

TITOLARE DEL DOCUMENTO:

**AREN ELECTRIC POWER S.p.a.**

Sede legale e amministrativa: Via Dell'Arrigoni, 308 – 47522 – Cesena (FC)  
Codice Fiscale, P. IVA e numero di iscrizione al Registro delle Imprese di FC: 03803880404

COMUNE DI CALITRI E BISACCIA (AV)  
LOCALITA' "PIANI SAN PIETRO"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI  
**IMPIANTO EOLICO**  
**"PIANI SAN PIETRO"**

REDAZIONE / PROGETTISTA:



**Ing. Maurizio Casarella**

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

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

TIMBRO E FIRMA PROGETTISTA:

TITOLO ELABORATO:

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**

CODICE ELABORATO:

**CLTDC\_GENR00500\_00**

FORMATO:

**A4**

Nr. EL.:

**/**

FASE:

**PROGETTO  
DEFINITIVO**

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima emissione	10/06/22	M.Casarella	E.Teodorani	S.Ulivi
01					
02					
03					
04					

## SOMMARIO

1.	PREMESSA .....	2
2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	2
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
4.	INQUADRAMENTO NELLA CARTOGRAFIA PAI .....	3
5.	ANALISI IDROLOGICA .....	4
6.	COEFFICIENTE DI CRESCITA .....	5
7.	CURVA DI POSSIBILITÀ CLIMATICA .....	6
8.	INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE .....	6
9.	VERIFICHE IDRAULICHE .....	10
10.	IL MODELLO DI CALCOLO .....	10
11.	DATI DI CALCOLO .....	13
12.	SISTEMA DI RACCOLTA DELLE ACQUE SULLA NUOVA VIABILITA' .....	14
13.	ATTRAVERSAMENTO FOSSE LUZZANO.....	15
14.	VERIFICA DELLE OPERE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO .....	16
15.	CONCLUSIONI .....	17

## 1. PREMESSA

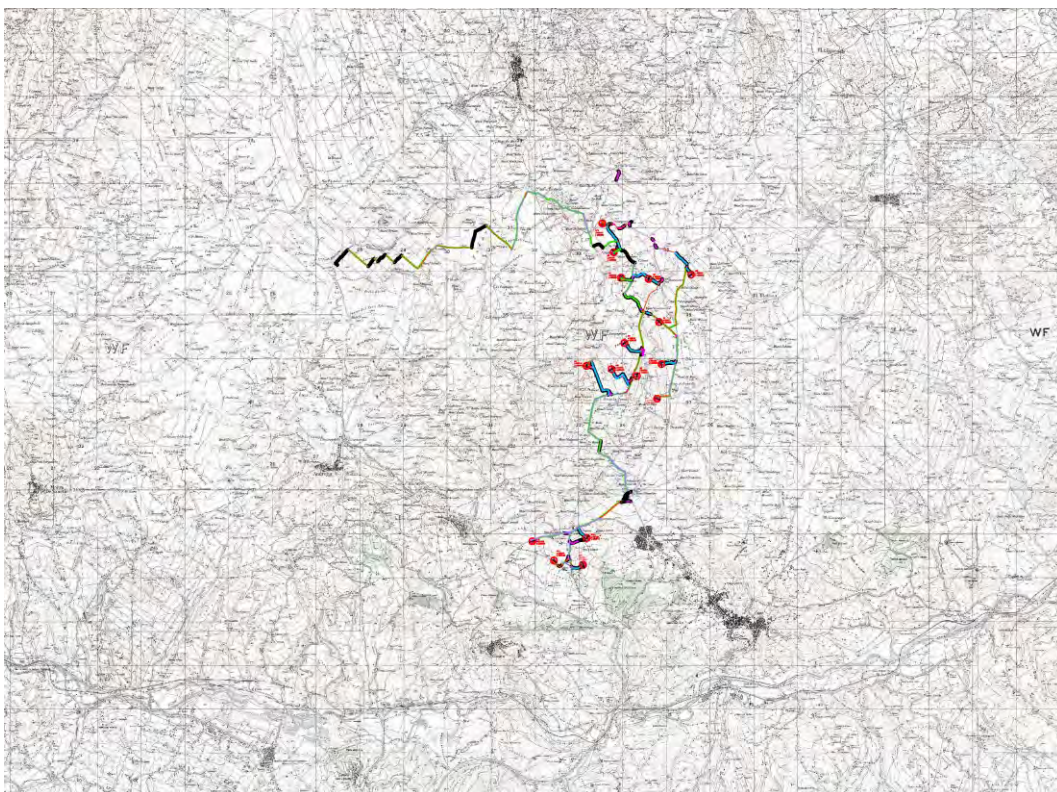
La presente relazione idrologica e idraulica è parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione del Parco Eolico ubicato in località Piani San Pietro nei comuni di Calitri e Bisaccia in Provincia di Avellino.

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

Si procederà inoltre 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.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto in progetto, come detto, è ubicato nei territori dei comuni di Calitri e Bisaccia a Nord dell'abitato di Calitri e a Sud del centro abitato di Bisaccia, in una zona collinare con quote variabili tra i 650 e gli 800 m s.l.m..



*Fig. 1 - Inquadramento impianto su IGM*

L'area dell'impianto è localizzata nella parte alta del bacino idrografico del fiume Ofanto e il principale corso d'acqua che la interessa è il V. Luzzano affluente del T. Orata che confluisce nel F. Ofanto.

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. INQUADRAMENTO NELLA CARTOGRAFIA PAI**

Il sito di intervento presenta una morfologia prettamente collinare costituita da un'alternanza rilievi e zone semi pianeggianti, soggetti coltivazione di frumento e foraggio, sui quali si distribuisce il reticolo idrografico minore costituito dal V. Luzzano e da piccoli affluenti.

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.

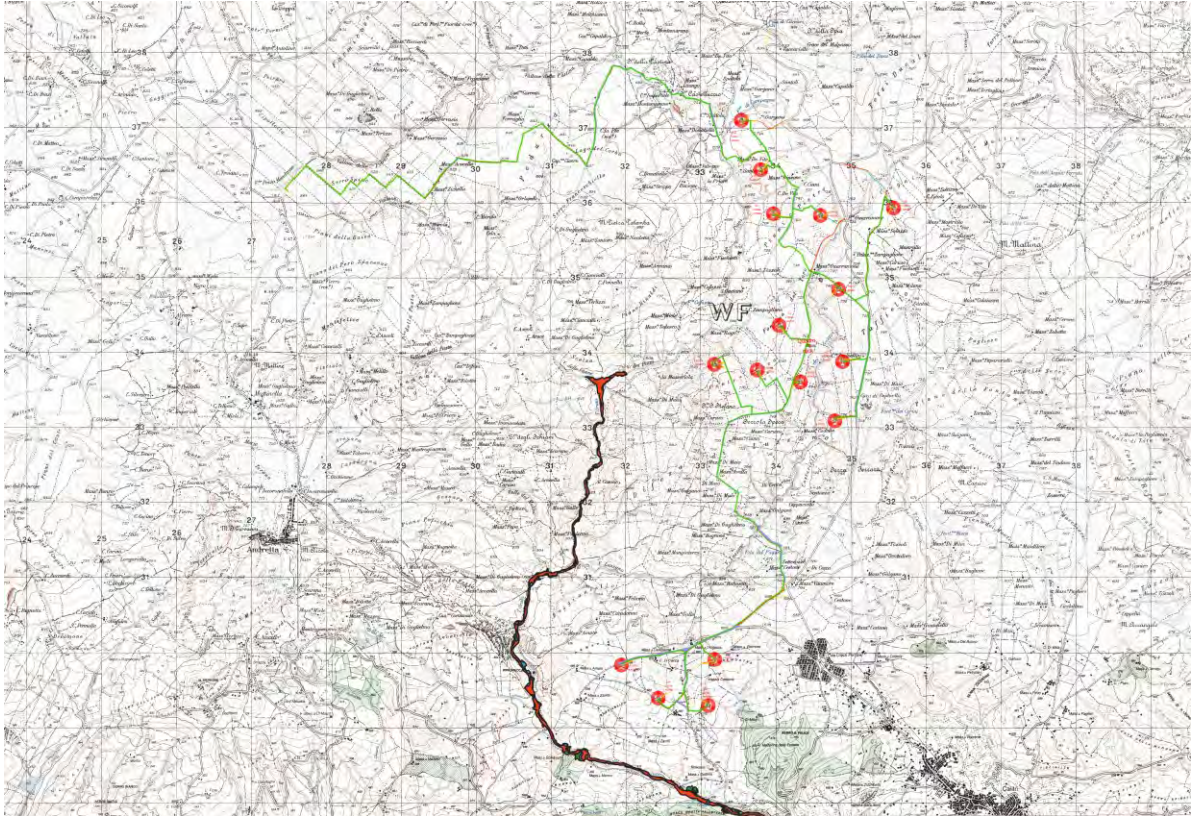


Fig. 2 - Inquadramento nella cartografia PAI

## 5. ANALISI IDROLOGICA

Il presente studio idrologico è finalizzato 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 nei comuni di Calitri e Bisaccia.

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:

$t_r = 0.344 A^{0.5}$ , con  $A$  superficie del bacino in kmq;

$I(t_r)$ , 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)

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

## 6. 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. 1 - Coefficiente di crescita  $K_T$

## 7. 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.

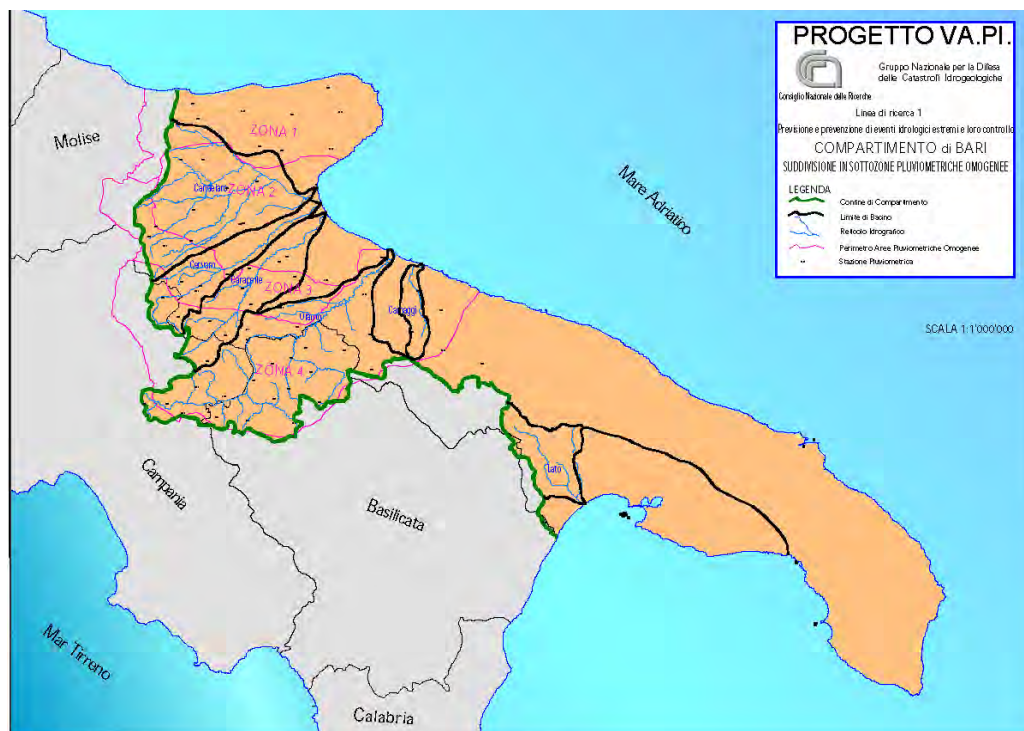


Fig. 3 – Zone pluviometriche omogenee tratte dal VAPI

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

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

## 8. INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE

Dall'analisi delle interferenze delle opere in progetto con il reticolo idrografico 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:

Aerogeneratore WTG 15	L'aerogeneratore e la piazzola ricadono all'interno della fascia di pertinenza fluviale di un reticolo
-----------------------	--

	idrografico minore riportato sulla carta IGM 1:25000, privo di denominazione e indicato nel presente studio come “Fosso WTG15”.
Aerogeneratore WTG 8	L’aerogeneratore e la piazzola e parte della strada di accesso ricadono all’interno della fascia di pertinenza fluviale di un reticolo idrografico minore riportato sulla carta IGM 1:25000, privo di denominazione e indicato nel presente studio come “Fosso WTG8”. Inoltre la nuova viabilità di accesso all’aerogeneratore attraversa il suddetto fosso.
Aerogeneratore WTG 10	L’aerogeneratore e la piazzola e parte della strada di accesso ricadono all’interno della fascia di pertinenza fluviale di un reticolo idrografico minore riportato sulla carta IGM 1:25000, privo di denominazione indicato nel presente studio come “Fosso WTG10”.
Nuova viabilità	La nuova viabilità di accesso all’aerogeneratore WTG attraversa il vallone Luzzano per cui è necessario prevedere un’opera di attraversamento.

*Tab. 2 – Interferenze con il reticolo idrografico*

In funzione delle sopracitate interferenze sono stati delimitati n. 4 bacini idrografici come riportati nella seguente figura.



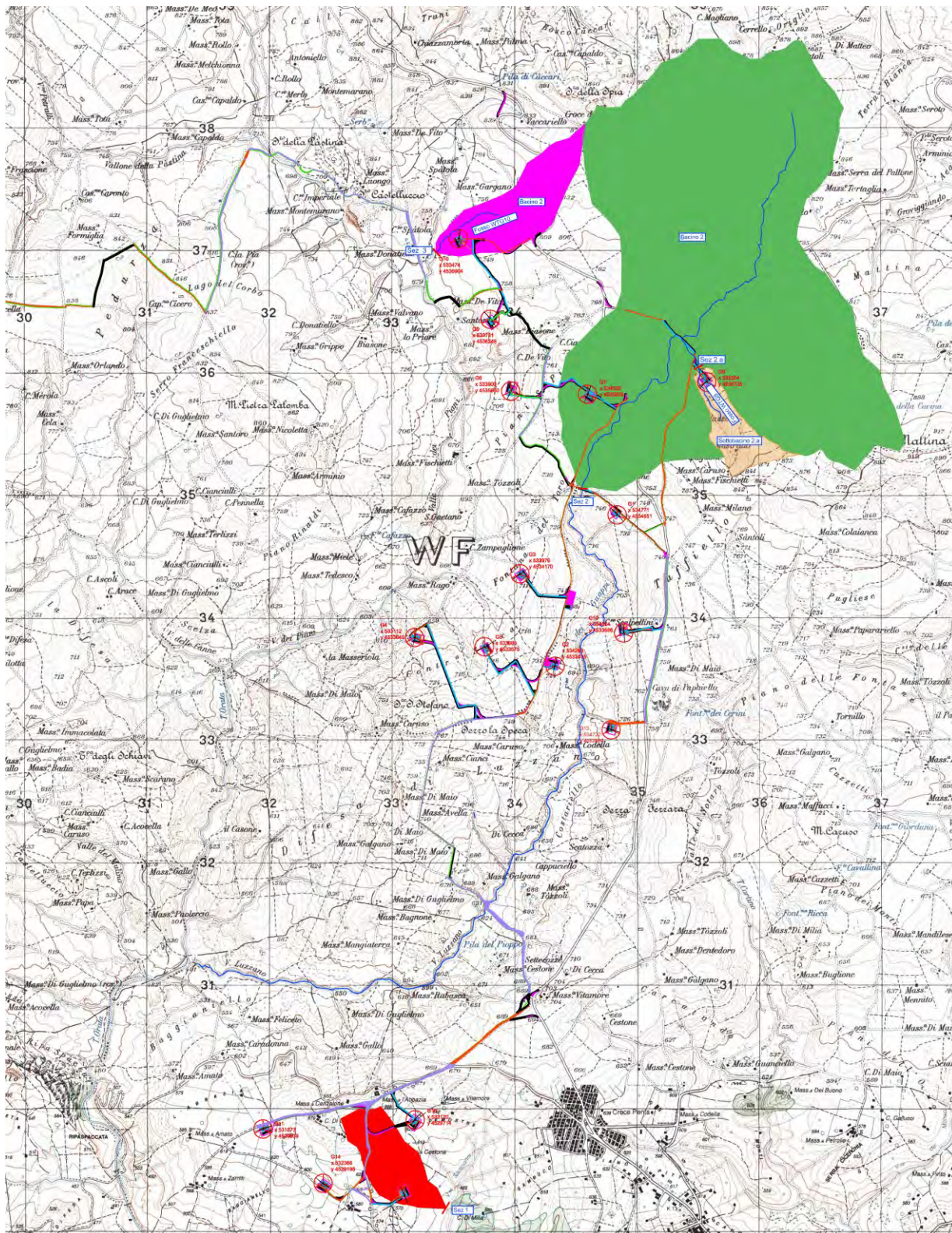


Fig. 4 – Bacini idrografici

Per i 4 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)
		Kmq	ore	mm	mm/h			mc/s		mc/s		mc/s		mc/s		mc/s
BACINO 1	SEZ 1	0,35	0,20	16,43	80,74	0,70	0,23	1,81	1,98	3,6	2,19	4,0	2,48	4,5	2,77	5,0
BACINO 2	SEZ 2	6,89	0,90	24,06	26,65	0,70	0,23	11,78	1,98	23,3	2,19	25,8	2,48	29,2	2,77	32,6
SOTTOBACINO 2.a	SEZ 2.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
BACINO 3	SEZ 3	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

*Tab. 3 - Stima delle max portata al colmo di piena per assegnati periodi di ritorno.*

## 9. VERIFICHE IDRAULICHE

Nei successivi paragrafi sono riportati i risultati delle modellazioni idrauliche in moto permanente monodimensionale effettuate per i fossi del reticolo idrografico minore denominati “Fosso WTG8”, “Fosso WTG10” e “Fosso WTG15”, per le portate di piena precedentemente stimate con tempo di ritorno 30 e 200 anni.

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

Non si è proceduto ad effettuare alcuna verifica per i punti di interferenza del cavidotto con il reticolo idrografico in quanto essendo il cavidotto interrato sarà posizionato ad una profondità tale da non interferire con il regime idraulico dei corsi d'acqua attraversati. Inoltre, per quanto possibile, gli attraversamenti saranno eseguiti mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC).

Anche 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.

## 10. 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;

$\alpha$  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  $i+1$ .

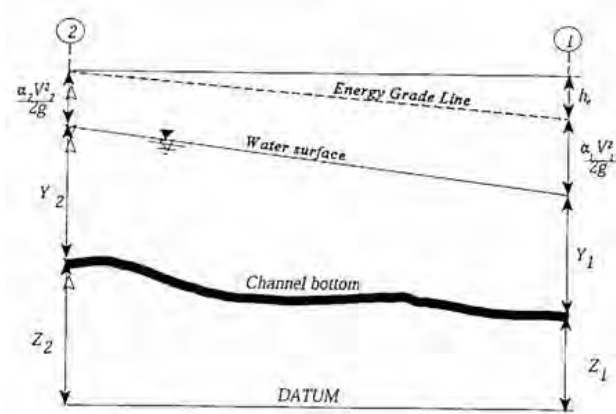


Fig. 5 - Rappresentazione dei termini presenti nell'equazione dell'energia

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  $X$

$\beta$  = 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

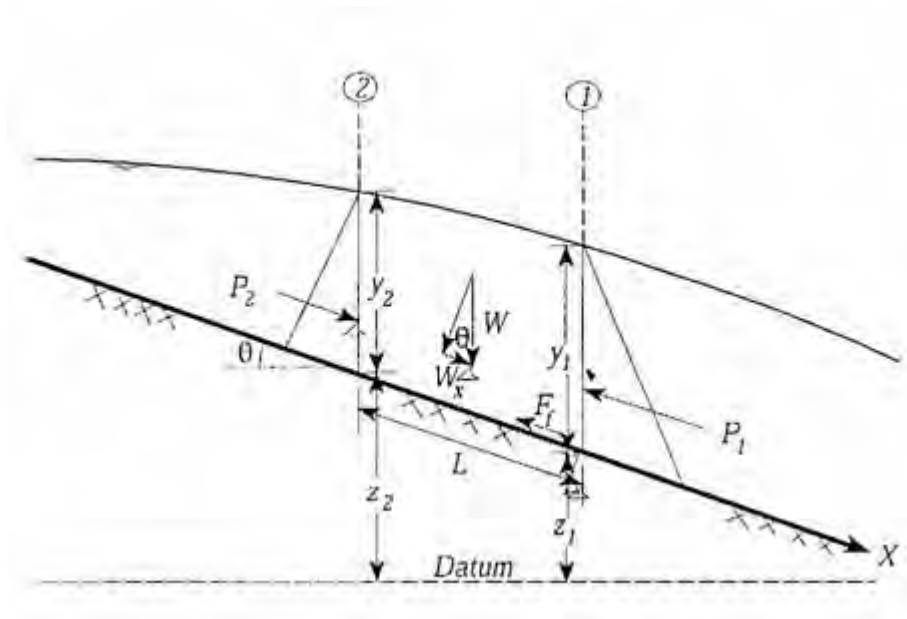


Fig. 6 - Applicazione dell'equazione dei momenti

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<sub>f</sub> 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.

## 11. DATI DI CALCOLO

Le elaborazioni, come detto, sono state effettuate in corrispondenza della portata trentennale e duecentennale.

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<sup>1/3</sup>, relativi ad alvei naturali  
(*Open-Channel Hydraulics*, CHOW V. T., 1959)

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
<b>A. Natural streams</b>			
<b>1. Main Channels</b>			
a. Clean, straight, full, no riffs, 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
<b>2. Flood Plains</b>			
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
<b>3. Mountain streams, no vegetation in channel, banks usually steep, with trees and brush on banks submerged</b>			
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

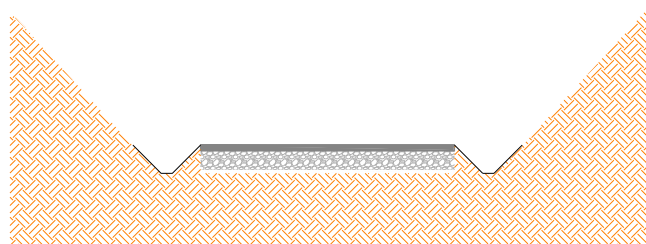
ritenuto di poter assumere il valore 0.03 in quanto sulle sponde degli impluvi oggetto di studio non sono mai presenti alberi e sul fondo è presente solo ghiaia e piccoli ciottoli.

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

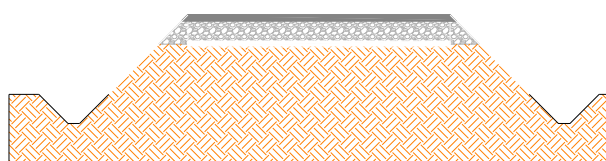
## 12. SISTEMA DI RACCOLTA DELLE ACQUE SULLA NUOVA VIABILITA'

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 e cunette in terra e tombini circolari in polietilene.

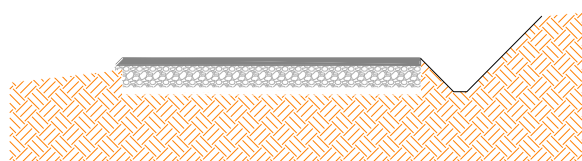
Si riportano le sezioni tipo delle strade con indicate le opere idrauliche.



*Fig. 7 - Sezione tipo tratto in trinca*



*Fig. 8 - Sezione tipo tratto in rilevato*



*Fig. 9 - Sezione tipo tratto a mezza costa*

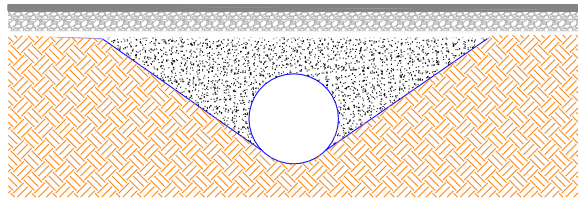
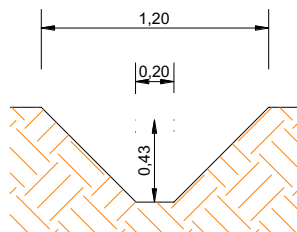


Fig. 10 - Sezione tipo tombino

Per le opere idrauliche sono state adottate le seguenti sezioni:

SEZIONE FOSSO  
TIPO 1



SEZIONE FOSSO  
TIPO 2

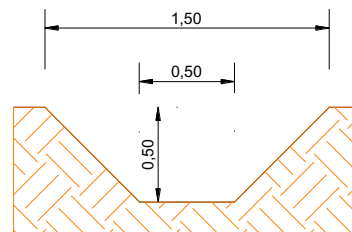
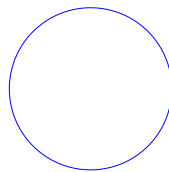


Fig. 11 - Sezioni fossi

SEZIONE TOMBINO  
D 1000 mm



SEZIONE TOMBINO  
D 1500 mm

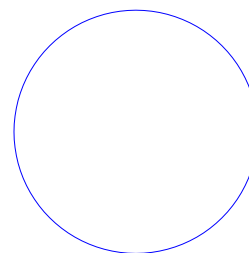


Fig. 12 - Sezioni tombini

### 13. ATTRAVERSAMENTO FOSSO LUZZANO

Il nuovo tratto di accesso all'aerogeneratore WTG1 interferisce con il vallone Luzzano, per consentirne l'attraversamento si prevede la realizzazione di uno scatolare in cemento armato di dimensioni 3 x 2 m.



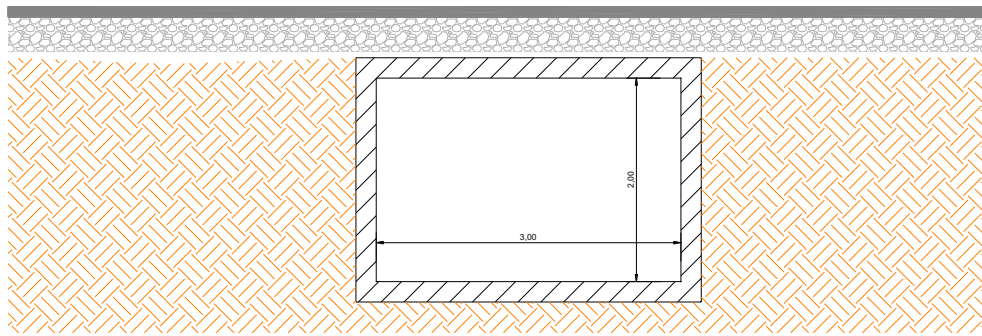


Fig. 13 - Attraversamento Vallone Luzzano

#### 14. 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 esposte in precedenza in corrispondenza di un tempo di ritorno di 30 anni. Mentre le verifiche dello scatolare sono state effettuate per la portata con tempo di ritorno 200 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:

$\sigma$  = 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<sup>1/3</sup>/s per le sezioni in terra e 70 m<sup>1/3</sup>/s per le sezioni dei tombini.

## 15. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti sono riportati nelle tabelle e grafici allegati. Dalla modellazione idraulica in moto permanente si evince che le portate di piena, sia per  $T=30$  anni che per  $T=200$  anni, sono sempre contenute nell'alveo ordinario e pertanto non vanno ad interferire con gli aerogeneratori in progetto. Relativamente alla strada di accesso all'aerogeneratore WTG8 in progetto, nel punto in cui interseca il reticolo idrografico è stato previsto un attraversamento con tombino  $\Phi 1500$ , che risulta sufficiente 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 e lo scatolare di attraversamento del vallone Luzzano contiene la portata di piena contempo di ritorno 200 anni con adeguato franco di sicurezza.

RISULTATI DELLE VERIFICHE DEI FOSSI E DEI TOMBINI.

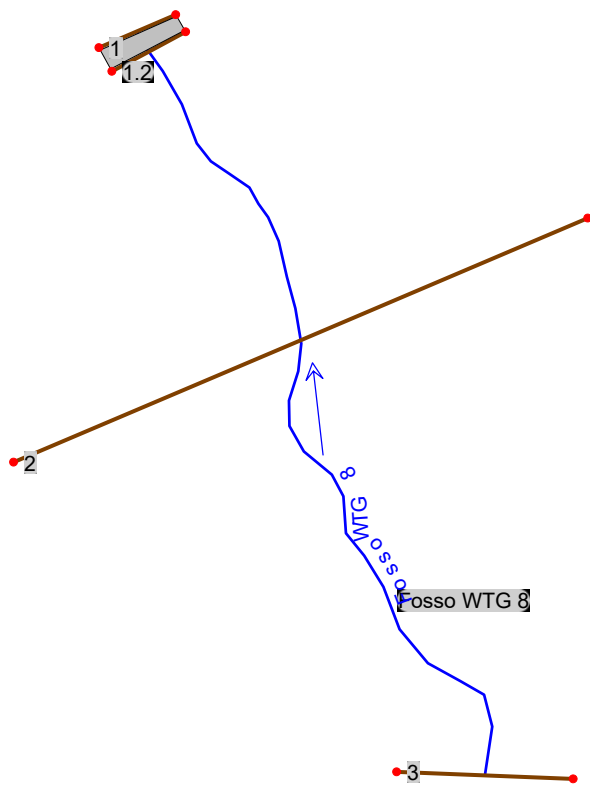
		A	tr	htr	Itr	pp	C*	Q	K(T=30)	Q(T=30)	b	B	h	Diametro	i	K	Hdefl	Velocità
		<i>Kmq</i>	<i>ore</i>	<i>mm</i>	<i>mm/b</i>			<i>mc/s</i>		<i>mc/s</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>%</i>	<i>m1/3/sec</i>	<i>m</i>	<i>m/sec</i>
STRADA DI ACCESSO ALLA WGT 2	DX	0.001	0.01	7.76	713.67	0.70	0.23	0.05	1.98	0.09	0.20	1.20	0.50		12.00	45.00	0.12	2.66
	SX	0.001	0.01	7.76	713.67	0.70	0.23	0.05	1.98	0.09	0.20	1.20	0.50		12.00	45.00	0.12	2.66
STRADA DI ACCESSO ALLA WGT 3	DX	0.037	0.07	12.32	186.26	0.70	0.23	0.44	1.98	0.88	0.20	1.20	0.50		8.50	45.00	0.38	4.00
	SX	0.001	0.01	7.76	713.67	0.70	0.23	0.05	1.98	0.09	0.20	1.20	0.50		8.50	45.00	0.13	2.34
STRADA DI ACCESSO ALLA WGT 4	DX	0.001	0.01	7.76	713.67	0.70	0.23	0.05	1.98	0.09	0.20	1.20	0.50		9.70	45.00	0.13	2.45
	SX	0.022	0.05	11.53	226.00	0.70	0.23	0.32	1.98	0.63	0.20	1.20	0.50		9.70	45.00	0.31	3.87
	TOMBINO									0.60				1.00	1.00	65.00	0.33	2.31
	CANALE DI SCARICO									0.70	0.20	1.20	0.50		9.70	45.00	0.33	4.02
STRADA DI ACCESSO ALLA WGT 5	Tratto A-B	0.027	0.06	11.84	209.43	0.70	0.23	0.36	1.98	0.72	5.00	1.50	0.50		1.00	45.00	0.44	1.71
	Tratto C-B	0.027	0.06	11.84	209.43	0.70	0.23	0.36	1.98	0.72	0.50	1.50	0.50		1.00	45.00	0.44	1.71
	TOMBINO									1.40				1.00	1.00	70.00	0.65	2.73

	Tratto C-D	0.002	0.02	8.48	551.46	0.70	0.23	0.07	1.98	0.14	0.20	1.20	0.50		4.34	45.00	0.18	2.00
STRADA DI ACCESSO ALLA WGT 6	DX	0.008	0.03	10.13	329.27	0.70	0.23	0.17	1.98	0.33	0.20	1.20	0.50		24.00	45.00	0.18	4.68
	Torre	0.01	0.03	10.42	303.04	0.70	0.23	0.19	1.98	0.39	0.20	1.20	0.50		2.00	45.00	0.36	1.92
	SX	0.006	0.03	9.76	366.46	0.70	0.23	0.14	1.98	0.28	0.20	1.20	0.50		24.00	45.00	0.16	4.49
STRADA DI ACCESSO ALLA WGT 7	DX I Tratto	0.001	0.01	7.76	713.67	0.70	0.23	0.05	1.98	0.09	0.20	1.20	0.50		7.00	45.00	0.13	2.12
	DX II Tratto	0.005	0.02	9.54	392.18	0.70	0.23	0.13	1.98	0.25	0.20	1.20	0.50		7.50	45.00	0.21	2.82
	SX I Tratto	0.002	0.02	8.48	551.46	0.70	0.23	0.07	1.98	0.14	0.20	1.20	0.50		7.00	45.00	0.13	2.12
	SX II Tratto	0.022	0.05	11.53	226.00	0.70	0.23	0.32	1.98	0.63	0.20	1.20	0.50		8.10	45.00	0.33	3.60
STRADA DI ACCESSO ALLA WGT 8	Tombino	0.25	0.17	15.74	91.51	0.70	0.23	1.47	1.98	2.91				1.00	5.20	70.00	0.60	6.13
STRADA DI ACCESSO ALLA WGT 9	DX	0.022	0.07	12.41	182.52	0.70	0.23	0.26	1.98	0.51	0.20	1.20	0.50		2.50	45.00	0.38	2.23
	SX	0.022	0.07	12.41	182.52	0.70	0.23	0.26	1.98	0.51	0.20	1.20	0.50		2.50	45.00	0.38	2.23
STRADA DI ACCESSO ALLA WGT 10	DX	0.08	0.07	12.41	182.52	0.70	0.23	0.94	1.98	1.86	0.50	1.50	0.50		4.30	45.00	0.49	3.78
STRADA DI ACCESSO	DX	0.011	0.07	12.41	182.52	0.70	0.23	0.13	1.98	0.26	0.20	1.20	0.50		13.00	45.00	0.12	3.30

ALLA WGT 12	SX	0.008	0.07	12.41	182.52	0.70	0.23	0.09	1.98	0.19	0.20	1.20	0.50		13.00	45.00	0.10	3.00
STRADA DI ACCESSO ALLA WGT 15	DX	0.001	0.07	12.41	182.52	0.70	0.23	0.01	1.98	0.02	0.20	1.20	0.50		17.00	45.00	0.02	1.50
	SX	0.025	0.07	12.41	182.52	0.70	0.23	0.29	1.98	0.58	0.20	1.20	0.50		17.00	45.00	0.18	4.60
STRADA DI ACCESSO ALLA WGT 16	DX	0.01	0.07	12.41	182.52	0.70	0.23	0.12	1.98	0.23	0.20	1.20	0.50		18.00	45.00	0.11	3.56
	SX	0.021	0.07	12.41	182.52	0.70	0.23	0.25	1.98	0.49	0.20	1.20	0.50		18.00	45.00	0.16	4.47

RISULTATI DELLE VERIFICA SCATOLARE ATTRAVERSAMENTO V. LUZZANO.

		<b>A</b>	<b>tr</b>	<b>htr</b>	<b>Itr</b>	<b>pp</b>	<b>C*</b>	<b>Q</b>	<b>K(T=200)</b>	<b>Q(T=200)</b>	<b>b</b>	<b>h</b>	<b>i</b>	<b>K</b>	<b>Hdefl</b>
		<i>Kmq</i>	<i>ore</i>	<i>mm</i>	<i>mm/h</i>			<i>mc/s</i>		<i>mc/s</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>%</i>	<i>m1/3/sec</i>	<i>m</i>
ATTRAVERSAMENTO V, LUZZANO	Scatolare	6.89	0.90	24.06	26.65	0.70	0.23	11.78	2.77	32.64	3.00	2.00	2.00	70.00	1.37



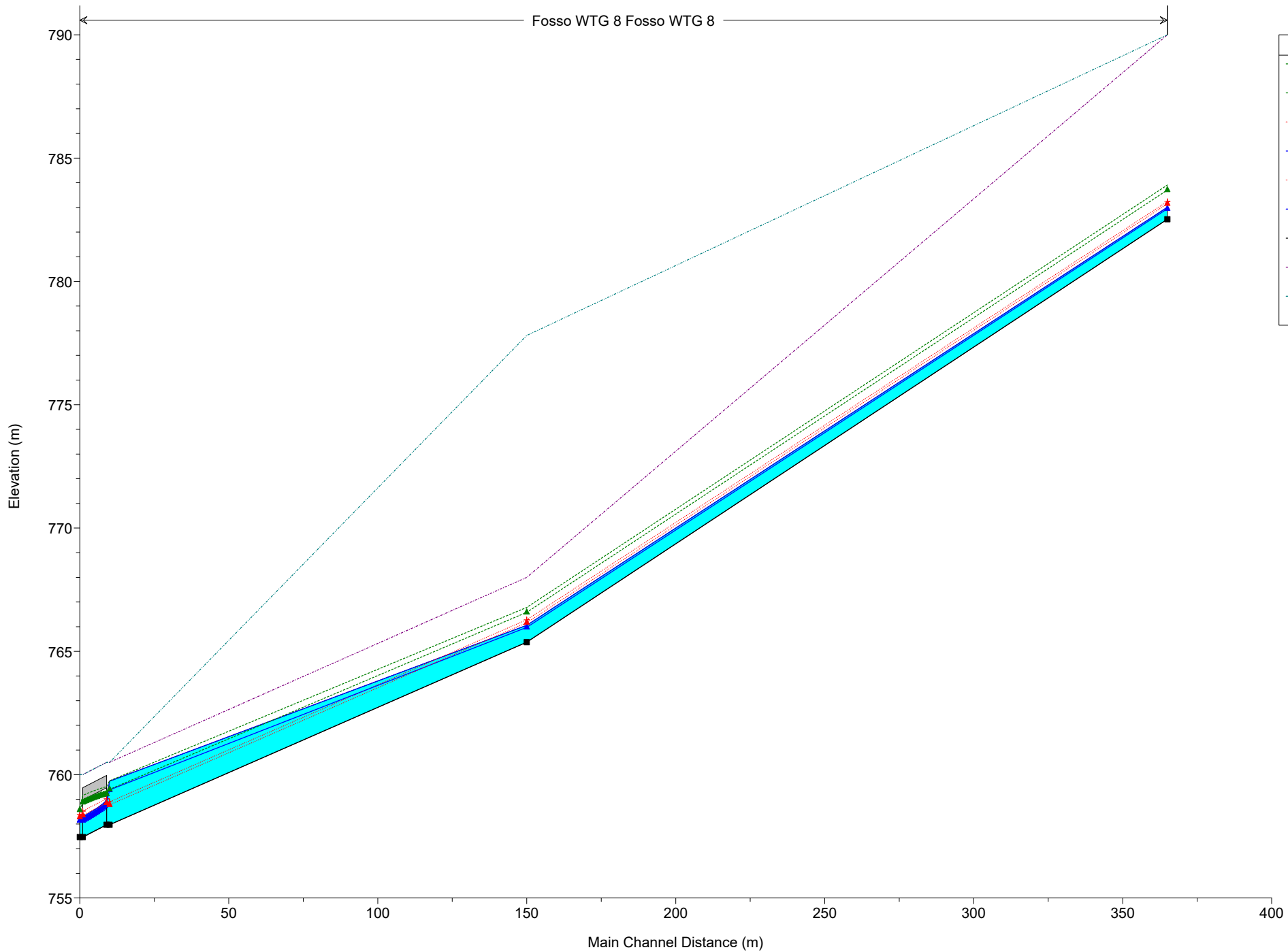
HEC-RAS Plan: Fosso WTG 8 River: Fosso WTG 8 Reach: Fosso WTG 8

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)	Max Chl Dpth (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Shear Total (N/m2)
Fosso WTG 8	1	T = 200 anni	4.10	0.00	757.47	760.00	760.00	758.30	0.83	758.40	758.67	0.024139	2.70	1.34	89.20
Fosso WTG 8	1	T = 30 anni	2.90	0.00	757.47	760.00	760.00	758.14	0.67	758.28	758.57	0.036839	2.90	1.60	110.44
Fosso WTG 8	1.1	Culvert #1 T = 200 anni	4.10												
Fosso WTG 8	1.1	Culvert #1 T = 30 anni	2.90												
Fosso WTG 8	1.2	T = 200 anni	4.10	10.00	757.97	760.50	760.50	759.74	1.77	758.90	759.75	0.000560	0.58	0.23	3.44
Fosso WTG 8	1.2	T = 30 anni	2.90	10.00	757.97	760.50	760.50	759.38	1.41	758.78	759.40	0.000702	0.66	0.25	4.42
Fosso WTG 8	2	T = 200 anni	4.10	140.00	765.37	768.00	777.81	766.06	0.69	766.28	766.78	0.059969	3.77	2.06	184.84
Fosso WTG 8	2	T = 30 anni	2.90	140.00	765.37	768.00	777.81	765.97	0.60	766.16	766.58	0.059977	3.46	2.01	162.35
Fosso WTG 8	3	T = 200 anni	4.10	215.00	782.52	790.00	790.00	783.01	0.49	783.24	783.91	0.110135	4.20	2.72	253.05
Fosso WTG 8	3	T = 30 anni	2.90	215.00	782.52	790.00	790.00	782.95	0.43	783.15	783.70	0.110128	3.86	2.67	222.22



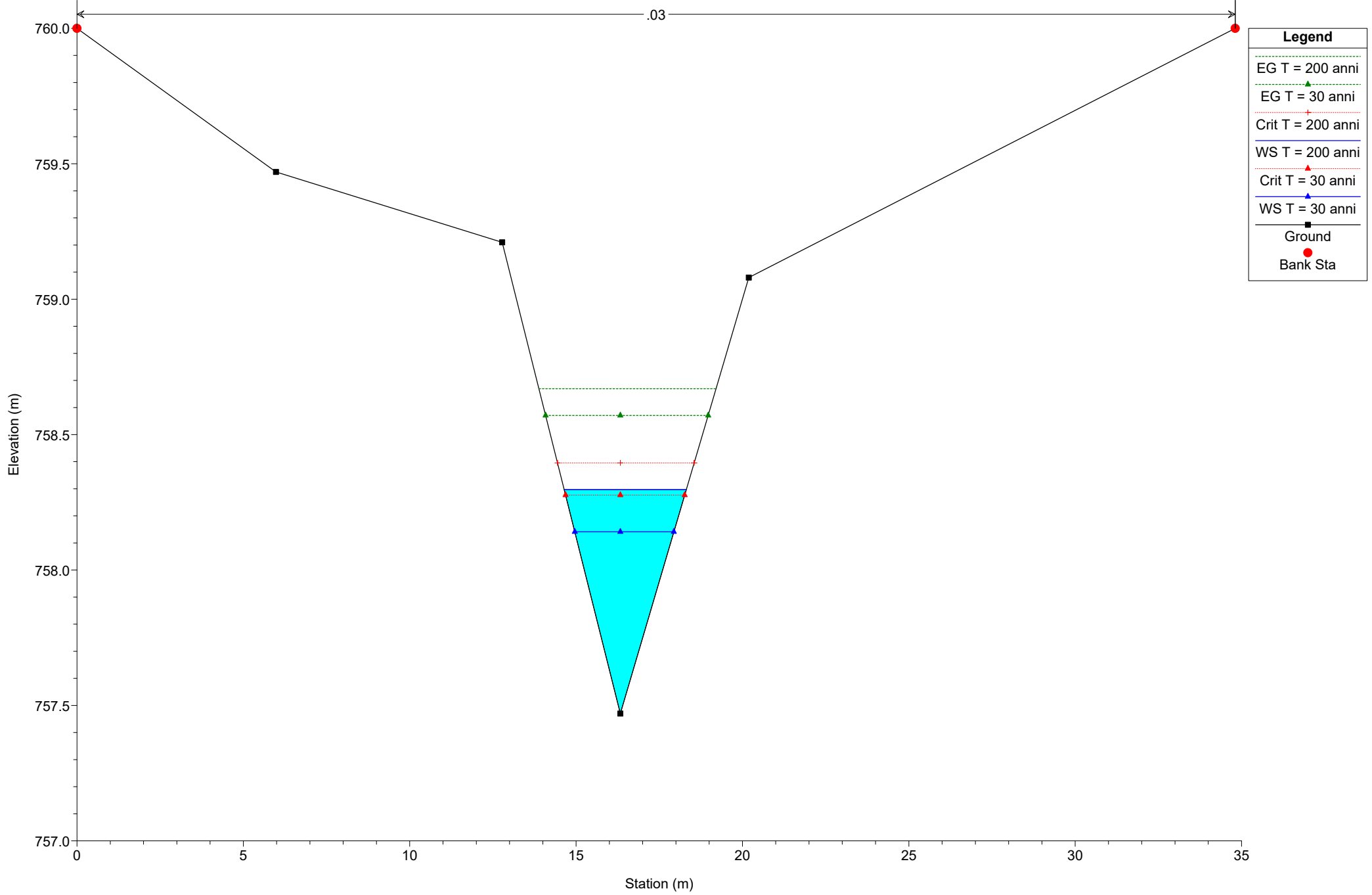
CALITRI Plan: Fosso WTG 8

Fosso WTG 8 Fosso WTG 8

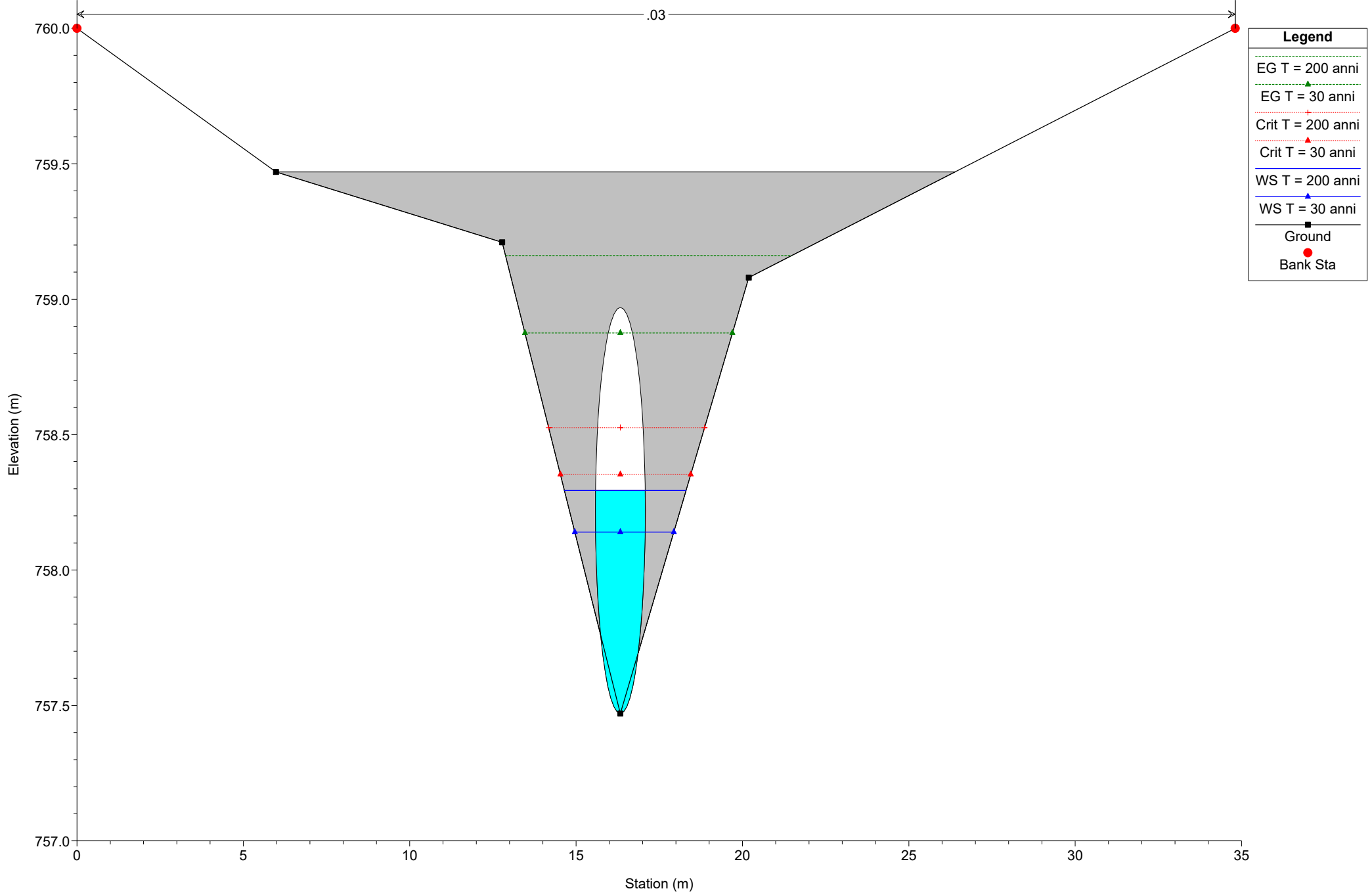


Legend	
EG T = 200 anni	--- (dotted green)
EG T = 30 anni	--- (dotted green)
Crit T = 200 anni	... (dotted red)
WS T = 200 anni	— (solid cyan)
Crit T = 30 anni	... (dotted red)
WS T = 30 anni	— (solid cyan)
Ground	— (solid black)
LOB	- - - (dashed purple)
ROB	... (dotted cyan)

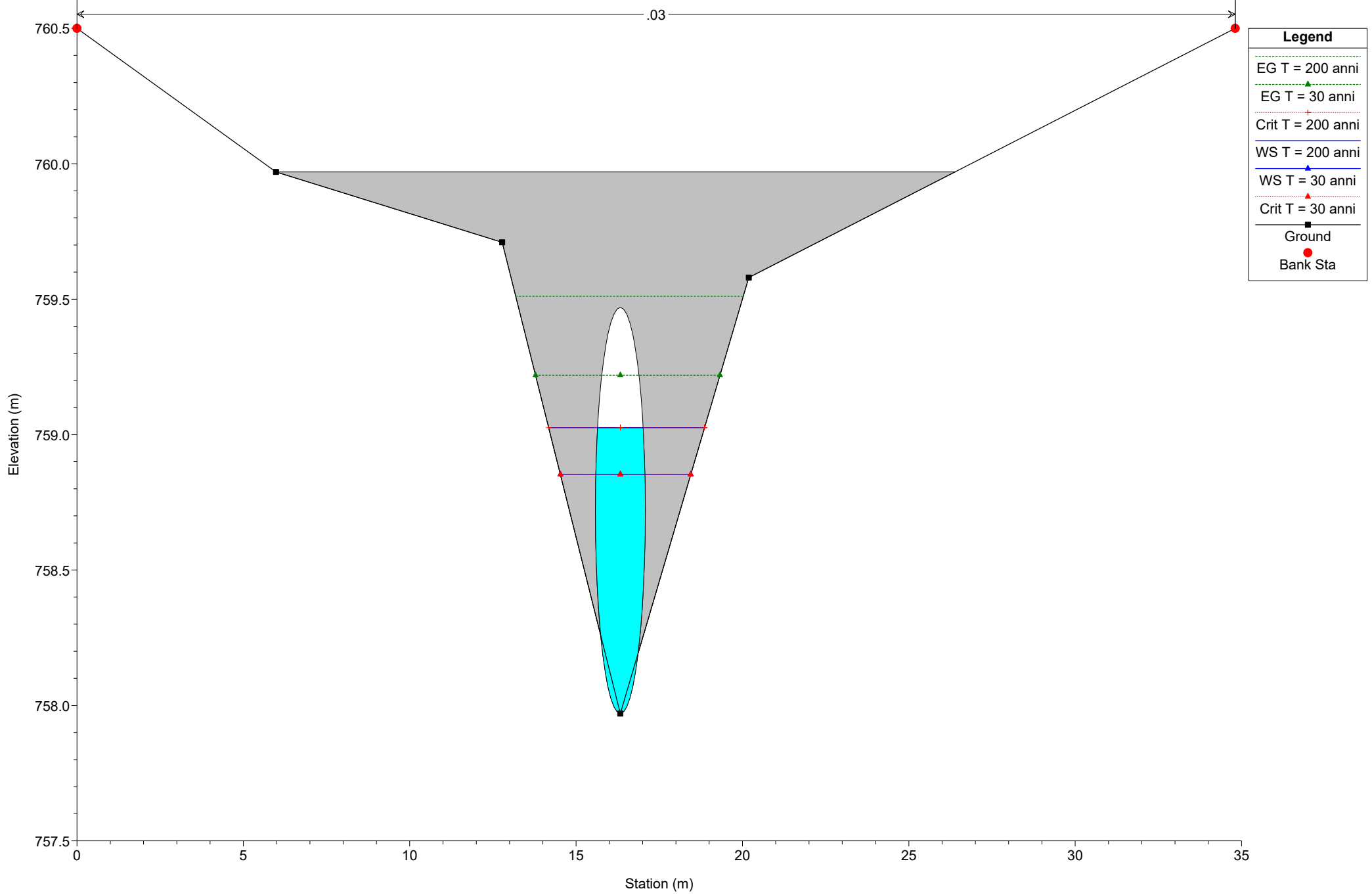
CALITRI Plan: Fosso WTG 8  
River = Fosso WTG 8 Reach = Fosso WTG 8 RS = 1



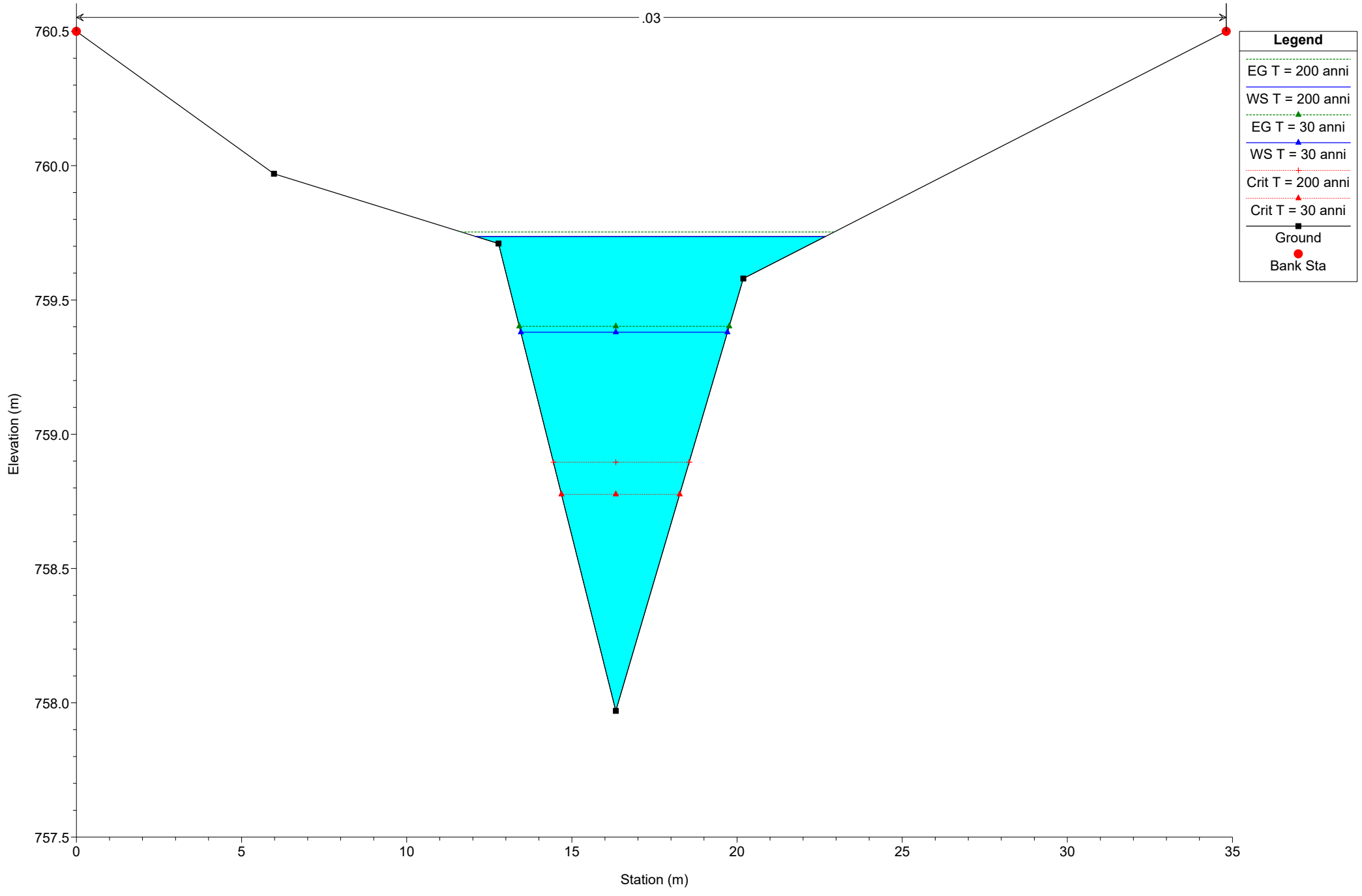
CALITRI Plan: Fosso WTG 8  
 River = Fosso WTG 8 Reach = Fosso WTG 8 RS = 1.1 Culv



CALITRI Plan: Fosso WTG 8  
River = Fosso WTG 8 Reach = Fosso WTG 8 RS = 1.1 Culv



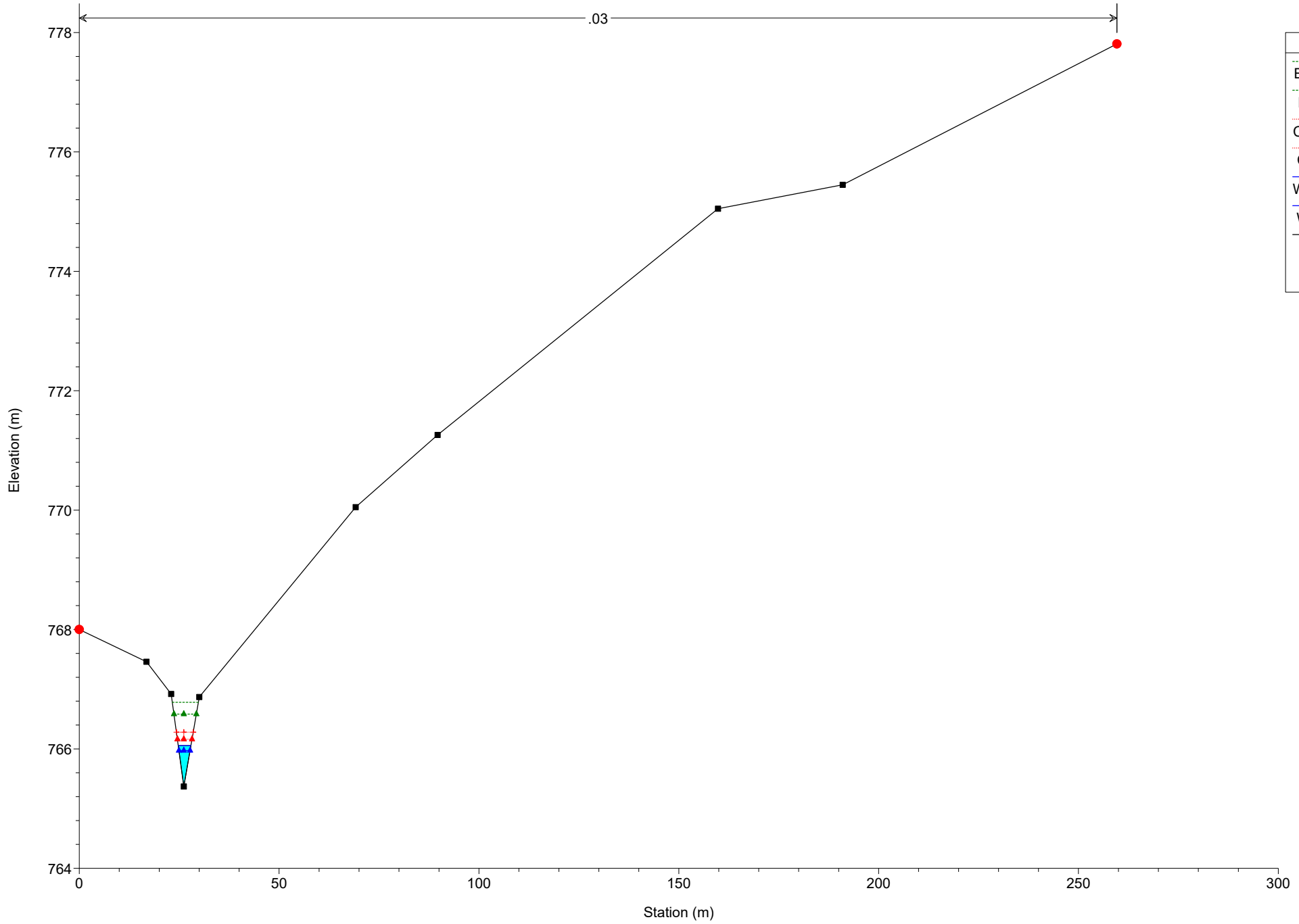
CALITRI Plan: Fosso WTG 8  
River = Fosso WTG 8 Reach = Fosso WTG 8 RS = 1.2



**Legend**

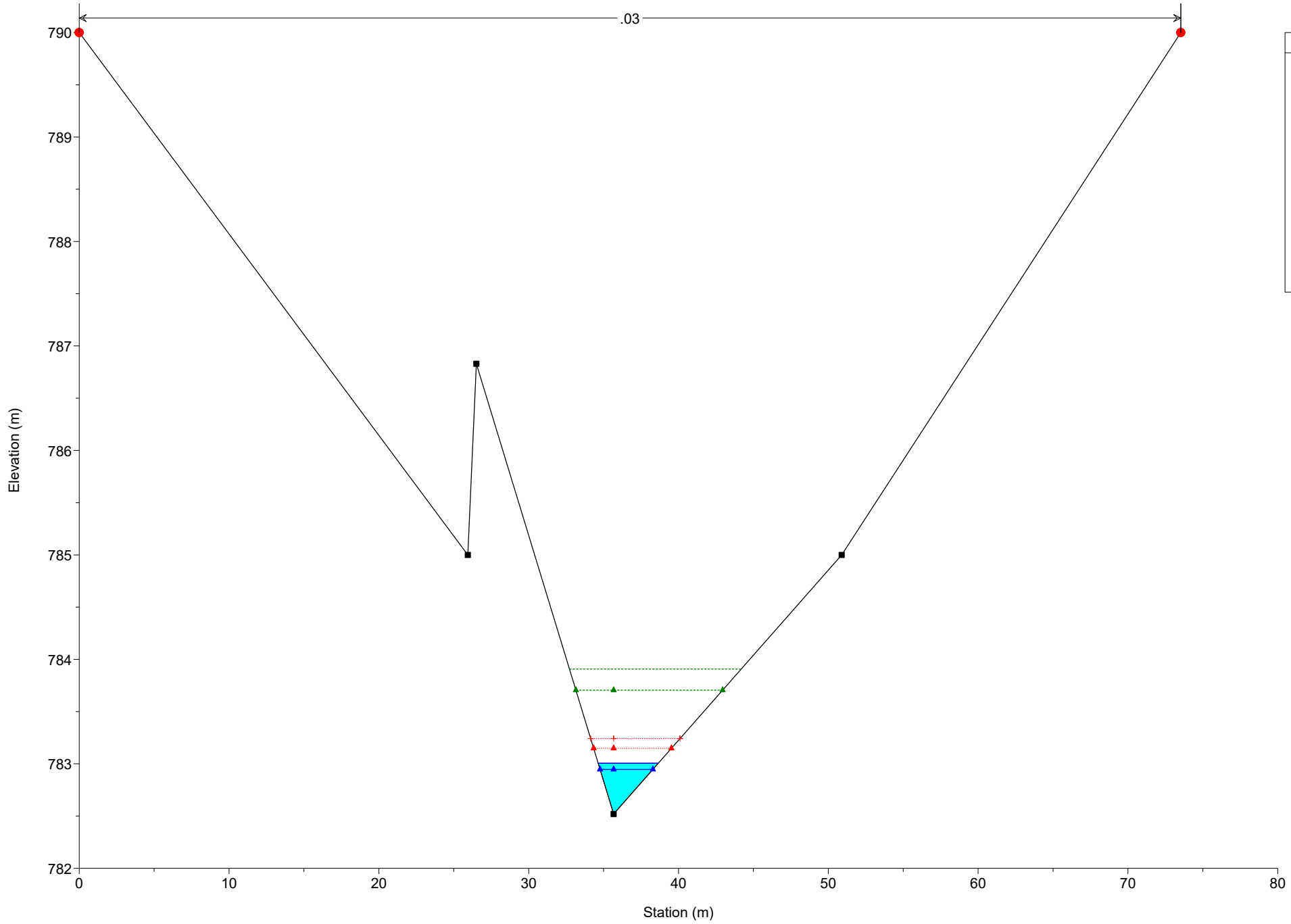
- EG T = 200 anni
- WS T = 200 anni
- EG T = 30 anni
- WS T = 30 anni
- Crit T = 200 anni
- Crit T = 30 anni
- Ground
- Bank Sta

CALITRI Plan: Fosso WTG 8  
River = Fosso WTG 8 Reach = Fosso WTG 8 RS = 2

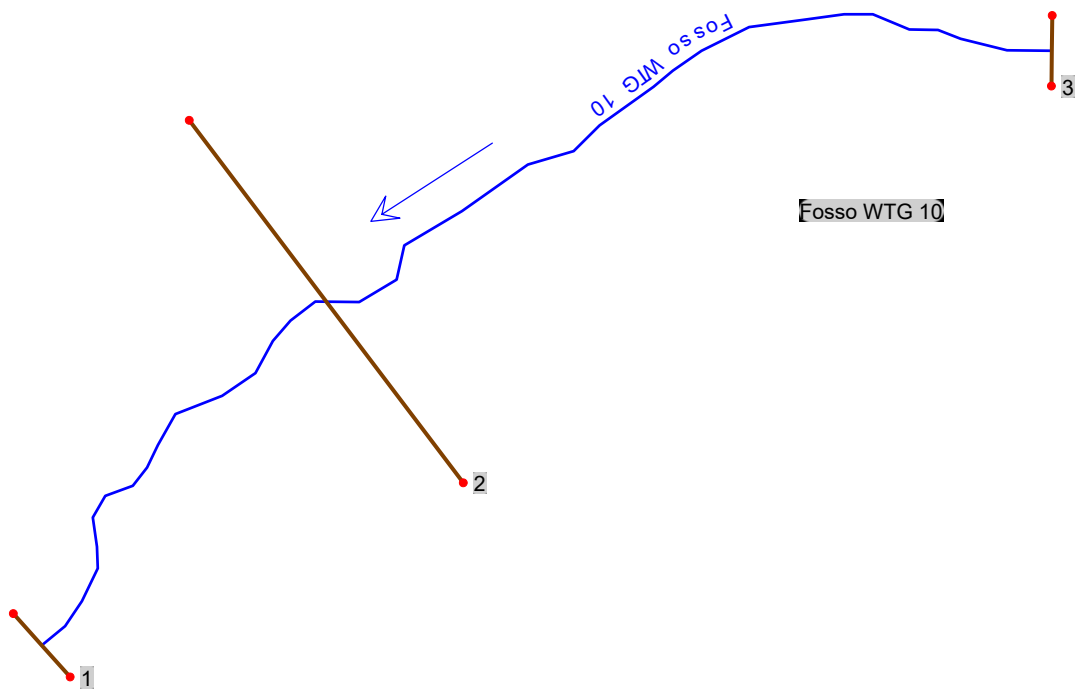


Legend	
EG T = 200 anni	
EG T = 30 anni	
Crit T = 200 anni	
Crit T = 30 anni	
WS T = 200 anni	
WS T = 30 anni	
Ground	
Bank Sta	

CALITRI Plan: Fosso WTG 8  
River = Fosso WTG 8 Reach = Fosso WTG 8 RS = 3



Legend	
EG T = 200 anni	
EG T = 30 anni	
Crit T = 200 anni	
Crit T = 30 anni	
WS T = 200 anni	
WS T = 30 anni	
Ground	
Bank Sta	

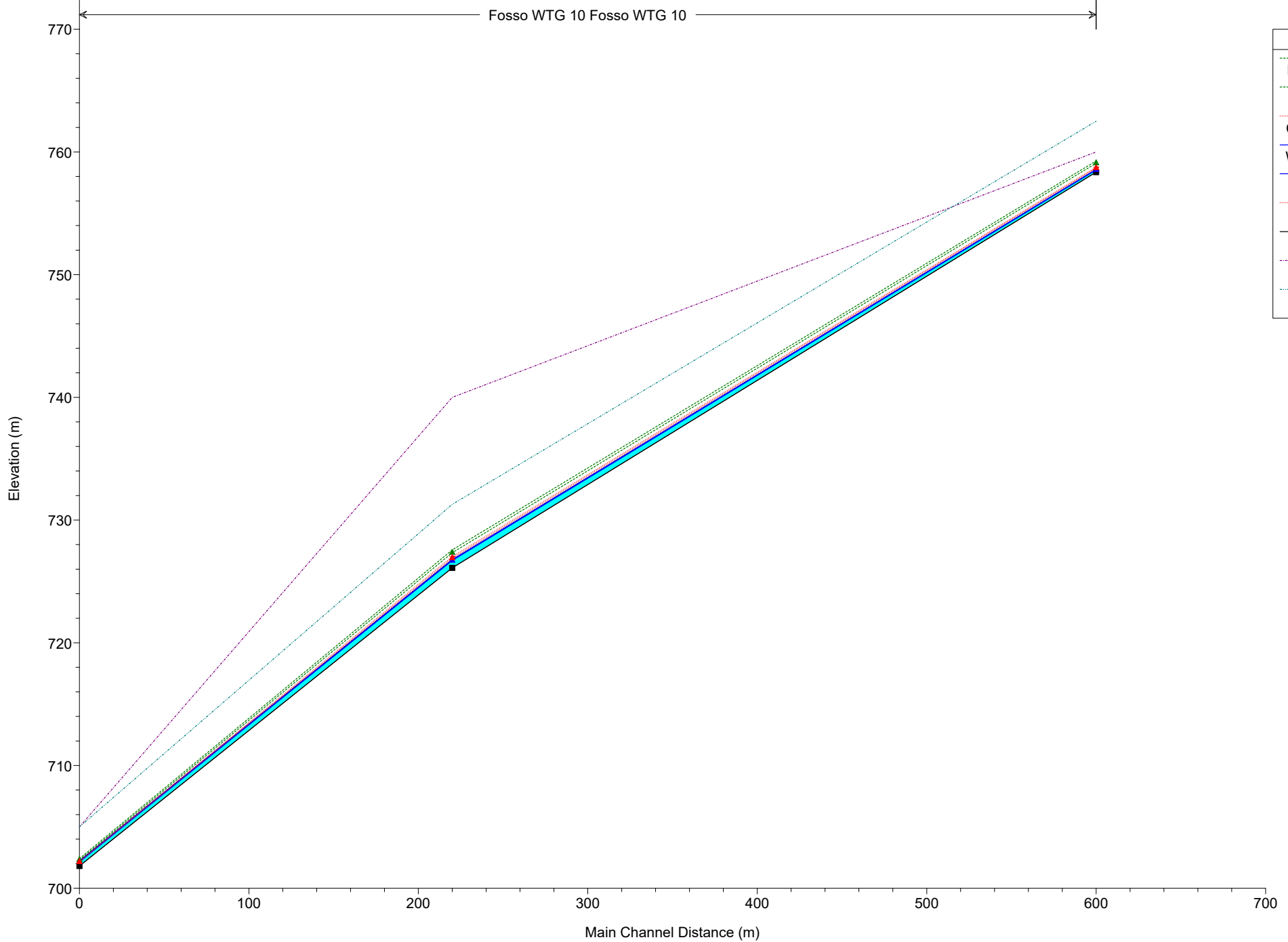




HEC-RAS Plan: Fosso WTG 10 River: Fosso WTG 10 Reach: Fosso WTG 10

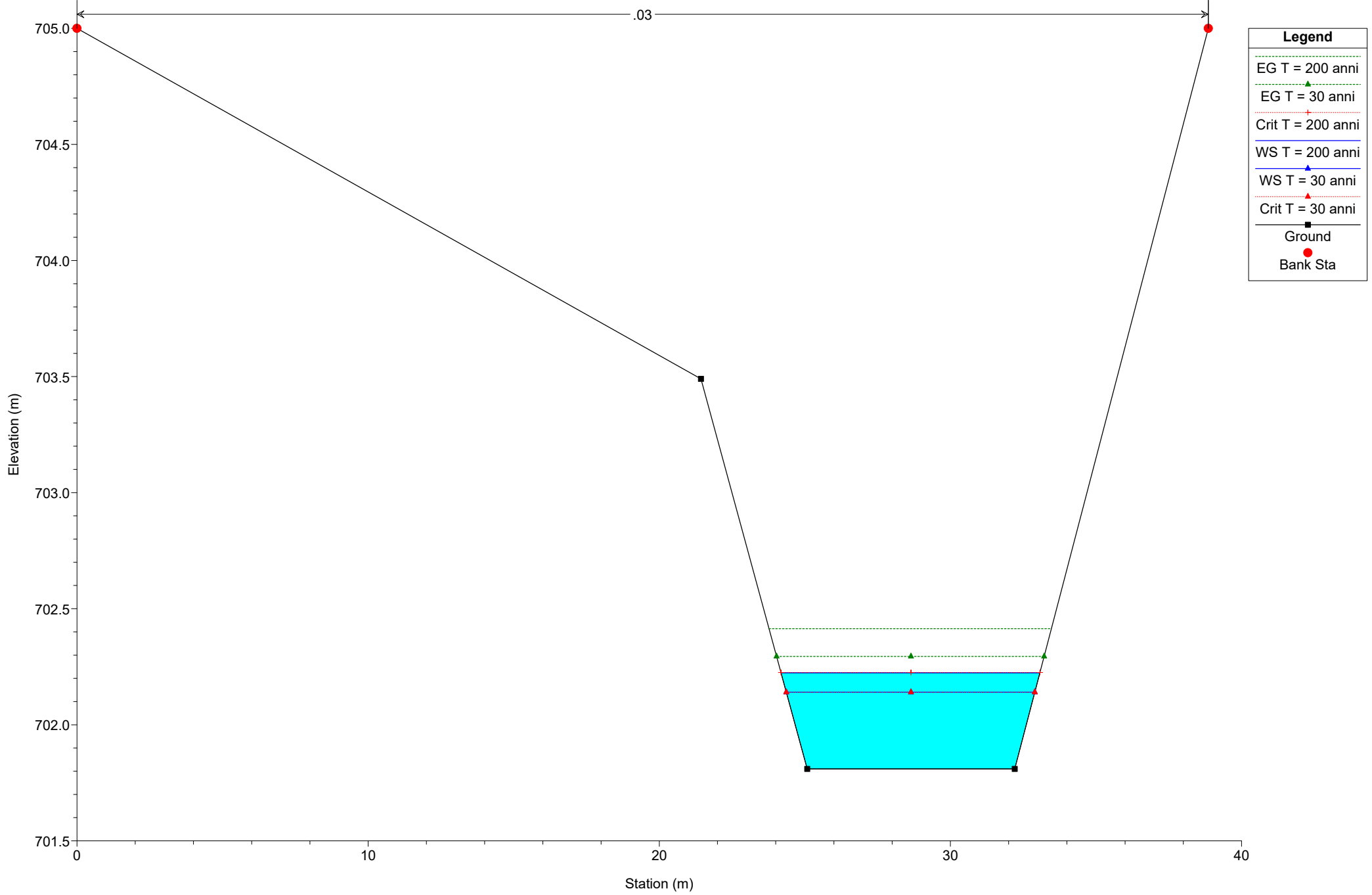
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	Max Chl Dpth (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Shear Total (N/m2)
Fosso WTG 10	1	T = 200 anni	6.40		701.81	705.00	705.00	702.22	0.41	702.22	702.41	0.012786	1.93	1.01	45.85
Fosso WTG 10	1	T = 30 anni	4.50		701.81	705.00	705.00	702.14	0.33	702.14	702.29	0.013646	1.74	1.01	39.90
Fosso WTG 10	2	T = 200 anni	6.40	220.00	726.10	740.00	731.28	726.78	0.68	727.03	727.58	0.062832	3.95	2.16	200.28
Fosso WTG 10	2	T = 30 anni	4.50	220.00	726.10	740.00	731.28	726.70	0.60	726.90	727.34	0.059549	3.54	2.06	168.01
Fosso WTG 10	3	T = 200 anni	6.40	380.00	758.36	760.00	762.50	758.57	0.21	758.75	759.27	0.120169	3.69	2.77	212.96
Fosso WTG 10	3	T = 30 anni	4.50	380.00	758.36	760.00	762.50	758.54	0.18	758.68	759.08	0.120095	3.27	2.69	177.63

CALITRI Plan: Fosso WTG 10

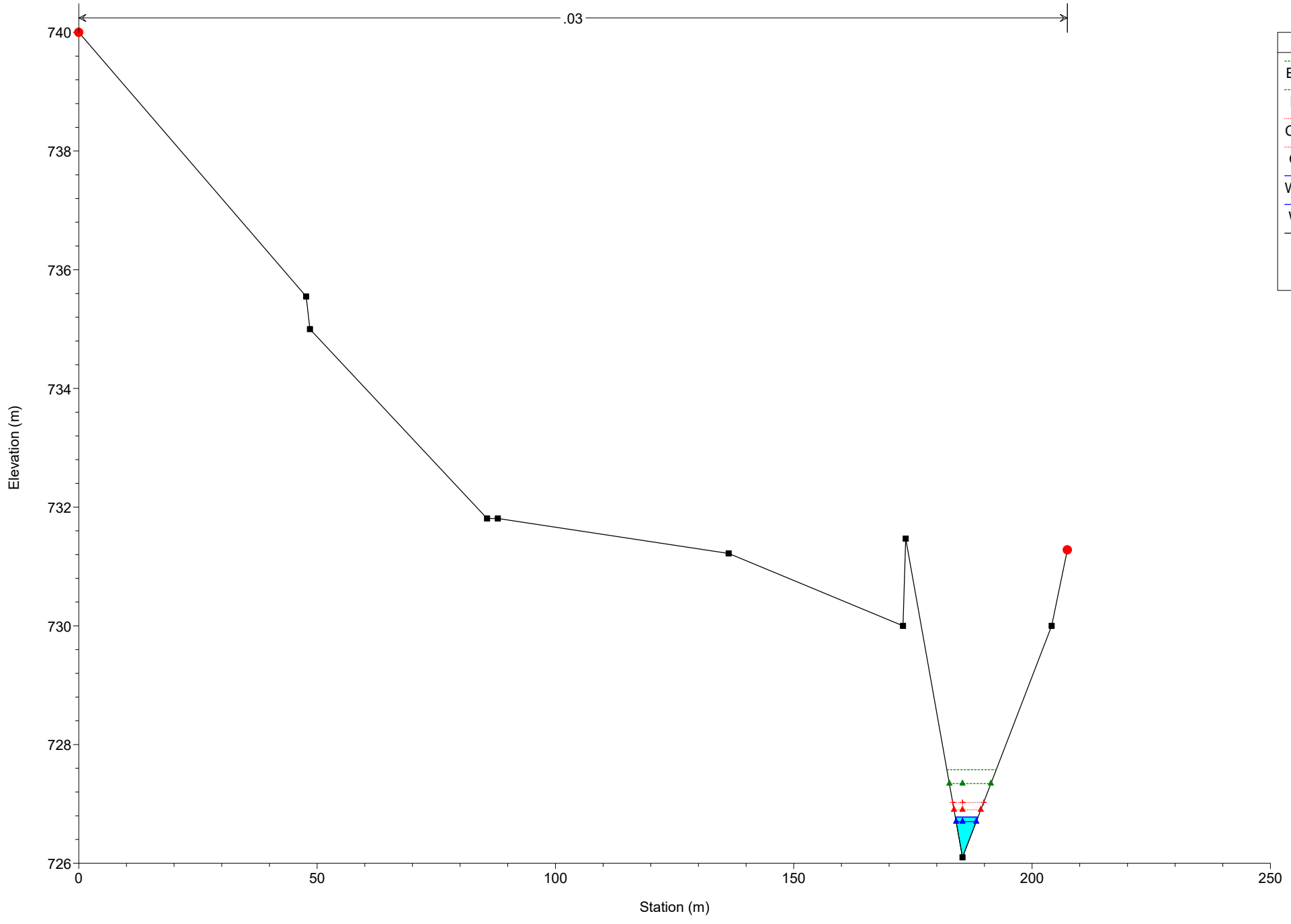


Legend	
EG T = 200 anni	(dotted green line with upward triangles)
EG T = 30 anni	(dotted red line with upward triangles)
Crit T = 200 anni	(dotted red line with plus signs)
WS T = 200 anni	(solid blue line with upward triangles)
WS T = 30 anni	(dotted red line with upward triangles)
Crit T = 30 anni	(dotted red line with upward triangles)
Ground	(solid black line with square markers)
LOB	(dotted purple line)
ROB	(dotted cyan line)

CALITRI Plan: Fosso WTG 10  
River = Fosso WTG 10 Reach = Fosso WTG 10 RS = 1

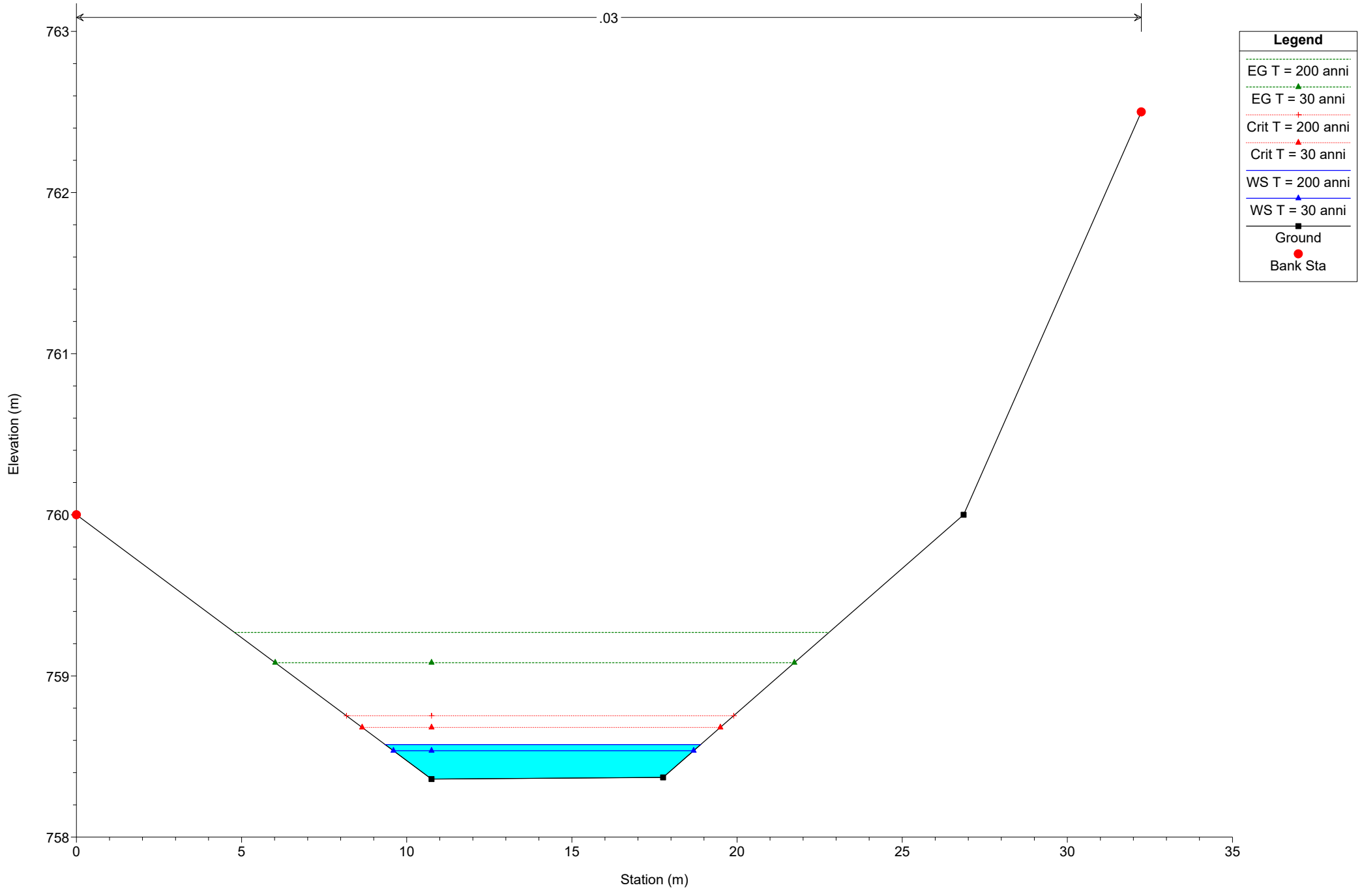


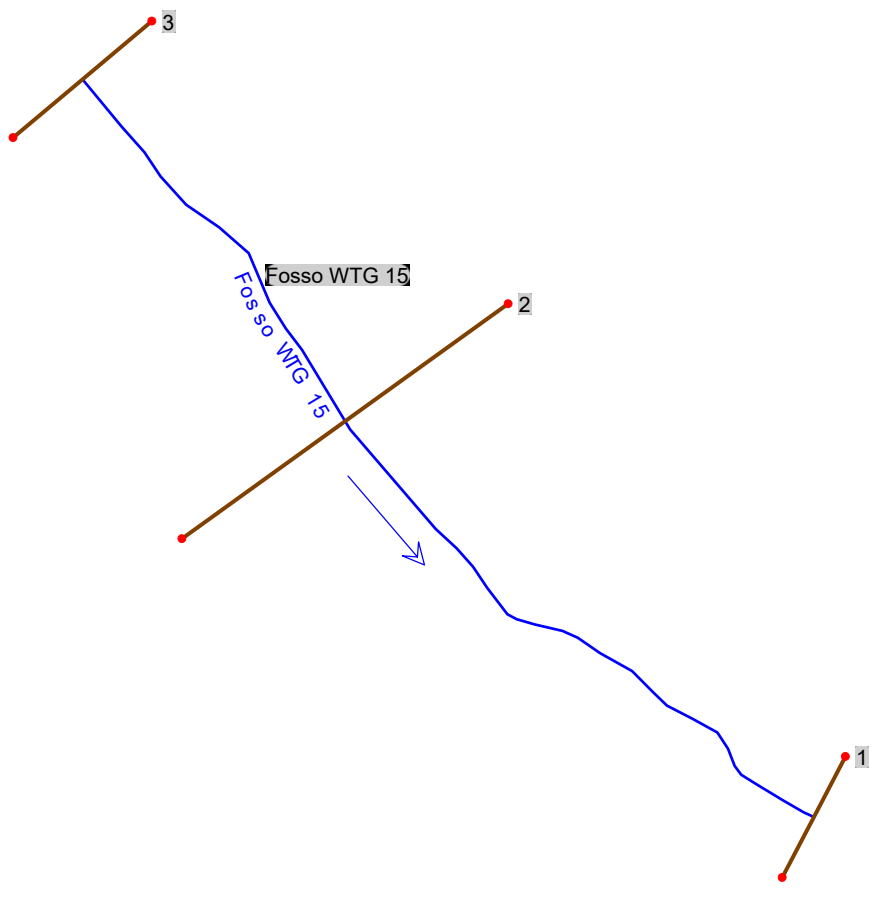
CALITRI Plan: Fosso WTG 10  
 River = Fosso WTG 10 Reach = Fosso WTG 10 RS = 2



Legend	
EG T = 200 anni	
EG T = 30 anni	
Crit T = 200 anni	
Crit T = 30 anni	
WS T = 200 anni	
WS T = 30 anni	
Ground	
Bank Sta	

CALITRI Plan: Fosso WTG 10  
River = Fosso WTG 10 Reach = Fosso WTG 10 RS = 3



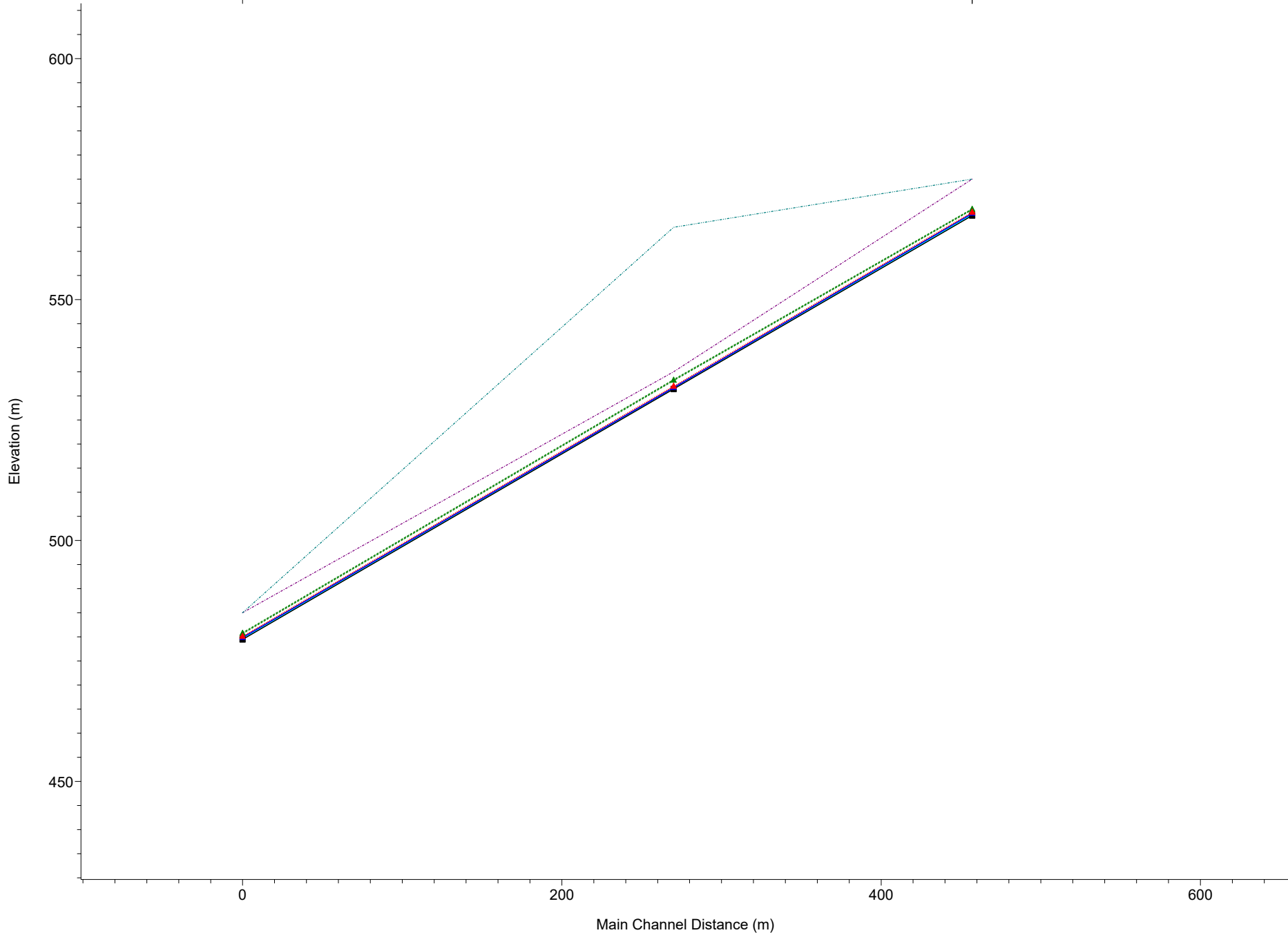


HEC-RAS Plan: Fosso WTG 15 River: Fosso WTG 15 Reach: Fosso WTG 15

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)	Max Chl Dpth (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Shear Total (N/m2)
Fosso WTG 15	1	T = 200 anni	5.00		479.45	485.00	485.00	479.88	0.43	480.11	480.86	0.139004	4.39	3.04	286.22
Fosso WTG 15	1	T = 30 anni	3.60		479.45	485.00	485.00	479.83	0.38	480.03	480.65	0.137312	4.03	2.96	250.54
Fosso WTG 15	2	T = 200 anni	5.00	270.00	531.42	535.00	565.00	531.75	0.33	532.02	533.39	0.320865	5.67	4.44	517.83
Fosso WTG 15	2	T = 30 anni	3.60	270.00	531.42	535.00	565.00	531.71	0.29	531.95	533.17	0.341061	5.34	4.47	481.08
Fosso WTG 15	3	T = 200 anni	5.00	187.00	567.43	575.00	575.00	567.89	0.46	568.13	568.83	0.120198	4.29	2.86	266.31
Fosso WTG 15	3	T = 30 anni	3.60	187.00	567.43	575.00	575.00	567.84	0.41	568.04	568.63	0.120170	3.95	2.80	235.40

CALITRI Plan: Fosso WTG 15

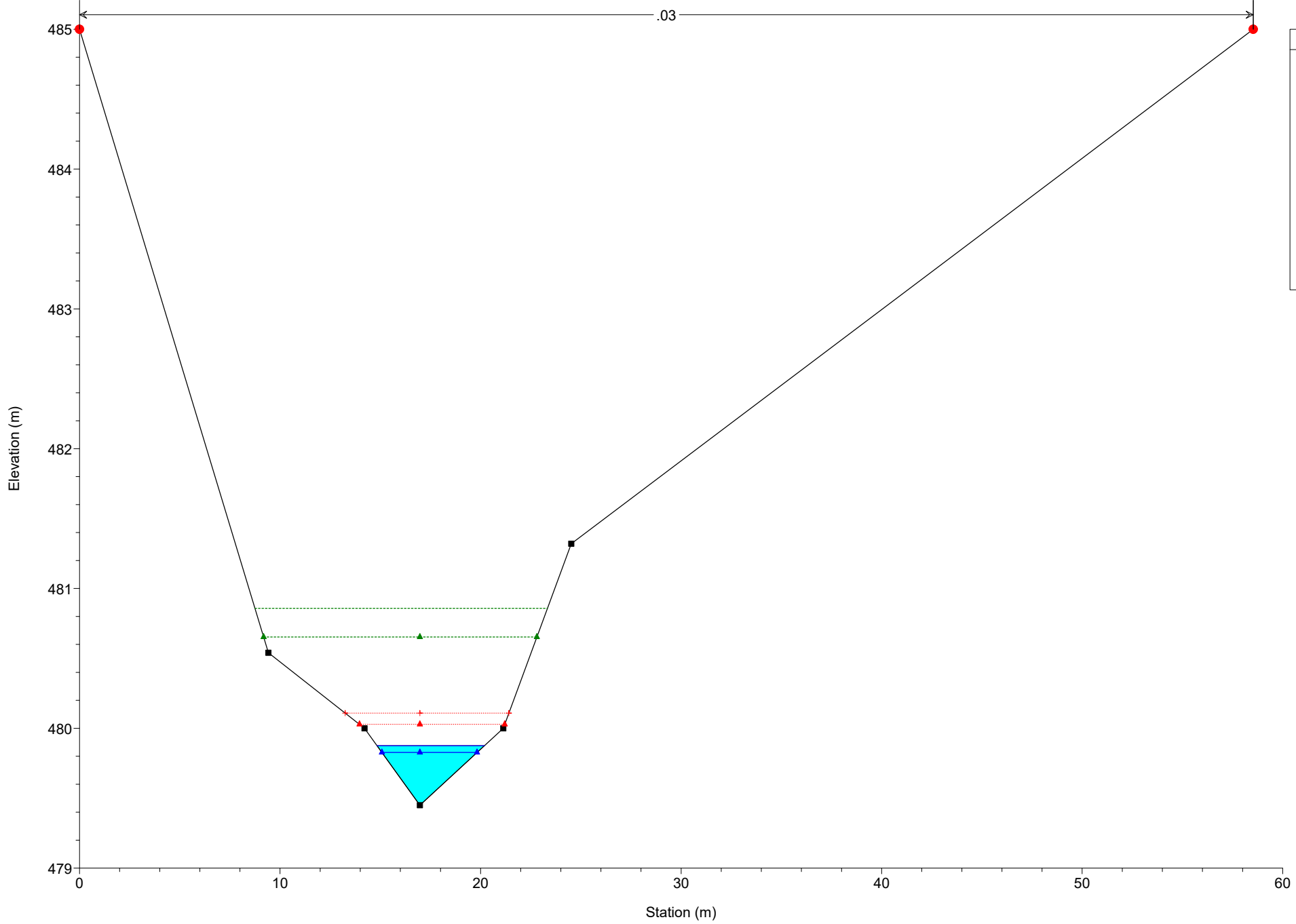
Fosso WTG 15 Fosso WTG 15



Legend	
EG T = 200 anni	▲
EG T = 30 anni	▲
Crit T = 200 anni	▲
Crit T = 30 anni	▲
WS T = 200 anni	▲
WS T = 30 anni	▲
Ground	■
LOB	—
ROB	—

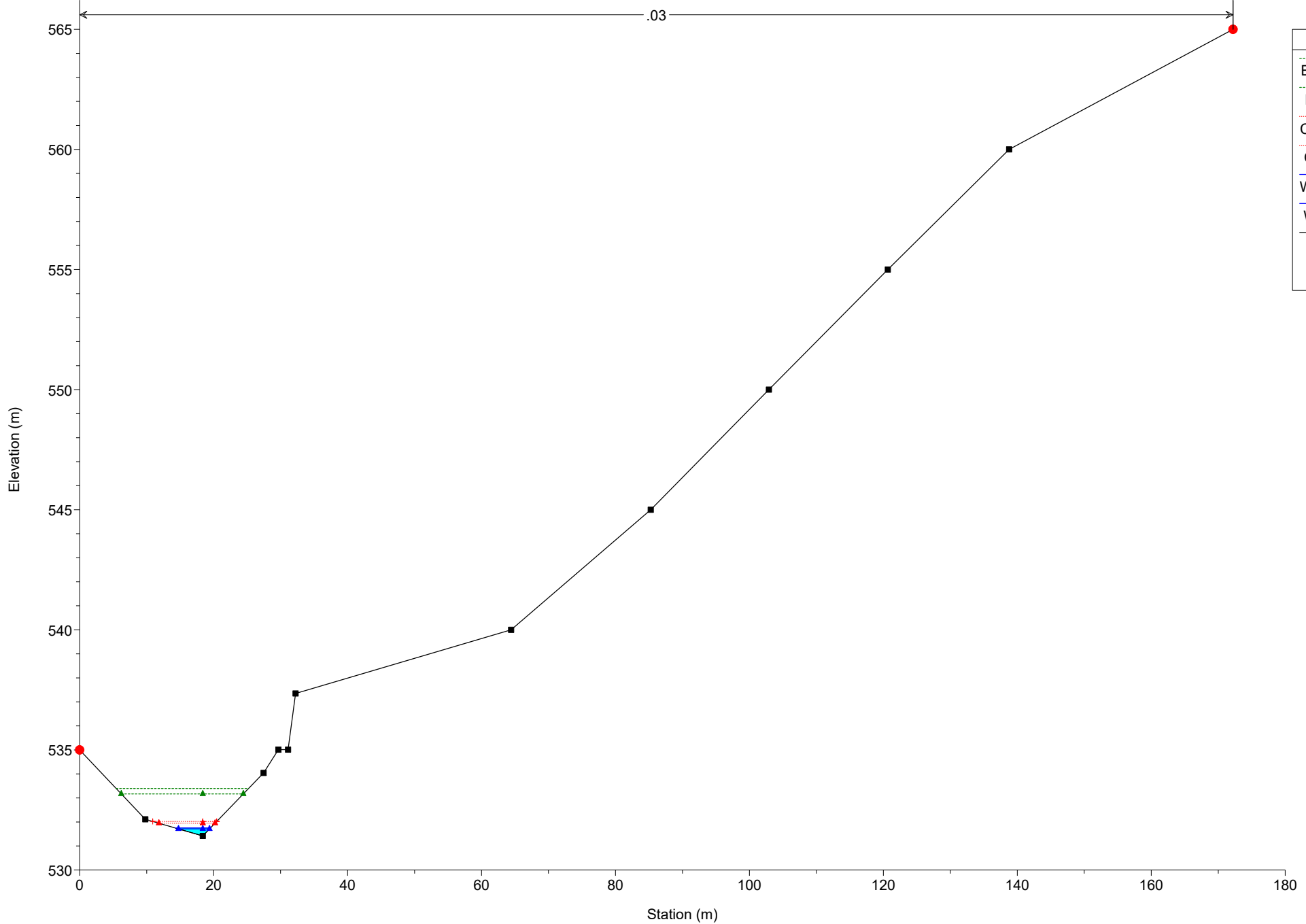


CALITRI Plan: Fosso WTG 15  
River = Fosso WTG 15 Reach = Fosso WTG 15 RS = 1



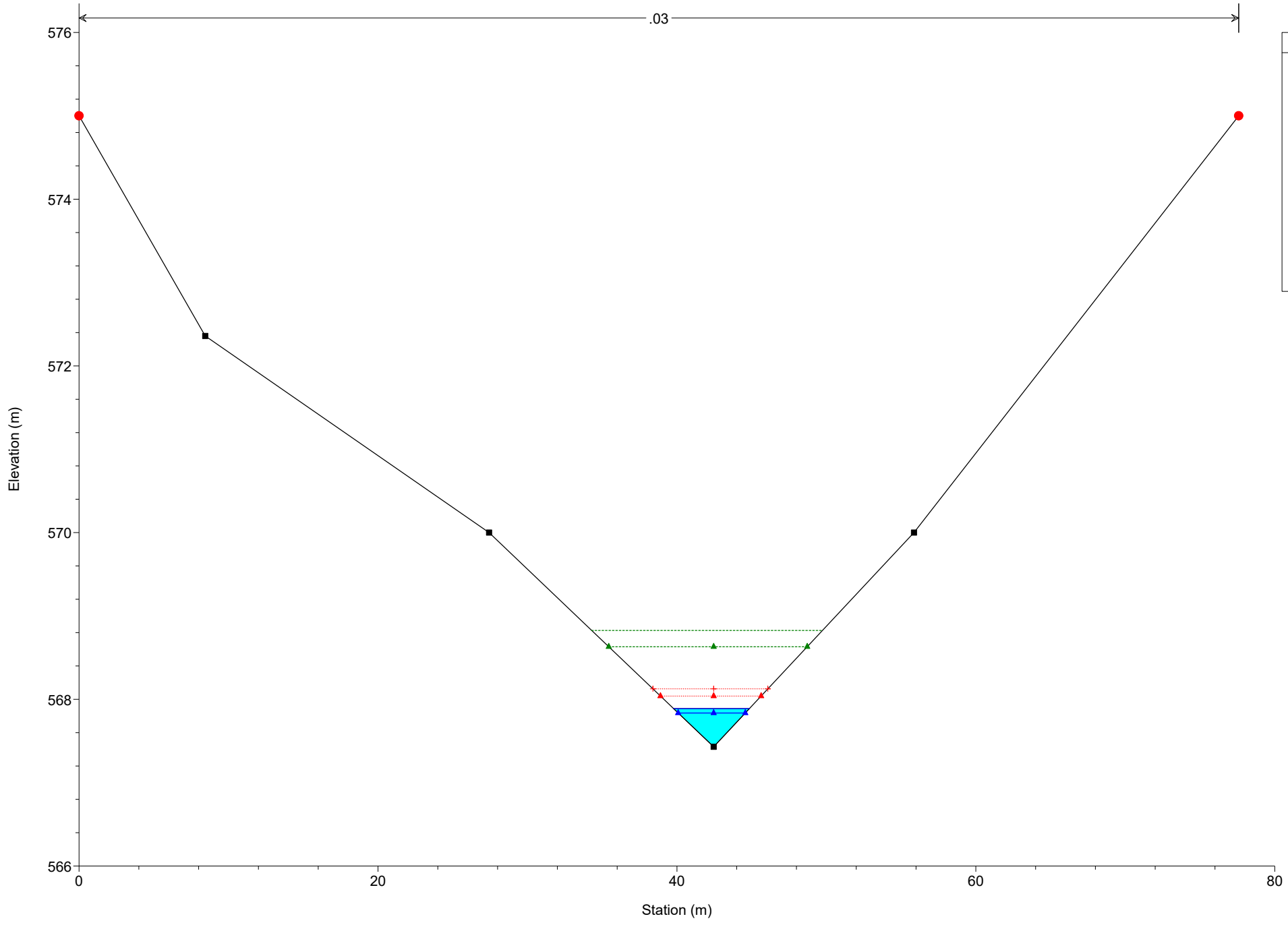
Legend	
EG T = 200 anni	
EG T = 30 anni	
Crit T = 200 anni	
Crit T = 30 anni	
WS T = 200 anni	
WS T = 30 anni	
Ground	
Bank Sta	

CALITRI Plan: Fosso WTG 15  
River = Fosso WTG 15 Reach = Fosso WTG 15 RS = 2



Legend	
EG T = 200 anni	▲
EG T = 30 anni	▲
Crit T = 200 anni	▲
Crit T = 30 anni	▲
WS T = 200 anni	▲
WS T = 30 anni	▲
Ground	■
Bank Sta	●

CALITRI Plan: Fosso WTG 15  
River = Fosso WTG 15 Reach = Fosso WTG 15 RS = 3



Legend	
EG T = 200 anni	
EG T = 30 anni	
Crit T = 200 anni	
Crit T = 30 anni	
WS T = 200 anni	
WS T = 30 anni	
Ground	
Bank Sta	