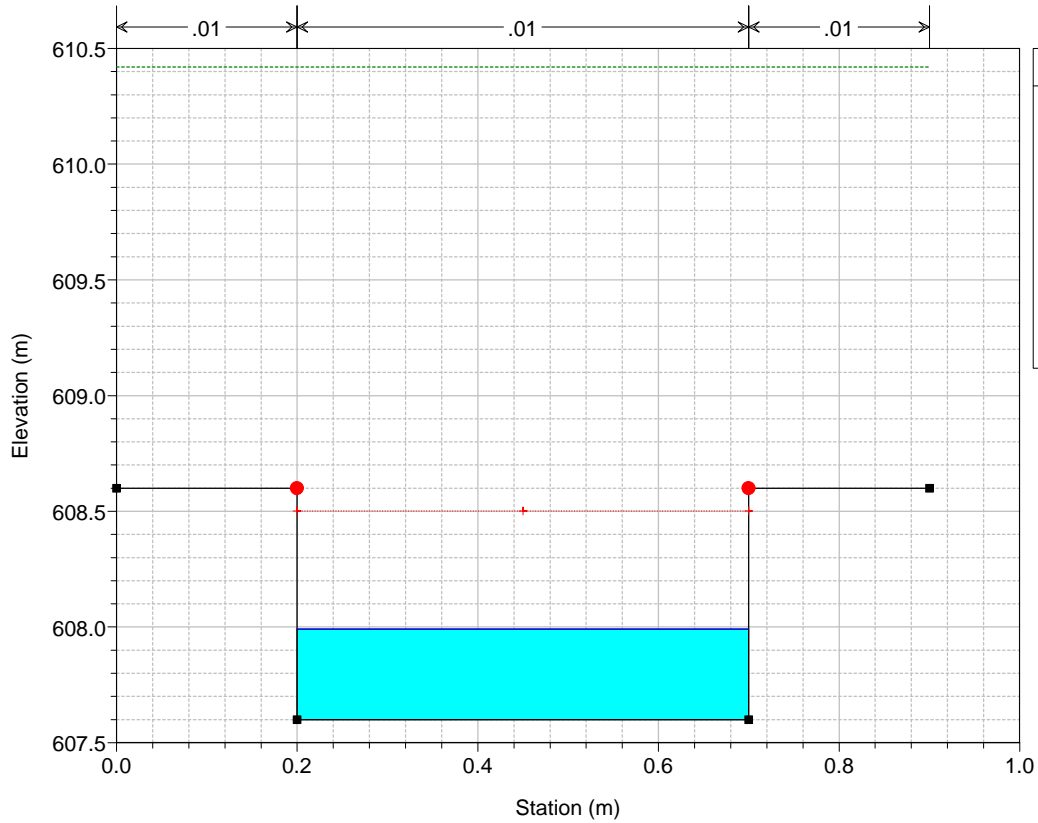
River = Canale_cls Reach = Fosso di guardia RS = 18 Sez. 18



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

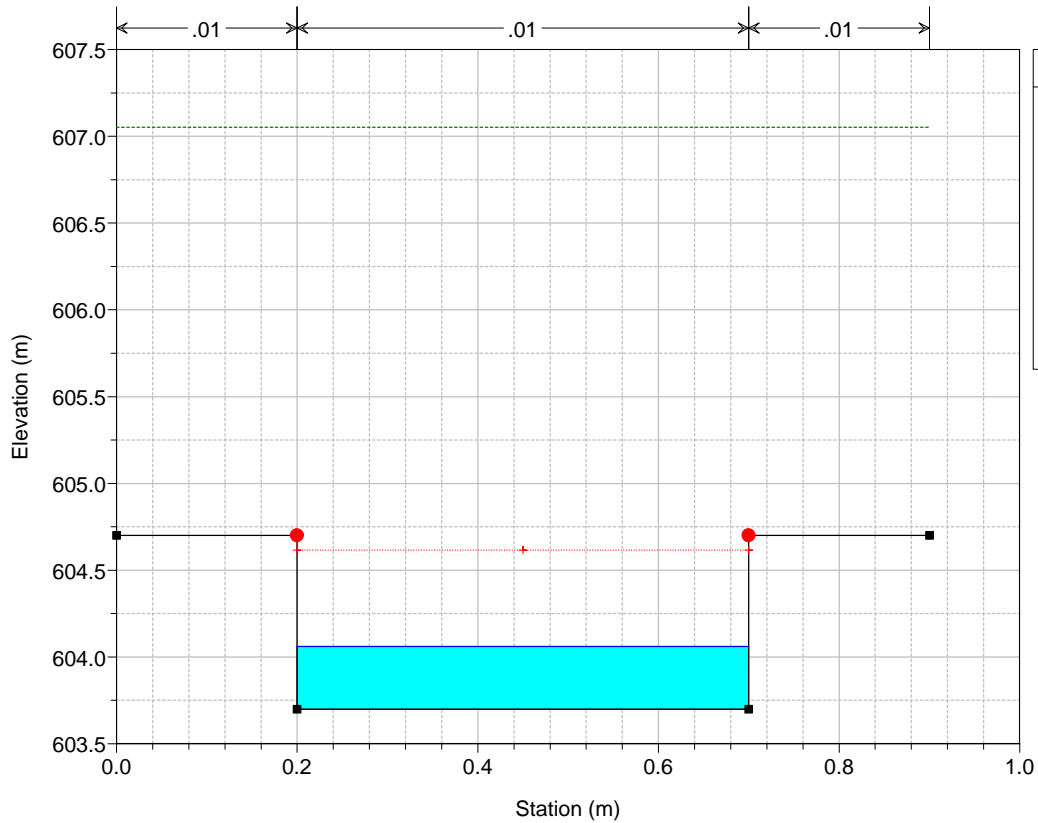
River = Canale_cls Reach = Fosso di guardia RS = 17 Sez. 17



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

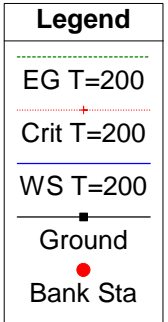
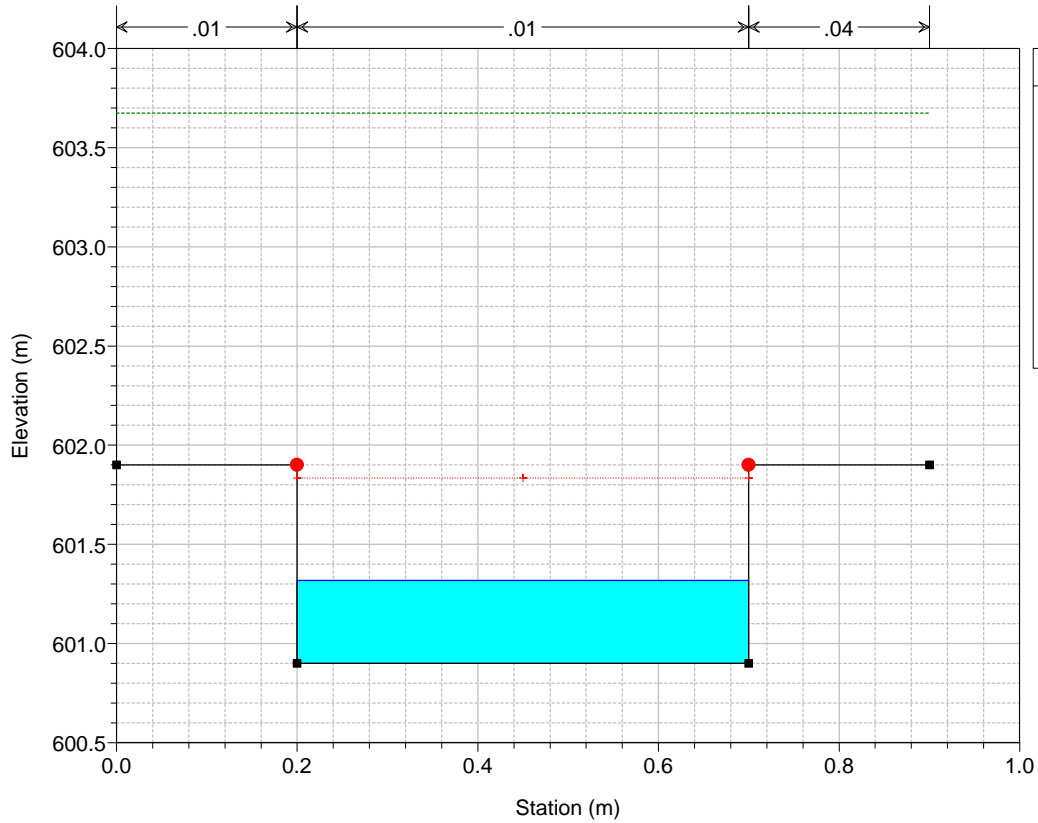
River = Canale_cls Reach = Fosso di guardia RS = 16 Sez. 16



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

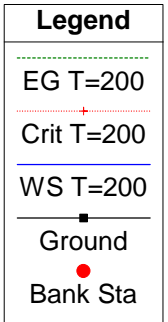
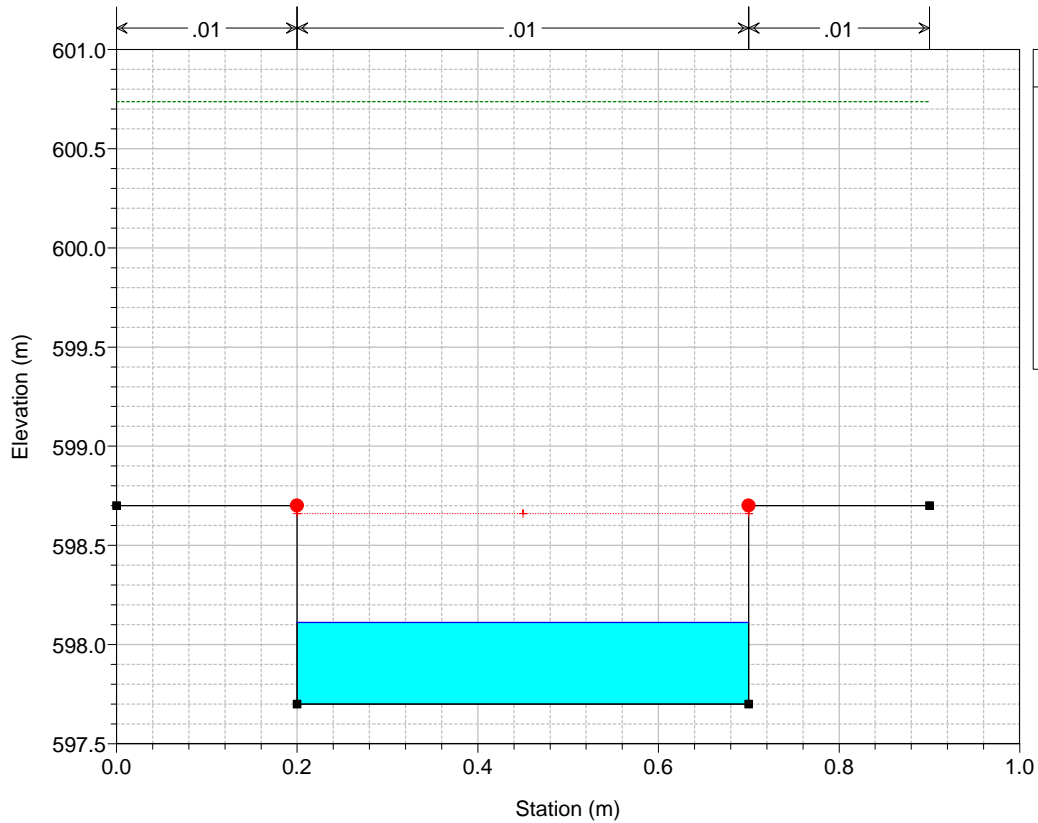
River = Canale_cls Reach = Fosso di guardia RS = 15 Sez. 15



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

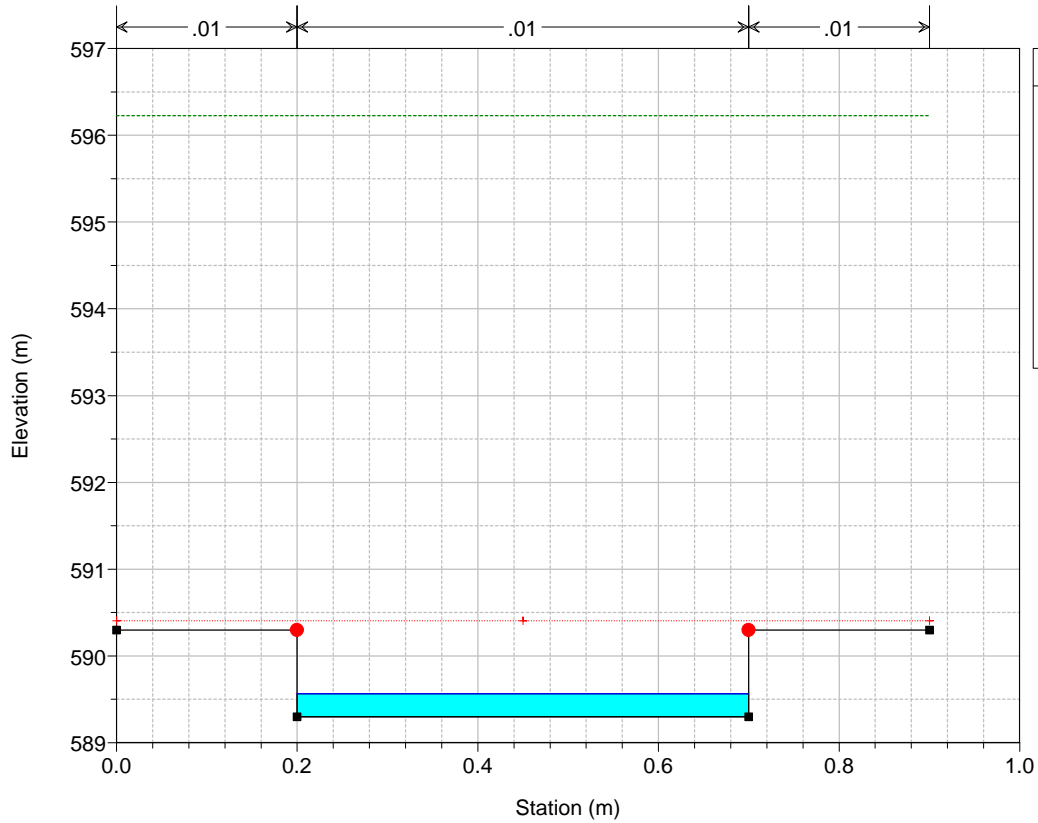
River = Canale_cls Reach = Fosso di guardia RS = 14 Sez. 14



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

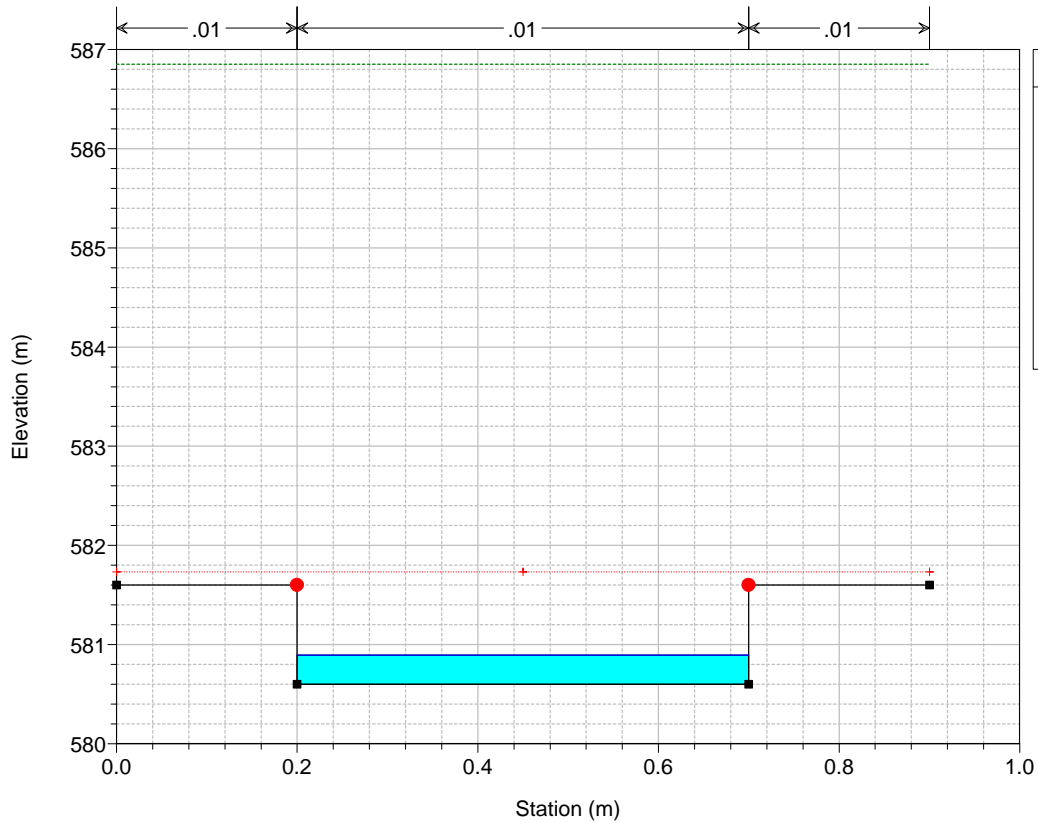
River = Canale_cls Reach = Fosso di guardia RS = 13 Sez. 13



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

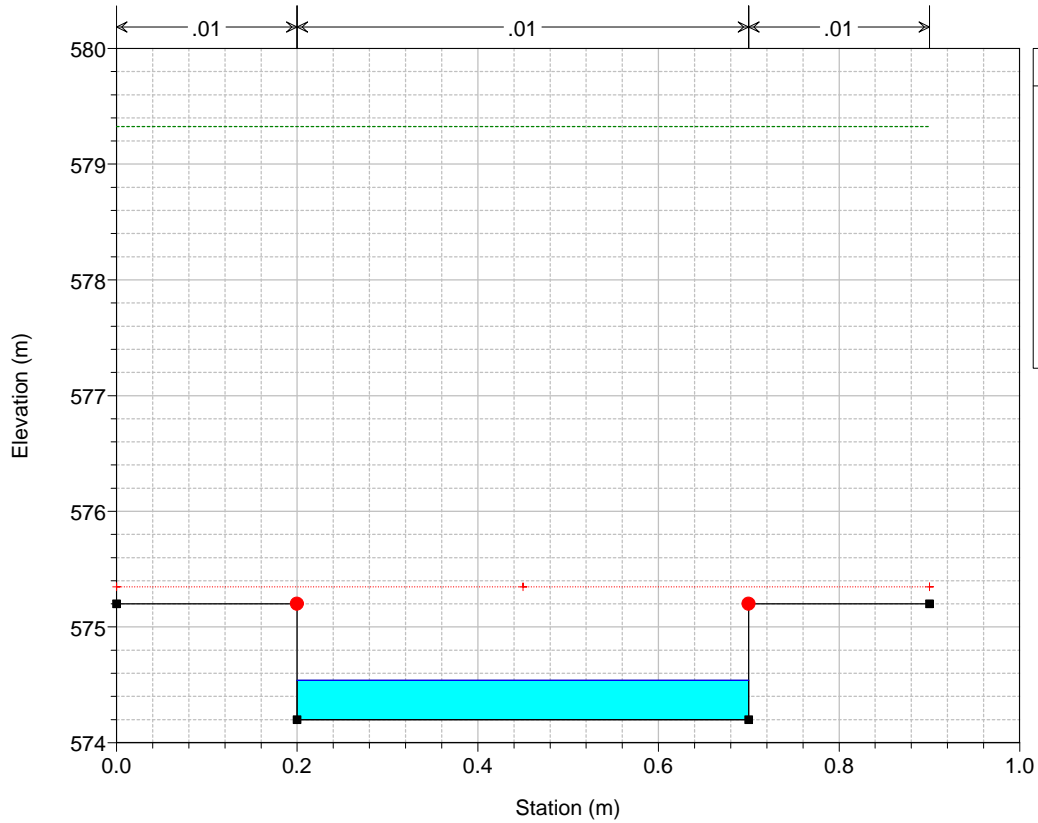
River = Canale_cls Reach = Fosso di guardia RS = 12 Sez. 12



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

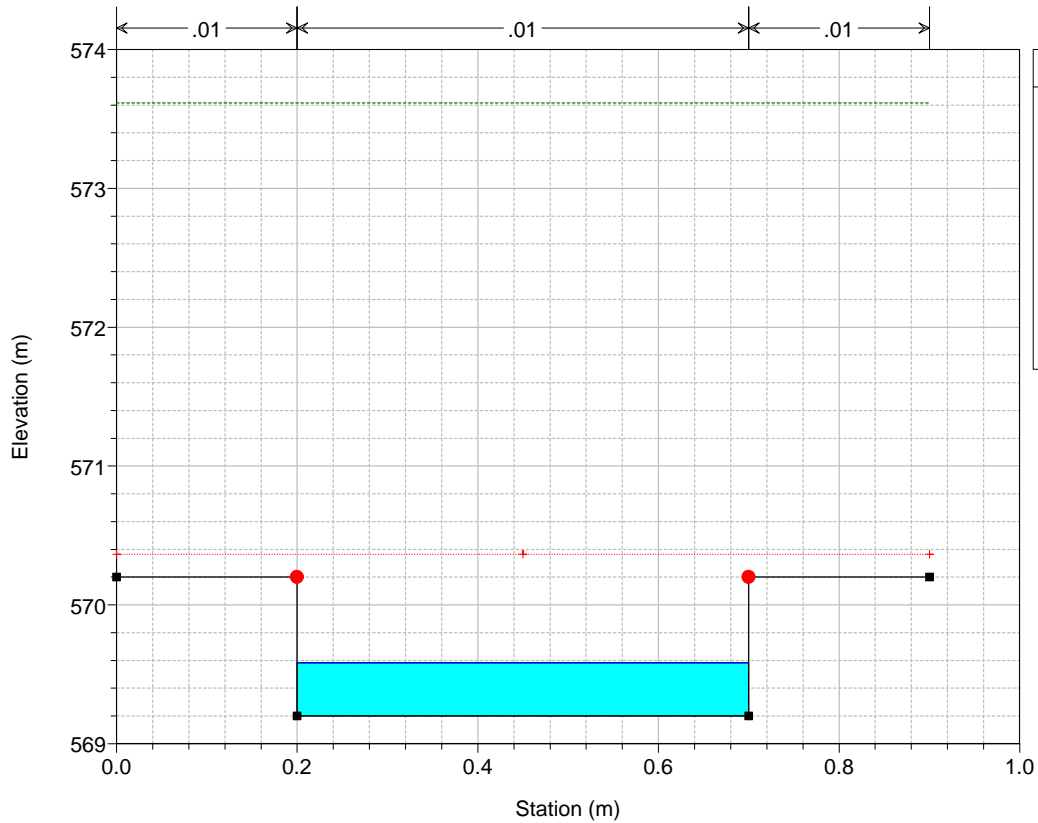
River = Canale_cls Reach = Fosso di guardia RS = 11 Sez. 11



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

River = Canale_cls Reach = Fosso di guardia RS = 10 Sez. 1



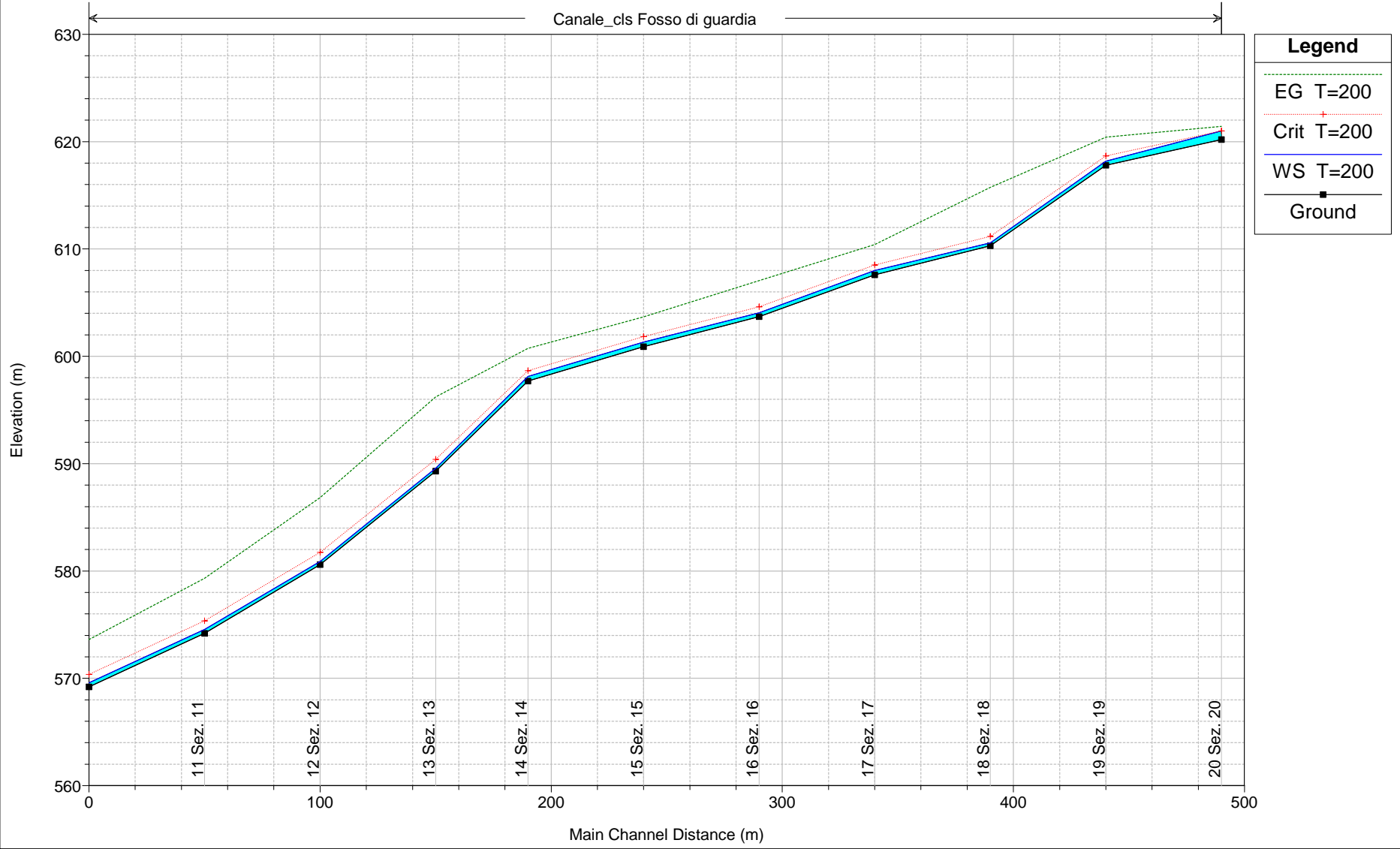
HEC-RAS Plan: 2 Profile: T=200

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Vallone Sichetta	Tratto 1	60	T=200	4.36	556.58	557.77	557.77	558.20	0.115306	2.91	1.50	1.73	1.00
Vallone Sichetta	Tratto 1	50	T=200	4.36	552.56	553.43	553.56	553.94	0.145265	3.14	1.39	2.44	1.33
Vallone Sichetta	Tratto 1	40	T=200	4.36	547.16	548.44	548.51	548.96	0.156207	3.20	1.36	1.71	1.15
Vallone Sichetta	Tratto 1	30	T=200	4.36	543.56	544.59	544.60	544.98	0.097811	2.75	1.59	2.16	1.02
Vallone	Tratto_ante immi	3	T=200	1.66	577.60	578.53	578.53	578.78	0.024978	2.29	0.81	1.73	0.87
Vallone	Tratto_ante immi	2	T=200	1.66	573.80	574.42	574.86	576.40	0.607126	6.23	0.27	0.78	3.40
Vallone	Tratto_ante immi	1	T=200	1.66	568.77	569.61	569.76	570.12	0.076550	3.16	0.53	1.14	1.40
Vallone	Tratto_Post immi	6	T=200	3.37	465.15	466.05	466.05	466.36	0.029011	2.48	1.36	2.20	1.01
Vallone	Tratto_Post immi	5.3		Culvert									
Vallone	Tratto_Post immi	5	T=200	3.37	465.23	466.18	466.18	466.47	0.026840	2.38	1.42	2.50	1.01
Vallone	Tratto_Post immi	4	T=200	3.37	465.54	466.38	466.38	466.69	0.028230	2.44	1.38	2.29	1.01
Vallone	Tratto_Post immi	3	T=200	3.37	462.77	463.20	463.67	465.38	1.277019	6.54	0.52	1.44	3.49
Canale_cls	Fosso di guardia	20	T=200	1.15	620.20	621.01	621.01	621.42	0.007316	2.84	0.41	0.50	1.01
Canale_cls	Fosso di guardia	19	T=200	1.26	617.80	618.18	618.66	620.42	0.054740	6.63	0.19	0.50	3.43
Canale_cls	Fosso di guardia	18	T=200	1.31	610.30	610.56	611.18	615.74	0.158525	10.08	0.13	0.50	6.31
Canale_cls	Fosso di guardia	17	T=200	1.35	607.60	607.99	608.50	610.42	0.058508	6.90	0.20	0.50	3.53
Canale_cls	Fosso di guardia	16	T=200	1.38	603.70	604.06	604.62	607.05	0.075310	7.66	0.18	0.50	4.08
Canale_cls	Fosso di guardia	15	T=200	1.42	600.90	601.32	601.84	603.67	0.054898	6.80	0.21	0.50	3.36
Canale_cls	Fosso di guardia	14	T=200	1.48	597.70	598.11	598.66	600.74	0.061538	7.18	0.21	0.50	3.57
Canale_cls	Fosso di guardia	13	T=200	1.52	589.30	589.57	590.41	596.22	0.200836	11.43	0.13	0.50	7.08
Canale_cls	Fosso di guardia	12	T=200	1.59	580.60	580.89	581.73	586.85	0.168628	10.81	0.15	0.50	6.37
Canale_cls	Fosso di guardia	11	T=200	1.65	574.20	574.54	575.35	579.33	0.124264	9.69	0.17	0.50	5.30
Canale_cls	Fosso di guardia	10	T=200	1.71	569.20	569.58	570.36	573.61	0.097937	8.89	0.19	0.50	4.58
Affluente	Ruscello	8	T=200	0.99	574.20	574.82	574.82	574.98	0.032050	1.78	0.56	1.77	1.01
Affluente	Ruscello	7.2	T=200	0.99	565.73	565.96	566.34	569.90	2.219895	8.79	0.11	0.79	7.43
Affluente	Ruscello	7.1		Culvert									
Affluente	Ruscello	7	T=200	0.99	565.70	566.06	566.24	566.74	0.220922	3.64	0.27	1.32	2.56
Affluente	Ruscello	6	T=200	0.99	557.23	557.65	557.86	558.44	0.240090	3.94	0.25	1.07	2.59

VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

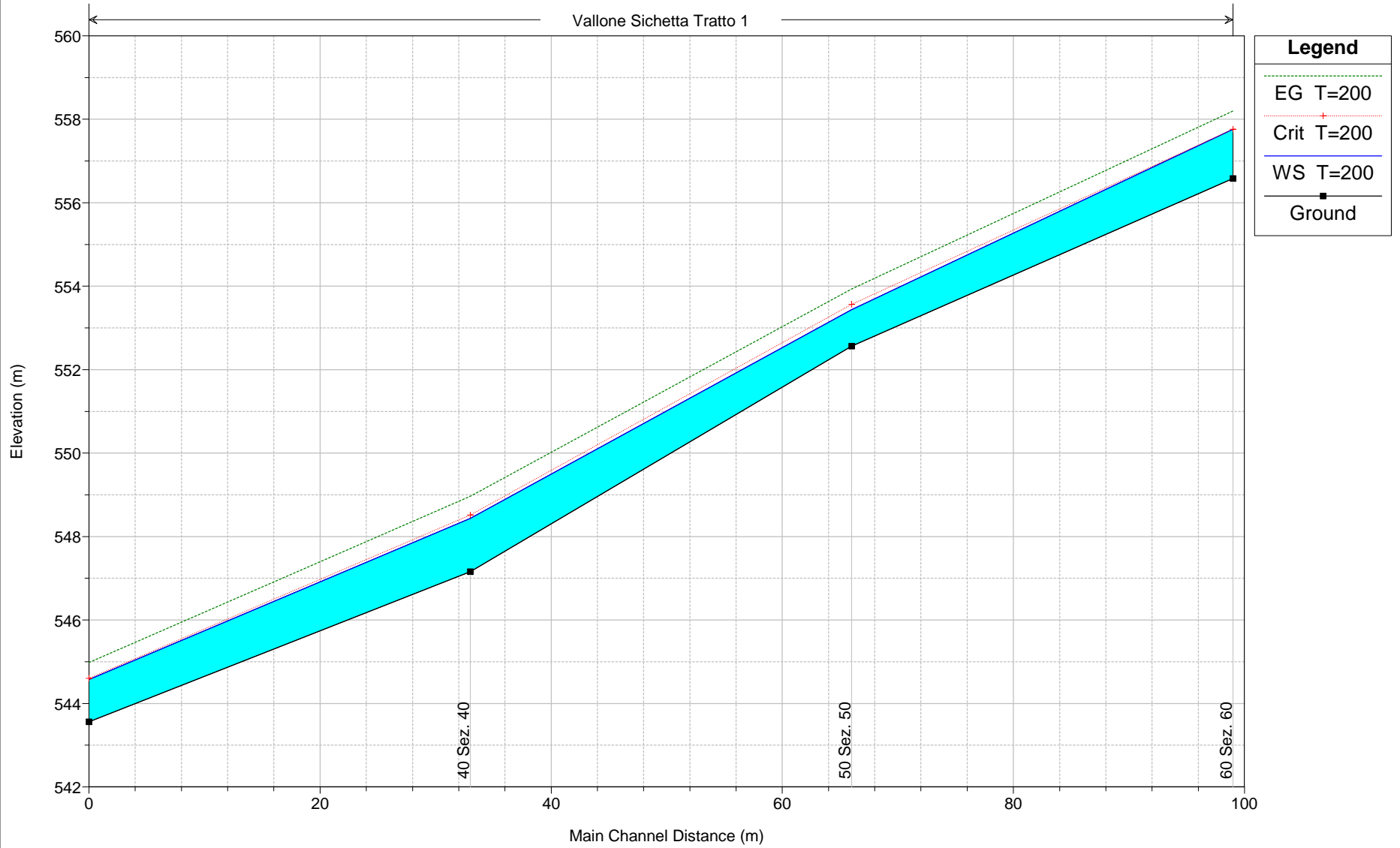
Canale_cls Fosso di guardia



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

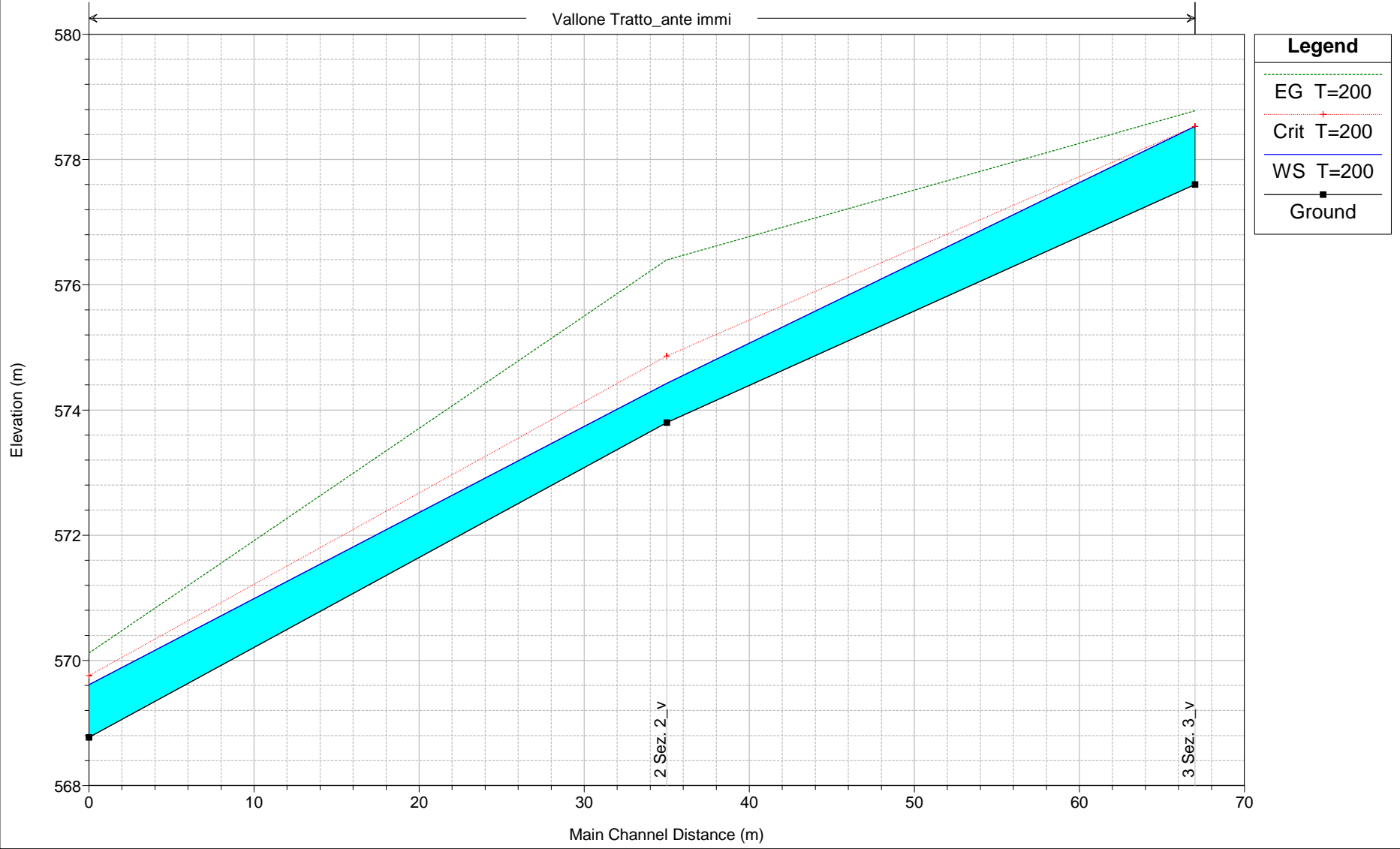
Vallone Sichertta Tratto 1



Legend	
EG T=200	Green dashed line
Crit T=200	Red dotted line
WS T=200	Blue solid line
Ground	Black square

VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

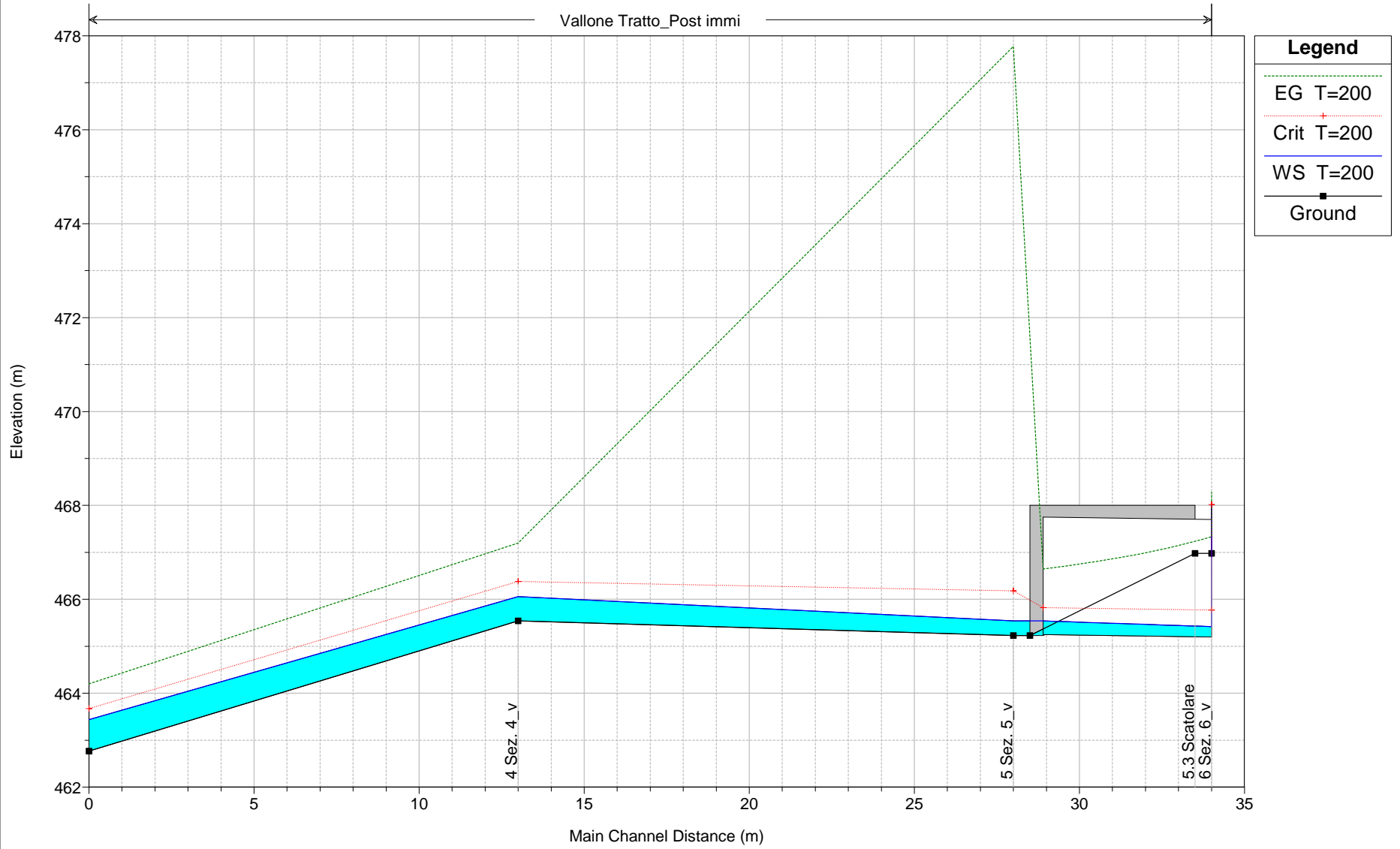


Legend	
—	EG T=200
— + —	Crit T=200
—	WS T=200
— ■ —	Ground

VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

Vallone Tratto_Post immi



VERIFICA FOSSO DI GUARDIA E VALLONI Plan: 2

Geom: Post_Intervento

